



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
Τμήμα Πληροφορικής

Συστημικές - Κυβερνητικές Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση:

Εφαρμογή στον Σχεδιασμό, την Ανάλυση και την Υλοποίηση Πληροφοριακού Συστήματος για την Ανάπτυξη Εικονικών Κοινοτήτων Συνεργασίας και Μάθησης Εκπαιδευτικών

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Θεοχαρόπουλου Ιωάννη του Χαραλάμπους

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καθηγητής Ν. Ασημακόπουλος (Επιβλέπων)

Καθηγητής Γ. Βασιλακόπουλος

Καθηγήτρια Μ. Βίρβου

Πειραιάς

2009

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	25
Πρόλογος	28
Εισαγωγή	33
1 Εισαγωγή στη Συστημική Προσέγγιση	49
1.1 Η προβληματική της διασύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ	49
1.2 Εισαγωγή στη συστημική προσέγγιση	52
1.2.1 Επιχειρησιακή Έρευνα Ανάπτυξης Κοινοτήτων (Community Operational Research)	58
1.3 Η βασική επιστημολογική υπέρβαση: από τη ντετερμινιστική στη συστημική προσέγγιση.....	59
1.3.1 Σημείο 1: Μηχανισμός, αναγωγισμός και συστημική παρέμβαση.....	61
1.3.2 Σημείο 2: Παρατηρητής και διαλεκτική ομάδα.....	62
1.3.3 Σημείο 3: Μοναδιαία θεωρία και θεωρητικός πλουραλισμός.....	64
1.3.4 Σημείο 4: Μέθοδοι δόμησης - Μεθοδολογικός πλουραλισμός και πολυμεθοδολογίες	64
1.3.5 Σημείο 5: Επιστημονική και συστημική μεθοδολογία.....	65
1.3.6 Σημείο 6: Αντικειμενική και υποκειμενική πραγματικότητα.....	65
1.3.7 Σημείο 7: Καθορισμένα συστήματα και οροθετικές κρίσεις	67
1.3.8 Σημείο 8: Σκληρά και Ήπια Συστήματα	67
1.3.9 Σημείο 9: Αναγωγισμός και ανάδυση	68
1.3.10 Σημείο 11: Μέθοδος και μεθοδολογία	70
1.3.11 Σημείο 12: Πράκτορες - Εμπλεκόμενοι.....	71
1.3.12 Σημείο 13: Επέμβαση και Παρέμβαση	75
1.3.13 Σημείο 14: Συλλογική μοντελοποίηση	78
1.3.14 Σημείο 15: Γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα	78
1.4 Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική	79
2 Εκπαιδευτική Συστημική	91
2.1 Εισαγωγή.....	91
2.2 Βασικός μαθηματικός φορμαλισμός των συστημάτων	93
2.2.1 Πρωταρχικές έννοιες	96
2.3 Τύποι συστημάτων κατά Ackoff	102
2.3.1 Ντετερμινιστικά συστήματα	103
2.3.2 Οργανικά συστήματα	103
2.3.3 Κοινωνικά συστήματα	104
2.3.4 Οικολογικά συστήματα	105
2.4 Συστημικά μοντέλα εκπαιδευτικών συστημάτων.....	105
2.5 Συστημικές μεταφορές.....	108
2.5.1 Μηχανιστική μεταφορά - μεταφορά ντετερμινιστικών συστημάτων	110
2.5.2 Οργανική μεταφορά - μεταφορά ανοιχτών συστημάτων.....	110
2.5.3 Κυβερνητική μεταφορά.....	111

2.5.4	Νευροκυβερνητική μεταφορά – Μεταφορά αποτελεσματικών - βιώσιμων συστημάτων	111
2.5.5	Πολιτισμική μεταφορά	111
2.5.6	Πολιτική μεταφορά	111
2.6	Συστημική Θεώρηση	112
2.6.1	Η μετάβαση προς τη συστημική θεώρηση	113
2.6.2	Συστημική θεώρηση και νοητικά μοντέλα	114
2.6.3	Συστημική θεώρηση και ο ρόλος της τεχνολογίας	116
2.7	Συστημική Επιστήμη	117
2.8	Συστημική θεωρία	119
2.8.1	Οι θεμελιώδεις κατευθύνσεις της Συστημικής επιστήμης.....	119
2.8.2	Γενική Θεωρία Συστημάτων.....	119
2.8.3	Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων (Θ.Α.Σ.).....	119
2.8.4	Γενική θεωρία Συστημάτων (Γ.Θ.Σ.)	121
2.8.5	Η Κυβερνητική	123
2.8.6	Κυβερνητική και Γενική Θεωρία Συστημάτων	125
2.8.7	Επιχειρησιακή Έρευνα	126
2.8.8	Συστημική φιλοσοφία	126
2.9	Συστημικές μεθοδολογίες και πολυμεθοδολογίες.....	127
2.10	Συστημικές προσεγγίσεις	128
2.11	Οργανώνοντας τη διείσδυση στην πολυπλοκότητα	131
2.12	Η δομή του τελεστή της συστημικής προσέγγισης.....	136
2.13	Συστημική προσέγγιση, πολυπλοκότητα, αβεβαιότητα και πληροφορία	137
2.14	Συστημική προσέγγιση σε στοχοθετικά συστήματα	147
2.15	Μορφές στοχοθετικών συστημάτων	148
2.16	Μορφές προσαρμοστικών συστημάτων	151
2.17	Οροθετικές κρίσεις	152
2.18	Εναλλακτικοί τρόποι προσέγγισης της πολυπλοκότητας.....	155
2.19	Βασικές συστημικές προσεγγίσεις	156
2.19.1	Η προσέγγιση της Συστημικής Σκέψης (Systems Thinking).....	157
2.19.2	Η προσέγγιση των Ζώντων Συστημάτων (Living Systems Theory)	157
2.19.3	Η προσέγγιση της Γενικής Θεωρίας Δυναμικών Συστημάτων (General Theory of Dynamic Systems).....	158
2.19.4	Η προσέγγιση της Αδέσμευτης Συστημική Σκέψης (Unbounded Systems Thinking)....	159
2.19.5	Η προσέγγιση των Κρίσιμων Συστημάτων (Critical Systems Thinking)	159
2.19.6	Η προσέγγιση των Βιώσιμων Συστημάτων του Beer (1981).....	160
2.19.7	Βασικές αρχές του Μοντέλου Βιώσιμου Συστήματος	164
2.19.8	Η προσέγγιση της Αποδέσμευσης των Συστημάτων (Flood, 1990, Liberating Systems Theory).....	164
2.19.9	Η προσέγγιση της Μεταμοντέρνας Συστημικής Επιστημολογίας (Postmodern Theory and Systems Theory)	164
2.19.10	Η προσέγγιση της Συστημικής Δυναμικής (System Dynamics)	165
2.19.11	Περιγραφή και απεικόνιση των εργαλείων της Συστημικής Δυναμικής	167
2.19.12	Μηχανισμοί σύνδεσης δυναμικών μεταβλητών και διαγράμματα αιτιότητας.....	171
2.19.13	Η δυναμική υπόθεση	171

2.19.14	Η προσέγγιση της συστημικής σκέψης (Senge, 1990)	175
2.19.15	Η προσέγγιση των Κριτικών Συστημάτων του Churchman (1971, 1979)	179
2.19.16	Η προσέγγιση των Ανθρωπίνων Συστημάτων (Human Systems Inquiry)	180
2.19.17	Προβλήματα και προβληματικές στα ανθρώπινα συστήματα.....	184
2.20	Αρχιτεκτονική του μηχανισμού της συστημικής προσέγγισης	184
2.20.1	Καθορισμός της ενεργού περιοχής.....	185
2.20.2	Συστατικά στοιχεία μιας ενεργού περιοχής.....	185
2.20.3	Σύνολα διαδικασιών.....	185
2.20.4	Δομές.....	186
2.20.5	Περιβάλλοντα νοηματοδότησης.....	186
2.20.6	Κέντρα γνώσης - δύναμης.....	187
2.21	Σχεδιασμός της συστημικής προσέγγισης	187
2.22	Οι διαστάσεις της συστημικής προσέγγισης	188
2.22.1	Η φιλοσοφική διάσταση.....	188
2.22.2	Η οντολογική διάσταση	189
2.22.3	Δημιουργία της ερμηνευτικής οντολογίας.....	190
2.22.4	Εκτελεστική οντολογία	190
2.22.5	Τεχνολογική Διάσταση	190
2.23	Εφαρμογή της συστημικής προσέγγισης: παραγωγή του συστήματος.....	191
2.24	Εκπαίδευση και συστημική θεωρία	193
2.25	Εκπαίδευση και πολυπλοκότητα	200
2.26	Συστημική - κυβερνητική προσέγγιση και Εκπαίδευση	200
2.26.1	Το ενδιαφέρον για νέες συνθετικές συστημικές - κυβερνητικές μοντελοποιήσεις στην Εκπαίδευση.....	204
3	Εκπαιδευτική Κυβερνητική	207
3.1	Εισαγωγή.....	207
3.2	Εκπαιδευτική Κυβερνητική.....	213
3.3	Η ενεργός περιοχή της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής	218
3.4	Βασικές έννοιες της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης	220
3.4.1	Μεταβολή.....	220
3.5	Κυβερνητική Πρώτης Τάξης και Εκπαίδευση.....	245
3.5.1	Βασικές Έννοιες Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης.....	246
3.6	Γενικές βασικές αρχές της Κυβερνητικής	255
3.6.1	Η Αρχή της Επιλεκτικής Διατήρησης (Selective Retention)	255
3.6.2	Η Αρχή της Αυτοκαταλυτικής Ανάπτυξης (Autocatalytic Growth).....	255
3.6.3	Η Αρχή των Ασύμμετρων Μεταβάσεων: εντροπία και ενέργεια (Asymmetric Transitions)	255
3.6.4	Η Αρχή της Τυφλής Διακύμανσης (Blind Variation).....	257
3.6.5	Η Αρχή της Επιλέξιμης Παραλλαγής (Selective Retention).....	257
3.6.6	Κύκλωμα BVSR (Blind Variation - Selective Retention)	257
3.6.7	Η Αρχή της Επαναληψιμότητας (Recursive System Constructions)	257
3.6.8	Συστήματα ελέγχου	258

3.6.9	Ο Νόμος της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας (Requisite Variety) για τα συστήματα ελέγχου	258
3.6.10	Ο Νόμος της Απαραίτητης Γνώσης για ένα σύστημα ελέγχου	259
3.6.11	Η Αρχή της Ημιτελούς Γνώσης	260
3.6.12	Η Αρχή της Φραγμένης Ορθολογικότητας	260
3.6.13	Η Αρχή της Βιωσιμότητας	260
3.6.14	Η Αρχή της Επαναληψιμότητας (Principle of Recursion)	261
3.7	Κυβερνητική Τρίτης Τάξης.....	261
3.8	Κυβερνητική και η έννοια των μοντέλων	261
3.9	Εκπαίδευση και Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης: Η Θεωρία Συζητήσεων του Gordon Pask (1976)	263
3.9.1	Ο κύκλος της διαλεκτικής συμπαραγωγής της μάθησης.....	265
3.9.2	Οι οντολογικές και επιστημολογικές βάσεις της Θεωρίας Συζητήσεων	267
3.9.3	Τα δομικά στοιχεία της Θεωρίας Συζητήσεων	268
3.9.4	Οι Μ-οντότητες.....	268
3.9.5	Συνδέοντας τα δομικά στοιχεία	274
3.9.6	Ενεργοποιώντας μια βασική μαθησιακή συζήτηση	275
3.9.7	Η Θεωρία Συζητήσεων ως μεθοδολογία για τον σχεδιασμό μαθησιακών συζητήσεων.	276
3.9.8	Τυπικές διαδικασίες στη Θεωρία Συζητήσεων.....	277
3.9.9	Η κατανόηση ως συμφωνία.....	277
3.9.10	Η πρωτογλώσσα της Θεωρίας Συζητήσεων	278
3.10	Προεκτάσεις των βασικών αρχών του Pask στο συνεπαγωγικό πλέγμα	280
3.11	Θεωρία Συζητήσεων και Εκπαίδευση	281
3.11.1	Αξιολόγηση συστημάτων πραγματικής και εικονικής μάθησης με βάση τη Θεωρία Συζητήσεων.....	282
3.12	Εκπαίδευση και ΤΠΕ: μια περίπλοκη προβληματική	283
3.13	Εκπαιδευτική πληροφορική: Σε αναζήτηση μιας νέας Παιδαγωγικής.....	292
3.14	Συστημικά μοντέλα σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης.....	300
3.14.1	Η συστημική - κυβερνητική προσέγγιση	303
3.14.2	Η ποιότητα των εκπαιδευτικών μοντέλων.....	303
3.14.3	Κριτική των εκπαιδευτικών μοντέλων	304
3.14.4	Παθογένειες των εκπαιδευτικών μοντέλων.....	305
3.14.5	Ένα συστημικό - κυβερνητικό μεταμοντέλο εκπαιδευτικού σχεδιασμού	306
3.14.6	Τεχνικές εμπλουτισμού των μοντέλων	309
3.14.7	Μοντελοποίηση πρώτης και δεύτερης τάξης.....	309
3.14.8	Κυβερνητική μοντελοποίηση της σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης	310
3.15	Μοντέλο K-0: Η μαθησιακή τάξη ως <i>π – οντότητα</i>	311
3.15.1	Η Θεωρία συζητήσεων ως μηχανισμός ελέγχου	318
3.15.2	Ο εκπαιδευτικός ως σύστημα ρύθμισης	321
3.16	Μοντέλο K-1 : Το οικοσύστημα του σχολείου	322
3.16.1	Μοντέλο K-2 : Ο εκπαιδευτικός στο κυβερνητικό οικοσύστημα του ελληνικού σχολείου	325
3.16.2	Λειτουργία του εκπαιδευτικού στο παραπάνω πλαίσιο.....	326
3.16.3	Ο ρόλος του συντονιστή ΤΠΕ	327

3.17	Μοντέλο K-3: Μοντελοποιώντας τον εκπαιδευτικό ως χρήστη ΤΠΕ.....	328
3.18	Μεθοδολογία έρευνας.....	331
3.19	Αρχιτεκτονική της έρευνας πεδίου	333
3.20	Οργάνωση της συνέντευξης	334
3.20.1	Αντικειμενική γλώσσα των συνεντεύξεων.....	336
3.20.2	Εργαλεία της συζήτησης	336
3.20.3	Οι <i>M – οντότητες</i> της συζήτησης	338
3.21	Εκπαιδευτική Κυβερνητική και μοντέλα παραγωγής γνώσης στην Εκπαίδευση....	349
3.22	Η πειραματική έρευνα στην Εκπαίδευση.....	352
3.22.1	Κριτική της Εκπαιδευτικής Έρευνας στον τομέα των εκπαιδευτικών ΤΠΕ.....	354
3.22.2	Συστημικές προεκτάσεις της Εκπαιδευτικής Έρευνας	358
3.22.3	Η αβεβαιότητα και η πολυπλοκότητα στην επιστήμη της Εκπαίδευσης	361
3.22.4	Η ανάγκη για νέες αντικειμενικές γλώσσες	362
3.23	Εκπαιδευτική Κυβερνητική: Προς την επιστήμη της εκπαιδευτικής πολυπλοκότητας	363
4	Εκπαιδευτικός Συστημικός Σχεδιασμός και Παρέμβαση... 369	
4.1	Σύστημα παρέμβασης.....	370
4.2	Συστήματα σχεδιασμού	371
4.3	Σύστημα αποφάσεων	372
4.4	Σύστημα υλοποίησης	373
4.5	Βασικά κυκλώματα παρέμβασης	374
4.5.1	Διαλεκτικά κυκλώματα παρέμβασης.....	375
4.6	Μορφές σχεδιασμού	378
4.6.1	Στρατηγικός σχεδιασμός.....	378
4.6.2	Τακτικός σχεδιασμός	378
4.6.3	Αναδραστικός σχεδιασμός (Reactive planning)	379
4.6.4	Προδραστικός σχεδιασμός (Preactive planning).....	379
4.6.5	Αμφίδρομος και ιδεατός σχεδιασμός (Ackoff, 2006)	380
4.6.6	Αρχή της Συμμετοχικότητας.....	380
4.6.7	Αρχή της Συνέχειας.....	381
4.6.8	Στοιχεία του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού.....	381
4.6.9	Η διαδικασία λειτουργίας του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού.....	382
4.6.10	Εξιδανίκευση - Συστημική προσέγγιση του παρόντος κυκεώνα	382
4.6.11	Συστημική προσέγγιση του μελλοντικού κυκεώνα	382
4.6.12	Προσδιορισμός της μετάβασης.....	383
4.6.13	Επαναφορά στην πραγματικότητα.....	383
4.6.14	Διεξαγωγή της διαδικασίας	384
4.6.15	Το σχέδιο	385
4.6.16	Τα μέσα	385
4.7	Σύστημα σχεδιασμού με βάση τη Μεθοδολογία των Ηπίων Συστημάτων του Checkland	385
4.7.1	Διαδικασία SSM.....	386

4.8	Δημιουργία πολυμεθοδολογίας παρέμβασης στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.....	391
4.9	Γραμμικές – ντετερμινιστικές και συστημικές προσεγγίσεις σχεδιασμού Πληροφοριακών Συστημάτων για την Εκπαίδευση.....	400
4.10	Εφαρμογή: Δημιουργία πληροφοριακού συστήματος ενημέρωσης με υπηρεσίες SMS (Διάυλος 1.0) για τις ανάγκες σχολικής Κοινότητας.....	406
4.10.1	Δημιουργία της ομάδας παρέμβασης.....	407
4.10.2	Δομή και διαδικασίες μετασυστήματος.....	418
5	Εργαλεία Συστημικού Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού.....	421
5.1	Εισαγωγή.....	421
5.2	Βασικές αρχές της DCSYM	424
5.2.1	Στοιχείο.....	425
5.2.2	Μέρος του όλου.....	425
5.2.3	Ολότητα.....	425
5.2.4	Επικοινωνία.....	426
5.2.5	Έλεγχος.....	426
5.2.6	Βασικά στοιχεία.....	426
5.2.7	Μη βασικά στοιχεία	427
5.2.8	Μήτρα επικοινωνιών.....	431
5.2.9	Μήτρα ελέγχου.....	431
5.2.10	Επίπεδα δομών και επικοινωνιών	431
5.2.11	Διαδικασίες	431
5.2.12	Μαθηματικός φορμαλισμός της DCSYM.....	432
5.3	DCSYM Modeling Tool.....	432
5.4	DCSYM και XML	434
5.5	DCSYM XSD: Ο πυρήνας της εφαρμογής διαχείρισης μοντέλων DCSYM	435
5.6	Ανάπτυξη των εφαρμογών διαχείρισης αρχείων XLD	437
5.7	Εφαρμογή DCSYM Modeling Tool.....	438
5.8	Η DCSYM ως εργαλείο σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων στην Εκπαίδευση	443
5.8.1	DCSYM στην πράξη - Σχεδιασμός Σχολικού Δικτύου.....	443
5.9	Δυναμική μοντελοποίηση με το πληροφοριακό σύστημα Ventana Vensim PLE ...	446
5.9.1	Συστημική Δυναμική και μοντελοποίηση εκπαιδευτικών δομών	448
5.10	Δυναμική μοντελοποίηση του συστήματος μάθησης	449
5.10.1	Δυναμική μοντελοποίηση στρατηγικών αλλαγών στην Εκπαίδευση.....	450
5.11	Αντικειμενοστρεφής προσομοίωση και ο προσομοιωτής AnyLogic.....	452
5.11.1	Το λογισμικό AnyLogic.....	453
5.11.2	Μοντελοποίηση Διακριτού Γεγονότος	454
5.11.3	Τύποι γεγονότων: στατικά και δυναμικά γεγονότα	456
5.11.4	Μοντελοποίηση βάσει πρακτόρων.....	457
5.11.5	Γενικά για τα υβριδικά συστήματα.....	457

5.12	Οντολογίες και εννοιολογική χαρτογράφηση	458
5.12.1	Η νοητική χαρτογράφηση ως εργαλείο γνωστικής αντανάκλασης	461
5.12.2	Ανάπτυξη, οργάνωση και διαχείριση εννοιολογικών χαρτών	463
5.12.3	Εννοιολογική χαρτογράφηση με το λογισμικό SmartTools	466
6	Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εικονικής Κοινότητας.....	469
6.1	Πραγματικές και Εικονικές Κοινότητες Μάθησης.....	472
6.2	Τύποι Μαθησιακών Κοινοτήτων	473
6.2.1	Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης ως Δίκτυα και Ομάδες Εργασίας	474
6.2.2	Βασικές Μαθησιακές Αρχές των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης	475
6.2.3	Το μοντέλο μετασχηματισμού της γνώσης των Nonaka και Takeuchi.....	477
6.2.4	Η Εικονική Κοινότητα Μάθησης ως Μαθησιακός Οργανισμός.....	478
6.3	Θεωρίες σχηματισμού ομάδων στο πλαίσιο των Εικονικών Κοινοτήτων	480
6.4	Σχεδιασμός και υλοποίηση Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης.....	481
6.5	Μοντελοποίηση του χρήστη στις Εικονικές Κοινότητες	484
6.6	Τεχνολογική Βάση των Εικονικών Κοινοτήτων	485
6.6.1	Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου	485
6.6.2	Τεχνολογίες διαχείρισης μαθησιακού περιεχομένου	487
6.6.3	Επεκτάσεις και προσθήκες στα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου, Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης	488
6.6.4	Εικονικές Κοινότητες Μάθησης και Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης	492
6.7	Αξιολόγηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης.....	492
6.8	Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών, βασικά ερευνητικά δεδομένα	497
6.9	Μελέτη περίπτωσης: Σχεδιασμός και υλοποίηση Εικονικής Κοινότητας Μάθησης για εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών	512
6.10	Πρώτη φάση της παρέμβασης: προετοιμασία της <i>P</i> – συζήτησης	515
6.10.1	Καθορισμός αντικειμενικών γλωσσών	515
6.10.2	Διαδικασία δημιουργίας αντικειμενικών γλωσσών.....	515
6.10.3	Αντικειμενική Γλώσσα Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής <i>L0</i>	518
6.10.4	Αντικειμενική Γλώσσα Παιδαγωγικής <i>L1</i>	520
6.10.5	Αντικειμενική Γλώσσα πληροφορικής <i>L2</i>	525
6.10.6	Ανάπτυξη του μοντέλου της Εικονικής Κοινότητας.....	525
6.11	Σχεδιασμός και υλοποίηση της παρέμβασης	528
6.12	Πρώτη φάση του σχεδιασμού: παραγωγή πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος (Πολυμεθοδολογία: CT + SSM, CT + SAST).....	529
6.12.1	Καθορισμός βασικών οροθετικών κρίσεων υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας ...	529
6.12.2	Ανοιχτό λογισμικό – ελεύθερο λογισμικό.....	529
6.12.3	Ανοιχτή αρχιτεκτονική.....	536
6.12.4	Διαλειτουργικότητα.....	538
6.13	Δεύτερη φάση του σχεδιασμού : παραγωγή βασικής δομής του συστήματος (Πολυμεθοδολογία: Θεωρία Συστημάτων + VSM, Σύστημα Σ4)	538
6.13.1	Δομή διαχείρισης και λήψη αποφάσεων σε Εικονική Κοινότητα	538

6.14	Τρίτη φάση του σχεδιασμού: Διερεύνηση της συμπεριφοράς του συστήματος (Πολυμεθοδολογία: ΘΣ + CLD + SF).....	543
6.15	Τέταρτη φάση του σχεδιασμού: Δημιουργία δομής υποσυστημάτων και διαδικασιών (Πολυμεθοδολογία: ΘΣ + DCSYM)	545
6.15.1	Δόμηση της P – οντότητας της Κοινότητας.....	545
6.15.2	Δόμηση της M – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας.....	548
6.15.3	11S Βασικό Υποσύστημα Διαχειριστή.....	551
6.15.4	12S Βασικό Υποσύστημα Χρήστη.....	553
6.15.5	13S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Συνεργασίας	554
6.15.6	14S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Φιλοξενίας.....	555
6.15.7	15S Βασικό υποσύστημα εργαλείων εξυπηρετητή	555
6.15.8	16S Βασικό Υποσύστημα Περιεχομένου	555
6.15.9	17S Βασικό Υποσύστημα Διαχείρισης Γνώσης	556
6.15.10	18S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Συζητήσεων.....	556
6.15.11	19S Βασικό Υποσύστημα Ανάπτυξης	557
6.15.12	1.10S Βασικό Υποσύστημα Αξιολόγησης	557
6.15.13	Το περιβάλλον της M – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας.....	558
6.15.14	Υλοποίηση της M – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας	559
6.15.15	Δομή Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου (ΣΔΠ ή CMS συστήματος).....	562
6.15.16	Ανάπτυξη πλατφόρμας συνεργασίας ως στοιχείου (component) του Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου.....	566
6.15.17	Σύγχρονη συνεργασία και παραγωγή γνώσης.....	566
6.15.18	Σύγχρονη και ασύγχρονη συνεργασία με τη μορφή διαχείρισης έργου	568
6.15.19	Υποσυστήματα Επικοινωνίας	569
6.15.20	Συνεργασία για τη δημιουργία διδακτικών αντικειμένων.....	571
6.15.21	Ενσωμάτωση του Στοιχείου Συνεργασίας στο Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου ...	572
6.15.22	Δομημένος σχεδιασμός συστήματος ελέγχου και διαχείρισης του Πληροφοριακού Συστήματος της Εικονικής Κοινότητας	572
6.16	Οργάνωση και αποτύπωση των διαδικασιών	577
6.16.1	Ομάδα L : Δημιουργία Τοπικού Εξυπηρετητή (TE)	578
6.16.2	Ομάδα I : Εγκατάσταση πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ- ΣΔΠ)	579
6.16.3	Ομάδα S: Συγχρονισμός Τοπικού Εξυπηρετητή με Απομακρυσμένο Εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE-AE)	581
6.16.4	Ομάδα J : Εγκατάσταση συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού	585
6.16.5	Ομάδα CA : Διαδικασίες προσαρμογής και παραμετροποίησης ΠΣ-ΣΔΠ.....	586
6.16.6	Ομάδα CC: Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού	589
6.16.7	Ομάδα AD: Οι διαδικασίες ασφαλείας του συστήματος φιλοξενίας ΣΦ	590
6.16.8	Ομάδα AP: Οι διαδικασίες ασφαλείας του πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ-ΣΔΠ) ...	594
6.16.9	Ομάδα U: Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ).....	598
6.16.10	Ομάδα M: Οι διαδικασίες μεταφοράς ΠΣ-ΣΔΠ σε άλλον απομακρυσμένο εξυπηρετητή	599
6.16.11	Ομάδα N: Οι διαδικασίες λειτουργίας δυναμικού δικτυακού λογισμικού OSA σε τοπικό intranet.....	600
6.16.12	Ομάδα U: Διαδικασίες διαχείρισης χρηστών.....	601
6.16.13	Ομάδα Y: Διαδικασίες διαχείρισης περιεχομένου	602
6.16.14	Ομάδα D: Διαδικασίες διαχειριστή.....	602
6.16.15	Ομάδα SEO: Διαδικασίες SEO	604
6.16.16	Ομάδα KM: Διαδικασίες διαχείρισης γνώσης.....	605
6.17	Αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης	607

6.18 Το λογισμικό VCAA	611
6.18.1 Η πλατφόρμα ανάπτυξης Autoit3.....	611
6.18.2 Η κεντρική εφαρμογή VCAA	613
6.18.3 Οι Μικροεφαρμογές της κεντρικής εφαρμογής VCAA	614
6.18.4 Μικροεφαρμογή επαλήθευσης χρήστη.....	614
6.18.5 Μικροεφαρμογή δημιουργίας Τοπικού Εξυπηρετητή (Localhost server).....	615
6.18.6 Μικροεφαρμογή συγχρονισμού	616
6.18.7 Μικροεφαρμογή άμεσης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης κατάστασης υψηλής ασφαλείας	618
6.18.8 Μικροεφαρμογή αυτόματης σύνδεσης με backend	618
6.18.9 Μικροεφαρμογή ανάπτυξης λογισμικού.....	619
6.18.10 Μικροεφαρμογές ελέγχου του συστήματος φιλοξενίας.....	619
6.18.11 Μικροεφαρμογή αποστολής SMS	620
6.18.12 Μικροεφαρμογή σύνθεσης και αποστολής υλικού	620
6.18.13 Μικροεφαρμογή ενσωμάτωσης βάσης δεδομένων στον TE.....	621
6.18.14 Μικροεφαρμογή αποκατάστασης κωδικού διαχειριστή	621
6.18.15 Συνολική πλατφόρμα PAP (Portable Administration Platform)	621
6.19 Λειτουργία και πραγματικά αποτελέσματα της Εικονικής Κοινότητας	624
6.19.1 Εξέλιξη της <i>M – οντότητας</i> της Εικονικής Κοινότητας.....	625
6.19.2 Δημιουργία ομάδων ανάπτυξης λογισμικού	626
6.19.3 Εξέλιξη της <i>P – οντότητας</i> της Εικονικής Κοινότητας.....	626
6.20 Συνδέοντας την Εικονική Κοινότητα με την εκπαιδευτική πράξη.....	630
6.20.1 Δωμάτιο βιβλιοθήκης υλικού	632
6.20.2 Δωμάτιο προσομοίωσης.....	632
6.20.3 Δωμάτιο διαχείρισης	632
6.20.4 Δωμάτιο λειτουργιών	633
6.20.5 Δωμάτιο συνεργασίας	633
6.20 Λήψη αποφάσεων σε εικονικό δωμάτιο συνεργασίας	634
6.21 Εκπαίδευση διαχειριστών σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης.....	635
7 Καινοτομίες και Συμπεράσματα	639
7.1 Θεμελιώνοντας την Εκπαιδευτική Κυβερνητική.....	640
7.1.1 Η αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής	643
7.1.2 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων (Θ.Σ.) στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	647
7.1.3 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της παιδαγωγικής οντότητας (<i>π – οντότητα</i>).....	648
7.2 Επανατοποθετώντας τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την εκπαιδευτική παρέμβαση	649
7.2.1 Η πολυμεθοδολογία της Προοδευτικής Διαμόρφωσης της Ποικιλομορφίας (ΠΔΠ) ...	649
7.2.2 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της Διαγραμματικής Θεωρίας Συζητήσεων (Δ-Θ.Σ., CT-DCSYM)	651
7.2.3 Ανάπτυξη Eclipse project για τη μεθοδολογία DCSYM στο πλαίσιο της Διαγραμματικής Θεωρίας Συζητήσεων	651
7.3 Αναπτύσσοντας βιώσιμες αυτόνομες και αυτοπονητικές Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών	651

7.3.1	Σχεδιασμός και υλοποίηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης με την εφαρμογή της πολυμεθοδολογίας της Προοδευτικής Μείωσης της Ποικιλομορφίας.....	653
7.3.2	Αξιοποίηση ΕΛΛΑΛ CMS (Content Management Systems) - Συστήματα διαχείρισης περιεχομένου για την οργάνωση των διαδικασιών ΕΚΜΕ	654
7.3.3	Ανάπτυξη Virtual Community Automation Agent για την αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης της ΕΚΜΕ	654
7.3.4	Κυβερνητική οργάνωση της μαθησιακής βάσης και οργανωσιακής γνώσης της ΕΚΜΕ με βάση τη Θεωρία Συζητήσεων.....	655
7.3.5	Συνεργασία σε εικονικό περιβάλλον, παραγωγή καινοτομίας από την Εικονική Κοινότητα Μάθησης: Πρώτα δείγματα και μελλοντικές δυνατότητες	655
7.4	Συγκεντρωτικός πίνακας λογισμικού το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής	656
7.5	Δημοσιεύσεις και ανακοινώσεις ως προϊόν της έρευνας.....	658
7.6	Προεκτάσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις της έρευνας	661
Παράρτημα		665
8.1	Παράρτημα 1: Γενικά συμπεράσματα της UNESCO αναφορικά με τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης.....	665
8.2	Παράρτημα 2: Έρευνα για την αποτύπωση των στάσεων των εκπαιδευτικών απέναντι στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών	670
8.2.1	Δομή δείγματος	670
8.2.2	Ανάλυση δεδομένων	671
8.3	Παράρτημα 3: Κατάλογος συντομογραφιών	699
Βιβλιογραφία		701

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1: Μετατροπή της ενεργού περιοχής σε σύστημα	60
Εικόνα 1-2: Η δομή ενός πράκτορα - εμπλεκομένου	71
Εικόνα 1-3: Οροθετικές κρίσεις στις διάφορες φάσεις της παρέμβασης	72
Εικόνα 1-4: Οροθετικές κρίσεις με παρουσία παράγοντα ισχύος.....	73
Εικόνα 1-5: Οροθετικές κρίσεις σε μια Κοινότητα Εκπαιδευτικών	74
Εικόνα 1-6: Το βασικό τρίπτυχο της συστημικής παρέμβασης.....	76
Εικόνα 1-7: Κύκλος του Kolb.....	78
Εικόνα 1-8: Εξέλιξη της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.....	81
Εικόνα 1-9: Οι δύο συνιστώσες της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.....	82
Εικόνα 1-10: Τα βασικά επιστημονικά πεδία της διατριβής	83
Εικόνα 1-11: Το συνεχές των επιστημών (Dijkum, 1997)	84
Εικόνα 2-1: Μοντέλο λειτουργίας - συμπεριφορών	107
Εικόνα 2-2: Ταξινόμια επιστημών και συστημάτων (van Gigch, 1991)	118
Εικόνα 2-3: Διαγραμματική παρουσίαση των βασικών κατευθύνσεων της Συστημικής επιστήμης (Olsson, 2004).....	119
Εικόνα 2-4: Σχηματική αναπαράσταση των διαφόρων μορφών σκέψης σε σχέση με την απαραίτητη ποικιλομορφία	130
Εικόνα 2-5: Σχηματική παράσταση του συστημικού μετασχηματισμού	131
Εικόνα 2-6: Υποδείγματα ασθενούς και ισχυρού ισομορφισμού (Klir, 1991).....	136
Εικόνα 2-7: DCSYM διάγραμμα της δομής του τελεστή της συστημικής προσέγγισης	137
Εικόνα 2-8: Δημιουργία συστήματος μέσω ισομορφισμού	138
Εικόνα 2-9: Η πληροφορία ως μείωση της αβεβαιότητας.....	146
Εικόνα 2-10: Στοχοθετικό σύστημα χωρίς πληροφόρηση (Klir, 1991).....	149
Εικόνα 2-11: Στοχοθετικό σύστημα με πρόδραση (Klir, 1991)	149
Εικόνα 2-12: Στοχοθετικό σύστημα με ανάδραση (Klir, 1991)	150
Εικόνα 2-13: Στοχοθετικό σύστημα με πρόδραση και ανάδραση (Klir, 1991)	150
Εικόνα 2-14: Πολυστοχοθετικό προσαρμοστικό σύστημα (Klir, 1991).....	151
Εικόνα 2-15: Αυτόνομο προσαρμοστικό σύστημα (Klir, 1991)	151
Εικόνα 2-16: Σκληρά και ήπια συστήματα ανάλογα με τις οροθετικές κρίσεις.....	152
Εικόνα 2-17: Συγκριτική παρουσίαση σκληρών και ηπίων συστημάτων (Wang, 2002).....	152
Εικόνα 2-18: Το μοντέλο VSM του Beer	160
Εικόνα 2-19: Βασικές δομές μείωσης της ποικιλομορφίας	161
Εικόνα 2-20: Μοντελοποίηση της παραδοσιακής Εκπαίδευσης ως εξασθενητή πολυπλοκότητας σε αντίθεση με τη σύγχρονη τεχνολογικά ενισχυμένη Εκπαίδευση όπου η έμφαση δίδεται στην ενίσχυση της πολυπλοκότητας	161
Εικόνα 2-21: Ροή ποικιλομορφίας από το περιβάλλον στο σύστημα και στη συνέχεια στο υποσύστημα ρύθμισης και ελέγχου	162
Εικόνα 2-22: Υποσυστήματα 2 και 3*	163
Εικόνα 2-23: Υποσυστήματα 3, 4 και 5	163
Εικόνα 2-24: Ο βασικός μηχανισμός της Συστημικής Δυναμικής	168
Εικόνα 2-25: Οι συσσωρεύσεις αλλάζουν τη μορφή των ροών.....	169
Εικόνα 2-26: Οι συσσωρεύσεις δημιουργούν χρονικές υστερήσεις.....	170
Εικόνα 2-27: Γενική μορφή συστήματος πρώτης τάξης.....	172
Εικόνα 2-28: Αρχέτυπο 1 - Ανάδραση με καθυστέρηση	175
Εικόνα 2-29: Αρχέτυπο 2 - Διάβρωση των στόχων	175
Εικόνα 2-30: Αρχέτυπο 3 - Υπέρβαση των ορίων.....	176
Εικόνα 2-31: Αρχέτυπο 4 - Αποτυχία της κοινής λογικής	176
Εικόνα 2-32: Αρχέτυπο 5 - Ανάπτυξη και έλλειψη επενδύσεων.....	177
Εικόνα 2-33α: Αρχέτυπο 6 - Μεταφορά φορτίου από τα αίτια στα συμπτώματα... ..	177

Εικόνα 2-34: Αρχέτυπο 7 - Αποτυχημένη ρύθμιση.....	178
Εικόνα 2-35: Αρχέτυπο 8 - Κλιμάκωση	179
Εικόνα 2-36: Αρχέτυπο 9 - Επιτυχία στους επιτυχημένους.....	179
Εικόνα 2-37: Σχηματική αναπαράσταση των διαφόρων τρόπων νοηματοδότησης, ομοφωνία, συμβιβασμός και ανοχή.....	187
Εικόνα 2-38: Σχηματική αναπαράσταση του μηχανισμού προσέγγισης.....	187
Εικόνα 2-39: Εννοιολογικός χάρτης της συστημικής προσέγγισης.....	192
Εικόνα 2-40: Μεταστροφή παραδείγματος στη μοντελοποίηση της επικοινωνίας.....	196
Εικόνα 2-41: Σημεία διακλάδωσης και αντίστοιχοι ελκυστές.....	198
Εικόνα 2-42: Ο βασικός παιδαγωγικός μηχανισμός	199
Εικόνα 2-43: Διαλεκτική διαμόρφωση συστημικού - κυβερνητικού μοντέλου.....	203
Εικόνα 2-44: Βασικές διαλεκτικές παλινδρομήσεις στη συστημική - κυβερνητική προσέγγιση	204
Εικόνα 3-1: Ανάλυση της κυβερνητικής οντολογίας σε οντολογία αναπαράστασης (ερμηνευτική οντολογία) και οντολογία παρέμβασης.....	208
Εικόνα 3-2: Συμβατική ευφυΐα και Κυβερνητική (Pangaro, 1990).....	211
Εικόνα 3-3: Σύγκριση μηχανιστικών συστημάτων με κυβερνητικά συστήματα πρώτης και δεύτερης τάξης.....	212
Εικόνα 3-4: Δομή της Κυβερνητικής επιστήμης	214
Εικόνα 3-5: Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως εξασθενητής ποικιλομορφίας.....	216
Εικόνα 3-6: Δομή του χώρου των φάσεων	230
Εικόνα 3-7: Ο ομοιοστάτης του Ashby (1956).....	232
Εικόνα 3-8: Σχηματική αναπαράσταση Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης	244
Εικόνα 3-9: Σχηματική αναπαράσταση ασύμμετρων μεταβάσεων.....	255
Εικόνα 3-10: Σύζευξη Συστήματος - Περιβάλλοντος.....	256
Εικόνα 3-11: Κύκλωμα BVSR.....	257
Εικόνα 3-12: Σχηματική αναπαράσταση του Νόμου της Απαιτούμενης Ποικιλομορφίας.....	258
Εικόνα 3-13: Διαδοχική μείωση της ποικιλομορφίας.....	259
Εικόνα 3-14: Εξασθενητές και ενισχυτές ποικιλομορφίας.....	259
Εικόνα 3-15: Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου συζητήσεων του Gordon Pask	266
Εικόνα 3-16: P και M οντότητες.....	270
Εικόνα 3-17: Πλέγμα συνεπαγωγής.....	273
Εικόνα 3-18: Σχηματική αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων σε μαθησιακή συζήτηση.....	276
Εικόνα 3-19: Η έννοια στο συνεπαγωγικό πλέγμα.....	280
Εικόνα 3-20: Μοντέλο συζητήσεων για την Εκπαίδευση	281
Εικόνα 3-21: Μεταεπίπεδα συζητήσεων στη μαθησιακή διαδικασία.....	282
Εικόνα 3-22: Αλληλοεπικάλυψη τεχνολογικού περιβάλλοντος και Εκπαίδευσης..	285
Εικόνα 3-23: Βασικές μαθησιακές συζητήσεις στις οποίες συμμετέχει ο εκπαιδευτικός.....	285
Εικόνα 3-24: Μοντέλο απόκτησης τεχνολογικής επάρκειας από τους εκπαιδευτικούς (Drepanogianni, 2004).....	297
Εικόνα 3-25: Ολιστικό μοντέλο ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Παιδαγωγική (Nachmiias, 2004).....	298
Εικόνα 3-26: Μοντέλα σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης.....	300
Εικόνα 3-27: Μοντέλο ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Lim,2002).....	300
Εικόνα 3-28: Συνδυασμός του μοντέλου του Lim (2002) με το μοντέλο του Cole (2004).....	301
Εικόνα 3-29: Μοντέλο του Mishra (2002) για τη σύνδεση της παραδοσιακής διδασκαλίας με τις ΤΠΕ	301
Εικόνα 3-30: Ολιστικό μοντέλο διασύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ Alonso (2005)	302

Εικόνα 3-31: Χαρακτηριστικά αρχέτυπα, «επιτυχία στους επιτυχημένους» και διάβρωση των στόχων	305
Εικόνα 3-32: Διαστάσεις και λογικά επίπεδα μοντελοποίησης στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.....	308
Εικόνα 3-33: Συγκριτική παρουσίαση σχεδιασμού πρώτης και δεύτερης τάξης...	309
Εικόνα 3-34: Διάφορα επίπεδα συστημικής προσέγγισης	310
Εικόνα 3-35: Σχηματική αναπαράσταση της π – οντότητας και των υλοποιήσεων της	312
Εικόνα 3-36: Διδαξιακό μοντέλο και μοντέλο συζήτησης	317
Εικόνα 3-37: Λειτουργία του εκπαιδευτικού ως συστήματος ρύθμισης	321
Εικόνα 3-38: Κυβερνητική προσέγγιση του σύγχρονου σχολείου	323
Εικόνα 3-39: Κυβερνητική μοντελοποίηση του περιβάλλοντος του εκπαιδευτικού.....	324
Εικόνα 3-40: Κυβερνητική μοντελοποίηση του σχολικού προγράμματος του σύγχρονου σχολείου.....	325
Εικόνα 3-41: Μετάβαση από τη ζώνη σύμβασης I στη ζώνη κρίσης I	326
Εικόνα 3-42: Μετάβαση από τη ζώνη σύμβασης II στη ζώνη κρίσης II.....	326
Εικόνα 3-43: Επίπεδα συζητήσεων του εκπαιδευτικού με τις ΤΠΕ.....	328
Εικόνα 3-44: Μετασυστημικές διαμορφώσεις για το τεχνολογικό προφίλ του εκπαιδευτικού.....	331
Εικόνα 3-45: Συνεπαγωγικό πλέγμα αναφορικά με την αντικειμενική γλώσσα της συνέντευξης.....	336
Εικόνα 3-46: Βασική μορφή της διεπαφής του προγράμματος μοντελοποίησης ..	337
Εικόνα 3-47: Ενδεικτική κατανομή των βασικών μηχανικών οντοτήτων των εκπαιδευτικών	341
Εικόνα 3-48: Κατανομή των M-οντοτήτων (N: 102)	341
Εικόνα 3-49: Βασικές παραδοχές για τη σύγχρονη έρευνα	356
Εικόνα 4-1: Σχηματική αποτύπωση μηχανισμού προσαρμογής.....	370
Εικόνα 4-2: Γραμμικό σύστημα παρέμβασης	373
Εικόνα 4-3: Η διοίκηση ως μηχανισμός προσαρμογής.....	374
Εικόνα 4-4: Κλειστό πληροφοριακό διαλεκτικό κύκλωμα παρέμβασης	376
Εικόνα 4-5: Ανοιχτό διαλεκτικό κύκλωμα παρέμβασης	376
Εικόνα 4-6: Διαλεκτικό κύκλωμα με πόλωση.....	377
Εικόνα 4-7: Ατελέσφορο κύκλωμα παρέμβασης.....	377
Εικόνα 4-8: Στρατηγικός και επιχειρησιακός σχεδιασμός.....	378
Εικόνα 4-9: Μεθοδολογία SSM.....	387
Εικόνα 4-10: Σχεδιασμός παρέμβασης με βάση την SSM	390
Εικόνα 4-11: Συνολικό διάγραμμα πολυμεθοδολογίας παρέμβασης στο πλαίσιο της	399
Εικόνα 4-12: Μοντέλο σχεδιασμού δικτυακών εφαρμογών.....	401
Εικόνα 4-13: Συστημικός συσχετισμός των ενεργοποιητών σε Εκπαιδευτικό Πληροφοριακό Σύστημα (Kirschner et al.,2004)	405
Εικόνα 4-14: Τα 6 βήματα συστημικού σχεδιασμού εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων Martens και Strijbos (2004)	405
Εικόνα 4-15: Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα ανάπτυξης SMS πληροφοριακού συστήματος.....	409
Εικόνα 4-16: Πλήρες συνεπαγωγικό πλέγμα για τον σχεδιασμό του συστήματος «Δίαυλος».....	411
Εικόνα 4-17: Οργανωσιακό διάγραμμα VSM για το σύστημα Δίαυλος	412
Εικόνα 4-18: Βασικό δυναμικό μοντέλο του συστήματος	413
Εικόνα 4-19: Συνάρτηση Lookup της προβλεπόμενης χρήσης και διάγραμμα της συσσώρευσης SMS στο αποθετήριο.....	414
Εικόνα 4-20: Ενδεικτική δομή αρχείων δεδομένων του υποσυστήματος 1	415
Εικόνα 4-21: Ενδεικτική δόμηση υποσυστημάτων 2 και 3	416
Εικόνα 4-22: Το περιβάλλον σύνθεσης αποστολής.....	417
Εικόνα 4-23: Σχηματική απεικόνιση της βασικής διαδικασίας αποστολής.....	417

Εικόνα 4-24: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου της εφαρμογής Δίαυλος....	417
Εικόνα 4-25: Βασική δόμηση ρόλων του συστήματος SMS.....	418
Εικόνα 4-26: Βασική διαδικασία αποστολής SMS	419
Εικόνα 5-1: Η συστημική προσέγγιση ως συζήτηση κατά Pask.....	422
Εικόνα 5-2: DCSYM αναπαράσταση ατόμου και υποσυστήματος.....	425
Εικόνα 5-3: Αναπαράσταση υποσυστημάτων και ατόμων μέσα σε σύστημα	425
Εικόνα 5-4: Κωδικοποίηση βασικού υποσυστήματος.....	427
Εικόνα 5-5: Κωδικοποίηση μη βασικού υποσυστήματος	427
Εικόνα 5-6: Κωδικοποίηση δύο μη βασικών υποσυστημάτων.....	427
Εικόνα 5-7: Κωδικοποίηση πολλαπλών υποσυστημάτων	428
Εικόνα 5-8: Άτομο σε υποσύστημα	428
Εικόνα 5-9: Δύο άτομα σε υποσύστημα.....	428
Εικόνα 5-10: Πολλαπλή κωδικοποίηση.....	429
Εικόνα 5-11: Επικοινωνία μεταξύ ατόμων του ίδιου υποσυστήματος.....	429
Εικόνα 5-12: Επικοινωνία μεταξύ ατόμων διαφορετικών υποσυστημάτων	429
Εικόνα 5-13: Επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος	430
Εικόνα 5-14: Επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος διαφορετικών υποσυστημάτων.....	430
Εικόνα 5-15: Επικοινωνία μεταξύ υποσυστημάτων του ίδιου μη βασικού υποσυστήματος.....	430
Εικόνα 5-16: Επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών υποσυστημάτων διαφορετικών μη βασικών υποσυστημάτων	431
Εικόνα 5-17: Επίπεδα DCSYM και ταίριασμα επιπέδων.....	432
Εικόνα 5-18: Nassi-Sneiderman διάγραμμα της εφαρμογής DCSYM modelling tool	433
Εικόνα 5-19: Δημιουργία αρχείων DCSYM χωρίς γραφικό περιβάλλον	438
Εικόνα 5-20: Δομή της πλατφόρμας Eclipse.....	439
Εικόνα 5-21: Το βασικό σύστημα διεπαφής της εφαρμογής DCSYM Modeling Tool	440
Εικόνα 5-22: Διάγραμμα της δομής του πρόσθετου DCSYM Modeling Tool	441
Εικόνα 5-23: Πρώτη φάση της συζήτησης: Παραγωγή του μοντέλου των βασικών υποσυστημάτων.....	444
Εικόνα 5-24: Δεύτερη φάση της συζήτησης: Παραγωγή του μοντέλου των μη βασικών υποσυστημάτων. Τρίτη φάση: Παραγωγή του επιπέδου ρόλων	445
Εικόνα 5-25: Ενδεικτικοί ρόλοι στο πληροφοριακό σύστημα.....	446
Εικόνα 5-26: Δυναμικό μοντέλο μάθησης όπου παρουσιάζεται μερική γνωστική αντανάκλαση.....	450
Εικόνα 5-27: Δυναμικό μοντέλο μάθησης όπου παρουσιάζεται μερική γνωστική αντανάκλαση και κοινωνικογνωστικά στοιχεία	450
Εικόνα 5-28: Πλήρες δυναμικό μοντέλο με κοινωνικογνωστικό μεταέλεγχο και γνωστική αντανάκλαση δύο φάσεων.....	451
Εικόνα 5-29: Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα δυναμικής μοντελοποίησης.....	451
Εικόνα 5-30: Πλήρες δυναμικό μοντέλο σε CLD κωδικοποίηση	452
Εικόνα 5-31: Μετάφραση του CLD δυναμικού μοντέλου σε SF μοντέλου.....	452
Εικόνα 5-32: Σχεδιαστικές Αρχές Προσομοίωσης.....	453
Εικόνα 5-33: Τρόποι Μοντελοποίησης και Προσομοίωσης	455
Εικόνα 5-34: Διάγραμμα δομής του AnyLogic, χρησιμοποιώντας UML-RT (UML-Real Time) με συνεχείς συνδέσεις.....	458
Εικόνα 5-35: Σχηματική κωδικοποίηση διασύνδεσης εννοιών	460
Εικόνα 5-36: Εννοιολογικός χάρτης της νοηματικής μάθησης.....	462
Εικόνα 5-37: Μετασχηματισμός της τοπολογίας εννοιολογικού χάρτη (Hay και Kinchin, 2006).....	465
Εικόνα 5-38: Δομικός μετασχηματισμός της τοπολογίας εννοιολογικού χάρτη (Hay και Kinchin, 2006).....	466

Εικόνα 6-1: Δίκτυα Συνεργασίας.....	475
Εικόνα 6-2: Μορφές δικτύων γνώσης.....	475
Εικόνα 6-3: Κατηγοριοποίηση ομάδων κατά Wagner και Snyder.....	476
Εικόνα 6-4: Κατηγοριοποίηση της γνώσης κατά Boisot (1987).....	477
Εικόνα 6-5: Ένα μοντέλο οργανωσιακής μάθησης για τις ΕΚΜ.....	479
Εικόνα 6-6: Από την ατομική στην οργανωσιακή μάθηση.....	480
Εικόνα 6-7: Βιωσιμότητα Εικονικής Κοινότητας, Teo (2003).....	484
Εικόνα 6-8: Μοντέλα τα οποία σχετίζονται με τις Εικονικές Κοινότητες (Vidou, 2006).....	485
Εικόνα 6-9: Το μοντέλο του χρήστη στην Εικονική Κοινότητα (Vidou, 2006).....	486
Εικόνα 6-10: Δομή Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου.....	486
Εικόνα 6-11: Σχηματική παράσταση λειτουργίας Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου.....	487
Εικόνα 6-12: Τεχνολογίες Διαχείρισης Γνώσης.....	489
Εικόνα 6-13: Διαβάθμιση τεχνολογιών σε σχέση με την ένταση της αλληλεπίδρασης.....	491
Εικόνα 6-14: Σχήμα αξιολόγησης ΕΚΜ.....	493
Εικόνα 6-15: Κύκλος ζωής Εικονικής Κοινότητας.....	493
Εικόνα 6-16: Ισορροπία των δύο βασικών διαδικασιών μάθησης (Carneiro, 2007).....	497
Εικόνα 6-17: Η θέση των Κοινοτήτων Μάθησης στη μετάβαση από τη μάθηση της βιομηχανικής εποχής στην κοινωνία της γνώσης (Carneiro, 2007).....	498
Εικόνα 6-18: Τύποι Εικονικών Κοινοτήτων Εκπαιδευτικών (Bottino, 2007).....	502
Εικόνα 6-19: Σχηματική αναπαράσταση των βασικών εμποδίων στη συμμετοχή σε Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών (προσαρμογή από Carr, 2006).....	504
Εικόνα 6-20: Αναπαράσταση των θεσμοθετημένων εξασθενητών ποικιλομορφίας που έχει στη διάθεσή του ο εκπαιδευτικός ΦΕ.....	514
Εικόνα 6-21: Μαθησιακή συζήτηση κωδικοποιημένη στην πρωτογλώσσα της Θεωρίας Συζητήσεων.....	517
Εικόνα 6-22: Συνεπαγωγικό πλέγμα της Κυβερνητικής.....	522
Εικόνα 6-23: Συνεπαγωγικό πλέγμα Συστημικής Προσέγγισης.....	523
Εικόνα 6-24: Συνεπαγωγικό πλέγμα της αντικειμενικής γλώσσας της Παιδαγωγικής.....	524
Εικόνα 6-25: Συνεπαγωγικό πλέγμα ΤΠΕ.....	526
Εικόνα 6-26: Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα.....	531
Εικόνα 6-27: VSM δόμηση της Εικονικής Κοινότητας.....	539
Εικόνα 6-28(α): Ανάλυση ρόλων στη διαχείριση περιεχομένου.....	541
Εικόνα 6-28(β): Ανάλυση ρόλων στη διαχείριση συστήματος.....	541
Εικόνα 6-29: Διαμόρφωση συστήματος λήψης αποφάσεων.....	543
Εικόνα 6-30: Δυναμικό μοντέλο χρηστών στην Εικονική Κοινότητα.....	544
Εικόνα 6-31: Προσομοίωση δυναμικού μοντέλου.....	544
Εικόνα 6-32: Ένα μοντέλο σύνδεσης ΤΠΕ με τη βασική επιστημονική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών, LaVelle et al. (2003).....	548
Εικόνα 6-33: DCSYM παρουσίαση της Μ – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης.....	552
Εικόνα 6-34: Βασική δομή του της φιλοξενίας στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο..	558
Εικόνα 6-35: Στατικό πληροφοριακό σύστημα. Η πρώτη προσπάθεια της Εικονικής Κοινότητας.....	559
Εικόνα 6-36: DCSYM αποτύπωση της πρώτης εφαρμογής της Εικονικής Κοινότητας.....	560
Εικόνα 6-37: Κεντρική σελίδα του πρώτου δυναμικού πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας.....	560
Εικόνα 6-38: DCSYM δομή του δυναμικού πληροφοριακού συστήματος.....	561
Εικόνα 6-39: Κεντρική σελίδα του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας.....	561

Εικόνα 6-40: Σελίδα διαχείρισης ELXIX CMS.....	562
Εικόνα 6-41: Κειμενογράφος ELXIS CMS	563
Εικόνα 6-42: Σχηματική απεικόνιση της εφαρμογής γνωστικής αντανάκλασης (αριστερά) και της εφαρμογής συνεπαγωγικού πλέγματος (δεξιά) ..	567
Εικόνα 6-43: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με video	567
Εικόνα 6-44: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με αρχείο κειμένου από τη βιβλιοθήκη υλικού.....	568
Εικόνα 6-45: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με το Υποσύστημα Διαχείρισης Έργου.....	568
Εικόνα 6-46: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με το Υποσύστημα Διαχείρισης Αρχείων	569
Εικόνα 6-47: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με Υποσύστημα Ανακοινώσεων	569
Εικόνα 6-48: Άμεση συγγραφή και δημοσίευση ανακοινώσεων.....	570
Εικόνα 6-49: Το Υποσύστημα Άμεσης Αποστολής email	570
Εικόνα 6-50: Άμεση Αποστολή SMS.....	571
Εικόνα 6-51: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό τον Προσομοιωτή IWP .	571
Εικόνα 6-52: Σχηματική αναπαράσταση εγκατάστασης Apache.....	573
Εικόνα 6-53: Ρυθμίσεις Firewall για επιθέσεις πλημμυρίδας.....	596
Εικόνα 6-54: Ρυθμίσεις Firewall για επιθέσεις XSS, SQL injections	597
Εικόνα 6-55: Δύο κακόβουλες επιθέσεις XSS καταγεγραμμένες από το Elxis	597
Εικόνα 6-56: Σχηματική αναπαράσταση των δυνατών συνδέσεων της εφαρμογής διαχείρισης.....	610
Εικόνα 6-57: DCSYM Διάγραμμα της πλατφόρμας Autoit3	611
Εικόνα 6-58: Ο editor της πλατφόρμας Autoit3	612
Εικόνα 6-59: Δημιουργία εικόνων διεπαφής με το πρόγραμμα KODA.....	612
Εικόνα 6-60: Τα εργαλεία Aut3info και Aut2EXE.....	613
Εικόνα 6-61: Κεντρική οθόνη διεπαφής του VCAA	613
Εικόνα 6-62: Στιγμιότυπο από τη διαδικασία επαλήθευσης μέσω της μικροεφαρμογής επαλήθευσης	615
Εικόνα 6-63: Μικροεφαρμογή δημιουργίας Τοπικού Εξυπηρετητή	616
Εικόνα 6-64: Οθόνη διεπαφής της μικροεφαρμογής συγχρονισμού	617
Εικόνα 6-65: Σύστημα διαχείρισης ασφαλείας	618
Εικόνα 6-66: Διεπαφή με την μικροεφαρμογή αυτόματης σύνδεσης	619
Εικόνα 6-67: Μικροεφαρμογή ανάπτυξης λογισμικού	619
Εικόνα 6-68: Έλεγχος συστήματος φιλοξενίας	620
Εικόνα 6-69: Έλεγχος διαδικασιών στην κύρια μνήμη	620
Εικόνα 6-70: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων φιλοξενίας	623
Εικόνα 6-71: Το CVS περιεχόμενο της ομάδας συνεργασίας του IWP	626
Εικόνα 6-72: Εικόνες από την παρουσίαση της βιβλιοθήκης υλικού και στην υποκατηγορία video	627
Εικόνα 6-73: mlp αρχείο ολοκληρωμένης παρουσίασης πειράματος με γραφική παράσταση δεδομένα και βίντεο	629
Εικόνα 6-74: Πλατφόρμα διαδικτυακής μοντελοποίησης και προσομοίωσης IWP	630
Εικόνα 6-75: VRML διεπαφή για τη σύνδεση του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας με το ανοιχτό εργαστήριο	631
Εικόνα 6-76: Κάτοψη δωματίων βιβλιοθήκης και προσομοίωσης	632
Εικόνα 6-77: Κάτοψη δωματίου συνεργασίας.....	633
Εικόνα 6-78: Διαδικασία λήψης αποφάσεων σε δωμάτιο συνεργασίας.....	634
Εικόνα 6-79 (α): Διαμόρφωση συνεπαγωγικού πλέγματος σε DCSYM.....	635
Εικόνα 6-79 (β): Διαμόρφωση συνεπαγωγικού πλέγματος σε εννοιολογικό χάρτη	635
Εικόνα 6-80 (α): Διαμόρφωση συνεπαγωγικού πλέγματος σε DCSYM.....	636
Εικόνα 6-81: Tutorial εγκατάστασης Flash10	637
Εικόνα 6-82: Helpdesk της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης.....	637

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-1: Οι βασικές μεθοδολογίες του πρώτου κύματος συστημικής σκέψης .	52
Πίνακας 1-2: Μεθοδολογίες του δεύτερου κύματος συστημικής σκέψης	53
Πίνακας 1-3: Συγκριτικός πίνακας των τριών κυμάτων συστημικής σκέψης	56
Πίνακας 1-4: Μεθοδολογίες τρίτου κύματος συστημικής σκέψης	57
Πίνακας 1-5: Θεματολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής	81
Πίνακας 1-6: Συστημικές - κυβερνητικές έννοιες και η εκφορά τους σε επίπεδα L1 και L*	82
Πίνακας 1-7: Βασικές κατηγορίες συστημικών μοντέλων (Κεκές, 2008)	87
Πίνακας 2-1: Δόμηση της συστημικής αντικειμενικής γλώσσας	91
Πίνακας 2-2: Χαρακτηριστικές συστημικές προσεγγίσεις	92
Πίνακας 2-3: Τύποι συστημάτων και αντίστοιχες συμπεριφορές	97
Πίνακας 2-4: Απλά και πολύπλοκα συστήματα (προσαρμογή από Battram, 1998)	99
Πίνακας 2-5: Τύποι συστημάτων, στοιχεία και όλον	103
Πίνακας 2-6: Χαρακτηριστικές μορφές συστημάτων και αντίστοιχα εκπαιδευτικά μοντέλα	104
Πίνακας 2-7: Οι βασικές συστημικές μεταφορές	110
Πίνακας 2-8: Σύγκριση συστημικής – μη συστημικής μοντελοποίησης	129
Πίνακας 2-9: Συγκριτική παρουσίαση συστημικής, συστηματικής και διαλεκτικής σκέψης	130
Πίνακας 2-10: Δομή του τελεστή συστημικής προσέγγισης	135
Πίνακας 2-11: Βασικές κρίσεις ερωτήσεις κατά Ulrich (1983)	153
Πίνακας 2-12: Οροθετικές κρίσεις σκληρών συστημάτων	154
Πίνακας 2-13: Οροθετικές κρίσεις ηπίων συστημάτων	155
Πίνακας 2-14: Η εξέλιξη των συστημικών προσεγγίσεων (προσαρμογή από Κεκέ, 2006)	157
Πίνακας 2-15: Σύγκριση αναλυτικής μεθόδου και συστημικής προσέγγισης	158
Πίνακας 2-16: Σχηματική αναπαράσταση βασικών συσχετισμών δυναμικών μεταβλητών	171
Πίνακας 2-17: Ολοκληρωτική και διαφορική μορφή σημείου συσσώρευσης	172
Πίνακας 2-18: Απλές συμπεριφορές δυναμικών συστημάτων	173
Πίνακας 2-19: Σύνθετες συμπεριφορές δυναμικών συστημάτων	174
Πίνακας 2-20: Οι οντολογικές διαστάσεις της συστημικής προσέγγισης	189
Πίνακας 2-21: Δημιουργία της ερμηνευτικής οντολογίας	190
Πίνακας 2-22: Ενδεικτικό λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις της συστημικής προσέγγισης	191
Πίνακας 2-23: Στοιχεία επικοινωνίας κατά τον Luhmann και οι αντίστοιχες σχετιζόμενες επιλογές	196
Πίνακας 3-1: Οι βασικοί άξονες της Κυβερνητικής	207
Πίνακας 3-2: Δομή της κυβερνοσυστημικής προσέγγισης και των παραγόμενων οντολογιών	216
Πίνακας 3-3: Χαρακτηριστική αναπαράσταση του περάσματος από την Κυβερνητική Πρώτης Τάξης στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (Pangaro, 1993)	216
Πίνακας 3-4: Σχηματική αναπαράσταση της Κυβερνητικής Πρώτης, Δεύτερης και Τρίτης Τάξης	217
Πίνακας 3-5: Οροθετικές ερωτήσεις που καθορίζουν την ενεργό περιοχή	218
Πίνακας 3-6: Σχηματική αναπαράσταση μετάβασης και μετασχηματισμού	220
Πίνακας 3-7: Πίνακας καταστάσεων συστήματος	224
Πίνακας 3-8: Πίνακας καταστάσεων μηχανής με είσοδο	226
Πίνακας 3-9: Πίνακας συμπεριφορών συστήματος R	227
Πίνακας 3-10: Πίνακας συμπεριφορών συστήματος S	227
Πίνακας 3-11: Πρωτόκολλο σε μαύρο κουτί	232
Πίνακας 3-12: Πίνακας συμπεριφοράς του μαύρου κουτιού	232

Πίνακας 3-13: Απλοποιημένη μορφή του πίνακα συμπεριφορών	233
Πίνακας 3-14: Μετασχηματισμός σε μαρκοβιανό σύστημα.....	235
Πίνακας 3-15: Πίνακας μετασχηματισμού συστήματος K.....	236
Πίνακας 3-16: Εντροπία συστήματος πιθανοτήτων συστήματος K	237
Πίνακας 3-17: Σύγκριση εντροπίας και ισορροπίας.....	237
Πίνακας 3-18: Πίνακας πιθανοτήτων και εντροπίας για την περίπτωση νομίσματος	237
Πίνακας 3-19: Διάφορες περιπτώσεις κυκλωμάτων ελέγχου.....	240
Πίνακας 3-20: Συγκριτικός πίνακας Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης (Ghosal, 1999)	247
Πίνακας 3-21: Βασικά χαρακτηριστικά αυτοοργάνωσης.....	249
Πίνακας 3-22: Τα βασικά ρεύματα της σκέψης στην Κυβερνητική (προσαρμογή από Umpleby, 2001).....	262
Πίνακας 3-23: Βασικές υποθέσεις της Θεωρίας Συζητήσεων.....	269
Πίνακας 3-24: Τα βασικά στοιχεία της M – οντότητας για την πραγματοποίηση P – συζήτησης με θέμα την Κυβερνητική.....	275
Πίνακας 3-25: Περιγραφή των πέντε επιπέδων αλληλεπίδρασης σε μαθησιακή συζήτηση	275
Πίνακας 3-26: Περιγραφή των πέντε επιπέδων αλληλεπίδρασης σε μαθησιακή συζήτηση	276
Πίνακας 3-27: Τυπικές διαδικασίες στη Θεωρία Συζητήσεων.....	278
Πίνακας 3-28: 50 χρόνια Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας. Συνοπτική παρουσίαση (Melle, 2003)	284
Πίνακας 3-29: Αναφορές σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία	286
Πίνακας 3-30: Αποτελέσματα ερευνών σχετικά με τη σύγκριση παραδοσιακών εκπαιδευτικών εργαλείων και εργαλείων ΤΠΕ	287
Πίνακας 3-31: Συγκεντρωτική παρουσίαση των ευρημάτων της Sancho (2004). ..	288
Πίνακας 3-32: Συγκριτική παρουσίαση των ευρημάτων του McClintock (2000)..	289
Πίνακας 3-33: Ενδεικτική παρουσίαση επιλεγμένων ερευνών αναφορικά με τη χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση και των αποτελεσμάτων τους (Melle, 2003)	290
Πίνακας 3-34: Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στους εκπαιδευτικούς (Younie 2006)....	291
Πίνακας 3-35: Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στην Παιδαγωγική (Younie 2006).....	291
Πίνακας 3-36: Σύγκριση ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας	333
Πίνακας 3-37: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ποιοτικής έρευνας	333
Πίνακας 3-38: Αρχιτεκτονική της έρευνας για τη διερεύνηση των μοντέλων K-0, K- 2, K-3	334
Πίνακας 3-39: Βασικά χαρακτηριστικά της P – συζήτησης της ημιδομημένης συνέντευξης.....	335
Πίνακας 3-40: Ενδεικτικές διαμορφώσεις M – οντοτήτων	340
Πίνακας 3-41: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού μοντελοποίησης και προσομοίωσης	342
Πίνακας 3-42: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος.....	343
Πίνακας 3-43: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού συνεπαγωγικής χαρτογράφησης	344
Πίνακας 3-44: Ενδεικτικές διαμορφώσεις επικοινωνιών	344
Πίνακας 3-45: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού Ελέγχου - Ρύθμισης - Ομοιόστασης	344
Πίνακας 3-46: Παραγόμενη γνώση σε διάφορες ομάδες δραστηριοτήτων.....	345
Πίνακας 3-47: Ενδεικτικές διαμορφώσεις M – οντότητας για εξωδιδακτικές δραστηριότητες.....	346

Πίνακας 3-48: Βασικά στοιχεία που σχετίζονται με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και τη μάθηση (Προσαρμογή από Van Melle, 2003)....	348
Πίνακας 3-49: Μορφές επιστημονικής σκέψης που υιοθετούνται στην εκπαιδευτική έρευνα	352
Πίνακας 3-50: Ενδεικτικοί δυαδισμούς στην Εκπαίδευση	364
Πίνακας 4-1: Δομή της πολυμεθοδολογίας της παρέμβασης	369
Πίνακας 4-2: Συνδυασμός της Θεωρίας Συζητήσεων με άλλες μεθοδολογίες που λειτουργούν ως μηχανισμοί γνωστικής αντανάκλασης και συνεπαγωγικού πλέγματος	393
Πίνακας 4-3: Ταξινόμηση των μεθοδολογιών με βάση την πολυπλοκότητα.....	395
Πίνακας 4-4: Συγκριτική παράθεση των διαφορετικών σχέσεων μεταξύ των εμπλεκόμενων σε μια παρέμβαση	396
Πίνακας 4-5: Συγκριτική παράθεση απλών και πολύπλοκων συστημάτων.....	397
Πίνακας 4-6: Οι βασικές κατηγορίες συστημικών προσεγγίσεων	398
Πίνακας 4-7: Ανάλυση της σχεσιοδυναμικής των εμπλεκόμενων σε σύστημα παρέμβασης	399
Πίνακας 4-8: Συσχετισμός μεταξύ εκπαιδευτικής επιστημολογίας και ανάλυσης για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων	401
Πίνακας 4-9: Συσχετισμός μεταξύ εκπαιδευτικής επιστημολογίας και σεναρίων κατασκευής και διαδικασιών ανάπτυξης.....	402
Πίνακας 4-10: Γραμμικό μοντέλο ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού	402
Πίνακας 4-11: Σταδιακή διαμόρφωση της ποικιλομορφίας στο σύστημα παρέμβασης	407
Πίνακας 4-12: Οροθετικές κρίσεις στο «είναι».....	408
Πίνακας 5-1: Ενδεικτική δομή συστήματος P – συζήτησης	423
Πίνακας 5-2: Κωδικοποίηση επικοινωνιών κατά Bowen	426
Πίνακας 5-3: Δομή XSD των μοντέλων DCSYM	437
Πίνακας 5-4: Πυρήνας λειτουργιών του πρόσθετου DCSYM modelling tool.....	442
Πίνακας 5-5: Σχηματική δομή της P – συζήτησης για τον σχεδιασμό του σχολικού δικτύου.....	443
Πίνακας 5-6: Δομή της εφαρμογής Ventana Vensim	447
Πίνακας 5-7: Στάδια δυναμικής μοντελοποίησης και προσομοίωσης	449
Πίνακας 5-8: Μορφές εννοιολογικών χαρτών (Hay και Kinchin, 2006)	464
Πίνακας 5-9: Τελεστές εννοιών σε εννοιολογικούς χάρτες (Hay και Kinchin, 2006)	464
Πίνακας 6-1: Πίνακας των μετασχηματισμών γνώσης κατά Nonaka και Tacheuchi	478
Πίνακας 6-2: Διαστάσεις σχεδιασμού Μαθησιακών Κοινοτήτων.....	481
Πίνακας 6-3: Στάδια ανάπτυξης Μαθησιακών Κοινοτήτων.....	481
Πίνακας 6-4: Αναγκαίες συνθήκες για την επιτυχία των Εικονικών Κοινοτήτων..	483
Πίνακας 6-5: Κριτήρια προσβασιμότητας	483
Πίνακας 6-6: Κριτήρια Προσαρμοστικότητας	484
Πίνακας 6-7: Τεχνολογίες Διαχείρισης Γνώσης	491
Πίνακας 6-8: Βασικές ευρεστικές παράμετροι αξιολόγησης πληροφοριακών συστημάτων Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης.....	494
Πίνακας 6-9: Βασικά δομικά στοιχεία της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης.....	499
Πίνακας 6-10: Ανασταλτικοί παράγοντες στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών	503
Πίνακας 6-11: Δραστηριότητες υψηλής ποικιλομορφίας	505
Πίνακας 6-12: Βασικά κίνητρα συμμετοχής σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης	508
Πίνακας 6-13: Βασικές δραστηριότητες σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης (Hew και Hara, 2007)	509
Πίνακας 6-14: Βασικοί εξασθενητές ποικιλομορφίας στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού ΦΕ.....	513
Πίνακας 6-15: Τα βασικά περιβάλλοντα του εκπαιδευτικού Φυσικών Επιστημών	514

Πίνακας 6-16: Πίνακας βασικών εξασθενητών ποικιλομορφίας για τον εκπαιδευτικό ΦΕ	515
Πίνακας 6-17: Διαδοχικές διαμορφώσεις της ομάδας παρέμβασης	528
Πίνακας 6-18: Διαμορφώσεις ομάδας παρέμβασης και αντίστοιχες μεθοδολογίες	528
Πίνακας 6-19: Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»	530
Πίνακας 6-20: Βασικά χαρακτηριστικά ανοιχτού λογισμικού	531
Πίνακας 6-21: Οι ελευθερίες του ανοιχτού λογισμικού	532
Πίνακας 6-22: Μορφές αδείας ελεύθερου λογισμικού	533
Πίνακας 6-23: VSM μοντελοποίηση της πρωταρχικής δομής της Εικονικής Κοινότητας	540
Πίνακας 6-24: Βασικά αντικείμενα της P – συζήτησης	545
Πίνακας 6-25: Βασικά μετα-αντικείμενα της P – συζήτησης	547
Πίνακας 6-26: Βασικά υποσυστήματα M-οντότητας της Εικονικής Κοινότητας	551
Πίνακας 6-27: Μη βασικά υποσυστήματα διαχειριστή	551
Πίνακας 6-28: Μη βασικά υποσυστήματα χρήστη	553
Πίνακας 6-29: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων συνεργασίας	554
Πίνακας 6-30: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων φιλοξενίας	555
Πίνακας 6-31: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων εξυπηρετητή	555
Πίνακας 6-32: Μη βασικά υποσυστήματα περιεχομένου	556
Πίνακας 6-33: Μη βασικά υποσυστήματα διαχείρισης γνώσης	556
Πίνακας 6-34: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων συζητήσεων	556
Πίνακας 6-35: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων ανάπτυξης	557
Πίνακας 6-36: Μη βασικά υποσυστήματα αξιολόγησης	557
Πίνακας 6-37: Βασική διαμόρφωση του συστήματος φιλοξενίας του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου	558
Πίνακας 6-38: Βασικά χαρακτηριστικά ELXIS CMS	566
Πίνακας 6-39: Σχηματική απεικόνιση της αντικειμενικής γλώσσας αναπαράστασης διαδικασιών	574
Πίνακας 6-40: Κόμβοι διακλάδωσης	575
Πίνακας 6-41: Ερμηνεία βασικών συνδέσμων	576
Πίνακας 6-42: Βασικές ομάδες διαδικασιών	577
Πίνακας 6-43: Ομάδα L: Διαγραμματική απεικόνιση διαδικασιών L0 και L1	578
Πίνακας 6-44: Ομάδα L: Δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή (TE)	579
Πίνακας 6-45: Ομάδα I : Εγκατάσταση πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)	580
Πίνακας 6-46: Ομάδα S: Συγχρονισμός τοπικού εξυπηρετητή με απομακρυσμένο εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE → AE)	581
Πίνακας 6-47: Ομάδα S: Συγχρονισμός τοπικού εξυπηρετητή με απομακρυσμένο εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE → AE)	582
Πίνακας 6-48: Ομάδα S: Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S1 και S2 ..	583
Πίνακας 6-49: Ομάδα S: Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S3 και S4 ..	584
Πίνακας 6-50: Ομάδα C : Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού	585
Πίνακας 6-51: Ομάδα CA: Διαδικασίες ρύθμισης και παραμετροποίησης ΠΣ-ΣΔΠ ..	589
Πίνακας 6-52: Ομάδα CC : Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού	589
Πίνακας 6-53: ΟΜΑΔΑ A: Οι διαδικασίες ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος	591
Πίνακας 6-54: Ενδεικτικά τμήματα κώδικα επικοινωνίας με τον Apache για τον καθορισμό της πρόσβασης	594
Πίνακας 6-55: ΟΜΑΔΑ A: Οι διαδικασίες ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος	595
Πίνακας 6-56: Κανόνες κατασκευής φίλτρων firewall σε επίπεδο εφαρμογής	596
Πίνακας 6-57: ΟΜΑΔΑ U: Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)	598

Πίνακας 6-58: ΟΜΑΔΑ Μ: Οι διαδικασίες μεταφοράς ΠΣ-ΣΔΠ σε άλλο απομακρυσμένο	600
Πίνακας 6-59: ΟΜΑΔΑ Ν: Οι διαδικασίες λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος ΣΔΠ σε τοπικό δίκτυο	601
Πίνακας 6-60: ΟΜΑΔΑ Ο: Διαδικασίες διαχείρισης χρηστών	601
Πίνακας 6-61: ΟΜΑΔΑ ΖΔ: Ειδικές διαδικασίες ομάδων διαχείρισης χρηστών	601
Πίνακας 6-62: ΟΜΑΔΑ Σ: Διαδικασίες διαχείρισης περιεχομένου	602
Πίνακας 6-63: ΟΜΑΔΑ Α: Διαδικασίες διαχειριστή.....	603
Πίνακας 6-64: Πίνακας πεδίων ρύθμισης διαχειριστών	604
Πίνακας 6-65: ΟΜΑΔΑ ΣΕΟ: Διαδικασίες ΣΕΟ	605
Πίνακας 6-66: ΟΜΑΔΑ Ο: Διαδικασίες διαχείρισης γνώσης.....	606
Πίνακας 6-67: Ενδεικτικές αντικειμενικές έννοιες της Εικονικής Κοινότητας	606
Πίνακας 6-68: Ενδεικτικά «δωμάτια» γνωστικής αντανάκλασης της Εικονικής Κοινότητας.....	607
Πίνακας 6-69: Ενδεικτικά «δωμάτια» γνωστικής αντανάκλασης της Εικονικής Κοινότητας.....	608
Πίνακας 6-70: Συγκριτικοί χρόνοι διαχειριστικών με και χωρίς λογισμικό αυτοματοποίησης	609
Πίνακας 6-71: Βασικά σενάρια υλοποίησης της εφαρμογής αυτοματισμού.....	614
Πίνακας 6-72: Κατάλογος μικροεφαρμογών του συστήματος αυτοματοποίησης .	614
Πίνακας 6-73: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής δημιουργίας ΤΕ.....	615
Πίνακας 6-74: Πίνακας διαδικασιών που αυτοματοποιούνται μέσω της μικροεφαρμογής συγχρονισμού.....	616
Πίνακας 6-75: Πίνακας διαδικασιών αλλαγής σε πολιτική υψηλής ασφαλείας.....	617
Πίνακας 6-76: Πίνακας διαδικασιών μικροεφαρμογής αυτοματισμού συνδέσεων	618
Πίνακας 6-77: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής ανάπτυξης λογισμικού	619
Πίνακας 6-78: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής ελέγχου του συστήματος φιλοξενίας.....	619
Πίνακας 6-79: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής χρήσης της υπηρεσίας SMS	620
Πίνακας 6-80: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής αποστολής υλικού.....	621
Πίνακας 6-81: Διαδικασίες επικαιροποίησης βάσης δεδομένων σε Τοπικό Εξυπηρετητή	621
Πίνακας 6-82: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής αποκατάστασης κωδικού διαχειριστή.....	622
Πίνακας 6-83: Μεταφερόμενες εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού	624
Πίνακας 6-84: Επίπεδα ασφαλείας τα οποία χρησιμοποίησε το διαχειριστικό σχήμα της Εικονικής Κοινότητας	625
Πίνακας 6-85: Βασικές ενότητες της βιβλιοθήκης περιεχομένου της Εικονικής Κοινότητας.....	625
Πίνακας 6-86: Βασικές Ρ – οντότητες και τα αντίστοιχα συνεπαγωγικά πλέγματα	628
Πίνακας 7-1: Συνοπτικός πίνακας της εφαρμογής της πολυμεθοδολογίας ΠΔΠ για τη δημιουργία Εικονικής Κοινότητας	650
Πίνακας 7-2: Στατιστικά μελών της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών	655
Πίνακας 7-3: Στατιστικά της συμπεριφοράς του εξυπηρετητή που φιλοξενεί το ΠΣ-ΣΔΠ	656
Πίνακας 7-4: Συνεισφορά υλικού στη Βιβλιοθήκη Υλικού του ΠΣ-ΣΔΠ.....	656
Πίνακας 7-5: Πίνακας λογισμικού που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής	657
Πίνακας 8-1: Βασικοί παράγοντες σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης	669

РАНЕЕШНО ПЕРВА

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην πορεία του κάθε ανθρώπου προς τη γνώση και την πνευματική ολοκλήρωση, υπάρχουν κάποιες στιγμές ορόσημα που σηματοδοτούν σημαντικά εσωτερικά βήματα, σημαντικές εσωτερικές κατακτήσεις. Ίσως το πιο σημαντικό βήμα προς τη γνώση αποτελεί η Διδακτορική Διατριβή. Αποτελεί μια επίπονη διαδικασία όπου δοκιμάζονται όλα τα στοιχεία του χαρακτήρα και της επιστημονικής ακεραιότητας του ερευνητή.

Η δική μου πορεία προς τη Συστημική Ανάλυση ξεκίνησε με τις προπτυχιακές σπουδές μου ως Φυσικού στο Πανεπιστήμιο Πατρών, συνεχίστηκε με το μάθημα της Οργανωσιακής Μάθησης στο πλαίσιο της φοίτησής μου στο EXECUTIVE MBA του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών και επισφραγίστηκε με την παρούσα Διδακτορική Διατριβή, με ερευνητική πρόταση η οποία υλοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Αν και πολλοί ακαδημαϊκοί δάσκαλοι βοήθησαν στην επιστημονική και ερευνητική μου ωρίμανση, θα ήθελα να σταθώ ιδιαίτερα στα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, τους οποίους και ευχαριστώ για την υποστήριξή τους καθόλη τη διάρκεια της ερευνητικής μου προσπάθειας.

Ειδικότερα, θα ήθελα να σταθώ στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Νικήτα Ασημακόπουλο, του οποίου η οξύτατη επιστημονική κρίση, η ερευνητική διεισδυτικότητα και η πηγαία συστημική και ολιστική σκέψη στάθηκαν καθοριστικοί παράγοντες για την επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Με ήθος ταγμένου στην επιστήμη πανεπιστημιακού δασκάλου στάθηκε πάντα δίπλα μου τις δύσκολες στιγμές όπου η συνέχιση της έρευνας απαιτούσε έμπνευση, οξυδέρκεια, αναλυτική, αλλά και στρατηγική σκέψη.

Τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Νικήτα Ασημακόπουλο επιθυμώ ιδιαίτερα να τον ευχαριστήσω για τις πολλές ώρες κοινής έρευνας και συνεργασίας που είχαμε στο γραφείο του, για τις κοινές συμμετοχές με εργασίες σε συνέδρια, ημερίδες, σε ερευνητικά προγράμματα, για τις κοινές δημοσιεύσεις σε περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων με ανώνυμους κριτές. Επιθυμώ, επίσης, να ευχαριστήσω το Δρ. κ. Νικόλαο Δημητρίου για τη συνεργασία μας, ο οποίος ολοκλήρωσε επιτυχώς τη διδακτορική του διατριβή με επιβλέποντα Καθηγητή τον κ. Νικήτα Ασημακόπουλο. Η παράλληλη επιστημονική δράση μας και η συμμετοχή μας σε κοινές επιστημονικές δραστηριότητες με τον επιβλέποντα Καθηγητή μας κ. Νικήτα Ασημακόπουλο κατά την εκπόνηση των διδακτορικών διατριβών μας, είχε ως επιπλέον αποτέλεσμα οι διδακτορικές μας διατριβές, κατόπιν της κατάλληλης προετοιμασίας από τον Καθηγητή μας ως συνσυγγραφέα, να είναι έτοιμες για την έκδοση δύο αντίστοιχων βιβλίων χρήσι-

μων σε ευρύτερο επιστημονικό κοινό. Τέλος, δεν μπορώ να παραβλέψω την επιπλέον ευκαιρία που μου έδωσε ο επιβλέπων Καθηγητής μου κ. Νικήτας Ασημακόπουλος να ενταχθώ στο Διοικητικό Συμβούλιο της Ελληνικής Εταιρείας Συστημικών Μελετών (ΕΕΣΜ), να συμμετέχω στις επιστημονικές και διοικητικές δραστηριότητες της ΕΕΣΜ και να είμαι Assistant Editor του Editor-in-Chief που είναι ο ίδιος στο International Journal of Applied Systemic Studies (IJASS) της ΕΕΣΜ.

Θα πρέπει να ευχαριστήσω, παράλληλα, και τα υπόλοιπα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Βασιλακόπουλο και την Καθηγήτρια κ. Βίρβου, χωρίς την υποστήριξη των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η απρόσκοπτη υλοποίηση και περάτωση της διδακτορικής έρευνας.

Πρέπει, ακόμα, να αναφέρω με ιδιαίτερες ευχαριστίες τους φοιτητές - μέλη της ερευνητικής ομάδας του Καθηγητή κ. Ασημακόπουλου, Βερναδή Ιωάννη και Σταματιάδου Μαργαρίτα-Κλειώ για τη συμβολή τους στην ανάπτυξη των δωματίων συνεργασίας και της παρουσίασης του λογισμικού AnyLogic, αντίστοιχα.

Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στον Αγγελή Γεώργιο, μέλος της ΕΕΣΜ, με τον οποίο είχα σημαντικές επιστημονικές συνεργασίες. Θα πρέπει, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά τη σύζυγό μου Δρ. Πολυξένη Μπίλλα, Φιλολόγο - Συγγραφέα, η οποία είχε και τη φιλολογική επιμέλεια της διατριβής.

Στο πλαίσιο της υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα που συνέβαλαν στην ομάδα σχεδιασμού και υλοποίησής της: Δρ. Καλλίνικο Χαρακόπουλο (Υπεύθυνο Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Αγ. Αναργύρων), Δρ. Νίκο Καντεράκη (Σχολικό Σύμβουλο), Πέτρο Καραγιάννη (Χημικό), Λαμπρινή Σιαφάκα (Βιολόγο), Ευάγγελο Κουντούρη (Φυσικό), Κυριακόπουλο Ιωάννη (Φυσικό), Αβραμίδη Ανέστη (Βιολόγο), Παναγιώτη Γιαννάκη (Βιολόγο), Βασίλειο Παπαντωνίου (Φυσικό, Προγραμματιστή), Τουλκαρίδη Χαράλαμπο (CEO εταιρείας IPHOST).

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τους συναδέλφους οι οποίοι ανέλαβαν διαχειριστικούς ρόλους στην Εικονική Κοινότητα: Μακεδών Γεώργιο (Φυσικό - Ραδιοηλεκτρολόγο), Μπόλη Θωμά (Εκπ. Πληροφορικής), Μάνδαλο Θεόδωρο (Εκπ. Πληροφορικής), όπως επίσης και τους μαθητές Τσαγδή Φώτη και Γαλανό Νίκο, οι οποίοι διεκπεραίωσαν με μεγάλη υπευθυνότητα σημαντικούς διαχειριστικούς ρόλους.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον Διευθυντή του 1ου ΕΠΑΛ Πετρούπολης, Μακρή Ευάγγελο, τον Διευθυντή του 5^{ου} Λυκείου Πετρούπολης, Γκλουβιέρο Χρήστο, τον Διευθυντή του 5^{ου} ΣΕΚ Ιλίου, Ντελέζο Δημήτριο, και τη Διευθύντρια του Σχολείου Δεύτερης Ευκαιρίας Αγ. Αναργύρων, Δρ. Ζωή Καβόγλη, για τη διευκόλυνση της ερευνητικής προσπάθειας.

Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ θα ήθελα να απευθύνω σε όλους τους συναδέλφους οι οποίοι αφιέρωσαν προσωπικό χρόνο για τη διαδικασία των συνεντεύξεων, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ολοκλήρωση αυτής της ερευνητικής προσπάθειας, όπως επίσης και σε όλους τους συναδέλφους οι οποίοι είτε με κρίσεις είτε με παρατηρήσεις βοήθησαν και βοηθούν στην εξέλιξη της Εικονικής Κοινότητας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, όπως επίσης και τη Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας για την καθοριστική τους συμβολή στη διεκπεραίωση της ερευνητικής προσπάθειας.

Κλείνοντας, θα ήθελα να αναγνωρίσω τη συμβολή της οικογένειάς μου η οποία με στήριξε ηθικά και συναισθηματικά τα τέσσερα αυτά επίπονα χρόνια. Δίπλα στην οικογένειά μου θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μου οι οποίοι βρίσκονται δίπλα μου όλα τα χρόνια της πνευματικής μου πορείας.

РАНЕЕШНО ПЕРВА

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην πορεία της ανθρώπινης ιστορίας, δύο από τα σημαντικότερα επιτεύγματα της ανθρώπινης διάνοησης, η μαζική και σκόπιμη Εκπαίδευση και η συστημική προσέγγιση δεν κατάφεραν να συναντηθούν δημιουργικά. Η Εκπαίδευση αξιοποίησε τα ερευνητικά αποτελέσματα από τις Κοινωνικές Επιστήμες και ιδιαίτερα την Ψυχολογία έχοντας ως σχεδόν αποκλειστική ερευνητική μέθοδο αυτή των Φυσικών Επιστημών. Με τον τρόπο αυτό κατάφερε να παραγάγει την αναγκαία γνώση, την απαιτούμενη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών μαθησιακών και διδακτικών στρατηγικών. Η συστημική προσέγγιση, από την άλλη, χρησιμοποιήθηκε ιδιαίτερα στον επιχειρησιακό στρατηγικό τομέα για τη διερεύνηση πολύπλοκων ενεργών περιοχών της πραγματικότητας, προκειμένου να παραχθούν νέα και αποτελεσματικά οργανωτικά και οργανωσιακά σχήματα.

Η Εκπαίδευση τα κατάφερε πολύ καλά, αναπτύσσοντας οργανωσιακά σχήματα και στρατηγικές ικανές να προετοιμάζουν γνωστικά και κοινωνικά τον νέο άνθρωπο. Αποφεύγοντας την περιττή πολυπλοκότητα, η Εκπαίδευση οργανώθηκε σε Ιδρύματα που λειτουργούν σταθερά και σχεδόν αμετάβλητα για πάνω από 400 χρόνια. Η ραγδαία, όμως, αύξηση της πολυπλοκότητας υποβάθρου αρχίζει σταδιακά τα τελευταία 30 χρόνια να πιέζει τα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα για δομικές και οργανωσιακές αλλαγές. Η Εκπαίδευση αρχίζει σιγά-σιγά να εισέρχεται στην εποχή της πολυπλοκότητας, της αβεβαιότητας, της αυτοοργάνωσης και της οργανικότητας. Με αιχμή του δόρατος τις Νέες Τεχνολογίες, η κοινωνία αρχίζει να ασκεί ανοιχτή πλέον πίεση για ραγδαία προσαρμογή στη νέα ρευστή και μετασταθή εποχή. Σε αυτήν τη μεταμορφωτική πίεση η Εκπαίδευση απαντά με αμηχανία, αδυνατώντας να οδηγηθεί σε μια κατάσταση μορφογένεσης μέσα από την οποία θα παραχθούν τα μελλοντικά της οργανωσιακά σχήματα. Οι ερευνητές έχουν αντιληφθεί την έλλειψη κατάλληλων θεωρητικών υποβάθρων και οι πιο τολμηροί από αυτούς αρχίζουν να αναζητούν ισομορφισμούς μέσα από τη συστημική προσέγγιση. Η συνάντηση Εκπαίδευσης και συστημικής προσέγγισης (επιστήμης της πολυπλοκότητας) δεν έχει πάρει ακόμη μια οριστική μορφή. Το σημείο διεπαφής, όμως, είναι ξεκάθαρο: οι Νέες Τεχνολογίες και ιδιαίτερα η Πληροφορική. Στο πλαίσιο της μετασυστημικής διάβασης δημιουργούνται κάποιοι ελκυστές, όπως είναι η Εκπαιδευτική Κυβερνητική (Educational Cybernetics), η προσέγγιση της Οργανωσιακής Μάθησης στα σχολεία (Schools that learn), η προσέγγιση της πολυπλοκότητας στην Εκπαίδευση (Complexity and Education), η προσέγγιση της Συστημικής Δυναμικής (MIT SDEP Project) κλπ. Οι ελκυστές αυτοί αποτελούν σημαντικά σημεία συνάντησης της κλασικής εκπαιδευτικής προσέγγισης και φιλοσοφίας με τη Συστημική επιστήμη.

Η αδυναμία της Εκπαίδευσης να ενσωματώσει στον θεωρητικό, ερευνητικό και πρακτικό της πυρήνα τεχνολογικές καινοτομίες για πάνω από τριάντα χρόνια ίσως σηματοδοτεί την ανάγκη αναθεώρησης και επέκτασης βασικών οργανωτικών της αρχών. Θα πρέπει να αναζητηθούν θεωρητικά πλαίσια τα οποία θα επιτρέπουν στην Εκπαίδευση να διαχειριστεί αποτελεσματικότερα την πρόσθετη ποικιλομορφία την οποία εισάγει η ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών σε όλα τα επιχειρησιακά της επίπεδα. Η μαζική Εκπαίδευση έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να λειτουργεί αποτελεσματικά με τη μικρότερη δυνατή ποικιλομορφία. Διαθέτει ισχυρότατους εξασθενητές ποικιλομορφίας, όπως είναι η κλειστή οργανωσιακά και πληροφοριακά σχολική τάξη ή η αίθουσα διαλέξεων, το αναλυτικό πρόγραμμα, το δασκαλοκεντρικό μοντέλο και τα σταθμισμένα συστήματα αξιολόγησης. Οι παραπάνω εξασθενητές ποικιλομορφίας σταθεροποιούν το σύστημα της μαζικής Εκπαίδευσης και του προσδίδουν αδράνεια και ισχυρή αντίσταση στις αλλαγές. Όσοι αγνοούν την παραπάνω πραγματικότητα τείνουν να είναι υπεραισιόδοξοι όσο αφορά την εισαγωγή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Η Εκπαίδευση φαντάζει σε αυτούς ιδανικός χώρος για την κατανάλωση Νέων Τεχνολογιών. Ερμηνεύουν τη χαμηλή ποικιλομορφία ως ένδειξη οπισθοδρομικότητας και ασυμβατότητας με τη νέα εποχή της Πληροφορικής. Θεωρούν ότι ο μαζικός εξοπλισμός και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θα μετασχηματίσουν την Εκπαίδευση, προσδίδοντάς της μεταμοντέρνα οργανωτικά σχήματα παρόμοια με αυτά των επιχειρήσεων και οργανισμών. Βέβαια, κάτι τέτοιο σπάνια συμβαίνει, αφήνοντας στους τεχνολογικούς αναμορφωτές της Εκπαίδευσης την πικρή αίσθηση που ο Cuban περιγράφει στην περίφημη έκφρασή του **“overpaid and underused”** (σε ελεύθερη απόδοση «χρησιμοποιήσαμε λίγο κάτι για το οποίο πληρώσαμε πολλά») αναφορικά με τη χρήση των υπολογιστών στα σχολεία. Πολύ γνωστό στους εκπαιδευτικούς κύκλους είναι και το **«παράδοξο του Cuban»** το οποίο χαρακτηρίζει το φαινόμενο της τεχνολογικής αναβάθμισης εκπαιδευτικών, μαθητών και σχολείων, αλλά χωρίς ουσιαστική αναβάθμιση στο *σύστημα* που συγκροτούν.

Η εκπαιδευτική έρευνα καταβάλλει γενναίες προσπάθειες να μοντελοποιήσει την ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, προκειμένου να παραγάγει γενικεύσιμα σχήματα χρήσης των ΤΠΕ στην πράξη. Μετά από τριάντα και πλέον χρόνια προσπάθειας δεν έχει καταφέρει να αποδείξει τη βασική υπόθεση η οποία και στηρίζει την όλη προσπάθεια της τεχνολογικής αναβάθμισης της Εκπαίδευσης, ότι οι Νέες Τεχνολογίες βελτιώνουν τη διαδικασία της μάθησης παρέχοντας καλύτερα αποτελέσματα από τις συμβατικές! Το φαινόμενο όπου τα ελεγχόμενα στατιστικά πειράματα που συγκρίνουν περιπτώσεις με και χωρίς τη χρήση τεχνολογίας με τελικό εύρημα τη μη ύπαρξη αξιοσημείωτης διαφοράς είναι τόσο συχνό, ώστε να είναι γνωστό ως το **«φαινόμενο της αμελητέας διαφοράς»**.

Σε θεωρητικό επίπεδο, η έλλειψη ενός συνεκτικού πυρήνα βασικών παιδαγωγικών αρχών συμβατών με τις ΤΠΕ είναι εμφανής. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ύπαρξη πάρα πολλών περιγραφικών Θεωριών Μάθησης (ξεπερνούν τις 100!), πολλές από τις οποίες διαθέτουν ένα πολύ στενό πεδίο εφαρμογής. Απουσιάζει μια καθολική «Παιδαγωγική Θεωρία» η οποία θα καθορίσει τη σκοπιμότητα και το εύρος της εισαγωγής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

Έχοντας μια σαφή αίσθηση της πραγματικότητας της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, η παρούσα διδακτορική διατριβή επιχειρεί να δημιουργήσει ένα συστημικό - κυβερνητικό οργανωσιακό πλαίσιο αναφορικά με την ερμηνευτική αλλά και την παρέμβαση

στον τομέα της εκπαιδευτικής Πληροφορικής. Η ενεργός περιοχή της διατριβής είναι η ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και ειδικότερα ο τομέας των Φυσικών Επιστημών. Επιστημολογικά, η διδακτορική διατριβή ανήκει στον τομέα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, τομέας ο οποίος διερευνά οργανωσιακά σχήματα με επίκεντρο την εκπαιδευτική τεχνολογία. Το βασικό ερευνητικό ερώτημα το οποίο και είναι διάχυτο σε όλη τη διατριβή είναι: «Πώς θα μπορούσε η Συστημική - Κυβερνητική Οργανωσιακή Θεωρία να φανεί χρήσιμη στην ανάπτυξη βασικών ερμηνευτικών και σχεδιαστικών αρχών στον δύσκολο τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας;» Στη διατριβή αναπτύσσεται μια επαρκής θεωρητική - ερμηνευτική βάση με παράλληλη παρουσίαση της αντικειμενικής γλώσσας της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, ενώ στον τομέα της παρέμβασης επιχειρείται η εφαρμογή της θεωρίας στην υλοποίηση Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών που αποτελεί σήμερα ένα ζήτημα αιχμής της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

Εισαγωγή

Το γενικότερο περιβάλλον της έρευνας

Η ανάγκη για νέα οργανωτικά σχήματα όσον αφορά την οργανική - συστημική σύνδεση της Εκπαίδευσης με τις Νέες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και η δημιουργία νέων μαθησιακών οντοτήτων όπου η σκόπιμη και οργανωμένη μάθηση πραγματοποιείται **μέσω** της τεχνολογίας και όχι **με** την τεχνολογία έχουν παραγάγει ένα νεφελώδες και αδόμητο τοπίο στο οποίο έχει δοθεί από τους συστημικούς αναλυτές το όνομα **Εκπαιδευτική Κυβερνητική** (Educational Cybernetics). Παράλληλα, στη βιβλιογραφία και στο πλαίσιο της επέκτασης της εκπαιδευτικής οντολογίας εμφανίζονται όροι, όπως *Cyborg Pedagogy* (Garofan, 2001), *Cybernetic Pedagogy* (Heffron, 1995), *ICT Pedagogy* (Wilson, 2005), οι οποίοι εκφράζουν την ανάγκη για συστημικά συνθετικά μοντέλα συμβίωσης Εκπαίδευσης και τεχνολογίας (Pask, 1976). Επιπλέον, το όλο τοπίο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας αρχίζει ολοένα και περισσότερο να συσχετίζεται με τις έννοιες της «πολυπλοκότητας» και «ποικιλομορφίας» (Kuhn, 2008· Osberg, 2007· Phelps, 2005· Fenwick, 2007· Geelan, 2003· Davis, 2006, 2008· Bloom, 1998· Fels, 2003· Laidlaw, 2005), ανοίγοντας έτσι τον δρόμο σε εκπαιδευτικές συστημικές - κυβερνητικές προσεγγίσεις οι οποίες στοχεύουν στη δημιουργία νέων οργανωσιακών σχημάτων, αλλά και μεθοδολογιών παρέμβασης.

Παράλληλα, αυξάνονται οι κριτικές απέναντι στην παραδοσιακή εκπαιδευτική έρευνα, η οποία είναι βασισμένη σχεδόν αποκλειστικά στη στατιστική ανάλυση ελεγχόμενων πειραμάτων. Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι τα παραδοσιακά γραμμικά και ντετερμινιστικά μοντέλα εκπαιδευτικής έρευνας, εκπαιδευτικού σχεδιασμού και παρέμβασης αδυνατούν να περιγράψουν ολιστικά τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης με φόντο το πολύπλοκο και μετασταθές τεχνολογικό περιβάλλον (Geelan, 2003· Fendler, 2006· Coessens, 2006· Keiner, 2006· Davis, 2008).

Παρατηρείται, επίσης, στη διεθνή βιβλιογραφία έντονος προβληματισμός αναφορικά με τον αναδυόμενο ρόλο του εκπαιδευτικού στο παραπάνω πλαίσιο διασύνδεσης Εκπαίδευσης και τεχνολογίας (Davis, 2007). Αναζητούνται νέοι παιδαγωγικοί και κυρίως **οργανωτικοί - συνθετικοί ρόλοι** δραστηριοποίησης σε ένα καταγιστικό τεχνολογικό περιβάλλον (Zhong, 2002· Hennessy, 2000· Reynolds, 2003· Lai, 2004· Loveless, 2005). Ο εκπαιδευτικός μοντελοποιείται συνήθως ως χρήστης - καταναλωτής τεχνολογίας η οποία τις περισσότερες φορές είναι προϊόν μετασχεδιασμού και προσαρμογής εκπαιδευτικού λογισμικού από τον χώρο των επιχειρήσεων

και οργανισμών (Rushby, 2005). Σε πολύ λίγες περιπτώσεις αναλύονται νέες πτυχές του εκπαιδευτικού, όπως αυτές του προγραμματιστή (developer), του διαχειριστή (administrator) και του οργανωτή παρεμβάσεων (intervener).

Ένας τομέας ο οποίος υφίσταται έντονη κριτική είναι και ο τομέας του **σχεδιασμού εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων** και **εκπαιδευτικού λογισμικού**. Θεωρείται ότι η τεχνοκεντρική προσέγγιση αφήνει έξω τον εκπαιδευτικό, ο οποίος και αποτελεί τον βασικό παίχτη στην ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη. Αναζητούνται τρόποι καλύτερης αξιοποίησης του άρρητου και ρητού γνωστικού δυναμικού του εκπαιδευτικού, με έμφαση στους νέους ρόλους που αυτός μπορεί να διαδραματίσει, καθώς και στην αναβάθμιση των μοντέλων σχεδιασμού και υλοποίησης τεχνολογικών παρεμβάσεων (Crawford, 2004).

Σχεδόν όλες οι μεγάλης κλίμακας έρευνες αναγνωρίζουν τον κυρίαρχο ρόλο του εκπαιδευτικού στη δημιουργία βιώσιμων εκπαιδευτικών ανθρωποτεχνολογικών οντοτήτων (SITES, 2006· UNESCO, 2006). Παράλληλα, αναγνωρίζουν και την αδυναμία των παραδοσιακών τρόπων εκπαίδευσης και κατάρτισης που βασίζονται σε σεμινάρια επιμόρφωσης όπου κυριαρχεί η μετάδοση γνώσης από τους ειδικούς (Wenger, 1998· Bodzin και Park, 2000).

Τριάντα και πλέον χρόνια ραγδαίων εξελίξεων στις ΤΠΕ δεν κατάφεραν να παράγουν αποτελεσματικές εκπαιδευτικές ανθρωποτεχνολογικές οντότητες, ικανές να αναμορφώσουν το παραδοσιακό τεχνολογικό τοπίο. Οι ΤΠΕ εξακολουθούν έως και σήμερα να θεωρούνται από πολλούς ερευνητές και θεωρητικούς της Εκπαίδευσης ως εξωγενείς μεταμοντέρνες επιβολές (Hughes, 2001) με περιθωριακή σημασία (Robertson, 2002). Διαφαίνεται ότι μέχρι σήμερα δεν έχει επιτευχθεί επί της αρχής **μια δημιουργική σύνδεση** του ανθρωποκεντρικού χαρακτήρα της Εκπαίδευσης με τον τεχνοκρατικό χαρακτήρα των ΤΠΕ. Η όλη κατάσταση εκφράζεται πολύ εύγλωττα με το **«παράδοξο του Cuban»** (Cuban, 1998, 2001), ο οποίος αναγνωρίζει ότι η τεχνολογική πυκνότητα του εκπαιδευτικού, του μαθητή όσο και του σχολείου έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια λόγω κυρίως της μεταμοντέρνας πίεσης για «τεχνολογία παντού». Οι εκπαιδευτικοί, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες, έχουν πάψει προ πολλού να θεωρούνται τεχνοφοβικοί ή ημιμαθείς. Οι περισσότεροι κινούνται σε προσωπικό επίπεδο σε υψηλό τεχνολογικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά, τα βασικά εκπαιδευτικά οργανωτικά σχήματα έχουν μείνει σχεδόν αναλλοίωτα. Μια τέτοια περίπτωση, όπου έχουμε άλλη συμπεριφορά σε επίπεδο «thinghood» και άλλη σε επίπεδο «systemhood» (Klir, 1991), αναδεικνύει τον συστημικό - οργανωτικό χαρακτήρα της παραπάνω προβληματικής (Carneiro, 2007· Senge, 2000). Η προσπάθεια εμβολισμού (injection) νέας τεχνολογίας στις παραδοσιακές μαθησιακές δομές θα πρέπει να αντικατασταθεί από προσπάθεια σχεδιασμού και παραγωγής νέων συστημικών μαθησιακών δομών.

Οι Chandra και Lloyd (2008) μιλούν για το **«φαινόμενο της αμελητέας διαφοράς»**, ένα φαινόμενο κατά το οποίο η πλειονότητα των ερευνών που στοχεύουν στη διαφοροποίηση παραδοσιακής και σύγχρονης τεχνολογικά ενισχυμένης μάθησης καταλήγουν στο συμπέρασμα της αμελητέας διαφοράς. Το **«φαινόμενο της αμελητέας διαφοράς»** δημιουργεί μια ιδιαίτερη σύγχυση στους ερευνητικούς χώρους, μιας και υποδηλώνει είτε μικρή διαφοροποίηση στη μάθηση με τη χρήση των ΤΠΕ είτε αδυναμία της έρευνας να απομονώσει την πραγματική επίδραση των ΤΠΕ στη μάθηση. Ο Snyder (2000) συμβουλεύει τους ερευνητές να είναι ιδιαίτερα προ-

σεκτικοί, ώστε να μην αποδίδουν στην τεχνολογία ιδιότητες τις οποίες δεν διαθέτει, ενώ οι Gunawardena και McIsaac (2004) μιλούν για **τροποποιημένη παιδαγωγική** η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όταν ερευνάται η επίδραση των ΤΠΕ στη μάθηση. Ο Liu (2004) σημειώνει ότι υπάρχει αρκετή πολυπλοκότητα στο φαινόμενο η οποία δεν αναχαιτίζεται με απλουστευτικά συμπεράσματα.

Ο Hooper (2008), ένας από τους πρωτεργάτες της τεχνολογικής αναβάθμισης της μάθησης, κάνει ένα απολογισμό για τα 40 χρόνια εκπαιδευτικής τεχνολογίας σε σημαντικό άρθρο του στο *British Journal of Educational Technology*. Στο άρθρο αυτό επισημαίνει ότι οι μόνοι ουσιαστικοί τομείς όπου η τεχνολογία είχε επίδραση είναι η εξ αποστάσεως μάθηση και οι σχετικές υλοποιήσεις, ιδιαίτερα το Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Δυστυχώς, κατά τον ίδιο, η επίδραση της τεχνολογίας στην παραδοσιακή (ιδρυματική) μάθηση (σχολεία και πανεπιστήμια) είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Κανένας από τους μεγάλους στόχους των δεκαετιών του '50, '60, '70, '80 και '90 δεν εκπληρώθηκε και σε ορισμένες περιπτώσεις δεν ξεκίνησε καν να εκπληρώνεται. Ο Hooper σημειώνει, επίσης, ότι ακόμη και οι παιδαγωγικές που αναπτύχθηκαν με σκοπό την υποστήριξη της τεχνολογικής αναβάθμισης της μάθησης, για παράδειγμα η εξατομικευμένη μάθηση, δεν πέτυχαν σπουδαία πράγματα. Η εκπαιδευτική τεχνολογία κατέφερε να **δαμάσει τους περιορισμούς στον τόπο και τον χρόνο δίνοντας ώθηση στην εξ αποστάσεως μάθηση**, αλλά δεν κατάφερε κάτι ουσιαστικό στη «ζωντανή» μάθηση η οποία πραγματοποιείται σε χωροχρονικά εντοπισμένες οντότητες, όπως οι σχολικές τάξεις και οι αίθουσες διαλέξεων. Παραθέτουμε τα χαρακτηριστικά λόγια του Hooper (2008) μιλώντας εκ μέρους των πρωτοπόρων της εκπαιδευτικής τεχνολογίας: **«Νομίσαμε ότι θα φέρναμε την επανάσταση στις αίθουσες διδασκαλίας και στις αίθουσες διαλέξεων, αλλά τελικά καταφέραμε μόνο να φέρουμε στο παιχνίδι την εξ αποστάσεως Εκπαίδευση».**

Στον τομέα στον οποίο δραστηριοποιείται η παρούσα διδακτορική διατριβή, δηλαδή το τεχνολογικό περιβάλλον του εκπαιδευτικού Φυσικών Επιστημών στην ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι την τελευταία δεκαετία έχουν πραγματοποιηθεί πολύ σημαντικά βήματα τεχνολογικής αναβάθμισης. Ο εκπαιδευτικός έχει στη διάθεσή του σύγχρονα σχολικά εργαστήρια με όλες τις τελευταίες τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών: ευρυζωνική σύνδεση 2Mbps, Η/Υ με πλήρες Microsoft Office, λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης (Modellus, Interactive Physics, Microworlds), λογισμικό καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων (Multilab), λογισμικό μαθηματικής μοντελοποίησης (Mathcad, Matlab, mathematica), δυνατότητα video καταγραφής δραστηριοτήτων, συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης εργαστηριακών δραστηριοτήτων, δυνατότητα συγχρονικής χρήσης του διαδικτύου. Παράλληλα, τα εργαστήρια διαθέτουν προβολικά μηχανήματα (κλασικά και σύγχρονα), video-TV, ηχητικές εγκαταστάσεις, ενώ πολλά εργαστήρια έχουν προχωρήσει στην αγορά διαδραστικού πίνακα (whiteboard). Επιπλέον, λειτουργούν σειρές εργαστηριακών ασκήσεων, πολλές από τις οποίες είναι τεχνολογικά εξελιγμένες, όπως η δυνατότητα καταγραφής και προβολής μικροσκοπήσεων με κάμερα και η χρήση αισθητήρων για την παραγωγή μετρήσεων ακριβείας. Ο τυπικός εκπαιδευτικός Φυσικών Επιστημών στην ελληνική Εκπαίδευση διαθέτει υψηλή πυκνότητα τεχνολογίας, η οποία του δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσει και να υλοποιήσει εναλλακτικές, τεχνολογικά ανεπτυγμένες παιδαγωγικές οντότητες. Ή, για να το διατυπώσουμε διαφορετικά, η πυκνότητα τεχνολογίας είναι αρκετή, προκειμένου ο εκπαιδευτικός Φυσικών Επιστημών να στραφεί και

να αναζητήσει νέα οργανωτικά σχήματα και νέους διδακτικούς και παιδαγωγικούς μηχανισμούς (Brown, 2000).

Στο σύγχρονο πολύπλοκο τεχνολογικό περιβάλλον παρατηρείται έντονη μεταστροφή με τάσεις μορφογένεσης. Αναδύονται διαρκώς νέες τεχνολογικές δομές, πολλές από τις οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον εκπαιδευτικό. Μία από τις τεχνολογίες οι οποίες είναι ακόμη στην αρχή του κύκλου ζωής της και δείχνει να υπόσχεται πολλά στον τομέα της τεχνολογικής προετοιμασίας του εκπαιδευτικού είναι τα περιβάλλοντα **κοινωνικής δικτύωσης Web2**, τα οποία υλοποιούνται κυρίως μέσω των Εικονικών Κοινοτήτων Εκπαιδευτικών. Υπάρχει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον για τέτοιες δομές, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την αναμόρφωση του οργανωτικού και παραγωγικού ρόλου του εκπαιδευτικού στο σύγχρονο τεχνολογικό περιβάλλον (Bodzin και Park, 2000· Ferry, Kiggins, Hoban και Lockyer, 2000· Herrington και Omari, 2000· Bottino, 2007· Allan, 2006). Οι Εικονικές Κοινότητες θεωρείται ότι είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια νέα δυναμική στον τομέα στον οποίο πάσχει ιδιαίτερα η εκπαιδευτική έρευνα, την παραγωγή δηλαδή **βασικών οργανωτικών αρχών**. Η παραδοσιακή εκπαιδευτική έρευνα απέτυχε να ανακαλύψει τις βασικές οργανωτικές αρχές της διασύνδεσης εκπαιδευτικού και τεχνολογίας, κυρίως γιατί δεν κατάφερε να αντιληφθεί τη συστημικότητα και την πολυπλοκότητα του φαινομένου.

Οι Εικονικές Κοινότητες ξεφεύγουν από τις παραδοσιακές οργανωσιακές δομές του τυπικού σχολείου, ακολουθώντας οργανικές τροχιές εξέλιξης. Αποτελούν υψηλής γνωστικής αξίας συστήματα και πολύ δυναμικούς εξασθενητές ποικιλομορφίας και σημεία παραγωγής κονστρουκτιβιστικής οργανωσιακής γνώσης (Glaserfeld, 1995) με ενεργοποίηση του κυκλώματος μετατροπής της άρρητης γνώσης σε ρητή (Nonaka, 1995). Παρόλα αυτά, χαρακτηρίζονται από παθογένειες, από τις οποίες πιο σημαντικές είναι η «χαλαρή διαχείριση» (Bottino, 2007) και το «operational drift», το οποίο και μετασχηματίζει την Εικονική Κοινότητα από μαθησιακό οργανισμό σε κέντρο πληροφόρησης πάνω σε λειτουργικά, γραφειοκρατικά, χρηστικά ζητήματα (Kovacic και Bott, 2000).

Η συστημική φύση των φαινομένων της Εκπαίδευσης και της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Υπάρχει ένας υπολογίσιμος όγκος βιβλιογραφίας που παραπέμπει στη γενική συστημική θεωρία (Γενική Θεωρία Συστημάτων και Κυβερνητική), προκειμένου να αναπτυχθεί μια επαρκής ερμηνευτική των πολύπλοκων και πολυδιάστατων φαινομένων της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει μια κοινά αποδεκτή και χρηστική «Εκπαιδευτική Συστημική Θεωρία». Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή αποτελεί μια προσπάθεια προς αυτήν την κατεύθυνση.

Βασική πύλη εισόδου της κυβερνητικής - συστημικής προσέγγισης στο εκπαιδευτικό περιβάλλον αποτελεί η έννοια της πολυπλοκότητας (Davis, 2008· Kuhn, 2008). Η εκπαιδευτική θεωρία δεν διαθέτει ιδιαίτερο εννοιολογικό οπλοστάσιο, προκειμένου να διερευνήσει ζητήματα πολυπλοκότητας και ποικιλομορφίας στην Εκπαίδευση. Το όλο περιβάλλον της επίσημης ιδρυματικής Εκπαίδευσης είναι ένα προβλέψιμο περιβάλλον με μεγάλη αδράνεια και χαμηλή ποικιλομορφία όπου η αιτιοκρατική έρευνα παράγει το μεγαλύτερο ποσό λειτουργικής γνώσης.

Κατά τον Davis (2008), η Εκπαίδευση ως επιστημονικό πεδίο έχει την τάση να αφομοιώνει και να εφαρμόζει εύκολα και σε ορισμένες περιπτώσεις άκριτα τα αποτελέσματα της αιτιοκρατικής έρευνας είτε αυτή προέρχεται από την ίδια την Εκπαίδευση είτε από άλλα συναφή επιστημονικά πεδία. Η Khun (2008) θεωρεί ότι η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης φέρνει στην Εκπαίδευση μια σχετικά άγνωστη προοπτική: την αδυναμία αποσύνδεσης του παρατηρητή από το σύστημα στην προσπάθεια παραγωγής γνώσης.

Οι Osberg et al. (2008) θεωρούν ότι η επιστήμη της πολυπλοκότητας εκφρασμένη μέσω της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης¹ δύναται να οδηγήσει σε αναθεώρηση της κυριαρχίας της περιγραφικής γνώσης στην Εκπαίδευση, μέσω της σύγκλισης της «αντικειμενικής γνώσης - αναπαράστασης» και του «πραγματικού κόσμου» της Εκπαίδευσης. Η Fenwick (2008) θεωρεί ότι η επιστήμη της πολυπλοκότητας αρχίζει να διεισδύει στην εκπαιδευτική και παιδαγωγική σκέψη με βασικό αποτέλεσμα τον επαναπροσδιορισμό των εννοιών της ατομικής ευθύνης, της ισχύος, της ηθικής ευθύνης. Οι έννοιες της ροής, της ανάδυσης, της αυτοοργάνωσης, του συλλογικού αυτοπροσδιορισμού προκαλούν το κλασικό και στερεότυπο σύστημα της εκπαιδευτικής ευθύνης (educational responsibility). Η Fenwick (2008) θεωρεί ότι η απόδοση ευθυνών αποτελεί για την Εκπαίδευση έναν πολύ προβληματικό χώρο τον οποίο η συστημική προσέγγιση μπορεί σε κάποιον βαθμό να εξομαλύνει.

Η είσοδος της πολυπλοκότητας αλλάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο παραγωγής και εφαρμογής της γνώσης. Η συμμετοχικότητα και η προσαρμοστικότητα γίνονται πλέον κυρίαρχα στοιχεία των εκπαιδευτικών μοντέλων. Με την είσοδο της πολυπλοκότητας στην εκπαιδευτική επιστημονική σκέψη αναδεικνύονται βασικά ζητήματα, όπως η διαθεματικότητα (transdisciplinarity), η διαφαινομενικότητα, (transphenomenality), η ερμηνεία και η παρέμβαση (descriptive and pragmatic insights), ο γνώστης και η γνώση (knower and knowledge), η ρητή και άρητη αναπαράσταση (representation and presentation). Η παρούσα διατριβή αποτελεί ανάμεσα σε άλλα και μια προσπάθεια δημιουργίας μιας λειτουργικής οντολογίας συστημικών εννοιών ικανής να οδηγήσει τη συστημική σκέψη στην Εκπαίδευση.

Η Συστημική Θεωρία έχει κατά τον Ely (2008) θεμελιώδη θέση στην εξέλιξη της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, τόσο μέσω της Κυβερνητικής ως Θεωρίας Επικοινωνιών όσο και μέσω της Θεωρίας Συστημάτων. Ο Ely (2008) θεωρεί ότι τη Συστημική Θεώρηση εισήγαγε στο πεδίο της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας ο Hoban το 1956 (Hoban², 1977) στην προσπάθειά του να βρει τον τρόπο διασύνδεσης των διαφόρων μερών της τεχνολογίας στην Εκπαίδευση τα οποία αναπτύσσονταν ανεξάρτητα. Η παρουσία της Συστημικής Θεωρίας στην ανάπτυξη της εκπαιδευτικής τεχνολογίας καθιερώθηκε το 1964 (Churchman, 1965) και, κατά τους Andrews και Goodson (1980), καθώς και τους Gustafson και Branch (1997), ενεργοποίησε πλήθος καινοτόμων προσεγγίσεων.

Οι Duncan και McAleese³ (1978) διαπιστώνουν την πολυπλοκότητα και ποικιλομορφία του πεδίου της εκπαιδευτικής τεχνολογίας ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τον συγκερασμό των υψηλών θεωρητικών απαιτήσεων με τις πρακτικές υλοποιήσεις. Η άπο-

¹ Στο πρωτότυπο αναφέρεται η έννοια της «ανάδυσης» η οποία είναι ανάμεσα στα αντικείμενα πραγμάτευσης της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης.

² Κατά παράθεση του Ely (2008).

³ Κατά παράθεση του Ely (2008).

ψη αυτή σε συνδυασμό με την άποψη του Ely (2008) ότι **πολύ δύσκολα η εκπαιδευτική τεχνολογία θα απαλλαχθεί από την κυριαρχία της τεχνολογίας, συνηγορούν υπέρ της αξιοποίησης των συστημικών προσεγγίσεων, ώστε να παραχθεί το θεμελιώδες ανθρωποτεχνολογικό υπόβαθρο που τόσο έχει ανάγκη η εκπαιδευτική τεχνολογία.**

Σε ειδικότερα ζητήματα εκπαιδευτικής τεχνολογίας, όπως οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης, η ανάγκη συστημικών προσεγγίσεων είναι πιο εμφανής. Η Meyer (2008) αναφέρεται στην Κυβερνητική και τη Γενική Θεωρία Συστημάτων ως βασικά θεωρητικά πλαίσια της δικτυακής μάθησης μέσω συζητήσεων. Ο Johnson (2001) θεωρεί το διαδίκτυο και ιδιαίτερα το λογισμικό τύπου wiki ως μια χαρακτηριστική εφαρμογή της Κυβερνητικής⁴ και της Θεωρίας Αυτοοργάνωσης και Ανάδυσης. Οι Schlager, Fusco και Schank (2002) θεωρούν ότι οι Εικονικές Κοινότητες αναπτύσσουν δυναμική, εφόσον υπάρχει συστημική διασύνδεση των μερών. Στον ίδιο άξονα σκέψης βρίσκεται και η Lock (2006).

Οι Martin και McLellan (2007) διερευνούν την έννοια της αυτορρύθμισης, μια συστημική έννοια κλειδί στην ερμηνευτική και παρέμβαση βασικών εκπαιδευτικών οντοτήτων, όπως οι εικονικές και πραγματικές σχολικές τάξεις. Ο Zimmer (2001) θεωρεί ότι η Κυβερνητική μπορεί να δώσει πολύ σημαντικούς εξασθενητές ποικιλομορφίας στην Εκπαίδευση. Ο ίδιος διερευνά την έννοια της αυτονομίας μέσω μοντέλων από την Κυβερνητική Πρώτης και Δεύτερης Τάξης. Οι Maassen και Stensaker (2003) θεωρούν την αυτορρύθμιση ως βασική έννοια της Κυβερνητικής με πολύ σημαντική επιρροή στην Εκπαίδευση ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τα αυτοδιοικούμενα και αυτορρυθμιζόμενα ιδρύματα, σχολεία και πανεπιστήμια. Το ζήτημα της αυτοοργάνωσης και αυτορρύθμισης απασχολεί και τους Yang et al. (2007) οι οποίοι το τοποθετούν στη σφαίρα των εικονικών συστημάτων μάθησης.

Οι Phelps et al. (2005) μιλούν ανοιχτά για την ανάγκη μη γραμμικών προσεγγίσεων τόσο στη διδασκαλία όσο και στη μάθηση στο πλαίσιο της Υπολογιστικής επιστήμης. Θεωρούν ότι η επιστήμη της πολυπλοκότητας δύναται να δώσει στην Εκπαίδευση κατάλληλες αντικειμενικές γλώσσες οι οποίες θα αυξήσουν το ερμηνευτικό της δυναμικό. Στην ανάλυσή τους αξιοποιούν βασικές έννοιες της Κυβερνητικής, όπως είναι η ομοιόσταση, η αυτοοργάνωση, η προσαρμογή, η ποικιλομορφία και η ανάδυση. Θεωρούν ότι η κυριαρχία της Μπιχεβιοριστικής και Γνωστικής Ψυχολογίας στην ανάπτυξη μαθησιακών μεθοδολογιών δημιουργεί ένα κεντρικό γραμμικό μοντέλο στο οποίο κυριαρχεί το στερεότυπο ότι η διδασκαλία (αίτιο) προκαλεί τη μάθηση (αποτέλεσμα). Με τον τρόπο αυτό παραβλέπεται εντελώς η οργανικότητα της μάθησης με βασικά στοιχεία την αυτοοργάνωση και την ανάδυση. Η κυριαρχία και η αντοχή του γραμμικού αυτού μοντέλου αποτελεί και μια από τις βασικές αιτίες που δυσκολεύουν τη διάχυση των νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

Ο O'Shea (2007) διαπιστώνει ότι το πεδίο δράσης της Εκπαίδευσης γίνεται διαρκώς πιο πολύπλοκο και ποικιλόμορφο. Το βασικό σώμα στο οποίο πραγματοποιείται η γραμμική μετάδοση γνώσης γίνεται ολοένα και πιο ανομοιομορφο με τάση διασποράς στον χώρο και στον χρόνο. Υπάρχει μεγάλη πίεση για ανάπτυξη αποτελεσματικών μη γραμμικών μοντέλων συνεργατικής μάθησης τα οποία θα αντικαταστήσουν τα παραδοσιακά. Παράλληλα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η μεταμοντέρνα πίεση για

⁴Η ακριβής έκφραση του ίδιου είναι «Θεωρία Ανάδρασης» (Feedback Theory).

επέλαση της τεχνολογίας σε όλα τα πεδία της Εκπαίδευσης. Αυτή η τάση για ανά τυξη της ποικιλομορφίας στην Εκπαίδευση είναι κατά τον O'Shea (2007) ένα σημαντικό πρόβλημα, μιας και **η αύξηση της ποικιλομορφίας χωρίς συστημική αναδόμηση οδηγεί στην αστάθεια**. Η έλλειψη οργανωτικών σχημάτων που να λειτουργούν σε περιβάλλοντα υψηλής ποικιλομορφίας αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα αντίστασης της Εκπαίδευσης στην πίεση για τεχνολογική και οργανωτική αναμόρφωση.

Ο Barker (2005) διαπιστώνει αύξηση της ποικιλομορφίας στη διαχείριση της προσωπικής γνώσης. Θεωρεί ότι η συμβατική Εκπαίδευση δεν διαθέτει εργαλεία με τα οποία θα είναι δυνατή η εξασθένηση της ποικιλομορφίας στον τομέα αυτό. Αναφέρεται στην αξιοποίηση της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων και του θεμελιώδους εννοιολογικού περιεχομένου της το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη οντολογιών και ισομορφισμών με βασικά εργαλεία τους νοητικούς χάρτες, τα ιεραρχικά διαγράμματα και τα συστήματα μεταδεδομένων.

Η Sancho (2005) θεωρεί πως η Κυβερνητική μπορεί να παρέχει το κατάλληλο νοητικό υλικό για την ανάπτυξη των «Εικονικών Γεωγραφιών», έναν όρο που χρησιμοποιεί, προκειμένου να περιγράψει όλα εκείνα τα τεχνολογικά οικοσυστήματα τα οποία χρησιμοποιεί η Εκπαίδευση, για να απαλλαγεί από την «τυραννία του χώρου και του χρόνου».

Οι Barak et al. (2006) θεωρούν ότι στον θεωρητικό πυρήνα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας βρίσκεται ο Κονστρουκτιβισμός, σημαντικό συστατικό του οποίου είναι η Κυβερνητική. Η Mathiasen (2004) αναφέρεται στη συστημική θεώρηση ως ικανή να διαχειριστεί την πολυπλοκότητα που συνεπάγεται η υιοθέτηση των ΤΠΕ. Αναφέρεται ιδιαίτερα στη θεωρία του Luhmann ως τη θεωρία που συνδυάζει τη Θεωρία Πληροφοριών με τη συστημική σκέψη, συνδυασμός ο οποίος είναι σε θέση να δώσει ερμηνευτικές προσεγγίσεις σε ζητήματα αυτοαναφοράς και αυτοοργάνωσης τα οποία εμφανίζονται στο οικοσύστημα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Παρόμοιες απόψεις υιοθετούν και άλλοι ερευνητές, όπως οι Zhao και Frank (2003), αλλά και οι Levin και Wadmany (2008).

Κάποιοι ερευνητές συνδέουν τη συστημική θεωρία με ζητήματα οργανωσιακής μάθησης και διαχείρισης γνώσης τα οποία σχετίζονται πολύ στενά με ζητήματα Κοινοτήτων Μάθησης (π.χ. Carroll et al., 2003), ενώ άλλοι συσχετίζουν τη συστημική θεώρηση με ζητήματα αλλαγής και μεταρρυθμίσεων στον τρόπο εκπαίδευσης και προετοιμασίας των εκπαιδευτικών σε θέματα ΤΠΕ (π.χ. Studler et al., 2003· Dexter et al., 2006). Η συστημική θεώρηση συνδέεται και με ζητήματα τεχνολογικών παρεμβάσεων στη σχολική τάξη (π.χ. Bell και Winn, 2000).

Ειδικότερα θέματα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, όπως τα θέματα γύρω από την εικονική μάθηση, θεωρείται ότι είναι εκ φύσεως συστημικά (Wilson, 1999). Ο Wilson (1999) θεωρεί ότι η Κυβερνητική προσφέρει τον κατάλληλο φορμαλισμό για την τελεστική χρήση εννοιών, όπως πληροφορία, ευφυΐα, βιωσιμότητα. Η λειτουργική αξιοποίηση των εννοιών των πεδίων της οργάνωσης και διαχείρισης την οποία προσφέρει η Κυβερνητική δίνει τη δυνατότητα παραγωγής πολύ ισχυρών οργανωτικών σχημάτων για χρήση σε εικονικούς οργανισμούς τα οποία βασίζονται σε διαδικασίες ροής πληροφορίας και γνώσης (Muetzelfeldt, 1992).

Η Savage (2006) θεωρεί ότι η Συστημική Θεωρία και η Κυβερνητική έχουν άμεση εφαρμογή στην κατασκευή συστημάτων αξιολόγησης της μάθησης. Η αξιολόγηση στον εκπαιδευτικό τομέα αποτελεί ένα πολύπλοκο εγχείρημα, μιας και ενσωματώνει τον ανθρώπινο με τον τεχνολογικό παράγοντα σε ένα δυναμικό περιβάλλον. Η άποψη της Savage (2006) αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα σε ζητήματα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας όπου η αξιολόγηση αποτελεί παράγοντα κλειδί στην ανάπτυξη των κατάλληλων στρατηγικών.

Στην πορεία της Συστημικής επιστήμης υπάρχουν και σποραδικές προσπάθειες άμεσης μοντελοποίησης βασικών εκπαιδευτικών οντοτήτων με τη χρήση της Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης τάξης. Ο Robey (1975) για παράδειγμα μοντελοποιεί τη σχολική τάξη, χρησιμοποιώντας μεταβλητές, όπως δίκτυο, ανάδραση, θόρυβος καναλιού, ποσότητα πληροφορίας και βαθμός συσχετισμού. Ο Pask (1975, 1984, 1996) χρησιμοποιεί την έννοια της συζήτησης ως κυβερνητικού μαθησιακού πράκτορα ο οποίος μπορεί να κατασκευαστεί, ώστε να καθοδηγήσει εικονικά και πραγματικά περιβάλλοντα μάθησης.

Οι συστημικές μεθοδολογίες και ιδιαίτερα η Κυβερνητική σχετίζονται με ειδικότερα θέματα της Εκπαίδευσης, όπως για παράδειγμα την κατασκευή νοητικών χαρτών και οντολογιών (π.χ. Yang και Chou, 2008· McAleese⁵, 1999).

Οι Lemke και Sabelli (2008) καταγράφουν βασικούς τομείς εφαρμογής της συστημικής ανάλυσης στην Εκπαίδευση: α) καθορισμός (οριοθέτηση) των συστημάτων, β) αποτύπωση (δομική ανάλυση) συστημάτων, γ) καθορισμός των σχέσεων μεταξύ υποσυστημάτων και ιεραρχικών επιπέδων, δ) προσδιορισμός της δυναμικής συμπεριφοράς και της δυναμικής αλλαγών, ε) μέθοδοι και τεχνικές μοντελοποίησης. Θεωρούν ότι βασική μέριμνα της συστημικής ανάλυσης και μοντελοποίησης αποτελεί η πρόβλεψη των τροχιών των εκπαιδευτικών συστημάτων κάτω από τις διάφορες μορφές τεχνολογικών μεταρρυθμίσεων. Οι ίδιοι ερευνητές θεωρούν επιβεβλημένη τη δημιουργία Κοινότητας Εκπαιδευτικών Συστημικών Αναλυτών οι οποίοι και θα καθοδηγούν τη συστημική έρευνα στην Εκπαίδευση ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά πολύπλοκα και ασαφή ζητήματα.

Σκοπός της ερευνητικής προσπάθειας

Διαθέτοντας προσωπική εμπειρία δεκαέξι ετών στην Ιδιωτική και Δημόσια Εκπαίδευση, τόσο σε θέσεις διδασκαλίας όσο και σε οργανωτικές θέσεις (Υποδιευθυντής Λυκείου, Διευθυντής Λυκείου, Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών), εκπόνησα ένα σχέδιο έρευνας το οποίο είχε ως στόχο τη δημιουργία μιας **συστημικής προσέγγισης** με σημείο εστίασης την προβληματική της διασύνδεσης εκπαιδευτικού – ΤΠΕ. Η συστημική προσέγγιση θα παρήγαγε αρχικά μια **ερμηνευτική οντολογία** για τη διασύνδεση εκπαιδευτικού – ΤΠΕ, η οποία θα αποτελούσε το υπόστρωμα για την παραγωγή μιας **συστημικής παρέμβασης** πάνω στο σημαντικό ζήτημα των **Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης Εκπαιδευτικών**. Δευτερογενής στόχος της διατριβής αποτέλεσε η δημιουργία μιας συστημικής - κυβερνητικής **αντικειμενικής γλώσσας**, ικανής να οδηγήσει καθαρούς συστημικούς συλλογισμούς. Η ανάγκη ανάπτυξης μιας αντικειμενικής συστημικής γλώσσας για χρήση στην Εκπαίδευση κρίνεται αναγκαία, μιας και αυξάνονται, όπως έχουμε αναφέρει, οι

⁵ Ο συγγραφέας παραθέτει τις σχετικές απόψεις του Kommers (JILR, 8,3/4).

ερευνητές οι οποίοι αναγνωρίζουν ότι το πολύπλοκο περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί πλέον η Εκπαίδευση απαιτεί μια πιο ολιστική προσέγγιση (π.χ. Hung, 2008· Phelps et al., 2005· Salomon, 1991).

Στο ερμηνευτικό τμήμα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας έγινε διερεύνηση τριακοσίων και πλέον συστημικών εννοιών οι οποίες και αποτέλεσαν τη βάση για τη δημιουργία ενός **πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος** για την αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Η όλη ερευνητική προσπάθεια διατήρησε μια ξεκάθαρη εστίαση απέναντι στο οργανωτικό - συστημικό πλαίσιο των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού με βασικό άξονα τις τεχνολογίες Πληροφορικής, αποφεύγοντας προεκτάσεις στην Ψυχολογία της Ατομικής Μάθησης και τη Διδακτική. Χρησιμοποιώντας συστημική ορολογία, σκοπό της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η χρήση συστημικής προσέγγισης για τον **μετασχηματισμό της ενεργού περιοχής (active region)** της διασύνδεσης ΤΠΕ και εκπαιδευτικού σε **γνωστικό σύστημα**.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή δύναται να θεωρηθεί ως μια πρώτη δομημένη προσπάθεια παραγωγής θεωρητικής, αλλά και πρακτικής γνώσης πάνω στο ζήτημα της εφαρμογής της συστημικής προσέγγισης στην ερμηνευτική και στην παρέμβαση σε **πολύπλοκα οργανωσιακά εκπαιδευτικά ζητήματα**, πράγμα το οποίο αποτελεί αντικείμενο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Υπό αυτό το πρίσμα, η ανά χείρας διδακτορική διατριβή μπορεί να θεωρηθεί ως συμβολή στην **Εκπαιδευτική Κυβερνητική**.

Σε επίπεδο τεχνολογικής υλοποίησης δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της διατριβής το DCSYM Modelling Tool ένα εργαλείο διαλεκτικής δόμησης βασισμένο στη μεθοδολογία **DCSYM** (Design and Control Systemic Methodology, Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009). Το εργαλείο αυτό υλοποιήθηκε σε πλατφόρμα Eclipse και χρησιμοποιήθηκε εκτενώς στη δόμηση των μηχανισμών των προτεινόμενων μαθησιακών οντοτήτων. Παράλληλα, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα **Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Εικονικής Κοινότητας Μάθησης (ΟΠΕΚΜ)** βασισμένο στο σύνολό του σε λογισμικό ανοιχτού κώδικα το οποίο είναι σε θέση να λειτουργήσει σε εξυπηρετητές του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου. Με άξονα τη μελέτη περίπτωσης την οποία παρουσιάζουμε αναλυτικά στη διατριβή και με τη χρήση του λογισμικού που προτείνεται, δίδεται η δυνατότητα ίδρυσης Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης από ειδικές ομάδες ενδιαφέροντος στην ελληνική Εκπαίδευση. Καταβλήθηκε κάθε προσπάθεια, ώστε η εγκατάσταση, συντήρηση και λειτουργία του προτεινόμενου λογισμικού να απαιτεί τη λιγότερη δυνατή τεχνική υποστήριξη, προκειμένου να είναι δυνατή η αξιοποίησή του από εκπαιδευτικούς με περιορισμένες γνώσεις Πληροφορικής. Η ανοιχτή πλατφόρμα της εφαρμογής και τα εργαλεία ανάπτυξης που προτείνονται, δίνουν τη δυνατότητα επέκτασης της πλατφόρμας από εκπαιδευτικούς οι οποίοι έχουν περάσει το στάδιο του χρήστη και κινούνται στον χώρο των προγραμματιστών. Το ΟΠΕΚΜ πέρασε από πολλά στάδια ελέγχου της σταθερότητας και ασφάλειας, ενώ λειτουργεί σε πραγματικό περιβάλλον για περίπου ένα χρόνο.

Οργάνωση και μεθοδολογία της ερευνητικής προσπάθειας

Στην πρώτη φάση της ερευνητικής προσπάθειας καθορίστηκε το βασικό θεωρητικό πλαίσιο που θα παρείχε την αντικειμενική γλώσσα η οποία και θα οδηγούσε την επιστημονική σκέψη. Το πλαίσιο το οποίο επιλέχθηκε, μετά από προσεκτική και σε βάθος μελέτη της βιβλιογραφίας, αποτέλεσε συνδυασμό Συστημικής και Κυβερνητι-

κής. Από τα δύο αυτά πλαίσια, η Κυβερνητική παρείχε την οργανωτική αντικειμενική γλώσσα, ενώ η Συστημική παρείχε το απαραίτητο διαλεκτικό περιβάλλον. Τα δύο αυτά πλαίσια συνδέθηκαν λειτουργικά μέσω της Θεωρίας Συζητήσεων του G. Pask (1976). Η Θεωρία Συζητήσεων αποτέλεσε τη διαλεκτική, αλλά και οργανωσιακή βάση της συστημικής μας προσέγγισης. Ως κυβερνητική θεωρία σχεδιάστηκε εξ αρχής, για να συνδέσει το τεχνολογικό «agency» με το ανθρώπινο «agency».

Στη δεύτερη φάση της ερευνητικής προσπάθειας καθορίστηκε η ενεργός περιοχή της έρευνας και της παρέμβασης. Σε συνεννόηση με το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και με άδεια της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης δόθηκε η δυνατότητα πρόσβασης στα σχολεία της χώρας για συνεντεύξεις ή έρευνες ερωτηματολογίου. Επιπλέον, εξασφαλίστηκε η δυνατότητα συνεργασίας με την Κοινότητα των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας, μια Κοινότητα η οποία αριθμεί περί τα 80 σχολεία και 270 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών. Η πρόσβαση στην Κοινότητα και η περαιτέρω οργάνωση παρεμβάσεων κατέστη δυνατή μέσω του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Αγ. Αναργύρων, το οποίο και αποτέλεσε τον φυσικό χώρο των απαιτούμενων συναντήσεων και δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της έρευνας.

Στην τρίτη φάση καθορίστηκε η μεθοδολογία της έρευνας. Ακολουθώντας τα βασικά βήματα σύνθεσης πολυμεθοδολογιών της TSI (Total Systems Intervention, Flood και Jackson, 1991) και της CMM - Creative Mixing of Methods (Midgley, 2000), κατασκευάστηκε η **πολυμεθοδολογία σχεδιασμού PVM - Progressive Variety Modeling** (Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009) η οποία είναι διαλεκτική μεθοδολογία με βάση τη Θεωρία Συζητήσεων του G. Pask (1976) και με εφαρμογή των συστημικών μεθοδολογιών DCSYM (Design and Control Systemic Methodology, Assimakopoulos, Theocharopoulos και Dimitriou, 2007), VSM (Viable System Model, Beer, 1981), CLD (Causal Loop Diagrams, ST- Systems Thinking, Senge, 1990), SD (System Dynamics, Forrester, 1961, 1988). Παράλληλα, **κατασκευάστηκε πακέτο λογισμικού DCSYM Modeling Tool** (Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009), προκειμένου να είναι δυνατή η διαγραμματική επικοινωνία με τους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια των δομημένων συνεντεύξεων.

Στην τέταρτη φάση πραγματοποιήθηκε η διεξαγωγή της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω ερευνητικές δραστηριότητες:

- A) 102 ημιδομημένες συνεντεύξεις με εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών**
- B) 790 ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια σε εκπαιδευτικούς, εκ των οποίων τα 181 από εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών σε όλη την Ελλάδα** με χρήση ειδικά διαμορφωμένου server ερωτηματολογίου (Limesurvey)
- Γ) Χρήση της πολυμεθοδολογίας PVM** για τον σχεδιασμό δύο τοπικών παρεμβάσεων, οργάνωσης δικτύου thin client και πληροφοριακού συστήματος επικοινωνίας σχολικής κοινότητας με SMS (Short Message Service, Θεοχαρόπουλος, 2009)
- Γ) Χρήση της πολυμεθοδολογίας PVM** για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών (Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009· Θεοχαρόπουλος και Χαρακόπουλος, 2007). Η δημιουργία μιας αυτοποιητικής και αυτοοργανωόμενης Εικονικής Κοινότητας αποτέλεσε

και την κεντρική δραστηριότητα της διατριβής. Η Κοινότητα αυτή είναι σε λειτουργία και επιχειρησιακή δραστηριότητα από τον Νοέμβριο του 2008.

Στην πέμπτη φάση πραγματοποιήθηκε η οργάνωση της παραγόμενης γνώσης.

Τα αποτελέσματα των ημιδομημένων συνεντεύξεων χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή τεσσάρων κυβερνητικών μοντέλων:

Μοντέλο K-0: η μαθησιακή τάξη ως *π – οντότητα* (Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009)

Μοντέλο K-1: παρουσιάζει το οικοσύστημα ενός τυπικού σχολείου Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Μοντέλο K-2: παρουσιάζει τον χάρτη ποικιλομορφίας του σχολείου Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Μοντέλο K-3: παρουσιάζει τον συσχετισμό εκπαιδευτικού και ΤΠΕ ως *P – συζήτηση* και παράλληλα αποτυπώνει τις βασικές μετασυστημικές διαμορφώσεις (Assimakopoulos και Theocharopoulos, 2009).

Τα μοντέλα αυτά αποτέλεσαν και τη βάση για την **ερμηνευτική** της διασύνδεσης εκπαιδευτικού και ΤΠΕ και τον συσχετισμό της στάσης του πρώτου απέναντι στις ΤΠΕ με τη δομή των μαθησιακών συζητήσεων τις οποίες ενορχηστρώνει.

Τα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των στάσεων των εκπαιδευτικών απέναντι στην προοπτική των Εικονικών Κοινοτήτων και τη γενικότερη διάθεσή τους για ενεργό συμμετοχή σε αυτές.

Οι παρεμβάσεις σε τοπικό επίπεδο χρησιμοποιήθηκαν για την τελική ρύθμιση της πολυμεθοδολογίας PVM, η οποία και χρησιμοποιήθηκε τελικά για τη δημιουργία της Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών. Η δημιουργία της Κοινότητας αποτέλεσε επιβεβαίωση της πολυμεθοδολογίας PVM, ενώ δημιουργήθηκε ένα πλήρες οργανωσιακό - τεχνολογικό μοντέλο αυτοργανωόμενης Εικονικής Κοινότητας μηδενικού κόστους, συμβατής με το Πανελλήνιο Σχολικό δίκτυο, το οποίο δύναται να δοθεί σε πρωτοποριακούς εκπαιδευτικούς για τη δημιουργία παρόμοιων Κοινοτήτων στο πρότυπο της Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών. Το μοντέλο του Ολοκληρωμένου Περιβάλλοντος Εικονικής Κοινότητας Μάθησης ανοιχτού λογισμικού το οποίο δημιουργήθηκε στο πλαίσιο συστημικού σχεδιασμού αποτελείται από:

- **Κατάλληλα διαμορφωμένο πληροφοριακό σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (ΣΔΠ, Content Management System, CMS)**
- **Πλατφόρμα εικονικής συνεργασίας εκπαιδευτικών με τη μορφή δωματίων συνεργασίας**
- **Πλήρη καταγραφή και διαγραμματική απεικόνιση των διαδικασιών διαχείρισης.** Η καταγραφή έγινε σε πλατφόρμα DCSYM (Design and Control Systemic Methodology) + BPMN (Business Process Modeling Notation)
- **Σύστημα VCAA (Virtual Community Administration Agent).** Σύστημα αυτοματοποίησης οργανωτικών και διαχειριστικών διαδικασιών της Εικονικής Κοινότητας. Η ανάπτυξη έγινε με γλώσσα προγραμματισμού Autoit3 σε project Sourceforge

- **Παραμετροποίηση VRML σύστημα διεπαφής** για την ενσωμάτωση της εφαρμογής στη ροή εργασιών μέσα στη σχολική τάξη.

Οργάνωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής

Η παρούσα διδακτορική διατριβή οργανώνεται σε τρία μέρη και έχει την παρακάτω δομή κεφαλαίων:

ΜΕΡΟΣ 1 – Ερμηνευτική

Στο πρώτο μέρος της διατριβής οργανώνεται σε τρία κεφάλαια η αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται τα ερμηνευτικά μοντέλα τα οποία και παράγονται ερευνητικά.

Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή στη συστημική προσέγγιση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται κλιμακωτά τα δεκαπέντε σημεία διαφοροποίησης της γραμμικής εκπαιδευτικής μοντελοποίησης σε σχέση με τη συστημική προσέγγιση. Κεντρική έννοια του κεφαλαίου αυτού αποτελεί η συστημική προσέγγιση ως διαδικασία γνωστικού μετασχηματισμού και μοντελοποίησης μιας ενεργού περιοχής σε γνωστικό σύστημα. Η όλη προσέγγιση προσαρμόζεται κατάλληλα σε εκπαιδευτικό περιβάλλον. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον καθορισμό των οροθετικών κρίσεων οι οποίες σε μεγάλο βαθμό θα καθορίσουν το εύρος και τη χρηστικότητα της ερμηνευτικής οντολογίας που παράγεται διαλεκτικά.

Κεφάλαιο 2- Εκπαιδευτική Συστημική

Στο κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι βασικές δομικές έννοιες της Συστημικής Ανάλυσης. Ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί σε θεμελιώδεις έννοιες, όπως «σύστημα», «πληροφόρια», «πολυπλοκότητα», «στόχος», «εντροπία», «αλληλεπίδραση». Προκειμένου να αποσπαστούν οι έννοιες αυτές από τη μεταγλώσσα και να αποδοθούν με την αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Συστημικής, χρησιμοποιήθηκε η μαθηματική προσέγγιση του Klir (1991). Με τον τρόπο αυτό, αποδόθηκε ο αντικειμενικότερος δυνατός ορισμός χωρίς περιθώρια για αμφισημίες και αντιφάσεις. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οντολογία συστημικών εννοιών κατά Ackoff (1974), ενώ θεμελιώνεται η έννοια της συστημικής προσέγγισης ως σύνθεσης η οποία αποσκοπεί στον συστημικό μετασχηματισμό μιας **ενεργού περιοχής** σε **γνωστικό σύστημα**. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι σπουδαιότερες συστημικές προσεγγίσεις οι οποίες αποτελούν βάση για τη σύνθεση πολυμεθοδολογιών. Κεντρική θέση στο σημείο αυτό κατέχει η Γενική Θεωρία των Συστημάτων και η συμβολή της στη βασική συστημική μοντελοποίηση ανοιχτών συστημάτων. Βασικός στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι η διαφοροποίηση των εννοιών «thinghood» και «systemhood», καθώς και η αναγνώριση της συστημικότητας ως συστημικής ιδιότητας η οποία δεν δύναται να αναλυθεί με τα συμβατικά εργαλεία ανάλυσης, παρά μόνο να προσδιοριστεί μέσω συστημικών προσεγγίσεων.

Κεφάλαιο 3- Εκπαιδευτική Κυβερνητική

Στο κεφάλαιο αυτό χτίζεται η οντολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης με πυρήνα τις έννοιες του «ελέγχου», της «ρύθμισης» και της «ομοιό-

στασης» ως διαμορφωτών της εσωτερικής ποικιλομορφίας ενός συστήματος. Ακολουθώντας την οντολογία του Ashby (1956), παρουσιάζεται το πρώτο σκαρίφημα της θεμελιώδους έννοιας της «οργάνωσης», καθώς και οι συναφείς νόμοι της ποικιλομορφίας. Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου παρουσιάζεται η οντολογία της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης με κεντρικές έννοιες την «οργανικότητα», την «αυτοοργάνωση», την «αυτοποίηση», τη «μάθηση», καθώς επίσης και βασικές αρχές, όπως η Αρχή της Επαναληψιμότητας και η Αρχή BVSR (Blind Variation Selective Retention). Ο συνδυασμός των αρχών και εννοιών της Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης μας εφοδιάζει με πολύ δυναμικά εργαλεία για τη γνωστική εισχώρηση σε πολύπλοκες ενεργές περιοχές. Στο τρίτο μέρος του κεφαλαίου παρουσιάζεται η Θεωρία Συζητήσεων του Pask (1976) η οποία αποτελεί και την κεντρική κυβερνητική θεωρία οργανωσιακής μάθησης. Η Θεωρία Συζητήσεων – με τα πολύ δυνατά agent based εννοιολογικά στοιχεία τα οποία διαθέτει – είναι σε θέση να μοντελοποιήσει αποτελεσματικά ανθρωποτεχνολογικές μαθησιακές οντότητες, όπως μια μαθησιακή τάξη ή μια Εικονική Κοινότητα. Η Θεωρία Συζητήσεων θα χρησιμοποιηθεί στο υπόλοιπο της συζήτησης ως διαλεκτικό υπόστρωμα για τη συστημική συμπαραγωγή γνώσης. Στο τέταρτο μέρος του κεφαλαίου παράγονται – ως αποτέλεσμα ημιδομημένων συνεντεύξεων (μικρογραφιών μαθησιακών συζητήσεων) – τα βασικά κυβερνητικά μοντέλα σύνδεσης του εκπαιδευτικού με το τεχνολογικό του περιβάλλον. Στα μοντέλα αυτά αντιστρέφεται ο παραδοσιακός ρόλος του εκπαιδευτικού και από καταναλωτής τεχνολογίας αντιμετωπίζεται ως συνθέτης και οργανωτής μαθησιακών συζητήσεων. Ο τρόπος με τον οποίο συνθέτει τις μαθησιακές συζητήσεις και μάλιστα τη μηχανική οντότητα των συζητήσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλομορφία των ίδιων των συζητήσεων. Με τον τρόπο αυτό, ανάγεται το γραμμικό κεντρικό ερώτημα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας «Πώς θα καταφέρουμε τον εκπαιδευτικό να υιοθετήσει τις ΤΠΕ στη διδασκαλία του;» στο συστημικό ερώτημα «Ποιες μαθησιακές συζητήσεις σχεδιάζει ο εκπαιδευτικός και πώς οργανώνει τις μηχανικές τους οντότητες (*M – οντότητες*)⁶;». Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια αναφορά στη συμβατική εκπαιδευτική έρευνα και τα εκπαιδευτικά μοντέλα που αυτή παράγει και καταλήγει αναζητώντας τη σχέση Εκπαίδευσης και πολυπλοκότητας.

ΜΕΡΟΣ 2- Σχεδιασμός της παρέμβασης

Στο δεύτερο μέρος της διατριβής η εστίαση αφορά πλέον στην παρέμβαση. Με βασικά οχήματα τη συστημική αντικειμενική γλώσσα, η οποία παρήχθη στο πρώτο μέρος, αλλά και τα ερμηνευτικά κυβερνητικά μοντέλα επιχειρείται η σύνθεση πολυμεθοδολογίας για τη δημιουργία τεχνολογικών παρεμβάσεων σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα.

Κεφάλαιο 4- Εκπαιδευτικός συστημικός σχεδιασμός και παρέμβαση

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται η σύνθεση μεθόδων που παρουσιάστηκαν στο πρώτο μέρος, προκειμένου να κατασκευαστεί συστημική πολυμεθοδολογία ικανή να οδηγήσει διαλεκτικά περιβάλλοντα εκπαιδευτικού τεχνολογικού σχεδιασμού και παρέμβασης. Με βασικό δεδομένο το **σύστημα σχεδιασμού** ως **οντότητα η οποία θα αλληλεπιδράσει με την ενεργό περιοχή**, προκειμένου να παραχθεί η οντολογία

⁶ Για αναλυτική παρουσίαση της Θεωρίας Συζητήσεων του G. Pask, βλ. Κεφάλαιο 3.

παρέμβασης, μελετώνται οι διαμορφώσεις των διαφόρων συστημάτων σχεδιασμού και τα αποτελέσματα τα οποία αυτές δύνανται να επιφέρουν. Ανάλογα με τον σχεδιασμό τους, τα διάφορα συστήματα σχεδιασμού έχουν και διαφορετικό δυναμικό διαχείρισης ποικιλομορφίας. Αν δεν υπάρχει ταίριασμα της ποικιλομορφίας της ενεργού περιοχής με την ποικιλομορφία της ομάδας σχεδιασμού, τότε η παρέμβαση θα αποπροσανατολιστεί, μιας και θα καταστρατηγηθεί ο βασικός νόμος της Οργανωσιακής Κυβερνητικής, ο νόμος του Ashby (1958), αναφορικά με την απαιτούμενη ποικιλομορφία. Η πολυμεθοδολογία που προτείνεται στο κεφάλαιο αυτό καλείται «πολυμεθοδολογία της προοδευτικής διαμόρφωσης της ποικιλομορφίας». Σε αυτήν την πολυμεθοδολογία, η διαμόρφωση της ποικιλομορφίας του προβλήματος - συστήματος ακολουθεί τη διαμόρφωση της ποικιλομορφίας της ομάδας σχεδιασμού. Σε περιπτώσεις σχεδιασμού, η ποικιλομορφία θα πρέπει σταδιακά να διαμορφώνεται, έτσι ώστε από το στρατηγικό επίπεδο με τη μέγιστη ποικιλομορφία να οδηγηθούμε στο επίπεδο διαδικασιών με τη μικρότερη ποικιλομορφία. Η σταδιακή μείωση της ποικιλομορφίας πραγματοποιείται με αλλαγή των συστημικών μεθοδολογιών, ξεκινώντας από στρατηγικές μεθοδολογίες, όπως η SSM (Soft Systems Methodology), και καταλήγοντας σε μεθοδολογίες δόμησης διαδικασιών, όπως η DCSYM (Design and Control Systemic Methodology). Τέλος, παρουσιάζεται μια πρώτη εφαρμογή της πολυμεθοδολογίας για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση συστήματος επικοινωνίας σχολικής κοινότητας μέσω SMS Server.

Κεφάλαιο 5- Συστημικά εργαλεία εκπαιδευτικού σχεδιασμού

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται βασικά λογισμικά εργαλεία εκπαιδευτικού σχεδιασμού:

DCSYM modeling tool: Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της διατριβής και ιδιαίτερα για την οδήγηση των γνωστικών αντανάκλασεων σε επίπεδο δόμησης και διαδικασιών. Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά η δομή του και τα σενάρια χρήσης τα οποία υλοποιεί.

Vensim PLE: Πρόκειται για το βασικό εργαλείο με το οποίο πραγματοποιούμε μοντελοποίηση σε επίπεδο CLD (Causal Loop Diagram), όπου επιχειρείται η αναζήτηση αρχετύπων, και σε επίπεδο SF (Stack and Flow) δυναμικής μοντελοποίησης και προσομοίωσης όπου γίνεται προσπάθεια να παραχθεί η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος.

Anylogic: Πρόκειται για ολοκληρωμένο πακέτο υβριδικής προσομοίωσης το οποίο συνδυάζει δυναμική μοντελοποίηση με μοντελοποίηση πρακτόρων και μοντελοποίηση διακριτών συμβάντων.

CmapTools: Αποτελεί μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα παραγωγής εννοιολογικών χαρτών και οντολογιών.

ΜΕΡΟΣ 3– Ολοκληρωμένος κύκλος ερμηνευτικής και παρέμβασης: Εικονική Κοινότητα Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας

Στο τρίτο μέρος της διατριβής επιχειρείται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας σημαντικής παρέμβασης, η δημιουργία μιας Εικονικής Κοινότητας Μάθησης η οποία να εξυπηρετεί τις πραγματικές ανάγκες των εκπαιδευτικών. Παράλληλα, μέσα από μια

πανελλαδική έρευνα ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων, γίνεται μια προσπάθεια αποτύπωσης διαμορφωμένων τάσεων απέναντι στις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης από εκπαιδευτικούς οι οποίοι αποτελούν την «τεχνολογική ηγεσία» της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Κεφάλαιο 6- Σχεδιασμός και ανάπτυξη Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών

Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου πραγματοποιείται μια εμπεριστατωμένη βιβλιογραφική ανάλυση των Εικονικών Κοινοτήτων Εκπαιδευτικών, προκειμένου να είναι εφικτή η αξιολόγηση της πορείας της Κοινότητας η οποία και σχεδιάστηκε. Στη συνέχεια, περιγράφεται η σύνθεση και η συγκρότηση του συστήματος σχεδιασμού και η εφαρμογή της πολυμεθοδολογίας της «Προοδευτικής Διαμόρφωσης της Ποικιλιομορφίας». Η Εικονική Κοινότητα μοντελοποιείται ως κυβερνητικό μαθησιακό σύστημα συζήτησης με καθορισμένα αντικείμενα συζήτησης. Παράλληλα, πραγματοποιείται δυναμική μοντελοποίηση, ενώ στο τελικό στάδιο γίνεται η δόμηση των υποσυστημάτων, των διαχειριστικών θέσεων και των διαδικασιών. Η βιωσιμότητα της Κοινότητας απαιτήσε την παραγωγή ενός αποτελεσματικού και ευέλικτου διαχειριστικού σχήματος για το οποίο δημιουργήθηκε ειδικό λογισμικό αυτοματοποίησης διαχειριστικών διαδικασιών. Επιπλέον, η λειτουργία της Κοινότητας ανέδειξε δύο βασικούς ρόλους του εκπαιδευτικού, αυτόν του διαχειριστή διαδικτυακών υποδομών και αυτόν του προγραμματιστή. Διαπιστώθηκε δε πως η Εικονική Κοινότητα θα πρέπει να προβλέπει υποστήριξη και για τους δύο αυτούς ρόλους. Παράλληλα, μια Εικονική Κοινότητα θα πρέπει να υποστηρίζει τόσο την είσοδο εκπαιδευτικών οι οποίοι βρίσκονται από πλευράς εξοικείωσης με τις ΤΠΕ στο στάδιο του πειραματισμού όσο και την εξέλιξη προς πιο ώριμα στάδια, όπως αυτό της επέκτασης και αυτό της εξάπλωσης. Αν και η Κοινότητα είναι ενεργή για μικρό χρονικό διάστημα, έχει ήδη παρουσιάσει δείγματα δραστηριότητας από τους εκπαιδευτικούς ιδιαίτερα προς την κατεύθυνση της διαχείρισης και της ανταλλαγής υλικού. Το Πληροφοριακό Σύστημα της Εικονικής Κοινότητας βασίστηκε σε CMS (Content Management System) – ΣΔΠ (Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου), ενώ αναπτύχθηκε και ειδικό λογισμικό Εικονικής Συνεργασίας το οποίο συνδέθηκε με το ΣΔΠ. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα σύστημα διεπαφής VRML, προκειμένου να διευκολυνθεί η διασύνδεση της εφαρμογής με την πραγματική σχολική τάξη.

Τέλος, στο **7^ο κεφάλαιο** της διατριβής παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα, οι καινοτομίες και το ερευνητικό και επιστημονικό ενδιαφέρον της διατριβής.

Στο **Παράρτημα** της διατριβής παρουσιάζονται αναλυτικά το ερωτηματολόγιο και τα αποτελέσματα της ηλεκτρονικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε πανελλαδικό επίπεδο με θέμα τις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών.

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

1

Εισαγωγή στη Συστημική Προσέγγιση

1.1 Η προβληματική της διασύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ

Η Εκπαίδευση ανέκαθεν ισορροπεί μεταξύ δύο αντίρροπων λειτουργιών: η μία λειτουργία αφορά την εξασφάλιση της συνέχειας της αποκρυσταλλωμένης γνώσης από γενιά σε γενιά, ενώ η άλλη λειτουργία αφορά το αβέβαιο, με την προετοιμασία και τη γνωστική θωράκιση των νέων ανθρώπων για την πορεία προς το άγνωστο. Στην πρώτη λειτουργία η εστίαση είναι στη **συντήρηση**, ενώ στη δεύτερη η εστίαση εντοπίζεται στη **δημιουργικότητα και την πρόοδο**. Και οι δύο αυτές λειτουργίες διαθέτουν τα δικά τους ερμηνευτικά και γνωστικά σχήματα και τις δικές τους παράγωγες συμπεριφορές. Είναι ταυτόχρονα συμπληρωματικές και αντίθετες, αλλά σε κάθε περίπτωση αγγίζουν την ουσία των δραστηριοτήτων που έχουν πυρήνα τη διδασκαλία και τη μάθηση.

Η κοινωνία, η οποία θεμελίωσε την Εκπαίδευση ως το σημαντικότερο δημιούργημά της, απαιτεί την εξασφάλιση της συνέχειας, αλλά επιζητά συγχρόνως τη δημιουργικότητα και την αλλαγή. Ο μόνος περιορισμός είναι ότι η δημιουργικότητα και η αλλαγή θα πρέπει να βασίζονται σε αυτά που είναι ήδη γνωστά και καταληπτά. Θα πρέπει, δηλαδή, να προέλθουν μέσα από τον ίδιον τον συντηρητικό μηχανισμό της συνέχειας. Η συνύπαρξη των δύο αυτών δυνάμεων είναι εμφανής σε κάθε εκπαιδευτικό σύστημα, σχολείο και σχολική τάξη. Ακόμη και υπό αυστηρή κριτική, το βασικό μοντέλο της συνέχειας, αυτό δηλαδή της συμμόρφωσης των νέων ανθρώπων απέναντι σε κάποιο προκαθορισμένο σώμα γνώσης ως τεκμήριο μάθησης, διέπει σχεδόν όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα σε όλες τις βαθμίδες.

Το σχολείο είναι ίσως το πιο ανθεκτικό και άμεσα αναγνωρίσιμο ίδρυμα που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Έχει επιβιώσει μέσα από τις πιο αντίξοες πολιτικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες, ενώ δεν έχει ουσιαστικά αλλάξει μορφή και τρόπο λειτουργίας τα τελευταία 200 χρόνια. Αλλαγές έχουν αναμφισβήτητα γίνει αρκετές, αφορούν όμως τον εκσυγχρονισμό λειτουργικών στοιχείων, όπως κτιρίων, υλικών, υποδομών και διαδικασιών, αφήνοντας άθικτες τις κατά τα άλλα ανθεκτικές μαθησιακές και παιδαγωγικές δομές. Ο πυρήνας του βασικού εκπαιδευτικού μοντέλου ο οποίος θέλει τους μαθητές να συγκεντρώνονται σε έναν ελεγχόμενο χώρο και κά-

ποιον δάσκαλο να τους μεταβιβάζει γνώση και να ελέγχει την ακρίβεια της ενσωμάτωσής της δεν έχει αλλάξει αισθητά.

Η πληθώρα των τεχνολογιών που εισήλθαν στην Εκπαίδευση τα τελευταία 100 χρόνια αναβάθμισαν, χωρίς όμως να αλλάξουν ουσιαστικά τη βασική εκπαιδευτική διαδικασία. Επέφεραν, βέβαια, σημαντικές αλλαγές σε άλλα επίπεδα. Ενδεικτικά αναφέρουμε την καθιέρωση της Εκπαίδευσης ως μαζικού αγαθού και όχι ως προνομίου των λίγων. Για να επιτευχθεί η καθολικοποίηση της Εκπαίδευσης, το σχολείο μοντελοποιήθηκε με βάση το βιομηχανικό πρότυπο της γραμμής παραγωγής. Σειρές μαθητών εκπαιδεύονται ομοιόμορφα με μεταφορά γνώσης, ενώ η απόκλιση από τα προσδοκώμενα αποτελέσματα ελέγχεται με εξεταστικά συστήματα.

Παρά τις κριτικές που υφίσταται, το σχολείο μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένος θεσμός με σημαντικά αποτελέσματα, όπως την εξασφάλιση της μεταφοράς βασικών δεξιοτήτων, την επάνδρωση της κοινωνίας στους κατάλληλους επαγγελματικούς τομείς και τη διατήρηση της απαραίτητης πολιτισμικής και ιστορικής συνέχειας. Παράλληλα, το παραδοσιακό σχολείο έδωσε τη δυνατότητα στην ανθρωπότητα να προοδεύσει, εξασφαλίζοντας το συμπαγές βασικό υπόστρωμα γνώσης και δεξιοτήτων πάνω στο οποίο θεμελιώνεται η νέα παραγόμενη γνώση κάθε εποχής.

Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα είναι το κέντρο όλων των επιτευγμάτων του ανθρώπου και η κινητήριος δύναμη της κοινωνικής και οικονομικής προόδου και ανάπτυξης. Παρά την επιτυχία τους, βρίσκονται σήμερα μπροστά σε πρωτοφανείς προκλήσεις, αλλά και πιέσεις για αλλαγή και μετασχηματισμό. Οι πιέσεις αυτές, που ασκούνται από πολιτικούς, γονείς, επιχειρήσεις, έχουν ως σημείο εστίασης τις σύγχρονες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ζητούμενο από τα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα είναι η πραγματοποίηση μιας ιδεολογικής και λειτουργικής στροφής προς τα σύγχρονα δυναμικά δικτυακά επαγγελματικά περιβάλλοντα. Η πίεση αυτή σε πολλά εκπαιδευτικά συστήματα παίρνει τη μορφή της ριζικής αναμόρφωσης του βασικού παιδαγωγικού μηχανισμού της Εκπαίδευσης, της παραδοσιακής σχολικής τάξης, χωρίς, παρόλα αυτά, να υπάρχει ένα κατασταλαγμένο μοντέλο μιας «**μεταμοντέρνας**» **παιδαγωγικής μονάδας**.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται ένα συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο αυτο-οργανωνόμενης παιδαγωγικής μονάδας: η **παιδαγωγική οντότητα** ή **παιδαγωγική ατομικότητα** (**π – οντότητα**)⁷ που βασίζεται στην έννοια της μαθησιακής συζήτησης⁸ και κινείται στο πλαίσιο της επιστημολογίας της **Πληροφορικής Παιδαγωγικής (Informational Pedagogy)**. Μέσω του μοντέλου αυτού προσλαμβάνεται κατά τρόπο ολιστικό τόσο το τεχνολογικό σύστημα της «παιδαγωγικής μονάδας» όσο και το πλέγμα επικοινωνιών, η οργανωσιακή μάθηση, καθώς και οι μηχανισμοί ελέγχου και ρύθμισης. Επιχειρείται με τον τρόπο αυτόν να εξαλειφθεί η βασική διχοτομία παραδοσιακής - σύγχρονης σχολική τάξης, μια διχοτομία που δημιουργεί το **παράδοξο του Cuban** (Cuban, 2001) για την τεχνολογική συμπεριφορά της σχολικής τάξης⁹.

⁷ Για αναλυτική παρουσίαση της Θεωρίας Συζητήσεων του G. Pask, βλ. Κεφάλαιο 3.

⁸ Η έννοια αναπτύσσεται διεξοδικά στο Κεφάλαιο 3 με την ανάπτυξη της Θεωρίας Συζητήσεων (Pask, 1976).

⁹ Το παράδοξο του Cuban αναφέρεται στην αύξηση της τεχνολογικής πυκνότητας των μερών που αποτελούν την εκπαιδευτική τάξη: μαθητές, εκπαιδευτικοί, υποδομές, με τη σχολική τάξη ως όλον να παραμένει λίγο πολύ αμετάβλητη.

Παράγωγο της πίεσης για τεχνολογική αλλαγή και αναβάθμιση είναι η γέννηση δύο μύθων που πολλές φορές καθοδηγούν τη λήψη αποφάσεων. Ο πρώτος μύθος στηρίζεται στην αντίληψη ότι η τεχνολογική αναβάθμιση των σχολείων αρκεί για να οδηγήσει και σε μετασχηματισμό των μαθησιακών και παιδαγωγικών διαδικασιών. Ο δεύτερος μύθος συνδέει την τεχνολογική αναβάθμιση των σχολείων σχεδόν αποκλειστικά με την υλικότεχνη υποδομή και τον τεχνολογικό εξοπλισμό. Οι δύο αυτοί μύθοι οδηγούν τη σκέψη των πολιτικών οι οποίοι λαμβάνουν τις αποφάσεις τους, υπεραπλουστεύοντας ένα πολύμορφο και πολυδιάστατο ζήτημα. Η εμπειρία υποδεικνύει ότι η αποτελεσματική ενσωμάτωση ενός τεχνολογικού συστήματος σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα είναι μια ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία, η απλούστερη φάση της οποίας είναι η ανάπτυξη των τεχνολογικών υποδομών. Η οργανική συνύπαρξη των ΤΠΕ και των συστημάτων μάθησης, σε όλα τα επίπεδα, απαιτεί τον σχεδιασμό και τη δημιουργία μιας **ανθρωποτεχνολογικής οντότητας** η οποία υπερβαίνει το άθροισμα των συστατικών της, ανθρώπων και τεχνολογίας. Η οντότητα αυτή είναι εν μέρει θέμα πραγμάτευσης στην παρούσα διδακτορική διατριβή. Το οργανικό δέσιμο ανθρώπων και τεχνολογίας είναι πολύ μεγαλύτερη πρόκληση από αυτήν καθαυτήν την ανάπτυξη πληροφοριακών εκπαιδευτικών συστημάτων.

Ο εκπαιδευτικός κατά γενική ομολογία αποτελεί τον κεντρικό συνδετικό κρίκο ΤΠΕ και Εκπαίδευσης¹⁰. Καμία σοβαρή εκπαιδευτική μεταρρύθμιση η οποία στοχεύει στη σύνδεση του σχολείου με τις ΤΠΕ δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την υποστήριξη του εκπαιδευτικού. Καμία σοβαρή σχεδίαση πληροφοριακών συστημάτων για την Εκπαίδευση δεν δύναται να υλοποιηθεί χωρίς ένα ρεαλιστικό και λειτουργικό μοντέλο για τον εκπαιδευτικό. Ωστόσο, πολλές τεχνολογικές παρεμβάσεις στην Εκπαίδευση είτε αγνοούν τον εκπαιδευτικό είτε μοντελοποιούν το προφίλ χρήσης του εκπαιδευτικού με μη ρεαλιστικές προσεγγίσεις, γενικεύσεις και παραδοχές. Αποτέλεσμα είναι να χρεώνεται ο εκπαιδευτικός την αποτυχία των παρεμβάσεων, εισπράττοντας τον χαρακτηρισμό του «τεχνοφοβικού» και «συντηρητικού». Στην ελληνική Εκπαίδευση υπάρχει μια πληθώρα τέτοιων περιπτώσεων. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί η μεγάλη αποτυχία των πολυμέσων τη δεκαετία του '90, η αδυναμία αξιοποίησης των σχολικών δικτύων πέρα από τα μαθήματα Πληροφορικής, η αποσπασματική χρήση του διαδικτύου ως μέσου επικοινωνίας και πρόσληψης πληροφοριών κλπ. Αν και έχουν πραγματοποιηθεί όλες σχεδόν οι επί μέρους ενέργειες, ευρυζωνικές συνδέσεις σε όλα τα σχολεία, πλήρη σχολικά δίκτυα, πανελλήνιο σχολικό δίκτυο με πληθώρα υπηρεσιών, γενική και ειδική επιμόρφωση εκπαιδευτικών, η Πληροφορική στα σχολεία εξυπηρετεί γραφειοκρατικές κυρίως διεκπεραιώσεις και πολύ λίγο εισέρχεται στη σχολική τάξη, για να αλληλεπιδράσει με τον παιδαγωγικό της μηχανισμό. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή δίνεται ιδιαίτερη σημασία σε δύο πολύ σημαντικές παραμέτρους της όλης προβληματικής γύρω από τη σύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης, τη διασύνδεση, δηλαδή, του εκπαιδευτικού με την τεχνολογία και τη δημιουργία εικονικού χώρου αλληλεπίδρασης των τεχνολογικά ενεργοποιημένων εκπαιδευτικών. Στο πλαίσιο αυτό:

- ❖ Δημιουργείται ένα συστημικό μοντέλο για τη διαλεκτική σύνδεση εκπαιδευτικού και τεχνολογίας, με βάση τη μελέτη του φάσματος συμπεριφορών των εκπαιδευτικών που έχουν πραγματοποιήσει την τεχνολογική υπέρβαση με τεχνολογικά αναβαθμισμένες παιδαγωγικές οντότητες

¹⁰ Βλ. Regional guidelines on pedagogy-teacher integration, UNESCO, 2000.

- ❖ Δημιουργείται ένα πρότυπο Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών ως χώρου οργανωσιακής μάθησης και ανταλλαγής ρητής και άρρητης γνώσης σχετικά με την ανάπτυξη μιας σύγχρονης τεχνολογικά ανεπτυγμένης Παιδαγωγικής.

Η βασική πηγή γνώσης για τη σύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης είναι ουσιαστικά τα στατιστικά και συνδυαστικά πειράματα συσχετισμού εξαρτημένων με ανεξάρτητες μεταβλητές. Η μεθοδολογία αυτή, η οποία προέρχεται από την επιστήμη της Ψυχολογίας, χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στην Εκπαίδευση και έχει εμπλουτίσει τη βιβλιογραφία με πληθώρα δημοσιεύσεων αναφορικά με ελεγχόμενα πειράματα τα οποία πραγματοποιούνται σε μικρό σχετικά πληθυσμό μαθητών.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων γενικεύονται με τον έναν ή τον άλλον τρόπο και αποτελούν υλικό που οδηγεί τις πολιτικές παρεμβάσεις. Αποτέλεσμα αυτού του ερευνητικού άξονα είναι η δημιουργία μιας κατακερματισμένης εικόνας αυτού που πραγματικά συμβαίνει στη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης. Πολύ δύσκολα μπορεί κανείς, μελετώντας τις έρευνες αυτές, να παραγάγει ερμηνευτικά σχήματα και καθοδηγητικές αρχές και ακόμη πιο δύσκολα μπορεί να αξιολογήσει αποφάσεις και στρατηγικές. Ο Einstein (1934), αν και συνέβαλε ουσιαστικά στην ανάπτυξη της Κβαντομηχανικής, ποτέ δεν ένωσε άνετα με την περιγραφή του μικρόκοσμου που προσέφερε η στατιστική προσέγγιση της Κβαντομηχανικής. Η πασίγνωστη ρήση του «Ο θεός δεν παίζει ζάρια» εξέφραζε τη δυσαρέσκεια του για την αδυναμία της Φυσικής να δώσει ένα *ερμηνευτικό* σχήμα βασισμένο σε *αρχές* και όχι στην επιτυχημένη κατά τα άλλα στατιστική *περιγραφή*. Στην παρούσα διατριβή επιχειρείται η προσέγγιση της δύσκολης και προβληματικής περιοχής της τεχνολογικής αναμόρφωσης της Εκπαίδευσης, με βάση τις κύριες κατευθυντήριες γραμμές της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης. Στόχος είναι η παραγωγή μιας συγκροτημένης και λειτουργικής ερμηνευτικής¹¹ η οποία να βασίζεται σε βασικές συστημικές - κυβερνητικές αρχές.

1.2 Εισαγωγή στη συστημική προσέγγιση

Η πρώτη περίοδος της συστημικής προσέγγισης χαρακτηρίζεται από προσπάθειες σύνθεσης απομονωμένων ερευνητικών πεδίων με όχημα σκέψης τις αναδυόμενες θεωρίες του von Bertalanffy (1950) πάνω στα ανοιχτά συστήματα και του Bateson (2000) πάνω στην επικοινωνία και τις παθολογίες της. Η πρώτη ίσως συστημική προσέγγιση είναι η Θεωρία Δράσης (Action Theory) του Lewin (1948), η οποία συνδυάζει τις ανθρώπινες σχέσεις και συμπεριφορές με τις ποσοτικές επιστήμες. Μια χαρακτηριστική συστημική προσέγγιση είναι η κοινωνικοτεχνική συστημική προσέγγιση (Trist και Bamforth, 1951· Trist et al., 1963· Emery και Trist, 1965).

Μεθοδολογία	Περιγραφή
System Dynamics (SD), Forrester (1961)	Α) Ο ειδικός διερευνά το σύστημα και συλλέγει στοιχεία Β) Ο ειδικός παράγει το μοντέλο του συστήματος, συνδυάζοντας τα πραγματικά στοιχεία με τη διαίσθηση και την εμπειρία του Γ) Ο ειδικός δοκιμάζει με βάση το μοντέλο του διάφορα σενάρια Ε) Ο ειδικός προτείνει στη διοίκηση το σενάριο που αυτός επιλέγει ως καλύτερο για παρέμβαση

Πίνακας 1-1: Οι βασικές μεθοδολογίες του πρώτου κύματος συστημικής σκέψης

¹¹ Η ερμηνευτική εδώ εκλαμβάνεται με την έννοια της κοινής νοηματικής βάσης.

Μεθοδολογία	Περιγραφή
Viable System Model (VSM), Beer (1959)	<p>A) Ο ειδικός διερευνά το σύστημα και συλλέγει στοιχεία</p> <p>B) Ο ειδικός παράγει ένα μοντέλο - πρότυπο το οποίο βασίζεται στις Αρχές της Βιωσιμότητας της Νευροκυβερνητικής</p> <p>Γ) Ο ειδικός συγκρίνει το μοντέλο - πρότυπο με το μοντέλο του πραγματικού συστήματος</p> <p>Ε) Ο ειδικός εντοπίζει και εισηγείται τις παρεμβάσεις</p>
Action Research (AR), Lewin (1948)	<p>Ο ειδικός εφαρμόζει τροποποιημένη επιστημονική μεθοδολογία δόμησης (κατά Porper) κατάλληλη για εφαρμογή στο κοινωνικό περιβάλλον</p>

Πίνακας 1-1(συνέχεια): Οι βασικές μεθοδολογίες του πρώτου κύματος συστημικής σκέψης

Μεθοδολογία	Περιγραφή
Strategic Assumption Surfacing and Testing (SAST), Mason και Mitroff (1981)	<p>A) Σχηματισμός ομάδας</p> <p>B) Ανάδυση υποθέσεων</p> <p>Γ) Διαλεκτική συζήτηση</p> <p>Δ) Σύνθεση και παραγωγή της παρέμβασης</p>
Soft Systems Methodology (SSM), Checkland (1981)	<p>A) Σχηματισμός ομάδας</p> <p>B) Προσέγγιση του πολύπλοκου και αδόμητου προβλήματος ή συστήματος</p> <p>Γ) Παραγωγή της γενικευμένης εικόνας (Rich Picture)</p> <p>Δ) Εναρμόνιση ή τακτοποίηση της γενικευμένης εικόνας</p> <p>Ε) Παραγωγή νοητικού μοντέλου</p> <p>ΣΤ) Παραγωγή του πλάνου παρέμβασης</p>
Participatory Action Research, Whyte (1991) Action Science, Argyris και Schon (1974, 1985)	<p>Πρόκειται για εκδημοκρατισμένες¹² επιστημονικές μεθοδολογίες της επιχειρησιακής έρευνας με έμφαση στην οργανωσιακή συμπεριφορά και άλλες συμμετοχικές διαδικασίες του ατόμου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην οργανωσιακή μάθηση, την κουλτούρα και τη σύνδεση του ατόμου με την οργάνωση σε συνειδητό ή μη συνειδητό επίπεδο¹³. Ο ειδικός δημιουργεί το μοντέλο του, αλληλεπιδρώντας με τους εμπλεκόμενους και δημιουργώντας μια συνολική βάση γνώσης.</p>
Second Generation System Dynamics (SD) and Systems Thinking (ST), Senge (1990), Sterman (2000)	<p>A) Σχηματισμός ομάδας</p> <p>B) Μοντελοποίηση του προβλήματος ή συστήματος με CLD (Causal Loop Diagrams)</p> <p>Γ) Αναζήτηση αρχετύπων</p> <p>Δ) Παραγωγή πλάνου παρέμβασης</p>

Πίνακας 1-2: Μεθοδολογίες του δεύτερου κύματος συστημικής σκέψης

¹² Η ακριβής έκφραση είναι «seeking to democratize science» (Whyte, 1991).

¹³ Με την έννοια ότι συνειδητό είναι οτιδήποτε συμμετέχει εμφανώς στη λήψη αποφάσεων.

Μεθοδολογία	Περιγραφή
Interactive Planning (IP), Ackoff (1981)	A) Σχηματισμός ομάδας B) Κατασκευή του ιδανικού ιδεατού συστήματος Γ) Σύγκριση του πραγματικού με το ιδεατό σύστημα Δ) Παραγωγή του πλάνου παρέμβασης
Design and Control Systemic Methodology (DCSYM), Assimakopoulos (1985)	A) Σχηματισμός ομάδας B) Δόμηση του συστήματος ή του προβλήματος με διαγράμματα DCSYM Γ) Αξιολόγηση της παραγόμενης δομής και διερεύνηση σεναρίων Δ) Παραγωγή πλάνου παρέμβασης
Cognitive mapping (Cmap), Eden (1988)	Μεθοδολογία δόμησης όπου το άτομο με τη βοήθεια ειδικού εκπαιδευτή ή ειδικού λογισμικού επιχειρεί να προκαλέσει αντανάκλαση του γνωστικού του συστήματος και να δοκιμάσει τις παραδοχές του.
Strategic Options Development and Analysis (SODA), Eden (1989)	Αποτελεί παρόμοια προσέγγιση με τη γνωστική χαρτογράφηση με τη διαφορά ότι εφαρμόζεται σε ομάδα αντί για άτομο.
Strategic Choice, Friend και Hickling (1987)	Η μεθοδολογία των στρατηγικών επιλογών εφαρμόζεται με βάση το υπόδειγμα των εργαστηρίων (Workshop). Η προβληματική κατάσταση μελετάται υπό το πρίσμα τριών μορφών αβεβαιότητας: αβεβαιότητα σχετιζόμενη με το περιβάλλον εργασίας η οποία αντιμετωπίζεται με ποσοτικές μεθόδους, αβεβαιότητα σχετικά με τις αξίες η οποία αντιμετωπίζεται μέσω της διερεύνησης κατανομής ισχύος, και αβεβαιότητα σχετικά με τα πεδία αποφάσεων. Με την εξέταση των τριών αυτών ειδών αβεβαιότητας παράγεται η καταλληλότερη διαδρομή δράσης.

Πίνακας 1-2 (συνέχεια): Μεθοδολογίες του δεύτερου κύματος συστημικής σκέψης

Στο πρώτο κύμα της συστημικής προσέγγισης (Πίνακας 1-1) ανήκει και η **Επιχειρησιακή Έρευνα** η οποία έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στη δομημένη μαθηματική μοντελοποίηση με τεχνικές οι οποίες αναπτύχθηκαν τις δεκαετίες του '50 και '60. Οι τέσσερις βασικές κατευθύνσεις της Επιχειρησιακής Έρευνας είναι η **Συστημική Δυναμική (System Dynamics)** (Forrester, 1961), μια τεχνική μοντελοποίησης της ανάδρομης συμπεριφοράς, η **Μηχανική Συστημάτων (Systems Engineering)** (Hall, 1962· Jenkins, 1969), η **Συστημική Ανάλυση** (Quade και Boucher, 1968· Ortner, 1973), που ασχολείται με ανάλυση κόστους και πολλαπλά σενάρια, και το **Μοντέλο Βιώσιμων Συστημάτων** (Beer, 1959), το οποίο, βασισμένο σε αρχές της Κυβερνητικής, διευκολύνει τη διάγνωση δομικών και λειτουργικών προβλημάτων σε επιχειρήσεις.

Η βασική κατεύθυνση του πρώτου κύματος της συστημικής προσέγγισης ήταν η επικέντρωση στην κατασκευή μοντέλων της πραγματικότητας βασισμένων σε ένα μίγμα ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, με **έμφαση στα ποσοτικά δεδομένα**. Στο πλαίσιο της συστημικής προσέγγισης του πρώτου κύματος, οι ερμηνευτικές και οι παρεμβατικές προσπάθειες χαρακτηρίζονται από την κυριαρχία των **ειδικών συστημικών αναλυτών**. Οι συστημικοί αναλυτές δημιουργούν προσεγγίσεις βασισμένοι τόσο στις ικανότητές τους για διείσδυση στην πολυπλοκότητα όσο και στα

μαθηματικά εργαλεία που διαθέτουν (Churchman, 1970· Ackoff, 1981· Checkland, 1981).

Πολλοί μελετητές ισχυρίζονται ότι τόσο οι ερμηνευτικές όσο και οι παρεμβάσεις του πρώτου κύματος έχουν ισχυρές πολώσεις προς την εκάστοτε εξουσία, διατηρώντας και ενισχύοντας την κουλτούρα του ειδικού (culture of expertise).

Στη δεύτερη περίοδο (Πίνακας 1-2), έχουμε μια σημαντική μεταστροφή παραδείγματος που επηρέασε βαθιά τη μορφή της συστημικής προσέγγισης. Σε αυτήν την περίοδο της συστημικής προσέγγισης, τα συστήματα **δεν αποτελούν πλέον πραγματικές ποσοτικές οντότητες**, αλλά **γνωστικές οντότητες** που δημιουργούνται με στόχο την καθοδήγηση της **διαλεκτικής** των εμπλεκόμενων, στο πλαίσιο της συστημικής προσέγγισης. Το ερευνητικό ενδιαφέρον μετατοπίζεται από την ποσοτική περιγραφή και τη δόμηση των συστημάτων στη δημιουργία των κατάλληλων **διαλογικών περιβαλλόντων** και των αντίστοιχων μεθοδολογιών, όπου οι διάφοροι εμπλεκόμενοι πράκτορες θα πραγματευτούν τις οροθετικές και αξιολογικές κρίσεις με στόχο την παραγωγή συγκλινουσών ερμηνευτικών και παρεμβατικών οντολογιών.

Οι τρεις εποχές της συστημικής προσέγγισης (Πίνακας 1-3) προήλθαν από την επέκταση της βάσης των ενεργών περιοχών¹⁴ οι οποίες έμπαιναν στο στόχαστρο της συστημικής προσέγγισης. Αρχικά, η βασική εστίαση αφορούσε τα ποσοτικά πολυπαραμετρικά συστήματα, για παράδειγμα τα συστήματα παραγωγής. Τα συστήματα αυτά, αν και ποσοτικά, είχαν έντονα συστημικά στοιχεία κυρίως λόγω των κύκλων ανάδρασης που ήταν ενσωματωμένοι τόσο βαθιά στη δομή τους, ώστε να είναι ουσιαστικά αόρατοι. Οι ανάδρομοι αυτοί κύκλοι ήταν υπεύθυνοι για πληθώρα ακατανόητων (με βάση το μηχανιστικό πρότυπο) συμπεριφορών. Η δουλειά του συστημικού ερευνητή ήταν η μοντελοποίηση και η τροποποίηση αυτών των συστημικών δομών, ώστε να προκύπτουν οι επιθυμητές συμπεριφορές. Με βάση την Κυβερνητική, η οποία αναπτύσσεται στο δεύτερο κεφάλαιο, η ουσία της συστημικής προσέγγισης του πρώτου κύματος ήταν η **ρύθμιση** των συστημάτων. Στο δεύτερο κύμα η συστημική προσέγγιση εστίασε σε πιο πολύπλοκα προβλήματα. Η πηγή πολυπλοκότητας δεν ήταν ποσοτικής, αλλά γνωστικής φύσης.

Διαφορετικοί εμπλεκόμενοι - πράκτορες έβλεπαν ουσιαστικά διαφορετικά συστήματα αναφορικά με την ίδια ενεργό περιοχή. Προβλήματα, όπως η διαφοροποίηση δραστηριοτήτων, η ενσωμάτωση νέων συστημάτων στα ήδη υπάρχοντα, η επέκταση ή αναδιαμόρφωση των δραστηριοτήτων, αποτελούν πολύπλοκα ζητήματα τα οποία έχουν πολύ διαφορετικές γνωστικές αναπαραστάσεις για τους διάφορους εμπλεκόμενους - πράκτορες.

Η συστημική προσέγγιση επικεντρώνει την προσοχή της στη γνωστική σύγκλιση των εμπλεκόμενων - πρακτόρων προς μια συμφωνημένη οντολογική κατασκευή η οποία αποτελεί το «σύστημα». Υπό την έννοια αυτή, ο ρόλος του συστημικού ερευνητή αλλάζει. Από ειδικός στην ποσοτική αποτύπωση των συστημάτων μετασχηματίζεται σε ενορχηστρωτή μιας διαλεκτικής γνωστικής διαδικασίας. Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η παραγωγή του γνωστικού υποβάθρου το οποίο θα υποστηρίξει τη γνωστική σύγκλιση προς την **παρέμβαση**.

¹⁴ «Active regions», ορολογία του Klir (1991) για την περιγραφή περιοχών της πραγματικότητας.

	Α' κύμα	Β' κύμα	Γ' κύμα
Βασική εστίαση	Ποσοτική μοντελοποίηση	Ποσοτική μοντελοποίηση+ Γνωστική σύγκλιση	Ποσοτική μοντελοποίηση + Γνωστική σύγκλιση + Κοινωνική συνοχή (Ζητήματα ισχύος)
Συστήματα	Πραγματικές οντότητες	Γνωστικές οντότητες	Κοινωνικές οντότητες
Συστημικός Ερευνητής	Ειδικός που θα μοντελοποιήσει το σύστημα και θα σχεδιάσει την προσέγγιση	Ειδικός που θα οργανώσει το διαλεκτικό περιβάλλον της προσέγγισης	Ειδικός που θα σχεδιάσει την πολυμεθοδολογία και το διαλεκτικό περιβάλλον της προσέγγισης
Συστημική Προσέγγιση	Κυρίως ποσοτική ανάλυση με κοινωνικά στοιχεία	Διαλεκτική σύνθεση των διαφορετικών οροθετικών και αξιολογικών κρίσεων	Πρωτίστως συσχετισμός δυνάμεων
Αντοχή στην πολυπλοκότητα	Ημιδομημένα προβλήματα και συστήματα με έντονα τα ποσοτικά στοιχεία	Δύστροπα συστήματα και προβλήματα, κυκλώνες με έντονα τα κοινωνικά στοιχεία	Δύστροπα προβλήματα με έντονους συσχετισμούς ισχύος
Ζητήματα ισχύος	Διατήρηση της κατανομής ισχύος με πόλωση προς τον ισχυρότερο	Υποβάθμιση του ρόλου της κατανομής ισχύος με μικρή σχετικά ενσωμάτωση στα διαλεκτικά στοιχεία	Πλήρης ενσωμάτωση των στοιχείων ισχύος στην προσέγγιση
Βασικοί εκπρόσωποι	Forrester (1961), Bertalanffy (1968), First Order Cybernetics, Beer(1969)	Churchman (1979), Ackoff (1981), Checkland (1981), Second Order Cybernetics, Argyris (1974), Yolles (2006)	Mingers (1980), Midgley (2000), Jackson (1991), Ulrich (1983), Flood (1991)
Βασικές Μεθοδολογίες	System Dynamics, Viable System Model, Action Research, Socio-Technical Systems Thinking	SAST, Systems Thinking, DCSYM, SSM, Interactive Planning, Participative Action Research	Critical Systems Heuristics (CSH)
Στόχος	Ρύθμιση	Γνωστική σύγκλιση	Κοινωνική συνοχή
Γνωσιολογικά ενδιαφέροντα του Habermas	Τεχνικό	Πρακτικό	Απελευθερωτικό
Είδος προβλήματος Jackson (1987)	Συμφωνημένα όρια	Μη συμφωνημένα όρια Αμελητέα ζητήματα ισχύος	Μη συμφωνημένα όρια Σοβαρά ζητήματα ισχύος
Βασικά εργαλεία	Μεθοδολογίες μοντελοποίησης	Διαλεκτικές μεθοδολογίες	Πολυμεθοδολογίες
Χαρακτηρισμός	Hard (Σκληρά)	Soft (Ήπια)	

Πίνακας 1-3: Συγκριτικός πίνακας των τριών κυμάτων συστημικής σκέψης

Το τρίτο κύμα της συστημικής προσέγγισης δεν διαφοροποιείται ουσιαστικά από τη διαλεκτική φιλοσοφία του δευτέρου. Εισάγει, όμως, στοιχεία σχετικά με την κατανομή ισχύος τα οποία απουσιάζουν από το δεύτερο κύμα. Το δεύτερο κύμα συστημικής προσέγγισης προϋποθέτει την **ύπαρξη κοινωνικής συνοχής** και **γνωστικής διαφοροποίησης**. Μπροστά στο πρόβλημα, οι διάφορες κοινωνικές παρατάξεις αγνοούν τα ζητήματα ισχύος που τις διαχωρίζουν και επικεντρώνονται στη διαλεκτική που θα δώσει την καλύτερη και ευρύτερη γνωστική αντανάκλαση.

Ζητήματα ισχύος τίθενται, βέβαια, αλλά μόνο στη βάση που επηρεάζουν αυτήν καθ'αυτήν τη διαδικασία της γνωστικής σύγκλισης. Το τρίτο κύμα συστημικής προσέγγισης αναφέρεται σε πολύ πιο δύσκολα προβλήματα όπου δεν έχει επιτευχθεί η απαραίτητη συνοχή σε βαθμό, ώστε να ενεργοποιηθεί η διαδικασία της γνωστικής σύγκλισης. Το σημείο εστίασης του τρίτου κύματος είναι η προβληματική **κοινωνική συνοχή**. Σχετικά με τις μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του δεύτερου κύματος της συστημικής προσέγγισης, είναι εμφανής η στροφή προς τη συμμετοχικότητα. Η συμμετοχικότητα αποτελεί βασική αρχή παραγωγής των απαιτούμενων οντολογιών που θα πλαισιώσουν την παρέμβαση, αποκλίνοντας με τον τρόπο αυτό από την προσέγγιση του «ειδικού». Μια προσεκτική σύγκριση δίνει την εικόνα της μετάβασης από τις μεθοδολογίες δόμησης σε μεθοδολογίες διαλεκτικής σύγκλισης.

Το τρίτο κύμα της συστημικής προσέγγισης (Πίνακας 1-4) έρχεται να εδραιώσει τη διαλεκτική φύση της διαδικασίας δημιουργίας των οντολογιών της συστημικής παρέμβασης. Διαφέρει, ωστόσο, γιατί επιχειρεί να αποκλίνει από τις σημαντικές αδυναμίες των διαλογικών συστημάτων αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουν ζητήματα ισχύος μεταξύ των πρακτόρων που συμμετέχουν στο διαλεκτικό σύστημα. Οι Mingers (1980) και Jackson (1982) ισχυρίζονται ότι στις ατζέντες των διαλεκτικών μεθοδολογιών οι οροθετικές κρίσεις είναι γενικά πολύ περιορισμένες, αφήνοντας έξω γενικότερες ανισότητες και κοινωνικές στρεβλώσεις, ωθώντας με τον τρόπο αυτόν τον διάλογο προς την πλευρά της ρύθμισης του πιο αδύναμου από τον ισχυρότερο (που συνήθως χρηματοδοτεί και την παρέμβαση).

Μεθοδολογία	Περιγραφή
<p>Critical Systems Thinking Jackson (2000), Flood (1990), Midgley (2000)</p> <p>Critical System Heuristics, Ulrich (1983)</p>	<p>Εκφράζει όχι τόσο μια μεθοδολογία, αλλά μια κριτική στροφή απέναντι στο πρώτο και δεύτερο κύμα συστημικής προσέγγισης.</p> <p>Τα κριτικά συστημικά ευρεστικά αναφέρονται στην κριτική αντιμετώπιση των οροθετικών κρίσεων των σχεδιαστών. Όσοι επηρεάζονται από τον σχεδιασμό αλλαγών θα πρέπει να επιδιώκουν συμφωνίες σχετικά με τις βασικές παραδοχές πάνω στις οποίες στηρίζεται ο σχεδιασμός. Όταν οι σχεδιαστές αποφεύγουν τον διάλογο, οι επηρεαζόμενοι έχουν το δικαίωμα πολιτικής πίεσης απέναντι στους σχεδιαστές.</p>

Πίνακας 1-4: Μεθοδολογίες τρίτου κύματος συστημικής σκέψης

Έχοντας υπόψη και τα τρία κύματα συστημικής προσέγγισης, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τα τρία κριτήρια του Habermas (1972), για να αποδοθούν τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημικών ερμηνευτικών και παρεμβατικών οντολογιών:

A) Να παρέχουν τεχνικό ενδιαφέρον, να δίνουν δηλαδή τη δυνατότητα ερμηνείας και πρόβλεψης του άμεσου και ευρύτερου περιβάλλοντος

B) Να παρέχουν πρακτικό ενδιαφέρον, να θέτουν δηλαδή βάσεις για αμοιβαία επικοινωνία και γνωστική αντανάκλαση μεταξύ των ατόμων

Γ) Να λειτουργούν απελευθερωτικά και όχι δεσμευτικά απέναντι σε στερεότυπα, προκαταλήψεις, ιδεολογικούς φραγμούς και πόλους εξουσίας και ισχύος.

Αντανακλώντας τα τρία κριτήρια του Habermas (1972) στα τρία κύματα συστημικής προσέγγισης, είναι εμφανές ότι το πρώτο κύμα εστιάζει στο τεχνικό ενδιαφέρον, το δεύτερο κύμα στο πρακτικό ενδιαφέρον, ενώ το τρίτο κύμα επιχειρεί να λειτουργήσει απελευθερωτικά σε καταστάσεις σύγκρουσης ισχύος. Σύμφωνα με τον Habermas (1972), υπάρχουν δύο θεμελιώδεις συνθήκες που υποστυλώνουν την κοινωνική υπόσταση των ανθρώπων: η εργασία και η αλληλεπίδραση. Η εργασία επιτρέπει στους ανθρώπους να πετυχαίνουν στόχους. Ο προσανατολισμός στην επίτευξη στόχων οδηγεί τα άτομα στο να έχουν **τεχνικό ενδιαφέρον** στην πρόβλεψη και τον έλεγχο των φυσικών και κοινωνικών γεγονότων. Η αλληλεπίδραση έχει για τον άνθρωπο **πρακτικό ενδιαφέρον**, μιας και εκφράζει τη δυνατότητα αύξησης της συλλογικής αντίληψης και κατανόησης, πράγμα το οποίο και εγγυάται την αναπαραγωγή της κοινωνικής ζωής. Η κατανομή ισχύος είναι σε θέση να προκαλέσει διαταραχές στις αλληλεπιδράσεις των ανθρώπων, οδηγώντας στην ανάγκη υιοθέτησης ορθολογιστικών συστημάτων διανομής εξουσίας, όπως είναι η δημοκρατία. Ο Habermas (1972) θεωρεί ότι απέναντι στην εξουσία οι άνθρωποι αναπτύσσουν ένα έντονο **ενδιαφέρον** αναφορικά με την απελευθέρωσή τους από τους δεσμούς που δημιουργεί η κατανομή εξουσίας.

1.2.1 Επιχειρησιακή Έρευνα Ανάπτυξης Κοινοτήτων (Community Operational Research)

Η Κοινοτική Επιχειρησιακή Έρευνα ασχολείται με την εφαρμογή παρεμβάσεων με στόχο την ανάπτυξη και τη βελτίωση των ανθρώπινων Κοινοτήτων. Η Επιχειρησιακή Έρευνα σε επίπεδο Κοινοτήτων οφείλει να είναι συστημική, ώστε να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα ανάπτυξης ανεπιθύμητων παρενεργειών κατά την παρέμβαση. Η Κοινοτική Επιχειρησιακή Έρευνα ως συστημική προσέγγιση θα πρέπει να βασίζεται σε μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη μεθόδων, ώστε να είναι δυνατή η δημιουργική σύνθεση πολυμεθοδολογιών ικανών να διαχειριστούν την πολυπλοκότητα που αναπτύσσεται κατά την παρέμβαση. Ο όρος «Επιχειρησιακή Έρευνα Ανάπτυξης Κοινοτήτων» επινοήθηκε από τον Rosenhead (1986), προκειμένου να εκφράσει την αναδυόμενη τάση των επιχειρησιακών ερευνητών να μεταφέρουν την τεχνογνωσία τους από παρεμβάσεις και προσεγγίσεις σε επίπεδο επιχειρήσεων και δημοσίου τομέα, σε παρεμβάσεις σε κοινωνικό επίπεδο μέσω των Κοινοτήτων. Με τον τρόπο αυτόν, οι ευρύτερες κοινωνικές αλλαγές περνούν πρώτα από το επίπεδο των Κοινοτήτων. Οι Κοινότητες (Communities / Collectives) αποτελούν σημαντικές κοινωνικές δομές με αρκετά μεγάλη ποικιλία:

- *Κοινότητες εθελοντών για κοινωφελή δράση*

- Κοινότητες επαγγελματιών
- Κοινότητες ανθρώπων με κοινά ενδιαφέροντα
- Τοπικές ηγεσίες
- Ομάδες πολλών πρακτόρων (*Multi-agency groups*)
- Ομάδες ειδικού ενδιαφέροντος (*SIGS*)
- Κοινότητες μάθησης

Στην παρούσα διατριβή δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών και μάλιστα σε αυτές που δραστηριοποιούνται στην προώθηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, καθώς οι Κοινότητες αυτές αποτελούν ζωτικά υποσυστήματα του ευρύτερου εκπαιδευτικού συστήματος της χώρας μας. Λειτουργούν με έντονα στοιχεία αυτοοργάνωσης και αυτοποίησης¹⁵, διατηρώντας πάντα σχέσεις αλληλεπίδρασης και εξάρτησης με τα ανώτερα οικοσυστήματα.

1.3 Η βασική επιστημολογική υπέρβαση: από τη ντετερμινιστική στη συστημική προσέγγιση

Η προσέγγιση μέσα από το ολιστικό - συστημικό πρίσμα της προβληματικής που αναπτύχθηκε στην παράγραφο 1-1 απαιτεί την πραγματοποίηση της υπέρβασης από τη ντετερμινιστική σκέψη στη συστημική σκέψη. Σε αυτήν την παράγραφο θα περιγραφούν τα βασικά βήματα αυτής της υπέρβασης.

Κατά τον Midgley (2000), όλοι σχεδόν οι σύγχρονοι φιλόσοφοι συμφωνούν σε μια πολύ γενική αρχή ή μάλλον στο γενικό τρίπτυχο «πραγματικότητα - γλώσσα - γνώση». Η πραγματικότητα υπάρχει, αλλά θα παραμείνει μάλλον ακατάληπτη (Kant, 1787· Wittgenstein, 1953), ενώ η γλώσσα χρησιμοποιείται για τη γνωστική αποτύπωση της **πραγματικότητας**. Η δομή του τρίπτυχου «πραγματικότητα - γλώσσα - γνώση» αποτελεί και την ιδιαίτερη ταυτότητα της κάθε επιστήμης: κάθε επιστήμη εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο πεδίο πραγματικότητας και χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό από γλώσσες L_i ¹⁶, για να δημιουργήσει συγκροτημένες γνωστικές δομές.

Η Συστημική επιστήμη έρχεται να προτείνει ένα πλαίσιο ενοποίησης των διαφορετικών τριπτύχων «πραγματικότητα, γλώσσα, γνώση» και να δημιουργήσει ένα πεδίο **συνδυαστικών πραγματικοτήτων** (Maturana και Varela, 1992), το οποίο θα είναι σε θέση να προσεγγίσει αποτελεσματικότερα το φιλοσοφικό πρόβλημα της αντικειμενικότητας. Σε επίπεδο επιστημολογίας, η Συστημική επιστήμη επιχειρεί να διευρύνει την κραταιά προσέγγιση του *νευτώνειου ντετερμινισμού* ως αποκλειστικού μέσου γνωστικής αντίληψης της πραγματικότητας με τη **συστημική προσέγγιση**¹⁷. Η συστημική προσέγγιση αφορά όλες τις διαδικασίες και τους μηχανισμούς μετατροπής μιας ενεργού περιοχής της πραγματικότητας σε μια γνωστική κατασκευή, ένα γνωστικό μοντέλο: **το σύστημα**.

¹⁵ Η έννοια της αυτοποίησης εδώ σημαίνει ότι το εκπαιδευτικό σύστημα γίνεται αντιληπτό ως αποτέλεσμα - προϊόν της ίδιας του της οργάνωσης. Ως οργάνωση αντιλαμβανόμαστε τις σχέσεις που ορίζουν ένα σύστημα ως μονάδα και καθορίζουν τη δυναμική των αλληλεπιδράσεων και των μετασχηματισμών που μπορεί να υποστεί ως μονάδα (ειδικότερα για τα έμβια συστήματα, βλ. Maturana και Varela, 1992).

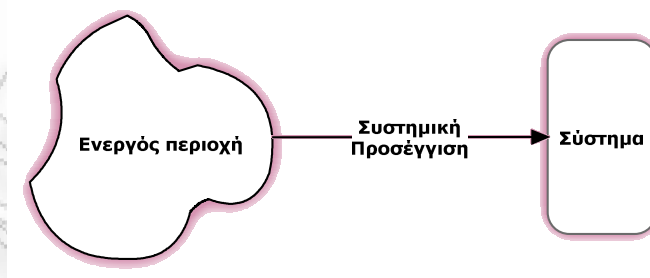
¹⁶ Βλ. και Κεφάλαιο 3 για αναλυτική παρουσίαση της Θεωρίας Συζητήσεων του G. Pask (1976).

¹⁷ Χρησιμοποιούμε την έννοια «συστημική προσέγγιση», για να συμπεριλάβουμε την έκφραση «Systems Thinking».

Απαιτείται, βέβαια, η αποδέσμευση της έννοιας του συστήματος από το επίπεδο της φυσικής μεταγλώσσας L^* , όπου είναι κοινότοπη έννοια, και η μεταφορά στο επίπεδο L_i , όπου της αποδίδεται η αυστηρή επιστημονική και γνωστική της διάσταση. Οι (λίγοι) πολέμιοι της συστημικής προσέγγισης βασίζονται στο σκεπτικό ότι τα πάντα είναι συστήματα, οπότε η έννοια «σύστημα» είναι τετριμμένη και επομένως μη χρηστική. Η απάντηση έρχεται από τον Pask (1976), ο οποίος ισχυρίζεται ότι το σύστημα στη συστημική προσέγγιση έχει την έννοια της *γνωστικής κατασκευής* η οποία προκύπτει ως προϊόν κάποιας μεθοδικής συστημικής προσέγγισης. Επομένως, η συστημική επιστήμη παρουσιάζει τρόπους κατασκευής **λειτουργικών συστημάτων** ως **λειτουργικών γνωστικών δομών**. Σε όλη την έκταση της παρούσας διατριβής επιχειρείται η χρήση της έννοιας «σύστημα» με το περιεχόμενο που της έδωσε ο Pask (1976).

Για να εκφραστεί το πραγματικό ισοδύναμο του συστήματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η έννοια «**ενεργός περιοχή**» του Klir (1991). Η συστημική προσέγγιση είναι μια δημιουργική σύνθεση η οποία πραγματοποιείται από έναν εμπλεκόμενο ή μια ομάδα εμπλεκομένων και αφορά συγκεκριμένη ενεργό περιοχή της πραγματικότητας. Στόχος είναι η παραγωγή ενός όσο το δυνατόν πληρέστερου ισομορφισμού ενεργού περιοχής – συστήματος γνώσης (Εικόνα 1-1). Σύμφωνα με τον Midgley (2000), η συστημική προσέγγιση οφείλει να είναι ο βασικός «μηχανισμός» παραγωγής γνώσης τον 21^ο αιώνα.

Στην επιστημολογία της συστημικής επιστήμης έρχεται να προστεθεί η έννοια της «**παρέμβασης**» ως αντικατάσταση της έννοιας «**αντικειμενική παρατήρηση**». Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Midgley (2000), το σχήμα «*μηχανισμός, αντικειμενική παρατήρηση, παρατηρητής*» αντικαθίσταται στη συστημική επιστήμη από το ενοποιημένο σχήμα «*συστημική προσέγγιση, συστημική παρέμβαση*». Ισοδύναμος μετασχηματισμός θα μπορούσε να θεωρηθεί ο μετασχηματισμός από το «*υποκείμενο, αντικείμενο*» στο «*διαδικασίες, περιεχόμενο*».



Εικόνα 1-1: Μετατροπή της ενεργού περιοχής σε σύστημα

Μια άλλη επιστημολογική διαφοροποίηση της συστημικής επιστήμης είναι επέκταση των εννοιών «**μέθοδος** και **μεθοδολογία**». Η συστημική θεώρηση δεν μιλά για *μία* μέθοδο και *μία* μεθοδολογία, αλλά για «**μεθοδολογικό πλουραλισμό**» (**Methodological Pluralism**) και **πολυμεθοδολογίες**.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται εμφανές το κεντρικό θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας διατριβής ως δημιουργία και εφαρμογή μιας συστημικής προσέγγισης η οποία στοχεύει στο τεχνικό - τεχνολογικό - πληροφοριακό μέρος της Εκπαίδευσης με κύριο πεδίο εφαρμογής τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Στην παρούσα εργασία θεμελιώνεται η **Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως συστημική - κυβερνητική προ-**

σέγγιση, ικανή να παρέχει ολιστικά και διαλεκτικά επίπεδα ερμηνευτικής και σχεδιασμού εκπαιδευτικών τεχνολογικών και πληροφοριακών συστημάτων. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική αποτελεί μια πρόταση προς την επιστημολογία της τεχνολογικής Παιδαγωγικής (ICT Pedagogy), της δημιουργικής διασύνδεσης του παιδαγωγικού μηχανισμού της Εκπαίδευσης με την τεχνολογία.

Σε μια πρώτη μοντελοποίηση είναι δυνατόν να θεωρήσει κανείς ότι η Εκπαίδευση αποτελείται από τέσσερις βασικούς πυλώνες, **το Αναλυτικό Πρόγραμμα, την παιδαγωγική, την εκπαιδευτική έρευνα** και την **εκπαιδευτική φιλοσοφία**. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα, το οποίο δημιουργείται στη βάση κάποιας ταξινόμιας, όπως η ταξινόμια του Bloom, περιέχει περιγραφή του μίγματος γνώσεων, ικανοτήτων και δεξιοτήτων που θα πρέπει να μεταβιβαστεί στη νέα γενιά ανάλογα με τις κοινωνικές απαιτήσεις. Η παιδαγωγική περιλαμβάνει το σύνολο των τεχνικών, τεχνολογιών, μεθόδων και μεθοδολογιών που θα χρησιμοποιηθούν για την επιτυχημένη μεταφορά του Αναλυτικού Προγράμματος, όπως επίσης και την ενεργοποίηση των δημιουργικών δυνατοτήτων των μαθητών - φοιτητών, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανανέωση και η πρόοδος. Η εκπαιδευτική έρευνα αναλαμβάνει να δημιουργήσει τη γνώση εκείνη η οποία και θα καθοδηγήσει τη λήψη πολιτικών αποφάσεων πάνω στη διαμόρφωση του Αναλυτικού Προγράμματος και της παιδαγωγικής, ενώ η εκπαιδευτική φιλοσοφία αναλαμβάνει να παραγάγει τις βασικές και διαχρονικές αξίες που θα πρέπει να συντονίζουν και να καθοδηγούν το σύνολο των ανθρωπίνων προσπαθειών που καλύπτονται από το πεδίο της Εκπαίδευσης. Διαπιστώνεται εύκολα ότι η παιδαγωγική αποτελεί το επιχειρησιακό τμήμα της Εκπαίδευσης. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική επιχειρεί, στη βάση αυτή, τη συστημική μοντελοποίηση της παιδαγωγικής και μάλιστα δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνική - τεχνολογική πλευρά της.

Η συστημική προσέγγιση διαμορφώθηκε, όταν κυρίως οι Βιολόγοι, οι Φυσικοί και οι Χημικοί προσπάθησαν να μειώσουν στο ελάχιστο τις δυσκολίες κατανόησης των αντικειμένων έρευνάς τους, υπερβαίνοντας την πολυπλοκότητα που τα χαρακτηρίζει. Ο καταλληλότερος τρόπος για ένα τέτοιο εγχείρημα ήταν, στη βάση της αναλυτικής σκέψης, να εντοπίσουν τις μονάδες (units) που συνιστούσαν τα αντικείμενα των ερευνών τους. Αυτή, όμως, η διαδικασία δεν ήταν αρκετή, για να συστηματοποιήσουν τις ανακαλύψεις τους. Χρειαζόταν ακόμα να διαφοροποιήσουν τη συστημική από τη μοναδιαία ή ατομική δράση. Αυτό έγινε, όταν κατανόησαν ότι οι ιδιότητες του συνόλου δεν ήταν αντίστοιχες του αθροίσματος των ιδιοτήτων των μερών που απάρτιζαν το συγκεκριμένο σύνολο. Η διαπίστωση αυτή τους οδήγησε στην ανακάλυψη των νόμων και των ιδιοτήτων που διέπουν κάθε επίπεδο δράσης μέσα στο ίδιο σύστημα. Με τον τρόπο αυτό άρχισε, αργά αλλά σταθερά, να συστηματοποιείται η κατανόηση των μεγάλων πλεονεκτημάτων που προσέφερε στην επιστημονική έρευνα η συστημική σκέψη.

Το πέρασμα, όμως, στη συστημική προσέγγιση απαιτεί τη μελέτη των σημείων διαφοροποίησης από τη ντετερμινιστική - μηχανιστική προσέγγιση.

1.3.1 Σημείο 1: Μηχανισμός, αναγωγισμός και συστημική παρέμβαση

Η έννοια του **μηχανισμού** κρύβει την πεποίθηση ότι οι ενεργές περιοχές της πραγματικότητας είναι ενδογενώς καταληπτές από έναν εξωτερικό παρατηρητή, συνήθως μέσω μεθοδολογιών, οι οποίες βασίζονται στον αναγωγισμό (reductionism). Ο παρατηρητής, αξιοποιώντας κάποια σαφή επιστημονική μεθοδολογία, συνθέτει την

απαραίτητη γνώση, ώστε να δημιουργήσει έναν ακριβή μετασχηματισμό, έναν μηχανισμό ο οποίος να περιγράφει την ενεργό περιοχή λίγο πολύ με ακρίβεια (Popper, 1959). Η δημιουργία του μηχανισμού αυτού απαιτεί αυστηρή, αμερόληπτη και αξιόπιστη παρατήρηση και ολοκληρώνεται με τη συγκρότηση αντικειμενικής γνώσης. Τα επίπεδα κατανόησης της ενεργού περιοχής αυξάνονται με την αύξηση της γνώσης και την τελειοποίηση του μηχανισμού. Η παραπάνω επιστημονική θεώρηση της πραγματικότητας είναι ενδογενές χαρακτηριστικό του τρόπου σκέψης πολλών επιστημών και των πρακτικών που συναντά κανείς σε αρκετά επιστημονικά πεδία. Αποτελεί δε βασικό μηχανισμό παραγωγής γνώσης και στην Εκπαίδευση.

Η συστημική προσέγγιση, από την άλλη μεριά, έχει να αντιπαραβάλει την έννοια των **ενδογενώς ακατάληπτων** ενεργών περιοχών. Υπάρχουν ενεργές περιοχές της πραγματικότητας για τις οποίες **δεν μπορούμε** να κατασκευάσουμε ποτέ έναν ακριβή και πλήρη μηχανισμό. Υπάρχει βέβαια αρκετή διαμάχη σχετικά με το αν η παραπάνω αδυναμία είναι στην πραγματικότητα ενδογενής αδυναμία της ενεργού περιοχής ή του γνωστικού συστήματος του ανθρώπου (Fitzgerald, 1999), αλλά, όπως και να έχει, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο.

Η υπονόμηση της δύναμης του ντετερμινιστικού μηχανισμού οδήγησε σε μετασχηματισμό αρκετές επιστήμες, όπως τη Φυσική με τη Θεωρία της Κβαντομηχανικής, τη Βιολογία με την αναθεωρημένη Θεωρία της Εξέλιξης και την Ψυχολογία με την κοινωνικογνωστική οικοδόμηση της γνώσης.

Η συστημική προσέγγιση, η οποία αναπτύχθηκε κυρίως κατά το τέλος του 20^{ου} αιώνα, έρχεται να προσφέρει έναν σημαντικό αριθμό εναλλακτικών νοητικών εργαλείων τα οποία είναι σε θέση να αλληλοσυνδυάζονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργούν μια νέα μορφή οντολογικών κατασκευών, τα **συστήματα**. Τα συστήματα δεν είναι αποκλειστικά και μόνο μηχανισμοί, αν και ενδέχεται να περιέχουν μηχανισμούς. Πρόκειται περισσότερο για εμπλουτισμένες οντολογίες οι οποίες, εκτός από τα ερμηνευτικά και εξηγητικά στοιχεία, περιέχουν στοιχεία αξιολογικής - ηθικής φύσης και στοιχεία οροθετικών κρίσεων και στοχοθετικής δράσης.

Για τον λόγο αυτόν, το σύστημα ως οντολογική κατασκευή συνίσταται σε μια ερμηνευτική οντολογία και μια συσχετιζόμενη οντολογία παρέμβασης. Η ερμηνευτική οντολογία περιέχει το ισοδύναμο του «μηχανισμού», ενώ η οντολογία παρέμβασης περιέχει στοιχεία σχεδιασμού δράσης με ενσωμάτωση στοιχείων αξιολογικών και ηθικών κρίσεων. Η ερμηνευτική και η παρεμβατική οντολογία βρίσκονται σε διαλεκτική σχέση και αλληλοδιαμορφώνονται. Υπό το παραπάνω πρίσμα, η συστημική προσέγγιση δεν καταργεί τον μηχανισμό, αλλά τον επεκτείνει και τον συμπληρώνει με τη συστημική παρέμβαση.

Σύμφωνα με τον Davis (2008), η ερμηνευτική οντολογία απαντά στο ερώτημα «*Τι πιστεύουμε ότι είναι πραγματικό;*». Σχετικά ερωτήματα αναφορικά με τα ερμηνευτικά σχήματα και τις ερμηνευτικές οντολογίες είναι: «*Πώς καταλήξαμε να πιστεύουμε αυτά που πιστεύουμε;*» ή «*Ποιες παραδοχές θεωρούμε δεδομένες και αναλλοίωτες;*».

1.3.2 Σημείο 2: Παρατηρητής και διαλεκτική ομάδα

Η έννοια του **ντετερμινιστικού μηχανισμού** έχει άμεση σχέση με την έννοια του **ανεξάρτητου, αντικειμενικού παρατηρητή**. Η κατασκευή του μηχανισμού μιας

ενεργού περιοχής είναι έργο ενός εξωτερικού, αντικειμενικού παρατηρητή ο οποίος εκτελεί αξιόπιστες παρατηρήσεις και με βάση αυτές σχεδιάζει ένα ρεαλιστικό μοντέλο. Ο εξωτερικός παρατηρητής είναι εξ ορισμού απαλλαγμένος από κάθε μορφή αξιολογικής και ηθικής κρίσης. Ο μηχανισμός που παράγει είναι «καθαρός» και αμερόληπτος, προσανατολισμένος στην περιγραφή και την πρόβλεψη και όχι στη στοχοθετική δράση. Η στοχοθετική δράση, αλλά και οι όποιες αξιολογικές και ηθικές κρίσεις, είναι δουλειά των εμπλεκόμενων - πρακτόρων που θα πραγματοποιήσουν την παρέμβαση.

Πολλοί συστημικοί ερευνητές αμφισβήτησαν το μοντέλο του αμερόληπτου ερευνητή (Churchman, 1979· Ulrich, 1983) με το σκεπτικό ότι ο «αντικειμενικός» ερευνητής πραγματοποιεί τουλάχιστον μια υποκειμενική παρέμβαση και αυτή είναι ο *καθορισμός των ορίων (boundary critique) της ενεργού περιοχής*. Ο ερευνητής Φυσικός που εκτελεί ένα πείραμα στο οποίο είναι αντικειμενικός παρατηρητής αποφασίζει τουλάχιστον για τα όρια της πειραματικής του διάταξης. Ο διαχωρισμός του παρατηρητή από αξιολογικές - ηθικές κρίσεις, όπως επίσης και κρίσεις και αποφάσεις σκοπιμότητας, αποκαθίσταται πλήρως στη συστημική προσέγγιση. Η συστημική προσέγγιση με την έννοια της παρέμβασης συνδέει κάθε ερμηνευτική προσπάθεια με μια προσπάθεια παρέμβασης ή ένα σχέδιο δράσης. Είναι εμφανές ότι, ακόμη κι αν η ερμηνεία δεν περιέχει αξιολογικά στοιχεία πέρα από τα απολύτως αναγκαία, η παρέμβαση είναι σχεδόν αποκλειστικά βασισμένη σε αξιολογικά, ηθικά και στοχοθετικά στοιχεία.

Για παράδειγμα, μια εκπαιδευτική έρευνα μπορεί να υποδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν ανάγκη από μια δικτυακή πλατφόρμα ηλεκτρονικής τάξης. Δημιουργείται, λοιπόν, μια ερμηνευτική οντολογία σχετικά με την ανάπτυξη ενός συστήματος ηλεκτρονικής τάξης η οποία δύναται να θεωρηθεί αντικειμενική, μιας και παρουσιάζει τον τρόπο διασύνδεσης των τεχνολογιών, προκειμένου να υλοποιηθεί η δεδομένη πλατφόρμα. Ακόμη κι αν η ερμηνευτική οντολογία είναι ντετερμινιστική, η παρεμβατική οντολογία έχει πολύ διαφορετική φύση, μιας και περιέχει πληθώρα αξιολογικών ηθικών και στοχοθετικών στοιχείων. Τέτοιες αξιολογικές κρίσεις αφορούν ζητήματα, όπως το αν η πλατφόρμα θα είναι κεντρικά ελεγχόμενη και ιεραρχικά κατανεμημένη ή θα δίνει τη δυνατότητα αυτοοργάνωσης και αυτοποίησης σε επίπεδο σχολείου, αν θα βασιστεί σε εμπορικό λογισμικό κλειστού τύπου ή σε δωρεάν ανοιχτό λογισμικό, αν θα δοθούν κίνητρα στους εκπαιδευτικούς για την αξιοποίηση της πλατφόρμας ή όχι κλπ.

Γεννιέται, λοιπόν, το ερώτημα σχετικά με το ποιος είναι αυτός ο οποίος θα κάνει την παρέμβαση, με άλλα λόγια ποιος θα πραγματοποιήσει τις απαραίτητες αξιολογικές κρίσεις που απαιτεί η διαδικασία της παρέμβασης. Με βάση τη συστημική θεώρηση, η παρέμβαση δεν είναι έργο ενός ειδικού, αλλά προϊόν ενορχηστρωμένης διαλεκτικής διαδικασίας η οποία δεν καταργεί τον παρατηρητή, αλλά τον εντάσσει στο πλαίσιο παρατήρησης και συνθέτει δημιουργικά την οπτική του με τις οπτικές άλλων παρατηρητών. Η παρέμβαση είναι προϊόν συλλογικής *διαλεκτικής προσπάθειας* ή, για να χρησιμοποιήσουμε την ορολογία του Pask (1976), η παρέμβαση είναι προϊόν *μαθησιακής συζήτησης* όπου οι εμπλεκόμενοι θα πρέπει πρώτα να συμφωνήσουν για το τι γνωρίζουν και στη συνέχεια για το πώς θα δράσουν. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή παρουσιάζεται η μελέτη της περίπτωσης δημιουργίας ενός προτύπου Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών με τη χρήση συστημικού σχεδι-

ασμού και παρέμβασης. Η ομάδα που συγκροτήθηκε έπρεπε πρώτα να συγκροτήσει ένα κοινά αποδεκτό σώμα γνώσης (ερμηνευτική οντολογία), πριν προχωρήσει στο να παραγάγει την παρέμβαση (οντολογία παρέμβασης). Ο λόγος βέβαια είναι προφανής: οι Εκπαιδευτικές Κοινότητες απέχουν πολύ από το να αποτελούν μια γενικά αποδεκτή και σταθεροποιημένη έννοια, με αποτέλεσμα ο κάθε εμπλεκόμενος να έχει πολύ διαφορετική εικόνα για τη συγκρότησή τους.

1.3.3 Σημείο 3: Μοναδιαία θεωρία και θεωρητικός πλουραλισμός

Ο μηχανιστικός τρόπος σκέψης δίνει μεγάλη βάση στη θεωρία και στις μεθόδους. Μια θεωρία είναι ένα συγκροτημένο επαληθεύσιμο σώμα γνώσης το οποίο είτε είναι αληθινό είτε όχι ή, όπως λέει ο Popper (1959), είτε διαψευσμένο είτε όχι ακόμη διαψευσμένο. Μια θεωρία θεωρείται πλήρης, όταν καλύπτει ερμηνευτικά μια συγκεκριμένη ενεργό περιοχή και μια ευρύτερη συναφή περιοχή φαινομένων. Με βάση τη συστημική οπτική γωνία, η θεωρία είναι απλά ένας τρόπος θεώρησης, μια μερική ερμηνευτική που εξαρτάται από τον παρατηρητή (Vickers, 1970· Francescato, 1992).

Υπό αυτήν την προοπτική, οι θεωρίες είναι αναπόφευκτα περιορισμένες αναφορικά με την ερμηνευτική τους ευρύτητα. Στο πλαίσιο της συστημικής προσέγγισης, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός θεωρητικού πλουραλισμού ο οποίος και θα εξασφαλίζει την ύπαρξη εναλλακτικών θεωριών οι οποίες μπορούν να συνδυαστούν δημιουργικά, ώστε να επεκταθεί το ερμηνευτικό δυναμικό της προσέγγισης.

1.3.4 Σημείο 4: Μέθοδοι δόμησης - Μεθοδολογικός πλουραλισμός και πολυμεθοδολογίες

Για πολλούς αιώνες, στον κόσμο της ανθρώπινης γνώσης κυριάρχησε η άποψη της **έγκυρης γνώσης**. Η έγκυρη γνώση συνδυάστηκε με τις έννοιες της επιστημονικής μεθόδου και της αξιόπιστης παρατήρησης. Δημιουργήθηκε έτσι ένα βασικό και – γιατί όχι – αποκλειστικό κανάλι κατασκευής γνωστικών οντολογιών με τη συναίνεση των επιστημών. Περιθωριοποιήθηκε με τον τρόπο αυτόν κάθε μέθοδος κατασκευής γνωστικών οντολογιών η οποία δεν βασιζόταν στο δόγμα της αντικειμενικής παρατήρησης.

Σήμερα, όμως, και στο πλαίσιο της συστημικής προσέγγισης και παρέμβασης, δίπλα στην έγκυρη επιστημονική μέθοδο, λειτουργούν εναλλακτικές μέθοδοι, όπως για παράδειγμα μέθοδοι για την αποσαφήνιση αξιολογικών κρίσεων, μέθοδοι σύνθεσης διαφορετικών θεωρήσεων, μέθοδοι για τη δημιουργία διαλεκτικών περιβαλλόντων συζήτησης μεταξύ πολλών εμπλεκόμενων, μέθοδοι ιδανικού και ιδεατού σχεδιασμού, μέθοδοι μελέτης εναλλακτικών σεναρίων υλοποίησης, διερεύνησης οροθετικών κρίσεων, ανάλυσης της διανομής ισχύος κλπ.

Στη συστημική προσέγγιση οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται συνδυαστικά, δημιουργώντας πολυδύναμα εργαλεία που χαρακτηρίζουν πλέον την εποχή του μεθοδολογικού πλουραλισμού. Προϊόντα του μεθοδολογικού πλουραλισμού είναι οι **πολυμεθοδολογίες**. Οι πολυμεθοδολογίες εμπλουτίζουν την επιστημονική μέθοδο και τη μετατρέπουν από ουδέτερη σε αξιοκεντρική. Με άλλα λόγια, η συστημική προσέγγιση επιχειρεί να συνδυάσει την παρατήρηση - ερμηνεία, με τη δράση - παρέμβαση, προσπαθεί να εντάξει την καθαρή επιστήμη στο κοινωνικό της υπερκείμενο περιβάλλον και να τη συσχετίσει με την αξιολογική δομή των ίδιων των ερευνητών.

1.3.5 Σημείο 5: Επιστημονική και συστημική μεθοδολογία

Η επιστημονική μεθοδολογία που προτείνει ο Popper (1959, 1972) και η οποία είναι ευρέως αποδεκτή έχει τα παρακάτω διακριτά βήματα:

- 1) Σχημάτισε μια υπόθεση σχετικά με τον μηχανισμό που παράγει μια φαινομενολογία. Η υπόθεση μπορεί να επεκτείνει άλλη θεωρία ή να αντιτίθεται στις υπάρχουσες θεωρίες
- 2) Αναζήτησε τις παρατηρήσεις που απαιτούνται για να επαληθεύσουν ή να καταρρίψουν την υπόθεση
- 3) Κατασκεύασε μια ελεγχόμενη κατάσταση, ένα πείραμα που μπορεί να παράγει αξιόπιστες παρατηρήσεις
- 4) Εάν η υπόθεση υποστηρίζεται από το πείραμα, τότε δημιουργείται η βάση για τη μετατροπή της υπόθεσης σε γνώση, δηλαδή σε θεωρία.

Η παραπάνω μεθοδολογία αποτελεί την κυρίαρχη μεθοδολογία με την οποία παράγεται γνώση στον εκπαιδευτικό τομέα. Αξίζει να εξετάσουμε ποια στοιχεία δεν περιλαμβάνει η παραπάνω επιστημονική μεθοδολογία και τα οποία έχουν πολύ μεγάλη πρακτική σημασία. Πρώτα-πρώτα από την παραπάνω μεθοδολογία απουσιάζουν στοιχεία που έχουν σχέση με τη λήψη αποφάσεων είτε σε επίπεδο ατόμων είτε σε επίπεδο ομάδων. Επίσης, απουσιάζουν στοιχεία που αφορούν στην εξέταση εναλλακτικών σεναρίων από ομάδες που ενδιαφέρονται για τις ηθικές και αξιολογικές διαστάσεις διαφορετικών διαδρομών δράσεων. Η επιστημονική μεθοδολογία δεν υποστηρίζει υποκειμενικά και ηθικά στοιχεία, μιας και αυτά νοθεύουν την καθαρότητα της αντικειμενικής παρατήρησης.

Σύμφωνα με τον Popper (1959), η καθαρή επιστήμη θα πρέπει να είναι ελεύθερη από υποκειμενικές και ηθικές κρίσεις, ώστε να εξασφαλιστεί ένα επαρκές επίπεδο αντικειμενικής αλήθειας απαλλαγμένης από στρεβλώσεις προερχόμενες κυρίως από την πολιτική, τη διανομή δηλαδή της εξουσίας. Η συστημική προσέγγιση, εκφρασμένη μέσα από τα γραπτά πολλών συστημικών φιλοσόφων, ισχυρίζεται το αντίθετο. Θεωρεί ότι ο διαχωρισμός του επιστημονικού από τον ανθρώπινο παράγοντα δεν αποτελεί ρεαλιστική προσέγγιση, μιας και καμία εξωτερική αλήθεια δεν μπορεί να αποκοπεί από τον ανθρώπινο παράγοντα (Marcuse, 1964· Habermas, 1972· Foucault, 1980· Ulrich, 1983).

1.3.6 Σημείο 6: Αντικειμενική και υποκειμενική πραγματικότητα

Στην πορεία της ανάπτυξης της Συστημικής επιστήμης αναπτύχθηκαν στάσεις οι οποίες αποκλίνουν δραστικά από τη *μία* αποδεκτή και παγκόσμια οντολογία της αλήθειας και τη *μία* αντίστοιχη επιστημονική μεθοδολογία αναζήτησής της. Για παράδειγμα, ο Kelly (1955, 1970) αμφισβητεί έντονα την ύπαρξη της μίας παγκόσμιας αντικειμενικής πραγματικότητας. Θεωρεί ότι υπάρχουν τόσες πραγματικότητες όσες και οι άνθρωποι, σε συμφωνία με τον Wittgenstein (1953) ο οποίος φτάνει σε αυτό το συμπέρασμα μέσα από την ανάλυση του ρόλου της γλωσσικής επικοινωνίας. Ο Habermas (1976) ανάγει την υποκειμενικότητα, η οποία αποτελεί και βασική προϋπόθεση της συστημικής προσέγγισης, στην ύπαρξη τριών κόσμων σε υψηλή σύνδεση μεταξύ τους. Οι τρεις κόσμοι είναι ο *εξωτερικός φυσικός κόσμος*, ο *κοινωνικός κόσμος* και ο *εσωτερικός κόσμος*.

Ο Habermas (1976) γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ του Popper (1959), ο οποίος εστιάζει στον εξωτερικό φυσικό κόσμο, και του Kelly, ο οποίος εστιάζει στον εσωτερικό κόσμο, θεωρώντας ότι οποιαδήποτε μεθοδολογία αναζήτησης της αλήθειας θα πρέπει να εστιάζει και στους τρεις κόσμους. Με τον τρόπο αυτόν, δίνει ένα **υπόδειγμα συστημικής προσέγγισης και πολυμεθοδολογίας**. Όπως τονίζει και ο Midgley (2000), είναι πραγματικά δύσκολο να πετύχει η συμβατική επιστήμη ένα αποδεκτό μίγμα μεθοδολογιών που να εξερευνούν ταυτόχρονα τους τρεις κόσμους του Habermas (1976). Τις περισσότερες φορές, η εστίαση στον εξωτερικό φυσικό κόσμο θεωρείται επαρκής. Ο Langton¹⁸ ισχυρίζεται πως θα πρέπει να εξετάζουμε τα συστήματα με βάση τη συμπεριφορά τους και όχι με βάση τη σύστασή τους. Σε πολύπλοκα συστήματα, όπως τα εκπαιδευτικά συστήματα, σπάνια η συμπεριφορά είναι άμεσα ερμηνεύσιμη από τα επιμέρους στοιχεία. Υπάρχει, για παράδειγμα, μια γενικότερη αδυναμία ερμηνείας της ιδιόρρυθμης σχέσης μεταξύ Εκπαίδευσης και τεχνολογίας, όταν η ανάλυση σταθεί μόνο σε φυσικό επίπεδο, σε επίπεδο δηλαδή στοιχείων. Όταν η ανάλυση και η έρευνα γίνει ολιστική, καλύπτει δηλαδή όλους τους κόσμους του Habermas (1976), τότε παράγεται μια πολύ πιο δυναμική ερμηνευτική οντολογία.

Η αμφισβήτηση του απλουστευτικού δυϊσμού υποκείμενο – αντικείμενο δεν προέρχεται μόνον από τους λεγόμενους συστημικούς ερευνητές. Έχουν συνεισφέρει και κλασικοί επιστήμονες, όπως ο Einstein (1934), ο οποίος υποστηρίζει ότι στη Φυσική ο παρατηρητής θα πρέπει να ενσωματώνεται στο αντικείμενο της παρατήρησης. Πράγματι, η έλευση της Κβαντομηχανικής επαλήθευσε το αδιαχώριστο παρατηρητή – παρατηρουμένου (Bohr, 1963· Bohm, 1980). Για τη Συστημική επιστήμη, ο δυϊσμός αντικειμένου – υποκειμένου δεν έχει μόνο επιστημονική, αλλά και αξιολογική - ηθική βάση. Δεν μας απασχολεί τι βλέπει ο παρατηρητής, αλλά και το γιατί προτιμά να βλέπει κάτι και να αγνοεί κάτι άλλο. Για παράδειγμα, χαστικά φαινόμενα παρατηρούσαν οι επιστήμονες πολύ πριν μοντελοποιηθεί το χάος ως υπαρκτός επιστημονικός τομέας. Αντί, όμως, να διερευνήσουν τα φαινόμενα αυτά, προτιμούσαν να τα αγνοήσουν, θεωρώντας τα ως τυχαίες διακυμάνσεις του βασικού τους πειραματικού άξονα.

Αν και στις Φυσικές Επιστήμες το φαινόμενο του διαχωρισμού αντικειμένου – υποκειμένου είναι ελεγχόμενο, αυτό είναι σχετικά ανεξέλεγκτο στις Κοινωνικές Επιστήμες. Ειδικά στην Εκπαίδευση, υπάρχουν αντικρουόμενες επιστημονικές έρευνες για όλα σχεδόν τα διδακτικά και παιδαγωγικά θέματα. Στο επίμαχο θέμα της εισαγωγής ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη, το οποίο είναι αντικείμενο πραγμάτευσης στο 3^ο Κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, δεν είναι εύκολο να βγάλει κανείς ερμηνευτικό συμπέρασμα και να προτείνει παρεμβατική γραμμή βασιζόμενος στις επιστημονικές έρευνες, δεδομένου ότι αυτές είναι σε μεγάλο βαθμό αντικρουόμενες. Η αιτία της ασάφειας του ερευνητικού πεδίου βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο ο ανεξάρτητος παρατηρητής περνά μέσα στην έρευνα τα προσωπικά του στοιχεία και τις δικές του αξιολογικές κρίσεις. Για παράδειγμα, αν ο ερευνητής είναι θερμός υποστηρικτής των ΤΠΕ ή έχει χρηματοδοτηθεί από κάποιο πρόγραμμα που υποστηρίζει ΤΠΕ, το πιο πιθανό είναι υποσυνείδητα ή συνειδητά να μεροληπτεί υπέρ της αναγκαιότητας εισόδου των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, ακόμη κι αν το βασικό εργαλείο παραγωγής γνώσης είναι η επιστημονική μέθοδος. Για όλους τους παραπάνω λόγους, στη συστημική

¹⁸ Παράθεση αναφοράς από Battram (1998).

γλώσσα η έννοια της «παρατήρησης» έχει αντικατασταθεί από την έννοια της «συστημικής προσέγγισης».

Οι Maturana και Varela (1992) επεκτείνουν τις πηγές υποκειμενικότητας, ώστε να συμπεριλάβουν όχι μόνο τον παρατηρητή, αλλά και τη γλώσσα που χρησιμοποιεί, για να επικοινωνήσει την περιγραφή. Με τον τρόπο αυτό, δεν μπορούμε να μιλάμε για μία αλήθεια, αλλά για πολλαπλές αλληλεπικαλυπτόμενες αλήθειες.

1.3.7 Σημείο 7: Καθορισμένα συστήματα και οροθετικές κρίσεις

Ο καθορισμός των ορίων, τι θα περιλαμβάνει δηλαδή η ενεργός περιοχή η οποία θα μετασχηματιστεί σε σύστημα, αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη φάση της συστημικής σύνθεσης και μια από τις πιο κεντρικές έννοιες στη συστημική φιλοσοφία. Στο μηχανιστικό πρότυπο τα όρια είναι σχεδόν αυτονόητα, για να μην πούμε αυτοκαθοριζόμενα από την ίδια την πραγματικότητα. Για παράδειγμα, όταν λέμε σχολική τάξη στη μηχανιστική προσέγγιση, τα όρια είναι προκαθορισμένα: ο εκπαιδευτικός, οι μαθητές και τα παιδαγωγικά μέσα. Ευρύτερες οροθετικές κρίσεις μπορεί να διευρύνουν τα όρια και να συμπεριλάβουν, για παράδειγμα, τη μορφή και το ύψος της διοίκησης, τη στάση των γονέων κλπ.

Ο Churchman (1968) έθεσε υπό αμφισβήτηση τα απόλυτα όρια των ενεργών περιοχών. Θεώρησε ότι ο ορισμός των ορίων είναι μια κοινωνική διαδικασία η οποία καθορίζει και το εύρος του αντίστοιχου παραγόμενου γνωστικού συστήματος. Ο προσδιορισμός των ορίων αφορά, κατά τον Churchman (1968), τόσο το σύστημα όσο και τους ανθρώπους που ευθύνονται για τη γνωστική του αποτύπωση. Με τον τρόπο αυτό, ο Churchman (1968) καταρρίπτει και την έννοια των «ειδικών», θεωρώντας ότι αυτοί προκύπτουν, όταν μικραίνει δραματικά η κοινωνική ομάδα η οποία και αναλαμβάνει την οροθεσία.

1.3.8 Σημείο 8: Σκληρά και Ήπια Συστήματα

Μια πολύ σημαντική διχοτομία η οποία διαλύεται με τη συστημική προσέγγιση είναι αυτή μεταξύ «σκληρών» και «ήπιων συστημάτων». Σύμφωνα με τη διχοτομία αυτή, τα **σκληρά συστήματα** είναι αυτά τα οποία έχουν μια σαφή και ξεκάθαρη μαθηματική περιγραφή ανεξάρτητα από την επιλογή των ορίων. Η ανεξαρτησία τους από τα όρια σημαίνει ότι υπάρχει πάντα κάποιος μαθηματικός μετασχηματισμός ο οποίος αναλαμβάνει να διατηρήσει αναλλοίωτη τη μαθηματική περιγραφή με την αλλαγή των ορίων. Έτσι, για παράδειγμα, ένας άνθρωπος είναι ακίνητος, όταν τα όρια του συστήματος είναι το δωμάτιό του, ενώ κινείται όταν τα όρια του συστήματος είναι ο πλανήτης. Υπάρχει, όμως, ένας μαθηματικός μετασχηματισμός ο οποίος καθιστά τις δυο περιγραφές ισοδύναμες.

Τα **ήπια συστήματα**, από την άλλη, δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν μαθηματικά ή, στην καλύτερη περίπτωση, όταν μοντελοποιούνται, η μαθηματική μοντελοποίηση είναι μερική, ακριβώς γιατί έχουν ισχυρή εξάρτηση από τον τρόπο καθορισμού των ορίων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του σχολείου, διαφορετική μοντελοποίηση θα πετύχει αυτός που θεωρεί το σχολείο ως κλειστή μαθησιακή και παιδαγωγική μονάδα και διαφορετική αυτός που θα επεκτείνει τα όρια, ώστε να περιλάβει και το εγγύτερο κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον. Δεν υπάρχει κατ' ανάγκη μετασχηματισμός μεταξύ των δύο περιγραφών. **Η επέκταση των ορίων ενδέχεται να δημιουργήσει μια εντελώς νέα περιγραφή.** Διαφαίνεται στο σημείο αυτό η ανα-

γκαιότητα της συστημικής προσέγγισης, η οποία και εστιάζει σε συστήματα αυτού του είδους. Η επιλογή των ορίων των ηπίων συστημάτων θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να διατηρείται η καταληπτότητα¹⁹ τους.

1.3.9 Σημείο 9: Αναγωγισμός και ανάδυση

Έως τώρα διαπιστώσαμε βασικές παραδοχές αναφορικά με τον μηχανισμό παραγωγής γνώσης σε πολλές επιστήμες οι οποίες βασίζονται στο ελεγχόμενο πείραμα:

- ❖ Τα φαινόμενα είναι προβλέψιμα, ενδογενώς καταληπτά και κατανοητά
- ❖ Κάποιος εσωτερικός μηχανισμός λειτουργεί και παράγει την παρατηρήσιμη φαινομενολογία
- ❖ Είναι δυνατόν να αποκαλυφθεί και να αναπαρασταθεί ο μηχανισμός σε μια πλήρη ερμηνευτική οντολογία από κάποιον αποστασιοποιημένο παρατηρητή ο οποίος ακολουθεί μια επιστημονική μεθοδολογία.

Η παραπάνω αντίληψη δημιούργησε και τον μεγαλύτερο ίσως αναστολέα της συστημικής σκέψης, τον αναγωγισμό. **Αναγωγισμός** (Reductionism) ονομάζουμε την εστίαση σε γραμμικές και αιτιοκρατικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών ενός φαινομένου της πραγματικότητας. Ο αναγωγισμός είναι η βασική μεθοδολογία του *αιτιοκρατικού μηχανισμού*, μιας και επιτρέπει την αποσύνθεση ενός φαινομένου στα συστατικά του στοιχεία, προκειμένου να αυξηθούν τα επίπεδα καταληπτότητάς του. Πολλά φαινόμενα, όμως, δεν είναι δυνατόν να γίνουν καταληπτά με μόνο νοητικό όπλο τον αναγωγισμό. Στη μηχανιστική προσέγγιση της σχολικής τάξης, για παράδειγμα, οι ξεχωριστοί ατομικοί γνωστικοί μηχανισμοί μαθητών και εκπαιδευτικού, τα τεχνολογικά μέσα και οι υποδομές δεν αθροίζονται, έτσι ώστε να προκύψει μια μέση αξιολόγηση της μαθησιακής λειτουργίας της τάξης. Αυτό προκαλεί και τα μεγαλύτερα ίσως προβλήματα στην προσπάθεια ερμηνείας του πλήθους των στατιστικών ερευνών που έχουν γίνει τα τελευταία 25 χρόνια αναφορικά με την Τεχνολογική Παιδαγωγική. Η τεχνολογική κατάρτιση τόσο των μαθητών όσο και των εκπαιδευτικών έχει αυξηθεί πολύ τα τελευταία χρόνια. Το ίδιο έχει γίνει με τις υποδομές. Παρόλα αυτά, η κατάσταση σε επίπεδο σχολικής τάξης δείχνει να είναι ακατάληπτη, με αντικρουόμενες έρευνες και μια γενική αίσθηση ότι δεν επιτεύχθηκε τίποτα σπουδαίο που να δικαιολογεί τις ρητορικές και τις επενδύσεις.

Ο αναγωγισμός αποτελεί παραδοσιακά τον μεγαλύτερο εχθρό της συστημικής προσέγγισης. Μεγάλοι Συστημικοί υπήρξαν πολέμιοι του αναγωγισμού και της ανάλυσης ως αποκλειστικών τρόπων παραγωγής γνώσης (Bertalanffy, 1956, 1968· Ackoff, 1974· Churchman, 1979· Checkland, 1981· Fuenmayor, 1991). Σύμφωνα με τον Midgley (2000), **αναγωγισμός** ονομάζουμε την ανάλυση πολύπλοκων φαινομένων σε απλά και γραμμικά. Αυτό πραγματοποιείται με την απόρριψη μεγάλου ποσού ποικιλομορφίας το οποίο χαρακτηρίζεται ως αμελητέο ή ως μη σχετικό με την ανάλυση. Με τον τρόπο αυτό, ένα πολύπλοκο φαινόμενο περιγράφεται με έναν απλούστερο μηχανισμό. Ο τρόπος με τον οποίο απορρίπτονται ποσότητες ποικιλομορφίας στο αναγωγικό πλαίσιο είναι είτε με την υιοθέτηση κάποιου περιγραφικού μαθηματικού μοντέλου είτε με τη Στατιστική, η οποία αναλαμβάνει να εντοπίσει βα-

¹⁹ Αποδίδεται ο όρος «comprehensibility», Churchman (1991).

σικούς συσχετισμούς των μεταβλητών, είτε ακόμη και με τη σκόπιμη απόρριψη μεταβλητών.

Στην Εκπαίδευση, που είναι κατεξοχήν ένας χώρος με πολύπλοκη φαινομενολογία, ο αναγωγισμός παίρνει τη μορφή της Στατιστικής και της συνδυαστικής μελέτης με τον στατιστικό συσχετισμό μεταβλητών και τα συγκριτικά ελεγχόμενα πειράματα να παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό της λειτουργικής γνώσης. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εξετάσουμε τον συσχετισμό μεταξύ της χρήσης Η/Υ στην τάξη και της απόδοσης των μαθητών, έχουμε δύο αναγωγικές επιλογές: α) Να κάνουμε μια στατιστική έρευνα με το στατιστικό ερώτημα του συσχετισμού μεταξύ των μεταβλητών που εκφράζουν τις επιδόσεις των μαθητών και της χρήσης Η/Υ, ή β) Να οργανώσουμε ένα ελεγχόμενο πείραμα με δύο πρακτικά όμοιες ομάδες που διδάσκονται το ίδιο αντικείμενο, η μία με χρήση Η/Υ και η άλλη χωρίς χρήση Η/Υ, και στη συνέχεια να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα και να επιβεβαιώσουμε ή να απορρίψουμε την υπόθεσή μας. Και στις δύο περιπτώσεις έχει γίνει απόρριψη μεγάλης ποσότητας ποικιλομορφίας, προκειμένου οι ερευνητικές κατευθύνσεις να υπόκεινται σε γραμμική μοντελοποίηση. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων θα έχουν πολύ περιορισμένη, τοπική ισχύ. Ακόμη κι αν μοντελοποιηθεί ορθά ένα μικρό σχετικά φάσμα ομοιογενών περιπτώσεων, δεν θα είναι σε θέση να παραγάγει γενικευμένες ερμηνευτικές.

Η αδυναμία δημιουργίας ενός ερμηνευτικού σχήματος ικανού να οδηγεί τη διασύνδεση ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πράξης σε μεγάλο βαθμό αποδίδεται στην αδυναμία της εκπαιδευτικής έρευνας να καταλήξει σε βασικές αρχές οι οποίες να αντέχουν στη γενίκευση.

Αναγωγικά πειράματα της μορφής που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι χρήσιμα στον βαθμό που δεν γίνονται αιτία για μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεις. Δεν θα ήταν σκόπιμο να παρθούν αποφάσεις σε εθνικό επίπεδο βασισμένες αποκλειστικά και μόνο σε αναγωγικά πειράματα οι οποίες να επιβάλουν, για παράδειγμα, την ανατροπή της παραδοσιακής διδασκαλίας και την υιοθέτηση ενός τεχνολογικού υβριδικού τρόπου διδασκαλίας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να πλαισιωθούν τα ευρήματα του αναγωγισμού με ένα εκτεταμένο πλαίσιο συστημικής προσέγγισης και παρέμβασης. Σε αυτήν την περίπτωση, το προϊόν της ανάλυσης θα επεκταθεί με συστημικές προσεγγίσεις, ενώ ποσότητες ποικιλομορφίας που αποβλήθηκαν θα επανέλθουν. Για παράδειγμα, θα τεθούν αξιολογικά και ηθικά ζητήματα, όπως η μεταμοντέρνα τάση για υιοθέτηση της τεχνολογίας σε όλα τα επίπεδα, η συναισθηματική πίεση προς τον εκπαιδευτικό, η διαταραχή του οικοσυστήματος της σχολικής τάξης κλπ. Η επαναφορά της απολεσθείσας από τον αναγωγισμό ποικιλομορφίας δίνει τη δυνατότητα της μελέτης του συστημικού φαινομένου της **ανάδυσης (emergence)**.

Η ανάδυση αναφέρεται σε ιδιότητες και συμπεριφορές που αποδίδονται στο *σύνολο* ενός συστήματος και οι οποίες χάνονται με τον αναγωγισμό, τη διάσπαση δηλαδή του συστήματος στα συστατικά του. Τα φαινόμενα της ανάδυσης αποδίδονται περισσότερο στο **«οργανούν πεδίο» (organizing field)** του συστήματος παρά στα συστατικά του συστήματος. Στην Εκπαίδευση τα φαινόμενα ανάδυσης είναι σχεδόν άγνωστα και πολλές φορές σκοπίμως αγνοημένα. Ο λόγος είναι προφανής. Καμία αναγωγική μελέτη δεν δύναται να προβλέψει τι θα γίνει σε μια σχολική τάξη όπου τόσο ο εκπαιδευτικός όσο και οι μαθητές είναι τεχνολογικά ενεργοί και χρησιμοποιούν την τεχνολογία στις παιδαγωγικές δραστηριότητες, σε σχέση με μια παραδοσια-

κή τάξη όπου ακολουθούνται παραδοσιακές τακτικές και πρακτικές. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι προϊόν ανάδυσης, πιθανώς ακατάληπτο με την απλή αναγωγική σκέψη.

Στην παγκόσμια συγκριτική μελέτη σχετικά με την υιοθέτηση των ΤΠΕ στη εκπαιδευτική πραγματικότητα που πραγματοποιήθηκε από το Τμήμα Συγκριτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου του Χονγκ Κόνγκ και η οποία δημοσιεύτηκε πρόσφατα (SITES, 2006), κεντρικό εύρημα είναι ότι η πίεση για αξιοποίηση των επενδύσεων σε εκπαιδευτικές τεχνολογικές υποδομές είχε ως τελικούς αποδέκτες τους εκπαιδευτικούς. Αυτό οδήγησε στην ανάδυση μιας νέας συμπεριφοράς η οποία περιγράφεται με αύξηση των επιπέδων άγχους των εκπαιδευτικών και την εμφάνιση ενός ενοχικού συνδρόμου της μορφής «κάτι πρέπει να κάνω και εγώ με τις νέες τεχνολογίες». Πολλοί εκπαιδευτικοί θεώρησαν ότι πρέπει να ενδώσουν στη **μεταμοντέρνα πίεση** (και όχι σε κάποια καλά τεκμηριωμένη παιδαγωγική παρέμβαση) για «τεχνολογία παντού» και να εισαγάγουν σύγχρονη τεχνολογία στη διδακτική τους πραγματικότητα, ακόμη κι αν το παραδοσιακό τους μοντέλο έκανε πολύ καλά τη δουλειά του. Δημιουργήθηκαν με τον τρόπο αυτό υβριδικές παιδαγωγικές οντότητες οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις αδυνατούν να ισορροπήσουν. Στην παρούσα διατριβή, το φαινόμενο της ανάδυσης στον τομέα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας αναλύεται διεξοδικά μέσω της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.

Ο Fodor (1974) δίνει μια γλωσσολογική διάσταση στο πρόβλημα του αναγωγισμού. Σε συμφωνία με τον Pask (1976) απορρίπτει την κυριαρχία της μίας βασικής γενικής γλώσσας L^* , θεωρώντας ότι η γλώσσα αυτή είναι διαδικαστική. Υποστηρίζει ότι έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένες γλώσσες L_i για την ανάπτυξη γνωστικών συζητήσεων σχετικά με συγκεκριμένες ενεργές περιοχές. Οι γλώσσες αυτές δεν είναι πολλές φορές συμβατές. Για παράδειγμα, η γλώσσα της Χημείας είναι συμβατή με τη γλώσσα της Φυσικής, γιατί είναι δυνατόν να ερμηνεύσουμε τα χημικά φαινόμενα με την ορολογία της Φυσικής. Η γλώσσα της Ιατρικής δεν είναι συμβατή με τη γλώσσα της Φυσικής. Αν και θεωρητικά είναι δυνατή η ερμηνεία της λειτουργίας ενός αδένου με τη γλώσσα της Φυσικής, θα οδηγούσε, ωστόσο, σε υπερβολική αύξηση της ποικιλομορφίας.

Κλείνοντας προσωρινά το ζήτημα του αναγωγισμού, ας αναφερθεί ότι οι Maturana και Varela (1987) εισήγαγαν την έννοια των **αυτοποιητικών** συστημάτων στη συστημική ανάλυση. Οι Maturana και Varela (1987) θεωρούν ότι η αναγωγική ανάλυση τέτοιων συστημάτων, απαλείφει από ένα σημείο και πέρα την **οργάνωση** και τη συστημικότητα, αυτά δηλαδή που δίνουν ταυτότητα στο σύστημα.

1.3.10 Σημείο 11: Μέθοδος και μεθοδολογία

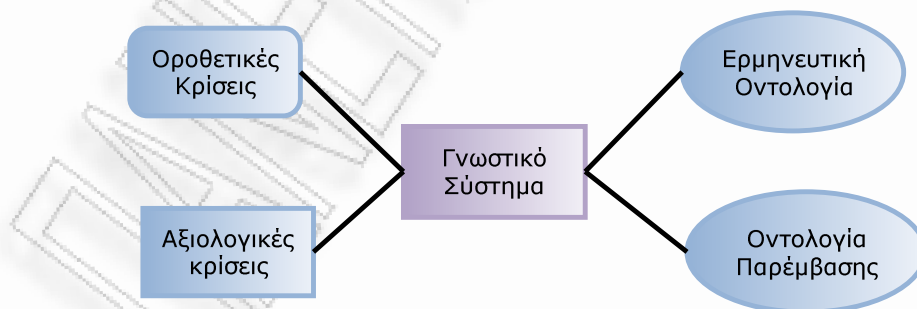
Πολλοί συγγραφείς χρησιμοποιούν τις έννοιες «μέθοδος» και «μεθοδολογία» εναλλάξιμα. Ο Checkland (1981) τονίζει ότι στη συστημική βιβλιογραφία η «μέθοδος» και η «μεθοδολογία» θα πρέπει να έχουν διαφοροποιημένα νοήματα. Η **μέθοδος** είναι μια σειρά από διακριτά βήματα τα οποία λειτουργούν σειριακά, προκειμένου να επιτευχθεί ένας σκοπός. Η **μεθοδολογία**, από την άλλη, αποτελεί ένα σύνολο θεωρητικών ιδεών το οποίο τεκμηριώνει τη χρήση μίας συγκεκριμένης μεθόδου ή συνδυασμού μεθόδων. Η μεθοδολογία είναι ίσως το βασικό όχημα μέσω του οποίου οι φιλοσοφικές θεωρήσεις περνούν στην πράξη.

Οι φιλοσοφικές θεωρήσεις καθορίζουν τις μεθοδολογίες, οι οποίες με τη σειρά τους καθορίζουν το μίγμα των μεθόδων. Η χρήση των μεθόδων θα πρέπει να αιτιολογείται από την υιοθέτηση αντίστοιχης μεθοδολογίας. Στη συστημική προσέγγιση, η μεθοδολογία, εκτός από την επιστημονική ορθότητα, έχει να υπηρετήσει και αξιολογικά - ηθικά ζητήματα και σημαντικές οροθετικές κρίσεις. Θα πρέπει να συνδυάσει την επιστημονική καθαρότητα (scientific purity) με ηθικά διλήμματα και επίπονες διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Ο Lewin (1947) θεωρεί ότι ευρύτεροι κοινωνικοί σκοποί δεν θα πρέπει να είναι υποτελείς στην καθαρότητα της μεθοδολογίας. Αν και αυτή η θέση δείχνει να υπονομεύει την επιστημονικότητα της Συστημικής επιστήμης, είναι στην πραγματικότητα προϊόν του προσανατολισμού της επιστήμης αυτής όχι τόσο στην ερμηνεία και την εξήγηση, αλλά στην παρέμβαση και τη δράση. Ο Lewin (1947) σημειώνει σχετικά ότι, όταν η επιστημονική έρευνα πραγματοποιείται με στόχο την παρέμβαση, τότε θα πρέπει να προσαρμόζεται στις εκάστοτε κοινωνικές καταστάσεις, ακόμη κι αν αυτό σημαίνει ότι θα θυσιάσει μέρος της αυστηρότητας της. Έτσι, ακόμη κι αν δεν μπορούν να δημιουργήσουν τις απόλυτες πειραματικές συνθήκες, ώστε να παραγάγουν απολύτως έγκυρη γνώση, οι επιστήμονες θα πρέπει διαρκώς να παράγουν δεδομένα και να τροφοδοτούν τη λήψη αποφάσεων.

Ο Midgley (2000) ισχυρίζεται ότι η καθαρότητα των προσεγγίσεων της επιστήμης, της φιλοσοφίας και της μεθοδολογίας είναι αποτέλεσμα οροθετικών κρίσεων. Όσο πιο στενά είναι τα όρια των οροθετικών κρίσεων, τόσο προάγεται η καθαρότητα των προσεγγίσεων. Όσο διευρύνονται τα όρια των οροθετικών κρίσεων τόσο πιο πολύ θα πρέπει οι προσεγγίσεις να στρέφονται προς την κοινωνική δράση και να μετασχηματίζονται από «καθαρές» σε «εφαρμοσμένες».

1.3.11 Σημείο 12: Πράκτορες - Εμπλεκόμενοι

Οι πράκτορες (agents) είναι νοήμονες οντότητες²⁰ ενσωματωμένες σε κάποιο γνωσιοπαραγωγικό σύστημα. Στη συστημική θεώρηση, οι πράκτορες δεν ταυτίζονται κατ' ανάγκη με τα ανθρώπινα όντα. Όταν, όμως, οι πράκτορες είναι ανθρώπινα όντα, τότε είναι σε θέση δίπλα από τις λογικές κρίσεις να παράγουν και αξιολογικές κρίσεις (Εικόνα 1-2).



Εικόνα 1-2: Η δομή ενός πράκτορα - εμπλεκόμενου

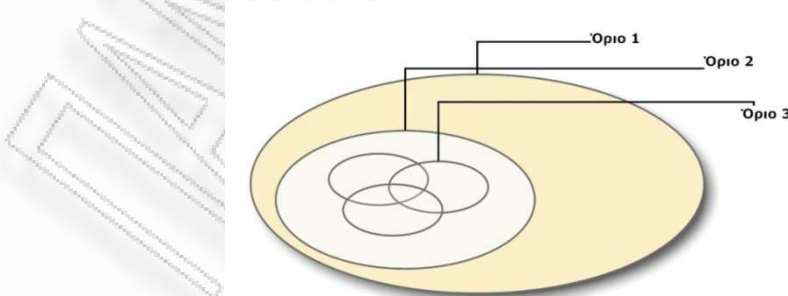
Πράκτορες μπορεί να είναι άτομα ή και σύνολα ατόμων, όπως κοινωνικές ομάδες ή οικογένειες, με κοινό χαρακτηριστικό την ύπαρξη κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Ο εμπλεκόμενος - πράκτορας θεωρείται ότι έχει *μία* οντότητα, ακόμη κι αν αποτελείται από διαφορετικά μέλη. Οι εμπλεκόμενοι - πράκτορες είναι σε θέση να αναπτύσσουν

²⁰ Αποδίδουμε την έννοια “sentient beings” (Midgley, 2000).

οροθετικές κρίσεις και να διατηρούν μια ηθική στάση (values in purposeful action). Μπορούν, επίσης, να αναπτύσσουν τη δική τους ερμηνευτική και παρεμβατική οντολογία. Ο εμπλεκόμενος - πράκτορας θεωρείται αυτόνομος και ομοιογενής, απαλλαγμένος από εσωτερικές γνωστικές και ηθικές συγκρούσεις. Κατά τη διάρκεια της συστημικής προσέγγισης, είναι απαραίτητο να γίνει σωστός εντοπισμός των εμπλεκόμενων - πρακτόρων που έχουν σχέση με την παρέμβαση. Η διαδικασία της παρέμβασης θα πρέπει, επίσης, να προβλέπει εκείνες τις διαλεκτικές μεθόδους με τις οποίες οι πράκτορες θα είναι σε θέση να σχεδιάσουν μια κοινή παρέμβαση, αν και ως άτομα διαθέτουν διαφορετικές οροθετικές και αξιολογικές κρίσεις.

Η παράλειψη ή η κακή επιλογή εμπλεκόμενων - πρακτόρων στον σχεδιασμό παρεμβάσεων είναι πολύ σημαντικό λάθος και ενίοτε παθογένεια των συστημάτων παρέμβασης²¹. Το πρόβλημα μεγεθύνεται, όταν οι παρεμβάσεις είναι μεγάλης κλίμακας. Στην εκπαιδευτική πρακτική και σε πολλά κράτη ακολουθείται η τακτική της αποκέντρωσης: κεντρικά δίνονται μόνο οι βασικές κατευθύνσεις, ενώ περιφερειακά γίνονται οι παρεμβάσεις. Για παράδειγμα, η κατεύθυνση της ενίσχυσης των ΤΠΕ στη διδασκαλία και ίσως μια ερμηνευτική οντολογία που να περιλαμβάνει τα σχετικά επιστημονικά ευρήματα πρέπει να δίνονται κεντρικά. Οι παρεμβάσεις σε επίπεδο σχολείων πρέπει να γίνονται τοπικά, από τα σχολικά συμβούλια και συλλόγους, από τους τοπικούς εμπλεκόμενους - πράκτορες. Αυτό είναι απόλυτα λογικό, μιας και είναι αναμενόμενο η καλύτερη οργάνωση των παρεμβάσεων να πραγματοποιείται σε τοπικό επίπεδο.

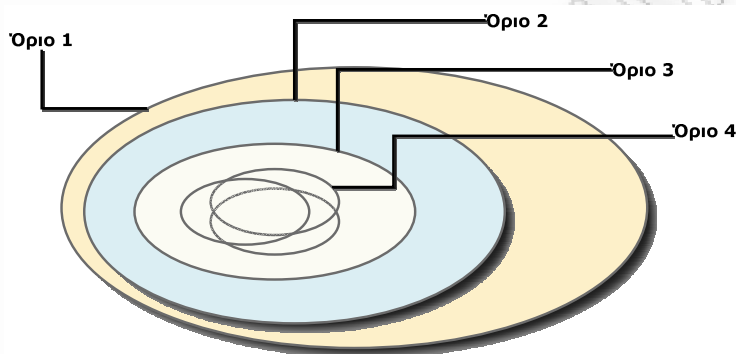
Στην ελληνική πραγματικότητα, οι παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται τοπικά αφορούν κυρίως λειτουργικά θέματα και δεν αγγίζουν συνήθως τη βασική μαθησιακή και παιδαγωγική πρακτική. Η αυτονομία και ο αυτοκαθορισμός των σχολείων στο πλαίσιο κάποιων βασικών κεντρικών οροθετικών αποφάσεων είναι ίσως ο λειτουργικότερος τρόπος δημιουργίας ουσιαστικών παρεμβάσεων σε τοπικό επίπεδο. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού μηχανισμού σχεδιασμού και υλοποίησης παρεμβάσεων. Σε αυτήν τη διατριβή προτείνεται η **Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως ένα επαρκές θεωρητικό συστημικό πλαίσιο για την οργάνωση αποτελεσματικών συστημικών παρεμβάσεων, ικανών να λειτουργήσουν τόσο σε τοπικό όσο και σε ευρύτερο επίπεδο**. Ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις ΤΠΕ, η ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική πράξη είναι κατεξοχήν πράξη παρέμβασης σε τοπικό επίπεδο, επίπεδο σχολικής μονάδας ή/και σχολικής τάξης.



Εικόνα 1-3: Οροθετικές κρίσεις στις διάφορες φάσεις της παρέμβασης

²¹ Βλ. περισσότερα για τα συστήματα παρέμβασης στο Κεφάλαιο 4.

Στην Εικόνα 1-3 παρατίθεται το διάγραμμα οροθετικών κρίσεων για μια εκπαιδευτική παρέμβαση. Το όριο 1 τίθεται κεντρικά, για παράδειγμα θα μπορούσε να είναι μια γενική κατεύθυνση ή οδηγία για την ενίσχυση της επιχειρηματικής σκέψης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Το όριο 2 δημιουργείται από τη σχολική μονάδα όπου θα πραγματοποιηθεί η σχεδιασμένη παρέμβαση στο πλαίσιο του ορίου 1. Το όριο 3 είναι η οροθετική κρίση των πρακτόρων που θα πραγματοποιήσουν την παρέμβαση. Οι οροθετικές κρίσεις των πρακτόρων εγκλείονται από το όριο 2, ενώ, όπως παρατηρείται, αλληλοεπικαλύπτονται σε κάποιο βαθμό.



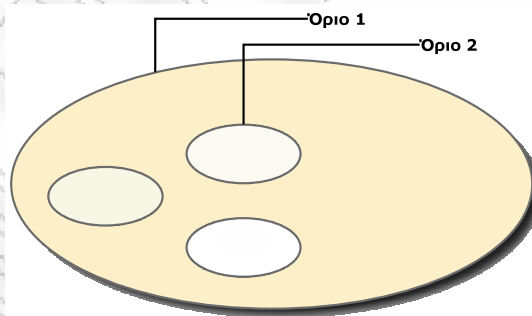
Εικόνα 1-4: Οροθετικές κρίσεις με παρουσία παράγοντα ισχύος

Αν μέσα στο όριο 2 υπάρχει πόλος ισχύος ή εξουσίας, το διάγραμμα μετασχηματίζεται σε αυτό της Εικόνας 1-4. Ενδεικτικά, συνεχίζοντας στο προηγούμενο παράδειγμα, η απόφαση του διευθυντή θα έθετε ένα ακόμη όριο, το οποίο θα περιόριζε τους εμπλεκόμενους - πράκτορες της παρέμβασης. Αποτέλεσμα θα ήταν η μείωση των επιλογών και η αναγκαστική αύξηση της αλληλοεπικάλυψης των ορίων των πρακτόρων. Αν ο διευθυντής έκανε χρήση της εξουσίας και αποφάσιζε η χρήση των Η/Υ να πραγματοποιείται σε ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα πολυμέσων, τότε η παρέμβαση θα οριοθετούνταν τόσο στενά, ώστε οι εμπλεκόμενοι - πράκτορες που θα την υλοποιούσαν θα έπρεπε να είχαν αλληλοεπικάλυψη των δικών τους οροθετικών κρίσεων. Συγκρίνοντας τα διαγράμματα στις Εικόνες 1-3 και 1-4, διαπιστώνει κανείς τη μείωση της ποικιλομορφίας της ομάδας παρέμβασης με τον καθορισμό επιπλέον εξωτερικών περιορισμών στις οροθετικές κρίσεις.

Το φαινόμενο της κατευθυνόμενης παρέμβασης και των επαναληπτικών ιεραρχικών δεσμευτικών οροθετικών κρίσεων είναι πολύ έντονο στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Ο εκπαιδευτικός καταλήγει τελικά να μην συμμετέχει ουσιαστικά σε καμία παρέμβαση. Για παράδειγμα, ο απόλυτος καθορισμός του Αναλυτικού Προγράμματος, των σχολικών βιβλίων και των εργαστηριακών ασκήσεων αφαιρεί από την Κοινότητα των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν παρεμβάσεις σχεδιασμένες σε τοπικό επίπεδο στον τρόπο και στη μορφή της οργάνωσης των παιδαγωγικών οντοτήτων και μηχανισμών. Ο σταδιακός εγκλεισμός των οροθετικών κρίσεων είναι πολύ έντονος στον τομέα των ΤΠΕ. Εδώ ο εκπαιδευτικός βρίσκεται μπροστά σε ένα τεχνολογικό περιβάλλον του οποίου οι οροθετικές κρίσεις πραγματοποιήθηκαν στα ιεραρχικά επίπεδα πριν τον εκπαιδευτικό. Ο εκπαιδευτικός καλείται να πραγματοποιήσει έναν αναγκαστικό εγκλεισμό των δικών του οροθετικών κρίσεων στα εξωτερικά όρια. Ο εκπαιδευτικός είτε συμμορφώνεται είτε, εφόσον έχει τη δυνατότητα, απορρίπτει τα εξωτερικά αυτά όρια.

Οι άτυπες Κοινότητες εκπαιδευτικών, λειτουργώντας ως οικοσυστήματα έξω από την επίσημη συγκρότηση του εκπαιδευτικού συστήματος, έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν ουσιαστικές παρεμβάσεις, μιας και δεν υπόκεινται σε οροθετικές κρίσεις παρόμοιες με αυτές της κεντρικά ελεγχόμενης Εκπαίδευσης. Οι πράκτορες - εμπλεκόμενοι σε τέτοιες Κοινότητες έχουν πολύ μικρή ή και ανύπαρκτη αρχική αλληλοεπικάλυψη οροθετικών κρίσεων, πράγμα το οποίο ενισχύει τη διαλεκτική ένταση και κατ' επέκταση τη δημιουργικότητα και πρωτοτυπία των παρεμβάσεων. Η πολύ υψηλή αρχική ποικιλομορφία μπορεί να ελαττωθεί σταδιακά μέσω ειδικών διαλεκτικών περιβαλλόντων, όπως η μαθησιακή **P – συζήτηση** οδηγώντας σε σύγκλιση και συμφωνία για συγκεκριμένες παρεμβάσεις.

Η Εικονική Κοινότητα η οποία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, αποτελεί παρέμβαση αναφορικά με την τεχνολογική επέκταση του σύγχρονου εργαστηρίου ΦΕ και τη λειτουργία του σε δύο επιπλέον επίπεδα, σε εικονικό επίπεδο και σε επίπεδο ηλεκτρονικής υβριδικής τάξης. Μιλώντας με καθαρά κυβερνητικούς όρους, ο στόχος της Εικονικής Κοινότητας είναι η χρήση του σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών ως **ενισχυτή ποικιλομορφίας**, προκειμένου να παραχθούν πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις και για τους μαθητές, αλλά και για τους εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι συμμετείχαν στον σχεδιασμό, την υλοποίηση, αλλά και τη λειτουργία της Εικονικής Κοινότητας είχαν πολύ διαφορετικές οροθετικές κρίσεις αρχικά, με αποτέλεσμα να μεταβάλλονται διαρκώς τόσο τα τεχνολογικά όσο και τα λειτουργικά και παιδαγωγικά όρια της Κοινότητας (Εικόνα 1-5). Αποτέλεσμα ήταν να προκύψουν σημαντικές παρεμβάσεις, όπως το δωμάτιο συνεργασίας, η βιβλιοθήκη υλικού, η υποστηρικτική δομή στη διδασκαλία, η δικτυακή μονάδα προσομοίωσης και μοντελοποίησης κλπ., οι οποίες πιθανόν να μην μπορούσαν να δημιουργηθούν αποκλειστικά και μόνο από κάποια ομάδα τεχνικών της Πληροφορικής οι οποίοι θα επεξεργάζονταν σενάρια χρήσης προερχόμενα από κάποια στατιστική έρευνα.



Εικόνα 1-5: Οροθετικές κρίσεις σε μια Κοινότητα Εκπαιδευτικών

Ο Midgley (2000) αναρωτιέται σχετικά με τη σύγκρουση των εμπλεκόμενων - πρακτόρων στο πλαίσιο μιας παρέμβασης. Θεωρεί ότι οι πηγές σύγκρουσης είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών οροθετικών και αξιολογικών κρίσεων μεταξύ των πρακτόρων. Στην πράξη, ο **διάλογος δεν είναι τίποτε περισσότερο από την αλληλεπίδραση και τη συνεχή αναδιπλώση των οροθετικών κρίσεων**. Ο βαθύτερος μηχανισμός του διαλόγου είναι, σύμφωνα με τον Midgley (2000), η αναγνώριση ή η απαξίωση των ενδιάμεσων στοιχείων των οροθετικών κρίσεων. Στην περίπτωση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, τα ενδιάμεσα στοιχεία των ορίων που θέτουν οι εκπαιδευτικοί και οι τεχνολόγοι είναι *τα παιδαγωγικά και μαθησιακά στοιχεία της τεχνολογίας*

τα οποία και δημιουργούν τη σύγκρουση μεταξύ των δύο ομάδων εμπλεκόμενων - πρακτόρων. Μια λύση θα ήταν η παράβλεψη των στοιχείων αυτών από τους εκπαιδευτικούς και η άνευ όρων υιοθέτηση των ΤΠΕ με τις οροθετικές κρίσεις των τεχνολόγων (απαξίωση) ή η αξιολόγησή τους ως πολύ σημαντικών από την Κοινότητα των τεχνολόγων (αναγνώριση). Σε καθεμιά περίπτωση, η αντίστοιχη ομάδα - πράκτορας αναδιπλώνει τα όριά της. Στην εργασία αυτή θα τονίσουμε ιδιαίτερα τη συμβολή του συστημικού ερευνητή στην αναδίπλωση των ορίων των πρακτόρων ή στην υπόδειξη νέων ορίων κατά τη διάρκεια των μαθησιακών διαλεκτικών *P – συζητήσεων*.

1.3.12 Σημείο 13: Επέμβαση και Παρέμβαση

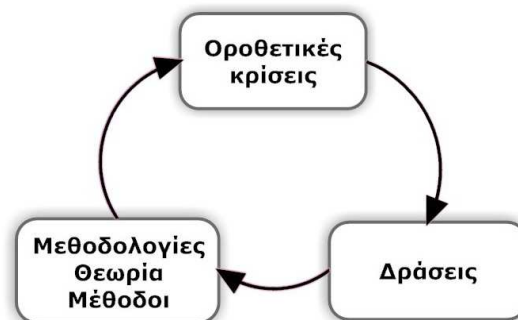
Η συστημική θεώρηση γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της «καθαρής» επιστήμης και της κοινωνικής δράσης. Η γεφύρωση αυτή πραγματοποιείται μέσω της ιδιότυπης έννοιας της **συστημικής παρέμβασης**. Όπως έχει αναφερθεί ήδη σε αρκετά σημεία, η Συστημική επιστήμη ασχολείται με τον πλήρη κύκλο της γνώσης, από την παραγωγή έως την απόκτηση της κοινωνικής της υπόστασης μέσω της υλοποίησης. Η παραδοσιακή «καθαρή» επιστήμη ενδιαφέρεται για την πληρότητα και την αλήθεια της παραγόμενης γνώσης, απέχοντας συνήθως από αξιολογικές κρίσεις αναφορικά με την αξιοποίησή της. Η αξιοποίηση της γνώσης έγκειται σε εμπλεκόμενους - πράκτορες οι οποίοι πραγματοποιούν τις αναγκαίες αξιολογικές και οροθετικές κρίσεις. Στο παραπάνω πλαίσιο, η συστημική παρέμβαση ορίζεται ως το *σύνολο των σκόπιμων δράσεων ενός εμπλεκόμενου - πράκτορα ή συνόλου εμπλεκόμενων - πρακτόρων οι οποίες βασίζονται σε κάποια οντολογική γνώση και έχουν ως στόχο την πρόκληση αλλαγής*. Οι πράκτορες που υλοποιούν την παρέμβαση μπορεί να είναι άτομα, ομάδες, οικογένειες, οργανισμοί, κοινότητες, έθνη κλπ.

Στην καθαρά επιστημονική προσέγγιση, η μόνη αποδεκτή ενέργεια των εμπλεκόμενων - πρακτόρων είναι η παρατήρηση και μέσω αυτής η παραγωγή της περιγραφικής - ερμηνευτικής οντολογίας. Διαφορετικοί πράκτορες παράγουν διαφορετικές οντολογίες, αν και οι επιστημονικές μεθοδολογίες εγγυώνται την παραγωγή συμβατών οντολογιών, η συμφωνία των οποίων εξασφαλίζει κάποια επίπεδα συμφωνημένης αλήθειας. Δεν συμβαίνει, όμως, το ίδιο, όταν οι εμπλεκόμενοι - πράκτορες θα πρέπει να αποφασίσουν και για τη μορφή της παρέμβασης. Στην περίπτωση αυτή, δεν υπάρχει μια αντίστοιχη επιστημονική προσέγγιση η οποία να εξασφαλίζει την παραγωγή μιας «αληθινής» οντολογίας παρέμβασης. Για παράδειγμα, ακόμη και αν αποδειχθεί, σε σημείο που να αποτελεί αναμφισβήτητη επιστημονική αλήθεια, το ότι η χρήση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση διευκολύνει τη μάθηση (ερμηνευτική οντολογία), η παραγωγή της αντίστοιχης παρεμβατικής οντολογίας, του τρόπου δράσης, με δεδομένη την περιγραφική οντολογία, θα είναι πιο απαιτητική διαδικασία, μιας και δύσκολα θα καταφέρουν διαφορετικοί πράκτορες να παραγάγουν ταυτόσημες οντολογίες παρέμβασης κυρίως λόγω διαφορών στις οροθετικές κρίσεις προερχόμενες από διάφορες πηγές, όπως γνωστικές αποκλίσεις ή ζητήματα ισχύος.

Ο Lewin (1948) τόνισε ιδιαίτερα τη διαφοροποίηση μεταξύ της ερμηνευτικής και της παρεμβατικής οντολογίας ως ανάλογο του διαχωρισμού μεταξύ της **επιστημονικής παραγωγής** και **κοινωνικής παρέμβασης**. Ο Lewin (1948) διατύπωσε την άποψη ότι η επιστήμη θα πρέπει περισσότερο να υπηρετεί την παρέμβαση παρά την ερμη-

νεία²² και ότι θα πρέπει να είναι περισσότερο προσανατολισμένη στη δράση παρά στην παρατήρηση. Η παρέμβαση από τη φύση της δεν έχει τη δυνατότητα ακριβούς πρόβλεψης. Πολύ σπάνια είναι δυνατόν να προβλεφτούν με ακρίβεια όλα τα βήματα μιας παρέμβασης. Οι περισσότερες παρεμβάσεις δίνουν κατευθυντήριες γραμμές και αναπροσαρμόζονται ανάλογα. Υπό αυτό το πρίσμα, η παρέμβαση δεν είναι απλός γραμμικός σχεδιασμός, αλλά ουσιαστικά μια αυτοποιητική στοχοθετική διαδικασία.

Η έννοια του **συστημικού σχεδιασμού** περιλαμβάνει τα ακριβή βήματα τα οποία θα πρέπει να γίνουν, ώστε να επιτευχθεί η παρέμβαση. Για παράδειγμα, μια σοβαρή παρέμβαση στην Εκπαίδευση είναι η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου. Η συστημική παρέμβαση θα δημιουργήσει την παρεμβατική οντολογία, το σύνολο δηλαδή των σκοπών και στόχων, τις βασικές αλλαγές σε συστημικό επίπεδο (οργανωτικό, επικοινωνιακό, διαδικαστικό, ιδεολογικό κλπ.), όπως επίσης και τις βασικές οργανωτικές δομές και διαδικασίες. Έτσι, η διαμορφωμένη από την επιστημονική έρευνα ερμηνευτική και περιγραφική οντολογία θα μετατραπεί μέσω της συστημικής παρέμβασης σε κοινωνική πράξη. Ο Midgley (2000) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι χωρίς την έννοια της συστημικής παρέμβασης και με μοναδικό δεδομένο την ερμηνευτική - περιγραφική οντολογία, το μεγάλο έργο της μεταφοράς της επιστημονικής γνώσης στο κοινωνικό σύνολο παραμένει αόρατο. Η συστημική φιλοσοφία διέκρινε πως όλες οι δραστηριότητες που έχουν ως στόχο τη σύνδεση μιας ερμηνευτικής με την πράξη χρειάζονται την επινόηση μιας νέας έννοιας, **της συστημικής παρέμβασης**.



Εικόνα 1-6: Το βασικό τρίπτυχο της συστημικής παρέμβασης

Ο σχεδιασμός αποτελεσματικών, κοινωνικά υπεύθυνων παρεμβάσεων ανήκει στις βασικές ευθύνες της Συστημικής επιστήμης. Ειδικά στην Εκπαίδευση, η έννοια της **συστημικής παρέμβασης** είτε είναι άγνωστη είτε ταυτίζεται με την επέμβαση του κράτους για την επιβολή εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων. Η συστημική παρέμβαση (Εικόνα 1-6) είναι μια έννοια σύμφυτη με την εκπαιδευτική δράση. Σχέδια δράσης για τα Αναλυτικά Προγράμματα, τις επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών, τα περιφερειακά σχολικά προγράμματα, τις εξωσχολικές δραστηριότητες, το εξεταστικό σύστημα κλπ. είναι ουσιαστικά συστημικές παρεμβάσεις και θα πρέπει να πραγματοποιούνται με βάση τις συστημικές μεθοδολογίες παρέμβασης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα παρέμβασης είναι η χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Η σχετική έρευνα

²² Θεωρούμε τις έννοιες «ερμηνεία» - «παρατήρηση» - «περιγραφή» ως έννοιες που αντανακλούν τη στατική φύση της επιστήμης σε σχέση με την έννοια «παρέμβαση» που αναφέρεται στο δυναμικό - επεμβατικό - κοινωνικό στοιχείο της επιστήμης.

παγκοσμίως δεν έχει καταδείξει με ασφάλεια κατά πόσο η προώθηση των ΤΠΕ στη σχολική πράξη είναι προϊόν μεταμοντέρνας πίεσης ή οργανωμένης παιδαγωγικής και εκπαιδευτικής παρέμβασης (SITES, 2006).

Θα αναρωτιόταν κανείς, στο σημείο αυτό, για τα στοιχεία που καθιστούν μια παρέμβαση συστημική ή διαφοροποιούν μια συστημική προσέγγιση από μια μη συστημική. Την απάντηση δίνει ο Midgley (2000), ορίζοντας τρεις βασικές αλληλένδετες με τις παρεμβάσεις **κριτικές** δραστηριότητες: αξιολόγηση των οροθετικών κρίσεων, επιλογή θεωριών και μεθόδων, ενέργειες για εξέλιξη και βελτίωση. Η συστημική προσέγγιση εξασφαλίζει ότι οι οροθετικές κρίσεις, οι θεωρίες - μεθοδολογίες, οι μέθοδοι και οι ενέργειες για βελτίωση διασυνδέονται αρμονικά και αποτελεσματικά. Η οντολογία παρέμβασης, την οποία θα δούμε στη συνέχεια αναλυτικότερα, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το τρίπτυχο **οροθετικές κρίσεις, μέθοδοι - μεθοδολογίες - θεωρίες** και **ενέργειες - δράσεις**.

Συνοψίζοντας τα όσα προείπαμε, η συστημική προσέγγιση ως ερμηνευτικός και επιστημολογικός άξονας είναι ο βασικός τελεστής της Συστημικής επιστήμης και η λειτουργία της εκφράζεται ως εξής²³:

$$\hat{T}[R_A] \xrightarrow{m\mu, \{a\}} O_H + O_I \quad \text{[Σχέση 1-1]}$$

Όπου:

\hat{T} είναι η συστημική προσέγγιση

R_A είναι η **ενεργός περιοχή** (active region) της πραγματικότητας στην οποία εφαρμόζεται η συστημική προσέγγιση. Η ενεργός περιοχή διαφοροποιείται μέσω αποφάσεων σχετικά με τα διαχωριστικά όρια (**boundary judgments**)²⁴

mμ είναι η μεθοδολογία ή πολυμεθοδολογία της προσέγγισης

$\{a\}$ είναι το σύνολο από agents που υλοποιούν την προσέγγιση και παράγουν τις οντολογίες²⁵

O_H είναι η ερμηνευτική οντολογία (hermeneutic ontology). Η ερμηνευτική οντολογία παρέχει την αποτύπωση του συστήματος χωρίς αναγκαστικά να υπάρχει αναφορά σε κάποιο σχέδιο ή πλάνο δράσης. Απαντά στο ερώτημα «Τι γνωρίζουμε;»

O_I είναι η εκτελεστική οντολογία (intervention ontology). Η εκτελεστική οντολογία είναι επέκταση της ερμηνευτικής οντολογίας με στόχο τη δράση επί του αποτυπωμένου συστήματος. Απαντά στο ερώτημα «Πώς θα δράσουμε;».

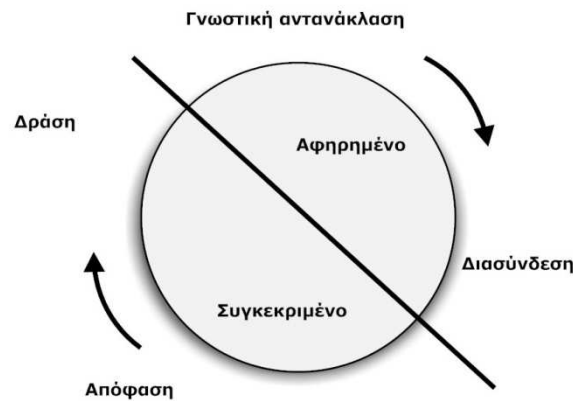
Η παραγωγή των δύο οντολογιών είναι σε αναλογία με τον πολύ γνωστό κύκλο του Kolb (1984) και καθορίζει έναν πλήρη γνωστικό κύκλο (Εικόνα 1-7).

Η διαφορά των δύο είναι ότι η μεν ερμηνευτική οντολογία περιέχει συνήθως συμφωνημένη γνώση που βοηθά τη δόμηση του συστήματος, η παρεμβατική οντολογία δημιουργεί μια τροχιά του συστήματος στο μέλλον και ένα σχέδιο δράσης, ώστε να την ακολουθήσει.

²³ Χρησιμοποιούμε την πρωτογλώσσα και τη συστημική πρωτολογική του Pask για τη διατύπωση βασικών συστημικών προτάσεων.

²⁴ Κεντρική συστημική ιδέα σύμφωνα με τον Midgley (2000).

²⁵ Βλ. και Klir (2001).



Εικόνα 1-7: Κύκλος του Kolb

1.3.13 Σημείο 14: Συλλογική μοντελοποίηση

Οι λόγοι για τους οποίους είναι απαραίτητη η συλλογική μοντελοποίηση είναι (Boyd, 1995):

- 1) Ο χειρισμός της ποικιλομορφίας. Κάθε ενεργός περιοχή έχει μια ενδογενή ποικιλομορφία. Ο μηχανισμός μοντελοποίησης της ενεργού περιοχής θα πρέπει να περιέχει την **απαιτούμενη ποικιλομορφία (requisite variety)**, προκειμένου να αναπτύξει τα αναγκαία μοντέλα ελέγχου. Η συλλογική προσέγγιση αυξάνει το δυναμικό χειρισμού της απαιτούμενης ποικιλομορφίας.
- 2) Η δημιουργία μαθησιακών συζητήσεων για την ανάπτυξη ενός ανώτερου συλλογιστικού μηχανισμού.
- 3) Η δημιουργία DAVA ή Distributed Autopoietic Virtual Actor (εκτεταμένη **P – οντότητα** = ομάδα, συλλογικότητα κλπ.).

1.3.14 Σημείο 15: Γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα

Σε μια γενική θεώρηση μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα σε δύο βασικές κατηγορίες μοντέλων:

Τα **γραμμικά μοντέλα (πρότυπα)**, τα οποία λειτουργούν ως «βηματικές αλληλουχίες», με την έννοια ότι περιέχουν κανόνες - διαδικασίες και πρότυπα τα οποία δεν μπορεί να αγνοηθούν. Επιπλέον, υποχρεώνουν τον χρήστη να παρακολουθήσει μια συγκεκριμένη πορεία χωρίς σοβαρές παρεκκλίσεις, προκειμένου να ανταποκριθεί με επιτυχία στα κριτήρια αξιολόγησης που έχουν προβλεφθεί και τα οποία είναι συμβατά με τη δομή του μοντέλου. Με άλλα λόγια, κριτήριο επιτυχίας αποτελεί κυρίως η συμμόρφωση στις προκαθορισμένες διαδοχικές «εντολές» που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Τα γραμμικά μοντέλα προσιδιάζουν περισσότερο στην αναλυτική προσέγγιση των ζητημάτων και αποδεικνύονται χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου αντιμετωπίζονται ζητήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας. Έμφαση σε αυτά δίνεται στην πρόβλεψη.

Τα **μη γραμμικά μοντέλα (πρότυπα) ανάδρασης**, τα οποία προτείνονται κυρίως από τους ερευνητές της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης. Σε αυτά ενσωματώνεται η **λογική της αντιμετώπισης της ποικιλομορφίας**. Παρουσιάζουν ουσιαστικές διαφορές από τα γραμμικά μοντέλα. Σε αυτά ο κατασκευαστής τους (Briggs

και Peat, 1989), αντί να προσπαθεί να επεξεργαστεί αριθμητικά όλες τις ντετερμινιστικές αλυσίδες, αναζητά κόμβους όπου ενώνονται βρόχοι ανάδρασης, με σκοπό να παρουσιάσει την εμπλουτισμένη συστημική εικόνα. Επιπλέον, αντί να διαμορφώνει το μοντέλο έτσι ώστε να κάνει κάποια πρόβλεψη ή να ασκεί κεντρικό έλεγχο, ο κατασκευαστής των μη γραμμικών μοντέλων αρκείται μάλλον στο να διαταράσσει το μοντέλο, δοκιμάζοντας διάφορες μεταβλητές, με σκοπό να οριοθετήσει τον χώρο των φάσεων του, τους ελκυστές και τον μηχανισμό ομοιόστασης (μηχανισμό απορρόφησης των μεταβολών). Στην ουσία δεν προσπαθεί να ελέγξει το πολύπλοκο σύστημα, ποσοτικοποιώντας το και κυριαρχώντας στην αιτιότητά του. Επιδιώκει περισσότερο να αναπτύξει «διαισθητική - ερμηνευτική αντίληψη» για το πώς δουλεύει το σύστημα, προκρινόμενου να μπορεί να αλληλεπιδρά αρμονικότερα μαζί του. Αυτή ακριβώς η μετατόπιση από τον ποσοτικό αναγωγισμό σε μια ποιοτική ολική εκτίμηση της δυναμικής των συστημάτων διαφοροποιεί τις δύο αυτές κατηγορίες μοντέλων.

1.4 Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή, όπως προείπαμε, θεμελιώνεται η έννοια της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής ως εφαρμογής της **συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης στην Εκπαίδευση**. Με την αυστηρή ορολογία, η παραπάνω προσέγγιση θα λειτουργήσει ως τελεστής επαναπροσδιορισμού των ενεργών περιοχών της Εκπαίδευσης κάτω από ένα συνδυασμένο πρίσμα κυβερνητικών και συστημικών προσεγγίσεων²⁶. Η συστημική - κυβερνητική προσέγγιση διαμορφώνει νέα νοητικά μοντέλα πάνω σε γνωστές ή άγνωστες ενεργές περιοχές. Για παράδειγμα, αν εφαρμοστεί ο τελεστής της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης στην πολύ γνωστή ενεργό περιοχή της *σχολικής τάξης* με μεθοδολογία τη Θεωρία Συζητήσεων του Pask, προκύπτει η παρακάτω οντολογική προσέγγιση:

$$\hat{T}_κ[\text{σχολική τάξη}] \xrightarrow{CT\{a\}} [\text{παιδαγωγική οντότητα}] = \pi - \text{οντότητα} = \langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle \quad [\text{Σχέση 1-2}]$$

Η οντολογική προσέγγιση αυτή περιγράφεται ως εξής: Μια σχολική τάξη είναι στην πραγματικότητα μια παιδαγωγική οντότητα η οποία λειτουργεί σε δύο διαστάσεις που παριστάνονται με μια γενικευμένη γνωστική ***P - οντότητα*** και μια μηχανική ***M - οντότητα***. Η ***M - οντότητα*** είναι το μηχανιστικό σύστημα πάνω στο οποίο λειτουργεί η σχολική τάξη ή διαφορετικά η τεχνολογική της βάση. Εφόσον οι συζητήσεις που πραγματοποιούνται στην τάξη είναι επιπέδου ***L₀*** και ***L₁***, δηλαδή απλή εκμάθηση των εννοιών και σειριακή τους χρήση, η ***M - οντότητα*** είναι σχετικά απλή τεχνολογικά. Αν αυξηθεί η πολυπλοκότητα των συζητήσεων σε ανώτερα επίπεδα ***L_n***, τότε πολύ πιθανόν να απαιτείται αναβάθμιση της ***M - οντότητας***. Η ανάδυση αυτών των ***P -*** και ***M - οντοτήτων*** είναι αποτέλεσμα εσωτερικών διαδικασιών, αλλά και διαδικασιών του περιβάλλοντος.

²⁶ Στα Κεφάλαια 2 και 3 παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο το κυβερνητικό όσο και το ευρύτερο συστημικό πλαίσιο της προσέγγισης.

Είναι δυνατόν τώρα να εφαρμοστεί ο τελεστής της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης με μεθοδολογία την Design and Control Systemic Methodology (DCSYM)²⁷. Στην περίπτωση αυτή, θα προκύψει η παρακάτω προσέγγιση:

$$\hat{T}_\kappa[\text{σχολική τάξη}] \xrightarrow{DCSYM\{a\}} \text{DCSYM Layers (elements, communication, control)} \quad [\text{Σχέση 1-3}]$$

Τα DCSYM Layers αναπαριστούν αναλυτικά τη σχεσιοδυναμική της σχολικής τάξης και τη σχέση με το υπερκείμενο σύστημα, σχολείο και εκπαιδευτικό σύστημα. Αν τώρα εφαρμοστεί η μεθοδολογία του ιδεατού σχεδιασμού του Ackoff (1981), θα προκύψει:

$$\hat{T}_\kappa[\text{σχολική τάξη}] \xrightarrow{IP,\{a\}} \langle \text{Ιδεατό σύστημα, σύστημα παρέμβασης} \rangle \quad [\text{Σχέση 1-4}]$$

Η εφαρμογή της συστημικής προσέγγισης, της συστημικής σκέψης του Senge (1990) θα δώσει την παρακάτω οντολογία:

$$\hat{T}_\kappa[\text{σχολική τάξη}] \xrightarrow{ST,\{a\}} \langle \text{CLD, archetypes} \rangle \quad [\text{Σχέση 1-5}]$$

Οι παραπάνω οντολογικές προσεγγίσεις μπορεί να συνδυαστούν σε μια ενιαία ερμηνευτική προσέγγιση με μια ενιαία πολυμεθοδολογία:

$$\hat{T}_\kappa[\text{σχολική τάξη}] \xrightarrow{CT,DCSYM,IP,ST,\{a\}} \mathbf{O}_H \quad [\text{Σχέση 1-6}]$$

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ασχολείται με τη βελτίωση των εκπαιδευτικών μαθησιακών *P – συζητήσεων* που λαμβάνουν χώρα στην Εκπαίδευση. Αν και βασίζεται στην Κυβερνητική, δέχεται επιρροές από τα άλλα δύο παρακλάδια της Συστημικής επιστήμης, τη Γενική Θεωρία Συστημάτων και την Επιχειρησιακή Έρευνα. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική στον πυρήνα της μπορεί να θεωρηθεί ως προσέγγιση Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης. Η βασική θεματολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής παρουσιάζεται στον Πίνακα 1-5.

Η συστημική - κυβερνητική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής υπόσχεται καλύτερη και πληρέστερη ερμηνευτική σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι ΤΠΕ επιδρούν στον οργανισμό της Εκπαίδευσης σε όλες τις διαστάσεις, από την ατομική μέχρι και την οργανωσιακή μάθηση.

Πατέρας της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής θεωρείται ο Milos Lánsky ο οποίος και επινόησε τον όρο το 1960. Στην Εικόνα 1-8 παρουσιάζεται η εξέλιξη του όρου μέχρι σήμερα.

²⁷ Αναλυτική αναφορά της DCSYM πραγματοποιείται στο Κεφάλαιο 5.

Θεματολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

- Εκπαιδευτικές διαδικασίες
- Εκπαιδευτική μοντελοποίηση - Εκπαιδευτική προσομοίωση
- Εκπαιδευτικές *P* - συζητήσεις
- Ενσωμάτωση πληροφοριακών συστημάτων και ΤΠΕ σε εκπαιδευτικά συστήματα
- Συστημικές παρεμβάσεις
- Επικοινωνία και μάθηση σε εκπαιδευτικές κοινότητες
- Πολυπλοκότητα - ποικιλομορφία στην Εκπαίδευση
- Ιεραρχικές δομές
- Βιώσιμα συστήματα
- Αυτόματα και παίγνια
- Σύνδεση εκπαιδευτικών με ΤΠΕ
- Αναδυόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες
- Οργανωτική εκπαιδευτικών συστημάτων
- Δημιουργία μηχανισμών για την Εκπαίδευση
- Εκπαιδευτικά συστήματα επικοινωνίας και ελέγχου
- Συνεργατική μοντελοποίηση

Πίνακας 1-5: Θεματολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής



Εικόνα 1-8: Εξέλιξη της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Ο Boyd (1995), ορίζει την Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως την εφαρμογή της Συστημικής - Κυβερνητικής επιστήμης για την ανάπτυξη δόκιμων εκπαιδευτικών διαδικασιών και τεχνικών προϊόντων. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ανήκει κατά ένα μέρος στη σφαίρα της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης και κατά ένα μέρος στην Κοινωνική Επιχειρησιακή Έρευνα. Κατά έναν απλό περιγραφικό ορισμό, η Εκπαιδευτική Κυβερνητική είναι η **επιστήμη της οργανωμένης εκπαιδευτικής συστημικής ερμηνευτικής και παρέμβασης**. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ορίζει μια αντικειμενική γλώσσα L_1 η οποία αποτελεί και τη γλώσσα επικοινωνίας των εμπλεκομένων - πρακτόρων σε επίπεδο ερμηνευτικής και παρέμβασης. Στον Πίνακα 1-6 παρουσιάζεται η αντιστοιχία εννοιών της γλώσσας της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής και της μεταγλώσσας L^* .

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική αναφέρεται στα συστήματα εκείνα στα οποία ενδιαφέρει τόσο η αυτοοργάνωση, η αυτονομία και η αυτοποίηση (κυβερνητική συμπεριφορά) όσο και η ενσωμάτωσή τους στο περιβάλλον και η αλληλεπίδρασή τους με άλλα συστήματα (συστημικότητα) (Εικόνα 1-9).

Αντιστοιχίες αντικειμενικής γλώσσας της
Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής L_1 και της μεταγλώσσας L^*

L_1	L^*
5 νευροκυβερνητικά συστήματα του Beer	Διοικητικές ιεραρχίες
<i>P</i> – ατομικότητες	Περιγραφή ρόλων – Άνθρωποι
Ανατροφοδότηση	Αξιολόγηση
Πληροφορία ως μείωση της εντροπίας ²⁸	Μήνυμα
Ποικιλομορφία	Πολυπλοκότητα
Επαναληπτικά επίπεδα επικοινωνίας και ελέγχου ²⁹	Ταξινομίες

Πίνακας 1-6: Συστημικές - κυβερνητικές έννοιες και η εκφορά τους σε επίπεδα L_1 και L^*



Εικόνα 1-9: Οι δύο συνιστώσες της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

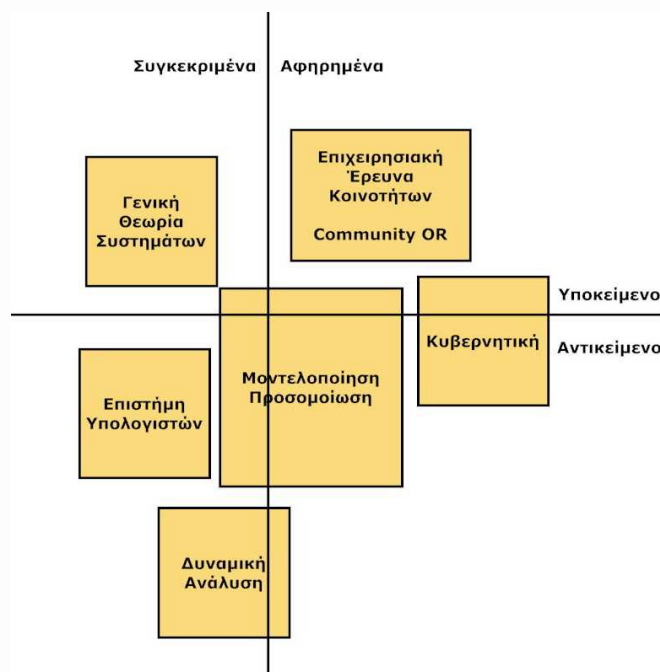
Η παρούσα διατριβή αποτελεί εφαρμογή της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής στην ερμηνευτική και τον σχεδιασμό οργανωσιακών σχημάτων Εκπαιδευτικής Πληροφορικής. Συνδυάζει δε στοιχεία από τα παρακάτω πεδία:

- A) Οργανωσιακή Κυβερνητική
- B) Community Operational Research
- Γ) Οργανωσιακή μάθηση
- Δ) Ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων.

Επιπλέον, η διατριβή, η οποία είναι διαθεματική (Εικόνα 1-10), προτείνει πολυμεθοδολογία ικανή να δημιουργήσει διαλεκτικά περιβάλλοντα σχεδιασμού για την εκπαιδευτική Κοινότητα.

²⁸ Receiver-ensemble-expectation-uncertainty-reducing signal information (Gibbs, Hartley, Shannon, Wiener).

²⁹ Cybersystemic – Communicontrol.



Εικόνα 1-10: Τα βασικά επιστημονικά πεδία της διατριβής

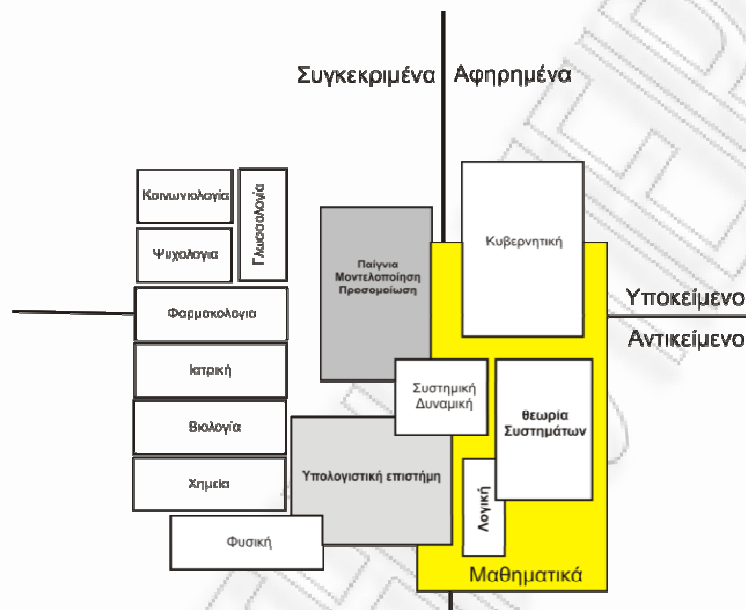
Υποστηρίζεται δε από σημαντικό αριθμό υπολογιστικών εργαλείων λογισμικού, δεδομένου ότι τόσο ο σχεδιασμός όσο και η λειτουργία μιας πολυμεθοδολογίας στην πράξη βασίζεται εκτενώς στη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού (Skyrme, 2001). Ο θεωρητικός σχεδιασμός και η πρακτική χρήση μιας πολυμεθοδολογίας ή μιας σύνθεσης μεθόδων επιβάλλεται να γίνει σε περιπτώσεις πολύπλοκων προβλημάτων. Ο εξειδικευμένος εμπλεκόμενος - πράκτορας ο οποίος θα δημιουργήσει την πολυμεθοδολογία και θα συνθέσει τις μεθόδους ορίζεται στην παρούσα διδακτορική διατριβή ως «συστημικός ερευνητής» και αποτελεί βασική δομική μονάδα στη λειτουργία των πολυμεθοδολογιών και συνθετικών μεθόδων. Είναι ευρέως αποδεκτό³⁰ ότι η σύνδεση των ΤΠΕ και της σχολικής πραγματικότητας ξεπερνά κατά πολύ τα όρια του απλού *instrumentalisation*. Έχει πολύ πλατύτερες προεκτάσεις και πολλές αφανείς και αδήλωτες πλευρές (κοινωνικές, πολιτιστικές, πολιτικές, οικονομικές, ψυχολογικές, παιδαγωγικές κλπ.). Πρόκειται, δηλαδή, για ένα πολύπλοκο ζήτημα το οποίο απαιτεί συστημική προσέγγιση, όχι μόνο γιατί είναι διαθεματικό, αλλά και γιατί είναι συνυφασμένο με παράπλευρα ζητήματα, όπως βιωσιμότητα, επέκταση, αναβάθμιση, βελτίωση, προσωπική ανάπτυξη κλπ.

Η γενικότερη ταξινόμηση των επιστημών με έμφαση στη διαθεματικότητα δίνεται στην Εικόνα 1-11.

Επιπλέον, μια βασική ένδειξη της συστημικότητας του προβλήματος είναι η αδυναμία προσέγγισής του με απλό αναγωγισμό. Για παράδειγμα, όσον αφορά την ελληνική πραγματικότητα, το σύνολο σχεδόν των σχολείων διαθέτει δίκτυα, ευρυζωνικές συνδέσεις και υποδομές πολυμέσων. Επιπλέον, ένας πολύ μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών έχει επιμορφωθεί και πιστοποιηθεί αναφορικά με τις γνώσεις ΤΠΕ τόσο σε απλό όσο και σε προχωρημένο επίπεδο. Ακόμη, το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (ΠΣΔ), το μεγαλύτερο εθνικό δίκτυο, προσφέρει ανεπτυγμένες υπηρεσίες, όπως η-

³⁰ Βλ. τακτικά δελτία UNESCO (www.unesco.org).

λεκτρονικό ταχυδρομείο, φιλοξενία δυναμικών ιστοσελίδων, βιβλιοθήκες υλικού, blog κλπ. Υπάρχουν, λοιπόν, όλα τα επιμέρους συστατικά στοιχεία για τη δημιουργία τεχνολογικά ενεργοποιημένων παιδαγωγικών οντοτήτων. Γιατί, όμως, οι παιδαγωγικές οντότητες παραμένουν στο σύνολό τους παραδοσιακές; Συγκεντρώνοντας το ερευνητικό υλικό που έχει παραχθεί και με οδηγό τις συγκριτικές μελέτες κυρίως της UNESCO³¹, προκύπτουν τα παρακάτω βασικά συμπεράσματα³²:



Εικόνα 1-11: Το συνεχές των επιστημών (Dijkum, 1997)

1. Ο συντονισμός της πολιτικής ΤΠΕ με τις υπόλοιπες εκπαιδευτικές πολιτικές και πρωτοβουλίες είναι απαραίτητος για την οργανική σύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης
2. Το ιδεατό όραμα της πολιτικής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση δεν θα πρέπει να είναι αυτόνομο και απομονωμένο, αλλά θα πρέπει να έχει ρεαλιστική υλοποίηση και δυνητικό διαχειριστικό δυναμικό στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πραγματικότητας
3. Η ολιστική προσέγγιση της σύνδεσης ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πραγματικότητας υπερβαίνει την τεχνολογική διάσταση
4. Η υλοποίηση στρατηγικών ΤΠΕ είναι ένα σύνθετο οικονομικό - πολιτικό - πολιτιστικό ζήτημα, αν και σε μεγάλο βαθμό βασίζεται σε οργανωμένες υποδομές υλικοτεχνικού εξοπλισμού και επιμόρφωσης
5. Σύμφυτα με τα προγράμματα υλοποίησης υποδομών ΤΠΕ είναι και αντίστοιχα παράπλευρα προγράμματα βιωσιμότητας (απαραίτητη η ύπαρξη νευροκυβερνητικού μηχανισμού) και εξέλιξης (απαραίτητη η ύπαρξη μηχανισμού οργανωσιακής μάθησης)
6. Θα πρέπει να εξαλειφθεί η διχοτομία εκπαιδευτικών - τεχνολόγων με τη δημιουργία πλουραλιστικών διαλογικών ομάδων σε όλες τις φάσεις: σχεδια-

³¹ UNESCO: Integrating ICT in Education, 2004 (www.unesco.gr).

³² Αναλυτική παρουσίαση των συμπερασμάτων παρατίθεται στο Παράρτημα.

σμού - υλοποίησης - βιωσιμότητας - εξέλιξης της σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης

7. Το κλειδί στις στρατηγικές υλοποίησης εκπαιδευτικών ΤΠΕ σε μεγάλη κλίμακα είναι ο τοπικός σχεδιασμός και η υλοποίηση (τοπική παρέμβαση) σε επίπεδο Εκπαιδευτικών Κοινοτήτων³³. Στην τοπική παρέμβαση λαμβάνεται υπόψη το τοπικό κοινωνικοπολιτιστικό περιβάλλον της Κοινότητας, ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη δυνατή ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Κοινότητα.

Είναι προφανές ότι η ενεργός περιοχή του σχεδιασμού, υλοποίησης, επίτευξης βιωσιμότητας και εξέλιξης υποδομών εκπαιδευτικών ΤΠΕ σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα απαιτεί ένα διαθεματικό - ολιστικό - θεωρητικό - μεθοδολογικό υπόβαθρο και έναν αντίστοιχο διαθεματικό - ολιστικό μηχανισμό παρέμβασης. Η ανάπτυξη της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής έχει ως στόχο την πρόταση ενός τέτοιου μεθοδολογικού μηχανισμού και μηχανισμού παρέμβασης ο οποίος βασίζεται στην επιστήμη των συστημάτων.

Όταν ζητείται η περιγραφή, με τη χρήση μιας απλουστευτικής διαδικασίας (γραμμικής μοντελοποίησης), της πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζει το φαινόμενο της Εκπαίδευσης και της λειτουργίας των παιδαγωγικών οντοτήτων, καθώς και με τη σχεδίαση συστημάτων εκπαιδευτικών εφαρμογών, είναι αδύνατον να αποφευχθεί η συνδυασμένη εμπλοκή παραγόντων που είναι βιολογικοί, ψυχολογικοί και κοινωνικοί. Εάν γίνει αυτή η παραδοχή, τότε ανακύπτει το ζήτημα της επάρκειας και της περιγραφικής δύναμης που διαθέτει το γραμμικό μοντέλο. Τα ερωτήματα που τίθενται είναι (Κεκές, 2001):

1. Όταν δημιουργείται ένα μοντέλο, στην ουσία υιοθετείται ταυτόχρονα και αποτυπώνεται ένας τρόπος σκέψης και μια γλώσσα περιγραφής. Πόσο μακριά μπορούμε να πάμε με ένα περιοριστικό μοντέλο και πόσο χρήσιμο και αξιόπιστο είναι τελικά ένα μοντέλο που είναι από τη φύση του εντελώς ανοιχτό;
2. Πόσο πολύπλοκο είναι το φαινόμενο που περιγράφεται και αντίστοιχα πόσο πολύπλοκο θα πρέπει να γίνει και το μοντέλο, ώστε να ισχύει ο νόμος του Ashby για την απαιτούμενη ποικιλομορφία;
3. Η τοπολογία του μοντέλου (η γεωμετρική του αναπαράσταση) θα πρέπει να περιλαμβάνει συστημικούς παράγοντες (μη γραμμικότητα, ανάδραση, βιωσιμότητα, κλπ.); Και αν ναι, αρκεί η αντικειμενική γλώσσα L^* που χρησιμοποιείται ή μήπως χρειάζεται μια άλλη γλώσσα περιγραφής L_i ή και συνδυασμός αντικειμενικών γλωσσών;
4. Όπου γίνεται αναφορά στην ένταξη του παρατηρητή μέσα στην ίδια του την περιγραφή, τότε οι περιγραφικές έννοιες που χρησιμοποιούνται μετασχηματίζονται σε έννοιες δεύτερης τάξης (έννοιες αυτοαναφορικές ή αυτολογικές), όπως αυτοοργάνωση, αυτοποίηση, αυτοομοιότητα. Είναι δυνατόν άραγε σε αυτήν την περίπτωση να παραβλέψει κανείς κατά τη μοντελοποίηση αυτών τον καταλυτικό μετασχηματισμό;

³³ Η έννοια «Εκπαιδευτική Κοινότητα» επιλέγεται σκόπιμα, προκειμένου να συμπεριλάβει εκτός από τις επίσημες Κοινότητες (όπως οι σχολικές Κοινότητες) και άτυπες ή ακόμη και Εικονικές Κοινότητες, όπως είναι οι θεματικές Κοινότητες των εκπαιδευτικών, οι Κοινότητες των γονέων κλπ.

Μελετώντας σύνθετες και διαφορετικής πολυπλοκότητας μορφές συστημάτων, οι θεωρητικοί των συστημάτων διατύπωσαν μερικές βασικές κυβερνητικές αρχές που τα διέπουν. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική πραγματεύεται τις αρχές αυτές στο πεδίο της Εκπαίδευσης. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθούν (Senge, 1994):

- ❖ Για να επέλθουν μόνιμες αλλαγές σε ένα σύστημα, πρέπει να πραγματοποιηθεί παρέμβαση στη δομή του
- ❖ Σε κάθε δεδομένο σύστημα υπάρχουν πολύ λίγα «σημεία - μοχλοί» όπου μπορεί να παρέμβει κανείς και να προκαλέσει σημαντικές, διαρκείς αλλαγές στη συμπεριφορά του
- ❖ Όσο πιο πολύπλοκο είναι το σύστημα, τόσο περισσότερο απέχει, συνήθως, η αιτία από το αποτέλεσμα στον χώρο και στον χρόνο
- ❖ Δεν απαιτούνται πάρα πολλοί βρόχοι ανάδρασης, πριν καταστεί πρακτικά αδύνατη η πρόβλεψη της συμπεριφοράς ενός συστήματος
- ❖ Συνήθως, δεν είναι φανερά ούτε τα «σημεία - μοχλοί» ούτε ο σωστός τρόπος χειρισμού, για να προκύψει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Γενικότερα, το πρόβλημα με τα γραμμικά μοντέλα (πρότυπα) (Fiske, 1989) είναι ότι οι σκοποί τους δεν είναι πάντοτε τόσο καλά δηλωμένοι. Στην πραγματικότητα, ορισμένα από αυτά επιδιώκουν τόση περιεκτικότητα, που από τη φύση τους δεν είναι εφικτή. Η αξία, όμως, ενός μοντέλου (Fiske, 1989) έγκειται κυρίως στο ότι:

- ❖ Προβάλλει συστηματικά επιλεγμένα στοιχεία του αντικειμένου του
- ❖ Καταδεικνύει επιλεγμένες σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία
- ❖ Το σύστημα που διαγράφεται πίσω από τα παραπάνω επιλεγμένα στοιχεία προσδιορίζει και περιγράφει το αντικείμενο που μοντελοποιείται.

Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο, εκφρασμένο ως συνδυασμός ερμηνευτικών και παρεμβατικών οντολογιών, αποδίδει ένα ιδιαίτερο νόημα και ταυτόχρονα εφοδιάζει τον εμπλεκόμενο - πράκτορα σχεδιασμού με τη δυνατότητα να συλλάβει τόσο τη γενική εικόνα του προβλήματος όσο και τα επί μέρους στοιχεία που θα χρειασθεί να διαχειρισθεί για την παρέμβαση. Στον Πίνακα 1-7 αναφέρονται βασικές κατηγορίες συστημικών μοντέλων.

Ένα από τα βασικότερα συστατικά της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης είναι η διάσταση της αντίληψης των ξεχωριστών και φαινομενικά ασύνδετων μονάδων ως συνόλου. Στο πλαίσιο αυτού του συνόλου, οι μονάδες αυτές, που ονομάζονται στοιχεία (μέρη) του συνόλου, χαρακτηρίζονται από μια έντονη και δεσμευτική, για τη «συμπεριφορά» τους, αλληλεξάρτηση. Αυτή η εξάρτηση των στοιχείων στοιχειοθετεί την ύπαρξη ενός «μηχανισμού» που παρέχει στον εμπλεκόμενο - πράκτορα ερευνητή τη δυνατότητα αντίληψης μιας διαφορετικής πραγματικότητας που δεν μπορεί να την προσεγγίσει, αν δεν κατασκευάσει πρώτα το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο, στο οποίο ουσιαστικά στοχεύουν οι συστημικές πολυμεθοδολογίες.

Με άλλα λόγια, η συστημική προσέγγιση αναπροσδιορίζει στις Κοινωνικές Επιστήμες, όπως και στα υπόλοιπα επιστημονικά πεδία, τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή και κατ' επέκταση μπορεί να διερευνηθεί και να ερμηνευτεί η καθημερινή, κατά περίπτωση, πραγματικότητα.

Το σύστημα είναι μια γνωστική κατασκευή, δηλαδή ένα τέχνημα, και η συστημική προσέγγιση είναι το μεθοδολογικά τεκμηριωμένο «οπλοστάσιο» που οδηγεί, αλλά και δεσμεύει την όποια γνωστική κατασκευή. Η συστημική προσέγγιση διαμορφώθηκε σταδιακά, τα τελευταία εξήντα χρόνια, μέσα από ζυμώσεις στο πλαίσιο μιας γόνιμης διαλεκτικής που δεν απέκλειε τις βίαιες επιστημονικές και επιστημολογικές συγκρούσεις μεταξύ των ερευνητών - μελετητών που ασχολούνταν με την κυβερνητική και συστημική αντίληψη της πραγματικότητας. Οι αναδιαμορφώσεις, αλλά και οι συγκρούσεις ήταν αναπόφευκτες, όταν η κυβερνητική και συστημική αντίληψη εμφανίστηκαν ως δύο γενικά ερμηνευτικά εργαλεία που ήταν δυνατόν να δημιουργήσουν ισχυρότερες ερμηνευτικές οντολογίες του βιολογικού, φυσικού, αλλά και του κοινωνικού περιβάλλοντος. Για να γίνουν όμως κατανοητά, μέσα από το ιδιαίτερο βάρος τους αναφορικά με τους προσανατολισμούς και τις επιστημονικές δεσμεύσεις που υποθάλπουν, τα διάφορα στοιχεία (όροι, ιδέες, αντιλήψεις κ.λπ.) που κατά καιρούς έχουν προστεθεί στη φαρέτρα της συστημικής σκέψης, πρέπει να αξιολογηθούν με μια αναλυτική, αλλά ταυτόχρονα και κριτική διάσταση. Η παρουσία αυτού του είδους βοηθά όχι μόνο τη γνώση, αλλά και την πλήρη αντίληψη των επιμέρους ζητημάτων επιστημολογικής και μεθοδολογικής διάρθρωσης που θα μας απασχολήσουν στην ανάλυση της συστημικής, αλλά και της οργανωσιακής θεωρίας.

Σκοπός της μοντελοποίησης	Περίοδος εφαρμογής του μοντέλου	Θεωρητικό υπόβαθρο του μοντέλου
Ανταγωνισμός Επικράτηση	Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο	Θεωρία Παιγνίων, Κυβερνητική Πρώτης Τάξης
Πρόβλεψη	Μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις (1973, 1979)	Πολυπλοκότητα, συστημικές προσεγγίσεις
Επηρεασμός	Μετά την κατάρρευση των καθεστώτων των ανατολικών χωρών	Συστημικές προσεγγίσεις, Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης, μη γραμμικά μοντέλα ανάδρασης
Προετοιμασία για το απροσδόκητο	Μετά την επίθεση της 11ης Σεπτεμβρίου 2001	Θεωρία του χάους, ασαφής λογική, χειρισμός του «παραδόξου», συστημικές - κυβερνητικές προσεγγίσεις

Πίνακας 1-7: Βασικές κατηγορίες συστημικών μοντέλων (Κεκές, 2008)

Στην παρούσα διατριβή πραγματοποιείται μια ολοκληρωμένη κριτική παρουσίαση του φάσματος των συστημικών εργαλείων, πάντα σε αναφορά με τις ειδικότερες ανάγκες της εκπαιδευτικής Πληροφορικής.

Η συστημική προσέγγιση διαμόρφωσε τις συνθήκες διεύρυνσης του ευρύτερου πεδίου της ολιστικής αναλυτικής - ερμηνευτικής. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η συστημική προσέγγιση είναι «ανοικτή και ευέλικτη», καθώς, ενώ διερευνά τους νόμους που διέπουν τις σχέσεις των μερών του συνόλου, αποφεύγει τις αγκυλώσεις του θετικισμού. Η συστημική θεωρία ενοποιεί τους ζωντανούς οργανισμούς και τα συστήματα κοινωνικής πρακτικής και τεχνολογικών εφαρμογών κάτω από το πρίσμα των ανοιχτών συστημάτων. Αυτού του είδους τα συστήματα χαρακτηρίζονται από τις

αδιάλειπτες ανταλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα οι παρατηρήσιμες συμπεριφορές να είναι συνδυασμένο αποτέλεσμα της εσωτερικής δομής και της σχεσιοδυναμικής με το περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα αναλύεται πάντα με γνώμονα το περιβάλλον του, στη βάση των αποτελεσμάτων δράσης και αντίδρασης μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του. Αυτή η οργανωμένα δυναμική σχέση είναι ο βασικός πυρήνας αντίληψης της Γενικής Θεωρίας των Συστημάτων. Αποτέλεσμα όλης αυτής της διαδικασίας κατασκευής της συστημικής προσέγγισης είναι ότι **ο κόσμος γύρω μας μπορεί να προσλαμβάνεται μόνο μέσα από τη διάσταση αλληλεξαρτώμενων και αλληλεπιδρώντων συστημάτων.**

Οι βασικές διαστάσεις της συστημικής προσέγγισης οι οποίες παρουσιάστηκαν ως τώρα προλειαίνουν το έδαφος για την κατανόηση των γνωστικών και λειτουργικών εργαλείων που είναι απαραίτητα, ώστε να επιτρέψουν τη διαμόρφωση μιας, έστω και περιορισμένης, εικόνας του συστημικού τρόπου ανάλυσης και προσέγγισης της εκπαιδευτικής πραγματικότητας ως υποσυνόλου της ευρύτερης κοινωνικής πραγματικότητας.

Μέσα από τη διάσταση του συστήματος, η κοινωνική οργάνωση εκλαμβάνεται ως ιδιαίτερα σημαντικό φαινόμενο. Η ανθρώπινη νόηση, η ικανότητα της επιλογής και η ευχέρεια παρέμβασης στους κανόνες συστημάτων αλλά και υπερσυστημάτων κάνουν την κοινωνική οργάνωση ένα από τα κυρίαρχα υπερσυστήματα. Η πολυπλοκότητα των κοινωνικών συστημάτων απαιτεί από τους συστημικούς μελετητές ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο προσέγγισής τους. Ένα από τα συνήθη σφάλματα, στο οποίο εξακολουθούν συστηματικά να υποπίπτουν οι ερευνητές, είναι η αντιμετώπιση ενός συστήματος με ένα μηχανιστικό τρόπο. **Τα μόνα μοντέλα που μπορεί να περιγράψουν με σαφήνεια και ορθότητα τις κοινωνικές αλληλεξαρτήσεις είναι τα διαλεκτικά μοντέλα.**

Βασικός γνώμονας στο χτίσιμο της συστημικής προσέγγισης αποτελούν οι βασικές αρχές της συστημικής σκέψης:

Η Αρχή του Συνόλου ή της Ολότητας, όπου το αποτέλεσμα του συνόλου είναι άλλο από το άθροισμα της δράσης των μερών του.

Η Αρχή της Αλληλεξάρτησης, που υποδηλώνει την εξάρτηση των δράσεων ενός μέρους του κάθε συστήματος από τις δράσεις των υπολοίπων μερών του ίδιου συστήματος.

Η Αρχή του Ενσωματωμένου Σκοπού, που προσφέρει στο σύστημα τον λόγο της ύπαρξής του και της συνεχόμενης ανάληψης δράσης στα μέρη του συστήματος. Η αρχή αυτή αιτιολογεί εξάλλου και την προσκόλληση της συστημικής σκέψης στην αντίληψη των ανοικτών συστημάτων, διότι μόνο μέσα από τη διάσταση των ανοικτών συστημάτων το κάθε σύστημα μπορεί να αναζητήσει την ολοκλήρωσή του ή τους σκοπούς ύπαρξής του μέσα από διαφορετικές οδούς. Η αντίληψη των κλειστών συστημάτων περιορίζει αναπόφευκτα την κατανόηση του συνόλου των σκοπών και στόχων του κάθε συστήματος.

Η Αρχή της Αντίδρασης (Αντενέργειας) ή της Κυκλικής Αιτιότητας (Retroaction), που στοχεύει στη ρύθμιση του συστήματος. Οι «αρνητικές» αντιδράσεις στοχεύουν στη διατήρηση της ισορροπίας του συστήματος, ενώ οι «θετικές» στη διατάραξη της ισορροπίας.

Για πολλούς μελετητές η συστημική σκέψη είναι κυρίως **μια αντικειμενική γλώσσα** επικοινωνίας, **μια τεχνική** για να μελετούμε τους μεγάλους οργανισμούς (φυσικούς ή κοινωνικούς), **μια μέθοδος σύνθεσης** σε επιστημονικά αντικείμενα που ορίζονται από την πολυπλοκότητα των αλληλεξαρτήσεών τους, αλλά πάνω από όλα πρόκειται για μια **επιστημονική μέθοδο** που διαμορφώνει τις προϋποθέσεις για μια δυναμική ανάλυση συστημάτων και προβλημάτων. Η συστημική σκέψη αναπροσδιορίζει την επιστημονική διάσταση, δίνοντας μεγαλύτερο εύρος ελευθερίας στον ερευνητή αναφορικά με την κατασκευαστική μεθόδευση που θα διαμορφώσει και θα ακολουθήσει. Ταυτόχρονα, όμως, αποκλείει τις μονοσήμαντες απλουστεύσεις και τις αυτοδύναμες προσεγγίσεις των αντικειμένων έρευνας. Επιβάλλει, τέλος, την αντιμετώπιση κάθε αντικειμένου έρευνας μόνο συνδυαστικά, στη βάση της αλληλεξάρτησης των σχέσεων που αναπτύσσονται στο πλαίσιο κάθε αντικειμένου έρευνας, και πολυδιάστατα, δηλαδή επιβάλλει η διερεύνηση να αναπτύσσεται σε πολλά επίπεδα (Κεκές, 2008).

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

2

Εκπαιδευτική Συστημική

2.1 Εισαγωγή

Στο **πρώτο μέρος του Κεφαλαίου** αυτού θα θεμελιωθούν τα βασικά εννοιολογικά στοιχεία, τα οποία αποτελούν και στοιχεία της αντικειμενικής γλώσσας *L* της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής (Πίνακας 2-1). Θα παρουσιαστεί αρχικά το πολύ βασικό εννοιολογικό πλέγμα της Εκπαιδευτικής Συστημικής, ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές του Ackoff (1978, 1981). Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί η βασική αρχιτεκτονική της Συστημικής επιστήμης, ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές του Ιδρυτή της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων, von Bertalanffy (1968).

Συστημική Μεταγλώσσα Ackoff (1978, 1981)	Βασικό εννοιολογικό πλέγμα της Συστημικής
Συστημική Θεώρηση Systems Approach Bertalanffy (1968)	Συστημική Φιλοσοφία Συστημική Θεωρία Συστημική Επιστήμη Συστημική Τεχνολογία

Πίνακας 2-1: Δόμηση της συστημικής αντικειμενικής γλώσσας

Στο **δεύτερο μέρος του Κεφαλαίου** θα παρουσιαστεί η έννοια της συστημικής προσέγγισης που αποτελεί και τη βασική λειτουργική - επιχειρησιακή (operational) οντότητα της Συστημικής επιστήμης για τη διείσδυση στην πολυπλοκότητα. Ο Συστημικός Ερευνητής (ΣΕ), ο οποίος και θα επιχειρήσει να ακολουθήσει τη Συστημική επιστήμη ως βασικό εργαλείο ερμηνείας και παρέμβασης στην πραγματικότητα, θα πρέπει να κατασκευάσει μια **συστημική προσέγγιση** η οποία είτε θα είναι πολύ κοντά σε κλασικές συστημικές προσεγγίσεις (Πίνακας 2-2) είτε θα είναι μια εντελώς καινούρια σύνθεση η οποία θα βασίζεται στο εννοιολογικό και μεθοδολογικό υλικό της Συστημικής. Στο δεύτερο μέρος του Κεφαλαίου θα παρουσιαστεί η δική μας ερευνητική πρόταση για την αρχιτεκτονική μιας **κυβερνητικής προσέγγισης στο**

πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, η οποία στοχεύει στον σχεδιασμό πληροφοριακών συστημάτων για την Εκπαίδευση.

Η συστημική θεώρηση φιλοδοξεί να προσφέρει μια σειρά από αντικειμενικές γλώσσες L_i μέσω ενός συνεκτικού εννοιολογικού πλέγματος, προκειμένου να διευκολύνει τη διαρκή επικοινωνία και συζήτηση μεταξύ πρακτόρων - εμπλεκομένων με διαφορετικές επιστημονικές και γνωστικές καταβολές.

**Βασικές
συστημικές
προσεγγίσεις**

Η προσέγγιση της Συστημικής Δυναμικής του Forrester (1961)
Η προσέγγιση της Συστημικής Σκέψης του Senge (1990)
Η προσέγγιση των Βιώσιμων Συστημάτων του Beer (1979)
Η προσέγγιση των Κριτικών Συστημάτων του Churchman (1968)

Πίνακας 2-2: Χαρακτηριστικές συστημικές προσεγγίσεις

Αποτελεί, όμως, κοινή διαπίστωση ότι έως τώρα η Συστημική επιστήμη δεν διαθέτει ένα ολοκληρωμένο ενοποιημένο και οργανωμένο σύστημα σταθερών εννοιών. Σε πολλές περιπτώσεις, διαφορετικές έννοιες αναφέρονται στο ίδιο αντικείμενο, ενώ πολλές φορές η ίδια έννοια έχει πολλές ερμηνείες. Το πρόβλημα εντείνεται, αν σκεφτεί κανείς ότι η θεματογραφία των συστημικών είναι διασκορπισμένη σε πολλές επιστήμες, πράγμα το οποίο καθιστά αρκετά δύσκολη τη σταθεροποίηση των εννοιών και τη δημιουργία ενός ευσταθούς γενικού εννοιολογικού πλέγματος. Πολλοί επιστήμονες συνεισφέρουν διαρκώς καινούριες έννοιες στο συστημικό πεδίο. Πολλές από αυτές συμπληρώνουν, επεκτείνουν ή ακόμη και αντικαθιστούν παλαιότερες έννοιες, ενώ άλλες είναι ακόμη ασταθείς και δεν έχουν συμπληρώσει επαρκή κύκλο συζήτησης στη συστημική Κοινότητα, ώστε να αποκρυσταλλωθούν. Λειτουργούν έτσι πολλές παράλληλες αντικειμενικές συστημικές γλώσσες, όπως η γλώσσα της Συστημικής Δυναμικής, των αυτοοργανωνόμενων συστημάτων, της Κυβερνητικής, της Επιχειρησιακής Έρευνας κλπ. Παράλληλα, εμφανίζεται το φαινόμενο της ανάμιξης των συστημικών αντικειμενικών γλωσσών L_i με τη φυσική μεταγλώσσα L^* ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου επιχειρείται απλούστευση και απλοποίηση πολύπλοκων συστημικών συλλογισμών. Το φαινόμενο αυτό οδηγεί στον εκφυλισμό και την αποσταθεροποίηση εννοιών, όπως «σύστημα», «οργάνωση», «ανατροφοδότηση», «μηχανισμός», οι οποίες επιφορτίζονται με παραπλανητικά πολλές φορές *semantics*.

Ο καθορισμός μιας συστημικής αντικειμενικής γλώσσας αποτελεί υποχρέωση των επιστημονικών ομάδων οι οποίες επιλέγουν τη συστημική - κυβερνητική προσέγγιση, προκειμένου να διευκολυνθεί η παραγωγή αυθεντικών συστημικών συλλογισμών απαλλαγμένων από την τετριμμένη χρήση των εννοιών στη μεταγλώσσα. Έννοιες, όπως «έλεγχος», «συζήτηση», «επικοινωνία», «ρυθμιστής», «μάθηση», αποτελούν κεντρικές συστημικές έννοιες, οι οποίες, όμως, χρησιμοποιούνται αρκετά σε διαφορετικά συμφραζόμενα ή έχουν συναισθηματική νοηματοδότηση τέτοια που τους αφαιρεί τη συστημική σημασία. Έχοντας τα παραπάνω υπόψη, θα ορίσουμε με σαφήνεια στο πρώτο αυτό Κεφάλαιο την αντικειμενική γλώσσα η οποία και θα χρησιμοποιηθεί ως όχημα σκέψης για τη συστημική συνιστώσα στο σύνολο σχεδόν της παρούσας εργασίας. Στο Παράρτημα παρουσιάζεται και η βασική οντολογία της αντικειμενικής γλώσσας ως εννοιολογικός χάρτης.

2.2 Βασικός μαθηματικός φορμαλισμός των συστημάτων

Με βάση τον Klir (1991), ένα σύστημα ορίζεται ως:

$$S = (T, R) \quad [\text{Σχέση 2-1}]$$

όπου T είναι το σύνολο των στοιχείων του συστήματος, για παράδειγμα:

$$T = \{x_i\} \quad [\text{Σχέση 2-2}]$$

και R είναι η σχέση των στοιχείων η οποία εκφράζεται ως υποσύνολο του καρτεσιανού γινομένου $R \subset X \times X$. Σχέσεις αυτής της μορφής καλούνται «δυναμικές σχέσεις». Παραδείγματα τέτοιων σχέσεων είναι οι διατάξεις, οι ισοδυναμίες κλπ. Όταν το T αποτελείται από δύο υποσύνολα $T = \{X, Y\}$, η σχέση R δίνεται από το καρτεσιανό γινόμενο $R \subset X \times Y$ ή συνδυασμούς της μορφής:

$$\begin{aligned} R &\subset (X \times Y) \times Y \\ R &\subset X \times (Y \times Y) \\ R &\subset (X \times Y) \times (Y \times Y) \end{aligned}$$

Η έκφραση των σχέσεων R ως υποσυνόλων καρτεσιανών γινομένων είναι επαρκής για την ενσωμάτωση εννοιών, όπως: **αλληλεπίδραση, διασύνδεση, σύζευξη, σύνδεση, συνοχή, περιορισμός, αλληλεξάρτηση, συνάρτηση, οργάνωση, δόμηση, συσχέτιση, αντιστοιχισμός, σχήμα**. Ο Mesarovic (1964, 1968) ορίζει το γενικό σύστημα ως σχέση μεταξύ συνόλων:

$$S \subset \times \{V_i | i \in I\} \quad [\text{Σχέση 2-3}]$$

Ορίζει, επίσης, δύο μεθόδους καθορισμού συστημάτων: τη μέθοδο εισόδου – εξόδου και τη στοχοθετική μέθοδο. Στην περίπτωση της μεθόδου εισόδου – εξόδου, η είσοδος και η έξοδος ορίζονται ως εξής:

$$\text{Είσοδος: } X = \times \{V_i | i \in I_X\} \quad [\text{Σχέση 2-4}]$$

$$\text{Έξοδος: } Y = \times \{V_i | i \in I_Y\} \quad [\text{Σχέση 2-5}]$$

Το σύστημα ορίζεται ως υποσύνολο του καρτεσιανού γινομένου εισόδου – εξόδου:

$$S \subset X \times Y \quad [\text{Σχέση 2-6}]$$

Στην προσέγγιση της **στοχοθεσίας** ορίζονται δύο αντικείμενα: μια απόφαση D και μια τιμή T . Ορίζονται, επίσης, και δύο συναρτήσεις (λειτουργίες). Η μία λειτουργία αφορά το αποτέλεσμα (outcome) και η άλλη αφορά την απόδοση (performance):

$$O: X \times D \rightarrow Y \quad [\text{Σχέση 2-7}]$$

$$P: D \times X \rightarrow V \quad [\text{Σχέση 2-8}]$$

Το σύστημα ορίζεται με βάση τη σχέση:

$$S \subset X \times Y \quad [\text{Σχέση 2-9}]$$

σε συνδυασμό με το ακόλουθο πρόβλημα βελτιστοποίησης:

Για κάθε $x \in X$ και $y \in Y$, $(x, y) \in S$, αν και μόνο αν υπάρχει $d_x \in D$ τέτοιο, ώστε

$$P(d_x, O(x, d_x)) \leq P(d, O(x, d)) \quad \forall d \in D, y = O(x, d_x) \quad [\text{Σχέση 2-10}]$$

Με άλλα λόγια, για κάθε εισόδο $x \in X$ η έξοδος $y \in Y$ είναι τέτοια, ώστε η συνάρτηση απόδοσης P να ελαχιστοποιείται στο πλαίσιο των περιορισμών που ορίζονται από τη συνάρτηση αποτελέσματος O . Με τον τρόπο αυτόν ορίζεται ως **στόχος του συστήματος** η ελαχιστοποίηση του P . Με μια προέκταση των παραπάνω, μπορούμε να ορίσουμε το **δυναμικό σύστημα** ως εξής: για το σύστημα εισόδου – εξόδου ορίζουμε ένα σύνολο T , ένα σύνολο καταστάσεων Z και δύο συναρτήσεις: μία συνάρτηση απόκρισης και μία συνάρτηση μετάβασης:

$$\rho: Z \times X \times T \rightarrow Y \times T \quad [\text{Σχέση 2-11}]$$

$$\varphi: Z \times X \times T^2 \rightarrow Z \quad [\text{Σχέση 2-12}]$$

Ισχύει δε ότι $\forall (x, y) \in S \exists z \in Z$:

$$\rho(z, x, t) = (y, t), \text{ αν και μόνο αν } (x, y) \in S$$

$$\rho(\varphi(z, x, t, t'), x, t') = (y, t')$$

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα **πολύπλοκα συστήματα** ορίζονται ως σύνολα με στοιχεία άλλα συστήματα. Παράλληλα με τη γενικευμένη παραγωγική συλλογιστική, το σύστημα μπορεί να οριστεί και επαγωγικά. Η επαγωγική συλλογιστική βασίζεται στην έννοια της **μεταβλητής**. Μια μεταβλητή a παίρνει τιμές μέσα από ένα σύνολο το οποίο καλείται «σύνολο καταστάσεων». Ένα σύστημα είναι, με βάση την επαγωγική προσέγγιση, ένα σύνολο μεταβλητών $S = \{A, R\}$ όπου $A = \{a_i\}$ είναι το σύνολο των μεταβλητών και R η σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Το πλεονέκτημα της επα-

γωγικής προσέγγισης είναι ο καλύτερος συσχετισμός και ισομορφισμός της πραγματικότητας σε συστήματα. Η επαγωγική προσέγγιση αποτελεί κατά βάση γνωσιολογική προσέγγιση, μιας και η κατηγοριοποίηση των συστημάτων βασίζεται σε γνωσιολογικά - επιστημολογικά χαρακτηριστικά.

Χρησιμοποιώντας τον ορισμό του Ackoff (1999), το **σύστημα** είναι ένα σύνολο S το οποίο αποτελείται από δύο ή περισσότερα στοιχεία τα οποία ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες:

- 1) Η συμπεριφορά κάθε στοιχείου του συνόλου έχει αντίκτυπο στη συμπεριφορά του συνόλου. Εάν ένα στοιχείο δεν επηρεάζει το σύνολο, τότε δεν είναι μέρος του συστήματος, αλλά **συνδεδεμένο στοιχείο** με το σύστημα
- 2) Οι συμπεριφορές των επιμέρους στοιχείων και οι επιρροές τους στο σύνολο είναι αλληλεξαρτώμενες
- 3) Ανεξαρτήτως των υποσυστημάτων που δημιουργούνται σε ένα σύστημα, το καθένα έχει επίδραση στο σύνολο και κανένα δεν μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητο ή αυτοδύναμο.

Η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (ΚΔΤ) θα συμπληρώσει τον ορισμό, τονίζοντας την επαναληπτική σχέση του συστήματος με το περιβάλλον, λέγοντας ότι $S = f(S, E)$. Το σύστημα δηλαδή είναι συνάρτηση του εαυτού του και του περιβάλλοντος. Και στους δύο ορισμούς, το σύστημα αποτελεί μια ολότητα και δεν μπορεί να διαχωριστεί σε ανεξάρτητα τμήματα.

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι εξής βασικές ιδιότητες του συστήματος: κάθε μέρος του συστήματος έχει ιδιότητες τις οποίες χάνει, όταν αποσπαστεί από το σύστημα και κάθε σύστημα έχει ιδιότητες τις οποίες δεν έχουν τα υποσυστήματα. *Μια σχολική τάξη έξω από ένα σχολείο δεν είναι σχολική τάξη, ενώ όλες οι σχολικές τάξεις μαζί δεν αποτελούν ένα σχολείο.* Οι βασικές λοιπόν ιδιότητες ενός συστήματος προέρχονται από τις **αλληλεπιδράσεις** των μερών και όχι από τις **μεμονωμένες ενέργειες** των μερών. Όταν ένα σύστημα διαλύεται στα μέρη του, χάνει τις ουσιαστικές του ιδιότητες. Εξαιτίας αυτού, ένα σύστημα στο σύνολό του δεν μπορεί να γίνει αντιληπτό με μόνο εργαλείο σκέψης την ανάλυση στα συστατικά του. Η διαπίστωση αυτή και μόνο έχει τη δύναμη να οδηγήσει το ερευνητικό μυαλό προς τη συστημική θεώρηση.

Με βάση, λοιπόν, το πρίσμα της Κυβερνητικής, τα συστήματα διακρίνονται περαιτέρω σε **αφηρημένα** συστήματα, όταν όλα τα μέλη τους είναι έννοιες, και σε **συγκεκριμένα** συστήματα, όταν τουλάχιστον ένα ή περισσότερα μέλη είναι αντικείμενα. Αφηρημένα συστήματα είναι οι γλώσσες, καθώς και φιλοσοφικά, εννοιολογικά και μαθηματικά συστήματα. Σε ένα αφηρημένο σύστημα, τα στοιχεία καθορίζονται με **ορισμούς** και οι σχέσεις μεταξύ τους από **υποθέσεις**. Τα αφηρημένα συστήματα είναι συνήθως αντικείμενο μελέτης των επίσημων συμβατικών επιστημών. Στα πραγματικά συστήματα, η διερεύνηση της φύσης των συστατικών και η μορφή των σχέσεων εμπεριέχει πάντα ένα εμπειρικό στοιχείο.

2.2.1 Πρωταρχικές έννοιες

Στην προσπάθεια να οικοδομηθεί ένα πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο και θα οδηγήσει στην εμβάθυνση της οντολογίας της συστημικής προσέγγισης θα παρουσιαστούν στο σημείο αυτό βασικοί ορισμοί αναφορικά με τύπους συστημάτων και συναφείς σχετιζόμενες έννοιες:

Κατάσταση ενός συστήματος σε κάποια χρονική στιγμή ονομάζεται η αποτύπωση των σχέσεων και των ιδιοτήτων που υπάρχουν τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Κάθε σύστημα έχει απεριόριστες ιδιότητες και σχέσεις, όμως μόνο οι σχετικές με την εκάστοτε συστημική έρευνα αποτελούν την κατάσταση του συστήματος, ή διαφορετικά ο συστημικός ερευνητής καθορίζει τι θα αποτελέσει κατάσταση του συστήματος αναφορικά με την έρευνά του.

Το **περιβάλλον** ενός συστήματος αποτελείται από εκείνα τα στοιχεία και τις σχετικές τους ιδιότητες τα οποία δεν θεωρείται ότι αποτελούν μέλη του συστήματος, αλλά μπορεί να επηρεάσουν την κατάσταση του συστήματος.

Διαχωριστική γραμμή ή σύνορο ονομάζεται η «αυθαίρετη» νοητή γραμμή που διαχωρίζει εννοιολογικά το σύστημα από το περιβάλλον του. **Κατάσταση του περιβάλλοντος** ονομάζεται κατ' αναλογία η κατάσταση επιλεγμένων στοιχείων και σχέσεων του περιβάλλοντος. Τα συγκεκριμένα συστήματα και τα περιβάλλοντά τους είναι αντικειμενικά και υποκειμενικά, ταυτόχρονα. Υποκειμενικά είναι, εφόσον δεν γίνεται παρά να οριστούν *συγκεκριμένες διαμορφώσεις* κάθε φορά που επιθυμούμε να τα μελετήσουμε. Οι διαμορφώσεις αυτές διαφέρουν ανάλογα με τον ερευνητή και τη σκοπιμότητά του. Ένας ερευνητής μπορεί για παράδειγμα να θεωρεί το σχολείο ως σύστημα και το ευρύτερο οικοσύστημα ως περιβάλλον, ενώ κάποιος άλλος μπορεί να θεωρεί την τάξη ως σύστημα και το σχολείο ως περιβάλλον.

Κλειστό ονομάζεται το σύστημα το οποίο δεν έχει περιβάλλον, ενώ **ανοιχτό** ονομάζεται το σύστημα το οποίο έχει. Βέβαια, οι έννοιες «ανοιχτό» και «κλειστό» έχουν να κάνουν με την ύπαρξη ή μη ανταλλαγών με το περιβάλλον. Ένα κλειστό σύστημα, ακόμη κι αν περιβάλλεται από κάποιο άλλο σύστημα, δεν ανταλλάσει με αυτό πληροφορίες, μάζα, ενέργεια, εντροπία και ποικιλομορφία. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε και να ονομάζεται **μονωμένο**. Ένα κλειστό σύστημα αυτοπεριέχεται και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, μιας και έχει ουσιαστικά μια προδιαγεγραμμένη πορεία προς το σημείο ισορροπίας του. Αυτό που ενδιαφέρει τη συστημική έρευνα είναι τα **ανοιχτά** συστήματα και μάλιστα αυτά τα οποία έχουν τη δυνατότητα να διατηρούνται σε θέση μακριά από την ισορροπία, τα οποία καλούνται **οργανισμοί**.

Ένα **γεγονός** αποτελεί για το σύστημα μια αλλαγή των δομικών του ιδιοτήτων η οποία έχει κάποια χρονική διάρκεια. Με βάση τα γεγονότα, τα συστήματα διακρίνονται σε **στατικά**, όταν δεν συμβαίνουν γεγονότα, και **δυναμικά**, όταν συμβαίνουν γεγονότα. Τα στατικά συστήματα λέγεται ότι καταλαμβάνουν μία **σταθερή κατάσταση**, ενώ τα δυναμικά διαθέτουν ένα σύνολο προσβάσιμων καταστάσεων που ομαδοποιούνται σε **συμπεριφορές**. Η ποικιλία στο σύνολο των συμπεριφορών ενός συστήματος καλείται **ποικιλομορφία**. Η αλληλουχία των καταστάσεων αποτελεί την **τροχιά** του συστήματος και το σύνολο των τροχιών αποτελεί τον **χώρο των φάσεων** του συστήματος.

Ντετερμινιστικά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα των οποίων μπορούμε να προβλέψουμε τις διαδοχικές τους καταστάσεις στον χρόνο, ενώ **στοχαστικά** είναι τα συστήματα των οποίων μπορούμε να γνωρίζουμε την περιοχή στον χώρο των φάσεων που υπάρχουν οι καταστάσεις και όχι την απόλυτη διαδοχή τους. **Ομοιοστατικά** συστήματα ονομάζονται αυτά που έχουν τη δυνατότητα να μένουν σε σταθερή κατάσταση, όχι απαραίτητα την κατάσταση ισορροπίας τους, αντισταθμίζοντας τις αλλαγές του περιβάλλοντός τους. Ένα κλειστό σύστημα δεν είναι ομοιοστατικό, γιατί δεν μπορεί να λειτουργήσει σε άλλη κατάσταση εκτός από την κατάσταση ισορροπίας του.

Η [αυτόματη] **αντίδραση** είναι ένα συστημικό γεγονός το οποίο συνδέεται μονόπλευρα και μονοσήμαντα με ένα άλλο γεγονός στο ίδιο το σύστημα ή στο περιβάλλον του. Με άλλα λόγια, η αντίδραση είναι η απάντηση σε ένα **ερέθισμα**. Η **ανάδραση** είναι η απάντηση σε κάποια αιτία και όχι σε κάποιο ερέθισμα. Ικανή και αναγκαία συνθήκη της αντίδρασης είναι το ερέθισμα. Ικανή συνθήκη της ανάδρασης είναι κάποια αιτία, ένα γεγονός μέσα στο σύστημα ή στο περιβάλλον του.

Αυτόνομη δράση ονομάζεται ένα συστημικό γεγονός το οποίο πραγματοποιείται χωρίς να είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη κάποιο αντίστοιχο γεγονός από το ίδιο το σύστημα ή το περιβάλλον του. Οι δράσεις, λοιπόν, είναι αυτοπροσδιοριζόμενα γεγονότα συνδεδεμένα με αυτόνομες αλλαγές. Τέτοιες δράσεις παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη συστημική έρευνα λόγω των αλλαγών που είναι σε θέση να επιφέρουν.

Συστήματα αντίδρασης ονομάζονται τα συστήματα που η κύρια μορφή αλλαγών είναι οι αντιδράσεις. **Συστήματα ανάδρασης** ονομάζονται τα συστήματα που η κύρια μορφή αλλαγών είναι η ανάδραση και **συστήματα αυτόνομης δράσης** είναι τα συστήματα που η κύρια πηγή αλλαγών είναι οι **αυτόνομες δράσεις τους**. Στην πράξη, βέβαια, τα περισσότερα πραγματικά συστήματα παρουσιάζουν ένα μίγμα αντίδρασης, ανάδρασης και αυτόνομης δράσης.

Τύπος συστήματος	Συμπεριφορά συστήματος	Αποτέλεσμα της συμπεριφοράς
Ευσταθές	Μεταβλητή και καθορισμένη (Reactive)	Ακλόνητα συστήματα
Στοχοθετικό	Μεταβλητή και επιλεγμένη (Responsive)	Ακλόνητα συστήματα
Πολυστοχοθετικό και εξωτερικώς σκοποθετικό	Μεταβλητή και επιλεγμένη	Μεταβλητά αλλά καθορισμένα
Εσωτερικώς σκοποθετικό	Μεταβλητή και επιλεγμένη	Μεταβλητά και ευέλικτα

Πίνακας 2-3: Τύποι συστημάτων και αντίστοιχες συμπεριφορές

Με βάση τα παραπάνω, είναι δυνατόν να δοθεί και ένας δεύτερος ορισμός σχετικά με τη συμπεριφορά των συστημάτων. Ο ορισμός που δόθηκε πριν ήταν ιστορικός, με βάση τον χρόνο. Ένας συμπληρωματικός ορισμός θα έλεγε ότι **συμπεριφορά** ονομάζεται το γεγονός εκείνο που είναι είτε ικανή είτε αναγκαία συνθήκη για κάποιο άλλο γεγονός μέσα στο σύστημα ή στο περιβάλλον του. Άρα, συμπεριφορά είναι εκείνη η αλλαγή, η οποία πυροδοτεί γεγονότα μέσα στο σύστημα ή στο περιβάλλον του. Μια σημαντική διαφορά μεταξύ δράσεων και συμπεριφοράς είναι το σημείο α-

ναφοράς που τίθεται, όταν εξετάζονται. Όταν εξετάζονται οι μορφές δράσης ενός συστήματος, ενδιαφέρει τι έχει προηγηθεί των δράσεων, ενώ όταν εξετάζεται η συμπεριφορά ενός συστήματος, ενδιαφέρει ποια γεγονότα θα ακολουθήσουν.

Ανάλογα με τη συμπεριφορά τους, τα συστήματα διαχωρίζονται σε: α) **διατηρητικά συστήματα** ή **ομοιοστατικά συστήματα (state maintaining systems)**, β) **στοχοθετικά συστήματα (goal seeking systems)**, και γ) **σκοποθετικά συστήματα (purposeful systems)** (Πίνακας 2-3).

Τα **διατηρητικά συστήματα** έχουν **έναν** τρόπο αντίδρασης για κάθε ερέθισμα και διαφορετικό τρόπο αντίδρασης για διαφορετικό ερέθισμα. Το αποτέλεσμα είναι η διατήρηση μιας προκαθορισμένης κατάστασης. Ένα τέτοιο σύστημα χαρακτηρίζεται από τη λειτουργία της διατήρησης, μιας και έχει ένα εσωτερικό ρεπερτόριο αντιδράσεων ή συμπεριφορών μέσω του οποίου μπορεί να επανέλθει στην προκαθορισμένη κατάσταση από διαφορετικούς, αλλά επίσης προκαθορισμένους δρόμους. Ένα τέτοιο σύστημα είναι για παράδειγμα ο θερμοστάτης ή γενικότερα ο **ομοιοστάτης**. Τέτοια συστήματα έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται, αλλά όχι να μαθαίνουν, δεν μπορεί, δηλαδή, να προσθέσουν νέες συμπεριφορές στο ρεπερτόριό τους. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως ομοιοστάτης σε περιπτώσεις όπου επιχειρεί να διατηρεί σταθερό και προκαθορισμένο το επίπεδο της εντροπίας και ποικιλομορφίας που παράγει η σχολική τάξη.

Ένα **στοχοθετικό σύστημα** είναι ένα σύστημα το οποίο αντιδρά διαφορετικά σε διαφορετικά εσωτερικά ή εξωτερικά γεγονότα έως ότου πετύχει την κατάσταση - στόχο η οποία εξαρτάται από την αρχική του κατάσταση. Ένα τέτοιο σύστημα έχει κάποιες προκαθορισμένες συμπεριφορές από τις οποίες μπορεί να επιλέγει κάθε φορά αυτές που εξυπηρετούν τον στόχο. Τέτοια συστήματα μπορεί να διαθέτουν μνήμη, ώστε να αποθηκεύουν συνδυασμούς εξωτερικών ή εσωτερικών καταστάσεων, συμπεριφορών και γεγονότων και να αυξάνουν με τον τρόπο αυτό την αποτελεσματικότητά τους. Παράδειγμα στοχοθετικού συστήματος είναι ο αυτόματος πιλότος ή η σχολική τάξη όπου έχει μπει στόχος να μεταφερθεί το Αναλυτικό Πρόγραμμα.

Η σειρά των συμπεριφορών με τις οποίες επιτυγχάνεται ο στόχος σε ένα στοχοθετικό σύστημα καλείται **διαδικασία**. Η διαδικασία είναι μια καλώς καθορισμένη σειρά συμπεριφορών και έχει ως λειτουργία την παραγωγή του στόχου. Κάθε μοναδιαία συμπεριφορά στη διαδικασία φέρνει το σύστημα πιο κοντά στον στόχο. Για παράδειγμα, μια διαδικασία παραγωγής είναι μια σειρά συμπεριφορών σε ένα σύστημα παραγωγής που έχει έναν συγκεκριμένο στόχο, την παραγωγή του προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτού του στόχου, είναι σε θέση να αποκρίνεται σε εξωτερικές ή εσωτερικές διαταραχές, επιλέγοντας την κατάλληλη συμπεριφορά.

Μια κατηγορία στοχοθετικών συστημάτων είναι τα **συστήματα πολλαπλών στόχων**. Τα συστήματα αυτά έχουν δύο ή και περισσότερες αρχικές καταστάσεις και δύο ή περισσότερες καταστάσεις - στόχους. Όταν οι καταστάσεις - στόχοι έχουν μια κοινή ιδιότητα, τότε το σύστημα έχει **σκοπό** και καλείται **σκοποθετικό**. Έτσι λοιπόν μια τάξη που έχει σκοπό την ανάπτυξη κάποιων βασικών ιδιοτήτων μπορεί να έχει και διαφορετικούς **στόχους** από αυτούς που έχει ονομαστικά το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Στις περισσότερες τάξεις στα ελληνικά σχολεία ο σκοπός ταυτίζεται με τον στόχο και το σύστημα της σχολικής τάξης καταλήγει σε στοχοθετικό.

Τα **σκοποθετικά συστήματα** παρουσιάζουν ελεύθερη βούληση στην επιλογή των συμπεριφορών τους. Χαρακτηριστική περίπτωση σκοποθετικού συστήματος είναι ο άνθρωπος. Στην Εκπαίδευση, η σκοποθετική λειτουργία κινείται μόνο στα υψηλά κλιμάκια λήψης αποφάσεων. Σε έναν βαθμό, όμως, ο εκπαιδευτικός δύναται να δημιουργεί μαθησιακές ομάδες, οι οποίες μπορεί να χαρακτηριστούν ως στοχοθετικές. Πρόκειται για μαθησιακές ομάδες οι οποίες συντίθενται στο πλαίσιο δραστηριοτήτων οι οποίες εντάσσονται στο παράπλευρο ή αφανές Αναλυτικό Πρόγραμμα. Το παράπλευρο ή αφανές Αναλυτικό Πρόγραμμα είναι εμπλουτισμένο με δραστηριότητες που δεν εντάσσονται στο βασικό Αναλυτικό Πρόγραμμα (π.χ. περιβαλλοντικές, πολιτιστικές, project καινοτομιών ή επιχειρηματικότητας και άλλες δραστηριότητες). Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα σκοποθετικά μαθησιακά συστήματα έχουν πολύ διαφορετική δομή και λειτουργία σε σχέση με τη σχολική τάξη η οποία δημιουργείται, ώστε να είναι συμβατή με τον κεντρικό άξονα του Αναλυτικού Προγράμματος³⁴.

Σχετικά με τις καταληκτικές καταστάσεις ενός συστήματος διακρίνουμε: **προτιμητέα κατάσταση**, την κατάσταση με τη μεγαλύτερη σχετική αξία, **στόχο**, την προτιμητέα κατάσταση η οποία είναι επιτεύξιμη σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, **σκοπό**, το σύνολο των εναλλακτικών ισοδύναμων στόχων που μπορεί να είναι διασκορπισμένοι στον χρόνο και **ιδανικό**, τον σκοπό τον οποίο προσεγγίζει το σύστημα ασυμπτωτικά, αλλά δεν τον εκπληρώνει ποτέ.

	Απλό σύστημα	Χαοτικό σύστημα	Πολύπλοκο προσαρμοζόμενο σύστημα
Αριθμός των δυνατών καταστάσεων	Λίγες	Πολλές	Πολύ μεγάλος αριθμός
Τρόπος σύνδεσης για τα συστατικά μέρη	Σταθερές συνδέσεις	Διασκορπισμένα μέρη με δυνατότητα να αλληλεπιδρούν τοπικά	Διασκορπισμένα μέρη με δυνατότητα να αλληλεπιδρούν τοπικά στο πλαίσιο μιας ιεραρχικής δομής
Συμπεριφορά	Οργανωμένη Προβλέψιμη	Ανοργάνωτη - χαοτική Απρόβλεπτη σε μεγάλο βαθμό	«Αναδυόμενη» με την παρουσία χαοτικών «νησίδων»
Παράδειγμα	Συστήματα κεντρικής θέρμανσης, τηλεόραση	Ο καιρός, βρύση που στάζει, σωρός άμμου που καταρρέει	Έμβια όντα, μεγάλοι οργανισμοί, οικολογίες, πολιτισμοί

Πίνακας 2-4: Απλά και πολύπλοκα συστήματα (προσαρμογή από Battram, 1998)

Ένα σκοποθετικό σύστημα που αναζητά ένα ιδανικό καλείται **ιδανικό σύστημα**. Ιδανικό σύστημα για τη Φυσική είναι, για παράδειγμα, ένα σύστημα μέτρησης που δεν κάνει σφάλματα. Ιδανική σχολική τάξη είναι αυτή στην οποία επιτυγχάνονται όλοι οι στόχοι του Αναλυτικού Προγράμματος για όλους τους μαθητές. Τα ιδανικά

³⁴ Περισσότερα για το αφανές πρόγραμμα και τη συστημική του λειτουργία παρατίθενται στο Κεφάλαιο 3.

συστήματα, αν και δεν υπάρχουν, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη συστημική προσέγγιση και ανάλυση ιδιαίτερα στη φάση του σχεδιασμού³⁵.

Ενισχυτής ποικιλομορφίας ονομάζεται ένα σύστημα το οποίο διαθέτει ποικιλομορφία συμπεριφοράς μεγαλύτερη από τουλάχιστον κάποια από τα μέρη του.

Εξασθενητής ποικιλομορφίας ονομάζεται το σύστημα το οποίο διαθέτει ποικιλομορφία συμπεριφοράς μικρότερη από τουλάχιστον κάποια από τα μέρη του. Μια χαρακτηριστική περίπτωση εξασθενητή ποικιλομορφίας στην Εκπαίδευση είναι οι επιτροπές που συστήνονται στον λεγόμενο διάλογο για την παιδεία. Οι επιτροπές αυτές δεν δύνανται να παραγάγουν αποτελέσματα, όταν τα μέλη που τις αποτελούν είναι σκοποθετικά υποσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλομορφία. Εξασθενητής πολυπλοκότητας είναι και η σχολική τάξη, η οποία παρουσιάζει πολύ μικρότερη ποικιλομορφία συμπεριφορών σε σχέση με την ποικιλομορφία των ατόμων που την απαρτίζουν. Τα συστήματα, με κριτήριο την πολυπλοκότητα διακρίνονται σε απλά, χαστικά και πολύπλοκα - προσαρμοζόμενα (Πίνακας 2-4).

Λειτουργία f ενός συστήματος ονομάζεται η ικανότητα του συστήματος να παράγει συμπεριφορά η οποία είναι συμβατή με τον στόχο του συστήματος. **Αποτελεσματικότητα** ενός συστήματος είναι ο δείκτης που δείχνει κατά πόσο οι λειτουργίες του συστήματος ανταποκρίνονται στη λειτουργία του. Με άλλα λόγια, αποτελεσματικότητα είναι η ικανότητα ενός στοχοθετικού συστήματος να παράγει εκείνες τις συμπεριφορές που διευκολύνουν την πορεία στον στόχο. Η λειτουργία και η αποτελεσματικότητα αποτελούν βασικές παραμέτρους της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού έργου σε πολλά εκπαιδευτικά αξιολογικά συστήματα.

Ο εκπαιδευτικός αξιολογείται με βάση την ικανότητά του να παράγει εκείνες τις μαθησιακές λειτουργίες οι οποίες έχουν αποτελεσματικότητα αναφορικά με κάποιον στόχο. Πολλοί μελετητές θεωρούν ότι, με αυτόν τον τρόπο, το σχολείο λειτουργεί ως γραμμή παραγωγής, με αποτέλεσμα να ατονεί το απελευθερωτικό του στοιχείο³⁶.

Προσαρμογή ονομάζεται εκείνη η λειτουργία του συστήματος κατά την οποία, όταν συμβεί κάποιο γεγονός στο περιβάλλον που μειώνει την αποτελεσματικότητα σχετικά με κάποιον στόχο, το σύστημα παράγει συμπεριφορές που τροποποιούν το ίδιο το σύστημα ή το περιβάλλον του, ώστε να αποκατασταθεί η αποτελεσματικότητά του. Τα συστήματα τα οποία εμπεριέχουν τη λειτουργία της προσαρμογής καλούνται **προσαρμοστικά**.

Μάθηση ονομάζεται η ικανότητα αύξησης της αποτελεσματικότητας μέσω τροποποίησης της συμπεριφοράς και μνήμης. Η *μάθηση* μπορεί να συμβεί μόνο όταν υπάρχει ένα ικανό και αναγκαίο κατώφλι ποικιλομορφίας. Σημειώνεται ότι η προσαρμογή και η μάθηση είναι κοντινές έννοιες. Στην πραγματικότητα, η προσαρμογή είναι λειτουργία που μαθαίνεται. Οι στενές σχέσεις προσαρμογής και μάθησης γέννησαν σχολές σκέψης και έρευνας, όπως η σχολή της **οργανωσιακής μάθησης** (Senge, 2000). Η οργανωσιακή μάθηση έχει αγγίξει πρόσφατα και τα σχολεία ως μηχανισμός προσαρμογής στις σύγχρονες απαιτήσεις του παγκοσμιοποιημένου τεχνολογικά ανεπτυγμένου πολύπλοκου περιβάλλοντος (Senge, 2000).

³⁵ Περισσότερα για τον σχεδιασμό ιδανικών συστημάτων παρατίθενται στο Κεφάλαιο 4.

³⁶ Αναφερόμαστε ενδεικτικά σε κινήματα, όπως Liberal Education ή μεμονωμένους μελετητές, όπως ο Ivan Illich και φιλοσόφους, όπως ο J.S. Mill.

Οργάνωση σημαίνει κατασκευή ενός συστήματος από τα στοιχεία του. Ο **οργανισμός** είναι ένα σκοποθετικό σύστημα τα υποσυστήματα του οποίου έχουν τουλάχιστο **έναν** κοινό σκοπό. Βασικό χαρακτηριστικό του οργανισμού είναι η δυνατότητα των μελών να διατηρούν την ελεύθερη βούλησή τους, αν και υπηρετούν τον σκοπό του οργανισμού. Ο οργανισμός έχει έναν σκόπιμο καταμερισμό λειτουργιών, προκειμένου να επιτευχθεί ο κοινός σκοπός. Σε έναν οργανισμό, ο καταμερισμός των ενεργειών γίνεται σε κλάσεις ενεργειών και των στοιχείων σε υποσύνολα στοιχείων. Η διαφοροποίηση των οργανισμών μπορεί να γίνει με διάφορα κριτήρια, όπως η λειτουργία, ο χώρος και ο χρόνος. Οι ζωντανοί οργανισμοί, αν και είναι σκοποθετικοί οργανισμοί, διαφέρουν σημαντικά από τους οργανισμούς - κοινωνικά συστήματα, γιατί αποτελούνται από υποσυστήματα τα οποία δεν είναι σκοποθετικά. Ο σκοπός εμφανίζεται μόνο ως ιδιότητα της ολότητάς τους και όχι των μερών. Τα μέρη μπορεί να είναι διατηρητικά ή στοχοθετικά με έναν ή πολλαπλούς στόχους, αλλά όχι σκοποθετικά. Επομένως, ένας έμβιος οργανισμός θα πρέπει να λειτουργεί αυξάνοντας την ποικιλομορφία, να λειτουργεί δηλαδή ως ενισχυτής πολυπλοκότητας. Ένα σκοποθετικό κοινωνικό σύστημα, από την άλλη, λειτουργεί σωστά μόνον εφόσον μειώσει την ποικιλομορφία του. Αυτό συμβαίνει, γιατί η ποικιλομορφία των συμπεριφορών των μελών του είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν του οργανισμού. Σε μια επιχείρηση, για παράδειγμα, η ποικιλομορφία των συμπεριφορών των μελών της είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της ίδιας της επιχείρησης. Για τον λόγο αυτόν, οι επιχειρήσεις έχουν αναπτύξει μηχανισμούς μείωσης της ποικιλομορφίας, όπως για παράδειγμα την κουλτούρα, το όραμα ή την προσήλωση στον ηγέτη και προσπαθούν να ενεργοποιούν μόνον εκείνες τις συμπεριφορές που είναι συμβατές με τον σκοπό.

Στην περίπτωση της σχολικής τάξης, ο εκπαιδευτικός έχει διπλή λειτουργία. Αν η τάξη αποτελεί στοχοθετικό οργανισμό με μη σκοποθετικά μέλη, τότε θα πρέπει να είναι σε θέση να αυξάνει την ποικιλομορφία της τάξης. Αν η τάξη αποτελεί στοχοθετικό οργανισμό με σκοποθετικά μέλη, τότε μπορεί να μειώνει την ποικιλομορφία της. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι, αν στην τάξη του εκπαιδευτικού οι μαθητές δεν έχουν ευθυγραμμιστεί με τους γενικότερους σκοπούς της μάθησης και τους ειδικότερους στόχους του αντικειμένου, τότε θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να αυξήσει την ποικιλομορφία των μαθησιακών καταστάσεων, προκειμένου να αυξήσει την πιθανότητα μάθησης. Στην περίπτωση που οι μαθητές είναι σε γενικές γραμμές ευθυγραμμισμένοι σκοποθετικά και στοχοθετικά, τότε έχει τη δυνατότητα να διατηρεί την ποικιλομορφία σε χαμηλά επίπεδα, παράγοντας τις μαθησιακές καταστάσεις που είναι απαραίτητες. Συνιστάται, λοιπόν, ο εκπαιδευτικός ο οποίος οργανώνει μια νέα μαθησιακή κατάσταση να επιχειρεί πρώτα να δημιουργήσει την κατάλληλη συναίνεση στους σκοπούς και στους στόχους, πριν αρχίσει την ενεργοποίηση των μαθησιακών καταστάσεων.

Η διατήρηση της οργάνωσης επιτυγχάνεται μέσω της **επικοινωνίας**. Μια πολύ σημαντική μορφή επικοινωνίας είναι και ο έλεγχος. **Ένα στοιχείο ελέγχει ένα άλλο στοιχείο** ή εκφέρει τη λειτουργία του ελέγχου σε ένα άλλο στοιχείο, όταν η συμπεριφορά του είναι είτε ικανή είτε αναγκαία συνθήκη για την παραγωγή σκοποθετικής συμπεριφοράς από το ελεγχόμενο στοιχείο. Η επικοινωνία ως λειτουργία αναφέρεται στην ικανότητα ενός στοιχείου να μεταβιβάζει πληροφορίες σε ένα άλλο και να του προκαλεί αλλαγή κατάσταση στον χώρο των φάσεων. Η μετάβαση από μια κατάσταση σε μια άλλη καλείται **αλλαγή** και εκφράζεται με κάποιες μορφές συμπερι-

φορά. Ο έλεγχος προκαλεί σκόπιμη μετάβαση και τροποποίηση συμπεριφοράς. Στη σχολική πράξη η επικοινωνία και ο έλεγχος καθιστούν τον εκπαιδευτικό **ρυθμιστή** της μαθησιακής συμπεριφοράς των μαθητών.

Κατευθυνόμενα συστήματα³⁷ ονομάζονται τα συστήματα οι μεταβλητές των οποίων χωρίζονται σε μεταβλητές εισόδου και εξόδου. **Ουδέτερα** ονομάζονται τα συστήματα στα οποία δεν υπάρχει διαχωρισμός μεταβλητών εισόδου και εξόδου.

Πηγαία συστήματα καλούνται τα συστήματα τα οποία καθορίζονται από ένα σύνολο βασικών μεταβλητών με τις αντίστοιχες υποστηρικτικές μεταβλητές (support variables) και ένα σύνολο καταστάσεων ή έναν χώρο φάσεων. Τέτοια συστήματα ονομάζονται και **ερευνητικά πεδία**³⁸ ή **πρωταρχικά συστήματα**. Τα πηγαία συστήματα βρίσκονται στο βασικό επιστημολογικό επίπεδο. Στο επόμενο επιστημολογικό επίπεδο έχουμε τα **συστήματα δεδομένων**. Ένα σύστημα δεδομένων προκύπτει από ένα πηγαίο σύστημα, όταν εφοδιάζεται με δεδομένα σχετικά με τις βασικές μεταβλητές σε συνάρτηση με τις υποστηρικτικές μεταβλητές (χώρος, χρόνος, πληθυσμός). Στο επόμενο επιστημολογικό πεδίο διαχωρίζονται οι μεταβλητές σε **εξαρτημένες** και **ανεξάρτητες**. Ο κανόνας με τον οποίο πραγματοποιείται μετάβαση από μια τιμή t των υποστηρικτικών μεταβλητών σε μια τιμή $t + a$ καλείται **κανόνας μετάβασης**. Τα συστήματα τα οποία είναι σε τέτοιο επιστημολογικό επίπεδο, ώστε να είναι δυνατή η περιγραφή αναλλοίωτων σχέσεων ή διαδικασιών, καλούνται **παγωγικά συστήματα (generative systems)**. Μια αναλλοίωτη σχέση, διαδικασία, σε διακριτό χρόνο έχει για παράδειγμα τη μορφή:

$$s_k(t) = v_i(t + a) \quad [\text{Σχέση 2-13}]$$

v_i : βασική μεταβλητή (διαθέτει τα δεδομένα)
 s : μεταβλητή δειγματοληψίας.

Συνάρτηση συμπεριφοράς ονομάζεται η συνάρτηση $f: \bar{G} \rightarrow G$ όπου κάθε κατάσταση $\bar{g} \in \bar{G}$ προβλέπει την κατάσταση $g \in G$ δηλαδή $g = f(\bar{g})$. Αν υπάρχει συνάρτηση συμπεριφοράς αναλλοίωτη από τον χρόνο, τότε το σύστημα καλείται **ντετερμινιστικό**. Στην αντίθετη περίπτωση, το σύστημα καλείται **μη ντετερμινιστικό** και οι μεταβάσεις καθορίζονται από πιθανότητες οι οποίες ονομάζονται **πιθανότητες μετάβασης** και ορίζονται ως:

$$p(g|\bar{g}) \text{ ορισμένες στο } R \subset G \times \bar{G} \quad [\text{Σχέση 2-14}]$$

η οποία αποτελεί χρονικά σταθερή σχέση.

2.3 Τύποι συστημάτων κατά Ackoff

Ο Ackoff καθορίζει τέσσερις κατηγορίες συστημάτων (Πίνακας 2-5):

³⁷ Βλ. και Klir (1991).

³⁸ Βλ. και Zeigler (1976).

- Α) Ντετερμινιστικά συστήματα:** συστήματα στα οποία ούτε τα υποσυστήματα ούτε το σύνολο είναι σκοποθετικά (για παράδειγμα μια μηχανή)
- Β) Οργανικά:** πρόκειται για συστήματα στα οποία τα υποσυστήματα δεν είναι σκοποθετικά, το σύνολο όμως είναι σκοποθετικό (για παράδειγμα ένα έμβιο όν)
- Γ) Κοινωνικά συστήματα:** είναι συστήματα στα οποία τόσο τα υποσυστήματα όσο και τα ολικά συστήματα είναι σκοποθετικά (για παράδειγμα μια επιχείρηση ή μια σχολική τάξη)
- Δ) Οικολογικά συστήματα:** συστήματα στα οποία τα υποσυστήματα είναι σκοποθετικά, αλλά το σύνολο δεν είναι σκοποθετικό (για παράδειγμα η παγκόσμια οικονομία).

Τύπος συστήματος	Στοιχεία	Όλον Ω
Ντετερμινιστικά	Μη σκοποθετικά	Μη σκοποθετικό
Οργανικά	Μη σκοποθετικά	Σκοποθετικό
Κοινωνικά	Σκοποθετικά	Σκοποθετικό
Οικολογικά	Σκοποθετικά	Μη σκοποθετικό

Πίνακας 2-5: Τύποι συστημάτων, στοιχεία και όλων

Τα οικολογικά συστήματα είναι κατά βάση μετασυστήματα, μιας και περιέχουν τις υπόλοιπες κατηγορίες συστημάτων. Αναλυτική σύγκριση των συστημάτων με παράθεση ενδεικτικών συστημάτων από την Εκπαίδευση δίδεται στον Πίνακα 2-6.

2.3.1 Ντετερμινιστικά συστήματα

Πρόκειται για συστήματα τα οποία δεν έχουν εσωτερικούς σκοπούς και στόχους και των οποίων η συμπεριφορά είναι πλήρως προκαθορισμένη. Τέτοια συστήματα υπακούουν στο υπόδειγμα της μηχανής και των μη σκοποθετικών μηχανισμών. Αν και τα **ντετερμινιστικά συστήματα** δεν έχουν δικούς στους στόχους, εξυπηρετούν τους στόχους εξωτερικών συστημάτων, όπως οι δημιουργοί, οι ελεγκτές και οι χρήστες. Ο εξωτερικός στόχος τον οποίο επιτυγχάνουν καλείται **λειτουργία**. Τα μέρη ενός ντετερμινιστικού συστήματος είναι και αυτά ντετερμινιστικά, μιας και διαθέτουν κάποια λειτουργία η οποία συνεισφέρει στη συνολική λειτουργία.

Τα ντετερμινιστικά συστήματα μπορεί να είναι ανοιχτά ή κλειστά, ανάλογα με το αν το περιβάλλον παίζει ρόλο στη **συμπεριφορά** τους. Η συμπεριφορά και οι ιδιότητες των ντετερμινιστικών συστημάτων καθορίζονται από τη **δομή** τους και τους **περιορισμούς** στους οποίους υπόκεινται μέσω των αιτιατών νόμων ή κανόνων του περιβάλλοντος (εφόσον είναι ανοιχτά). Κοινά παραδείγματα των ντετερμινιστικών συστημάτων είναι οι μηχανές και τα φυτά. Τα ντετερμινιστικά συστήματα υπόκεινται σε μαθηματική μοντελοποίηση και προσομοίωση και μετατρέπονται εύκολα σε γνωστικές δομές.

2.3.2 Οργανικά συστήματα

Τα **οργανικά συστήματα**, αλλιώς **έμβια - αυτόνομα**, διαθέτουν τους δικούς τους σκοπούς και στόχους. Τα υποσυστήματά τους δεν έχουν δικούς τους σκοπούς, υπό-

τε ανάγονται σε ντετερμινιστικά συστήματα. Τα πιο γνώριμα παραδείγματα οργανικών συστημάτων είναι, βέβαια, τα ζώα συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Όλα τα έμβια όντα είναι οργανικά συστήματα, αλλά δεν είναι όλα τα οργανικά συστήματα έμβια όντα (πχ. τα φυτά). Θα διατηρήσουμε την έννοια **οργανικά συστήματα** για να εννοούμε τα έμβια στοχοθετικά όντα. Τα οργανικά συστήματα έχουν **ζωή** η οποία ορίζεται με όρους **αυτοποίησης** και **ομοιόστασης**. Η ζωή αναφέρεται στην ικανότητα διατήρησης της **ολότητας** και της οργάνωσης των υποσυστημάτων, παρόλο που τα συστατικά στοιχεία των υποσυστημάτων περιοδικά αποσυντίθενται και ανασυντίθενται. Ο παραπάνω ορισμός της ζωής μέσω της αυτοποίησης επεκτείνει την έννοια των οργανικών συστημάτων, ώστε να περιλαμβάνουν και κοινωνικά συστήματα. Βασικό σύμφυτο χαρακτηριστικό των οργανικών συστημάτων είναι η δυνατότητα **επιλογών**. Οι επιλογές επεκτείνουν το φάσμα των δυνατών συμπεριφορών και μεταφέρουν τα συστήματα αυτά μακριά από τη ντετερμινιστική περιοχή.

2.3.3 Κοινωνικά συστήματα

Τα κοινωνικά συστήματα έχουν δικούς τους σκοπούς και στόχους και αποτελούνται από υποσυστήματα τα οποία έχουν με τη σειρά τους δικούς τους σκοπούς και στόχους, ενώ ανήκουν σε υπερκείμενα επίσης σκοποθετικά - στοχοθετικά συστήματα. Τέτοια συστήματα είναι τα εκπαιδευτικά συστήματα, οι επιχειρήσεις, τα έθνη κλπ. Η μοντελοποίηση των κοινωνικών συστημάτων μπορεί να γίνει με τη χρήση της οργανικής μεταφοράς (Beer, 1959) ή της μεταφοράς πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων (Forrester, 1961).

	Μοντέλο Προσομοίωσης	Χαρακτηριστικά	Ενδεικτικό Εκπαιδευτικό Μοντέλο
Ντετερμινιστικά Συστήματα	Μηχανιστική Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Είναι ντετερμινιστικά • Λειτουργούν σε σταθερό και αμετάβλητο περιβάλλον • Έχουν μειωμένη ικανότητα προσαρμογής • Τα υποσυστήματα και συστατικά μέρη είναι μηχανιστικά και δεν έχουν δυνατότητες επιλογών 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξεταστικό σύστημα • Μπιχεβιοριστική μάθηση
Οργανικά Συστήματα	Μεταφορά Οργανικών Ανοιχτών Συστημάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Είναι ανοιχτά και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον • Η βασική τους στοχοθεσία αφορά την επιβίωση και την προσαρμογή • Δίνεται προτεραιότητα στη μεταβολή και την αλλαγή • Προσεγγίζονται ολιστικά, επί τη βάσει ότι τα υποσυστήματα είναι μηχανιστικά και αρμονικά συνδεδεμένα 	<ul style="list-style-type: none"> • Σύνδεση σχολείου με την κοινωνία • Σύνδεση σχολείου με την αγορά εργασίας • Περιβαλλοντική Εκπαίδευση • Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας
	Κυβερνητική Μεταφορά	<p>Διαθέτουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διαδικασία μετασχηματισμού • Πληροφοριακό σύστημα • Σύστημα ελέγχου 	<ul style="list-style-type: none"> • Σχολική τάξη • Σχολική μονάδα κεντρικά ελεγχόμενη • Συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης • Εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα

Πίνακας 2-6: Χαρακτηριστικές μορφές συστημάτων και αντίστοιχα εκπαιδευτικά μοντέλα

Οργανικά Συστήματα	Νευρο-κυβερνητική Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Κύκλωμα ενεργού μάθησης • Εγκέφαλο ως κέντρο ελέγχου • Ο εγκέφαλος είναι ολογραφικός και μεταφέρει το όλον στα υποσυστήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόνομη σχολική μονάδα • Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας • Αυτόνομη σχολική τάξη • Εικονικές Κοινότητες Μάθησης • Εποικοδομητική μάθηση • Παράπλευρο σχολικό πρόγραμμα • Θεσμοί, όπως Γραφεία Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, ΕΚΦΕ, ΓΡΑΣΥ, ΓΡ.ΣΕΠ
Κοινωνικά Συστήματα	Πολιτισμική Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Ελεγχόμενη στοχοθεσία • Περιορισμός φάσματος επιλογών μέσω κανονιστικών νορμών 	<ul style="list-style-type: none"> • Στυλ διδασκαλίας • Στυλ διοίκησης σε όλα τα επίπεδα • Στυλ λήψης αποφάσεων • Στυλ διαχείρισης τάξης
	Πολιτική Μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Κατανομή της δύναμης • Επιβολή στοχοθεσίας του ισχυρότερου • Η πολιτικοποίηση οδηγεί σε έλλειψη εμπιστοσύνης 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις • Στελέχωση της Εκπαίδευσης • Συνδικαλισμός • Πολιτικές αποφάσεις • Υιοθέτηση καινοτομιών • Ομάδες συμφερόντων
Οικολογικά Συστήματα	Οικολογική μεταφορά	<ul style="list-style-type: none"> • Σκοποθετικά υποσυστήματα σε μη σκοποθετικό υπερκείμενο σύστημα 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπαιδευτικό σύστημα • Ευρύτερο μαθησιακό σύστημα της χώρας

Πίνακας 2-6 (συνέχεια): Χαρακτηριστικές μορφές συστημάτων και αντίστοιχα εκπαιδευτικά μοντέλα

2.3.4 Οικολογικά συστήματα

Τα **οικοσυστήματα** περιέχουν ντετερμινιστικά, έμβια - οργανικά και κοινωνικά συστήματα σε αλληλεπίδραση, αν και δεν έχουν κάποιον διακριτό δικό τους στόχο. Εξυπηρετούν τους στόχους των οργανισμών και των κοινωνικών συστημάτων και παρέχουν τις απαραίτητες εισόδους για την επιβίωσή τους. Τα **οικολογικά συστήματα** έχουν πολύ υψηλή πολυπλοκότητα και θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό ως **ακατάληπτα (unknowable)**.

2.4 Συστημικά μοντέλα εκπαιδευτικών συστημάτων

Ο Banathy (1991), επιχειρώντας μια ταξινόμηση των εκπαιδευτικών μοντέλων, προτείνει τρεις προσεγγίσεις μοντελοποίησης συστημάτων:

- Α) Το μοντέλο σύστημα - περιβάλλον
- Β) Το μοντέλο δομής - λειτουργίας

Γ) Το μοντέλο διαδικασιών - συμπεριφοράς

Σύμφωνα με τον Banathy (1991), τα μοντέλα αυτά έχουν μια διακριτική ικανότητα το καθένα σε διαφορετικό τομέα, όπως αναλύεται πιο κάτω:

Μοντέλο σύστημα - περιβάλλον

Το μοντέλο αυτό βοηθά στο να προσεγγιστεί ένα εκπαιδευτικό σύστημα σε σχέση με την Κοινότητα στην οποία είναι ενσωματωμένο, αλλά και την ευρύτερη κοινωνία. Οι έννοιες και οι αρχές που είναι και τα συστατικά στοιχεία του μοντέλου αυτού βοηθούν να καθοριστούν αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Ο συστημικός ερευνητής στο πλαίσιο αυτού του μοντέλου ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για τη μελέτη, εκτίμηση και ενδεχομένως μέτρηση της απόκρισης του εκπαιδευτικού συστήματος στις διαταραχές του περιβάλλοντος και αντίστροφα. Με όρους Κυβερνητικής, ενδιαφέρει η ανταλλαγή ποικιλομορφίας περιβάλλοντος – εκπαιδευτικού συστήματος. Ενδιαφέρον στο σημείο αυτό έχει ο προσδιορισμός των παραμέτρων του εκπαιδευτικού συστήματος σε σχέση πάντα με το περιβάλλον του.

Μοντέλο δομής - επικοινωνιών - ελέγχου - διαδικασιών

Το μοντέλο δόμησης είναι ίσως το πιο σημαντικό από όλα τα μοντέλα, μιας και βοηθά να γίνει αντιληπτή η αποτύπωση του συστήματος Εκπαίδευσης τη στιγμή της μελέτης και έρευνας. Το μοντέλο δόμησης περιέχει όλα τα «σκληρά» στοιχεία του συστήματος: υποσυστήματα, άτομα, επικοινωνίες και διαδικασίες. Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό, ώστε να προσεγγίζει το αντικειμενικό, να συμφωνούν, δηλαδή, πάνω σε αυτό οι περισσότεροι πράκτορες - εμπλεκόμενοι. Σημαντικές οροθετικές κρίσεις στο μοντέλο αυτό είναι: (α) η περιγραφή των στόχων του συστήματος, (β) η περιγραφή του σκοπού του συστήματος, όπως αναδύεται μέσα από το μοντέλο συστήματος - περιβάλλοντος, (γ) ο συσχετισμός λειτουργιών - στόχων, (δ) ο προσδιορισμός των υποσυστημάτων που σχετίζονται με τις λειτουργίες, και (ε) ο προσδιορισμός του τρόπου συσχετισμού των υποσυστημάτων και της μορφοποίησης της δομής.

Μοντέλο λειτουργίας - συμπεριφορών

Το μοντέλο αυτό (Εικόνα 2-1) έχει ως σκοπό την παραγωγή του φάσματος συμπεριφορών του εκπαιδευτικού συστήματος. Η βασική μεταβλητή αυτού του μοντέλου είναι ο χρόνος. Οι βασικές οροθετικές κρίσεις στην περίπτωση αυτή είναι: (α) ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα προσλαμβάνει, διαχωρίζει, εκτιμά και επεξεργάζεται τα δεδομένα της εισόδου, (β) η διαδικασία μετασχηματισμού της εισόδου, (γ) οι διαδικασίες δημιουργίας του προσδοκώμενου αποτελέσματος, (δ) οι τρόποι οδήγησης του μετασχηματισμού, (ε) οι τρόποι αξιολόγησης της επάρκειας της εξόδου, και (στ) ο τρόπος λήψης διορθωτικών ενεργειών.

Η δημιουργία μιας συστημικής προσέγγισης στην Εκπαίδευση σημαίνει ότι θα πρέπει να είναι κανείς σε θέση να αντιλαμβάνεται τη «συστημικότητα» ως υπερκείμενη ιδιότητα, να την περιγράφει με συστημικές αντικειμενικές γλώσσες και να παράγει συστημική μοντελοποίηση και σχεδίαση. Η εφαρμογή παρόμοιων πρωτοβουλιών σε άλλες Κοινωνικές Επιστήμες, όπως η Κοινωνιολογία και η Ψυχολογία, έχει προσφέρει μια πληθώρα συστημικών προσεγγίσεων που αν μη τι άλλο αύξησαν τη δημι-

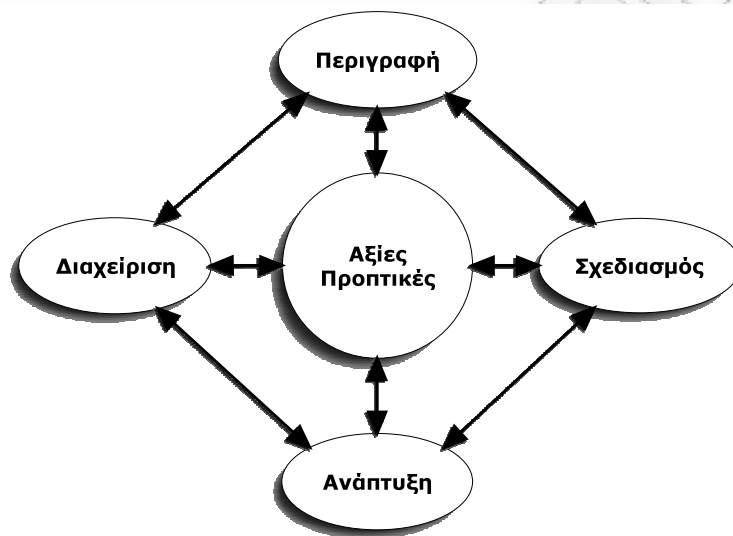
ουργικότητα τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και σε επίπεδο προβληματικής. Με την εμπειρία αυτή είναι, λοιπόν, εφικτό να εφαρμοστεί η συστημική προσέγγιση και στην Εκπαίδευση. Ο Banathy (1991) προτείνει το παρακάτω σχήμα συστημικής προσέγγισης για την Εκπαίδευση:

Περιγραφή = Συστημική αποτύπωση και δόμηση

Σχεδιασμός = Σχεδιασμός συστημάτων και διαδικασιών

Ανάπτυξη = Το σύστημα τίθεται σε λειτουργία

Διαχείριση = Οδήγηση του συστήματος



Εικόνα 2-1: Μοντέλο λειτουργίας - συμπεριφορών

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική στο πλαίσιο των παραπάνω μοντέλων επιχειρεί να αναζητήσει:

- ❖ Τα χαρακτηριστικά της «ενσωμάτωσης» των εκπαιδευτικών συστημάτων τα οποία λειτουργούν σε διάφορα αλληλένδετα επίπεδα (π.χ. επίπεδο ιδρυμάτων, διαχειριστικών συστημάτων, παιδαγωγικών συστημάτων κλπ.)
- ❖ Τη σχεσιοδυναμική και αλληλεξάρτηση των υποσυστημάτων των εκπαιδευτικών συστημάτων
- ❖ Τη σχεσιοδυναμική, τις αλληλεπιδράσεις και την ανταλλαγή πληροφοριών / εντροπίας / ύλης / ενέργειας με το περιβάλλον
- ❖ Τους σκοπούς, τους στόχους και τις οροθετικές κρίσεις των εκπαιδευτικών συστημάτων, όπως αναδύονται μέσω της αλληλεπίδρασης με το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον
- ❖ Τη φύση της Εκπαίδευσης ως σκοποθετικής έκφρασης πολύπλοκων ανοιχτών συστημάτων
- ❖ Τη δυναμική των αλληλεπιδράσεων, σχέσεων και σχημάτων διασύνδεσης μεταξύ των στοιχείων των εκπαιδευτικών συστημάτων
- ❖ Την ολότητα και τα αναδυόμενα χαρακτηριστικά στα διάφορα συστημικά επίπεδα ως αποτελέσματα συστημικής αλληλεπίδρασης και σύνθεσης
- ❖ Τις διαδικασίες και συμπεριφορές των συστημάτων. Για παράδειγμα, μελέτη της Εκπαίδευσης ως βιώσιμου οργανικού συστήματος.

2.5 Συστημικές μεταφορές

Οι συστημικές μεταφορές είναι ένα χρήσιμο εργαλείο μοντελοποίησης ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα παρέμβασης και λήψης αποφάσεων. Πρόκειται για μια ταξινόμηση η οποία βοηθά στον προσανατολισμό όσον αφορά στη σύνθεση πολυμεθοδολογιών. Οι Jackson και Flood (1986) καθορίζουν συστημικές μεταφορές, όπως περιγράφονται στον Πίνακα 2-7.

Συστημικές μεταφορές
Μηχανιστική μεταφορά - Μεταφορά κλειστού συστήματος
<p>Συστήματα με προπροσασισμένους σκοπούς και στόχους όπου μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στον έλεγχο και τη ρύθμιση και μικρότερη στο περιβάλλον.</p> <p>Χαρακτηριστικές περιπτώσεις μηχανιστικής μεταφοράς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το σύστημα εκτελεί συγκεκριμένες και ξεκάθαρες εργασίες • Το σύστημα παράγει επαναλαμβανόμενες μονάδες • Ο ανθρώπινος παράγων δεν είναι αυτόβουλος, αλλά υπακούει σε συγκεκριμένες σειρές εντολών • Το περιβάλλον είναι ευσταθές. <p>Παραδείγματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κλειστά εκπαιδευτικά συστήματα • Στρατός • Αλυσίδες καταστημάτων • Γραμμές παραγωγής. <p>Κατάρρευση της μεταφοράς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ελαττώνει την προσαρμοστικότητα του συστήματος • Είναι δύσκολο να ενσωματώσει σκεπτόμενα και δημιουργικά όντα.
Οργανική μεταφορά - Μεταφορά ανοιχτού συστήματος
<p>Συστήματα με έμφαση στην προσαρμογή και την επιβίωση με μηχανισμούς ρύθμισης που τα διατηρούν σε εμπλοκή με το περιβάλλον. Στην οργανική μεταφορά το σύστημα είναι ανοιχτό. Είναι, δηλαδή, ουσιαστικά ένα δίκτυο στοιχείων που είναι σε θέση να διατηρεί σε οργάνωση πολύπλοκους μηχανισμούς ανάδρασης. Τα ανοιχτά συστήματα είναι ομοιοστατικά, ικανά να διατηρούν τη μορφή τους και να αντιστέκονται στη φθορά, εισάγοντας ενέργεια από το περιβάλλον και αποβάλλοντας εντροπία σε αυτό.</p> <p>Χαρακτηριστικές περιπτώσεις οργανικής μεταφοράς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το σύστημα έχει ανοιχτή σχέση με ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον • Υπάρχει ανάγκη επιβίωσης • Υπάρχει ανάγκη ευελιξίας και διαρκών αλλαγών • Το περιβάλλον είναι πολύπλοκο με πολλούς ανταγωνιστές που διεκδικούν τους ίδιους πόρους. <p>Παραδείγματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ανοιχτά εκπαιδευτικά συστήματα • Έμβιοι οργανισμοί • Επιχειρήσεις σε ρευστά και μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. <p>Κατάρρευση της οργανικής μεταφοράς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χάνει την επαφή με την κοινωνική διάσταση των οργανισμών • Προϋποθέτει την αρμονική συνύπαρξη και αλληλοσυμπλήρωση των ανθρώπων, παραβλέ-

- ποντας την πραγματικότητα των ανθρωπίνων συστημάτων
- Αντιμετωπίζει μονοσήμαντα τις αλλαγές ως αναδράσεις προσαρμογής, αγνοώντας την πρόδραση.

Νευροκυβερνητική μεταφορά - Μεταφορά βιώσιμου συστήματος

Συστήματα με έμφαση στη μάθηση, τον έλεγχο και την επίτευξη της επιβίωσης με την επεξεργασία και αξιοποίηση των πληροφοριών. Κεντρικό στοιχείο των νευροκυβερνητικών συστημάτων είναι η ύπαρξη «εγκεφάλου». Ο εγκέφαλος είναι ένα εξειδικευμένο εργαλείο μάθησης και ελέγχου. Το νευροκυβερνητικό μοντέλο είναι επέκταση του μοντέλου ανοιχτών συστημάτων, ενώ βασίζεται ουσιαστικά στο κυβερνητικό μοντέλο. Τα βασικά στοιχεία του κυβερνητικού μοντέλου είναι:

- α) Το σύστημα μετασχηματισμού
- β) Το σύστημα επικοινωνιών
- γ) Το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης
- δ) Το σύστημα ενεργοποίησης.

Βασική αρχή του νευροκυβερνητικού συστήματος είναι η **ποικιλομορφία** και η διαχείρισή της.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις νευροκυβερνητικής μεταφοράς:

- Το σύστημα έχει ισχυρή εσωτερική αναφορά και αναπροσαρμόζεται δυναμικά με βασικό εργαλείο τη μάθηση
- Το σύστημα λειτουργεί με μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας
- Το σύστημα πρέπει να αναπτύσσει δημιουργικότητα
- Το περιβάλλον είναι πολύπλοκο με πολλούς ανταγωνιστές που διεκδικούν τους ίδιους πόρους.

Παραδείγματα:

- Αυτόνομες ομάδες μάθησης
- Εικονικές επιχειρήσεις και Κοινότητες
- Εταιρείες συμβούλων και ερευνητικά κέντρα.

Κατάρρευση της νευροκυβερνητικής μεταφοράς:

- Χάνει την επαφή με την κοινωνική διάσταση των οργανισμών
- Δύσκολη η μετάβαση ενός συστήματος στη νευροκυβερνητική μεταφορά, απαιτούνται πολλές και θεμελιώδεις αλλαγές
- Δεν λειτουργεί, όταν οι σκοποί των μερών δεν εναρμονίζονται με τους σκοπούς του συνόλου.

Πολιτισμική μεταφορά

Η πολιτισμική μεταφορά αναφέρεται σε συστήματα όπου υπάρχει ένα αφανές και μη δηλωμένο «οργανούν πεδίο» το οποίο καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο λειτουργίας. Το πολιτισμικό αυτό πεδίο είτε κατασκευάζεται σκόπιμα, είτε αναπτύσσεται παράπλευρα και έμμεσα. Το πολιτισμικό πεδίο μπορεί να λειτουργεί με διάφορους τρόπους, προάγοντας ή και αναστέλλοντας την πρόοδο, αντλώντας δύναμη από την πανίσχυρη ανάγκη του «ανήκειν».

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις πολιτισμικής μεταφοράς:

- Το σύστημα έχει ισχυρή κοινωνική διάσταση
- Υπάρχουν πολλά και ανταγωνιστικά πολιτισμικά πεδία στον ίδιο οργανισμό
- Είναι ανάγκη να «παρασκευαστεί» ένα ισχυρό «οργανούν πεδίο» το οποίο και θα στρέψει το ανθρώπινο δυναμικό προς κάποιες βασικές δραστηριότητες τις οποίες έχει ανάγκη ο οργανισμός
- Επίκεινται μεγάλης κλίμακας αλλαγές.

Παραδείγματα:

- Σχεδόν στο σύνολο των κοινωνικών συστημάτων σε μικρό ή μεγάλο βαθμό υπάρχει ένα ή περισσότερα πολιτισμικά πεδία.

Κατάρρευση της πολιτισμικής μεταφοράς:

- Όταν είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν μηχανισμοί και διαδικασίες
- Όταν το κυρίαρχο «οργανούν πεδίο» έχει να κάνει με πολιτική δύναμη και εξουσία
- Μπορεί να δημιουργήσει λανθάνοντα ιδεολογικό έλεγχο και πίεση για συμμόρφωση.

Πολιτική μεταφορά

Η πολιτική μεταφορά αναφέρεται σε συστήματα όπου υπάρχουν πολλές αντιμαχόμενες δυνάμεις σε αναζήτηση της εξουσίας. Διακρίνει τρία είδη διαμόρφωσης αναφορικά με το ζήτημα της ισχύος: ενότητα, πλουραλισμό και πόλωση.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις πολιτισμικής μεταφοράς:

- Σε συστήματα όπου οι οροθετικές κρίσεις των ισχυρών ομάδων επιβάλλονται στις ασθενέστερες
- Σε συστήματα όπου αναπτύσσονται διασπαστικές δυνάμεις ως αντίρροπες των ενωτικών δυνάμεων των οργανικών και νευροκυβερνητικών μεταφορών
- Σε συστήματα όπου η πολιτική πλευρά του οργανωσιακού πράκτορα υπερβαίνει τις άλλες πλευρές του.

Πίνακας 2-7: Οι βασικές συστημικές μεταφορές

2.5.1 Μηχανιστική μεταφορά - Μεταφορά ντετερμινιστικών συστημάτων

Τα συστήματα που μοντελοποιούνται με βάση αυτή τη μεταφορά έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ❖ Είναι γραμμικά
- ❖ Λειτουργούν σε σταθερό και αμετάβλητο περιβάλλον
- ❖ Έχουν γενικά μειωμένη ικανότητα προσαρμογής
- ❖ Τα υποσυστήματα και συστατικά μέρη είναι μηχανιστικά και δεν έχουν δυνατότητες επιλογών.

Κοινωνικά συστήματα με μηχανιστική μεταφορά:

- ❖ Στρατός
- ❖ Μεγάλες γραφειοκρατίες
- ❖ Κεντρικά συστήματα.

2.5.2 Οργανική μεταφορά - Μεταφορά ανοιχτών συστημάτων

Τα συστήματα που μοντελοποιούνται με βάση την οργανική μεταφορά έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ❖ Είναι ανοιχτά και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον
- ❖ Η βασική τους στοχοθεσία αφορά την επιβίωση και την προσαρμογή
- ❖ Δίνεται προτεραιότητα στην ανταπόκριση και αλλαγή
- ❖ Προσεγγίζονται ολιστικά, στη βάση της αντίληψης ότι τα υποσυστήματα είναι μηχανιστικά και αρμονικά συνδεδεμένα.

Τα οργανικά μοντέλα των ανθρωπίνων συστημάτων έχουν γενικά δύσκολη μοντελοποίηση της λειτουργίας των ανθρώπων.

2.5.3 Κυβερνητική μεταφορά

Η κυβερνητική μεταφορά βασίζεται στο βασικό κυβερνητικό μοντέλο το οποίο περιέχει:

- ❖ Διαδικασία μετασχηματισμού
- ❖ Πληροφοριακό σύστημα
- ❖ Σύστημα ελέγχου.

2.5.4 Νευροκυβερνητική μεταφορά - Μεταφορά αποτελεσματικών (βιώσιμων) συστημάτων

Η νευροκυβερνητική μεταφορά είναι μια ειδική περίπτωση της κυβερνητικής μεταφοράς. Κεντρικό σημείο της νευροκυβερνητικής μεταφοράς είναι η επεξεργασία πληροφοριών και η βιωσιμότητα. Η νευροκυβερνητική μεταφορά υιοθετεί τρεις πολύ σημαντικές μεταφορές:

- ❖ Μεταφορά της ενεργού μάθησης
- ❖ Μεταφορά του εγκεφάλου ως κέντρου ελέγχου
- ❖ Μεταφορά του ολογραφικού εγκεφάλου ο οποίος μεταφέρει το όλον στα υποσυστήματα (recursion).

Σε γενικές γραμμές, η νευροκυβερνητική μεταφορά:

- A) Προάγει τη σημασία της μάθησης
- B) Ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα
- Γ) Είναι κατάλληλη για ομάδες εργασίας και ομάδες έρευνας και δημιουργίας.

2.5.5 Πολιτισμική μεταφορά

Η πολιτισμική μεταφορά μοντελοποιεί κυρίως τα κοινωνικά συστήματα. Αφορά την παραδοχή κανονιστικών παραμέτρων που μειώνουν τις επιλογές των ανθρώπων, καθορίζοντας τρόπους δράσης και σκέψης. Σύμφωνα με την πολιτισμική μεταφορά, τα υποσυστήματα και οι άνθρωποι, αν και στοχοθετικά, έχουν ελεγχόμενη στοχοθεσία μέσα σε προκαθορισμένες νόρμες. Με την έννοια «κουλτούρα» εννοείται αυτό το πλέγμα άτυπων αλλά **αυτοποιητικών**³⁹ **κανόνων** που καθορίζουν ένα φάσμα επιλογών. Το φάσμα αυτό των επιλογών μπορεί να οδηγήσει σε καταστολή, αλλά και απελευθέρωση των δημιουργικών δυνάμεων των ανθρώπων, αναστέλλοντας ή προάγοντας τις δημιουργικές επιλογές.

2.5.6 Πολιτική μεταφορά

Η πολιτική μεταφορά αναφέρεται στα κοινωνικά συστήματα και ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου ο σχεδιασμός και η παρέμβαση αφορούν την επιδίωξη της ισχύος. Η έννοια πολιτική μεταφορά έχει να κάνει με περιπτώσεις όπου η ισχύς προσδιορίζει τις σχέσεις των συμμετεχόντων σε κάποια συστημική παρέμβαση.

Η πολιτική μεταφορά περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις που οδηγούν σε μεταφορές:

³⁹ Η έννοια «αυτοποίηση» χρησιμοποιείται στο σημείο αυτό, προκειμένου να τονίσει την ικανότητα της «κουλτούρας» να διατηρείται, παρόλο που τα μέλη του οργανισμού αλλάζουν.

- ❖ Προσέγγιση ενότητας - μεταφορά της «ομάδας»
- ❖ Πλουραλιστική προσέγγιση - μεταφορά της «συμμαχίας»
- ❖ Προσέγγιση εξαναγκασμού - μεταφορά «φυλακής».

2.6 Συστημική Θεώρηση

Με την έννοια **συστημική θεώρηση** ορίζεται η θεμελιώδης στροφή του ερευνητή προς τη συστημική οντολογία και επιστημολογία. Κεντρικό στοιχείο της **συστημικής θεώρησης** είναι, κατά τον Ackoff, η **σύνθεση**. Ο ίδιος σημειώνει χαρακτηριστικά ότι η αναλυτική θεώρηση κατακερματίζει τα συστήματα και η συστημική θεώρηση τα ανασυνθέτει. Με τον τρόπο αυτό, η συστημική και η αναλυτική σκέψη αλληλοσυμπληρώνονται. Μάλιστα η συστημική σκέψη χρησιμοποιεί την ανάλυση ως ένα στάδιο στον διερευνητικό της κύκλο. Στην Εκπαίδευση δεν υπάρχει αμιγής συστημική θεώρηση. Συνήθως χρησιμοποιείται η έννοια οικοσυστημική προσέγγιση, για να δηλωθεί μια ολιστική - ψυχοπαιδαγωγική προσέγγιση η οποία περιορίζεται σε θέματα συμπεριφοράς, κινητοποίησης και διαχείρισης του ψυχολογικού πεδίου.

Η **αναλυτική θεώρηση** ακολουθεί χονδρικά τα παρακάτω βήματα: 1) αποδόμηση του συστήματος που πρόκειται να ερμηνευθεί, 2) μελέτη της συμπεριφοράς των ξεχωριστών στοιχείων που αποτελούν το σύστημα, 3) συγκέντρωση των ξεχωριστών συμπεριφορών, ώστε να συνδυαστούν, προκειμένου να αναπαραγάγουν την ολική συμπεριφορά. Η **συστημική θεώρηση** λειτουργεί αντίστροφα: 1) καθορίζει ένα υπερκείμενο σύστημα του οποίου το σύστημα είναι μέρος, 2) ερμηνεύει τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες του υπερκείμενου συστήματος, 3) ερμηνεύει τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες του συστήματος σε σχέση με τις λειτουργίες και τους ρόλους του αναφορικά με το υπερκείμενο σύστημα. Με τον τρόπο αυτόν, η ανάλυση προηγείται της σύνθεσης. Στην αναλυτική θεώρηση το υπό μελέτη σύστημα αντιμετωπίζεται ως μια ολότητα η οποία θα πρέπει να αποδομηθεί. Στη συστημική θεώρηση το σύστημα υπό μελέτη αντιμετωπίζεται ως μέρος ενός ευρύτερου συστήματος. Για παράδειγμα, για την ερμηνεία του σημερινού σχολείου η απλή αναλυτική θεώρηση θα απαιτήσει την αποδόμησή του σε υποσυστήματα, λειτουργίες και ρόλους και στη συνέχεια, με βάση τη συμπεριφορά των υποσυστημάτων και των ατόμων, θα επιχειρηθεί ο προσδιορισμός της συγκεντρωτικής συμπεριφοράς του σχολείου. Με βάση τις αρχές της συστημικής θεώρησης, πρώτα πρέπει να εξεταστεί το υπερσύστημα και οι συμπεριφορές του και στη συνέχεια θα επιχειρηθεί η ερμηνεία των συμπεριφορών του σχολείου αναφορικά με το υπερκείμενο σύστημα. Η συστημική θεώρηση είναι αναγκαία στην Εκπαίδευση, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου καταρρέει η ερμηνευτική δύναμη της αναλυτικής σκέψης. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το παράδοξο του Cuban σχετικά με τη διάδοση των ΤΠΕ στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα⁴⁰.

Η ανάλυση δίνει έμφαση στη δομή, επιμένοντας στο **πώς** λειτουργούν τα πράγματα, ενώ η συστημική θεώρηση δίνει έμφαση στο **γιατί** λειτουργούν έτσι. Η ανάλυση δίνει έμφαση στη **γνώση**, ενώ η σύνθεση δίνει έμφαση στην **κατανόηση**. Η ανάλυση **περιγράφει**, ενώ η σύνθεση **κατανοεί**. Η ανάλυση «**ενδο-σκοπεί**», ενώ η σύνθεση «**εξω-σκοπεί**». Η ανάλυση εξετάζει **πώς λειτουργούν** και **πώς αλληλεπιδρούν τα μέρη**, ενώ η σύνθεση το **πώς συνεργάζονται τα μέρη** για να επιτευ-

⁴⁰ Το παράδοξο αυτό αναλύεται διεξοδικά στο Κεφάλαιο 3.

χθεί η αρμονία στη λειτουργία. Ο Ackoff (1974) αναφέρει σχετικά: Ακόμη και αν σχεδιάζαμε τα τέλεια μέρη, δεν είναι σίγουρο ότι θα κατασκευάζαμε την τέλεια μηχανή. Μπορεί να έχουμε τους τέλειους παίχτες, αλλά να μην έχουμε την τέλεια ομάδα. Να έχουμε τους τέλειους εκπαιδευτικούς, αλλά να μην έχουμε το τέλειο σχολείο.

2.6.1 Η μετάβαση προς τη συστημική θεώρηση

Ποιες είναι οι βασικές μεταβάσεις τις οποίες θα πρέπει να κάνει ο ερευνητής ο οποίος επιθυμεί να αποκτήσει συστημική θεώρηση; Θα επιχειρήσουμε να παρουσιάσουμε ενδεικτικές φάσεις αυτού που θα λέγαμε **συστημικό μετασχηματισμό**. Σημαντικό στάδιο στο πέρασμα του ερευνητή προς τη συστημική θεώρηση είναι η αναγνώριση της αδυναμίας του βασικού ντετερμινιστικού γνωστικού και αναλυτικού βήματος «**αίτιο - αποτέλεσμα**» να οδηγήσει την ερμηνευτική όλων των φαινομένων⁴¹. Πολλά εκπαιδευτικά ζητήματα απαιτούν υπέρβαση του ντετερμινισμού. Αν και είναι γνωστή η ιδιαιτερότητα της εκπαιδευτικής πράξης, είναι σχεδόν πάγια τακτική να χρησιμοποιούνται, τόσο σε επίπεδο ερμηνευτικής όσο και σε επίπεδο παρέμβασης, είτε ντετερμινιστικές αλυσίδες αιτίου - αποτελέσματος είτε στοχαστικά πλέγματα και πιθανοκρατικά σενάρια σε αναζήτηση σταθερών σχημάτων αιτίου - αποτελέσματος. Αναρωτιόμαστε, για παράδειγμα, σχετικά με τις *αιτίες* αποτυχίας, τις *αιτίες* της έλλειψης ενδιαφέροντος των μαθητών, τις *αιτίες* των χαμηλών επιδόσεων, τις αιτίες μη προώθησης των ΤΠΕ στον αναμενόμενο βαθμό κλπ., αναζητώντας ουσιαστικά ικανές και αναγκαίες συνθήκες που θα συνδεθούν μονοσήμαντα με τα γεγονότα.

Η συστημική θεώρηση προσφέρει μια εναλλακτική προσέγγιση. Θεωρεί ότι σε μια μεγάλη κατηγορία γεγονότων οι ονομαζόμενες αιτίες δεν είναι παρά μόνο **αναγκαίες συνθήκες**, ενώ οι **ικανές συνθήκες** (ενεργοποιητές) καθορίζονται από το υπερκείμενο περιβάλλον. Ικανή συνθήκη για να λειτουργήσει μαθησιακά μια σχολική τάξη ως παιδαγωγική οντότητα είναι η ύπαρξη εκπαιδευτικού, Αναλυτικού Προγράμματος, μαθητών και υλικοτεχνικής υποδομής. Αναγκαίες συνθήκες, όμως, είναι η ύπαρξη εσωτερικής κινητοποίησης και οργάνωσης από την πλευρά του εκπαιδευτικού, αποτελεσματικής διοίκησης, αισθήματος ασφαλείας κλπ. Ικανή συνθήκη για να μάθει ο μαθητής είναι η φυσική του παρουσία. Αναγκαίες συνθήκες, όμως, είναι η οργανωμένη μαθησιακή συζήτηση, τα καθαρά κανάλια επικοινωνίας, οι μηχανισμοί γνωστικής αντανάκλασης, συνθήκες τις οποίες πρέπει να αναζητήσουμε στο περιβάλλον του. Με τον τρόπο αυτόν, το σχήμα αίτιο - αποτέλεσμα αντικαθίσταται από το αποτελεσματικότερο συστημικό σχήμα:

$$\text{ικανή συνθήκη (παραγωγός) + αναγκαία συνθήκη (περιβάλλον)} \rightarrow \text{αποτέλεσμα (παραγωγή - προϊόν)}$$

Άμεση προέκταση της παραπάνω συλλογιστικής είναι ότι δεν υπάρχουν παγκόσμιοι νόμοι και άνευ όρων γενικεύσεις στη συστημική θεώρηση. Υπάρχουν, όμως, ισομορφισμοί που είναι γενικοί και δείχνουν να έχουν ισχύ σε μεγάλες κατηγορίες συστημάτων, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Η μεταφορά της εστίασης από την είσοδο (αίτιο) στην έξοδο (παραγωγή) σημαίνει και ταυτόχρονη αναγνώριση της αντικειμενικής **τελεολογίας** των συστημάτων. Έν-

⁴¹ Στην έννοια «ντετερμινιστικό σχήμα» περιλαμβάνουμε και την περίπτωση του στοχαστικού ντετερμινισμού. Οι επιστημολογικές ρίζες είναι οι ίδιες και στις δύο περιπτώσεις.

νοίες, όπως **επιλογή, σκοπός, ελεύθερη βούληση**, όπως απέδειξε ο Singer (1959), έχουν λειτουργική σημασία μόνον όταν το βασικό σχήμα σκέψης είναι: συνθήκη (παραγωγός) + αναγκαία συνθήκη (περιβάλλον) → αποτέλεσμα (παραγωγή – προϊόν). Σημειώνουμε ότι η αντικειμενική τελεολογία είναι διαφορετική από την εντελέχεια του Αριστοτέλη. Η αριστοτελική εντελέχεια αφορά την υποκειμενική τελεολογία όπου η παραγωγή ενεργειών καθορίζεται από τον στόχο ο οποίος και αποτελεί κάποιο εσωτερικό στοιχείο του συστήματος. Η αντικειμενική τελεολογία βασίζεται στην προσήλωση στην έξοδο των συστημάτων και την ανακάλυψη συμπεριφορικών σχημάτων κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Έτσι, λοιπόν, ενώ η εντελέχεια κατά τον Αριστοτέλη παράγει τη συμπεριφορά, άρα βρίσκεται κατά κάποιον τρόπο πίσω από τη συμπεριφορά, η τελεολογία βρίσκεται ενσωματωμένη στη συμπεριφορά ως παρατηρήσιμη δομή.

Η συστημική θεώρηση εστιάζει κυρίως σε τελεολογικά (στοχοθετικά και σκοποθετικά) συστήματα, αναζητώντας τον **μηχανισμό** της τελεολογίας. Η διαφορά ενός **ντετερμινιστικού μηχανισμού** ή απλά **μηχανής** από έναν **οργανικό μηχανισμό** ή **οργανισμό**⁴² είναι ότι ο δεύτερος έχει καλύτερο έλεγχο της στοχοθεσίας του, μπορεί δηλαδή να ανακαθορίζεται. Η λειτουργία της οργάνωσης αναφέρεται στη *δημιουργία* ενός μηχανισμού είτε ντετερμινιστικού είτε οργανικού μέσω της σωστής διασύνδεσης των μερών, ώστε να παράγεται η επιθυμητή τελεολογία. Το δίλημμα της επιλογής μεταξύ *μηχανής* και *οργανισμού* έχει τεθεί πολλές φορές στην εκπαιδευτική πραγματικότητα, αλλά τις περισσότερες φορές μένει ως απλή «φιλοσοφική» αναζήτηση χωρίς σαφή μεθοδολογική προσέγγιση. Υπάρχουν ευρεστικά εμπειρικά βήματα οργάνωσης μιας σχολικής τάξης ως «μηχανής μάθησης», αλλά σχεδόν ανύπαρκτα μεθοδολογικά βήματα για την οργάνωσή της ως «στοχοθετικού οργανισμού».

Πολλές φορές η συστημική θεώρηση θεωρείται ουτοπία, με ισχυρή πόλωση προς τον συμπεριφορισμό και την ψυχοθεραπεία. Στην πορεία της μελέτης μας θα διαπιστώσουμε ότι η δημιουργία στοχοθετικών οργανισμών είναι προϊόν ειδικού σχεδιασμού και μοντελοποίησης⁴³ και όχι αποτέλεσμα κάποιας μυστηριακής ανεξήγητης δύναμης ή επιρροής που οδηγεί τα συστήματα στην αυτοοργάνωση, την αυτοτέλεια και τον αυτοκαθορισμό⁴⁴. Η συστημική θεώρηση με τα γνωστικά εργαλεία που διαθέτει είναι σε θέση να δώσει ερμηνείες σε βασικά εκπαιδευτικά ζητήματα και προβληματικές.

2.6.2 Συστημική θεώρηση και νοητικά μοντέλα

Το πρότυπο του ατόμου ως **απομονωμένου παρατηρητή** και ο διαχωρισμός άτομο – κόσμος έχει βαθιές ρίζες στον δυτικό τρόπο σκέψης. Ο Kant έλεγε ότι, όταν αντιλαμβανόμαστε κάποιο γεγονός, το αντιλαμβανόμαστε μέσω ενός *a priori* συστήματος υποθέσεων. Ποτέ δύο άτομα δεν μπορεί να έχουν την ίδια αντίληψη για τον κόσμο, εκτός αν έχουν απόλυτα ίδια συστήματα υποθέσεων. Ο Churchman (1979), πατέρας του συστημικού πεδίου της Επιχειρησιακής Έρευνας και ένας από τους με-

⁴² Με την έννοια «οργανισμός» αποδίδουμε την έννοια “organization”, ενώ με την έννοια «έμβιος οργανισμός» αποδίδουμε την έννοια “organism”.

⁴³ Βλ. Κεφάλαιο 3.

⁴⁴ Ο συσχετισμός της συστημικής προσέγγισης με ανεξήγητες εσωτερικές δυνάμεις προέρχεται από την προσέγγιση της «ζωτικής δύναμης» (*vis-vitalis*), μια προσέγγιση η οποία δεν ανήκει στο επιστημονικό κομμάτι της συστημικής θεώρησης.

γάλους θεωρητικούς της Συστημικής επιστήμης, έλεγε: «Η συστημική προσέγγιση ξεκινά, όταν μπορείς να δεις τον κόσμο μέσα από τα μάτια ενός άλλου» (Churchman, 1968). Με άλλα λόγια, η συστημική προσέγγιση ξεκινά, όταν είμαστε σε θέση να εγκαταλείψουμε το πρότυπο του αντικειμενικού παρατηρητή και να μπορούμε να παραγάγουμε εναλλακτικές θεωρήσεις, αλλάζοντας τα συστήματα παραδοχών και τις οροθετικές κρίσεις. Για τους θεωρητικούς της Συστημικής επιστήμης, η συστημική θεώρηση υλοποιείται με τον καθορισμό μεθοδολογικών βημάτων ικανών να μετασχηματίζουν, αλλά και να σχεδιάζουν ατομικά γνωστικά συστήματα.

Η Συστημική επιστήμη αντιλαμβάνεται την «υποκειμενικότητα» της ατομικής θεώρησης και αναλαμβάνει να ενορχηστρώσει την πορεία στη «συμφωνημένη αντικειμενικότητα», την αναζήτηση δηλαδή της «αλήθειας της ολότητας και της ολότητας της αλήθειας». Η καταγραφή της υποκειμενικότητας γίνεται με τη δημιουργία των νοητικών μοντέλων. Με ειδικές τεχνικές είναι δυνατόν να αναδυθούν τα νοητικά μοντέλα και τα (συνήθως αφανή) θεμέλιά τους που αποτελούνται από συστήματα υποθέσεων και παραδοχών. Στη συνέχεια, με ειδικές διαλεκτικές, καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός τους σε βαθμό, που να δημιουργείται μια συλλογική θεώρηση. Με τον τρόπο αυτόν, η Συστημική επιστήμη αποδέχεται ότι η **αντικειμενικότητα** δεν είναι μια ιδιότητα του κόσμου την οποία προσπαθούμε να ανακαλύψουμε, αλλά μια **κατάσταση συλλογικής συνειδητότητας**. Η συστημική θεώρηση επιχειρεί να δημιουργήσει τη συλλογική συνειδητότητα, αλλά και να την προφυλάξει από πολώσεις, σκοπιμότητες και άλλους περιοριστικούς παράγοντες.

Βασική παραδοχή της Συστημικής επιστήμης αποτελεί η άποψη του Churchman (1979) ότι «στη Συστημική επιστήμη δεν υπάρχουν ειδικοί». Η δήλωση αυτή είναι σε απόλυτη συνέπεια με τις βασικές αρχές της Συστημικής επιστήμης. Θα συμφωνήσουμε ότι δεν υπάρχουν ειδικοί στην προσέγγιση της αντικειμενικότητας, αλλά θα συμπληρώναμε ότι υπάρχουν ειδικοί στον χειρισμό των εργαλείων και των μεθοδολογιών που οδηγούν σε αυτήν. Ο συστημικός ερευνητής, στην προσπάθειά του να προσεγγίσει τα συστήματα, πρέπει να πολεμά διαρκώς την ίδια την υποκειμενικότητά του, κάτι αρκετά δύσκολο, αν αναλογιστεί κανείς ότι η υποκειμενική θεώρηση δεν αλλάζει εύκολα, ακόμη κι αν χρησιμοποιούνται αντικειμενικά δεδομένα. Ριζωμένη βαθιά σε ανατροφοδοτούμενες δομές του γνωστικού μας συστήματος η κοσμοθεώρησή μας αποδεικνύεται πολύ ανθεκτική σε προσπάθειες αλλαγών. Όπως έλεγε ο Hegel, το μόνο που μπορεί να περιορίσει την υποκειμενικότητά μας είναι μια άλλη υποκειμενικότητα η οποία βασίζεται σε ένα εντελώς διαφορετικό σύστημα υποθέσεων. Η διαλεκτική των δύο υποκειμενικοτήτων οδηγεί στη σύνθεση και την υπέρβαση, τη δημιουργία δηλαδή μιας κοινής ανώτερης υποκειμενικότητας.

Η συστημική προσέγγιση, με τη δημιουργία κατάλληλων συστημικών μεθοδολογιών και πολυμεθοδολογιών και με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών, επιχειρεί να ενορχηστρώσει διαρκείς διαλεκτικές συζητήσεις⁴⁵ σε μικρο- και μακρο- επίπεδο, προκειμένου να παραγάγει τα καλύτερα δυνατά μοντέλα της πραγματικότητας. Όπως παρατηρεί ο Churchman (1979), στη συστημική προσέγγιση δεν υπάρχει κάποια ανώτερη συστημική νόηση η οποία σχεδιάζει και παράγει αυτά τα οποία είναι αναγκαία. Το καλύτερο και το πιο ανεπτυγμένο μυαλό δεν μπορεί παρά να αδράξει μόνο κάποιες πλευρές της πραγματικότητας ή να δει μόνο κάποιες σχεδιαστικές πλευρές ενός υπό κατασκευή συστήματος. Μόνο η διαρκής ενορχηστρωμένη συλλογική συζή-

⁴⁵ Συζητήσεις με την έννοια που τους απέδωσε ο G. Pask (1976)· βλ. Κεφάλαιο 3.

τηση μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα, εφόσον πραγματοποιείται με προηγμένες συστημικές μεθοδολογίες.

Στην εκπαιδευτική πραγματικότητα ο συστημικός ερευνητής θα έρθει αντιμέτωπος με νοητικά μοντέλα τα οποία δείχνουν αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα σε προσπάθειες αλλαγής και καινοτομίας. Ως έναν βαθμό, αυτό είναι αναμενόμενο και θεμιτό. Η Εκπαίδευση έχει τεράστια πολλαπλασιαστική δύναμη και τυχόν λάθη στις επιλογές της θα είχαν μεγάλο κοινωνικό αντίκτυπο. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, αυτή η σταθερή αντίσταση που παρουσιάζει η Εκπαίδευση σε ό,τι έχει να κάνει με την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών και την ανάδυση νέων οργανωτικών μορφών απαιτεί προσεκτική ανάλυση και ερμηνευτική και προσεκτικό διαλεκτικό σχεδιασμό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων.

2.6.3 Συστημική θεώρηση και ο ρόλος της τεχνολογίας

Η συστημική θεώρηση είχε ανέκαθεν μια ιδιαίτερη σχέση με την τεχνολογία. Η πορεία της ανάπτυξής της τον προηγούμενο αιώνα ακολουθεί την ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα της Υπολογιστικής επιστήμης. Η Συστημική επιστήμη⁴⁶ είδε στο πρόσωπο της νεοσύστατης Υπολογιστικής επιστήμης το τεχνολογικό εργαλείο που έλλειπε, προκειμένου να αντιμετωπίσει την πολυπλοκότητα των συστημάτων, ενώ η Υπολογιστική επιστήμη βρήκε στο πρόσωπο της Συστημικής επιστήμης νέα εξελιγμένα μεταβιομηχανικά νοητικά μοντέλα, προκειμένου να αναπτύξει τη θεωρητική της βάση. Δημιουργήθηκε, έτσι, στην πορεία ένας βαθύς συσχετισμός των δύο επιστημονικών πεδίων με πολλές κοινές δημιουργίες, όπως: μοντελοποίηση και προσομοίωση, τεχνητή ευφυΐα, νευρωνικά δίκτυα, αυτόματα, ρομποτική, έμπειρα συστήματα, γενετικοί αλγόριθμοι, ευφυή συστήματα μάθησης, εικονικές επιχειρήσεις, Εικονικές Κοινότητες κλπ.

Η βασική συμβολή της Πληροφορικής στη Συστημική επιστήμη έγκειται στην υλοποίηση μοντέλων όπως: **κωδικοποίηση** ως μετασχηματισμός νοημάτων σε σύμβολα με μεταβιβάσιμη μορφή, **επικοινωνία** ως μεταβίβαση συμβόλων, **επεξεργασία** ως λογικός χειρισμός συμβόλων, **έλεγχος, αυτοματισμός** ως δημιουργία εκτελέσιμου προγράμματος κλπ. Παράλληλα, η Συστημική επιστήμη, έχοντας αρκετές ανθρωπομηχανικές καταβολές ιδιαίτερα μέσω της Κυβερνητικής, διαθέτει ένα επαρκές εννοιολογικό και θεωρητικό υπόβαθρο, όπως επίσης και αρκετή πρακτική εμπειρία, για την ενορχήστρωση της πολυπόθητης οργανισμικής σύνδεσης ανθρώπου – μηχανής⁴⁷, με την έννοια της ενσωμάτωσης των μηχανών στα ανθρώπινα συστήματα και της **ανάδυσης μέσω αυτού υψηλότερων μορφών οργάνωσης** και λειτουργίας. Ένας από τους λόγους που η Εκπαίδευση παρουσιάζει διεθνώς μια παθογένεια στη σύνδεσή της με τις ΤΠΕ και την ανάδυση μιας ανώτερης ανθρωπομηχανικής οργάνωσης είναι αυτή ακριβώς η έλλειψη ενός συνθετικού συστημικού πλαισίου που ταυτόχρονα θα αποτελεί και πλαίσιο διεπιστημονικής επικοινωνίας και διαλόγου μεταξύ των ειδικών της Πληροφορικής και των επαγγελματιών της Εκπαίδευσης. Σε άλλα επιστημονικά πεδία, όπως αυτό του μάντζιμντ, έχουν γίνει τεράστια βήματα με πολύ καλά αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα η δημιουργία του πεδίου της Επιχειρησιακής Έρευνας το οποίο ασχολείται συστηματικά με τη δημιουργία καινού-

⁴⁶ Αν και στην πορεία γίνεται εμφανής η διαφορά μεταξύ συστημικής θεώρησης και Συστημικής επιστήμης, για λόγους διευκόλυνσης θα χρησιμοποιούμε τους όρους εναλλάξιμα.

⁴⁷ Μια μεταφορική εκδοχή αυτής της σύνδεσης είναι η έννοια του Cyborg, ενός ανθρωπομηχανικού οργανισμού που χρησιμοποιήθηκε στην επιστημονική φαντασία.

ριων μορφών οργάνωσης μέσω των νέων τεχνολογιών. Παρόμοια βήματα έχουν γίνει και σε άλλες παραδοσιακά ανθρωποκεντρικές επιστήμες, όπως η Κοινωνιολογία και η Ψυχολογία.

Ειδικά σήμερα, τα πεδία των συστημάτων και των ΤΠΕ τείνουν να συγχωνευτούν, μιας και η Συστημική επιστήμη, τουλάχιστον σε ακαδημαϊκό επίπεδο, εξελίσσεται πλέον σε τομείς Πληροφορικής και Επιχειρησιακής Έρευνας. Ο ερευνητής ο οποίος επιθυμεί να αποκτήσει τη νοητική δόμηση του συστημικού ερευνητή θα πρέπει παράλληλα με την απαραίτητη τεχνογνωσία σχεδιασμού, παρέμβασης και υλοποίησης, να αποκτήσει μια εξίσου καλή σχέση με την Υπολογιστική επιστήμη. Αν και οι αρχές της Συστημικής επιστήμης, η φιλοσοφία της και το πλέγμα των εννοιών της προσφέρουν μια βαθιά αναβάθμιση στην κοσμοθεωρία του ερευνητή, η πραγματική χαρά που αγγίζει τα επίπεδα της τέχνης προέρχεται από τον σχεδιασμό συστημάτων και την ενορχήστρωση παρεμβάσεων σε δύσκολες περιπτώσεις με πολλές παθογένειες. Τέτοιες περιπτώσεις απαιτούν εκτός των άλλων και ανάπτυξη ικανοτήτων σε επίπεδο πληροφοριακών συστημάτων, εργαλείων λογισμικού και προγραμματισμού.

Η συστημική θεώρηση ανάγεται σε τέσσερα αλληλένδετα πεδία δομημένης συστημικής σκέψης: τη Συστημική επιστήμη, τη συστημική φιλοσοφία, τις συστημικές μεθοδολογίες και τις συστημικές προσεγγίσεις.

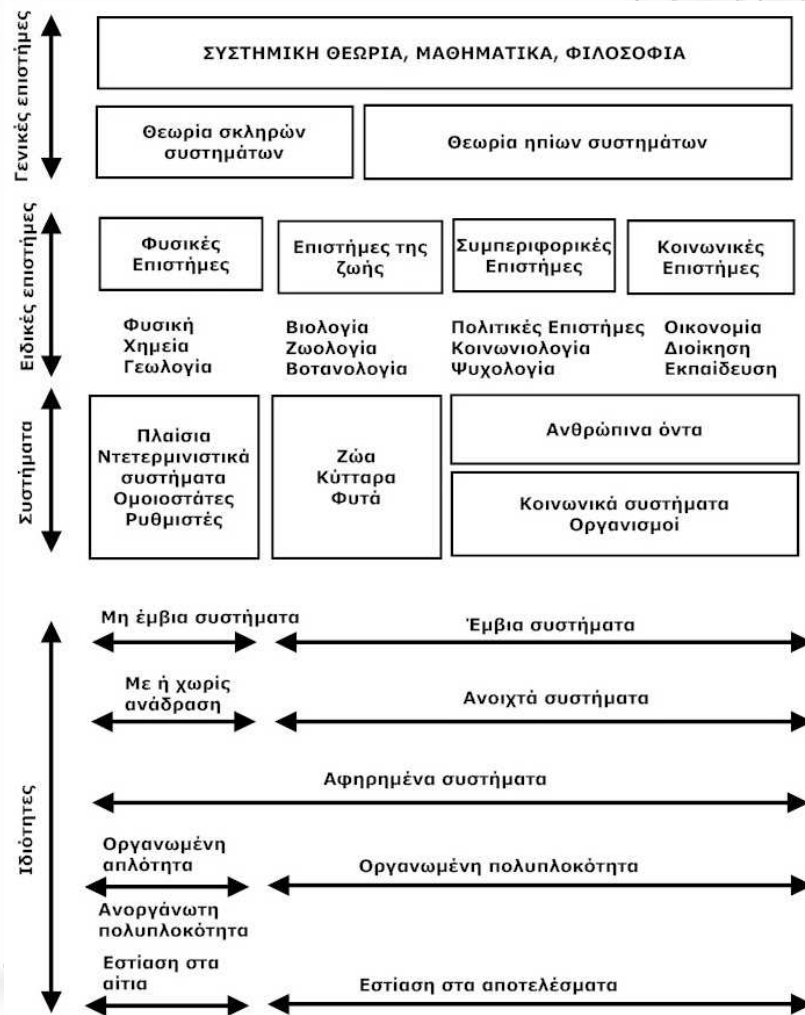
2.7 Συστημική Επιστήμη

Οι πρωτοπόροι της συστημικής έρευνας και αναζήτησης, όπως Ashby (1956), Bertalanffy (1950), Boulding (1956), Fagen (1956), Gerard (1951) και Wiener (1948), προερχόμενοι από διαφορετικές επιστημονικές περιοχές θεμελίωσαν την πρώτη βασική συστημική οντολογία, ορίζοντας τις βασικές αρχές των συστημάτων και τις βασικές συστημικές έννοιες. Ήταν ταγμένοι σε ένα κοινό όραμα: την ενοποιημένη φύση της πραγματικότητας. Αναγνώρισαν την ανάγκη της δημιουργίας αυτού του μεταεπιστημονικού πεδίου, έχοντας διακρίνει τη ραγδαία αύξηση της πολυπλοκότητας η οποία θα ξεπερνούσε γρήγορα τις δυνατότητες των μεμονωμένων και απομονωμένων επιστημονικών πεδίων.

Με τον τρόπο αυτόν ξεκίνησαν τη δημιουργία μιας διαθεματικής οντολογίας η οποία θα είχε τη δυνατότητα να προσαρμόζεται και να χρησιμοποιείται στα επιμέρους επιστημονικά πεδία σκέψης. Θα δούμε με συντομία το χτίσιμο αυτής της οντολογίας, αλλά και την προσαρμογή της στην εκπαιδευτικό σχεδιασμό. Ο Bertalanffy (1950), που δικαιοματικά θεωρείται και ο πατέρας της παραπάνω προσπάθειας, τεκμηρίωσε την ανάγκη δημιουργίας μιας Συστημικής επιστήμης, μιας επιστήμης της ολότητας, του διεπιστημονικού και διαθεματικού διαλόγου ως αντιμέτρου στην καθολική τάση όλων των επιστημονικών πεδίων για ειδίκευση, μια τάση που οδηγούσε σε έναν κατακερματισμό της ενότητας της επιστήμης, της πραγματικότητας και της γνώσης.

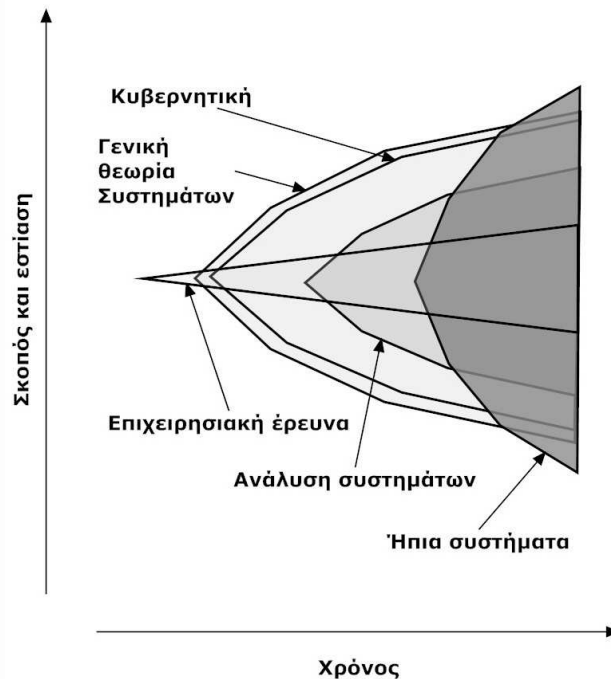
Όπως χαρακτηριστικά ανέφερε, οι επιστήμονες, ακολουθώντας τον δρόμο της ειδίκευσης, εγκλωβίζονται όλο και περισσότερο σε έναν εσωστρεφή και απομονωμένο κόσμο, σε ένα «κουκούλι». Διέκρινε, όμως, και κάποιες προσπάθειες γενίκευσης και ολοκλήρωσης στις διάφορες επιστήμες οι οποίες θα μπορούσαν να αποτελέσουν τα δομικά στοιχεία μιας γενικευμένης θεωρίας των συστημάτων, μιας γενικευμένης θεωρίας της πραγματικότητας. Οι ισομορφισμοί των διαφόρων επιστημονικών πεδίων θα μπορούσε να αποτελέσουν τη βάση για μια νέα επιστήμη. Στο σημείο αυτό,

θα θέλαμε να επιμείνουμε στην έννοια «ισομορφισμός» και στη μαθηματική της διάσταση σε αντίθεση με την έννοια της «αναλογίας». Η αναλογία αποτελεί μια επιφανειακή θεώρηση της ομοιότητας μεταξύ δύο ή περισσότερων αντικειμένων, η οποία είναι σε θέση να δημιουργήσει πολλά προβλήματα και παρανοήσεις. Η συστημική έρευνα δεν αναζητά απλές ομοιότητες, αλλά ισόμορφες δομές και μοντέλα (συστημικά "gestalt") που μπορεί να μεταφερθούν δημιουργικά από τη μία επιστήμη στην άλλη με τη μορφή συνεκτικών μοντέλων.



Εικόνα 2-2: Ταξινόμια επιστημών και συστημάτων (van Gigh, 1991)

Ένας από τους στόχους της Συστημικής επιστήμης είναι και η δημιουργία ενός φιλτραρίσματος απέναντι στη δημιουργία και διάδοση απλών αναλογιών ως γενικευμένων συστημικών αληθειών. Η Συστημική επιστήμη έχει ανάγκη από αυστηρή ισχυρή εσωτερική επαλήθευση. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που ο βασικός της πυρήνας είναι ουσιαστικά θεμελιωμένος στα Μαθηματικά. Ο πρώτος τίτλος που δόθηκε στην νέα αυτή επιστήμη, όπως περιγράφηκε πιο πάνω, είναι Γενική Θεωρία Συστημάτων (Γ.Θ.Σ.). Στην Εικόνα 2-2 έχουμε την ταξινόμηση των συστημάτων με βάση τη Γενική Θεωρία Συστημάτων (van Gigh, 1991). Στην Εικόνα 2-3 παρουσιάζεται διαγραμματική απεικόνιση των βασικών κατευθύνσεων της Συστημικής επιστήμης (Olsson, 2004).



Εικόνα 2-3: Διαγραμματική παρουσίαση των βασικών κατευθύνσεων της Συστημικής επιστήμης (Olsson, 2004)

2.8 Συστημική θεωρία

Στη στενή της έννοια, η συστημική θεωρία είναι πρωταρχικά ένα μαθηματικό πεδίο συνδεδεμένο με την ανάπτυξη των υπολογιστών με τους οποίους η Συστημική επιστήμη είχε ανέκαθεν καλές σχέσεις. Συνήθως η συστημική θεωρία εξισώνεται με την Κυβερνητική λόγω του πυκνού μαθηματικού φορμαλισμού της τελευταίας.

2.8.1 Οι θεμελιώδεις κατευθύνσεις της Συστημικής επιστήμης

Ο βασικός κορμός της Συστημικής επιστήμης συγκροτείται από τρεις βασικούς πυλώνες: τη Γενική Θεωρία Συστημάτων, την Κυβερνητική και την Επιχειρησιακή Έρευνα.

2.8.2 Γενική Θεωρία Συστημάτων

Η συμβολή του Bertalanffy (1950) στη Συστημική επιστήμη είναι θεμελιώδης και μπορεί να οριστεί συνολικά σε τρεις εποχές:

Πρώτη εποχή: Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων (μέσα 1920 – τέλη 1930)

Δεύτερη εποχή: Γενική Θεωρία Συστημάτων και Ενότητα των Επιστημών (από τα τέλη του 1930)

Τρίτη εποχή: Εφαρμογή των παραπάνω στις Κοινωνικές Επιστήμες (1950 έως σήμερα).

2.8.3 Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων (Θ.Α.Σ.)

Η Θεωρία των Ανοιχτών Συστημάτων δημιουργήθηκε ως αντίπαλος πόλος, συμπληρωματικός κατά τα άλλα, στην παντοδυναμία του αναγωγισμού και της αναλυτικής σκέψης. Επιστήμονες, όπως οι Paul Weiss (1977), Walter Cannon (1937) και ιδιαι-

τερα ο Bertalanffy (1950), διαπίστωσαν μέσα από τη δική τους ειδικότερη οπτική γωνία ότι η απλή γνώση της δομής και της συμπεριφοράς των μεμονωμένων υποσυστημάτων δεν αρκεί για την κατανόηση της συμπεριφοράς των οργανισμών, των πολύπλοκων δυναμικών υπερκειμένων συστημάτων στα οποία ανήκουν. Κινητήρια δύναμη της σκέψης των πρωτοπόρων της Συστημικής επιστήμης ήταν η παρατήρηση ότι τα οργανικά δυναμικά συστήματα κατέχουν τη θεμελιώδη ικανότητα **να μπορούν να λειτουργούν μακριά από τις θερμοδυναμικές τους θέσεις ισορροπίας**. Έχουν την ικανότητα να καταλαμβάνουν και να διατηρούν καταστάσεις μη ισορροπίας μέσω μιας διαρκούς δυναμικής αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, παραβιάζοντας φαινομενικά τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο. Τέτοιοι οργανισμοί έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν τη μορφή τους, αν και στην πραγματικότητα δεν είναι τίποτα περισσότερο από την εκδήλωση μιας αέναης ροής, ένα δυναμικό σύστημα σε μια δυναμική σταθερή κατάσταση. Ένας ζωντανός οργανισμός δεν είναι ποτέ στη θερμοδυναμική θέση ισορροπίας του⁴⁸. Έχει τη δυνατότητα να διατηρεί τον εαυτό του σε καταστάσεις μακριά από τη θέση ισορροπίας με τη διαρκή ανταλλαγή ύλης και ενέργειας με το περιβάλλον. Ο Bertalanffy κατάφερε να περιγράψει με μαθηματικό τρόπο τέτοιες σταθερές δυναμικές καταστάσεις μακριά από την ισορροπία.

Ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος ορίζει ότι όλες οι φυσικές διεργασίες κατευθύνονται αυθόρμητα προς την κατάσταση με τη λιγότερη οργάνωση, τη μέγιστη θερμοδυναμική εντροπία, την ελαχιστοποίηση των διαφορών και τη θερμοδυναμική ισορροπία. Σε απόλυτη αντίθεση με αυτή την εικόνα, τα εξελικτικά συστήματα που σχετίζονται με τη ζωή οδηγούνται σε μορφές οργάνωσης υψηλότερης πολυπλοκότητας, χαμηλής εντροπίας και μεγάλης ετερογένειας. **Αυτή η τοπική παραβίαση του θεμελιωδέστερου νόμου του σύμπαντος αποτέλεσε και την απαρχή της Συστημικής επιστήμης.**

Ο Bertalanffy διαπίστωσε ότι ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος στην ολότητά του δεν παραβιάζεται, μιας και ισχύει για **κλειστά συστήματα** τα οποία και είναι το βασικό αντικείμενο της Φυσικής. Τα φαινόμενα που αφορούσαν έμβιους οργανισμούς απαιτούσαν επέκταση της παραδοσιακής Θερμοδυναμικής, όπου τα κλειστά συστήματα θα ήταν μόνο μια μερική και ίσως οριακή περίπτωση. Ο Bertalanffy παρατήρησε στη συνέχεια ότι η πληροφορία ως μέτρο της τάξης ενός συστήματος έχει την ίδια μαθηματική περιγραφή με την αρνητική εντροπία. Η παρατήρηση αυτή αποτέλεσε την πύλη σύνδεσης της Θεωρίας των Ανοιχτών Συστημάτων με τη Θεωρία Πληροφοριών. Διαπίστωσε, επίσης, ότι η νεοσύστατη Συστημική επιστήμη μάλλον θα έπαιζε κάποιον ρόλο στο μέλλον, αναλαμβάνοντας να συσχετίσει έννοιες, όπως πληροφορία, οργάνωση και επικοινωνία.

Για την ερμηνεία της ολιστικής σε σχέση με τη μερική συμπεριφορά αναπτύχθηκαν έννοιες, όπως equifinality⁴⁹, biocoenosis⁵⁰, οικοσύστημα (Arthur Tansley, 1935), οργανισμός (organism), αλληλεπίδραση (interactive relationships), συνέργεια (synergy) και αρνητική εντροπία (negentropy). Σε αυτό το πλαίσιο, ο Bertalanffy ανέπτυξε μια προσέγγιση των συστημάτων που είναι γνωστή ως **οργανισμική**

⁴⁸ Η κατάσταση ισορροπίας (equilibrium state) είναι διαφορετική από μια σταθερή κατάσταση (steady state). Η κατάσταση ισορροπίας είναι η τελική κατάσταση που καταλαμβάνει ένα σύστημα το οποίο είναι κλειστό.

⁴⁹ Έννοια του Bertalanffy η οποία χρησιμοποιείται για να δηλώσει τη δυνατότητα ενός ανοιχτού συστήματος να προσεγγίσει το ίδιο σημείο μέσα από διαφορετικές διαδρομές.

⁵⁰ Έννοια του Bertalanffy που σημαίνει συνύπαρξη πληθυσμών σε δυναμική ισορροπία.

προσέγγιση ή προσέγγιση των ανοιχτών συστημάτων με έμφαση στις σχέσεις μεταξύ των μερών και των μερών με το περιβάλλον. Η οργανισμική αυτή θεώρηση βρέθηκε να είναι ένας ικανοποιητικός ισομορφικός μετασχηματισμός για κοινωνικά συστήματα, όπως οι επιχειρήσεις ή η Εκπαίδευση. Σύμφωνα με την προσέγγιση των ανοιχτών συστημάτων, ένας οργανισμός σε αντίθεση με ένα μηχανιστικό σύστημα διατηρεί τη δομική και οργανωσιακή του υπόσταση με διαρκή ανταλλαγή ενέργειας, ποικιλομορφίας και πληροφορίας με το περιβάλλον του. Βασικές έννοιες της Θεωρίας των Ανοιχτών Συστημάτων είναι η **αυτοοργάνωση** ως διαδικασία προοδευτικής διαφοροποίησης, η ισοδυναμία τελικών καταστάσεων (equifinality) ως ανεξαρτησία της τελικής κατάστασης από τις αρχικές συνθήκες και η **τελεολογία** ως εξάρτηση της συμπεριφοράς από κάποια τελική ιδεατή κατάσταση η οποία καλείται κατάσταση - στόχος.

Η σύγκλιση του ανοιχτού συστημικού με το κλειστό μηχανιστικό μοντέλο είναι η μεγάλη προσφορά της Θεωρίας Ανοιχτών Συστημάτων. Η σύγκλιση αυτή, ιδιαίτερα στον χώρο των επιχειρήσεων, έδωσε πολύ σημαντικές και εφαρμόσιμες συστημικές προσεγγίσεις, όπως για παράδειγμα τα συστημικά αρχέτυπα, μια προσέγγιση η οποία θεμελιώθηκε το '70, έγινε πολύ γνωστή όμως πολύ αργότερα με τη δουλειά του Senge (1990).

2.8.4 Γενική θεωρία Συστημάτων (Γ.Θ.Σ.)

Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη της Θεωρίας των Ανοιχτών Συστημάτων ήταν η Γενική Θεωρία Συστημάτων (Γ.Θ.Σ.) η οποία αποτέλεσε σημαντική συμβολή στην προσπάθεια ενοποίησης των επιστημονικών πεδίων και την παραγωγή μιας ενοποιημένης αντίληψης της πραγματικότητας. Τρεις ήταν οι βασικοί στόχοι της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων:

- ❖ Η διερεύνηση του ισομορφισμού των εννοιών, νόμων και μοντέλων των διαφόρων πεδίων σκέψης
- ❖ Η διευκόλυνση των μεταφορών μεταξύ των πεδίων
- ❖ Η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των ειδικών των διαφορετικών πεδίων.

Ο Rosen (1979) δίνει μια μαθηματική περιγραφή της φιλοσοφίας της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων: **Αν δύο συστήματα S και S' είναι διαφορετικά στη φύση τους, αλλά έχουν ίδια ή παρόμοια συμπεριφορά, τότε είναι δυνατόν να μεταφερθεί γνώση από το ένα στο άλλο.**

Ο Bertalanffy (1968) πίστευε ότι στη μελέτη των συστημάτων δεν υπάρχει μία κυρίαρχη ή προνομιούχος προοπτική ικανή να προσφέρει όλη την αλήθεια. Αναγνώριζε την ανάγκη διανεμητικής προσέγγισης, δίνοντας έτσι σαφείς επιστημολογικές και ηθικές κατευθύνσεις στη Γενική Θεωρία Συστημάτων και σε όλη τη μετέπειτα Συστημική επιστήμη.

Η αντικειμενική πραγματικότητα, σύμφωνα με τον Bertalanffy (1968), είναι θέμα σύνθεσης πολλών προοπτικών. Κάθε προοπτική έχει υποκειμενική αξία και αποκτά αντικειμενική αξία, εφόσον συμμετέχει στη συστημική σύνθεση. Εμπνεόμενος από τις ανακαλύψεις της Κβαντομηχανικής και τον ρόλο του παρατηρητή στα υποατομικά φαινόμενα, αποφάνθηκε ότι η γνώση δεν έχει απόλυτη ισχύ, αλλά εξαρτάται από τη μορφή της αλληλεπίδρασης μεταξύ μελετητή και αντικειμένου. Θεωρούσε ότι ήταν αδύνατον να επιτευχθεί μια παγκόσμια απόλυτη αντικειμενικότητα. Πίστευε,

όμως, πως ο διαθεματικός χαρακτήρας της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων θα προσπάτευε από το μονόπλευρο και την επιβολή της κυρίαρχης άποψης.

Συνοπτικά ο Bertalanffy (1968) θεωρούσε ότι η ερμηνεία των ανοιχτών συστημάτων μπορεί να γίνει με όρους, όπως: οργάνωση, ολότητα, δυναμική πολυδιάστατη αλληλεπίδραση, ανάπτυξη, ρύθμιση, ιεραρχική οργάνωση, equifinality, προοδευτική διαφοροποίηση, προοδευτική μηχανοποίηση, ανταγωνισμός, εξέλιξη προς ανώτερες οργανωτικές δομές, τελεολογία, στοχοθεσία κλπ. Δημιούργησε, έτσι, μια πρώτη αντικειμενική συστημική γλώσσα διεπιστημονικού διαλόγου. Με τον τρόπο αυτόν, δόθηκε η δυνατότητα να δημιουργηθούν οργανικά υποδείγματα σε όλα τα επιστημονικά πεδία, σταματώντας την κυριαρχία της Φυσικής στον τομέα αυτό.

Πολλές φορές ο Bertalanffy (1950, 1968) αναφερόταν στην ταξινόμια του Weaver (1948), σύμφωνα με την οποία η Φυσική ασχολείται με **απλά συστήματα**, η Πιθανοθεωρία - Στατιστική με την **ανοργάνωτη πολυπλοκότητα** και η νεοσύστατη Συστημική επιστήμη με την **οργανωμένη πολυπλοκότητα**. Θεωρούσε ότι η **οργάνωση** είναι η κεντρική έννοια της συστημικής θεώρησης, μιας και διαφοροποιεί τις ζωτικές διεργασίες από τις απλές φυσικοχημικές διαδικασίες. Πίστευε, επίσης, ότι με την ανάλυση και την αναγωγική σκέψη είμαστε αναγκασμένοι να καταστρέψουμε την οργάνωση και με τον τρόπο αυτόν τη συστημική φύση, προκειμένου να προχωρήσουμε στη μελέτη των μερών.

Ο Bertalanffy (1968) περιέγραψε τη Γενική Θεωρία Συστημάτων ως παγκόσμια λογικομαθηματική προσέγγιση παρόμοια επί της αρχής με την Πιθανοθεωρία, με εφαρμογές σε πολλαπλά πεδία. Την ίδια στιγμή, αναγνώρισε ότι τα Μαθηματικά που χρησιμοποιούσε, κυρίως διαφορικές εξισώσεις, δεν επαρκούσαν για την περιγραφή αρκετών πλευρών των πολύπλοκων συστημάτων. Πρόβλεψε δε ότι η επέκταση σε μαθηματικά πεδία, όπως η Θεωρία Συνόλων ή η Τοπολογία, θα εμπλουτίσουν τη Γενική Θεωρία Συστημάτων με χρήσιμα εργαλεία. Η πραγματική ώθηση, όμως, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των H/Y και των δυνατοτήτων μοντελοποίησης και προσομοίωσης που διέθεταν. Δόθηκε, έτσι, η δυνατότητα για εξερεύνηση των μη γραμμικών συστημάτων, κάτι που ήταν αδύνατον να επιτευχθεί με τους παραδοσιακούς τρόπους.

Σύμφωνα με τον Barker (2008), η Γενική Θεωρία Συστημάτων αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο πλαίσιο το οποίο είναι σε θέση να μας βοηθήσει να χειριστούμε την πολυπλοκότητα. Μας παρέχει ένα σύνολο μεθοδολογικών εργαλείων με επιστημολογική ευρύτητα.

Δύο πολύ σημαντικές αρχές της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων που χρησιμοποιούνται για την οργάνωση της γνώσης είναι η Αρχή της Ταξινόμησης και η Αρχή του Ισομορφισμού. Οι δύο αυτές αρχές μας επιτρέπουν να δομούμε τη γνώση και να πραγματοποιούμε προβλέψεις σχετικά με τη συμπεριφορά των συστημάτων και των αντικειμένων/διαδικασιών που τα απαρτίζουν. Η Γενική Θεωρία Συστημάτων παρέχει, επίσης, μεταγλωσσικές δομές, όπως είναι τα μεταδεδομένα και η μεταγνώση, αλλά και γραφικές τεχνικές δόμησης, όπως είναι τα διαγράμματα ιεραρχίας και οι εννοιολογικοί χάρτες. Οι παραπάνω αρχές και τα εργαλεία μας επιτρέπουν, κατά τον Barker (1997), να συζητάμε για τα συστήματα με ποικίλους τρόπους, πριν προχωρήσουμε στη δημιουργία επιχειρησιακών συστημάτων γνώσης και ερμηνευτικών οντολογιών.

Ο Bertalanffy (1950, 1968) πίστευε πως η μεταφορά γνώσης από τα ανοιχτά - οργανικά συστήματα θα βοηθούσε την Εκπαίδευση να εξελιχθεί, επιτυγχάνοντας τη μεταστροφή από το κυρίαρχο κλειστό μοντέλο της παροχής γνώσης σε πιο ανοιχτά υποδείγματα με αρχή την ανάπτυξη της προσωπικότητας του ατόμου. Βέβαια η Εκπαίδευση δεν πραγματοποίησε ποτέ μια τόσο επαναστατική στροφή. Πραγματοποίησε, όμως, μια σειρά από σημαντικές μεταφορές από άλλες επιστήμες, όπως για παράδειγμα το μοντέλο επεξεργασίας πληροφοριών, το οποίο αποτελεί μεταφορά αντίστοιχων μοντέλων της Πληροφορικής, μοντέλα διοίκησης, όπως η ολική ποιότητα από τον τομέα των επιχειρήσεων κλπ. Η Γενική Θεωρία Συστημάτων συνέβαλε στην υπέρβαση της διδασκαλίας των μεμονωμένων μαθημάτων εισάγοντας στην Εκπαίδευση την έννοια της διαθεματικότητας, μια έννοια που έγινε γνωστή πολύ αργότερα, τη δεκαετία του '90 και πρόσφατα έχει εισαχθεί ως στόχος και στα ελληνικά Αναλυτικά Προγράμματα. Η δημιουργία διεθνών θεματικών δικτύων στην Εκπαίδευση υπόκειται και αυτή στη Γενική Θεωρία Συστημάτων και στην αρχή των ανοιχτών συστημάτων.

Στον Εκπαιδευτικό τομέα η Γενική Θεωρία Συστημάτων συνδέεται με τη διαχείριση της προσωπικής γνώσης, ιδιαίτερα σε ζητήματα όπως η διά βίου μάθηση. Ο Barker (2005) θεωρεί ότι η Γενική Θεωρία Συστημάτων έχει να προσφέρει σημαντικά εργαλεία διαχείρισης γνώσης με την αξιοποίηση των βασικών της αρχών πάνω στον ισομορφισμό και την ιεραρχία. Θεωρεί ότι οι νοητικοί χάρτες, οι δομές μεταδεδομένων και τα ιεραρχικά διαγράμματα είναι προϊόντα της Γ.Θ.Σ. Η Γ.Θ.Σ. παρέχει στο άτομο εργαλεία τόσο για τη μελέτη ειδικών συστημάτων γνώσης όσο και γενικότερων επιστημολογικών πεδίων.

2.8.5 Η Κυβερνητική

Η γέννηση της Κυβερνητικής ως συστημικού πεδίου ταυτίστηκε με την έκδοση του ομώνυμου βιβλίου του Norbert Wiener το 1948. Εκεί ο Wiener έδινε και τον διάσημο και κάπως αινιγματικό ορισμό της Κυβερνητικής: «Έλεγχος και επικοινωνία στο έμβιο και μηχανικό» (Control and communication in the animal and the machine). Το πεδίο, όπως αυτό ορίστηκε από τον ιδρυτή του, πραγματεύεται τις σχέσεις μεταξύ δομής, αλληλεπιδράσεων και συμπεριφοράς τόσο στα έμβια όσο και στα μηχανιστικά συστήματα, τα κοινά τους χαρακτηριστικά και την κοινή τους μαθηματική περιγραφή. Αυτή η κάπως αιρετική θεώρηση των έμβιων και μηχανιστικών συστημάτων ως ισόμορφων στάθηκε και η αφορμή να θεωρηθεί η Κυβερνητική ως το κατεξοχήν πεδίο της μελέτης των ανθρωπομηχανικών συστημάτων.

Αν και οι φιλοσοφικές προεκτάσεις τέτοιων ισομορφισμών είναι προφανείς, η Κυβερνητική είναι κατά βάση αυστηρά θεμελιωμένη με καθορισμένη μαθηματική περιγραφή. Μετά την αρχική θεμελίωσή της, επεκτάθηκε ιδιαίτερα με τις σημαντικές εργασίες των Ackoff (1972), Turchin (1977) και άλλων θεωρητικών, με αποτέλεσμα να θεωρείται σήμερα η κατεξοχήν επιστήμη της σχεσιοδυναμικής, του ελέγχου και της οργάνωσης σε όλες τις μορφές συστημάτων. Η οντολογία και η επιστημολογία της Κυβερνητικής περιγράφουν φυσιοχημικά, βιολογικά, κοινωνικά και τεχνολογικά φαινόμενα με αρκετά μεγάλη επιτυχία. Η ομοιόμορφη αντιμετώπιση κοινωνικών, βιολογικών και μηχανιστικών συστημάτων δημιούργησε πολλές επιφυλάξεις σχετικά με την αποδοχή της Κυβερνητικής. Αποδείχθηκε ότι ο επιστημονικός κόσμος, ενώ είναι έτοιμος να αποδεχθεί την ύπαρξη παγκοσμίων νομοτελειών σε φυσικά και βιο-

λογικά φαινόμενα, διστάζει να αποδεχθεί την ύπαρξη είτε ντετερμινιστικών είτε στοχαστικών νομοτελειών στα κοινωνικά συστήματα. Υπάρχει η άποψη ότι η ελεύθερη βούληση παραβιάζεται, όταν η οργανωσιακή συμπεριφορά περιγράφεται με νομοτελειακό τρόπο.

Η Κυβερνητική αποτέλεσε μια σημαντική εξέλιξη στη Συστημική επιστήμη, μιας και έθεσε τις βάσεις της διασύνδεσης της συστημικής θεωρίας, η οποία εκφραζόταν έως τότε με τη Γενική Θεωρία Συστημάτων και τη Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων, με τον κόσμο της νεοαναδυόμενης Πληροφορικής επιστήμης. Αν και υπάρχουν πολυάριθμοι ορισμοί σχετικά με το τι ακριβώς είναι η Κυβερνητική, σχεδόν όλοι συγκλίνουν στο ότι πρόκειται για **την τέχνη και την τεχνική της λειτουργίας στοχοθετικών μηχανισμών μέσω της επικοινωνίας και της ρύθμισης με κυρίαρχο τον ρόλο της πληροφορίας**. Η Hammond (2003) θεωρεί ότι η Κυβερνητική είχε ουσιαστικά το ίδιο σημείο εκκίνησης με τη Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων: τη φαινομενική αντίθεση μεταξύ της θεωρίας της εξέλιξης και του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου. Ο Wiener (1948), ο πατέρας της Κυβερνητικής, σημείωνε ότι με τον έλεγχο και την επικοινωνία παλεύουμε διαρκώς την τάση της φύσης για εκφυλισμό του οργανωμένου και καταστροφή αυτού που έχει νόημα. **Φαίνεται ότι μέσω της επικοινωνίας, η οποία μεταφέρει οργανωμένη πληροφορία στο σύστημα και στο περιβάλλον, μπορούμε να αντισταθμίσουμε αυτήν την τάση της φύσης**. Το πεδίο της Κυβερνητικής δημιουργήθηκε με παρόμοιο σκεπτικό με τη Γενική Θεωρία Συστημάτων, για να ομαδοποιήσει τα δεδομένα σχετικά με τη μεταφορά πληροφοριών, τον έλεγχο και τη ρύθμιση, θέματα που πολλοί επιστημονικοί τομείς είχαν αρχίσει να διερευνούν συστηματικά.

Χαρακτηριστικό της δυσκολίας της αρχικής αποδοχής της Κυβερνητικής στη συστημική ομπρέλα είναι τα ίδια τα λόγια του Bertalanffy (1950, 1968) ο οποίος προσπάθησε πολύ να διαχωρίσει την Κυβερνητική από τη Γενική Θεωρία Συστημάτων, αποδίδοντας στη Κυβερνητική μια πιο μηχανιστική στροφή. Έλεγε χαρακτηριστικά: *«Ο άνθρωπος προσανατολισμός της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων, όπως τον αντιλαμβάνομαι, διαφέρει από τον μηχανιστικό προσανατολισμό της συστημικής θεωρίας [βλ. Κυβερνητική] όπου κυριαρχούν τα Μαθηματικά, η ανάδραση και η τεχνολογία, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό επιφυλάξεις ότι η συστημική θεωρία [βλ. Κυβερνητική] είναι το αποφασιστικό βήμα προς τη μηχανοποίηση και υποτίμηση του ανθρώπου, προς μια τεχνοκρατική κοινωνία.»*

Παρόλα αυτά, σταδιακά ο όρος Κυβερνητική περιέλαβε και τη Γενική Θεωρία Συστημάτων. Η Κυβερνητική δημιούργησε ένα σύστημα αρχών, επηρεάζοντας πολλά επιστημονικά πεδία τα οποία πραγματεύονται σκοποθετικά συστήματα με διαδικασίες, όπως ρύθμιση, επικοινωνία και έλεγχος.

Η οπτική του Beer (1959) έδωσε μια άλλη πνοή στην Κυβερνητική. Σύμφωνα με τον Beer, πολλά συστήματα τα οποία είναι υπερβολικά πολύπλοκα δεν μπορεί να οριστούν με σαφήνεια. Αυτό που ενδιαφέρει σε αυτήν την περίπτωση είναι ο μετασχηματισμός μεταξύ της πληροφορίας που εισέρχεται στο σύστημα και των συμπεριφορών που προκύπτουν. Ο Beer συνέδεσε την Κυβερνητική με τη Θεωρία Πληροφοριών του Shannon (1948). Η αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος εξαρτάται από την ικανότητα να αποθηκεύει, να μεταδίδει και να μετασχηματίζει την πληροφορία. Η πληροφορία εξουδετερώνει την ποικιλομορφία και ποικιλοτροπία που είναι ο όρος που χρησιμοποιεί ο Ashby (1956) για την πολυπλοκότητα. Η μεί-

ωση της ποικιλομορφίας είναι μία από τις βασικές λειτουργίες της ρύθμισης. Η ρύθμιση δεν είναι μια διαδικασία απλοποίησης του συστήματος, αλλά μια διαδικασία με την οποία το σύστημα γίνεται πιο προβλέψιμο. Ο Beer ισχυρίζεται ότι το βασικό εργαλείο του συστημικού ερευνητή είναι το μοντέλο, το οποίο αποτελεί και μια λογικο-κυβερνητική περιγραφή του συστήματος.

Η Κυβερνητική είναι η επιστήμη της διατήρησης της τάξης μέσα σε ένα σύστημα, είτε το σύστημα αυτό είναι φυσικό είτε τεχνητό. Αφού τα πράγματα στον κόσμο έχουν την τάση να γίνονται εντροπικά (ακατάστατα), οι αποκλίσεις τους από την τάξη πρέπει να διορθώνονται συνέχεια. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση πληροφοριών σχετικά με τη συμπεριφορά του συστήματος. Η σχέση μάλιστα ανάμεσα στην αύξηση της εντροπίας και την ελάττωση της πληροφορίας αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία αναπτύχθηκαν οι γόνιμοι προβληματισμοί του C. Shannon, πριν καταλήξει στη διατύπωση της Θεωρίας των Πληροφοριών (Campbell, 1985).

Με αυτόν τον τρόπο, μια θεμελιώδης έννοια από την εποχή της ενέργειας (η εντροπία) και η βασική έννοια της εποχής της πληροφορίας (η πληροφορία) συνδέουν τους δύο κόσμους και υποδηλώνουν την επιστημονική συνέχεια μέσα από ένα νέο «παράδειγμα», αυτό της Κυβερνητικής. Η αφηρημένη (μαθηματική) θεωρία της Κυβερνητικής διατυπώθηκε από τον Ashby (1952, 1956), σύμφωνα με τον οποίο, το αντικείμενο της Κυβερνητικής είναι «κάθε μορφή συμπεριφοράς η οποία μπορεί να αναπαραχθεί». Τα χρόνια που πέρασαν από την αρχική «σύλληψη» της Κυβερνητικής (1948) οδήγησαν, από αυτό που στην αρχή ονομάστηκε Κυβερνητική Πρώτης Τάξης και στηρίχθηκε στη Θεωρία των αυτο-αναπαραγόμενων μηχανών του J. Von Neumann, στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης, που βασίζεται στη Θεωρία των Αυτοργανωμένων Μηχανών των von Foerster και Ashby (Von Foerster, 1981).

2.8.6 Κυβερνητική και Γενική Θεωρία Συστημάτων

Αξίζει στο σημείο αυτό να δούμε την αλληλοσυμπληρωματικότητα των πεδίων της Κυβερνητικής και της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων. Όσον αφορά τις αρχές οργάνωσης, η Γενική Θεωρία Συστημάτων εστιάζει στα ανοιχτά συστήματα και τις δυναμικές τους αλληλεπιδράσεις, ενώ η Κυβερνητική στην ανάδραση και την ομοιόσταση. Η Κυβερνητική δίνει έμφαση σε μοντέλα ισορροπίας, ενώ η Γενική Θεωρία Συστημάτων βασίζεται στη μελέτη των συστημάτων σε καταστάσεις μη ισορροπίας. Η Κυβερνητική ενδιαφέρεται για τις αντιδράσεις των συστημάτων, ενώ η Γενική Θεωρία Συστημάτων για τις δράσεις των συστημάτων. Η Γενική Θεωρία Συστημάτων δίνει έμφαση στις διαδικασίες και τις λειτουργίες, ενώ η Κυβερνητική δίνει έμφαση στην ομοιόσταση και τη δομή. Η Κυβερνητική θεμελιώνεται στην επικοινωνία και την πληροφορία, η Γενική Θεωρία Συστημάτων θεμελιώνεται στη θερμοδυναμική και τη στατιστική μηχανική. Η Κυβερνητική δίνει έμφαση στον «μηχανισμό», ενώ η Γενική Θεωρία Συστημάτων στις «δυνάμεις». Η στοχοθετική συμπεριφορά σύμφωνα με την Κυβερνητική επιτυγχάνεται με την ανάδραση, ενώ οι βάσεις της βιωσιμότητας επιτυγχάνονται με την ανταλλαγή των πληροφοριών / αρνητικής εντροπίας / ποικιλομορφίας. Η Γενική Θεωρία Συστημάτων δίνει βάση στην ανταλλαγή ενέργειας / ύλης / εντροπίας για την ερμηνεία της βιωσιμότητας. Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία Συστημάτων, τα ανοιχτά συστήματα τείνουν να αναζητούν καταστάσεις ανώτερης οργάνωσης με τρόπο **ενεργό**, ενώ τα κυβερνητικά συστήματα αναζητούν καταστάσεις ανώτερης οργάνωσης **αντανεκλαστικά** και εφόσον διαθέτουν ανάλογη τροφοδότηση πληροφοριών.

Είναι έντονη η αλληλοσυμπλήρωση των δύο συστημικών πεδίων ιδιαίτερα αν αντιληφθούμε ότι συνδέουν την εξέλιξη και την προσαρμογή με την αύξηση των πληροφοριών και της οργανωμένης ποικιλομορφίας. Επίσης, από μαθηματικής πλευράς, η εντροπία και η πληροφορία, κεντρικές έννοιες στη Γενική Θεωρία Συστημάτων και Κυβερνητική, αντίστοιχα, έχουν ισόμορφες διατυπώσεις, πράγμα που δημιουργεί την υπόνοια ότι στην πράξη πρόκειται για ισόμορφες θεωρήσεις ή δύο όψεις του ίδιου νομίσματος. Στην Εικόνα 2-3 αυτό γίνεται εμφανές με την παρουσίαση σχεδόν ταυτόσημων ορίων και για τους δύο αυτούς κλάδους της Συστημικής επιστήμης.

2.8.7 Επιχειρησιακή Έρευνα

Ο όρος **Επιχειρησιακή Έρευνα** επινοήθηκε από τους Ackoff και Churchman (1957). Ο Churchman (1957) έγραψε και το πρώτο εγχειρίδιο για το θέμα⁵¹. Από τις πρώτες διαπιστώσεις της Επιχειρησιακής Έρευνας ως νέου επιστημονικού πεδίου ήταν η μεγάλη σημασία της ποικιλομορφίας στη διοίκηση, συμπέρασμα στο οποίο έφτασε και ο Beer μέσα από τη συλλογιστική της Κυβερνητικής. Παρόλα αυτά, η Επιχειρησιακή Έρευνα ασχολήθηκε ουσιαστικά με θέματα μεσαίου διαχειριστικού επιπέδου και δεν κατάφερε να κινηθεί σε στρατηγικό επίπεδο, κυρίως λόγω της υψηλής εξειδίκευσης των μεθόδων της. Οι περισσότεροι επιχειρησιακοί ερευνητές ασχολήθηκαν με κλειστά προβλήματα, όπως προβλήματα βελτίωσης και βελτιστοποίησης, προβλήματα παραγωγής και διανομής, προβλήματα οριακών συνθηκών και κατανομής πόρων, αγνοώντας τα μεγάλα ανοιχτά προβλήματα των οργανισμών και επιχειρήσεων. Ο Ackoff παρατήρησε ότι η εστίαση σε τακτικά επιχειρησιακά ζητήματα δεν βελτιώνει την ικανότητα του οργανισμού να αντιμετωπίζει την πολυπλοκότητα και τον κυκεώνα. Η μεταστροφή αυτή της Επιχειρησιακής Έρευνας αποκλειστικά προς τη «φυσική» των επιχειρήσεων και των διαδικασιών, ανάγκασε τον Ackoff να εγκαταλείψει το πεδίο αυτό.

2.8.8 Συστημική φιλοσοφία

Η συστημική φιλοσοφία αναλαμβάνει να συνδέσει τη συστημική θεωρία με τη συστημική παρέμβαση και την πραγματικότητα. Αναλαμβάνει να αναδείξει τα πεδία χρησιμότητας της Συστημικής επιστήμης (Laszlo 1972). Η φιλοσοφική αναζήτηση στο πλαίσιο της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων ανάγεται σε τρεις βασικούς άξονες τον **οντολογικό**, τον **επιστημολογικό** και τον **αξιολογικό**. Ο **οντολογικός άξονας** απαντά στην ερώτηση «Τι γνωρίζουμε;». Η απάντηση στην ερώτηση αυτή αποτελεί την οντολογία της ενεργού περιοχής της πραγματικότητας. Η κατασκευή της οντολογίας είναι μια διαλεκτική διαδικασία με στόχο την αποτύπωση του κόσμου σε μια συμφωνημένη γνωστική οντότητα. Η φιλοσοφία των συστημάτων αποδέχεται ότι η οντολογία δεν αποτελεί αντικειμενική γνώση, αλλά περισσότερο μια σύμβαση των εμπλεκόμενων, προκειμένου να υπάρχει **μια κοινή γνωστική βάση στην παραγωγή της παρέμβασης**. Το οντολογικό πρόβλημα, σύμφωνα με τον Waddington (1977), είναι πρόβλημα αποτύπωσης αντικειμένων και διαδικασιών.

Ο **επιστημολογικός άξονας** της συστημικής φιλοσοφίας απαντά στο ερώτημα «Πώς γνωρίζουμε, αυτά που γνωρίζουμε;» ή διαφορετικά, «Ποια είναι η διαδικασία κατασκευής και αξιολόγησης της εγκυρότητας των συστημικών οντολογιών;». Την επιστημολογία της Συστημικής επιστήμης απασχολούν θέματα, όπως οι αρχές της

⁵¹ Churchman, C. W. (1957), *Introduction to Operations Research*, Wiley, New York.

συστημικής έρευνας και αναζήτησης και το μίγμα αναλυτικής και συνθετικής προσέγγισης κατά την εφαρμογή της συστημικής θεώρησης σε συγκεκριμένα πεδία. Η επιστημολογία αναλαμβάνει, επίσης, να παραγάγει τις κατάλληλες γενικεύσεις και αφαιρέσεις που θα αποτελέσουν και γνωσιολογικές αρχές της Συστημικής επιστήμης και θα είναι εφαρμόσιμες σε πολλά γνωστικά πεδία. Μια τέτοια βασική αρχή είναι, για παράδειγμα, η αρχή που θέλει τα συστήματα επαρκούς κλίμακας πολυπλοκότητας και ενέργειας να έχουν κοινά χαρακτηριστικά, να μπορούν να αντιδρούν στη διαφοροποίηση, να επεξεργάζονται πληροφορίες, να αυτοοργανώνονται, να αυτοδιορθώνονται κλπ.

Ο **αξιολογικός άξονας** της συστημικής φιλοσοφίας κατευθύνεται προς τη μελέτη των αξιών, της ηθικής και της αισθητικής μέσω ερωτήσεων, όπως «Τι είναι καλό;», «Τι είναι ηθικά σωστό;», «Τι είναι καλαίσθητο και όμορφο;». Ο Jantsch (1980), για παράδειγμα, προσδίδει συστημικό χαρακτήρα στην ηθική συμπεριφορά, σημειώνοντας ότι αυτή γεννιέται με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο γεννιέται η βιολογική συμπεριφορά μέσω κάποιου αποθηκευμένου κώδικα. Στοιχεία αυτού του κώδικα διαβάζονται και μετατρέπονται σε πράξεις ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Ο Churchman (1982) τονίζει ότι η συστημική αναζήτηση οφείλει να έχει κατεύθυνση προς τις ανθρώπινες αξίες και να διασφαλίζει τη σωστή σύμπραξη της τεχνολογίας με τον άνθρωπο. **Σε αντίθεση με πολλές παραδοσιακές επιστήμες, η Συστημική επιστήμη ενσωματώνει την ηθική διάσταση στην έρευνά της ως κρίσιμο και καθοριστικό καθοδηγητικό στοιχείο.**

2.9 Συστημικές μεθοδολογίες και πολυμεθοδολογίες

Η συστημική μεθοδολογία είναι ζωτικό κομμάτι της συστημικής έρευνας και επιστημολογίας. Σκοπός της είναι η παραγωγή των μεθόδων της συστημικής έρευνας αναφορικά με τρεις βασικές κατευθύνσεις: την αποτύπωση και την ανάλυση των ενεργών περιοχών, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση παρεμβάσεων και τη διαχείριση των συστημάτων. Η σωστή εφαρμογή της συστημικής μεθοδολογίας με την παραγωγή των καταλλήλων μεθόδων είναι ίσως το πιο δύσκολο έργο αυτών που υιοθετούν τη συστημική προσέγγιση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Flood και Jackson (1997), το κεντρικό ερώτημα πλέον στη συστημική προσέγγιση είναι: «Ποιο είναι το πρόβλημα και με ποια [συστημική] μεθοδολογία θα γίνει η προσέγγισή του;» Το σύνολο της Συστημικής επιστήμης, όπως έχει διαμορφωθεί έως σήμερα, αποτελείται κατά βάση από κλάσεις προσεγγίσεων και μεθοδολογιών που καλύπτουν μεγάλο φάσμα της αντιληπτής πραγματικότητας.

Η συστημική μεθοδολογία αποτελεί κατά τον Klir (1991) ένα σύνολο μεθόδων που οργανώνουν τη συστημική προσέγγιση. Η συστημική προσέγγιση αναλαμβάνει την αποκάλυψη της «**συστημικότητας**» (systemhood) και των **ιδιοτήτων της διασύνδεσης** των αντικειμένων που αποτελούν την ενεργό περιοχή, σε αντίθεση με την αναλυτική σκέψη η οποία εστιάζει σε αυτά καθαυτά τα αντικείμενα (**thinghood**). Η ανάδυση της συστημικότητας ως ξεχωριστής ιδιότητας και η αυτοδύναμη μελέτης της είναι δυνατόν να συμβεί ανεξάρτητα από τα αντικείμενα που συνθέτουν την ενεργό περιοχή της συστημικής προσέγγισης. Σύμφωνα με τον Zeigler (1976), η «συστημικότητα» ως ιδιότητα μιας ενεργού περιοχής είναι δυνατόν να μελετηθεί με εργαλεία, όπως μοντελοποίηση, προσομοίωση, συστημικές μεταφορές, οντολογίες, διαλεκτικές μεθόδους κλπ. Ο Klir ισχυρίζεται ότι η συστημική

μεθοδολογία αποτελεί την «αριθμητική», τον «λογισμό» των συστημάτων και έχει εφαρμογή σε μεγάλο εύρος ενεργών περιοχών, αναπτύσσοντας σειρά μεθόδων που στοχεύουν στη «συστημικότητα», ανεξάρτητα από την πραγματική φύση της ενεργού περιοχής.

Οι πολυμεθοδολογίες αποτελούν δημιουργικές συνθέσεις συστημικών μεθοδολογιών με εξειδικευμένη στόχευση. Είναι το κατεξοχήν ισχυρό εργαλείο της συστημικής προσέγγισης. Με δεδομένο ότι τα συστήματα είναι μοναδικά στη φύση τους, οι συστημικές πολυμεθοδολογίες στοχεύουν στην παραγωγή μεθόδων σχεδιασμού και παρέμβασης τα οποία είναι προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες ανάγκες των εκάστοτε ενεργών περιοχών. Η κατασκευή μιας πολυμεθοδολογίας αποτελεί μια δημιουργική εργασία την οποία αναλαμβάνει ο συστημικός ερευνητής.

Ο συστημικός ερευνητής αξιοποιεί τις γνώσεις του σχετικά με τις διάφορες κατηγορίες των συστημικών προσεγγίσεων και τις συνδυάζει με τις ιδιαίτερες πτυχές της τρέχουσας ενεργού πραγματικότητας την οποία μελετά, προκειμένου να συνθέσει την κατάλληλη πολυμεθοδολογία, η οποία και θα οδηγήσει τη δημιουργία του συστήματος και τον σχεδιασμό της παρέμβασης στην ενεργό περιοχή. Με τον τρόπο αυτόν ο συστημικός ερευνητής δεν δεσμεύεται από τις μεθοδολογίες, αλλά αντίθετα είναι ελεύθερος να χρησιμοποιεί την εφευρετικότητα και τη διεισδυτικότητά του.

2.10 Συστημικές προσεγγίσεις

Από το 1957 άρχισε να διαχέεται σταδιακά η συστημική σκέψη οπότε και αναπτύχθηκαν πολλές ανεξάρτητες ακαδημαϊκές πρωτοβουλίες και εταιρείες συστημικών μελετών με στόχο τη διερεύνηση πολύπλοκων συστημάτων. Δημιουργήθηκε με τον τρόπο αυτόν μια σειρά **συστημικών προσεγγίσεων και διερευνήσεων (systems approach and inquiry)** βασισμένων στη συστημική επιστήμη και φιλοσοφία. Οι συστημικές προσεγγίσεις και διερευνήσεις αποτελούν δημιουργικές συνθέσεις συστημικών μεθοδολογιών, οι οποίες έχουν ως αντικείμενο τη μελέτη συγκεκριμένων πολύπλοκων ενεργών περιοχών και ενίοτε δύστροπων προβλημάτων. Η σύνθεση, η εφαρμογή και η εξέλιξη των συστημικών προσεγγίσεων αποτελεί σήμερα την αιχμή της συστημικής έρευνας, αναδεικνύοντας παράλληλα και τον ρόλο του συστημικού αναλυτή ως ενορχηστρωτή στη δημιουργία των συστημικών προσεγγίσεων.

Στην προσέγγιση πολύπλοκων ενεργών περιοχών υπάρχουν δύο διαδρομές σκέψης (Mulej et al., 2007). Η **μη συστημική ή μοναδιαία σκέψη**, η οποία εκφέρεται συνήθως από έναν απομονωμένο νοητικό μηχανισμό που προσεγγίζεται με το μοντέλο του ανεξάρτητου παρατηρητή, και η **συστημική σκέψη** η οποία παράγεται σχεδόν αποκλειστικά από ανεπτυγμένους διαλεκτικούς μηχανισμούς που συνίστανται σε ένα δημιουργικό συνδυασμό ανθρωπίνων νοήσεων και τεχνολογιών (Πίνακας 2-8). Όπως είδαμε και στην Εισαγωγή, το πρότυπο του «ειδικού» συστημικού αναλυτή ο οποίος αποτελεί φορέα και χρήστη της συστημικής γνώσης και μπορεί να παράγει απομονωμένα τις γνωστικές οντολογίες έχει πολύ περιορισμένη ισχύ. Σε πολύπλοκα κοινωνικά συστήματα το πρότυπο του «ειδικού» έχει αντικατασταθεί από το πρότυπο του «συστημικού ερευνητή» ο οποίος λειτουργεί ως ενορχηστρωτής διαλεκτικών μηχανισμών. Σε μια πρώτη προσέγγιση, θα λέγαμε ότι αυτοί οι διαλεκτικοί μηχανισμοί σκέψης *αποτελούν αντικείμενο μελέτης της συστημικής προσέγγισης*. Βασικό χαρακτηριστικό της μοναδιαίας σκέψης είναι ότι συνήθως λειτουργεί σε περιβάλλον

πολύ χαμηλής ποικιλομορφίας, έχοντας πολύ ισχυρούς εξασθενητές ποικιλομορφίας, όπως ιδεολογίες, κουλτούρες, προκαταλήψεις, εμμονές, στερεότυπα. Το μόνο πλεονέκτημα της μοναδιαίας σκέψης είναι ότι οδηγεί σε άμεσες παρεμβάσεις σε σχέση με τη συστημική σκέψη. Στην Εκπαίδευση έχουν εμφανιστεί βελτιωμένες προσεγγίσεις της μοναδιαίας σκέψης, όπως η **κριτική σκέψη**, η **δημιουργική σκέψη** και η **διαθεματικότητα**.

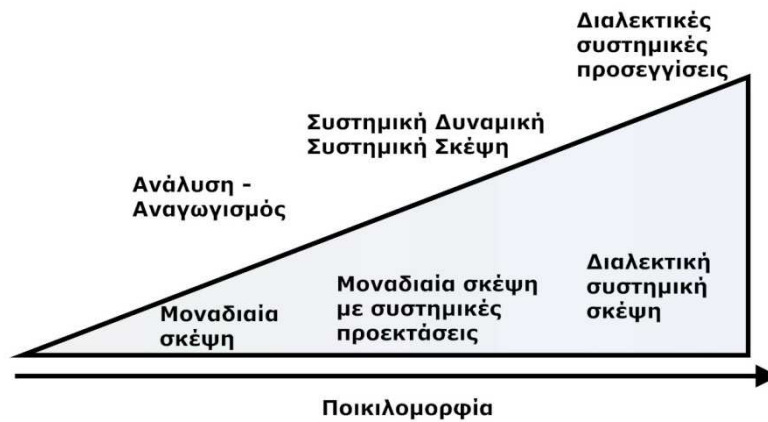
Συστήματα / Συστημική/ ολιστική σκέψη	Μη συστημική / Παραδοσιακή σκέψη/ Μοναδιαία σκέψη
Αλληλεξάρτηση, σχέσεις, ανοιχτά συστήματα, διαλεκτικά συστήματα	Μονόδρομη εξάρτηση, κλειστά συστήματα, ένας τρόπος σκέψης
Πολυπλοκότητα ποικιλομορφία, ποικιλοτροπία	Περιπλοκότητα
Ελκυστές	Εξωτερικές δυνάμεις
Ανάδυση	Δεν υπάρχει αυθόρμητη παραγωγή ιδιοτήτων
Συνέργεια, σύνθεση	Δεν υπάρχει διαδικασία παραγωγής ιδιοτήτων ως αποτέλεσμα των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων και με το περιβάλλον
Ολιστική εικόνα, rich picture	Μέρη και ιδιότητες μερών
Δίκτυα, αλληλεπίδραση	Έλλειψη αμφίδρομου επηρεασμού

Πίνακας 2-8: Σύγκριση συστημικής – μη συστημικής μοντελοποίησης

Η **κριτική σκέψη** συμβάλλει στη δημιουργία ενός πλέγματος προστασίας της μοναδιαίας σκέψης από άκριτες εξωτερικές επιβολές ιδεολογιών, πράγμα επικίνδυνο για το πολίτευμα, το οικονομικό και κοινωνικό σύστημα. Με τη **δημιουργική σκέψη** επιχειρείται να δοθεί η δυνατότητα στη μοναδιαία σκέψη να αυξήσει μονοσήμαντα την ποικιλομορφία της, προκειμένου να **αναδυθούν** πρωτότυπες ιδέες μέσω τεχνικών ενεργοποίησης. Με τη **διαθεματικότητα** επιχειρείται αύξηση της ποικιλομορφίας μέσω εμπλουτισμού της μοναδιαίας σκέψης από διαφορετικά θεματικά πεδία.

Υπάρχουν «εκδόσεις» της συστημικής θεώρησης προσαρμοσμένες στη μοναδιαία σκέψη. Για παράδειγμα, η προσέγγιση της Συστημικής Σκέψης του Senge (1990) και της Συστημικής Δυναμικής του Forrester (1961), όπου η μοναδιαία σκέψη μπορεί να λειτουργήσει συστημικά, έστω και περιορισμένα, αυξάνοντας την απαραίτητη ποικιλομορφία της με τη χρήση ενισχυτών, όπως τα λογισμικά Vensim και iThink. Στην πραγματικότητα, εφόσον το άτομο δεν ανήκει σε κάποιον διαλεκτικό μηχανισμό συστημικής σκέψης, όπως δίκτυα και ομάδες, όπου λειτουργεί ως ανοιχτό σύστημα, είναι πολύ δύσκολο να διατηρήσει το απαραίτητο επίπεδο ποικιλομορφίας που θα του επιτρέψει να διατηρεί συστημική θεώρηση. Η συστημική σκέψη **δεν** είναι μια άλλη μορφή μοναδιαίας σκέψης ή μια βελτίωση της μοναδιαίας σκέψης. Α-

ποτελεί επέκταση του ερμηνευτικού δυναμικού που **επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της συμμετοχής σε διαλεκτικά συστήματα.**



Εικόνα 2-4: Σχηματική αναπαράσταση των διαφόρων μορφών σκέψης σε σχέση με την απαραίτητη ποικιλομορφία

Η συστημική σκέψη μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω (Mulej et al., 2007), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-9.

Μορφή σκέψης	Ιδιότητες που καλύπτει	Νοητική εστίαση
Συστημική	Πολυπλοκότητα	Ιδιότητες του όλου που δεν κατέχουν τα στοιχεία
Συστηματική	Περιπλοκότητα	Ιδιότητες των στοιχείων που δεν κατέχει το όλον
Διαλεκτική	Αλληλεξάρτηση	Αλληλεξάρτηση η οποία παράγει το όλον

Πίνακας 2-9: Συγκριτική παρουσίαση συστημικής, συστηματικής και διαλεκτικής σκέψης

Η συστημική σκέψη που εκφέρεται με μοναδιαίο τρόπο θα χάνει σταδιακά την ποικιλομορφία της, πράγμα που αναπόφευκτα θα καταστρέφει τη συστηματικότητά της. Η συστημική σκέψη είναι ενεργή μόνο σε περιβάλλοντα υψηλής ποικιλομορφίας τα οποία δεν είναι εύκολο να διατηρηθούν σε μοναδιαίες *M – οντότητες*.

Ο Mulej (2007) διακρίνει τρεις μορφές συστημικής σκέψης ανάλογα με την εστίαση: τη συστηματική σκέψη, η οποία εστιάζει στην περιπλοκότητα και τις ιδιότητες των στοιχείων του όλου, τη συστημική σκέψη, η οποία εστιάζει στην **περιγραφή** της **συστημικότητας**, της ιδιότητας που έχει το όλον και δεν κατέχουν τα στοιχεία, και τη διαλεκτική συστημική σκέψη η οποία εστιάζει στη **δημιουργία** της συστημικότητας. Η μοναδιαία σκέψη είναι σε θέση να λειτουργήσει συστηματικά και σε κάποιον βαθμό συστημικά, αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει διαλεκτικά. Στην εικόνα 2-4 παρουσιάζεται η συσχέτιση των διαφόρων μορφών σκέψης και της αντίστοιχης ποικιλομορφίας που είναι δυνατόν να διαχειριστούν.

Στην ελληνική Εκπαίδευση απουσιάζει γενικά ένα πλαίσιο συστημικής και διαλεκτικής σκέψης στον βασικό κορμό της μάθησης. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις δημιουρ-

γούνται συστημικά πλαίσια συζητήσεων, όπως για παράδειγμα η μελέτη της αιφορικότητας σε οικοσυστήματα στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Αλλά και σε τέτοιες περιπτώσεις, η συνηθισμένη κατάληξη είναι η επιλογή του εκπαιδευτικού να λειτουργήσει σε περιβάλλον χαμηλής ποικιλομορφίας με κυρίαρχη τη μοναδιαία σκέψη. Θα δούμε στη συνέχεια της μελέτης μας ότι αυτή η προσήλωση στη μοναδιαία σκέψη και η συνεπαγόμενη λειτουργία σε χαμηλή ποικιλομορφία είναι από τους βασικούς ανασταλτικούς παράγοντες της υιοθέτησης της τεχνολογίας και της ενσωμάτωσής της στη ***M – οντότητα*** της μαθησιακής διαδικασίας.

Ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να δημιουργήσουμε την κατάλληλη ***M – οντότητα*** η οποία θα μπορεί να εκφέρει τη διαλεκτική συστημική σκέψη είναι αντικείμενο των συστημικών προσεγγίσεων.

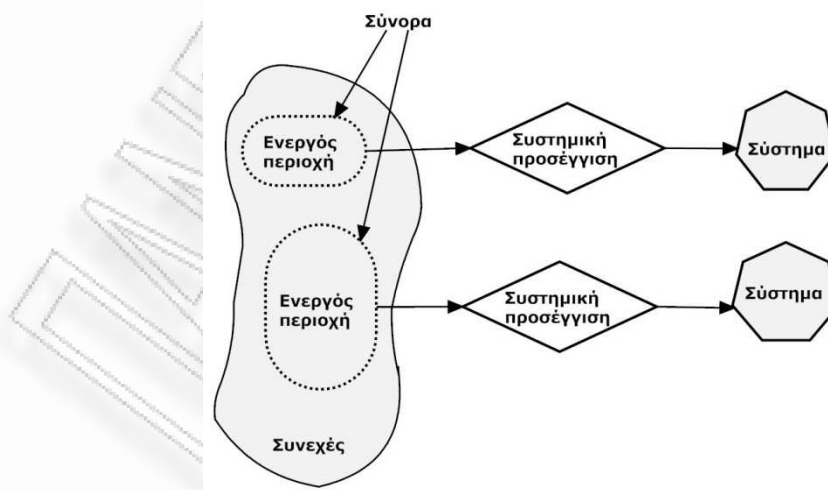
2.11 Οργανώνοντας τη διείσδυση στην πολυπλοκότητα

Μια συστημική προσέγγιση είναι ένας μηχανισμός δημιουργίας ενός **ισομορφισμού** μεταξύ μιας **ενεργού περιοχής**⁵² της πραγματικότητας, συνήθως πολύπλοκης, και ενός νοητικού μοντέλου. Το νοητικό μοντέλο αναπαριστά την ενεργό περιοχή στο γνωστικό μας σύστημα. Υπό την έννοια αυτή, η συστημική προσέγγιση είναι ο βασικός τελεστής της συστημικής έρευνας που λειτουργεί ως εξής:

\widehat{SA} (ενεργός περιοχή) \rightarrow ΣM (ενεργός περιοχή)

[Σχέση 2-15]

Η εφαρμογή του τελεστή \widehat{SA} δημιουργεί το **συστημικό** μοντέλο ΣM της ενεργού περιοχής το οποίο σε συντομία μπορούμε να ονομάσουμε **σύστημα** (Εικόνα 2-5). Ακολουθώντας, λοιπόν, τις βασικές γραμμές σκέψης των συστημικών του δευτέρου κύματος συστημικής σκέψης⁵³, τα συστήματα δεν είναι πραγματικές αλλά νοητικές οντότητες και δημιουργούνται μέσω μιας διαδικασίας μετασχηματισμού⁵⁴. Αυτό που υπάρχει στην πραγματικότητα είναι η ενεργός περιοχή.



Εικόνα 2-5: Σχηματική παράσταση του συστημικού μετασχηματισμού

⁵² Παρόμοιο με το investigated object του Klir (1991).

⁵³ Αναλυτική αναφορά γίνεται στο Εισαγωγικό Κεφάλαιο.

⁵⁴ Goshal (1999). Βλ. και Ashby στο Κεφάλαιο 2.

Επομένως, μπορούμε να ορίσουμε τη συστημική προσέγγιση μέσω του μετασχηματισμού:

$$\text{ενεργός περιοχή} \xrightarrow{\widehat{SA}} \text{σύστημα} \quad [\text{Σχέση 2-16}]$$

Θεωρούμε λοιπόν ισοδύναμες τις παρακάτω έννοιες:

μετασχηματισμός ενεργού περιοχής ~ μοντέλο ενεργού περιοχής ~ σύστημα

Τις περισσότερες φορές οι έννοιες **ενεργός περιοχή (πραγματικότητα)** και **σύστημα (νοητική κατασκευή)** χρησιμοποιούνται χωρίς διάκριση. Αν και δεν είναι απόλυτα ισοδύναμες έννοιες, εξακολουθούν να είναι ισόμορφες, οπότε αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα. Στην παρούσα εργασία θα αποφεύγουμε τη χρήση της έννοιας «σύστημα», όταν αναφερόμαστε σε ενεργές περιοχές.

Το σύστημα αναλύεται περαιτέρω σε δύο σύνολα $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ και R , έτσι ώστε να παράγεται ο **μαθηματικός μηχανισμός του συστήματος** (Ghosal, 1999):

$$f: \{X, R\} \rightarrow Y \quad [\text{Σχέση 2-17}]$$

Αν δεν είναι δυνατόν να παραχθεί ο μαθηματικός μηχανισμός, τότε παράγεται ο **ευρεστικός μηχανισμός** του μοντέλου ο οποίος αποτελείται από μια σειρά λογικών συνδέσεων εισόδου – εξόδου x :

$$H: \{ \langle X_i, Y_i \rangle \} \quad [\text{Σχέση 2-18}]$$

Είναι προφανές ότι δεν υπάρχει **ένας** τρόπος να μετασχηματιστεί μία ενεργός περιοχή σε ένα νοητικό μοντέλο, με άλλα λόγια δεν υπάρχει μόνο ένας τελεστής και μία προσέγγιση. Προφανώς διαφορετικές προοπτικές παράγουν και διαφορετικά μοντέλα και πιθανώς διαφορετικά συστήματα. Η *συστημική προσέγγιση*, όμως, είναι αυτή που θα παραγάγει, εφόσον είναι σωστά σχεδιασμένη, τον πιο **αντικειμενικό** μετασχηματισμό, το πιο αντικειμενικό μοντέλο της ενεργού περιοχής και κατ' επέκταση το πιο **αντικειμενικό** και **ολιστικό σύστημα**. Η συστημική προσέγγιση αναζητά πάντα εκείνον τον μετασχηματισμό ο οποίος θα έχει τον χαρακτηρισμό του **αληθινού**. Αναζητά πάντα την αλήθεια τη ενεργού περιοχής, την αλήθεια του συστήματος ή του προβλήματος. Η αλήθεια, αναφέρει ο Dijkum (1997), είναι ο ελκυστής στο χαοτικό συνεχές της γνώσης.

Το σύστημα το οποίο παράγεται μέσω του τελεστή της συστημικής προσέγγισης χρησιμοποιείται, για να **οργανώσει τις δράσεις μας πάνω στην ενεργό περιοχή**, να καθορίσει δηλαδή τον τελεστή αλλαγής που θα οδηγήσει την ενεργό περιοχή από μια κατάσταση A σε μια κατάσταση B :

$$\widehat{CA} \text{ (κατάσταση } A) \rightarrow \text{κατάσταση } B \quad [\text{Σχέση 2-19}]$$

Η αναζήτηση της αλήθειας, του αντικειμενικότερου δηλαδή μετασχηματισμού μεταξύ πραγματικότητας και ανθρώπινης νόησης, είναι το αντικείμενο των επιστημών. Τα Μαθηματικά έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν αληθινούς μετασχηματισμούς μέσω του πολύ αυστηρού συλλογιστικού μηχανισμού τους. Η συστημική προσέγγιση λειτουργεί στο πλαίσιο μιας αυστηρής συστημικής συλλογιστικής, η οποία καθορίζεται από την αρχιτεκτονική της. Η καρδιά της συστημικής προσέγγισης είναι η **συστημική μεθοδολογία** και **πολυμεθοδολογία**, όπως έχει προαναφερθεί, η οποία και καθοδηγεί τον μετασχηματισμό της ενεργού περιοχής σε νοητικό μοντέλο (σύστημα) με συνέπεια και πειθαρχία.

Μια συστημική προσέγγιση μπορεί να λειτουργήσει και αντίστροφα, να δημιουργήσει δηλαδή τον αντίστροφο μετασχηματισμό:

$$\text{σύστημα} \xrightarrow{\overline{SA}^{-1}} \text{ενεργός περιοχή} \quad [\text{Σχέση 2-20}]$$

Με άλλα λόγια, μια συστημική προσέγγιση μπορεί να δημιουργήσει ενεργές περιοχές ή να μεταβάλει υπάρχουσες ενεργές περιοχές. Η συστημική προσέγγιση έχει επομένως δύο βασικές λειτουργίες:

- ❖ **Ερμηνευτική - περιγραφική λειτουργία** με την παραγωγή της ερμηνευτικής - περιγραφικής οντολογίας ή αλλιώς νοητικού μοντέλου του συστήματος

$$\text{ενεργός περιοχή} \xrightarrow{\overline{SA}} \text{σύστημα (περιγραφική - ερμηνευτική οντολογία)} \quad [2-21]$$

- ❖ **Εκτελεστική λειτουργία (σχεδιασμός - παρέμβαση)** με τη δημιουργία μιας εκτελεστικής - παρεμβατικής οντολογίας η οποία έχει ως στόχο να καθοδηγήσει τον αντίστροφο μετασχηματισμό:

$$\text{σύστημα (εκτελεστική - παρεμβατική οντολογία)} \xrightarrow{\overline{SA}^{-1}} \text{ενεργός περιοχή} \quad [2-22]$$

Οι οντολογίες - νοητικά μοντέλα που είναι προϊόντα της συστημικής προσέγγισης έχουν υψηλό γνωστικό δυναμικό και είναι δυνατόν να οργανώσουν επαρκείς δράσεις για:

1. **Σχεδιασμό και επανασχεδιασμό ενεργών περιοχών** σε στρατηγικό επίπεδο και σε επίπεδο διαδικασιών
2. **Παρέμβαση** στην ενεργό περιοχή, όταν υπάρχει απόκλιση από επιθυμητές συμπεριφορές σκοπούς ή στόχους
3. **Δημιουργία νέων ενεργών περιοχών.**

Γενικεύοντας, η συστημική προσέγγιση ως επιστημολογικός και ερευνητικός άξονας είναι ο βασικός τελεστής της Συστημικής επιστήμης και η λειτουργία της είναι η παρακάτω⁵⁵:

$$\widehat{T}[R_A] \xrightarrow{\{a\}} S \quad [\text{Σχέση 2-23}]$$

$$S = \{O_i | O_H, O_I, O_D, O_{Pr}, O_{Pl}, O_C\} \quad [\text{Σχέση 2-24}]$$

⁵⁵ Χρησιμοποιούμε την πρωτογλώσσα και τη συστημική πρωτολογική του κυβερνητικού Gordon Pask για τη διατύπωση βασικών συστημικών προτάσεων.

Όπου:

\hat{T} είναι ο τελεστής της συστημικής προσέγγισης

R_A είναι η **ενεργός περιοχή** (active region) της πραγματικότητας στην οποία εφαρμόζεται η συστημική προσέγγιση

S είναι το παραγόμενο σύστημα

$\{a\}$ είναι το σύνολο από agents που υλοποιούν την προσέγγιση και παράγουν το σύστημα⁵⁶

O_H είναι η ερμηνευτική οντολογία (hermeneutic ontology)⁵⁷

O_D είναι η εκτελεστική οντολογία (intervention ontology)

O_{Pr} είναι η οντολογία πρόβλεψης (predictive ontology)

O_{Pl} είναι η οντολογία σχεδιασμού (planning ontology)

O_C είναι η οντολογία ελέγχου (control ontology).

Η **ερμηνευτική οντολογία** παρέχει ουσιαστικά το σύνολο $\{T,R\}$ ⁵⁸ των αντικειμένων και των σχέσεων της ενεργού περιοχής, όπως είναι τη χρονική στιγμή t_0 . Η **εκτελεστική οντολογία** παρέχει το σύνολο $\{T',R'\}$ του ιδεατού συστήματος για τη μελλοντική μετάβαση

$$\{T, R\} \rightarrow \{T', R'\}$$

[Σχέση 2-25]

τη χρονική στιγμή t_0 . Η **οντολογία πρόβλεψης** περιέχει όλα τα γνωσιολογικά στοιχεία που αφορούν την πρόβλεψη για την πορεία στον χρόνο μεταβλητών του συστήματος. Η **οντολογία σχεδιασμού** περιέχει τα γνωσιολογικά στοιχεία σχετικά με την αναδιάταξη των συστατικών στοιχείων του συστήματος. Η **οντολογία ελέγχου** περιέχει τα γνωσιολογικά στοιχεία σχετικά με τη στοχοθετική συμπεριφορά του συστήματος.

Το σύστημα ως γνωστική κατασκευή, το οποίο προκύπτει μέσα από μια συστημική προσέγγιση, περιγράφεται στο βασικό γνωσιολογικό επίπεδο από ένα σύνολο μεταβλητών, ένα σύνολο καταστάσεων και έναν λειτουργικό⁵⁹ ορισμό των μεταβλητών. Μια συστημική προσέγγιση παρέχει μια αποτύπωση του συστήματος τη δεδομένη χρονική στιγμή, αλλά και έναν μηχανισμό ή αλγόριθμο για την παραγωγή των μελλοντικών αποτυπώσεων.

Η **ενεργός** περιοχή είναι πολύ πιο δυναμική έννοια, μιας και μας βοηθά στο να προσεγγίζουμε περιοχές της πραγματικότητας που δεν καλύπτονται από τον κλασικό ορισμό του συστήματος⁶⁰. Πριν τη συστημική προσέγγιση, το «σύστημα» αποτελεί μια **ενεργό περιοχή** του συνεχούς της πραγματικότητας. Η συστημική προσέγγιση δημιουργεί το γνωστικό είδωλο (cognitive reflection)⁶¹ της ενεργού περιοχής.

Η δομή της συστημικής προσέγγισης αποτελείται, κατά τον Klir, από μία **μεθοδολογία** και μία **μεταμεθοδολογία**. Η μεθοδολογία αναλαμβάνει τη δόμηση του συστήματος ως γνωστικής οντότητας και ισόμορφου μετασχηματισμού της ενεργού

⁵⁶ Παρόμοιο με την έννοια του “investigator” του Klir (1991).

⁵⁷ Αντίστοιχο του “explanatory model” του Klir (1991).

⁵⁸ Βλ. και Klir (1991).

⁵⁹ Χρησιμοποιούμε τον όρο “operational” του Klir (1991).

⁶⁰ Για παράδειγμα η περιοχή «σύνδεση σχολείου με την πραγματικότητα».

⁶¹ Βλ. και Pask (1976).

περιοχής, ενώ η μεταμεθοδολογία ελέγχει τον τρόπο εφαρμογής της μεθοδολογίας. Σε προηγούμενο σημείο στο παρόν κεφάλαιο έχουμε εισαγάγει την έννοια της πολυμεθοδολογίας ως βασικού εργαλείου της συστημικής προσέγγισης. Η πολυμεθοδολογία επεκτείνει τη διακριτική ικανότητα, αλλά και τις αναλυτικές και συνθετικές δυνατότητες της συστημικής προσέγγισης. Οι παραγόμενες οντολογίες παρέχουν στην ουσία και τις γλώσσες επικοινωνίας L_i ⁶² οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για τις ***P – συζητήσεις*** μεταξύ των ***P – οντοτήτων*** που θα συμμετάσχουν στην προσέγγιση.

Λειτουργικά, η συστημική προσέγγιση προκαλεί αυτό που ο Sterling (2003) αποκαλεί «*επέκταση της αντίληψης και αλλαγή στην ποιότητα των εννοιολογικών διασυνδέσεων*» που με τη σειρά τους οδηγούν στην αύξηση της ικανότητας αντίληψης των παθογενειών των συστημάτων, καθώς και στην αύξηση του δυναμικού για τον σχεδιασμό υγιών συστημάτων. Η παρούσα διατριβή επιχειρεί να δημιουργήσει ένα κατάλληλο εννοιολογικό πλαίσιο για την υιοθέτηση των συστημικών προσεγγίσεων στον χώρο της Εκπαίδευσης. Όπως σημειώνει χαρακτηριστικά ο Ackoff, ***η Εκπαίδευση είναι ίσως το μοναδικό επιστημονικό πεδίο που η συστημική θεώρηση έχει τη μικρότερη διείσδυση***. Η αλήθεια είναι ότι στην Εκπαίδευση τα κυριότερα υποδείγματα σκέψης είναι στην πραγματικότητα διχοτομίες του είδους: άτομο – κοινωνικό σύστημα, δάσκαλος – μαθητής, παραδοσιακοί τρόποι διδασκαλίας – σύγχρονοι τρόποι διδασκαλίας, πραγματική γνώση – ύλη εξετάσεων, άνθρωπος – μηχανή, δημιουργός λογισμικού – χρήστης λογισμικού κλπ. Όσοι γνωρίζουν καλά την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα αισθάνονται πραγματικά αμηχανία μπροστά στην παντοδυναμία τέτοιων στερεοτύπων και τις ισχνές τους ερμηνευτικές δυνατότητες.

Υποσύστημα	Λειτουργία
Υποσύστημα διεπαφής με την ενεργό περιοχή	Το υποσύστημα αυτό οριοθετεί την ενεργό περιοχή που θα μετασχηματιστεί σε σύστημα
Εννοιολογικό τμήμα	Το υποσύστημα αυτό περιέχει πρότυπα με τύπους συστημάτων και προβλημάτων
Λειτουργικό τμήμα	Το υποσύστημα αυτό παράγει την ερμηνευτική και την εκτελεστική οντολογία
Εσωτερικό υποσύστημα διεπαφής	Συνδέει το λειτουργικό με το εννοιολογικό υποσύστημα
Υποσύστημα μεθοδολογιών	Το υποσύστημα αυτό περιέχει τις μεθοδολογίες και πολυμεθοδολογίες που χρησιμοποιεί η προσέγγιση
Βάση γνώσης	Περιέχει εμπειρικούς θεωρητικούς και ευρεστικούς νόμους
Υποσύστημα μεταμεθοδολογίας	Ελέγχει τη σύνθεση του μεθοδολογικού υποσυστήματος
Υποσύστημα ελέγχου και συντονισμού	Συντονίζει τις επιμέρους λειτουργίες

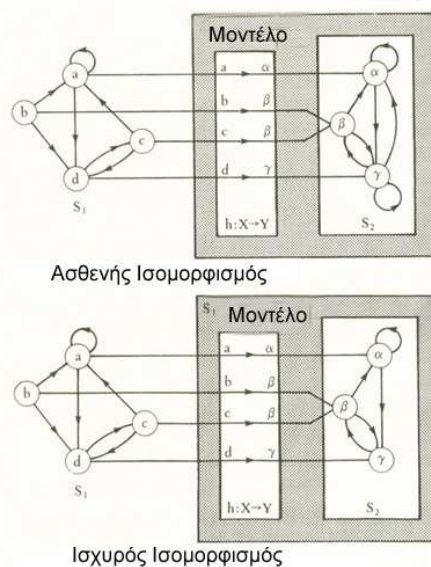
Πίνακας 2-10: Δομή του τελεστή συστημικής προσέγγισης

⁶² Ακολουθώντας την ορολογία του Pask.

2.12 Η δομή του τελεστή της συστημικής προσέγγισης

Ακολουθώντας τη δομή του GPS (General Systems Problem Solving) του Klir (2003), παρουσιάζουμε τη δομή του τελεστή της συστημικής προσέγγισης (Πίνακας 2-10) η οποία κατά βάση ακολουθεί δομή έμπειρου συστήματος στο οποίο δραστηριοποιείται ο συστημικός ερευνητής ή πράκτορας - agent της προσέγγισης.

Το σύστημα που παράγεται μέσω μιας συστημικής προσέγγισης είναι, όπως είδαμε, ένα μοντέλο μιας ενεργού περιοχής. Το σύστημα, λοιπόν, όπως σημειώνει και ο Klir, δεν έχει αυτόνομη ύπαρξη. Υπάρχει μόνο σε αντιστοιχία με την ενεργό περιοχή. Ο Klir ορίζει την ενεργό περιοχή ως το **αρχέγονο σύστημα**. Επομένως, ένα σύστημα είναι ένα μοντέλο ενός αρχέγονου συστήματος.



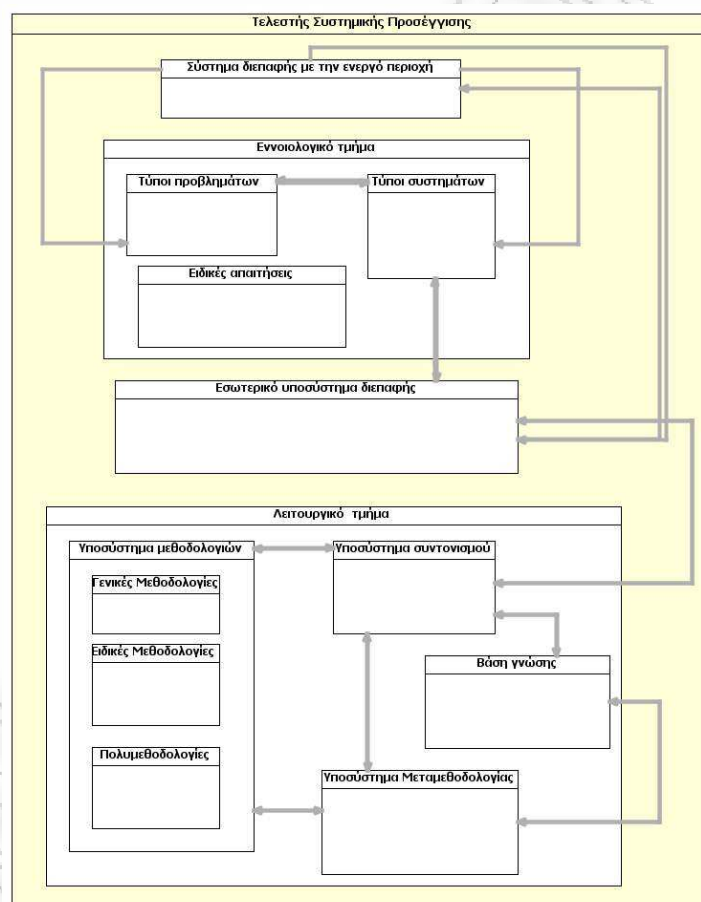
Εικόνα 2-6: Υποδείγματα ασθενούς και ισχυρού ισομορφισμού (Klir, 1991)

Σε αυστηρούς μαθηματικούς όρους, το σύστημα είναι ένας ισομορφισμός μιας ενεργού περιοχής, ή, όπως αναφέρει ο Klir, ένα ισομορφικό είδωλο του αρχέτυπου συστήματος. Έστω $S_1 = (X, R)$ και $S_2 = (Y, Q)$ όπου X και Y είναι σύνολα των καταστάσεων κάποιων μεταβλητών και $R \subset X \times X, Q \subset Y \times Y$ περιγράφουν δυνατές μεταβάσεις. Θεωρούμε ότι το S_2 είναι ασθενής ισομορφισμός του S_1 , αν υπάρχει συνάρτηση $h: X \rightarrow Y$, τέτοια ώστε για όλα τα $(x_1, x_2) \in R$ συνεπάγεται $[h(x_1), h(x_2)] \in Q$. Αν επιπλέον ισχύει ότι $(y_1, y_2) \in Q$ συνεπάγεται $[y^{-1}(x_1), y^{-1}(x_2)] \in R$, τότε ο ισομορφισμός καλείται ισχυρός. Το S_2 μαζί με τη συνάρτηση h καλείται μοντέλο του S_1 .

Η σχηματική απεικόνιση ενός ισχυρού και ενός ασθενούς ισομορφισμού δίνεται στην Εικόνα 2-6. Ο τελεστής της συστημικής προσέγγισης (Εικόνα 2-7) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή **αξιοματικών μοντέλων** (postulative approach) ή **ανακαλυπτικών μοντέλων** (discovery approach). Στην πρώτη περίπτωση, ο συστημικός ερευνητής παράγει το μοντέλο βασιζόμενος στο δικό του γνωστικό σύστημα, τη διαίσθησή του και την εν γένει δική του αντίληψη για την ενεργό περιο-

χή. Το αξιωματικό μοντέλο είναι εξαρχής ψηλά στη γνωσιακή κλίμακα. Ένα αξιωματικό μοντέλο μπορεί να είναι περιγραφικό ή εκτελεστικό και κινητοποιεί την παραγωγική μέθοδο επαλήθευσης. Το ανακαλυπτικό μοντέλο είναι προϊόν επαγωγικής διαδικασίας και προέρχεται από τη σταδιακή διαμόρφωση που προκύπτει με την άνοδο της γνωσιακής ιεραρχίας από το στάδιο των αντικειμένων στο στάδιο των σχέσεων.

Μια άλλη κατηγορία μοντέλων είναι τα **περιγραφικά μοντέλα** τα οποία είναι εκτελεστικά και αποτυπώνονται στην εκτελεστική οντολογία που παράγει ή διαμορφώνει μια ενεργός περιοχή. Η δημιουργία περιγραφικών μοντέλων καλείται και **σχεδιασμός συστημάτων** (Systems Design).



Εικόνα 2-7: DCSYM⁶³ διάγραμμα της δομής του τελεστή της συστημικής προσέγγισης

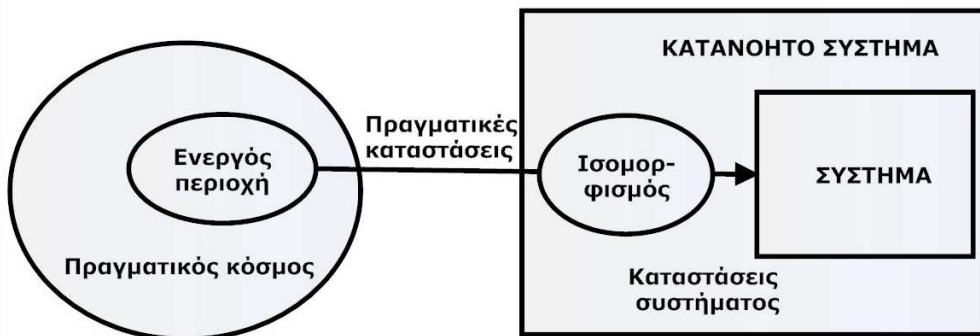
2.13 Συστημική προσέγγιση, πολυπλοκότητα, αβεβαιότητα και πληροφορία

Η πολυπλοκότητα είναι εξίσου σημαντική με την έννοια του συστήματος. Πρόκειται για μια δύστροπη έννοια με πολλές ερμηνείες η οποία παρουσιάζει μια ενδογενή δυσκολία στον ορισμό. Σύμφωνα με τον Casti (1986), η έννοια της πολυπλοκότητας είναι παρόμοια με την έννοια του χρόνου. Όλοι την αντιλαμβανόμαστε, όταν υπάρχει, αλλά αδυνατούμε να την ορίσουμε. Η πολυπλοκότητα δεν αφορά κάποια

⁶³ Βλ. Κεφάλαιο 5.

συγκεκριμένη κατηγορία αντικειμένων, αλλά είναι πρακτικά εφαρμόσιμη σε ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων. Θα σημείωνε κανείς ότι η πολυπλοκότητα αφορά την ποιότητα της αλληλεπίδρασης ενός γνωστικού μηχανισμού και μιας ενεργού περιοχής. Ο Klir (1991) σημειώνει στο σημείο αυτό ότι η πολυπλοκότητα μιας ενεργού περιοχής της πραγματικότητας βρίσκεται στα μάτια του παρατηρητή. Ο Ashby (1956) αναφέρει ότι η πιο λειτουργική περιγραφή της πολυπλοκότητας είναι η κυβερνητική περιγραφή: **Η πολυπλοκότητα είναι ένα μέτρο της ποσότητας πληροφοριών που απαιτείται για την περιγραφή μιας ενεργού περιοχής**⁶⁴.

Δημιουργείται ένα πολύ σημαντικό τετράπτυχο αλληλένδετων εννοιών: **πολυπλοκότητα, αβεβαιότητα, πληροφορία και σύστημα** οι οποίες είναι αλληλεξαρτώμενες και οι οποίες καθορίζουν τον συσχετισμό του συστημικού ερευνητή με την ενεργό περιοχή, έναν συσχετισμό ο οποίος εκφράζεται μέσω της εκάστοτε συστημικής προσέγγισης. Η πολυπλοκότητα σχετίζεται με την αβεβαιότητα, ενώ η αβεβαιότητα είναι στενά συνδεδεμένη με την πληροφορία. Η πληροφορία ορίζεται με βάση το δυναμικό της να μειώνει την αβεβαιότητα και την πολυπλοκότητα. Για να διαχωριστούν οι έννοιες αυτές από αντίστοιχες άλλων επιστημών, η συστημική επιστήμη διατηρεί τους όρους **πολυπλοκότητα βασισμένη στην αβεβαιότητα, πληροφορία βασισμένη στην αβεβαιότητα και αβεβαιότητα βασισμένη στην πληροφορία (Complexity based uncertainty, Information based uncertainty)**.



Εικόνα 2-8: Δημιουργία συστήματος μέσω ισομορφισμού

Η δημιουργία συστημάτων μέσω ισομορφισμών με τις αντίστοιχες ενεργές περιοχές οδηγεί σε μια οντολογική οργάνωση της γνώσης η οποία πραγματοποιείται για συγκεκριμένο σκοπό: πρόβλεψη, ερμηνεία, διάγνωση, περιγραφή, σχεδιασμό, έλεγχο (Εικόνα 2-8). Αν αποκλειστεί η ντετερμινιστική περίπτωση όπου οι προβλέψεις, οι ερμηνείες, οι περιγραφές κλπ. είναι μοναδικές, θα πρέπει να ενσωματωθεί στα μοντέλα η αντίστοιχη αβεβαιότητα είτε πρόκειται για αβεβαιότητα πρόβλεψης, είτε για αβεβαιότητα ερμηνείας, αβεβαιότητα διάγνωσης κλπ.

Στο σημείο αυτό θα κάνουμε μια σύντομη περιγραφή της συστημικής αβεβαιότητας. Θεωρούμε ένα σύστημα S το οποίο έχει μια οντολογία πρόβλεψης O_i η οποία παράγει ένα σύνολο X από αμοιβαία αποκλειόμενα ενδεχόμενα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι σε δεδομένη περίπτωση μόνο ένα από τα ενδεχόμενα επαληθεύεται. Για να εντοπίσουμε το στοιχείο του X το οποίο είναι αληθινό, απαιτείται να αποκτήσουμε σχετική πληροφορία, εκτελώντας για παράδειγμα ένα πείραμα ή προβαίνοντας σε κάποια διαγνωστική ενέργεια. Μια τέτοια ενέργεια θα δημιουργήσει ένα υποσύνολο

⁶⁴ Ο Ashby αναφέρεται σε "vital system", εννοώντας το ίδιο με το "source system" του Klir. Εμείς θα αποφύγουμε τη χρήση της έννοιας «σύστημα», όταν αναφερόμαστε στην ενεργό περιοχή.

$E \subseteq X$ το οποίο θα έχει λιγότερα μέλη, εφόσον κάποια ενδεχόμενα θα αποκλειστούν. Το υποσύνολο E περιέχει τα δυνατά ενδεχόμενα ή δυνατότητες, οι οποίες υποστηρίζονται από τα αποτελέσματα των διαγνωστικών ενεργειών. Ορίζουμε τη χαρακτηριστική συνάρτηση του συνόλου E ως βασική συνάρτηση πιθανότητας:

$$r_E = \begin{cases} 1 & \text{όταν } x \in E \\ 0 & \text{όταν } x \notin E \end{cases} \quad [\text{Σχέση 2-26}]$$

Μπορούμε να ορίσουμε μια συνάρτηση δυνατοτήτων (possibility function) P_{OS_E} , Klir (1991), η οποία ορίζεται στο σύνολο $P(X)$ όλων των υποσυνόλων του X :

$$P_{OS_E}(A) = \max_{x \in A} r_E(x) \quad [\text{Σχέση 2-27}]$$

$$A \in P(X)$$

Η συνάρτηση P_{OS_E} ελέγχει ένα σύνολο A αναφορικά με το αν περιέχει κάποιο δυνατό ενδεχόμενο από αυτά που υπάρχουν στο E . Εάν πράγματι υπάρχει κάποιο τέτοιο ενδεχόμενο, τότε είναι δυνατόν να περιέχει και το αληθινό ενδεχόμενο. Προκύπτει επίσης ότι:

$$P_{OS_E}(A \cup B) = \max \{P_{OS_E}(A), P_{OS_E}(B)\} \quad [\text{Σχέση 2-28}]$$

Με βάση τα παραπάνω, ορίζουμε και μια συνάρτηση αναγκαιότητας (necessity function) ως:

$$Nec_E(A) = 1 - P_{OS_E}(\bar{A}) \quad [\text{Σχέση 2-29}]$$

$$A \in P(X)$$

Με βάση τα παραπάνω, ορίζουμε ένα μέτρο αβεβαιότητας αναφορικά με το πεπερασμένο σύνολο δυνατών ενδεχομένων E :

$$clog_b \sum_{x \in E} r_E(x) \quad [\text{Σχέση 2-30}]$$

$$clog_b |E|$$

όπου $|E|$ είναι ο πληθάρθμος του E και b, c είναι σταθερές με $b \neq 1$.

Υποθέτοντας $|E| = 2$, που αποτελεί την απλούστερη περίπτωση αβεβαιότητας μετά τη βεβαιότητα όπου $|E| = 1$, έχουμε μέτρο αβεβαιότητας:

$$c \log_b 2$$

Ορίζοντας τώρα το παραπάνω μέτρο αβεβαιότητας ως μονάδα, έχουμε:

$$c \log_b 2 = 1$$

από την οποία προκύπτουν $b = 2$ και $c = 1$.

Ορίζουμε τελικά τη συνάρτηση:

$$H(r_E) = \log_2 |E| \quad \text{[Σχέση 2-31]}$$

η οποία καλείται μέτρο του Hartley για το μέγεθος της αβεβαιότητας. Η αβεβαιότητα αυτής της μορφής συνδέεται εμφανώς με το ακαθόριστο. Αυτή η μορφή αβεβαιότητας η οποία είναι σημαντική για τη Συστημική επιστήμη καλείται **ακαθοριστία (nonspecificity)**. Βασικές ιδιότητες του μέτρου ακαθοριστίας του Hartley είναι:

$$H(1) = 0$$

$$H(2) = 1$$

$$0 \leq H(E) \leq \log_2 |X| \quad \forall E \in P(X)$$

Ορίζουμε, επίσης, την κανονικοποιημένη συνάρτηση Hartley:

$$NH(E) = \frac{H(E)}{\log_2 |X|} \quad \text{[Σχέση 2-32]}$$

η οποία παίρνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$. Προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα το μέτρο ακαθοριστίας και, μέσω αυτού, τη σημασία της στη συστημική προσέγγιση, επεκτείνουμε τους συλλογισμούς μας:

Υποθέτουμε ότι μετά από κάποια διάγνωση διαθέτουμε το σύνολο δυνατοτήτων E . Υποθέτουμε ότι ύστερα από μια δευτέρα διάγνωση το σύνολο δυνατοτήτων γίνεται $E' \subset E$. Ορίζουμε ως ποσότητα πληροφοριών η οποία προήλθε μετά από δράση τη συνάρτηση $I_H(E, E')$ ως εξής:

$$I_H(E, E') = H(E) - H(E') = \log_2 \frac{|E|}{|E'|} \quad \text{[Σχέση 2-33]}$$

Όταν η δράση πάνω στο σύστημα απαλείφει όλα τα ενδεχόμενα εκτός από ένα, αποκτούμε δηλαδή απόλυτη βεβαιότητα, εξαλείφοντας την ακαθοριστία, έχουμε:

$$I_H(E, E') = H(E) - H(E') = \log_2 \frac{|E|}{1} = \log_2 |E| \quad \text{[Σχέση 2-34]}$$

Με άλλα λόγια η ακαθοριστία ταυτίζεται με το μέγεθος των πληροφοριών που απαιτούνται για την απαλοιφή όλων των ενδεχομένων πλην ενός.

Θεωρούμε τώρα δύο σύνολα ενδεχομένων X και Y και μια σχέση μεταξύ τους $R \subseteq X \times Y$. Θεωρούμε την προβολή του R στα X και Y :

$$R_X = \{x \in X | (x, y) \in R \exists y \in Y\}$$

$$R_Y = \{y \in Y | (x, y) \in R \exists x \in X\}$$

Ορίζουμε τρία μέτρα ακαθοριστίας $H(R_X), H(R_Y), H(R)$, όπου:

$$H(R_X) = \log_2 |R_X|$$

$$H(R_Y) = \log_2 |R_Y|$$

$$H(R) = \log_2 |R|$$

Ορίζονται τα σύνθετα μέτρα Hartley:

$$H(R_X | R_Y) = \log_2 \frac{|R|}{|R_Y|} \quad \text{[Σχέση 2-35]}$$

$$H(R_Y | R_X) = \log_2 \frac{|R|}{|R_X|} \quad \text{[Σχέση 2-36]}$$

Θεωρούμε μία ενέργεια η οποία παράγει περιορισμένα σύνολα $R'_Y \subseteq R_Y$ και $R'_X \subseteq R_X$. Τα μέτρα Hartley γίνονται:

$$H(R_X | R'_Y) = \log_2 \frac{|R|}{|R'_Y|} \quad \text{[Σχέση 2-37]}$$

$$H(R_Y | R'_X) = \log_2 \frac{|R|}{|R'_X|} \quad \text{[Σχέση 2-38]}$$

Κάνοντας τις αντικαταστάσεις:

$$H(X) = H(R_X)$$

$$H(Y) = H(R_Y)$$

$$H(X \times Y) = H(R)$$

$$H(X|Y) = H(R_X | R_Y)$$

$$H(Y|X) = H(R_Y | R_X)$$

Οι σχέσεις μεταξύ των παραπάνω μέτρων είναι γενικές και ισχύουν ανεξάρτητα από την ειδικότερη μορφή και ορισμό της αβεβαιότητας:

$$H(X|Y) = H(X \times Y) - H(Y)$$

$$H(Y|X) = H(X \times Y) - H(X)$$

Ορίζεται λοιπόν η γενική συνάρτηση:

$$T_H(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X \times Y)$$

[Σχέση 2-39]

η οποία αναφέρεται ως μετάδοση πληροφορίας και είναι ένα μέτρο της δύναμης της συσχέτισης μεταξύ ενδεχομένων του X και Y . Αν $T_H(X, Y) = 0$, τότε δεν υπάρχει συσχέτισμός και αλληλεπίδραση. Στην αντίθετη περίπτωση, $T_H(X, Y) > 0$. Χωρίς να παραβλέψουμε τις διαφορές στην πολυπλοκότητα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων είτε αναφέρονται στην ίδια είτε σε διαφορετικές ενεργές περιοχές, διαπιστώνουμε την ύπαρξη δυο γενικών αρχών:

A) Η πολυπλοκότητα ενός συστήματος είναι ανάλογη της ποσότητας πληροφοριών που απαιτείται για την περιγραφή του συστήματος. Στην πολυπλοκότητα συμβάλλουν οι μεταβλητές, οι καταστάσεις, τα αντικείμενα και η ποικιλομορφία των σχέσεων μεταξύ τους. Η πολυπλοκότητα, όταν μετράται με αυτόν τον τρόπο, καλείται **περιγραφική πολυπλοκότητα**. Η περιγραφική πολυπλοκότητα μπορεί να αποδοθεί ως το μέγεθος της μικρότερης περιγραφής του συστήματος σε μια δεδομένη γλώσσα ή εναλλακτικά το μέγεθος του μικρότερου προγράμματος που μπορεί να προσομοιώσει το σύστημα με τη χρήση δεδομένης γλώσσας σε δεδομένο H/Y .

B) Η πολυπλοκότητα είναι ανάλογη της ποσότητας πληροφοριών που απαιτείται για τη διαλεύκανση οποιασδήποτε αβεβαιότητας αναφορικά με το εμπλεκόμενο σύστημα σε επίπεδο περιγραφής, μελλοντικής ή παρελθοντικής πρόβλεψης. Μέσω της αρχής αυτής, η πολυπλοκότητα συνδέεται με το μέτρο της *αβεβαιότητας*. Η αβεβαιότητα είναι ενδογενής ιδιότητα κάθε μη ντετερμινιστικού συστήματος. Μελετήθηκε, όπως είδαμε, από τον Hartley (1928) ο οποίος και δημιούργησε μια κατηγορία συναρτήσεων $I(A) = K \log_b |A|$ με σκοπό τη μέτρηση της ποσότητας πληροφορίας που απαιτείται για την επίλυση της αβεβαιότητας η οποία προκύπτει, όταν $|A|$ στοιχεία είναι ακόμη αχαρακτήριστα. Το $|A|$ είναι ο πληθάρθμος του πεπερασμένου συνόλου A . Τα $K > 0$, $b > 1$ καθορίζουν τη μονάδα μέτρησης της αβεβαιότητας. Μια βασική μονάδα μέτρησης της αβεβαιότητας είναι το **bit** και αντιστοιχεί στη συνάρτηση:

$$I(A) = \log_2 |A|$$

[Σχέση 2-40]

όπου $K=1$ και $b=2$.

Ένας εναλλακτικός τρόπος φορμαλισμού της αβεβαιότητας είναι με βάση τη Θεωρία των Πιθανοτήτων. Όπως κάναμε με τη Θεωρία των Δυνατοτήτων και της Ακαθοριστίας, ορίζουμε ένα σύνολο X από αμοιβαία αποκλειόμενα ενδεχόμενα. Σε ένα τέτοιο σύνολο ορίζουμε μια συνάρτηση:

$$p: X \rightarrow [0,1]$$

[Σχέση 2-41]

$$\sum_{x \in X} p(x) = 1$$

Η συνάρτηση p καλείται **συνάρτηση κατανομής πιθανοτήτων** και λειτουργεί ως εξής: για κάθε ενδεχόμενο $x \in X$, $p(x)$ είναι το μέτρο σχετικά με την αλήθεια του x βάσει των ενδείξεων. Το X καλείται τυχαία μεταβλητή και τα $x \in X$ αποτελούν τις

καταστάσεις της μεταβλητής. Ορίζουμε ως μέτρο πιθανότητας για το $A \in P(X)$ το μέτρο:

$$Pro(A) = \sum_{x \in A} p(x)$$

[Σχέση 2-42]

Στη γλώσσα των πιθανοτήτων το A καλείται γεγονός. Για δύο ασύνδετα γεγονότα ισχύει:

$$Pro(A \cup B) = Pro(A) + Pro(B)$$

[Σχέση 2-43]

Με δεδομένη την κατανομή πιθανοτήτων p στο X , σε κάθε συνάρτηση f στο X έχουμε:

$$a(f, p) = \sum_{x \in X} f(x)p(x)$$

[Σχέση 2-44]

Η παραπάνω συνάρτηση δίνει την αναμενόμενη τιμή του f .

Ο Shannon (1948) πρώτος διατύπωσε την ερώτηση σχετικά με τη μέτρηση της αβεβαιότητας σε δεδομένα εκφρασμένα με τη Θεωρία Πιθανοτήτων. Κατέληξε στο μέτρο:

$$H(p(x)|x \in X) = -c \sum_{x \in X} p(x) \log_b p(x)$$

[Σχέση 2-45]

το οποίο αναφέρεται σε μια κατανομή πιθανοτήτων $p(x)$ σε σύνολο ενδεχομένων $x \in X$.

Με κατάλληλη επιλογή των σταθερών έχουμε:

$$H(p(x)|x \in X) = - \sum_{x \in X} p(x) \log_2 p(x)$$

[Σχέση 2-46]

Η συνάρτηση $S(p(x)|x \in X)$ καλείται **μέτρο αβεβαιότητας του Shannon** ή διαφορετικά **εντροπία Shannon**. Η συνάρτηση εντροπίας του Shannon είναι πολύ σημαντική για τη συστημική ανάλυση και για τον λόγο αυτόν θα δώσουμε περισσότερη έμφαση. Ξαναγράφοντας την τελευταία σχέση ως εξής:

$$H(p) = \sum_{x \in X} p(x) \log_2 [1 - \sum_{y \neq x} p(y)]$$

[Σχέση 2-47]

απομονώνουμε τον όρο:

$$Con(x) = - \sum_{y \neq x} p(y)$$

[Σχέση 2-48]

Η συνάρτηση αυτή περιλαμβάνει το σύνολο των αποδείξεων που αντιτίθενται στην κατάσταση x που βρίσκεται υπό εστίαση. Εμφανώς $Con(x) \in [0,1] \forall x \in X$.

Η συνάρτηση:

$$-\log_2[1 - Con(x)]$$

είναι μονότονη και αυξάνεται με την αύξηση του $Con(x)$. Προκύπτει, λοιπόν, ότι η εντροπία Shannon είναι η αναμενόμενη τιμή της «**σύγκρουσης**» μεταξύ αποδεικτικών ενδείξεων που εκφράζονται μέσω δοσμένης κατανομής πιθανοτήτων p . Με άλλα λόγια, αν έχουμε πολλές ενδείξεις που δίνουν μικρές πιθανότητες στα ενδεχόμενα $x \in X$ θα έχουμε μεγάλη εντροπία. Αν τώρα μερικά $x \in X$ συγκεντρώνουν όλες τις ενδείξεις, τότε η εντροπία μειώνεται. Αν ένα $x \in X$ συγκεντρώνει όλες τις ενδείξεις, τότε η εντροπία μηδενίζεται. Συγκεκριμένα, για τη συνάρτηση S ισχύει:

$$s: (0,1] \rightarrow [0, \infty)$$

Για παράδειγμα, θεωρούμε μια κατανομή πιθανοτήτων που σε κάποιο $x \in X$ $p(x) = 0.9999$. Η αβεβαιότητα πραγματοποίησης του x είναι πάρα πολύ μεγάλη, οπότε και η παρατήρηση ότι το x πραγματοποιήθηκε περιέχει πολύ μικρή πληροφορία, ενώ οι εναπομείνουσες δυνατότητες είναι πολύ λίγες. Θεωρούμε τώρα ότι για κάποιο $x \in X$ $p(x) = 0.0001$. Η βεβαιότητα πραγματοποίησης του x είναι πολύ μικρή, ενώ η αβεβαιότητα είναι πάρα πολύ μεγάλη. Η εμφάνιση του x περιέχει πολύ μεγάλη ποσότητα πληροφορίας, ενώ οι εναπομείνουσες δυνατότητες είναι πάρα πολλές.

Η εντροπία Shannon έχει σημαντική εφαρμογή σε τρεις βασικές περιπτώσεις στη συσχέτιση δύο συνόλων X και Y . Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να ορίσουμε:

1. Τις απλές εντροπίες των συνόλων:

$$H(X) = H(p(x)|x \in X) = - \sum_{x \in X} p(x) \log_2 p(x)$$

[Σχέση 2-49]

$$H(Y) = H(p(y)|y \in Y) = - \sum_{y \in Y} p(y) \log_2 p(y)$$

[Σχέση 2-50]

2. Μια συζευγμένη εντροπία βασισμένη στη συζευγμένη κατανομή πιθανοτήτων $p(x, y)$ στο $X \times Y$.

$$H(X, Y) = - \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log_2 p(x, y)$$

[Σχέση 2-51]

3. Δύο εξαρτημένες εντροπίες:

$$H(X|Y) = - \sum_{y \in Y} p(y) \sum_{x \in X} p(x|y) \log_2 p(x|y)$$

[Σχέση 2-52]

$$H(Y|X) = - \sum_{x \in X} p(x) \sum_{y \in Y} p(y|x) \log_2 p(y|x)$$

[Σχέση 2-53]

Η συνάρτηση:

$$T(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$$

[Σχέση 2-54]

χρησιμοποιείται για να δηλώσει τη δύναμη της σχέσης μεταξύ στοιχείων των συνόλων X και Y . Η συνάρτηση αυτή καλείται **μετάδοση πληροφοριών**.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, η πολυπλοκότητα συνδέει τα συστήματα με την έννοια της πληροφορίας ως εξής:

Η **περιγραφική πολυπλοκότητα** συνδέεται με την πληροφορία που απαιτείται για την περιγραφή ενός συστήματος.

Η **πολυπλοκότητα βασισμένη στην αβεβαιότητα** συνδέεται με την πληροφορία που απαιτείται για την επίλυση της ενδογενούς αβεβαιότητας του συστήματος.

Οι δύο βασικές μορφές πολυπλοκότητας, όπως επίσης και οι σχετιζόμενες πληροφορίες, έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ τους. Όταν επιθυμούμε να μειώσουμε τη μία, η άλλη είτε αυξάνεται είτε στην καλύτερη περίπτωση παραμένει σταθερή. Η ρύθμιση μεταξύ τους είναι από τα θεμελιώδη ζητήματα της συστημικής ανάλυσης. Σε περιπτώσεις που απαιτείται απλοποίηση, μείωση δηλαδή της πολυπλοκότητας των συστημάτων, αναπόφευκτα αυξάνει η αβεβαιότητα και αντίστροφα. Αν επιθυμούμε μείωση της αβεβαιότητας, θα πρέπει να αυξήσουμε την περιγραφική πολυπλοκότητα των συστημάτων. Ο συστημικός ερευνητής αποφασίζει το ταίριασμα των δύο πολυπλοκοτήτων (Εικόνα 2-9). Η ρύθμιση των δύο πολυπλοκοτήτων αποτελεί και μέτρο της ποιότητας των μοντέλων των συστημάτων. Για παράδειγμα, αν κάποιος ισχυριστεί ότι έχει δημιουργήσει ένα απλό μοντέλο με πολύ καλή προβλεπτικότητα, πιθανώς να έχει χάσει τον ισομορφισμό με το αρχέγονο σύστημα (ενεργός περιοχή). Γενικά η τάση σχετικά με τη δημιουργία μοντέλων είναι:

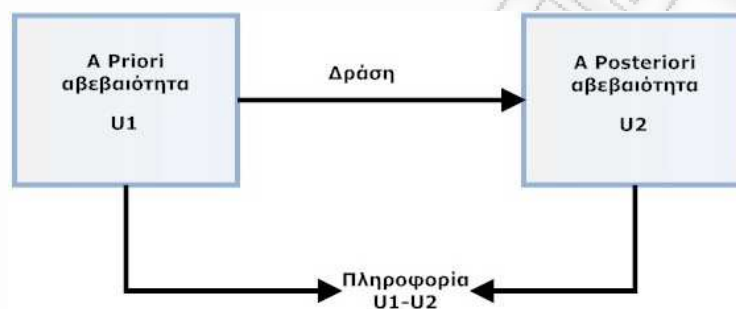
- A) Ο ισχυρότερος δυνατός ισομορφισμός με τα αρχέγονα συστήματα, ώστε τα μοντέλα να θεωρούνται έγκυρα
- B) Η χαμηλότερη δυνατή περιγραφική πολυπλοκότητα, η οποία όμως δεν παραβιάζει την προηγούμενη συνθήκη, δεν καθιστά το μοντέλο μη έγκυρο
- Γ) Η χαμηλότερη δυνατή αβεβαιότητα με τη δεδομένη περιγραφική πολυπλοκότητα.

Τη συστημική ανάλυση ενδιαφέρει ιδιαίτερα μια τρίτη μορφή πολυπλοκότητας, η **υπολογιστική πολυπλοκότητα** η οποία αφορά τις χρονικές και χωρικές απαιτήσεις για την επίλυση ενός προβλήματος με τη χρήση ενός συγκεκριμένου αλγορίθμου.

μου. Η υπολογιστική πολυπλοκότητα συλλαμβάνει το μέγεθος του προβλήματος ή του αρχέγονου συστήματος.

Για να κατανοήσουμε το πρόβλημα του υπολογισμού, θα εισαγάγουμε το υπολογιστικό όριο του Bremermann. Ο Bremermann το 1962 όρισε ότι κανένα σύστημα επεξεργασίας δεδομένων έμβιο ή μηχανικό δεν μπορεί να επεξεργαστεί περισσότερα από $2 \times \frac{10^{47} \text{ bits}}{s} \cdot gr$.

Αν υποθέσουμε ένα υπολογιστή στο μέγεθος της γης με χρονικά όρια την ηλικία της γης, τότε η υπολογιστική του ισχύς θα είναι 10^{93} .



Εικόνα 2-9: Η πληροφορία ως μείωση της αβεβαιότητας

Ένα πρόβλημα ή ένα σύστημα που περνά το παραπάνω φράγμα καλείται **υπερυπολογιστικό** (transcomputational). Για παράδειγμα, η ανάλυση μιας τάξης με 25 μαθητές και 100 καταστάσεις ανά μαθητή είναι υπερυπολογιστικό πρόβλημα όσον αφορά την περιγραφική πολυπλοκότητα. Ο Bremermann αναφέρει ότι τα πολύπλοκα συστημικά προβλήματα δεν δύνανται να προσεγγισθούν υπολογιστικά. Απαιτούνται έξυπνοι τρόποι απλοποίησης, προκειμένου να εξασθενήσει η πολυπλοκότητα. Ο Ashby αναφέρει αυτούς τους μηχανισμούς ως εξασθενητές ποικιλομορφίας. Ο Klir αναφέρει ότι ένα υπερυπολογιστικό πρόβλημα δεν λύνεται παρά μόνο κατόπιν τροποποίησης. Η πλέον κοινή τροποποίηση είναι η μείωση των απαιτήσεών μας. Αντί να επιθυμούμε την πλήρη λύση, μπορούμε να απαιτούμε προσεγγιστική λύση. Αντί να απαιτούμε το τέλειο μοντέλο, μπορούμε να αναζητούμε ένα λιγότερο τέλειο, αλλά επαρκές μοντέλο το οποίο θα είναι πολύ κάτω από το υπολογιστικό άνω όριο.

Η πολυπλοκότητα σε ορισμένες περιπτώσεις είναι επιθυμητή. Για παράδειγμα, η ανάδυσση συμπεριφορών και μορφών, η αυτοαναπαραγωγή, η εξέλιξη και η μάθηση είναι διαδικασίες οι οποίες απαιτούν υψηλή πολυπλοκότητα. Στις περιπτώσεις αυτές ενισχύουμε την πολυπλοκότητα με μηχανισμούς οι οποίοι καλούνται **ενισχυτές πολυπλοκότητας** (Ashby, 1958). Η Κυβερνητική είναι ο κατεξοχήν κλάδος της Συστημικής που ασχολείται με τη **ρύθμιση της πολυπλοκότητας σε ένα σύστημα**. Για παράδειγμα, σε μια σχολική τάξη η πτώση της πολυπλοκότητας μειώνει τις εν δυνάμει μαθησιακές και γνωσιακές καταστάσεις επηρεάζοντας σε πρώτη φάση τη μάθηση των αδυνάτων μαθητών. Η αύξηση της πολυπλοκότητας πέρα από κάποιο όριο εγείρει θέματα διαχείρισης, μιας και μπορεί να οδηγήσει τη σχολική τάξη εκτός

ελέγχου. **Ο εκπαιδευτικός είναι ο τελικός ρυθμιστής σχετικά με την ποσότητα πολυπλοκότητας που θα εισέλθει στην τάξη του.**

Στις περιπτώσεις που πρέπει να μειωθεί η πολυπλοκότητα, μια διαδικασία που δείχνει να είναι κυρίαρχη στη Συστημική επιστήμη, θα πρέπει να σχεδιαστούν οι κατάλληλοι εξασθενητές πολυπλοκότητας, ώστε να βρίσκεται το σύστημα - μοντέλο ή το πρόβλημα μέσα στα υπολογιστικά όρια που έχουν τεθεί. Χαρακτηριστικά ο Weinberg (1972) ορίζει τη Συστημική Επιστήμη ως **την επιστήμη της απλοποίησης** και θεωρεί ότι ο συστημικός ερευνητής είναι αυτός ο οποίος θα δοκιμάσει, θα επιλέξει ή θα ανακαλύψει τεχνικές απλοποίησης. Ο Ashby (1964), προχωρώντας ακόμη περισσότερο, ορίζει τον συστημικό ερευνητή ως τον άνθρωπο ο οποίος επιχειρεί με περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους να αντιμετωπίσει διαδικασίες και προβλήματα που ξεπερνούν το υπολογιστικό όριο της Συστημικής επιστήμης. Ο συστημικός ερευνητής θα πρέπει να είναι ειδήμων στις τεχνικές απλοποίησης. Ο Weaver (1948) χαρακτήριζε την παραπάνω διαδικασία ως **οργανωμένη πολυπλοκότητα**. Σημαντικοί εξασθενητές πολυπλοκότητας είναι:

Η απόρριψη μεταβλητών. Η απόρριψη μεταβλητών κατεβάζει την περιγραφική πολυπλοκότητα αλλά αυξάνει την πολυπλοκότητα της αβεβαιότητας. Αν επιθυμούμε να μειώσουμε την πολυπλοκότητα της αβεβαιότητας, θα πρέπει να αυξήσουμε τον αριθμό των μεταβλητών και παράλληλα την περιγραφική πολυπλοκότητα.

Ομαδοποίηση ή κβάντωση των μεταβλητών. Με την κβάντωση των μεταβλητών κατεβαίνει η περιγραφική πολυπλοκότητα και αυξάνει η πολυπλοκότητα της αβεβαιότητας.

Η διάσπαση του συστήματος σε δύο ή περισσότερα υποσυστήματα. Η διάσπαση σε υποσυστήματα είναι από τις πιο σημαντικές τεχνικές μείωσης της περιγραφικής πολυπλοκότητας. Αποδεικνύεται ότι η κατάλληλη διάσπαση του συστήματος σε υποσυστήματα αυξάνει μεν την αβεβαιότητα, αλλά συνήθως λιγότερο από κάποιες άλλες τεχνικές. Η κατάλληλη επιλογή των υποσυστημάτων μπορεί να διατηρήσει σταθερή την ενδογενή αβεβαιότητα, μειώνοντας όμως την περιγραφική πολυπλοκότητα. Η μοντελοποίηση των ενεργών περιοχών της πραγματικότητας ως δομημένων συστημάτων αποδεικνύεται ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος διευθέτησης της πολυπλοκότητας. Τα δομημένα συστήματα οργανώνονται ιεραρχικά: κάθε σύστημα απαρτίζεται από ένα δίκτυο αλληλένδετων υποσυστημάτων, μια διαδικασία δόμησης που είναι επαναληπτική για διάφορα επίπεδα οργάνωσης. Είναι αναμφισβήτητη η σημασία των ιεραρχικών συστημάτων σε όλα τα επίπεδα της ανθρώπινης δραστηριότητας (Φυσικές Επιστήμες, τέχνη, κατασκευές, διοίκηση κλπ). Η τάση μας να αντιλαμβανόμαστε τα συστήματα ιεραρχικά έχει βαθιές οντολογικές και επιστημολογικές - γνωσιολογικές βάσεις, αντανakλώντας τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκε το ανθρώπινο μυαλό στην προσπάθεια αντιμετώπισης της πολυπλοκότητας. Ο Simon (1962) σημειώνει ότι σε γνωστικό επίπεδο η πολυπλοκότητα συνάδει με την ιεραρχική δόμηση. Συστήματα τα οποία είναι πολύπλοκα χωρίς να είναι ιεραρχικά πιθανόν να διαφεύγουν το γνωστικό μας σύστημα.

2.14 Συστημική προσέγγιση σε στοχοθετικά συστήματα

Τα στοχοθετικά συστήματα είναι αντικείμενο της Κυβερνητικής, όπως θα δούμε αναλυτικά στο δεύτερο κεφάλαιο. Η κλάση των στοχοθετικών συστημάτων περιλαμβάνει συστήματα και διαδικασίες όπως: **ρύθμιση, έλεγχος, αυτοοργάνωση, μά-**

θηση, αυτοποίηση, αυτοαναπαραγωγή, αυτοδιόρθωση, προσαρμογή και εξέλιξη. Οι πιο σημαντικές έννοιες οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την προσέγγιση τέτοιων συστημάτων και τον σχεδιασμό του αντίστοιχου τελεστή είναι η έννοια του **στόχου** και η έννοια της **απόδοσης**. Η έννοια του στόχου, αν και είναι διαισθητική, είναι γενικά μια δύσκολη έννοια και κατά τη γνώμη μας αποδίδεται πολύ αποτελεσματικά από τον Klir (1991): **ο στόχος ενός συστήματος υπάρχει στα μάτια του γνωστικού φορέα (πράκτορα) του συστήματος.** Ο γνωστικός φορέας μπορεί να είναι ένας παρατηρητής, ένας ερευνητής, ένας χρήστης ή ο σχεδιαστής του συστήματος. Ο στόχος είναι κάποιο πρότυπο - προσχέδιο περιορισμών της συστημικότητας ενός συστήματος τους οποίους ο γνωστικός φορέας θεωρεί αναγκαίους υπό τις υπάρχουσες συνθήκες. Παραδείγματα στόχων είναι:

A) Σημειακή ρύθμιση (point regulation). Διατήρηση της εξόδου ενός συστήματος μέσα σε μια περιορισμένη περιοχή τιμών.

B) Ρύθμιση διαδρομής (path regulation). Περιορισμός των μεταβάσεων σε ομάδα επιθυμητών καταστάσεων στον χώρο των φάσεων του συστήματος.

Γ) Αυτοδιόρθωση (self correction). Διατήρηση σταθερής συμπεριφοράς, ακόμη και μετά από εσωτερικές αλλοιώσεις (βλάβες) του συστήματος.

Δ) Αυτοοργάνωση (self organisation). Η ανάπτυξη νέων λειτουργικών εσωτερικών διασυνδέσεων χωρίς κάποια εξωτερική παρέμβαση.

Απόδοση ενός συστήματος αναφορικά με έναν στόχο ονομάζουμε το μέτρο της γειννίας των πραγματικών με τις επιθυμητές ιδιότητες της συστημικότητας, όπως απαιτούνται από τον συγκεκριμένο στόχο. Η απόδοση ενός συστήματος εκφράζεται μέσω μια **συνάρτησης απόδοσης**. Τα συστήματα τα οποία έχουν την ικανότητα να εμφανίζουν προσήλωση σε κάποιον στόχο διαθέτουν κάποιες ιδιότητες οι οποίες χαρακτηρίζονται ως **στοχοερευνητικές** (goalseeking). Τέτοιες ιδιότητες είναι η προσθήκη πρόσθετων μεταβλητών ή επιπλέον καταστάσεων ή τρόπων σύζευξης ή καναλιών επικοινωνίας μεταξύ των υποσυστημάτων. Ένα στοχοερευνητικό σύστημα μοντελοποιείται με δύο υποσυστήματα A και B. Το A υποσύστημα εφαρμόζει τον στόχο και το B υποσύστημα αναζητά τον στόχο. Το στοχοερευνητικό σύστημα είναι ένα σύστημα που γεννά καταστάσεις για τη στοχοερευνητική μεταβλητή. Οι καταστάσεις αυτές «καθοδηγούν» το υποσύστημα εφαρμογής προς τον επιθυμητό στόχο. Ένας βασικός ρόλος του συστημικού ερευνητή κατά τη διάρκεια της συστημικής προσέγγισης είναι να ανακαλύψει και να διαχωρίσει τις στοχοερευνητικές μεταβλητές ενός συστήματος.

2.15 Μορφές στοχοθετικών συστημάτων

Ένα στοχοθετικό σύστημα έχει τη βασική δομή της Εικόνας 2-10. Διακρίνουμε:

Υποσύστημα A: Πρόκειται για το υποσύστημα το οποίο θα δράσει, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος

Υποσύστημα B: Πρόκειται για το υποσύστημα το οποίο θα καθορίσει τον στόχο

Μεταβλητή Z: Πρόκειται για τη μεταβλητή η οποία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο το υποσύστημα B επηρεάζει το υποσύστημα A

Μεταβλητή X: Η μεταβλητή αυτή καθορίζει την είσοδο του συστήματος από το περιβάλλον

Μεταβλητή Ψ: Η μεταβλητή αυτή καθορίζει την έξοδο του συστήματος προς το περιβάλλον.

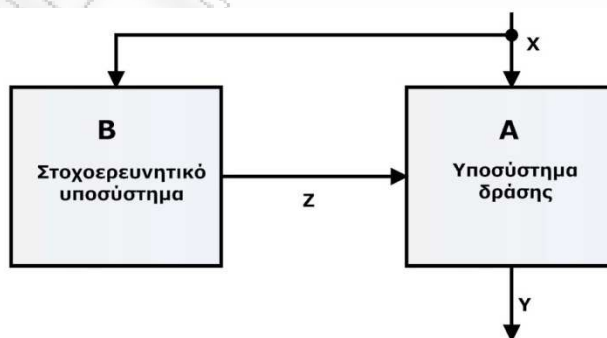
Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αλληλοσυσχετίζονται τα παραπάνω στοιχεία, ο Klir (1991) διακρίνει τέσσερις βασικές μορφές στοχοθετικών συστημάτων:

A) Τα απλό στοχοθετικό σύστημα (Εικόνα 2-10). Στο σύστημα αυτό, το υποσύστημα B παράγει καταστάσεις, χωρίς να δέχεται καμία είσοδο. Όλες οι καταστάσεις παράγονται από κάποιο προεγκατεστημένο πρόγραμμα στο υποσύστημα B. Ένας εκπαιδευτικός ο οποίος υλοποιεί το Αναλυτικό Πρόγραμμα χωρίς άλλες επιδράσεις και επιρροές αποτελεί ένα τέτοιο σύστημα. Ένα σύστημα μάθησης το οποίο απλά εκτελεί κάποιες προκαθορισμένες ενέργειες αποτελεί ένα απλό στοχοθετικό σύστημα.



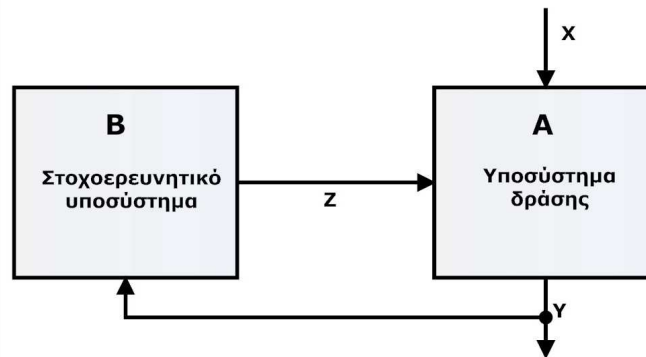
Εικόνα 2-10: Στοχοθετικό σύστημα χωρίς πληροφόρηση (Klir, 1991)

B) Στοχοθετικό σύστημα με πρόδραση (Εικόνα 2-11). Στο σύστημα αυτό, το υποσύστημα B παράγει τις καταστάσεις, έχοντας είσοδο από το περιβάλλον και χωρίς ανάδραση. Τέτοια συστήματα λειτουργούν καλά, όταν το περιβάλλον είναι ντετερμινιστικό και προβλέψιμο.



Εικόνα 2-11: Στοχοθετικό σύστημα με πρόδραση (Klir, 1991)

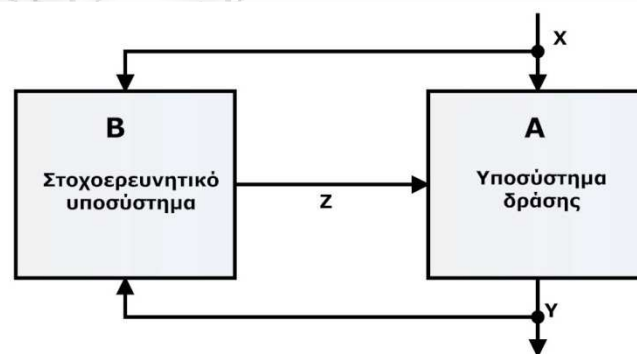
Γ) Στοχοθετικό σύστημα με ανάδραση (Εικόνα 2-12). Στο σύστημα αυτό, το υποσύστημα Β παράγει τις καταστάσεις, έχοντας είσοδο από την έξοδο του συστήματος. Τέτοια συστήματα λειτουργούν σωστά σε καταστάσεις αβεβαιότητας.



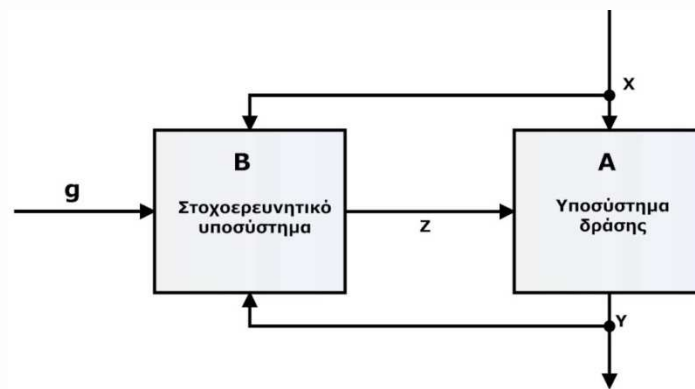
Εικόνα 2-12: Στοχοθετικό σύστημα με ανάδραση (Klir, 1991)

Πρέπει να επισημανθεί στο σημείο αυτό ότι ο τρόπος λειτουργίας ενός συστήματος καθορίζεται από το γνωστικό μοντέλο το οποίο κατέχουμε για το σύστημα. Ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί με ανάδραση είναι δυνατόν να μετατραπεί σε σύστημα με πρόδραση, εφόσον το μοντέλο τελειοποιηθεί. Για παράδειγμα, σε μια απόλυτα ντετερμινιστική γραμμή παραγωγής δεν υπάρχει ανάγκη ανατροφοδότησης με τη χρήση του ποιοτικού ελέγχου.

Δ) Πλήρες στοχοθετικό σύστημα (Εικόνα 2-13). Στο σύστημα αυτό, το υποσύστημα Β παράγει τις καταστάσεις, διαθέτοντας κατάλληλους μηχανισμούς για πρόδραση και ανάδραση. Ένα τέτοιο σύστημα συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της πρόδρασης και της ανάδρασης. Σε τέτοια συστήματα η συμπεριφορά παράγεται με συνδυασμό της πρόβλεψης και της διόρθωσης. Σε μια μαθησιακή κατάσταση ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να κάνει μια πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο θα λειτουργήσει η μαθησιακή του συζήτηση, αλλά εφόσον δεν είναι σε θέση να εξαλείψει την ποικιλομορφία της μαθησιακής συζήτησης θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλους μηχανισμούς ανατροφοδότησης. Στην ιδανική (από πλευράς αβεβαιότητας) περίπτωση όπου μηδενίζεται η ποικιλομορφία, η ανάδραση καταργείται.



Εικόνα 2-13: Στοχοθετικό σύστημα με πρόδραση και ανάδραση (Klir, 1991)

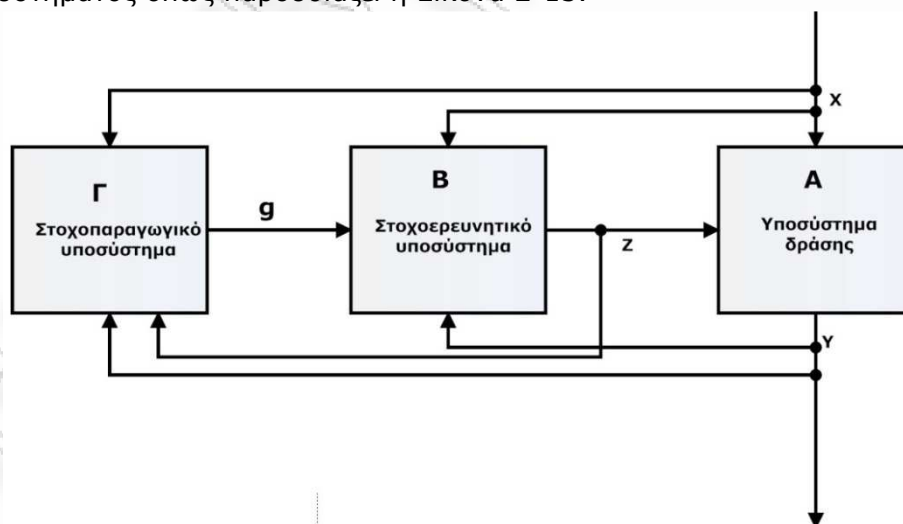


Εικόνα 2-14: Πολυστοχοθετικό προσαρμοστικό σύστημα (Klir, 1991)

2.16 Μορφές προσαρμοστικών συστημάτων

Τα στοχοθετικά συστήματα λειτουργούν αποτελεσματικά για καλά καθορισμένους στόχους. Εφόσον απαιτείται η απόδοση ενός συστήματος κάτω από ποικίλες και ευμετάβλητες καταστάσεις, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια βασική τροποποίηση του αρχικού προτύπου. Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία ενός πολυστοχοθετικού συστήματος (Εικόνα 2-14). Παρατηρούμε τώρα ότι ο στοχοερευνητικός μηχανισμός ο οποίος παράγει τις συμπεριφορές θα πρέπει να δέχεται τροποποίηση των στόχων από μηχανισμό ο οποίος είναι έξω από αυτόν. Η περίπτωση του μαθητή ο οποίος θα πρέπει να τροποποιήσει τη στρατηγική του δεχόμενος εξωτερικές στοχοθεσίες αποτελεί μια περίπτωση τέτοιου συστήματος. Το σύστημα του μαθητή ως μαθησιακής οντότητας είναι προσαρμοστικό, αλλά δεν είναι αυτόνομο.

Η αυτόνομηση ενός συστήματος σημαίνει ενσωμάτωση σε αυτό ενός στοχοπαραγωγικού συστήματος όπως παρουσιάζει η Εικόνα 2-15.



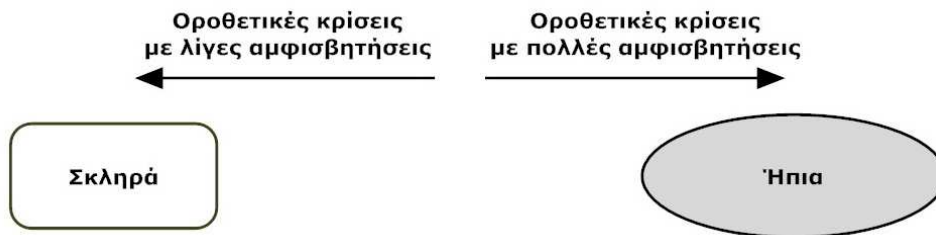
Εικόνα 2-15: Αυτόνομο προσαρμοστικό σύστημα (Klir, 1991)

Σε ένα αυτόνομο σύστημα λειτουργεί το στοχοπαραγωγικό σύστημα το οποίο αναφέρεται και ως ευφυΐα του συστήματος.

2.17 Οροθετικές κρίσεις

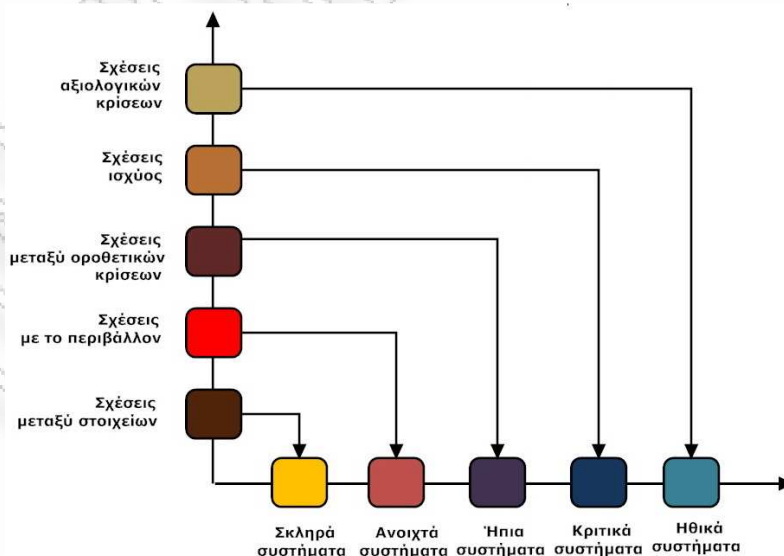
Οι οροθετικές κρίσεις που απαιτούνται για να καθορισθεί η ενεργός περιοχή με στόχο την ερμηνεία, τον σχεδιασμό ή την παρέμβαση είναι το πρώτο και σημαντικότερο στάδιο της συστημικής προσέγγισης.

Ανάλογα με το είδος των συστημάτων, οι οροθετικές κρίσεις διαφέρουν: στα σκληρά συστήματα, τα οποία έχουν προκαθορισμένα μη αμφισβητήσιμα όρια, οι οροθετικές κρίσεις είναι γενικά εύκολες, ενώ στα ήπια συστήματα οι οροθετικές κρίσεις είναι γενικά προϊόν συμφωνίας (Εικόνα 2-16).



Εικόνα 2-16: Σκληρά και ήπια συστήματα ανάλογα με τις οροθετικές κρίσεις

Γενικεύοντας τη διαφοροποίηση σκληρών – ηπίων συστημάτων (Εικόνα 2-17), θα λέγαμε ότι τα συστήματα, ανεξάρτητα από τη φύση τους, υπόκεινται σε οροθετικές κρίσεις οι οποίες, ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να προκαλούν πολλές ή λίγες αμφισβητήσεις. Όταν η θεώρηση δεν είναι συστημική, τα πρώτα λάθη συνήθως πραγματοποιούνται στο στάδιο των οροθετικών κρίσεων. Ήπια συστήματα αντιμετωπίζονται ως σκληρά, προκειμένου να δοθεί η δυνατότητα καθορισμού προαποφασισμένων ορίων. Το λάθος αυτό γίνεται συστηματικά στην εκπαιδευτική έρευνα και ειδικότερα σε ό,τι αφορά την έρευνα για την τεχνολογία.



Εικόνα 2-17: Συγκριτική παρουσίαση σκληρών και ηπίων συστημάτων (Wang, 2002)

Συνήθως τα εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα θεωρούνται σκληρά με πολύ περιορισμένες οροθετικές κρίσεις. Στην περίπτωση αυτή, οι οροθετικές κρίσεις αφορούν κυρίως το είδος των τεχνολογιών, τα σενάρια χρήσης, ενσωμάτωσης και σύνδεσης με παιδαγωγικά μοντέλα.

Όπως, όμως, τονίζει ο Robertson (2002), η υιοθέτηση πολύ περιορισμένων οροθετικών κρίσεων από τους ερευνητές των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση απέτυχε στο να συλλάβει την πολύπλοκη πολιτισμική (cultural), ψυχολογική και πολιτική φύση των εκπαιδευτικών Κοινοτήτων. Ο περιορισμός των οροθετικών κρίσεων, προκειμένου να ελεγχθεί η πολυπλοκότητα και να διευκολυνθεί η παρέμβαση, έχει ως αποτέλεσμα την αποτυχία των αρχικών στόχων. Με αυτόν τον τρόπο ερμηνεύεται το φαινόμενο της εστίασης στην υλικοτεχνική υποδομή. Ο καθορισμός της υλικοτεχνικής υποδομής είναι ένα πρόβλημα με λίγες σχετικά οροθετικές κρίσεις: διαθέσιμες τεχνολογίες, κόστος, σενάρια χρήσης, εκπαίδευση πάνω στα σενάρια χρήσης, υποστήριξη. Αν και είναι δυνατόν να γίνει πολύ καλός σχεδιασμός, ώστε να ληφθούν σωστές αποφάσεις αναφορικά με τις παραπάνω οροθετικές κρίσεις και να έχουμε έτσι μια σωστή υλοποίηση, δεν είναι καθόλου σίγουρο ότι θα επιτευχθεί και ο υπερκείμενος στόχος, αυτός δηλαδή της παραγωγικής σύνδεσης των ΤΠΕ με την εκπαιδευτική και παιδαγωγική πράξη.

Στον Πίνακα 2-11 παραθέτουμε βασικά οροθετικά ερωτήματα που κατά τον Ulrich (1983) καθορίζουν και αποσαφηνίζουν τις οροθετικές κρίσεις.

Θα φέρουμε ως παράδειγμα εφαρμογής των οροθετικών κρίσεων το σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Ακολουθώντας τη μεθοδολογία των ερωτήσεων του Ulrich (1983), παραθέτουμε ενδεικτικά οροθετικά ερωτήματα που τέθηκαν κατά τον σχεδιασμό του (Πίνακας 2-12):

	Οροθετικές ερωτήσεις στο «είναι»	Οροθετικές ερωτήσεις στο «όφειλε»
1	Ποιος είναι ο πραγματικός ωφελούμενος της συστημικής παρέμβασης, αυτός δηλαδή που πραγματικά ωφελείται από την παρέμβαση σε σχέση με αυτόν που επωμίζεται κόστος, αλλά δεν ωφελείται;	Ποιος όφειλε να είναι ο πραγματικός πελάτης του συστημικού σχεδιασμού ή παρέμβασης;
2	Ποιος είναι ο πραγματικός σκοπός της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις πραγματικές επιπτώσεις και όχι από τις δηλώσεις;	Ποιος όφειλε να είναι ο σκοπός της παρέμβασης; Σε ποιες καταστάσεις θα πρέπει να φέρει η παρέμβαση το σύστημα, ώστε να εξυπηρετεί τον «πελάτη» της παρέμβασης;
3	Ποιο είναι το ενδογενές μέτρο της επιτυχίας της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις επιπτώσεις της παρέμβασης;	Ποιο όφειλε να είναι το μέτρο της επιτυχίας της παρέμβασης αναφορικά με τη βελτίωση του συστήματος;
4	Ποιος είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;	Ποιος όφειλε να είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;
5	Ποιοι παράγοντες επιτυχούς σχεδιασμού και υλοποίησης ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;	Ποια στοιχεία της παρέμβασης (πόροι και περιορισμοί) όφειλε να ελέγχει ο λήπτης αποφάσεων;

Πίνακας 2-11: Βασικές οροθετικές κρίσεις κατά Ulrich (1983)

	Οροθετικές ερωτήσεις στο «είναι»	Οροθετικές ερωτήσεις στο «όφειλε»
6	Ποιες συνθήκες δεν ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων, αποτελούν δηλαδή γι' αυτόν περιβάλλον;	Ποια στοιχεία της παρέμβασης θα έπρεπε να μεταβιβαστούν στο περιβάλλον της παρέμβασης, ώστε να μην ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;
7	Ποιος πραγματικά ορίζεται ως σχεδιαστής στην παρέμβαση;	Ποιος θα έπρεπε να εμπλακεί ως σχεδιαστής στην παρέμβαση;
8	Ποιος χαρακτηρίζεται ως ειδικός; Ποιος είναι ο πραγματικός ρόλος του;	Τι είδους εξειδικευμένη γνώση θα έπρεπε να ρέει στην παρέμβαση; Ποιος ειδικός θα έπρεπε να αναμιχθεί στην παρέμβαση και ποιος θα έπρεπε να είναι ο ρόλος του;
9	Ποιος παρέχει την εγγύηση επιτυχίας της παρέμβασης στους εμπλεκόμενους;	Ποιος όφειλε να είναι ο εγγυητής της παρέμβασης;
10	Ποιος από τους εμπλεκόμενους εκπροσωπεί αυτούς που θα επηρεαστούν από την παρέμβαση; Ποιοι είναι αυτοί που θα επηρεαστούν, χωρίς να συμμετέχουν;	Ποιος από τους επηρεαζόμενους όφειλε να είναι εμπλεκόμενος;
11	Δίνεται στους επηρεαζόμενους η ευκαιρία να απελευθερωθούν από την κυριαρχία των ειδικών ή οι ειδικοί καθορίζουν τι είναι σωστό γι' αυτούς; Με άλλα λόγια αυτοί που επηρεάζονται από την παρέμβαση είναι το μέσο για σκοπούς άλλων ή έχουν τη δυνατότητα να αυτοκαθορίζονται;	Σε ποιον βαθμό και με ποιον τρόπο πρέπει οι επηρεαζόμενοι να έχουν την ευκαιρία να απελευθερώνονται από την κυριαρχία των ειδικών;
12	Σε ποιο σύστημα παραδοχών βασίζεται η παρέμβαση; Περιέχονται μόνο παραδοχές των εμπλεκόμενων;	Πάνω σε ποιο σύστημα παραδοχών οφείλει να βασιστεί η παρέμβαση;

Πίνακας 2-11 (συνέχεια): Βασικές οροθετικές κρίσεις κατά Ulrich (1983)

Οροθετικά ερωτήματα	Οροθετικές κρίσεις
1 Ποια είναι τα εκπαιδευτικά σενάρια που θα υλοποιούνται στο ΣΕΦΕ (Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών);	<ul style="list-style-type: none"> • Μετωπικό εργαστήριο • Εργαστήριο κατά ομάδες • Εικονικό εργαστήριο • Εργαστήριο με σύγχρονα μέσα • Προβολή πολυμέσων
2 Ποιο είναι το πληροφοριακό σύστημα που θα εγκατασταθεί;	<ul style="list-style-type: none"> • Σύγχρονος προσωπικός Η/Υ • Σύνδεση στο διαδίκτυο • Λογισμικό office • Λογισμικό συγχρονικής λήψης και απεικόνισης • Δυνατότητα λήψης βίντεο • Δυνατότητα προβολής με Projector
3 Ποιες νέες τεχνολογίες ΤΠΕ θα υποστηρίζει;	<ul style="list-style-type: none"> • Συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης • Εικονικό πείραμα με λογισμικό Interactive Physics και Modulus • Java Applets • Παρουσιάσεις PowerPoint με Projector
4 Ποια θα είναι η δομή του εργαστηριακού εξοπλισμού;	<ul style="list-style-type: none"> • Modular: οι προβλεπόμενες εργαστηριακές ασκήσεις θα οργανωθούν σε modules X6 για εργαστήριο σε ομάδες
5 Ποιος θα χρεωθεί τον εξοπλισμό και θα είναι υπεύθυνος γι' αυτόν;	<ul style="list-style-type: none"> • Ο διευθυντής της σχολικής μονάδας

Πίνακας 2-12: Οροθετικές κρίσεις σκληρών συστημάτων

Σε πρώτη φάση βλέπουμε ότι το σύστημα αντιμετωπίζεται ως σκληρό με σαφείς και «σκληρές» οροθετικές κρίσεις. Τα εργαστήρια πράγματι σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν στο χρονικό διάστημα 2000-2004 και ετέθησαν στη διάθεση των σχολείων. Προέκυψαν προβλήματα, οπότε τέθηκαν νέα οροθετικά ερωτήματα και αναθεωρήθηκαν τα παλιά (Πίνακας 2-13).

	Οροθετικά ερωτήματα	Οροθετικές κρίσεις
1	Πώς θα γίνει η σύνδεση των ΣΕΦΕ με την εκπαιδευτική διαδικασία;	<ul style="list-style-type: none"> • Ιδρύθηκε νέος φορέας, τα ΕΚΦΕ (Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών)
2	Πώς θα γίνει η εσωτερική διάχυση της αναγκαιότητας χρήσης των ΣΕΦΕ και η εμπλοκή των εκπαιδευτικών;	<ul style="list-style-type: none"> • Ορίστηκε υπεύθυνος Εκπαιδευτικός ΥΣΕΦΕ (Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών)
3	Πώς θα γίνει η επέκταση και αναβάθμιση των πληροφοριακών συστημάτων των ΣΕΦΕ;	<ul style="list-style-type: none"> • Αποφασίζει η εκπαιδευτική Κοινότητα σε συνεργασία με ΥΣΕΦΕ και ΕΚΦΕ
4	Πώς θα αναβαθμιστούν τα σενάρια εκπαιδευτικής αξιοποίησης;	<ul style="list-style-type: none"> • Υλοποίηση ανοιχτών σεναρίων διδασκαλίας • Υλοποίηση σεναρίων έρευνας

Πίνακας 2-13: Οροθετικές κρίσεις ηπίων συστημάτων

Παρατηρούμε ότι οι νέες οροθετικές κρίσεις είναι πολύ πιο ανοιχτές από τις αρχικές, δηλώνοντας στροφή προς ήπια συστήματα. Κάποιες οροθετικές κρίσεις δεν είναι δυνατόν να υλοποιηθούν κεντρικά, οπότε και αφήνονται να γίνουν σε τοπικό επίπεδο.

2.18 Εναλλακτικοί τρόποι προσέγγισης της πολυπλοκότητας

Το μη συστημικό μυαλό έχει μια τάση να συμπιέζει την πολυπλοκότητα και να την ανάγει σε ένα νευτώνειο ντετερμινιστικό σύστημα το οποίο καθορίζεται από ένα σύνολο a priori κανόνων. Στην καλύτερη περίπτωση δέχεται ότι το σύστημα δεν είναι απόλυτα ντετερμινιστικό, αλλά περιγράφεται στατιστικά. Γνωρίζουμε, όμως, ότι η πολυπλοκότητα ούτε συμπιέζεται ούτε ανάγεται στη στατιστική. Η πολυπλοκότητα με τον πλούτο των διασυνδέσεων και των συσχετίσεων αναδύει γεγονότα τα οποία δεν εντάσσονται σε καμιά κλειστή συλλογιστική. Παράλληλα, οδηγεί σε αυθόρμητες αναπροσαρμογές οι οποίες δεν είναι προβλέψιμες με την έννοια ότι δεν είναι εύκολο να απομονωθεί ο συνδυασμός γεγονότων που τα προκάλεσε.

Για το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα, ένας τέτοιος κόσμος είναι σχεδόν ακατάληπτος. Ο μόνος τρόπος για να λειτουργήσει η πρόβλεψη και ο προγραμματισμός σε ένα σύστημα με επιτυχία είναι **ο έλεγχος του περιβάλλοντός του**. Ένας εκπαιδευτικός ο οποίος ασκεί απόλυτο έλεγχο στο περιβάλλον μάθησης των μαθητών του θα μεταδώσει το Αναλυτικό Πρόγραμμα πιθανώς εις βάρος της δημιουργικότητας και της πρωτοτυπίας. Δυστυχώς, ένα απόλυτα προβλέψιμο και ελεγχόμενο περιβάλλον δεν μπορεί να προσφέρει την ποικιλομορφία εκείνη η οποία ενεργοποιεί τη δημιουργικότητα. Παράλληλα, ο απόλυτος έλεγχος καταστρέφει τις επικοινωνίες που είναι απαραίτητες για την μετατροπή της μαθησιακής οντότητας σε οργανικό σύστημα. Όλοι λειτουργούν ως άτομα, ενώ δεν αναπτύσσεται η σχεσιοδυναμική εκείνη που θα δώσει τη δυνατότητα για ανώτερες μορφές οργάνωσης και λειτουργίας.

Η πολυπλοκότητα και η σύμφυτη με αυτή ποικιλομορφία έχουν δύο όψεις. Για το νευτώνειο μυαλό είναι παράγοντες αστάθειας και δημιουργοί απρογραμμάτιστης και απρόβλεπτης συμπεριφοράς, ενώ για το συστημικό μυαλό είναι κοιτίδες δημιουργίας και ανάδυσης ανώτερων μορφών οργάνωσης. Το νευτώνειο μυαλό επιδιώκει τον έλεγχο και την εξασθένηση της πολυπλοκότητας και ποικιλομορφίας. Το συστημικό μυαλό επιχειρεί να μάθει τον χειρισμό της πολυπλοκότητας και την απελευθέρωση της δημιουργικής της δύναμης. Για πολλούς εκπαιδευτικούς, το περιβάλλον των νέων τεχνολογιών είναι ένας πολύπλοκος κόσμος ο οποίος αναδύει προβλήματα και απρόβλεπτα γεγονότα. Εφόσον δεν είναι σε θέση να το ελέγχουν, επιλέγουν την κατεύθυνση της μείωσης της ποικιλομορφίας, αποβάλλοντας το τεχνολογικό περιβάλλον από τον παιδαγωγικό τους μηχανισμό. Έτσι διατηρούν μόνο το περιβάλλον το οποίο έχουν υπό έλεγχο.

Οι εκπαιδευτικοί που βλέπουν στο πολύπλοκο περιβάλλον των νέων τεχνολογιών τη δημιουργική δύναμη και τη δυνατότητα ανάδυσης νέων μαθησιακών καταστάσεων θα επιχειρήσουν να το μάθουν και να το καταλάβουν σε τοπικό αρχικά επίπεδο με απώτερο στόχο την ένταξή του στον παιδαγωγικό τους μηχανισμό, με την προσδοκία να οδηγηθεί η μαθησιακή διαδικασία σε ανώτερα επίπεδα αποτελεσματικότητας. Αυτοί έχουν και σε έναν βαθμό κατακτήσει το μυστικό της αντιμετώπισης της πολυπλοκότητας: **ο μικρός βαθμός διείσδυσης σε τοπικό επίπεδο παρά η προσπάθεια μεγάλης κλίμακας κατανόησης αυτού που πρακτικά είναι και θα μείνει ακατάληπτο.**

Η συστημική προσέγγιση αφορά την οργανωμένη προσπάθεια ενσωμάτωσης της συστημικής φιλοσοφίας, θεωρίας και μεθοδολογίας στον σχεδιασμό, στην ερμηνεία και τη διάγνωση ενός συστήματος ή ενός προβλήματος με σκοπό την οδήγηση του συστήματος ή της προβληματικής κατάστασης προς την επιθυμητή κατεύθυνση, στην ενορχήστρωση δηλαδή κάποιας παρέμβασης και αλλαγής. Η συστημική προσέγγιση είναι συνήθως απαραίτητη, όταν ένα σύστημα ή ένα πρόβλημα έχει αυξημένη πολυπλοκότητα, έχει πολλές επιστημονικές διαστάσεις ή πολλούς εμπλεκόμενους - πράκτορες, με αποτέλεσμα να καθίσταται δύσκολος ο χειρισμός του με παραδοσιακές τεχνικές και μεθόδους. Ζητήματα, όπως η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου, η σύνδεση του σχολείου με την πραγματικότητα, ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων, η είσοδος νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, η δημιουργία Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης, απαιτούν συστημική προσέγγιση, προκειμένου να αναδειχθούν δημιουργικές κατευθύνσεις και δημιουργικές λύσεις. Η εμπλοκή με την πολυπλοκότητα δεν γίνεται αυθόρμητα, αλλά χρειάζεται την παρέμβαση του συστημικού ερευνητή ο οποίος και θα λειτουργήσει ως οργανωτής και εμπυχωτής της προσπάθειας.

2.19 Βασικές συστημικές προσεγγίσεις

Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε σημαντικές και καταξιωμένες συστημικές προσεγγίσεις οι οποίες αποτελούν πρωταρχικό υλικό για τον συστημικό ερευνητή στη δημιουργική του προσπάθεια να σχεδιάσει τη συστημική του προσέγγιση.

Γενικά η συστημική προσέγγιση πρεσβεύει την ενότητα της θεωρίας με την πράξη και αποδέχεται ως κριτήριο του κύρους της επιστημονικής γνώσης την ανταπόκριση του συστημικού προτύπου (που κατασκευάζει ο ερευνητής) προς την πραγματικότητα (Δεκλερής, 1986). Μάλιστα, κατά την πέμπτη φάση της εξέλιξής της, η οποία

διαρκεί μέχρι σήμερα, ασχολείται με τα λεγόμενα ανθρώπινα (soft) συστήματα. Στον Πίνακα 2-14 παρουσιάζεται αναλυτικά η εξέλιξη των συστημικών προσεγγίσεων, ενώ στον Πίνακα 2-15 παρουσιάζεται η σχέση της αναλυτικής μεθόδου με τη συστημική προσέγγιση.

2.19.1 Η προσέγγιση της Συστημικής Σκέψης (Systems Thinking)

Η προσέγγιση της συστημικής σκέψης αναπτύχθηκε ως συμπληρωματική της αναλυτικής σκέψης που αποτελεί και την κυρίαρχη συμβατική επιστημονική προσέγγιση. Η συστημική σκέψη έχει τρεις βασικούς κατευθυντήριους άξονες: α) Η συστημική οντότητα γίνεται αντιληπτή όχι από την επιμέρους ερμηνεία των συστατικών της, αλλά από τον προσδιορισμό της λειτουργίας της και του ρόλου της σε ευρύτερο περιβάλλον. β) Η απόλυτη κατανόηση μιας οντότητας δεν είναι εφικτή στο επίπεδο αυτής της ίδιας της οντότητας, αλλά απαιτείται η μελέτη του εγκλεισμού της από οντότητες υψηλότερων επιπέδων. γ) Η συστημική οντότητα ερμηνεύεται από μη ντετερμινιστική αιτιότητα, μια έννοια του Singer (1959), που με τη σειρά της οδήγησε στην ενσωμάτωση στη συστημική επιστήμη εννοιών, όπως επιλογή, σκοπός, ελεύθερη βούληση.

2.19.2 Η προσέγγιση των Ζώντων Συστημάτων (Living Systems Theory)

Η προσέγγιση των ζώντων συστημάτων αναπτύχθηκε από τον Miller (1978) ως συνέχεια και εξέλιξη της οργανικής προσέγγισης του Bertalanffy (1968).

Πρώτη φάση:	<p>Φιλοσοφία: Πλάτωνας, Αριστοτέλης</p> <p>Μαθηματικά - Τοπολογία: H. Poincare</p> <p>Κοινωνιολογία: V. Pareto, E. Durkeim, T. Parsons</p> <p>Γλωσσολογία: F. de Saussure</p> <p>Ψυχολογία: W. Kohler</p> <p>Βιολογία: L. von Bertalanffy</p> <p>Βιοχημεία: L. J. Henderson</p> <p>Ανθρωπολογία: B. Malinowski, R. Radcliffe-Brown</p>
Οι πρόδρομοι της συστημικής σκέψης	
Δεύτερη φάση:	<p>Επιχειρησιακή έρευνα: Οπλικά και επιχειρησιακά συστήματα, Οικονομική των επιχειρήσεων</p> <p>Συστημική ανάλυση: Εκλογίκευση της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων</p> <p>Επιστημονική πολιτική: Πρακτικός προσανατολισμός της επιστήμης. Δίκαιο - Πολιτική (H. Lasswell)</p>
Εμφαση στις πρακτικές εφαρμογές	
Τρίτη φάση:	<p>Μαθηματική Θεωρία της Επικοινωνίας, Κυβερνητική Πρώτης Τάξης</p>
Τα «σκληρά» (hard) συστήματα	<p>Θεωρία Δικτύων και Γραμμικών Συστημάτων Θεωρία Γενικών Συστημάτων</p> <p>Εταιρεία Γενικών Συστημάτων</p> <p>Μηχανολογία συστημάτων</p>

Πίνακας 2-14: Η εξέλιξη των συστημικών προσεγγίσεων (προσαρμογή από Κεκέ, 2006)

Τέταρτη φάση: Τα ήπια (soft) συστήματα	Δυναμική Συστημάτων Κατασκευή Κοινωνικών Συστημάτων Διοίκηση Συστημάτων Ποιοτικά (μη γραμμικά) μοντέλα Παγκόσμια «δίκτυα» Διεθνή Ινστιτούτα - Εθνικές Εταιρείες Συστημάτων Μη γραμμικά μοντέλα ανάδρασης Οικολογικά μοντέλα
Πέμπτη φάση: Συνδυασμένες κυβερνοσυστημικές προσεγγίσεις	Θεωρία του Χάους Λογική της Ασάφειας (Fuzzy Logic) Κυβερνητική Τρίτης Τάξης Τεχνητή νοημοσύνη Τα «τεχνο-βιο-κοινωνικά» συστήματα Συστημικές προσεγγίσεις στη θεραπεία της οικογένειας Κυβερνοσυστημικές προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση Διαχείριση κοινωνικών συστημάτων

Πίνακας 2-14 (συνέχεια): Η εξέλιξη των συστημικών προσεγγίσεων (προσαρμογή από Κεκέ, 2006)

	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
Πώς αντιμετωπίζεται το αντικείμενο της έρευνας;	Αναλύεται και απομονώνεται το ελάχιστο μέρος του. Οι ιδιότητες του μέρους πιστεύεται ότι ερμηνεύουν το όλον	Μελετάται ως σύνολο. Αναγνωρίζεται ότι από το όλον αναδύονται ιδιότητες διαφορετικές από το άθροισμα των μερών
Ποιο το βασικό ερώτημα που τίθεται;	Τι είναι το αντικείμενο;	Τι κάνει το σύστημα;
Ποιο το ζητούμενο;	Η ανεύρεση γραμμικής αιτιώδους σχέσης (νομοτέλειας)	Η αναπαράσταση της συμπεριφοράς του συστήματος
Ποιο το πεδίο εφαρμογής;	Ειδικό κατά κλάδο επιστημών	Διεπιστημονικό
Και μετά την έρευνα τι;	Επιστήμονας: «Θεατής της πραγματικότητας» και γνώστης της «αλήθειας»	Επιστήμονας: Μέρος του συστήματος που ερευνά, ενεργεί, με σκοπό τη βελτίωση του συστήματος

Πίνακας 2-15: Σύγκριση αναλυτικής μεθόδου και συστημικής προσέγγισης

2.19.3 Η προσέγγιση της Γενικής Θεωρίας Δυναμικών Συστημάτων (General Theory of Dynamic Systems)

Η προσέγγιση αυτή αναπτύχθηκε από τον Jantsch (1980) και εστιάζει στο ότι η έμφαση στη δομή και τη δυναμική ισορροπία μπορεί να ερμηνεύσει τον τρόπο που τεχνολογικές δομές είναι δυνατόν να σταθεροποιηθούν και να διατηρηθούν από πολύπλοκους μηχανισμούς που αντιδρούν στην αρνητική ανατροφοδότηση. Σημειώ-

νομε ότι η αρνητική ανατροφοδότηση υποδεικνύει απόκλιση από καθορισμένες νόρμες και επιζητεί τη μείωση τέτοιων αποκλίσεων. Στα βιολογικά και κοινωνικά συστήματα η αρνητική ανατροφοδότηση συνοδεύεται από θετική ανατροφοδότηση η οποία αυξάνει την απόκλιση από τη θέση δυναμικής ισορροπίας. Μέσω της προσέγγισης των δυναμικών συστημάτων είναι δυνατόν να αναγνωριστούν και να ερμηνευθούν φαινόμενα, όπως **αυτοοργάνωση, αυτοαναφορά, αυτορρύθμιση, μορφογένεση, συνεξέλιξη** με το περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον Jantsch (1980), αυτή η νέα προσέγγιση των συστημάτων δίνει έμφαση στις διαδικασίες πέραν των υποσυστημάτων και των δομών, ενώ δεν παραλείπει να μελετήσει τη συνεργασία δομών και διαδικασιών, ιδιαίτερα όταν οι τελευταίες μορφοποιούν τις πρώτες. Στη Γενική Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων μεγάλη ήταν η συμβολή του Prigogine (1980) ο οποίος έδωσε στην προσέγγιση των δυναμικών συστημάτων ισχυρές έννοιες, όπως τα συστήματα διασκορπισμού. Τη δεκαετία του '90 σημειώθηκε σημαντική πρόοδος στη Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων και ιδιαίτερα σε πεδία, όπως η Κοινωνική Ψυχολογία (Vallacher και Nowak, 1994), όπου πολύπλοκες κοινωνικές συσχετίσεις μελετώνται και ερμηνεύονται. Ζητήματα, όπως η χαοτική και πολύπλοκη φύση των ανθρωπίνων συστημάτων, τα ενδογενή μοτίβα αξιών και δοξασίων που καθοδηγούν την κοινωνική συμπεριφορά, ενεργοποιώντας δραστηριότητες, όπως κοινωνική κριτική, λήψη αποφάσεων και αξιολόγηση, είναι προσβάσιμα μέσω της Γενικής Θεωρίας Δυναμικών Συστημάτων.

2.19.4 Η προσέγγιση της Αδέσμευτης Συστημική Σκέψης (Unbounded Systems Thinking)

Η προσέγγιση αυτή (Mitroff και Linstone, 1993) αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της εποχής της πληροφορίας και στηρίζεται στη θέση ότι τα πάντα αλληλεπιδρούν με τα πάντα. Στόχος της προσέγγισης είναι η ανάπτυξη μιας σύγχρονης αντίληψης στη μοντελοποίηση προβλημάτων και συστημάτων η οποία υπερβαίνει τη συμβατική λογική και τον ορθολογισμό, προκειμένου να περιλάβει ηθικά και αξιολογικά στοιχεία.

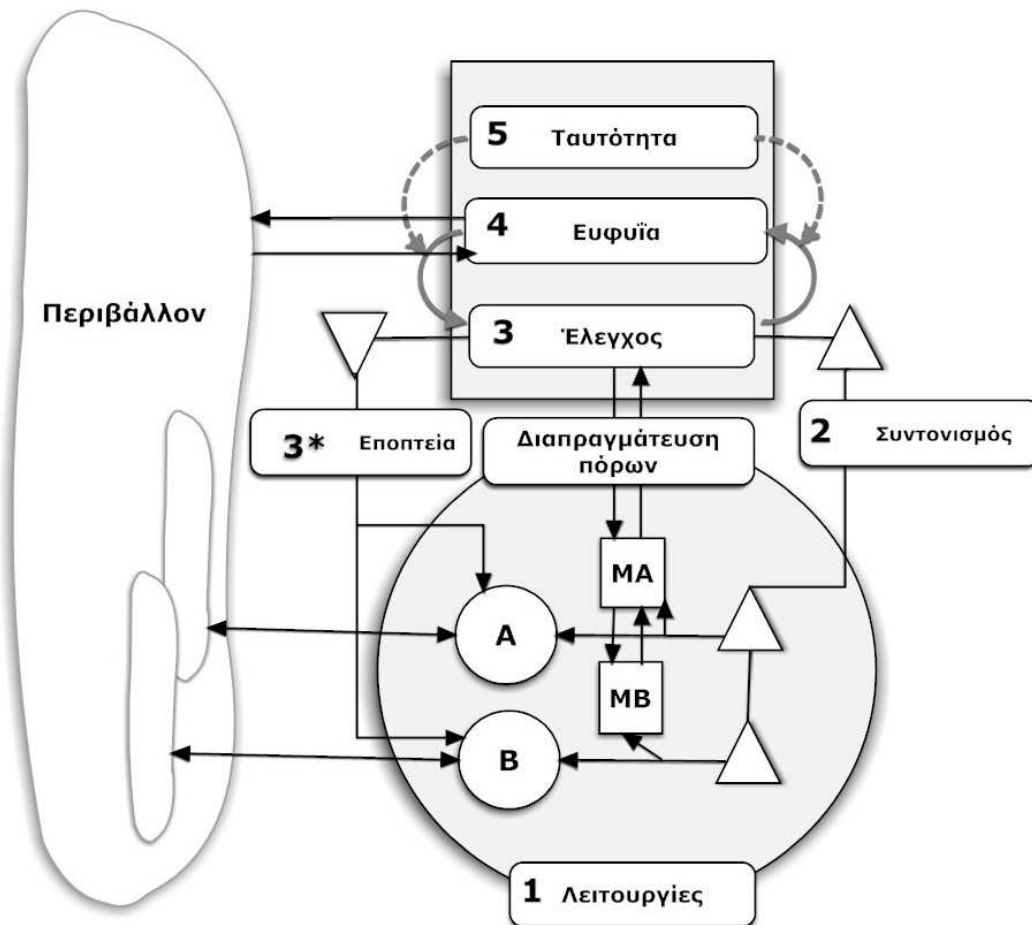
2.19.5 Η προσέγγιση των Κρίσιμων Συστημάτων (Critical Systems Thinking)

Η προσέγγιση των κρίσιμων συστημάτων προέρχεται από τις εργασίες του Habermas (1970, 1971). Η παραπάνω συστημική προσέγγιση ασχολείται με κοινωνικά συστήματα όπου υπάρχει μεγάλη ανομοιομορφία ισχύος αναφορικά με την ηγεσία και τον έλεγχο. Τα κρίσιμα συστήματα ήρθαν στο προσκήνιο τη δεκαετία του '80 (Jackson, 1985· Ulrich, 1983) και '90 (Flood και Jackson, 1991· Jackson, 1991a, 1991b). Όπως εξηγεί ο Jackson, η εν λόγω προσέγγιση έχει πέντε βασικά σημεία εστίασης:

- 1. Κριτική εγρήγορση:** Εξέταση των θεμελιωδών αντιλήψεων και αξιών που υπεισέρχονται στη συστημική παρέμβαση
- 2. Κοινωνική εγρήγορση:** Αναγνώριση των οργανωσιακών και συστημικών πιέσεων που οδηγούν στην προτίμηση συγκεκριμένων συστημικών προσεγγίσεων
- 3. Αφοσίωση στην απελευθέρωση του ανθρώπου:** Αναζήτηση της μεγιστοποίησης του ανθρωπίνου δυναμικού
- 4. Συμπληρωματική ανάπτυξη των συστημικών μεθοδολογιών**
- 5. Συμπληρωματική ανάπτυξη των συστημικών προσεγγίσεων.**

2.19.6 Η προσέγγιση των Βιώσιμων Συστημάτων του Beer (1981)

Η προσέγγιση του Beer (1959, 1966, 1981) αφορά τη διοίκηση των οργανισμών σε στρατηγικό επίπεδο με σκοπό την επίτευξη ολιστικής οργανισμικής συμπεριφοράς η οποία εκδηλώνεται με τις λειτουργίες της μάθησης, της προσαρμογής και της εξέλιξης. Το βασικό κυβερνητικό σχήμα το οποίο πραγματεύεται η προσέγγιση του Beer είναι η διαρκής **μάθηση + προσαρμογή + παράλληλη εξέλιξη**, ένα σχήμα που οδηγεί σε ανώτερα και πιο πολύπλοκα επίπεδα οργάνωσης, καθιστώντας τον οργανισμό **αποτελεσματικό (= ικανό να πετυχαίνει στόχους)** και **ευέλικτο (= φιλικό στις αλλαγές)**.



Εικόνα 2-18: Το μοντέλο VSM του Beer

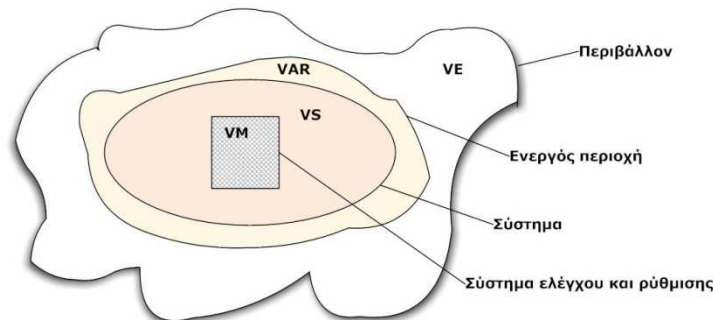
Ο Beer (1981) ισχυρίζεται ότι μια τέτοια οργανισμική συμπεριφορά είναι προϊόν ολιστικής διοίκησης. Η ολιστική διοίκηση επιτυγχάνεται με τη λειτουργία του μάνατζμεντ σε **κυβερνητικό τρόπο ή κυβερνητική κατάσταση** (cybernetic mode). Η Κυβερνητική διαθέτει την απαραίτητη συστημική μήτρα εννοιών και νόμων που εξασφαλίζουν τη διαθεματική επικοινωνία, την οποία ο Beer θεωρεί ως καρδιά της ολιστικής προσέγγισης. Ο Beer δίνει έμφαση και σε μια άλλη πολύ σημαντική έκφραση της συστημικής σκέψης: τη δημιουργία **μοντέλων**. Η δημιουργία μοντέλων αυτή καθαυτήν δεν είναι τόσο χρήσιμη όσο η διαλεκτική των μοντέλων. Θεωρεί μάλιστα ότι η πιο σημαντική διαλεκτική γίνεται μεταξύ των εμπειρικών και των επι-

στημονικών μοντέλων. Μια τέτοια διαλεκτική βοηθάει στο να γίνονται μεταφορές από το ένα στο άλλο. Πιστός σε αυτή του την αντίληψη δημιούργησε το Μοντέλο Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Model ή VSM), όπως αναλυτικά παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-18.

Σύμφωνα με τον Beer, το μοντέλο το οποίο εκφράζει την κυβερνοσυστημική μεταφορά αναπαριστά επιτυχώς τον αποτελεσματικό οργανισμό σε βιολογικό ή κοινωνικό επίπεδο. Το VSM καθορίζει κανόνες βάσει των οποίων είναι δυνατόν να διαπιστώσουμε αν ένας οργανισμός είναι ικανός για επιβίωση μέσω της αξιολόγησης διαδικασιών και λειτουργιών, όπως ρύθμιση, μάθηση, συντονισμός, έλεγχος, ευφυΐα κλπ. Στο πλαίσιο του βιώσιμου μοντέλου, ισχύει:

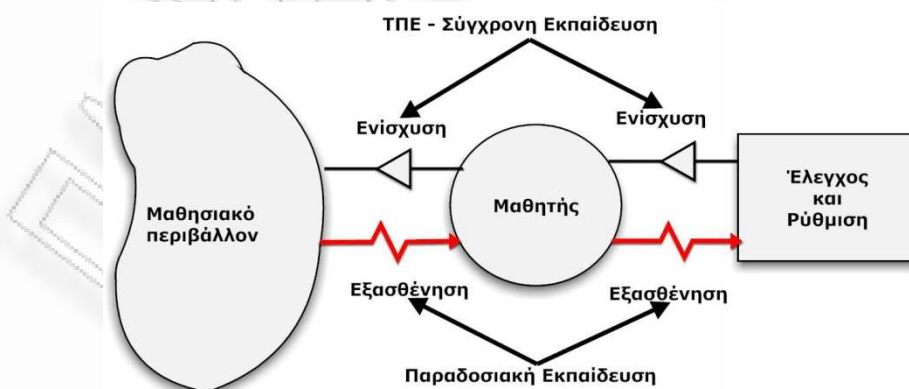
$$v_e \gg v_s \gg v_m$$

για την ποικιλομορφία του περιβάλλοντος, του συστήματος και του υποσυστήματος διαχείρισης και ελέγχου (Εικόνα 2-19).



Εικόνα 2-19: Βασικές δομές μείωσης της ποικιλομορφίας

Στο μοντέλο διακρίνει κανείς τις βασικές διοικητικές λειτουργίες: τις διεργασίες, τον συντονισμό, τον έλεγχο, την ευφυΐα και την πολιτική, όπως επίσης και ένα πολύπλοκο πλέγμα διασυνδέσεων που εξασφαλίζει την οργάνωσή τους.

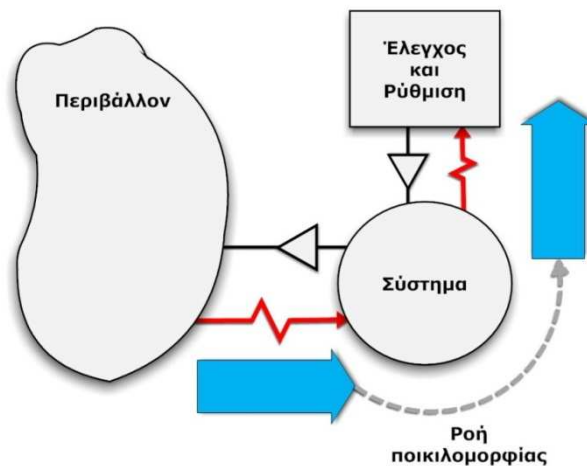


Εικόνα 2-20: Μοντελοποίηση της παραδοσιακής Εκπαίδευσης ως εξασθενητή πολυπλοκότητας σε αντίθεση με τη σύγχρονη τεχνολογικά ενισχυμένη Εκπαίδευση όπου η έμφαση δίδεται στην ενίσχυση της πολυπλοκότητας

Επιπλέον στοιχεία στο μοντέλο του Beer είναι οι **ενισχυτές** και οι **εξασθενητές** ποικιλομορφίας (Εικόνα 2-20). Οι ενισχυτές αυξάνουν την επίδραση των δραστηριοτήτων, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο, ενώ οι εξασθενητές είναι δραστηριότητες οι οποίες απορροφούν ποικιλομορφία. Τέλος, οι **μετατροπείς** καθιστούν την πληροφορία χρηστική, καθώς αυτή διέρχεται ανάμεσα στις διάφορες λειτουργίες.

2.19.6.1 Σύστημα λειτουργιών (Σύστημα 1)

Το σύστημα λειτουργιών εκτελεί τις βασικές δραστηριότητες του οργανισμού, αυτές δηλαδή για τις οποίες συστάθηκε ο οργανισμός. Το σύστημα λειτουργιών μπορεί να περιέχει διάφορες μονάδες λειτουργιών ή επιχειρησιακές μονάδες. Η κάθε επιχειρησιακή ή λειτουργική μονάδα συνδέεται με ένα αντίστοιχο εξωτερικό περιβάλλον με το οποίο ανταλλάσσει ποικιλομορφία. Το Σύστημα 1 (Εικόνα 2-18) προσπαθεί με τη χρήση ενισχυτών ποικιλομορφίας να αυξήσει την επίδραση στο περιβάλλον, ενώ με εξασθενητές ποικιλομορφίας επιχειρεί να μειώσει την ποικιλομορφία που εισέρχεται στο σύστημα ή, με άλλα λόγια, να μειώσει την επίδραση του περιβάλλοντος στο σύστημα (Εικόνα 2-21).



Εικόνα 2-21: Ροή ποικιλομορφίας από το περιβάλλον στο σύστημα και στη συνέχεια στο υποσύστημα ρύθμισης και ελέγχου

2.19.6.2 Σύστημα συντονισμού (Σύστημα 2)

Το σύστημα συντονισμού εξασφαλίζει τη σταθερή και αποτελεσματική χρήση των πόρων. Λειτουργεί ως εξασθενητής των ταλαντώσεων που προκύπτουν εσωτερικά στο σύστημα και διευθετεί τυχόν δυσαρμονίες (Εικόνα 2-22).

2.19.6.3 Σύστημα Ελέγχου (Σύστημα 3)

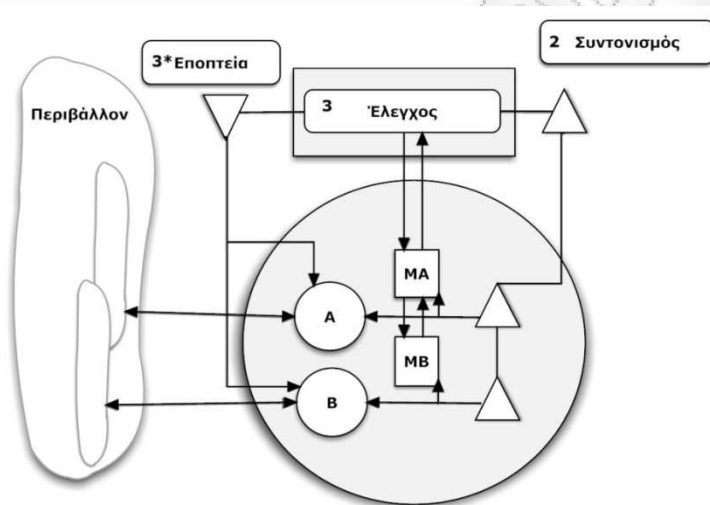
Το σύστημα ελέγχου διατηρεί σταθερή ισορροπία ανάμεσα στα διάφορα τμήματα του οργανισμού και καθορίζει την κατανομή των πόρων. Παράλληλα, παρακολουθεί τις αναφορές των τμημάτων και διαχέει τις στρατηγικές αποφάσεις (Εικόνα 2-23).

2.19.6.4 Σύστημα Ευφυΐας και Ανάπτυξης (Σύστημα 4)

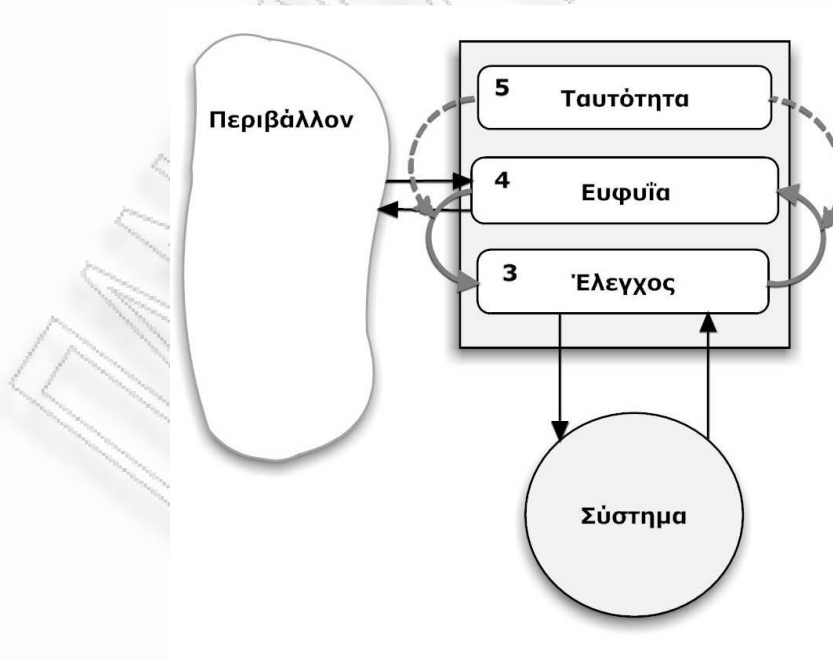
Το σύστημα αυτό συλλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το ολικό περιβάλλον, τον συνδυασμό δηλαδή εξωτερικών και εσωτερικών περιβαλλόντων. Το σύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την κατασκευή του **εσωτερικού** και του **εξωτερικού μοντέλου** και του ταιριάσματος των δύο (Εικόνα 2-23).

2.19.6.5 Σύστημα πολιτικής (Σύστημα 5)

Η πολιτική έχει να κάνει με στρατηγικές αποφάσεις και λύσεις σε επείγοντα προβλήματα (Εικόνα 2-23).



Εικόνα 2-22: Υποσυστήματα 2 και 3*



Εικόνα 2-23: Υποσυστήματα 3, 4 και 5

2.19.7 Βασικές αρχές του Μοντέλου Βιώσιμου Συστήματος

Αρχή 1: Κάθε αποτελεσματικός οργανισμός περιέχει ένα μοντέλο του εαυτού του. Η αρχή αυτή των βιώσιμων συστημάτων αναφέρει ότι κάθε υποσύστημα ενός βιώσιμου συστήματος είναι και αυτό βιώσιμο σύστημα. Η αρχή αυτή έχει δύο ερμηνείες:

A) Κάθε υποσύστημα ενός βιώσιμου συστήματος, ακόμη και η μικρότερη λειτουργική του μονάδα, διαθέτει ένα μοντέλο του συστήματος στο οποίο ανήκει. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι στρατηγικές, τα οράματα και οι πολιτικές του συστήματος διεισδύουν και στο τελευταίο άτομο του οργανισμού. Με άλλα λόγια, το «όλον» **εμπεριέχεται στα μέρη.**

B) **Κάθε λειτουργική μονάδα και υποσύστημα ενός αποτελεσματικού συστήματος θα πρέπει να διαθέτει τη μέγιστη δυνατή αυτονομία** στον βαθμό που δεν διακυβεύεται η συνολική λειτουργία.

Αρχή 2: Ομαδική συνεργατικότητα

Η συνεργατικότητα αφορά μια διάταξη ομάδων με τη μορφή δικτύου το οποίο παράγεται με συγκεκριμένο πρωτόκολλο και έχει ως στόχο τη δημιουργική παρέμβαση και σχεδιασμό. Η διάταξη του δικτύου βασίζεται στο σχήμα του εικοσάεδρου με 30 πλευρές όπου κάθε πλευρά αντιπροσωπεύει και ένα άτομο. Η ομάδα αυτή αποτελεί ένα αυτοοργανωνόμενο δημοκρατικό σύστημα.

2.19.8 Η προσέγγιση της Αποδέσμευσης των Συστημάτων (Flood, 1990, Liberating Systems Theory)

Η θεώρηση αυτή εδράζεται ως ένα μέρος στη Θεωρία των Κρισίμων Συστημάτων. Ο Flood ανέπτυξε τη θεωρία Liberating Systems Theory (LST), μετά τη διαπίστωσή του ότι οι κυρίαρχες ιδεολογίες και οι κυρίαρχες αντιλήψεις για τον κόσμο οδηγούν σε κυριαρχία έναντι εναλλακτικών ερμηνευτικών. Η LST παρέχει την κατάλληλη επιστημολογία για την απελευθέρωση από τις κυρίαρχες αντιλήψεις.

2.19.9 Η προσέγγιση της Μεταμοντέρνας Συστημικής Επιστημολογίας (Postmodern Theory and Systems Theory)

Τη δεκαετία του 1990 δόθηκε μεγάλη έμφαση στην εφαρμογή της μεταμοντέρνας επιστημολογίας στις συστημικές προσεγγίσεις. Η μεταμοντέρνα προσέγγιση αρνείται ότι η επιστήμη έχει πρόσβαση στην αντικειμενική αλήθεια και απορρίπτει την άποψη ότι η ιστορική πορεία του ανθρώπου είναι προς την απελευθέρωση και των κοινωνιών προς στην αύξηση του δυναμικού της πολυπλοκότητας και του ελέγχου. (Jackson, 1991). Οι Brocklesby και Cummings (1996) και Tsoukas (1992) προτείνουν εναλλακτικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις, με κεντρικό πυρήνα το δίπολο δύναμη – γνώση και την απόρριψη της αντικειμενικής αλήθειας με τον ισχυρισμό ότι όλες οι προοπτικές, ιδιαίτερα αυτές που αναπτύσσονται στα όρια του χρόνου, των πολιτισμών και διαφορών (φύλο, φυλή, εθνικότητα) είναι θεμελιακά ανεπαρκείς, πράγμα το οποίο καθιστά την εναρμόνιση μεταξύ των διαφορετικών κοσμοθεωρήσεων αδύνατη. Η μεταμοντέρνα συστημική θεώρηση δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον προς την κοινωνική δικαιοσύνη, ισότητα, ανοχή, διαφορετικότητα, αναγνωρίζοντας

ότι η ακαταληπτότητα (unknowability)⁶⁵ της πραγματικότητας καθιστά αδύνατη την πραγματική αξιολόγηση των διαφόρων προοπτικών. Η μεταμοντέρνα συστημική προσέγγιση καθιστά την «αλήθεια του προβλήματος ή του συστήματος» ακατάληπτη.

2.19.10 Η προσέγγιση της Συστημικής Δυναμικής (System Dynamics)

Το πεδίο της Συστημικής Δυναμικής (System Dynamics) αποτελεί μία από τις διάφορες πιθανές παραλλαγές - παρεκκλίσεις (variants) της συστημικής προσέγγισης και θέτει τη βάση για τα πρότυπα προσομοίωσης (simulation modeling techniques). Βασισόμενη σε μεγάλο βαθμό στην Υπολογιστική επιστήμη, η Συστημική Δυναμική προσφέρει το κατάλληλο πλαίσιο μέσα στο οποίο εφαρμόζει την ιδέα της συστημικής θεωρίας στα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα.

Η Συστημική Δυναμική είναι η μεθοδολογία μελέτης και διαχείρισης πολύπλοκων ανατροφοδοτικών (complex feedback) συστημάτων. Στην πράξη έχει κατά το παρελθόν χρησιμοποιηθεί σε κάθε είδους ανατροφοδοτικό σύστημα. Τα βασικά βήματα αυτής της μεθοδολογίας είναι:

- ❖ Προσδιορισμός του προβλήματος
- ❖ Ανάπτυξη δυναμικής υπόθεσης, επεξηγώντας την αιτία του προβλήματος
- ❖ Κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης του συστήματος από τη βάση του
- ❖ Έλεγχος του μοντέλου για να εξασφαλίσουμε ότι αναπαράγει την ίδια συμπεριφορά στον πραγματικό κόσμο
- ❖ Επινόηση και έλεγχος του μοντέλου με εναλλακτικές πολιτικές που μειώνουν το πρόβλημα
- ❖ Εφαρμογή της επιθυμητής λύσης.

Βέβαια, είναι αρκετά σπάνιο να προχωρήσουμε μέσω των παραπάνω βημάτων δίχως να επανεξετάσουμε και να διυλίσουμε ένα προηγούμενο βήμα. Για παράδειγμα, το πρώτο πρόβλημα που εντοπίζεται μπορεί να είναι ένα απλό σύμπτωμα ενός μεγαλύτερου προβλήματος. Με άλλα λόγια, η Συστημική Δυναμική αποτελεί μεθοδολογία συστημικής ανάλυσης και την ίδια στιγμή εργαλείο μελέτης της συμπεριφοράς δυναμικών συστημάτων.

Η μεθοδολογία της Συστημικής Δυναμικής δημιουργήθηκε από τον J.W. Forrester (1961, 1988) και πρωτοεφαρμόστηκε στις επιστήμες της Μηχανικής και της Διοίκησης Επιχειρήσεων (Engineering and Management Sciences). Αυτός θεώρησε ότι τα κοινωνικά (ανθρώπινα) συστήματα ήταν εξαιρετικά πολύπλοκα για το ανθρώπινο μυαλό και έθεσε τις βάσεις για τη Συστημική Δυναμική, με σκοπό να χρησιμοποιήσει επιστημονικές μεθόδους, για να εξηγήσει τη συμπεριφορά ανθρωπίνων οργανωτικών σχημάτων με τελικό στόχο τη λήψη αποφάσεων. Η βαθμιαία εξέλιξη αυτής της μεθοδολογίας συνοψίζεται σε ένα χρήσιμο εργαλείο ανάλυσης σε επιμέρους πλέον τομείς, όπως για παράδειγμα συστήματα κοινωνικά, οικονομικά, φυσικά, χημικά, βιολογικά και περιβαλλοντικά.

⁶⁵ Χρησιμοποιούμε την έκφραση του Ashby ότι ένα σύστημα μπορεί να είναι επί της αρχής ακατάληπτο, ακόμη κι αν έχουμε συγκεντρώσει μεγάλο όγκο πληροφοριών γι' αυτό.

Ο Forrester (1961, 1998) εφάρμοσε τη μεθοδολογία της Συστημικής Δυναμικής στην ανάλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν από τον χωροταξικό και πολιτικό σχεδιασμό. Στην τρέχουσα δεκαετία είναι πλέον αποδεδειγμένο ότι η Συστημική Δυναμική, ως μέθοδος και ως εργαλείο, έχει σημαντική απήχηση και πλέον εφαρμόζεται σε τομείς, όπως οι συγκρούσεις, η οικονομική ανάλυση, το περιβάλλον, η δημογραφία, η δημόσια πολιτική, η διδασκαλία, το χάος κλπ.

Σύμφωνα με τη Συστημική Δυναμική, η αιτιοκρατία είναι η βάση της συστημικής μας σκέψης. Δεν είναι απαραίτητο να αποκλίνει κανείς από την αιτιοκρατία, για να αποκτήσει ή να εφαρμόσει συστημική σκέψη. Είναι όμως απαραίτητο να αποκλίνει από τη **γραμμικότητα** της αιτιοκρατίας και να τη γενικεύσει, εισάγοντας νέες έννοιες, όπως ανατροφοδότηση, αρχέτυπα, πολυπλοκότητα και χάος. Η αιτιοκρατία και η λογική είναι η βάση των λειτουργικών μας γνωστικών μοντέλων και δεν είναι εύκολο ούτε σκόπιμο να αποκλίνουμε από αυτά, αποδίδοντας στη συστημική σκέψη μυστηριώδεις αναλυτικές δυνάμεις, όπως κάποτε συνηθιζόταν. Ο συστημικός αναλυτής αναγνωρίζει ότι τα γνωστικά μοντέλα βασίζονται στην αιτιατή σύνδεση μεταξύ των εννοιών. Αναγνωρίζει, όμως, επίσης ότι η προσήλωση στη γραμμικότητα της αιτιότητας έχει ως αποτέλεσμα την ανικανότητα κατανόησης της συμπεριφοράς ορισμένων συστημάτων.

Η αιτιοκρατική βάση των δυναμικών συστημάτων μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε τη Συστημική Δυναμική ως συστημική προσέγγιση για τη μοντελοποίηση και προσομοίωση αυτών των συστημάτων. Η αιτιότητα μέσω των ανάδρομων κύκλων αποτελεί τη βάση της Συστημικής Δυναμικής. Δημιουργεί μια πλούσια και απρόβλεπτη συμπεριφορά η οποία προσεγγίζεται συστημικά μέσω υπολογιστικών εργαλείων που διαθέτει η Συστημική Δυναμική. Στην ερώτηση «**γιατί;**» η Συστημική Δυναμική δεν απαντά με παράθεση σειράς γεγονότων, αλλά με την αποκάλυψη του μοτίβου κύκλων ανάδρασης που παράγουν τη συμπεριφορά με ολιστικό τρόπο.

Η θεωρητική πλευρά της Συστημικής Δυναμικής προσδίδει έμφαση στη δομή και τις διαδικασίες που λειτουργούν εντός αυτής της δομής, δηλαδή υποθέτοντας ότι μ' αυτόν τον τρόπο χαρακτηρίζεται καλύτερα η δυναμική συμπεριφορά στον πραγματικό κόσμο. Η δομή περιλαμβάνει, ακόμη, εκτός των διαδικασιών παραγωγής, τις πολιτικές και παραγωγικές αξίες που κυριαρχούν στη λήψη αποφάσεων. Επομένως, με τη χρήση της Συστημικής Δυναμικής μπορεί να ξεκινήσει μια διαδικασία ανάλυσης ενός προβλήματος και η δομή και οι δυναμικές συμπεριφορές να αποτυπωθούν σε συστημικά διαγράμματα. Έτσι, θα εστιάσουμε στο γεγονός πως οι γενεσιουργοί μηχανισμοί ενός μοντέλου της Συστημικής Δυναμικής προβλέπουν και εξηγούν – μέχρι κάποιον βαθμό – ένα μέρος της πραγματικότητας.

Στην καθημερινότητα, πολλές επιχειρήσεις, αλλά και γενικότερα οι κοινωνικές καταστάσεις χαρακτηρίζονται από την πολυπλοκότητα της δόμησης των στοιχείων τους και τους βρόχους ανάδρασης που έχουν πολλαπλές συνέπειες και οι οποίοι υπάρχουν ανάμεσα στα στοιχεία. Η εκροή ενός στοιχείου γίνεται εισροή σε ένα άλλο. Καθορίζοντας τις δομικές αλλαγές στο μοντέλο και ελέγχοντας τις εισροές (διαταραχές του μοντέλου), όπως στην πραγματική επιχειρηματική κατάσταση, μπορούμε να προχωρήσουμε στη διαδικασία της προσομοίωσης για τα πιθανά μελλοντικά σενάρια (αποτελέσματα).

Η δομή χαρακτηρίζεται από τέσσερα ουσιώδη στοιχεία που έχουν ευρεία χρήση σε οποιαδήποτε ανάλυση της μεθοδολογίας της Συστημικής Δυναμικής. Πρόκειται για την τάξη, την κατεύθυνση ανάδρασης, τη μη γραμμικότητα και την πολλαπλότητα βρόχων.

Τάξη: Για να σχηματιστεί ένα μοντέλο Συστημικής Δυναμικής απαιτείται ο ακριβής αριθμός των επιπέδων (stocks), που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση της δομής. Ο αριθμός των επιπέδων προσδιορίζει την τάξη του συστήματος.

Κατεύθυνση Ανάδρασης: Ανάδραση ή ανατροφοδότηση έχουμε όταν η συμπεριφορά ενός στοιχείου μπορεί να ανατροφοδοτηθεί είτε άμεσα, π.χ. από ένα άλλο στοιχείο λόγω της σχέσης τους, είτε έμμεσα, π.χ. διαμέσου μιας σειράς συνδεδεμένων στοιχείων, οπότε επηρεάζεται η συμπεριφορά του αρχικού στοιχείου. Η ανάδραση γίνεται μέσα από βρόχους και έχει πρόσημο θετικό ή αρνητικό. Πιο συγκεκριμένα, οι κατευθύνσεις της ανάδρασης για τη δομή του συστήματος μπορεί να έχουν ανασταλτική επιρροή (-) ή μεγεθυντική, δηλαδή να δημιουργούν αύξηση ή πτώση (+).

Μη γραμμικότητα: Όπως αναφέραμε παραπάνω, οι θετικές αναδράσεις παράγουν ανάπτυξη ή πτώση μετά από ένα δεδομένο σημείο. Εν αντιθέσει με τα γραμμικά συστήματα, στα μη γραμμικά η ανάδραση δεν δημιουργεί ζημιολύγες συνέπειες, διότι η μη γραμμική σύζευξη θετικών και αρνητικών βρόχων πιθανόν να οδηγήσει σε μετατοπίσεις κυριαρχίας μεταξύ τους, ώστε να γίνει δυνατή μια ελεγχόμενη ανάπτυξη.

Πολλαπλότητα βρόχων: Είναι φυσικό ότι ελάχιστες οικονομικές ή κοινωνικές καταστάσεις είναι δυνατόν να αναπαρασταθούν ικανοποιητικά από μία δομή ενός και μοναδικού βρόχου. Επομένως, υπάρχουν πολλοί βρόχοι θετικοί ή αρνητικοί. Όμως ο βαθμός ανάδρασης μεταξύ των βρόχων δυσχεραίνει την αναγνώριση των βασικών μεταβλητών και κατά συνέπεια την πρόβλεψη των επιθυμητών αποτελεσμάτων, δίχως τη βοήθεια προσομοίωσης μέσω Η/Υ.

2.19.11 Περιγραφή και απεικόνιση των εργαλείων της Συστημικής Δυναμικής

Για να καταλάβουμε τη δυναμική των συστημάτων, πρέπει να μπορούμε να αναλύσουμε τη συμπεριφορά των συσσωρεύσεων και των ροών σε ένα σύστημα, διότι αυτά μαζί με την ανάδραση αποτελούν την κεντρική ιδέα της θεωρίας της Συστημικής Δυναμικής.

Αναλυτικότερα, τα λογισμικά υποστήριξης περιλαμβάνουν τις βασικές μεταβλητές (δομικά στοιχεία) ενός συστημικού δυναμικού προτύπου:

Συσσωρεύσεις: Πρόκειται για μεταβλητές που περιγράφουν την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σύστημα μια δεδομένη χρονική στιγμή. Τα επίπεδα συσσωρεύουν τα αποτελέσματα δράσης μέσα στο σύστημα και η τιμή τους αποτελεί κριτήριο λήψης αποφάσεων για τον έλεγχο της δράσης. Τα επίπεδα δημιουργούν καθυστερήσεις, διότι συσσωρεύουν τη διαφορά μεταξύ των εισροών σε μία διαδικασία με τις ποσότητες των εκροών.

Ρυθμοί: Είναι μεταβλητές που προσδιορίζουν τον τρόπο που μεταβάλλεται ένα επίπεδο, π.χ. πόσο γρήγορα. Οι ρυθμοί, αντιθέτως με τα επίπεδα που απεικονίζουν μια κατάσταση του συστήματος, απεικονίζουν τη δράση στην οποία οφείλεται η αλλαγή

των επιπέδων. Επομένως, τα επίπεδα συσσωρεύουν τις ροές που περιγράφουν οι ρυθμοί.

Ροές: Τα επίπεδα και οι ρυθμοί συνδέονται μεταξύ τους διαμέσου των ροών (αγαθά, χρήματα, πληροφορίες, άνθρωποι κλπ.), σχηματίζοντας βρόχους ανάδρασης που περιγράφουν τη λειτουργία του συστήματος.

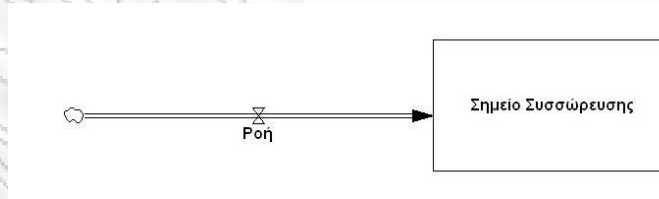
Βοηθητικές μεταβλητές: Με σκοπό τη διευκόλυνση της επικοινωνίας και τη σαφήνεια, είναι σημαντικό να αποτυπωθούν και αυτές οι μεταβλητές. Συμβολίζονται συνήθως με έναν κύκλο και σε ορισμένα συστήματα συμπληρώνουν τις σταθερές μεταβλητές. Αποτελούν λειτουργίες των επιπέδων και σταθερές (constants) ή εξωγενείς (exogenous) εισροές.

Πηγές (ή αλλιώς δεξαμενές του συστήματος): Συμβολίζονται με ένα σύννεφο και κατευθύνονται προς ένα σημείο συσσώρευσης (πεδίο). Αντίθετα, όταν καταλήγουν σε ένα σημείο συσσώρευσης, ονομάζονται «αποδέκτες». Θεωρείται δεδομένο ότι οι πηγές - αποδέκτες διαθέτουν άπειρη χωρητικότητα και δεν περιορίζουν ποτέ τις ροές που υποστηρίζουν.

Καθυστερήσεις (delays): Δεν αποτελούν μεταβλητές αλλά καταστάσεις που επηρεάζουν σε κρίσιμο βαθμό κατά τη δημιουργία δυναμικών συστημάτων. Οι καθυστερήσεις προκαλούν αδράνεια (inertia) στο σύστημα και πιθανόν να δημιουργήσουν ταλαντώσεις (oscillations) και είναι συχνά υπεύθυνες για τις αλλαγές (trade-offs) μεταξύ των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων στην άσκηση πολιτικής.

Ροές και σημεία συσσώρευσης

Τα δύο πιο σημαντικά στοιχεία στη δυναμική μοντελοποίηση και προσομοίωση είναι τα σημεία συσσώρευσης «stocks» και οι ροές «flows» (Εικόνα 2-24). Η βασική αρχή η οποία επιτρέπει τη μοντελοποίηση των δυναμικών συστημάτων με τη χρήση ροών και σημείων συσσώρευσης είναι η «αρχή της συγκέντρωσης» (principle of accumulation) η οποία πολύ απλά δηλώνει ότι η δυναμική συμπεριφορά προέρχεται από τη συσσώρευση των ροών.



Εικόνα 2-24: Ο βασικός μηχανισμός της Συστημικής Δυναμικής

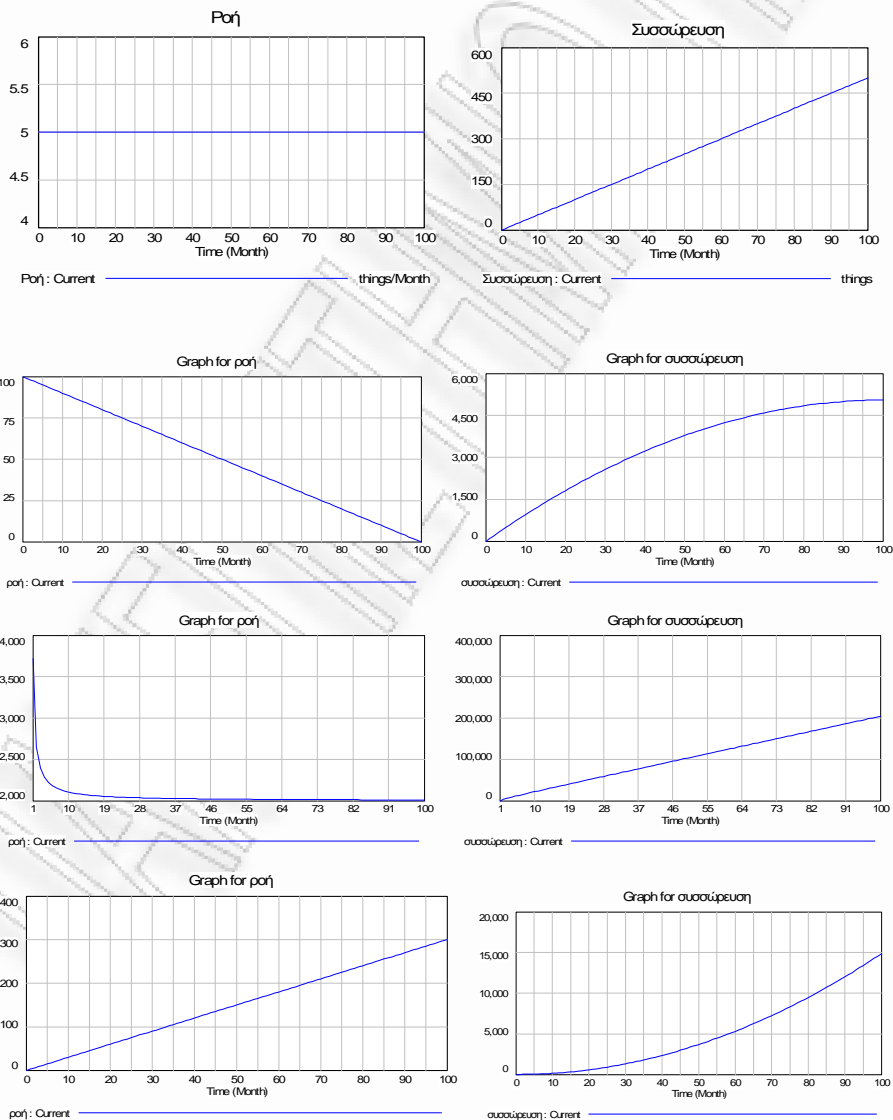
Καταστατικές μεταβλητές

Οι καταστατικές μεταβλητές συνθέτουν την κατάσταση ενός συστήματος. Οι τιμές τους αποτελούν τη βασική γνώση για την κατάσταση της ενεργού περιοχής την οποία μελετάμε. Στη δυναμική μοντελοποίηση οι καταστατικές μεταβλητές αναπαριστώνται με σημεία συσσώρευσης. Για παράδειγμα, οι καταστατικές μεταβλητές ενός ιδανικού αερίου είναι η πίεση, ο όγκος και η θερμοκρασία. Σε μια δυναμική μοντε-

λοποίηση θα είχαμε τρία σημεία συσσώρευσης, ένα για κάθε μεταβλητή. Είναι αυτο-νόητο ότι κάθε σημείο συσσώρευσης θα πρέπει να έχει τουλάχιστον μία ροή ως είσοδο και μία ροή ως έξοδο.

Σημεία συσσώρευσης και ροές

Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, οι τιμές των σημείων συσσώρευσης ακτινογραφούν την κατάσταση του συστήματος βάσει της καταστατικής συνάρτησης $F(Xt, Yt, Zt, \dots)$. Τη χρονική στιγμή t_i η παραπάνω συνάρτηση έχει την υλοποίηση $F(X1, Y1, Z1, \dots)$ η οποία αποτελεί και τη μαθηματική έκφραση της μοναδικής κατάστασης του συστήματος τη χρονική στιγμή t_i . Οι ροές είναι υπεύθυνες για τις χρονικές μεταβολές στο σύστημα. Εισάγουν κάθε μορφή χρονικής μεταβολής στο σύστημα. Αν οι ροές μηδενιστούν, τότε η καταστατική συνάρτηση παραμένει σταθερή $F(Xt, Yt, Zt, \dots) = c$.



Εικόνα 2-25: Οι συσσωρεύσεις αλλάζουν τη μορφή των ροών

Αποτελεί βασική επιδεξιότητα του συστημικού αναλυτή ο σωστός εντοπισμός των ροών και των σημείων συσσώρευσης σε ένα δυναμικό σύστημα. Το πρώτο βήμα σε αυτού του είδους τη δυναμική ανάλυση είναι η εύρεση όλων των μεταβλητών του συστήματος και ο διαχωρισμός σε καταστατικές μεταβλητές (σημεία συσσώρευσης) και μεταβλητές που εκφράζουν χρονικά διαφορικά (ροές). Ακολουθούν μερικοί πρακτικοί κανόνες εντοπισμού ροών και σημείων συσσώρευσης:

- Τα σημεία συσσώρευσης αναπαρίστανται στην καθομιλουμένη με ουσιαστικά, ενώ οι ροές αναπαρίστανται με ρήματα
- Εάν σταματήσουμε τον χρόνο υποθετικά, εξαφανίζονται όλες οι ροές, αλλά διατηρούν τιμές τα σημεία συσσώρευσης.

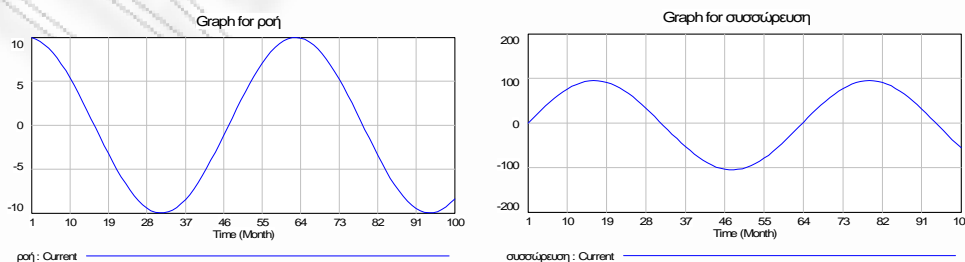
Τα σημεία συσσώρευσης διαθέτουν μερικά θεμελιώδη χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά ο συστημικός αναλυτής, προκειμένου να μοντελοποιήσει σωστά το σύστημα:

- Διαθέτουν μνήμη και αδράνεια
- Αλλάζουν τη μορφή της χρονικής καμπύλης των ροών
- Αποσυνδέουν τις ροές
- Δημιουργούν χρονικές υστερήσεις στο σύστημα.

Ένα σημείο συσσώρευσης έχει συγκεντρώσει μια ιδιότητα μέσω κάποιας ροής. Ακόμη κι αν καταργηθεί η ροή, η ποσότητα παραμένει στο σημείο συσσώρευσης. Αυτή η πολύ απλή παρατήρηση έχει πολύ μεγάλες επιπτώσεις στη μοντελοποίηση της ενεργού περιοχής. Αν κάποιο πρόβλημα οφείλεται στη συσσώρευση μιας ιδιότητας και όχι στη ροή της ιδιότητας ή της ποσότητας, ο απλός τερματισμός της ροής δεν λύνει αναγκαστικά το πρόβλημα.

Ο μη συστημικός αναλυτής συνήθως είναι επιρρεπής σε απλοποιήσεις της μορφής «κάθε πρόβλημα έχει ένα σύνολο από αιτίες, μία δύο από τις οποίες είναι κυρίαρχες. Αν τερματίσουμε τις αιτίες, θα τερματίσει και το πρόβλημα. Αν τερματίσουμε τις αιτίες και δεν τερματίσει το πρόβλημα, τότε ψάχνουμε άλλες αιτίες».

Οι συσσωρεύσεις λόγω της αδράνειας που διαθέτουν εισάγουν χρονικές υστερήσεις ικανές να προκαλέσουν ισχυρές στρεβλώσεις στην αντίληψή μας σχετικά με το σύστημα. Στην Εικόνα 2-26 βλέπουμε ότι η συσσώρευση έχει χρονική υστέρηση σε σχέση με τη ροή.





Εικόνα 2-26: Οι συσσωρεύσεις δημιουργούν χρονικές υστερήσεις

Η διαδικασία της συσσώρευσης μετασχηματίζει την καμπύλη της ροής κατά τέτοιο τρόπο που αντιτίθεται καμιά φορά στην απλή κοινή λογική. Η σταθερή ροή για παράδειγμα μετασχηματίζεται σε αυξανόμενη συσσώρευση, όπως δείχνει η Εικόνα 2-25. Ο συστημικός αναλυτής γνωρίζει ότι πολλές φορές δεν αρκεί να σταθεροποιούμε μία μεταβλητή του συστήματος. Αν η μεταβλητή αυτή τροφοδοτεί κάποιο σημείο συσσώρευσης, τότε στην πραγματικότητα λαμβάνουμε αυξανόμενη τιμή του μεγέθους.

Όταν κάνουμε μια πολύ επιφανειακή μελέτη ενός συστήματος, έχουμε την τάση να αγνοούμε τις πολύ σημαντικές πηγές χρονικών υστερήσεων στο σύστημα, χάνοντας έτσι αρκετό πλούτο ερμηνεύσιμης συμπεριφοράς. Ο λήπτης αποφάσεων που δεν είναι ενήμερος γι' αυτή τη μορφή συστημικής συμπεριφοράς είναι επιρρεπής στο να αποδεσμεύει αίτια και αποτελέσματα, όταν αυτά είναι απομακρυσμένα χρονικά. Η δυναμική μοντελοποίηση έχει πολύ μεγάλη συνεισφορά σε αυτό ακριβώς το σημείο, μιας και αποκαλύπτει τους πραγματικούς συσχετισμούς.

2.19.12 Μηχανισμοί σύνδεσης δυναμικών μεταβλητών και διαγράμματα αιτιότητας

Οι δύο βασικές μορφές σύνδεσης δυναμικών μεταβλητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-16.

Σχηματική αναπαράσταση	Περιγραφή	Μαθηματικός συμβολισμός
	Με όλα τα υπόλοιπα σταθερά, η αύξηση του X οδηγεί σε αύξηση του Y. Αν το Y είναι σημείο συσσώρευσης, τότε το X προσθέτει στη δεξαμενή του Y	$\frac{\partial Y}{\partial X} > 0$ $Y = \int_{t_0}^t (X + \dots) ds + Y_{t_0}$
	Με όλα τα υπόλοιπα σταθερά, η αύξηση του X οδηγεί σε μείωση του Y. Αν το Y είναι σημείο συσσώρευσης, τότε το X αφαιρεί από τη δεξαμενή του Y	$\frac{\partial Y}{\partial X} < 0$ $Y = \int_{t_0}^t (-X + \dots) ds + Y_{t_0}$

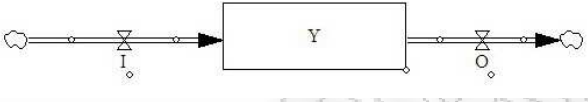
Πίνακας 2-16: Σχηματική αναπαράσταση βασικών συσχετισμών δυναμικών μεταβλητών

Στον Πίνακα 2-17 βλέπουμε τη μορφή της διαφορικής και ολοκληρωτικής εξίσωσης για σημείο συσσώρευσης με είσοδο και έξοδο.

2.19.13 Η δυναμική υπόθεση

Η δυναμική υπόθεση στη Συστημική Δυναμική αφορά ουσιαστικά μία πρόβλεψη για τη συμπεριφορά ενός συστήματος εκφρασμένη μέσω δυναμικών μεταβλητών. Οι βασικές δυναμικές συμπεριφορές είναι η εκθετική αύξηση, η εκθετική μείωση και η ασυμπτωτική συμπεριφορά (Πίνακας 2-18). Πιο σύνθετες συμπεριφορές περιλαμβάν-

νουν ταλάντωση s-shaped, ανάπτυξη με κατάρρευση και ανάπτυξη με σταθεροποίηση (Πίνακας 2-19).

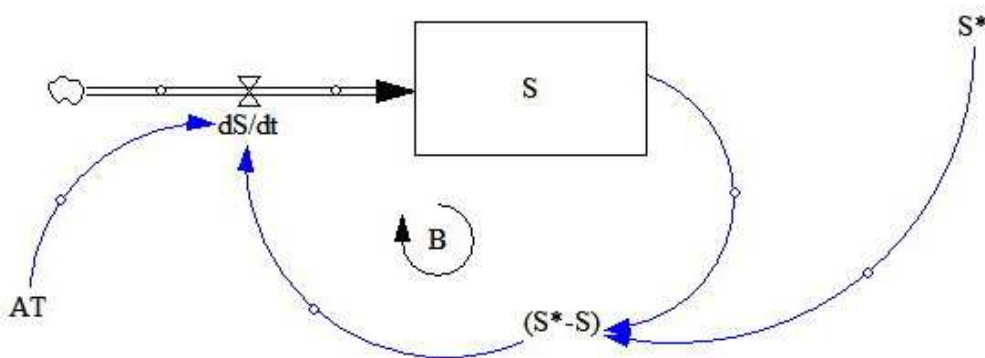
Σχηματική αναπαράσταση	
Ολοκληρωτική εξίσωση	$Y(t) = \int_{t_0}^t [I(s) - O(s)] ds + Y(t_0)$
Διαφορική εξίσωση	$\frac{dY}{dt} = I(t) - O(t)$

Πίνακας 2-17: Ολοκληρωτική και διαφορική μορφή σημείου συσσώρευσης

Το απλούστερο σύστημα το οποίο μπορεί να παραγάγει τις παραπάνω συμπεριφορές είναι το σύστημα Α' βαθμού το οποίο περιγράφεται από τη διαφορική εξίσωση:

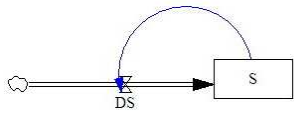
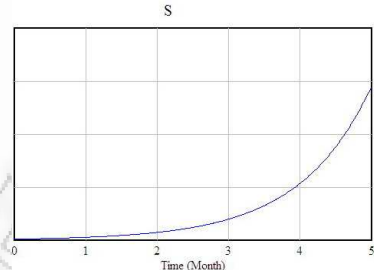
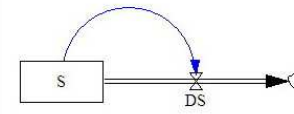
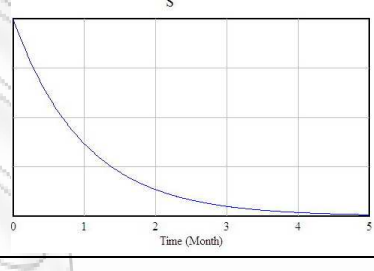
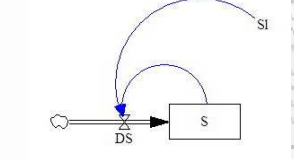
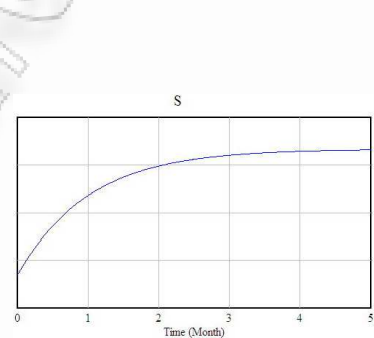
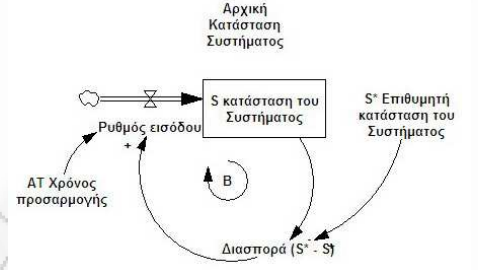
$$\frac{dS}{dt} = g(S - S^*) \quad [\text{Σχέση 2-55}]$$

όπου S είναι η καταστατική μεταβλητή του συστήματος, S^* είναι ο στόχος και AT ο ρυθμιστικός παράγοντας. Η γενική μορφή του δυναμικού μοντέλου πρώτης τάξης δίνεται στην Εικόνα 2-27.



Εικόνα 2-27: Γενική μορφή συστήματος πρώτης τάξης

Δυναμικές συμπεριφορές συστημάτων

ΑΠΛΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΕΣ	
Εκθετική αύξηση	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
Εκθετική μείωση	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
Ασυμπτωτική	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Αρχική Κατάσταση Συστήματος</p>  <p style="text-align: center;">S κατάσταση του Συστήματος S* Επιθυμητή κατάσταση του Συστήματος</p> <p style="text-align: center;">ΑΤ Χρόνος προσαρμογής Ρυθμός εισόδου Διασπορά (S* - S)</p> </div>

Πίνακας 2-18: Απλές συμπεριφορές δυναμικών συστημάτων

όπου

$$\frac{dS}{dt} = (S - S^*)/AT \quad \text{[Σχέση 2-56]}$$

Το σύστημα το οποίο παράγει την s-shaped είναι **μη γραμμικό** με διαφορική εξίσωση:

$$\frac{dS}{dt} = DS1 - DS2 = b \left(\frac{S}{S^*} \right) - d \left(\frac{S}{S^*} \right) \quad \text{[Σχέση 2-57]}$$

Συστήματα τα οποία παράγουν ταλάντωση ως συμπεριφορά έχουν ενδογενείς υστερήσεις και εσωτερικές σταθερές χρόνου. Οι χρονικές υστερήσεις παράγουν απρό-

βλεπτη γενικά συμπεριφορά αναφορικά με παλμικές εισόδους. Η γενική μοντελοποίηση των υστερήσεων ακολουθεί το σχήμα:

$$\text{Έξοδος}(t) = \sum_{i=0}^{\infty} w_i \text{Είσοδος}_{t-i}$$

[Σχέση 2-58]

$$\sum_{i=0}^{\infty} w_i = 1$$

Στην παραπάνω μαθηματική μοντελοποίηση τα w_i είναι μέτρα πιθανότητας για τις αντίστοιχες εισόδους.

ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΕΣ	
S-shaped	
Ταλάντωση	
Ανάπτυξη και κατάρρευση	

Πίνακας 2-19: Σύνθετες συμπεριφορές δυναμικών συστημάτων

2.19.14 Η προσέγγιση της συστημικής σκέψης (Senge, 1990)

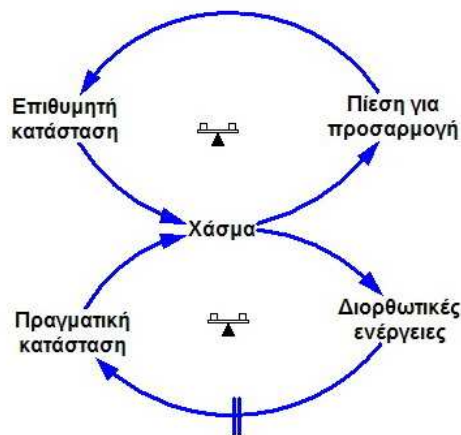
Η συστημική προσέγγιση του Senge (1990) βασίζεται στην εξερεύνηση βασικών δυναμικών αρχτύπων συμπεριφοράς τα οποία δεν είναι δυνατόν να κατανοηθούν χωρίς την υιοθέτηση κάποιας μορφής ολιστικής σκέψης, την οποία ο Senge ονομάζει **συστημική σκέψη**. Τα αρχέτυπα βοηθούν στη μοντελοποίηση της δυναμικής πολυπλοκότητας, διευκολύνοντας την ερμηνευτική των πολύπλοκων φαινομένων. Τα αρχέτυπα είναι κάποια ενδεικτικά συμπεριφορικά σχήματα τα οποία αναδύει η δυναμική πολυπλοκότητα. Ο Senge (1990) μελέτησε συνολικά εννέα αρχέτυπα. Τα αρχέτυπα αυτά, όπως θα δούμε στη συνέχεια, είναι κατά βάση **παθογένειες των κυκλωμάτων ρύθμισης των συστημάτων**.

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 1: ΑΝΑΔΡΑΣΗ ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ



Εικόνα 2-28: Αρχέτυπο 1 - Ανάδραση με καθυστέρηση

Το αρχέτυπο αυτό (Εικόνα 2-28) αφορά την περίπτωση όπου ένας ρυθμιστής επιχειρεί να διορθώσει μια απόκλιση της πραγματικής από την επιθυμητή κατάσταση. Υπάρχει συνήθως μια χρονική υστέρηση μεταξύ της ρυθμιστικής ενέργειας και της επίδρασης στο σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χάνεται από τον ρυθμιστή η ανάδραση και η δυνατότητα διευθέτησης της σωστής ρύθμισης. Κατά συνέπεια, το σύστημα απορρυθμίζεται σε ταλάντωση και ο ρυθμιστής συμβάλλει σε αυτό.



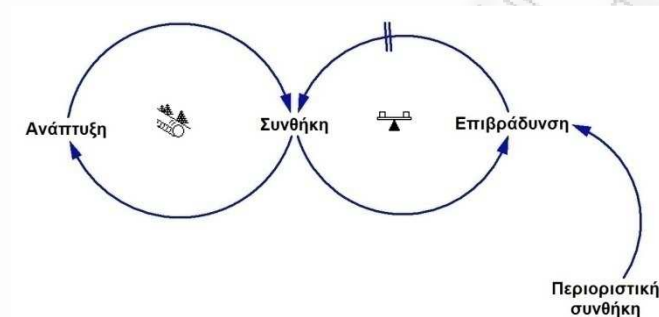
Εικόνα 2-29: Αρχέτυπο 2 - Διάβρωση των στόχων

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 2: ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ

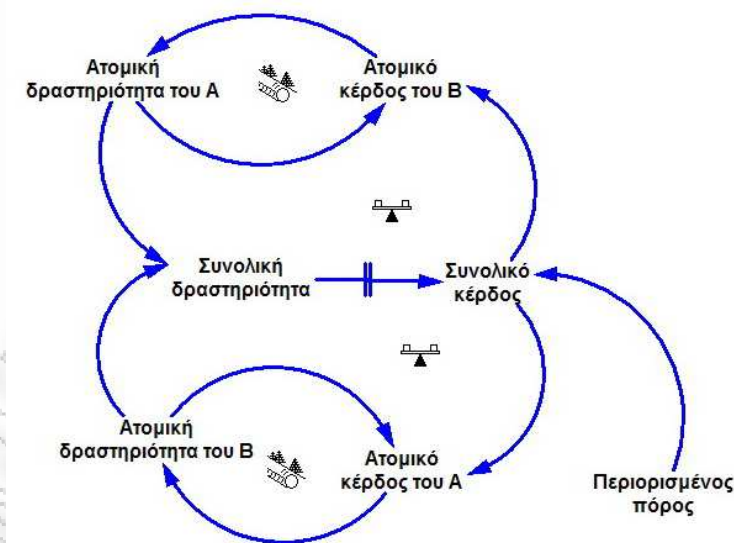
Πρόκειται για παρόμοια περίπτωση με την καθυστερημένη ανάδραση με τη διαφορά ότι η καθυστερημένη ανάδραση οδηγεί στην αναπροσαρμογή των στόχων προς τα κάτω (Εικόνα 2-29).

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 3: ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ

Το αρχέτυπο αυτό, το οποίο παριστάνεται σε CLD στην Εικόνα 2-30, υλοποιείται σε δύο φάσεις:



Εικόνα 2-30: Αρχέτυπο 3 - Υπέρβαση των ορίων



Εικόνα 2-31: Αρχέτυπο 4 - Αποτυχία της κοινής λογικής

Φάση 1: Υπάρχει επιτάχυνση έως ότου ικανοποιηθεί κάποια συνθήκη.

Φάση 2: Μόλις επιτευχθεί η συνθήκη, ο ρυθμιστής επιχειρεί να επιβραδύνει. Αν υπάρχει καθυστέρηση μεταξύ της ενέργειας του ρυθμιστή και της ανάδρασης, τότε το σύστημα υπερβαίνει (overshoot).

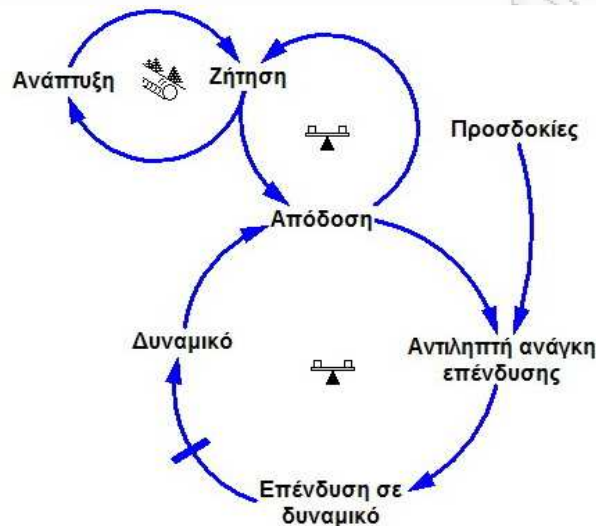
ΑΡΧΕΤΥΠΟ 4: Η ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΝΗΣ ΛΟΓΙΚΗΣ

Η διαγραμματική απεικόνιση του αρχέτυπου αυτού δίδεται στην Εικόνα 2-31.

Φάση 1: Δύο ανταγωνιστές αρχικά αντλούν από τους ίδιους πόρους, επιχειρώντας να μεγιστοποιήσουν το προσωπικό τους κέρδος.

Φάση 2: Όταν οι πόροι λιγοστέψουν, τότε, αν διατηρηθεί η ίδια πολιτική της μεγιστοποίησης του προσωπικού κέρδους και δεν γίνει κάποια βιώσιμη ρύθμιση, το σύστημα θα τερματίσει.

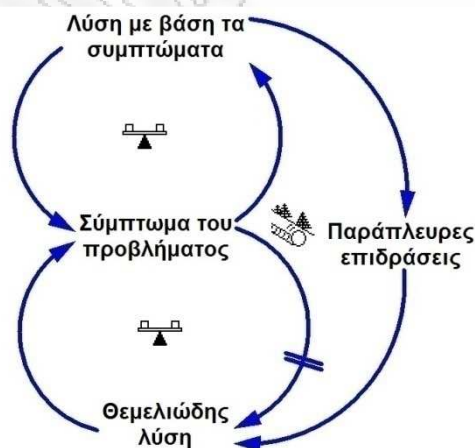
ΑΡΧΕΤΥΠΟ 5: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΛΛΕΙΨΗ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ



Εικόνα 2-32: Αρχέτυπο 5 - Ανάπτυξη και έλλειψη επενδύσεων

Το αρχέτυπο αυτό δείχνει τις συνέπειες της καθυστερημένης απόφασης για αύξηση του δυναμικού ενός συστήματος που βρίσκεται σε ανάπτυξη (Εικόνα 2-32).

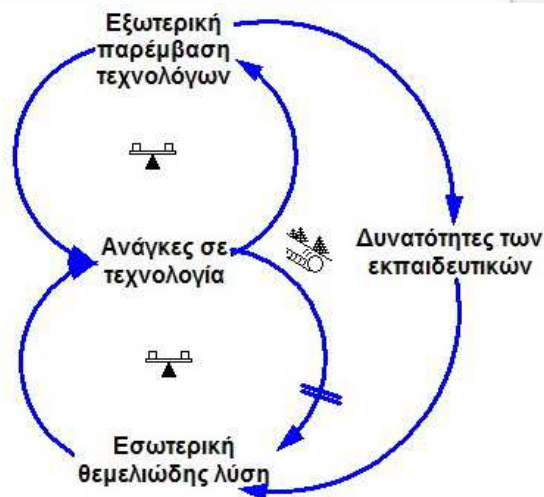
ΑΡΧΕΤΥΠΟ 6: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΣΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ



Εικόνα 2-33α: Αρχέτυπο 6 - Μεταφορά φορτίου από τα αίτια στα συμπτώματα

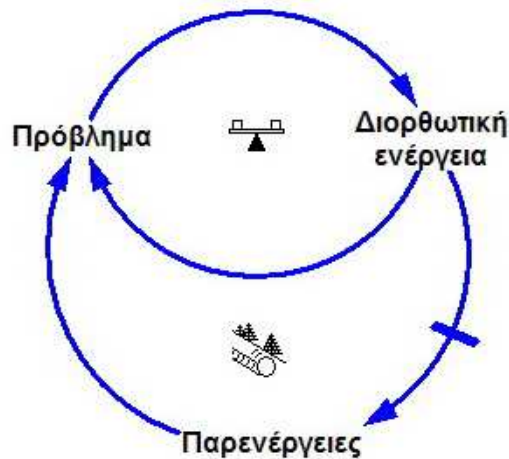
Η μεταφορά του φορτίου από τα αίτια στα συμπτώματα αποτελεί κλασικό αρχέτυπο όπου η καθυστέρηση της ανατροφοδότησης οδηγεί τον ρυθμιστή στο να ρυθμίζει τα συμπτώματα και όχι τα αίτια (Εικόνα 2-33α).

Το αρχέτυπο αυτό έχει μια πολύ σημαντική εφαρμογή στην Εκπαιδευτική Τεχνολογία όπου παρατηρείται η μεταφορά του φορτίου στους εξωτερικούς τεχνολόγους οι οποίοι αναλαμβάνουν να τροφοδοτούν την Εκπαίδευση με την απαραίτητη τεχνολογία, παράγοντας λύσεις που στοχεύουν στα συμπτώματα. Αποτέλεσμα είναι να μην προσεγγίζεται η θεμελιώδης λύση, η ανάπτυξη δηλαδή της τεχνολογίας (τεχνολογία εκ των έσω), από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς (Εικόνα 2-33β).



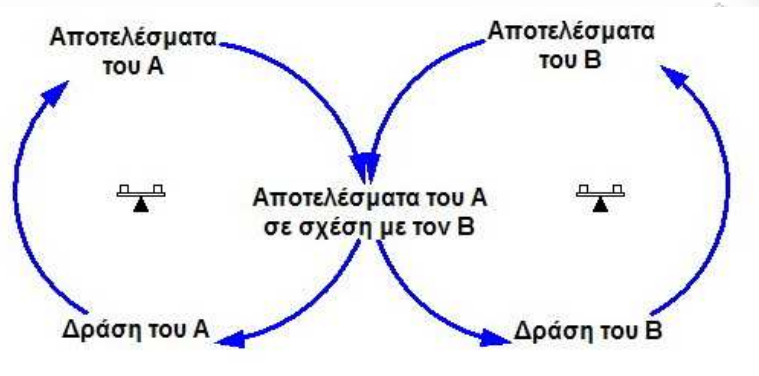
Εικόνα 2-33β: Η εξωτερική παρέμβαση θα πρέπει να αυξάνει το δυναμικό των εκπαιδευτικών προς τη θεμελιώδη λύση

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 7: ΑΠΟΤΥΧΗΜΕΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗ



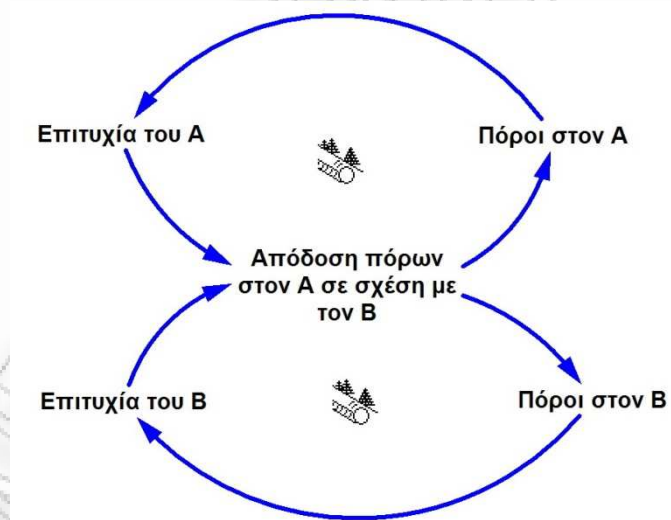
Εικόνα 2-34: Αρχέτυπο 7 - Αποτυχημένη ρύθμιση

Η επιχειρούμενη ρύθμιση τροφοδοτεί έναν ανεπιθύμητο ανάδρομο κύκλο τον οποίο δεν διακρίνει αρχικά ο ρυθμιστής, με αποτέλεσμα να ενισχύει αντί να ρυθμίζει τις παρενέργειες (Εικόνα 2-24).

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 8: ΚΛΙΜΑΚΩΣΗ

Εικόνα 2-35: Αρχέτυπο 8 - Κλιμάκωση

Αφορά την κλιμάκωση του ανταγωνισμού μεταξύ δύο ανταγωνιστών, όπου ο ένας αντιδρά αυτόματα στην επιτυχία του άλλου, χωρίς κανείς να λαμβάνει υπόψη τα παράπλευρα φαινόμενα. Σταδιακά η βιωσιμότητα θα χαθεί (Εικόνα 2-35).

ΑΡΧΕΤΥΠΟ 9: ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΣΤΟΥΣ ΗΔΗ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟΥΣ

Εικόνα 2-36: Αρχέτυπο 9 - Επιτυχία στους επιτυχημένους

Ένα συνηθισμένο αρχέτυπο όπου ένας ρυθμιστής κανονίζει τους πόρους ανάμεσα σε δύο ανταγωνιστές. Μια μικρή διαφορά στην απόδοση των δύο οδηγεί σε κύκλο ενίσχυσης όπου θα καταλήξει στην επιτυχία του ενός και την αποτυχία του άλλου (Εικόνα 2-36).

2.19.15 Η προσέγγιση των Κριτικών Συστημάτων του Churchman (1971, 1979)

Η συστημική σκέψη του Churchman έχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον, μιας και προέρχεται από την Επιχειρησιακή Έρευνα. Συνοψίζεται δε σε τέσσερις βασικές αρχές και επτά κεντρικές έννοιες:

- Η συστημική προσέγγιση ξεκινά, όταν βλέπει κανείς τον κόσμο μέσα από τα μάτια του άλλου
- Η συστημική προσέγγιση αποκαλύπτει ότι κάθε μεμονωμένη προοπτική είναι εξαιρετικά περιορισμένη
- Δεν υπάρχουν ειδικοί στη συστημική προσέγγιση
- Η συστημική προσέγγιση δεν είναι κακή ιδέα.

Κεντρικές ιδέες του Churchman είναι:

Τελεολογία

Τελεολογία είναι η ικανότητα ενός συστήματος να εμφανίζει σκοπό. Οι βασικές προϋποθέσεις, προκειμένου ένα σύστημα να παρουσιάζει στοχοθετική συμπεριφορά, είναι:

- Να διαθέτει τρόπο μέτρησης της απόδοσής του
- Να υπάρχει πελάτης του οποίου τα συστήματα εξυπηρετούνται
- Να διαθέτει τελεολογικά συστατικά
- Να έχει περιβάλλον
- Να διαθέτει τη λειτουργία της λήψης απόφασης, πράγμα που είναι σε θέση να τροποποιήσει τη συμπεριφορά του συστήματος
- Να διαθέτει τη λειτουργία του σχεδιασμού η οποία οδηγεί τη λήψη αποφάσεων
- Το σύστημα σχεδίασης να επιχειρεί να σχεδιάζει εκείνες τις αλλαγές που θα ωφελήσουν περισσότερο τον πελάτη (client)
- Να υπάρχει μια εσωτερική διασφάλιση ότι ο στόχος είναι επιτεύξιμος.

Για τον Churchman, τα συστήματα δεν είναι πραγματικές οντότητες, αλλά γνωστικές. Για τον λόγο αυτό, η κατανόηση των συστημάτων θα προέλθει με την επέκταση των νοητικών μοντέλων τα οποία, όταν είναι περιορισμένα, λειτουργούν ως παγίδες της σκέψης.

Σοφία

Σοφία είναι η σκέψη συνδυασμένη με ενδιαφέρον για την ηθική.

Ελπίδα

Ελπίδα είναι η πίστη σε ένα ηθικό μέλλον.

2.19.16 Η προσέγγιση των Ανθρωπίνων Συστημάτων (Human Systems Inquiry)

Η προσέγγιση των ανθρωπίνων συστημάτων εστιάζει στη συστημική θεωρία, τη συστημική φιλοσοφία και τη συστημική μεθοδολογία στα ανθρώπινα συστήματα. Η προσέγγιση αυτή ενδιαφέρει ιδιαίτερα την Εκπαίδευση και για τον λόγο αυτό θα σταθούμε, παρουσιάζοντας τα βασικά της χαρακτηριστικά, περιγράφοντας τα διάφορα είδη ανθρωπίνων συστημάτων, εξετάζοντας τις προβληματικές των συστημάτων αυτών και, τέλος, εισάγοντας την προσέγγιση των «ηπίων συστημάτων» στη λύση προβλημάτων και στον συστημικό σχεδιασμό σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Η συζήτηση των παραπάνω θεμάτων έχει ιδιαίτερη σημασία, αν αναλογιστούμε ότι

κάθε εκπαιδευτικό σύστημα είναι ένα σύστημα ανθρωπίνων δραστηριοτήτων το οποίο στοχεύει στο να δημιουργήσει άτομα τα οποία θα δράσουν στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Η προσέγγιση του εκπαιδευτικού συστήματος και των διεργασιών του μέσα από το συστημικό πρίσμα θα αναπτύξει τη διορατικότητα και την επίγνωση με απώτερο στόχο την καλύτερη παρέμβαση και τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό. «Τα ανθρώπινα συστήματα είναι διαφορετικά» είναι ο τίτλος του βιβλίου του Vickers (1984), ο οποίος πραγματεύεται σε αυτό τα χαρακτηριστικά των ανθρωπίνων συστημάτων ως ανοιχτών:

Τα ανοιχτά συστήματα **είναι δίκτυα σχέσεων** τα οποία διατηρούνται στον χρόνο με διαδικασίες ρύθμισης. Τα όρια μέσα στα οποία είναι βιώσιμα είναι και οι προϋποθέσεις σταθερότητάς τους.

Τα ανοιχτά συστήματα **εξαρτώνται από το περιβάλλον και συνεισφέρουν σε αυτό**. Με τον τρόπο αυτό, προσδιορίζονται από δύο ομάδες αλληλεπιδράσεων, εσωτερικές και εξωτερικές, οι οποίες ορίζουν περιορισμούς σε όλα τα συστατικά τους στοιχεία. Τα ανθρώπινα συστήματα είναι δυνατόν να μεταφέρουν και να μετασχηματίσουν τους περιορισμούς, αλλά δεν γίνεται να τους εξαλείψουν. Οι περιορισμοί αυτοί αυξάνουν με την αύξηση της κλίμακας του συστήματος, γίνονται πιο απαιτητικοί ακόμη και αντιμαχόμενοι.

Τα ανοιχτά συστήματα είναι **ολότητες, αλλά είναι ταυτόχρονα και μέρη** υπερκείμενων συστημάτων. Αποτελούνται, επίσης, και από μέρη τα οποία ανήκουν και σε άλλα συστήματα.

Τα ανοιχτά συστήματα **διαθέτουν τη λειτουργία της προσαρμογής** στο υπερκείμενο σύστημα το οποίο καλείται «περιβάλλον». Η προσαρμογή ως ρύθμιση είναι η επιλογή εκείνης της συμπεριφοράς ανάμεσα στις διαθέσιμες η οποία οδηγεί στην καλύτερη συναρμογή συστήματος – περιβάλλοντος. Η προσαρμογή (adaptation) είναι μια μορφή διαρκούς διαδικασίας και λειτουργεί μέσω αρνητικού βρόχου.

Τα πολύπλοκα ανοιχτά συστήματα, όταν η απλή ρύθμιση δεν είναι αρκετή, δύνανται να οδηγηθούν σε **επαναπροσδιορισμό της μορφής τους** και δημιουργία νέων συμπεριφορών. Όταν η αναπροσαρμογή της μορφής μέσω του θετικού βρόχου οδηγεί σε μορφές με καλύτερη αλληλεπίδραση με το περιβάλλον υπερκείμενο σύστημα, τότε μιλάμε για εξέλιξη (evolution). Ο Wheatley (1992) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι οι ερευνητές για πολλά χρόνια έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση στην αρνητική ανατροφοδότηση και τη ρύθμιση ως βασικούς παράγοντες βιωσιμότητας, αγνοώντας την εξέλιξη και την ανανέωση που είναι προϊόντα θετικής ανάδρασης ως παράγοντες βιωσιμότητας.

Τα ανοιχτά συστήματα βρίσκονται σε σχέση **αλληλεξάρτησης και συνεξέλιξης** με το περιβάλλον τους, οπότε η αλλαγή είναι αμοιβαία.

Ο Checkland (1981) παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά αυτών που αποκαλεί Συστήματα Ανθρωπίνων Δραστηριοτήτων (HAS - Human Activity Systems). Θεωρεί ότι τα φυσικά και τεχνητά συστήματα (physical and engineered) έχουν μια αναπαράσταση η οποία μπορεί να θεωρηθεί έγκυρη. Τα ανθρώπινα συστήματα από την άλλη υπάρχουν μόνο ως αντίληψη που εδράζεται στο γνωστικό σύστημα των εμπλεκομένων ανθρώπων, οι οποίοι είναι ελεύθεροι να αποδώσουν οποιοδήποτε νόημα θέλουν σε αυτά που αντιλαμβάνονται. Δεν θα υπάρχει, λοιπόν, ποτέ μία μονοσήμαντη περιγραφή των ανθρωπίνων συστημάτων, παρά ένα σύνολο

από περιγραφές οι οποίες είναι όλες έγκυρες, ανάλογα με το εκάστοτε Weltanschauung (κοσμοθεωρία).

Ο Checkland ισχυρίζεται ότι τα ανθρώπινα συστήματα δημιουργούνται από ένα σύνολο ανθρώπων - ρόλων και ένα σύνολο διαδικασιών και δραστηριοτήτων, όπως επεξεργασία πληροφοριών, σχεδιασμός, αξιολόγηση. Η Εκπαίδευση ως ανθρώπινο σύστημα είναι ένα πολύπλοκο σύνολο από συστήματα δραστηριοτήτων, όπως κατασκευή αναλυτικών προγραμμάτων, μετάδοση του αναλυτικού προγράμματος, έλεγχος, μάθηση, διαχείριση, επικοινωνία, επεξεργασία πληροφοριών, απόδοση (μαθητή, εκπαιδευτικού, διαχειριστή κλπ.), αξιολόγηση της απόδοσης, εκπαιδευτική έρευνα, παρέμβαση κλπ. Οι Argyris και Schön (1978), αναφερόμενοι στα ανθρώπινα συστήματα, σημειώνουν τη διαφορά μεταξύ κοινωνικών ομάδων (social groups) και οργανισμών και τονίζουν ότι **μια κοινωνική ομάδα γίνεται οργανισμός, όταν κατασκευάσει συγκεκριμένες και κοινά αποδεκτές διαδικασίες**. Αναφέρονται δε σε τομείς διαδικασιών, όπως:

- 1) Λήψη αποφάσεων στο όνομα του οργανισμού
- 2) Παραχώρηση αρμοδιοτήτων σε μεμονωμένα άτομα του οργανισμού με σκοπό να ενεργούν στο όνομα του οργανισμού
- 3) Οριοθέτηση του κοινωνικού συνόλου σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο.

Σε τελική ανάλυση, τα μέλη ενός οργανισμού αποκτούν εκτός από το ατομικό «εγώ» **το οργανωσιακό «εγώ»** και **το οργανωσιακό «εμείς»**. Τα ανθρώπινα συστήματα αυτοοργανώνονται μέσω συλλογικών δραστηριοτήτων, μέσω κάποιου σκοπού ή στόχου. Οι Ackoff και Emery (1972) χαρακτηρίζουν τα ανθρώπινα συστήματα ως στοχοθετικά συστήματα τα οποία αποτελούνται από στοχοθετικά μέρη. Ο Ackoff (1981) σημειώνει ότι κατά τον σχεδιασμό και τη διαχείριση ανθρωπίνων συστημάτων θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα, ώστε να εξυπηρετούνται:

- ❖ Οι σκοποί των οργανισμών, διαδικασία που καλείται «αυτοκατεύθυνση»
- ❖ Οι σκοποί των ανθρωπίνων υποσυστημάτων τους, διαδικασία που καλείται «ανθρωπισμός»
- ❖ Οι σκοποί των υπερκειμένων συστημάτων, διαδικασία που καλείται «ενσωμάτωση στο περιβάλλον».

Ο Jantsch (1980) παρατηρεί ότι, σύμφωνα με το επικρατές πρότυπο, η εξέλιξη είναι η αντίδραση των συστημάτων στην εξωτερική εξέλιξη. Σημειώνει, όμως, ότι με την εμφάνιση του προτύπου της αυτοοργάνωσης αποκαλύφθηκε μια νέα προοπτική η οποία θέλει την εξέλιξη να είναι μια δημιουργική έκφραση της εσωτερικής αυτοοργάνωσης. Σύμφωνα με τον Jantsch (1980), η αυτοοργάνωση είναι μια μεταδιαδικασία η οποία περιλαμβάνει και την υπέρβαση των ορίων του ανθρωπίνου συστήματος.

2.19.16.1 Τύποι ανθρωπίνων συστημάτων

Ο Banathy (2000) δημιούργησε μια πολύ συνοπτική και δυναμική περιγραφή των ανθρωπίνων συστημάτων βασισμένη στις παρακάτω διαστάσεις:

- ❖ Ο βαθμός στον οποίο είναι ανοιχτά ή κλειστά
- ❖ Ο βαθμός στον οποίο είναι μηχανιστικά
- ❖ Ο τρόπος με τον οποίο καθορίζουν τον σκοπό τους (ατομικά, συλλογικά)

- ❖ Ο βαθμός και η φύση της πολυπλοκότητάς τους (απλά, περίπλοκα, δυναμικά).

Ακολουθεί την ταξινόμια του Weaver (1948) αναφορικά με τη Φυσική ως την επιστήμη των απλών συστημάτων, τη Στατιστική ως θεωρία της ανοργάνωτης πολυπλοκότητας και τη Συστημική ως θεωρία της οργανωμένης πολυπλοκότητας. Μπορούμε με βάση τις παραπάνω διαστάσεις να διαφοροποιήσουμε πέντε κατηγορίες ανθρωπίνων συστημάτων (Banathy, 2000):

- 1) Μηχανιστικά
- 2) Ντετερμινιστικά
- 3) Στοχοθετικά
- 4) Ευρεστικά
- 5) Οργανικά

Μηχανιστικά ανθρώπινα συστήματα

Πρόκειται για κλειστά συστήματα. Η δομή τους είναι απλή με λίγα σχετικά μέλη και οι αλληλεπιδράσεις περιορισμένες. Έχουν έναν μοναδικό σκοπό και πολύ ξεκάθαρους στόχους. Η συμπεριφορά τους είναι μηχανιστική. Οι τρόποι δράσης και τα μέσα επίτευξης των σκοπών είναι προκαθορισμένα. Υπάρχει πολύ λίγος χώρος για αυτοκαθοδήγηση (self-directiveness). Παραδείγματα: γραμμές παραγωγής και ανθρωπομηχανικά συστήματα.

Ντετερμινιστικά ανθρώπινα συστήματα

Είναι περισσότερο κλειστά από ό,τι ανοιχτά. Έχουν ξεκάθαρους προκαθορισμένους ρόλους. Τα άτομα του συστήματος έχουν περιορισμένο βαθμό ελευθερίας στην επιλογή μέσων και μεθόδων. Η πολυπλοκότητά τους ποικίλει από πολύ μικρή έως πολύ λεπτομερής. Θα λέγαμε μάλλον ότι τα συστήματα αυτά τείνουν στην περιπλοκότητα και είναι μακριά από το να θεωρηθούν δυναμικά πολύπλοκα. Παραδείγματα: γραφειοκρατίες, συστήματα μάθησης, κάποια εθνικά εκπαιδευτικά συστήματα.

Στοχοθετικά ανθρώπινα συστήματα

Πρόκειται για ιεραρχικά συστήματα τα οποία είναι περισσότερο ανοιχτά παρά κλειστά. Οι στόχοι τους καθορίζονται από την κορυφή της ιεραρχίας, αλλά υπάρχει σχετική ελευθερία στον καθορισμό μεθόδων και μέσων. Τα συστήματα αυτά θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον, για να διατηρήσουν τη βιωσιμότητά τους.

Ευρεστικά ανθρώπινα συστήματα

Ειδικές περιπτώσεις συστημάτων, όπως R&D συστήματα, ερευνητικά κέντρα, καινοτόμες επιχειρήσεις, εικονικές επιχειρήσεις, διαμορφώνουν τη δική τους στοχοθεσία κάτω από κάποιες εξωτερικές γενικές κατευθύνσεις. Είναι ανοιχτά συστήματα που δέχονται, αλλά και γεννούν επιρροές. Η πολυπλοκότητά τους είναι δυναμική και η στοχοθεσία τους διαμορφώνεται συλλογικά. Τέτοια εκπαιδευτικά συστήματα είναι ερευνητικά εκπαιδευτικά ιδρύματα και εναλλακτικά σχολεία, όπως για παράδειγμα τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας.

Οργανικά ανθρώπινα συστήματα

Τα συστήματα αυτά οδηγούνται από ένα όραμα για το μέλλον. Είναι ανοιχτά και εξελίσσονται με το περιβάλλον. Παρουσιάζουν δυναμική πολυπλοκότητα και συστημική συμπεριφορά. Τέτοια συστήματα είναι οι Εικονικές Κοινότητες και ομάδες R&D στην αιχμή της τεχνολογίας. Όταν εργάζεται κανείς με συστήματα – ειδικά τα ανθρώπινα συστήματα –, θα πρέπει να έχει ξεκαθαρίσει πλήρως το είδος του συστήματος, προκειμένου να εφαρμόσει τις κατάλληλες συστημικές προσεγγίσεις.

2.19.17 Προβλήματα και προβληματικές στα ανθρώπινα συστήματα

Ερευνώντας τα ανθρώπινα συστήματα, ερχόμαστε αντιμέτωποι με προβληματικές καταστάσεις που αποτελούνται από **συστήματα προβλημάτων** παρά από απλό σύνολο προβλημάτων. Παράλληλα, τα περισσότερα προβλήματα είναι εμποτισμένα στην αβεβαιότητα και απαιτούν υποκειμενική ερμηνεία. Ο Churchman (1971) λέει χαρακτηριστικά: «Τα ανθρώπινα συστήματα είναι μοναδικά και η προσέγγισή τους γίνεται μόνο μέσα από αυτή τη μοναδικότητα». «Τα όπλα μας», σημειώνει, «όταν εργαζόμαστε με τα συστήματα, είναι η ίδια η υποκειμενικότητα». Δεν είναι λίγες οι φορές, λοιπόν, που στην προσπάθειά μας να προσεγγίσουμε ένα πρόβλημα ερχόμαστε αντιμέτωποι με ένα σύμπλεγμα προβλημάτων. Το σύμπλεγμα αυτό ο Pecesí (1969) το ονόμασε «**προβληματική**». Σημειώνει σχετικά: «Μέσα σε μια προβληματική είναι δύσκολο να υποδείξουμε κάποια μεμονωμένα προβλήματα και να προτείνουμε μεμονωμένες λύσεις. Κάθε πρόβλημα συνδέεται με όλα τα υπόλοιπα και μια τοπική λύση μπορεί να εντείνει την προβληματική. Μια προβληματική δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις απλές γραμμικές μεθόδους του παρελθόντος». Ο Ackoff (1981) ονομάζει αυτή τη δέσμη των αλληλένδετων προβλημάτων «**κυκεώνα**». Θεωρεί τον κυκεώνα σύστημά και σημειώνει σχετικά: «Ο κυκεώνας είναι και αυτός ένα σύστημα και δεν μπορεί να κατανοηθεί με την ανάλυσή του σε μέρη». Αναφέρει, επίσης, ότι η εποχή της βεβαιότητας έχει περάσει ανεπιστρεπτί και στο εξής θα βρισκόμαστε συνέχεια στην εποχή της αβεβαιότητας με ζωντανά προβλήματα κινούμενα σε μια διαρκή ροή. Σχετικά με το θέμα οι Rittel και Webber (1984) σημειώνουν ότι οι κλασικές επιστήμες αντιμετωπίζουν «δομημένα και ήρεμα» προβλήματα.

Πολλά προβλήματα τα οποία εμφανίζονται στις κοινωνικές επιστήμες είναι «**κακόβουλα**». Κάθε λύση που δίνεται σε ένα κακόβουλο πρόβλημα είναι πάντα μερική και ατελής. Επιπλέον, το κακόβουλο πρόβλημα μεταλλάσσεται, καθώς προσεγγίζουμε τη λύση. Ο συστημικός σχεδιασμός και η συστημική παρέμβαση επιχειρεί να τιθασεύσει τον κυκεώνα και τα κακόβουλα προβλήματα που δημιουργεί.

2.20 Αρχιτεκτονική του μηχανισμού της συστημικής προσέγγισης

Η αρχιτεκτονική της συστημικής προσέγγισης θα μελετηθεί στα παρακάτω διακριτά βήματα:

- A) Καθορισμός της ενεργού περιοχής
- B) Σχεδιασμός της συστημικής προσέγγισης και του μηχανισμού της
- Γ) Πραγματοποίηση της συστημικής προσέγγισης.

2.20.1 Καθορισμός της ενεργού περιοχής

Ο συστημικός ερευνητής ο οποίος κατασκευάζει μια συστημική προσέγγιση θα καθορίσει πρώτα το **διαλεκτικό σύστημα** το οποίο θα παραγάγει τις **συνοριακές συνθήκες** της ενεργού περιοχής. Στη συνέχεια, θα προχωρήσει στην παραγωγή του γνωστικού **μετασχηματισμού της ενεργού περιοχής σε σύστημα**. Ο Churchman ισχυρίζεται ότι τέτοιες προσεγγίσεις έχουν ισχυρό ηθικό βάρος και οδηγούνται από ένα αξιολογικό σύστημα του διαλεκτικού μηχανισμού ο οποίος και θα καθορίσει τις συνοριακές συνθήκες του μοντέλου του. Η επιλογή των συνοριακών συνθηκών (boundary critique) έχει πολύ μεγάλη σημασία και καθορίζει την αξία του παραγόμενου νοητικού μοντέλου. Μια συνοριακή συνθήκη μπορεί να εκφράζει ισχυρή πόλωση και μεροληψία. Οι Midgley (2000) και Ulrich (1983) θεωρούν ως κεντρικό σημείο της κριτικής συστημικής προσέγγισης τον καθορισμό των ορίων της ενεργού περιοχής.

Στην Εκπαίδευση υπάρχουν πολλές ενεργές περιοχές οι οποίες απαιτούν συστημική προσέγγιση. Σημειώνουμε μερικές: α) Το σύστημα εκπαιδευτικής αξιολόγησης, β) Η σύγχρονη σχολική τάξη, γ) Το σύστημα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, δ) Η σύνδεση του σχολείου με την κοινωνία και την αγορά εργασίας κλπ. Η ενεργός περιοχή μπορεί να είναι μια οποιαδήποτε περιοχή στο συνεχές της πραγματικότητας, την οποία ο συστημικός ερευνητής θα επιχειρήσει να μοντελοποιήσει.

2.20.2 Συστατικά στοιχεία μιας ενεργού περιοχής

Οι συνοριακές συνθήκες μπορεί να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- A) **Σύνολα διαδικασιών** (αποτελεσματικότητα και έλεγχος ροής γεγονότων)
- B) **Δομές** (αποτελεσματικότητα των λειτουργιών, έλεγχος και συντονισμός)
- Γ) **Περιβάλλοντα νοηματοδότησης** (αφορούν το νόημα που δίνουν οι άνθρωποι σε διαδικασίες και δομές)
- Δ) **Κέντρα γνώσης - ισχύος** (αξιολόγηση των συμπεριφορικών, αξιολογικών και γνωστικών σχημάτων που επιβάλλονται από κέντρα εξουσίας).

2.20.3 Σύνολα διαδικασιών

Οι διαδικασίες είναι οργανωμένες ροές γεγονότων και διακρίνονται σε **επιχειρησιακές διαδικασίες**, που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι εργασίες, και **διοικητικές διαδικασίες**, που αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο υποστηρίζονται οι επιχειρησιακές εργασίες. Δύο βασικά θέματα σχετικά με τις διαδικασίες είναι η **αποτελεσματικότητα** και η **αξιοπιστία** τους. Οι συνοριακές συνθήκες των διαδικασιών αφορούν την επιλογή των διαδικασιών που θα περιλαμβάνονται σε μια ενεργό περιοχή. Αν η ενεργός περιοχή, για παράδειγμα, είναι η σχολική τάξη, οι διδακτικές διαδικασίες αφορούν τη ροή των διδακτικών ενεργειών, τη ροή των ενεργειών αξιολόγησης, ενώ διοικητικές εργασίες είναι η παρακολούθηση των απουσιών, η ενημέρωση των ατομικών δελτίων κλπ. Οι διαδικασίες είναι καλό να αποτυπώνονται σε διαγράμματα διαδικασιών, χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό, όπως π.χ. το DCSYM Case Tool⁶⁶. Τα διαγράμματα διαδικασιών είναι χρήσιμα διαγνωστικά και μαθησιακά εργαλεία και βοηθούν τη διαρκή βελτίωση των διαδικασιών (Continuous Incremental Improvement). Είναι δυνατόν, επίσης, να χρησιμοποιούνται

⁶⁶ Αναλυτικά στοιχεία για τη δομή και τη χρήση του εργαλείου παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5.

για τον σχεδιασμό νέων διαδικασιών (BPR) ή για τη διερεύνηση και την αξιολόγηση διαδικασιών.

2.20.4 Δομές

Η δομή αναφέρεται σε οργανωσιακές λειτουργίες με τις διάφορες μορφές συντονισμού, επικοινωνίας και ελέγχου. Ένα σύστημα δομών αποτελείται από το πλήρες σύνολο κανόνων και διαδικασιών που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται τα επιχειρησιακά και διοικητικά γεγονότα. Την έκταση του συστήματος δομών της ενεργού περιοχής που θα μοντελοποιήσουμε καθορίζουν οι συννοριακές συνθήκες. Αυτό που ενδιαφέρει είναι η αποτελεσματικότητα των δομών, αλλά και η δυνατότητα σχεδιασμού νέων, όπως επίσης και ο συσχετισμός των δομών με άλλα χαρακτηριστικά της ενεργού περιοχής, όπως η δημιουργικότητα κλπ.

2.20.5 Περιβάλλοντα νοηματοδότησης

Τα βασικά συστήματα νοηματοδότησης είναι: οι αξίες, οι ιδεολογίες, οι νόρμες, τα συναισθήματα και τα συστήματα παραδοχών. Οι **αξίες** και οι **ιδεολογίες** είναι εσωτερικοί ενεργοποιητές, ενώ οι **νόρμες** είναι εσωτερικοί περιοριστές. Οι ιδεολογίες είναι σύνολα ιδεών που ορίζουν πώς πρέπει να είναι τα πράγματα, ενώ τα **συναισθήματα** καθορίζουν τον τρόπο σκέψης. Οι **εσωτερικές παραδοχές** καθορίζουν την εγκυρότητα της γνωστικής διαδικασίας. Τα συστήματα νοηματοδότησης είναι σημαντικά για την ερμηνευτική των λόγων και των πράξεων των ατόμων. Ένα κοινό σύστημα νοηματοδότησης καλείται «**κουλτούρα**», όπως έχουμε πει, και καθορίζει τον βαθμό της συνάφειας και της αρμονικής συνύπαρξης. Διαφορετικά συστήματα νοηματοδότησης μπορεί να οδηγήσουν σε συγκρούσεις ή την ανάπτυξη αλληλεπίδρασης.

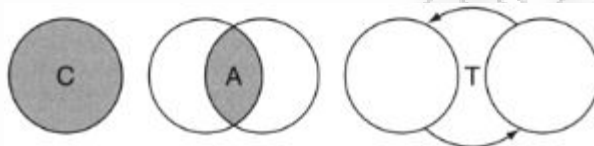
Στα κοινωνικά συστήματα, προκειμένου να επιτευχθεί η εναρμόνιση της σκοποθεσίας των ανθρώπων με τη σκοποθεσία του οργανισμού, μια διαδικασία την οποία θα ονομάσουμε «**κανονικοποίηση**» επιχειρείται η δημιουργία συμφωνίας. Η συμφωνία διακρίνεται σε τρεις τύπους: ομοφωνία, συμβιβασμός και ανοχή (Εικόνα 2-37).

Η **ομοφωνία** σημαίνει την ολική ευθυγράμμιση των ανθρώπων με τη σκοποθεσία του οργανισμού. Με την ομοφωνία το σύστημα από κοινωνικό μετατρέπεται σε οργανικό, σκοποθετικό με μηχανιστικά άτομα, τα οποία, αν και σκοποθετικά, δεν θα εκδηλώσουν σκοπούς άλλους από αυτούς που συμφώνησαν. Είναι εμφανές ότι μια τέτοια αντιμετώπιση των ανθρώπων μειώνει δραστικά την εσωτερική ποικιλομορφία ενός οργανισμού. Η μείωση της ποικιλομορφίας μπορεί να φαντάζει επιθυμητή για έναν οργανισμό, μειώνει όμως τη δημιουργικότητα και την παραγωγή νέων ιδεών, προωθώντας την ομοιομορφία και τη μαζικότητα. Σε συστήματα που επιδιώκεται η ομοφωνία υπάρχει ισχυρή κουλτούρα η οποία καθορίζει πλήρως το σύστημα νοηματοδότησης των ανθρώπων.

Ο **συμβιβασμός** είναι μια πιο ρεαλιστική μορφή ομοφωνίας κατά την οποία διατηρείται η ατομική νοηματοδότηση και σκοποθεσία, αλλά δημιουργείται ένα κοινό υψηλότερο πεδίο κοινής νοηματοδότησης. Αν και στην περίπτωση συμβιβασμού επιδιώκεται η κανονικοποίηση, αυτό γίνεται χωρίς τη θυσία της ατομικής νοηματοδότησης. Στην περίπτωση του συμβιβασμού, τα μέλη ενός οργανισμού παραχωρούν μέρος της δικής τους σκοποθεσίας, υιοθετώντας την εξωτερική σκοποθεσία προκει-

μένου να συμβάλουν στη διατήρηση της ολότητας του οργανισμού. Η διατήρηση της ατομικής σκοποθεσίας και νοηματοδότησης δίνει τη δυνατότητα στα άτομα να τη διεκδικούν, όταν υπάρχει τέτοια ανάγκη.

Η **ανοχή** αφορά την πλήρη διατήρηση της ατομικής σκοποθεσίας και νοηματοδότησης και την αποδοχή των εντάσεων και των συγκρούσεων ως τη μόνη δυνατή προσέγγιση. Η αποδοχή της ανοχής ως κυρίαρχης μορφής συμφωνίας των ανθρώπων σε έναν οργανισμό είναι πολύ επικίνδυνη χωρίς τις αντίστοιχες εξελιγμένες μορφές διοίκησης. Θεωρείται ότι ο τρόπος αυτός ανάπτυξης ενός κοινωνικού συστήματος είναι ακόμη ανεξερεύνητος και πιθανολογείται ότι εμπεριέχει το υψηλότερο δημιουργικό δυναμικό.



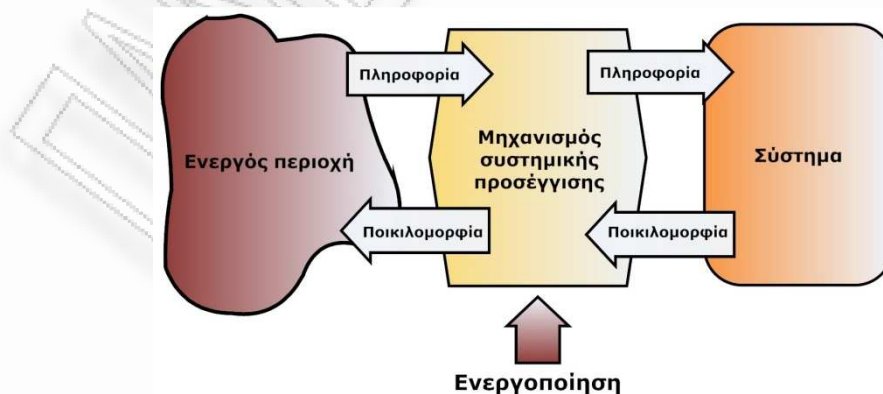
Εικόνα 2-37: Σχηματική αναπαράσταση των διαφόρων τρόπων νοηματοδότησης, ομοφωνία, συμβιβασμός και ανοχή

2.20.6 Κέντρα γνώσης - δύναμης

Τα κέντρα γνώσης - δύναμης αφορούν ανθρώπους οι οποίοι κατέχουν θέσεις ισχύος και είναι σε θέση να επιβάλουν και να καθορίσουν τη συμφωνημένη γνώση μιας κοινωνικής ομάδας. Τα κέντρα γνώσης - δύναμης καθορίζουν ποια γνώση θα θεωρείται έγκυρη και χρηστική. Ο εντοπισμός τέτοιων κέντρων είναι πολύ σημαντική υπόθεση κατά τη διάρκεια διαλεκτικών διαδικασιών και ένα καλό εργαλείο ανάλυσης αποτελεί το εργαλείο ανάλυσης οροθετικών κρίσεων του Ulrich (1983)⁶⁷.

2.21 Σχεδιασμός της συστημικής προσέγγισης

Η ερμηνευτική λειτουργία της συστημικής προσέγγισης συνίσταται στη δημιουργία ενός γνωστικού μετασχηματισμού μιας ενεργού περιοχής ή αρχέγονου συστήματος (Εικόνα 2-38). Η δουλειά του μηχανισμού της προσέγγισης είναι να μετατρέπει την ποικιλομορφία σε πληροφορίες με στόχο τη δημιουργία του συστήματος.



Εικόνα 2-38: Σχηματική αναπαράσταση του μηχανισμού προσέγγισης

⁶⁷ Βλ. Κεφάλαιο 1.

Το ανάλογο είναι η μετρητική συσκευή στη Φυσική η οποία συνδέει μια ενεργό περιοχή με ένα φυσικό μοντέλο. Όταν, για παράδειγμα, παρατηρούμε τον βρασμό του νερού με θερμόμετρο, χρησιμοποιούμε το θερμόμετρο, για να δημιουργήσουμε το μοντέλο του βρασμού. Για τα πολύπλοκα κοινωνικά συστήματα δεν υπάρχουν μετρητικές συσκευές. Οι συστημικές προσεγγίσεις, όμως, αποτελούν σημαντικούς μηχανισμούς παραγωγής των απαραίτητων πληροφοριών που θα οργανωθούν σε έναν επαρκή ισομορφισμό. Στην Εικόνα 2-38 παρουσιάζουμε τον μηχανισμό μιας προσέγγισης, όπως αυτή λειτουργεί ως αντλία πληροφοριών από την ενεργό περιοχή.

Στην παρέμβαση η πληροφορία έχει αντίστροφη πορεία, από το σύστημα προς την ενεργό περιοχή. Όταν θέλουμε να παρέμβουμε σε μια ενεργό περιοχή ή να σχεδιάσουμε μια καινούρια, θα πρέπει να κατασκευάσουμε τον ισομορφισμό (σύστημα) και στη συνέχεια να δώσουμε οργανωμένη πληροφορία, με τη μορφή οδηγιών, εντολών, αποφάσεων προς την ενεργό περιοχή. Με βάση το Νόμο του Ashby για την απαιτούμενη ποικιλομορφία, ένας μηχανισμός μιας προσέγγισης θα πρέπει να ενεργοποιηθεί και να τροφοδοτηθεί με αρκετή ποικιλομορφία, ώστε να είναι σε θέση να συνδεθεί με την ενεργό περιοχή. Αν ο μηχανισμός έχει χαμηλή ποικιλομορφία (λίγες καταστάσεις στον χώρο των φάσεων), τότε δεν θα είναι σε θέση να εξαγάγει ικανό αριθμό πληροφοριών, ώστε να δημιουργήσει τον ισομορφισμό. Η ενεργοποίηση του μηχανισμού της προσέγγισης και η εξασφάλιση της υψηλής ποικιλομορφίας γίνεται με τους παρακάτω τρόπους:

- ❖ **Χρήση πολυμεθοδολογιών αντί για απλές μεθοδολογίες**
- ❖ **Χρήση ικανού αριθμού συμμετεχόντων σε διαθεματικές ομάδες**
- ❖ **Χρήση τεχνολογίας και λογισμικού.**

Ο συστημικός ερευνητής ο οποίος και θα σχεδιάσει τον μηχανισμό της προσέγγισης θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός, ώστε να κάνει ταίριασμα της ποικιλομορφίας της ενεργού περιοχής με την ποικιλομορφία που θα πρέπει να έχει ο μηχανισμός της συστημικής προσέγγισης. Για παράδειγμα, αν επιθυμεί να μοντελοποιήσει ένα ντετερμινιστικό σύστημα, όπως μια γραμμή παραγωγής, μπορεί να το κάνει μόνο του με ένα λογισμικό μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Αν επιθυμεί, όμως, να μοντελοποιήσει τη λειτουργία του εργοστασίου συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπινου δυναμικού, θα χρειαστεί να προσθέσει περισσότερες μεθοδολογίες και να δημιουργήσει διαλεκτική ομάδα η οποία και θα παραγάγει την απαιτούμενη ποικιλομορφία, προκειμένου να συνδεθεί η ενεργός περιοχή με τον μηχανισμό της προσέγγισης.

2.22 Οι διαστάσεις της συστημικής προσέγγισης

2.22.1 Η φιλοσοφική διάσταση

Η συστημική προσέγγιση έχει δύο επιμέρους διαστάσεις, την επιστημολογική και την αξιολογική. Η επιστημολογική διάσταση ασχολείται με τον τρόπο που θα παραχθεί και θα οργανωθεί η γνώση για την ενεργό περιοχή, τα εργαλεία, τις μεθοδολογίες και τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν. Η αξιολογική διάσταση ασχολείται με την ενσωμάτωση αξιολογικών στοιχείων στον μετασχηματισμό της προσέγγισης. Η αξιολογική διάσταση έχει πολύ μεγάλη σημασία για κοινωνικά συστήματα, όπως η

Εκπαίδευση, γιατί φέρνει στην επιφάνεια ηθικά και αισθητικά στοιχεία, όπως η κοινωνική δικαιοσύνη, η ισότητα, η ανοχή της διαφορετικότητας, η συνεργατικότητα και η δημοκρατία.

2.22.2 Η οντολογική διάσταση

Η οντολογική διάσταση αφορά την οργάνωση της γνώσης σχετικά με την ενεργό περιοχή κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να είναι συμβατή με τα γνωστικά συστήματα των ανθρώπων (Πίνακας 2-20). Χρησιμοποιούμε τον όρο «οντολογία», όπως ορίστηκε από τον Heidegger (1951), ως τον *ιδιαιτερό τρόπο με τον οποίο μια νοητική οντότητα αντιλαμβάνεται την ύπαρξή της*. Στην περίπτωση μας, η οντολογία η οποία θα προκύψει με την πραγματοποίηση της συστημικής προσέγγισης θα αποτελεί κοινή συμφωνημένη γνωστική αναπαράσταση, δημιουργημένη από την **P – οντότητα** των ανθρώπων που συμμετέχουν στη διαλεκτική διαδικασία.

Ερμηνευτική Οντολογία	Οντολογία αναπαράστασης	Τι είναι;
	Οντολογία συμπεριφοράς	Τι μπορεί να κάνει;
Εκτελεστική Οντολογία	Οντολογία σχεδιασμού	Τι αλλαγές θέλουμε;
	Οντολογία δράσης	Τι δράσεις θα σχεδιάσουμε;

Πίνακας 2-20: Οι οντολογικές διαστάσεις της συστημικής προσέγγισης

Η ερμηνευτική οντολογία έχει δύο σκέλη:

A) Τι είναι; – Οντολογία αναπαράστασης

Η οντολογία αυτή εστιάζει:

- στη δομή και τη διασύνδεση των υποσυστημάτων
- στη δομή και τη διασύνδεση των ανθρωπίνων ρόλων
- στη δομή του συστήματος ρύθμισης και ομοιόστασης και γενικότερα στον χειρισμό της ποικιλομορφίας
- στα χαρακτηριστικά της ενσωμάτωσης (embeddedness) και αλληλεξάρτησης των υποσυστημάτων
- στις διαδικασίες του συστήματος
- στην πολυπλοκότητα του συστήματος
- στις συμπεριφορές του συστήματος (στον χώρο των φάσεων του συστήματος)
- στη δημιουργία μοντέλων και προσομοιώσεων.

Η αναπαραστατική οντολογία απαντά στο ερώτημα «**τι είναι;**».

B) Τι μπορεί να κάνει; – Οντολογία συμπεριφοράς

Η οντολογία αυτή εστιάζει:

- στους στόχους και σκοπούς του συστήματος και γενικότερα στη στοχοθετική συμπεριφορά του συστήματος
- στην επικοινωνία και τις ανταλλαγές με το περιβάλλον
- στη βιωσιμότητα του συστήματος
- στη δημιουργικότητα του συστήματος, στην ικανότητα παραγωγής νέων συμπεριφορών

- στις ιδιότητες της ολότητας και την ανάδυση συμπεριφορών
- στην οδήγηση του συστήματος (steermanship).

2.22.3 Δημιουργία της ερμηνευτικής οντολογίας

Η ερμηνευτική οντολογία είναι μια αναπαράσταση της ενεργού περιοχής μέσω του συστημικού πρίσματος. Προκειμένου να δημιουργήσουμε την ερμηνευτική οντολογία, θα πρέπει να καθορίσουμε τις συντομικές συνθήκες της ενεργού περιοχής που θα δώσουν στην περιοχή την εννοιολογική δομή του «συστήματος». Στον Πίνακα 2-21 παρουσιάζουμε ενδεικτικές μεθοδολογίες που συμβάλλουν στη δημιουργία της ερμηνευτικής οντολογίας:

	Συστήματα συντομικών συνθηκών	Μοντέλο που προκύπτει	Συστημικές μεθοδολογίες
HARD	Συστήματα δομών	Μοντέλο σύστημα / περιβάλλον	VSM, ST, DCSYM
	Συστήματα διαδικασιών	Μοντέλο επικοινωνίας / ελέγχου / διαδικασιών / συμπεριφορών	DCSYM, SD,
SOFT	Συστήματα Νοηματοδότησης	SSM Rich Picture	SSM, IP, SAST, ST
	Συστήματα ισχύος - γνώσης	Knowledge /power grid	CSH

Πίνακας 2-21: Δημιουργία της ερμηνευτικής οντολογίας

2.22.4 Εκτελεστική οντολογία

Η εκτελεστική οντολογία είναι μια οντολογία παρέμβασης σχεδιασμού η οποία έχει επίσης δύο σκέλη:

A) Την οντολογία σχεδιασμού

Η οντολογία αυτή απαντά στο ερώτημα: «**Τι αλλαγές θέλουμε;**»

B) Την οντολογία δράσης

Η οντολογία αυτή απαντά στο ερώτημα: «**Πώς θα πετύχουμε αυτές τις αλλαγές;**».

2.22.5 Τεχνολογική Διάσταση

Η τεχνολογική διάσταση της προσέγγισης αφορά ουσιαστικά την κατασκευή του μηχανισμού της προσέγγισης. Ο συστημικός ερευνητής, αφού έχει λάβει υπόψη του τις φιλοσοφικές και οντολογικές διαστάσεις της προσέγγισης, θα πρέπει να σχεδιάσει τον μηχανισμό της προσέγγισης. Ο μηχανισμός της προσέγγισης είναι πρακτικά μια **πολυμεθοδολογία** η οποία θα πρέπει να ενσαρκώνει το πνεύμα της προσέγγισης. Στον μηχανισμό περιλαμβάνονται όλα τα διαλεκτικά εργαλεία και εργαλεία λογισμικού τα οποία θα εξυπηρετήσουν την υλοποίηση της πολυμεθοδολογίας (περισσότερα στα Κεφάλαια 4 και 5). Για παράδειγμα, αν η πολυμεθοδολογία μας είναι

DCSYM-SD-SSM, τότε ο μηχανισμός της προσέγγισης θα πρέπει να προβλέπει τη δημιουργία μιας ομάδας εργασίας η οποία και θα εμπλακεί σε κάποια *P – συζήτηση*. Θα πρέπει, επίσης, να καθορίζει τα εργαλεία τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τις επικοινωνίες και τις συζητήσεις της ομάδας, όπως επίσης και για την υλοποίηση της πολυμεθοδολογίας. Ενδεικτικά εργαλεία λογισμικού που χρησιμοποιούνται στις προσεγγίσεις δίνονται στον Πίνακα 2-22:

Είδος Λογισμικού	Υλοποίηση
Λογισμικό μοντελοποίησης	DCSYM Case Tool, Vensim, VSMoD
Λογισμικό προσομοίωσης	Vensim, Stella, Powersim, AnyLogic
Λογισμικό οντολογιών	Protégé, CmapTools OE
Λογισμικό διαλεκτικής	Cogniscope
Λογισμικό νοητικών χαρτών	CmapTools, MindMap
Λογισμικό ασύγχρονης επικοινωνίας	CMS LMS

Πίνακας 2-22: Ενδεικτικό λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις της συστημικής προσέγγισης

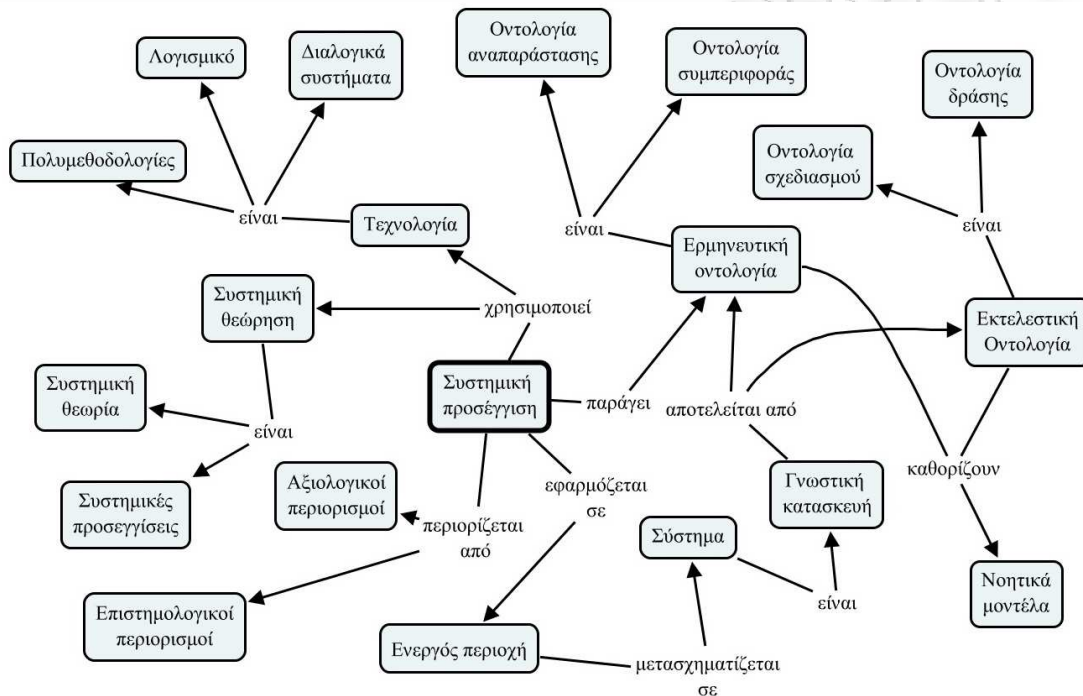
Στην κατασκευή του μηχανισμού της προσέγγισης του και εφόσον η ενεργός περιοχή είναι πολύπλοκη, ο συστημικός ερευνητής θα πρέπει να έχει προβλέψει την **α-πρόσκοπτη παραγωγή ποικιλομορφίας** η οποία θα εξασφαλίσει την απαραίτητη ροή πληροφοριών, ικανή να οδηγήσει στην ερμηνευτική, τον σχεδιασμό ή την παρέμβαση. Για παράδειγμα, αν η διαλεκτική ομάδα η οποία συγκροτήθηκε για τον σχεδιασμό ενός πληροφοριακού συστήματος δεν είναι διαθεματική, τότε είναι εκ των πραγμάτων σίγουρο ότι η ποικιλομορφία θα είναι χαμηλότερη από την απαιτούμενη. Ο συστημικός ερευνητής θα πρέπει να έχει προβλέψει, επίσης, μηχανισμούς ελέγχου και διόρθωσης των διαδικασιών της προσέγγισης, ώστε αυτές να λειτουργούν στα προκαθορισμένα πλαίσια.

2.23 Εφαρμογή της συστημικής προσέγγισης: παραγωγή του συστήματος

Στα προηγούμενα Κεφάλαια παρουσιάσαμε τη συστημική προσέγγιση ως βασικό εργαλείο διείσδυσης στην – κατά τα άλλα – ακατάληπτη πολυπλοκότητα (Εικόνα 2-39). Είδαμε, επίσης, ότι η συστημική προσέγγιση είναι κατά βάση **γνωστικό** εργαλείο. Ο Checkland (1981) έλεγε ότι υπάρχουν δύο τρόποι να δει κάποιος τον κόσμο: α) να θεωρεί ότι ο κόσμος είναι συστημικός και οι προσεγγίσεις *συστηματικές*, και β) να θεωρεί ότι ο κόσμος είναι ένας *κυκεώνας* και οι προσεγγίσεις *συστημικές*. Η δεύτερη αποτελεί την αυθεντική συστημική σκέψη. Ο κυκεώνας αντιμετωπίζεται όχι με την κατάρτησή του σε συστήματα, αλλά με τη δημιουργία μιας οργανωμένης συστημικής προσέγγισης. Η συστημική προσέγγιση στοχεύει ουσιαστικά στο **να οργανώσει τη σκέψη και όχι την πραγματικότητα**. Η μορφοποίηση του κυκεώνα έπεται της οργάνωσης της σκέψης.

Με τον τρόπο αυτόν, η έννοια της συστημικότητας μεταφέρεται από τον κόσμο **στη διαδικασία** με την οποία προσεγγίζουμε τον κόσμο. Δεν είναι ο κόσμος συστημι-

κός, αλλά η προσέγγιση του κόσμου. Επομένως, η συστημική προσέγγιση είναι πρωτίστως ένα τρόπος **μεθοδικής οργάνωσης της σκέψης** για την απόκτηση χρηστικής γνώσης. Μέσω της συστημικής προσέγγισης, δημιουργούμε μια **γνωστική εικόνα της ενεργού περιοχής**. Ο μετασχηματισμός αυτός δεν είναι ο μοναδικός. Διαφορετικοί συστημικοί ερευνητές μπορούν να ενορχηστρώσουν διαφορετικές συστημικές προσεγγίσεις, όμως η φύση των μεθοδολογιών και πολυμεθοδολογιών εγγυάται έως έναν βαθμό ότι οι μετασχηματισμοί που θα δημιουργηθούν θα είναι αλληλοσυμπληρούμενοι.



Εικόνα 2-39: Εννοιολογικός χάρτης της συστημικής προσέγγισης

Η δημιουργία της συστημικής προσέγγισης είναι – από πλευράς διαδικασίας – υλοποίηση αυτού που ο Senge (1990) αποκαλεί **παραγωγική μάθηση** (generative learning). Κατά τη διάρκεια της συστημικής προσέγγισης του ενεργού χώρου, δοκιμάζονται τα κυρίαρχα νοητικά μοντέλα, ενώ αναδύεται ένας νέος εννοιολογικός χώρος μέσα στον οποίο είναι δυνατόν να εντοπιστούν λανθασμένα συστήματα υποθέσεων και να δημιουργηθούν νέα πιο αποτελεσματικά μοντέλα. Ίσως το πιο δύσκολο σημείο μιας συστημικής προσέγγισης είναι η συμμετοχή των ανθρώπων. Σημειώνουμε ότι ο συστημικός ερευνητής έχει ως στόχο να ενορχηστρώνει σωστά και αντικειμενικά την προσέγγιση και όχι να αναπαριστά τα δικά του νοητικά μοντέλα, τη δική του γνωστική αντανάκλαση. Η συμμετοχή πολλών εμπλεκομένων - πρακτόρων στη δημιουργία της συστημικής προσέγγισης εξασφαλίζει τα απαραίτητα επίπεδα ποικιλομορφίας, ώστε να είναι δυνατή η προσέγγιση κάποιας συμφωνημένης αλήθειας. Η συμμετοχή ικανοποιητικού αριθμού παρατηρητών επί της αρχής εξασφαλίζει την προσέγγιση της αλήθειας του συστήματος. Σε δύσκολες περιπτώσεις, ο συστημικός ερευνητής μπορεί να υλοποιεί τις διαλεκτικές μεθοδολογίες ασύγχρονα, αλλά πάντα θα επικεντρώνει στην ενσωμάτωση όσο το δυνατόν περισσότερων νοητικών μοντέλων.

Η συστημική προσέγγιση καλό είναι να υποστηρίζεται από πληροφοριακά συστήματα για δύο βασικούς λόγους: α) γιατί έτσι οργανώνεται καλύτερα η διαδικασία, μιας και υπάρχει η δυνατότητα να καταγράφονται οι συναντήσεις και τα αποτελέσματά τους, όπως επίσης να ανακοινώνονται και να επικοινωνούνται, και β) γιατί διευκολύνεται η γνωστική αντανάκλαση των συμμετεχόντων. Όπως ισχυρίζεται ο G. Pask (1976), οι εποικοδομητικές συζητήσεις που έχουν ως στόχο τη μάθηση θα πρέπει να επικεντρώνονται γύρω από κάποιο πληροφοριακό σύστημα μοντελοποίησης και προσομοίωσης.

Συνηθισμένα λάθη στις συστημικές προσεγγίσεις είναι:

A) Η μη σωστή οριοθέτηση της ενεργού περιοχής: Η οριοθέτηση θα «αποσπάσει» μια ενεργό περιοχή της πραγματικότητας και θα τη μετατρέψει σε γνωστικό σύστημα, οπότε αυτόματα η υπόλοιπη πραγματικότητα θα είναι περιβάλλον. Χρειάζεται μια ισορροπία σχετικά με το τι θα ενσωματώσουμε στο σύστημα και τι θα αφήσουμε στο περιβάλλον. Αν ενσωματώσουμε πολλά στοιχεία στο σύστημα, τότε η ποικιλομορφία του θα αυξηθεί τόσο που η προσέγγιση θα καταρρεύσει. Αν το σύστημα περιέχει λίγα στοιχεία, τότε η προσέγγιση μπορεί να μην είναι χρήσιμη.

B) Φραγμένη ορθολογικότητα (Bounded rationality): Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται, όταν ο αριθμός των ατόμων που συγκροτούν τη διαλεκτική ομάδα είναι πολύ μικρός ή η ομάδα είναι ομοιογενής. Σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι δυνατή η παραγωγή της αναγκαίας ποικιλομορφίας που θα εξασφαλίσει μια λειτουργική προσέγγιση.

Γ) Η μετάπτωση της συστημικής προσέγγισης σε απλή αναγωγική ανάλυση: Ένα από τα πιο σημαντικά λάθη στην εφαρμογή μιας συστημικής είναι η μετάπτωση στον αναγωγισμό. Το σημείο στο οποίο καταρρέει η συστημικότητα και αρχίζει ο αναγωγισμός δεν είναι πάντοτε εμφανές κατά τη διάρκεια της προσέγγισης. Μπορούμε, όμως, να προσδιορίσουμε κάποια ενδεικτικά φαινόμενα:

- A) Αρχίζει και κυριαρχεί κάποια άποψη δημιουργώντας groupthink
- B) Αρχίζει να κυριαρχεί κάποια προοπτική (οικονομική, πολιτική κλπ.)
- Γ) Ο αριθμός των μελών των ομάδων που εφαρμόζουν την προσέγγιση μικραίνει.

2.24 Εκπαίδευση και συστημική θεωρία

Η απαρχή κάθε συστημικής ανάλυσης είναι η Γενική Θεωρία Συστημάτων και ο πολύ σημαντικός διαχωρισμός μεταξύ ανοιχτών και κλειστών συστημάτων. Τα κλειστά συστήματα, όπως είδαμε, δεν αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Τα ανοιχτά συστήματα εξαρτώνται από το περιβάλλον με τη διαρκή αλλαγή ενέργειας, εντροπίας, ύλης και πληροφοριών. Μέσω κάποιου μεταβολισμικού μηχανισμού επιτυγχάνουν να διατηρούνται σε κατάσταση επιβίωσης. Η μεγάλη τους εξάρτηση από το περιβάλλον αναγκάζει τα συστήματα να αναζητούν μια επιτυχή σύνδεση με αυτό μέσω μιας πολύπλοκης διαδικασίας η οποία καλείται «προσαρμογή». Ένα σύστημα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά καλείται «οργανικό» και περιγράφεται με έννοιες όπως, «είσοδος», «έξοδος», «διαδικασία». Αυτή η προσέγγιση έχει υιοθετηθεί από την Εκπαίδευση, όπως χαρακτηριστικά υποδηλώνει η αναφορά του Philip Coombs (1977):

«Ένα εκπαιδευτικό σύστημα έχει ένα σύνολο από εισόδους οι οποίες συνδέονται με διαδικασίες με στόχο την επίτευξη κάποιων εξόδων οι οποίες και συνδέονται με την αποτελεσματικότητα του συστήματος αναφορικά με τους σκοπούς και στόχους του. Όλα αυτά συνθέτουν ένα δυναμικό όλον». Όπως σημειώνει ο Coombs (1977), η Εκπαίδευση περιορίζεται από συγκεκριμένες οικονομικές ανάγκες (είσοδος) τις οποίες θα πρέπει να μετασχηματίσει σε μαθησιακό υλικό, Αναλυτικά Προγράμματα, συγγράμματα. Με τον τρόπο αυτόν, τα άτομα που θα προκύψουν θα καλύψουν συγκεκριμένες κοινωνικές ανάγκες. Ο Coombs θεωρεί ότι ο λόγος εισόδου/έξοδος καθορίζει και τον βαθμό κρίσης στην Εκπαίδευση.

Η σημαντική συνεισφορά της παραπάνω θεώρησης είναι η μεταφορά της εστίασης της εκπαιδευτικής έρευνας από εσωστρεφή ζητήματα στη μελέτη της διασύνδεσής της με το ευρύτερο κοινωνικό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, επεκτάθηκε η θεματολογία της Εκπαιδευτικής Έρευνας, η οποία και άρχισε να λαμβάνει υπόψη παραμέτρους, όπως η κατανομή της εξουσίας και του πλούτου και οι λανθάνουσες επιδράσεις στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Βρήκε, επίσης, τρόπους να χαρτογραφήσει τις πιέσεις της κοινωνίας στα εκπαιδευτικά συστήματα και να ερμηνεύσει έτσι μεταρρυθμίσεις, αλλά και παρεμβάσεις ως **σημεία κρίσης**, καταστάσεις δηλαδή στις οποίες απαιτείται εσωτερική αναδόμηση του εκπαιδευτικού συστήματος, προκειμένου να πετύχει καλύτερη διασύνδεση με το κοινωνικό περιβάλλον.

Μετά το 1960, άρχισε να αναπτύσσεται η Κυβερνητική ως spin-off της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων με ειδικότερο ενδιαφέρον σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ένα οργανικό σύστημα δύναται να λειτουργεί στοχοθετικά, να καθορίζει δηλαδή τη δική του πορεία μέσα σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Βασική προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι η ύπαρξη μηχανισμού ο οποίος να υποστηρίζει διαδικασίες ικανές να επεξεργάζονται ως εισοδοί πληροφορίες οι οποίες προέρχονται από τα αποτελέσματα των ενεργειών τους στο περιβάλλον. Χρησιμοποιώντας την ανατροφοδότηση και τον έλεγχο, τα συστήματα είναι σε θέση να διατηρούν μια σταθερή εσωτερική οργάνωση, ικανή να τους δίνει ταυτότητα, να καθορίζει στόχους και να τους επιτρέπει εσωτερικές αλλαγές. Τα οργανικά συστήματα με τον τρόπο αυτό γίνονται αυτοοργανωτικά ή αυτοπροσδιοριστικά συστήματα. Πρωτεργάτες Συστημικοί, όπως οι Rosenblueth, Wiener και Bigelow (1943), σημείωναν σε ένα χαρακτηριστικό άρθρο: «Είναι δυνατόν να εφαρμοστεί μια ομοιόμορφη συμπεριφοριστική ανάλυση εφαρμόσιμη τόσο σε μηχανές όσο και σε ζωντανούς μηχανισμούς, ανεξάρτητα από τον βαθμό πολυπλοκότητας».

Είναι γενικά διάχυτη η επίδραση της Συστημικής επιστήμης και της Κυβερνητικής στην Εκπαίδευση όπου, ανάλογα με τις κοινωνικές ανάγκες, τα σχολεία είναι είτε κλειστά συστήματα, τερματικά μιας κεντρικής πολιτικής εξουσίας είτε ανοιχτά αυτοοργανωόμενα συστήματα τα οποία είναι δυνατόν να αυτοκαθορίζονται, να στοχοθετούν και να αναδιοργανώνονται. Η κυκλική σκέψη την οποία εισάγει η Κυβερνητική είναι, επίσης, καθοριστική για τη διαρκή αναμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων.

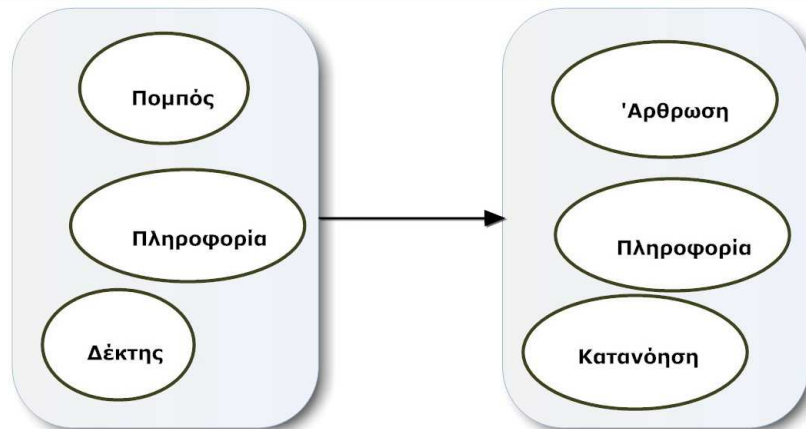
Με την ανάπτυξη της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης εμφανίστηκε και η έννοια του «αυτοποιητικού συστήματος» ως συστήματος το οποίο είναι σε θέση να αναπαράγει τα στοιχεία τα οποία το αποτελούν, μέσα από ένα δίκτυο των ίδιων αυτών στοιχείων.

ων. Ο Zeleny (1980) δίνει τον ορισμό της αυτοποίησης: «Πρόκειται για τη διατήρηση της ολότητας και της ατομικότητας ενός συστήματος, παρόλο που τα στοιχεία που το αποτελούν αποσυντίθενται και αναδομούνται περιοδικά». Με την έννοια αυτή, τα αυτοποιητικά συστήματα είναι κλειστά και ανοιχτά, αυτοπροσδιοριζόμενα συστήματα ταυτόχρονα. Είναι σε θέση να κατασκευάζουν τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται μέσα από τα ίδια αυτά στοιχεία. Τα συστήματα αυτά καλούνται «ζώντα συστήματα». Δεν εισάγουν τη «ζωή» ως είσοδο μέσα από το περιβάλλον, αλλά παράγουν το δικό τους «ζην». Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχουν ανάγκη το περιβάλλον, σημαίνει όμως ότι διατηρούν μια ειδική διαλεκτική με το περιβάλλον, παράγοντας τα απαραίτητα στοιχεία, ώστε να καθίστανται βιώσιμα. Τα αυτοποιητικά συστήματα είναι σε θέση να παράγουν τάξη μέσα από το χάος και, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Morin (1977), έχουν τη δυνατότητα να είναι ανοιχτά επειδή είναι κλειστά.

Η έννοια της αυτοποίησης είναι ο συστημικός ορισμός της ζωής. Ο Luhmann (1990) ανέλαβε να γενικεύσει την έννοια της αυτοποίησης, ώστε να είναι εφαρμόσιμη σε μεγάλο πεδίο συστημάτων. Διαχώρισε τα συστήματα σε οργανικά, ψυχικά και κοινωνικά. Κάθε ένα από αυτά τα συστήματα αντιλαμβάνεται την αυτοποίησή του με έναν αυτόνομο τρόπο αναπαραγωγής. Κατάφερε με τον τρόπο αυτό να γενικεύσει τη βιολογική έννοια της ζωής, επεκτείνοντάς την με την έννοια **νόημα**. Μέσα από το πρίσμα αυτό, αυτοποιητικά δύναται να είναι τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν συνείδηση ή ένα πλέγμα επικοινωνίας, προκειμένου να αναπαράγουν το νόημα.

Σύμφωνα με τον Luhmann, τα κοινωνικά συστήματα χρησιμοποιούν την επικοινωνία ως βασικό μηχανισμό αυτοποίησης. Αναφορικά με τη δομή της επικοινωνίας, το κυρίαρχο πρότυπο αφορά την εκπομπή και λήψη πληροφοριών από έναν πομπό σε έναν δέκτη, αντίστοιχα. Ο Luhmann είχε ισχυρές αντιρρήσεις αναφορικά με το πρότυπο της εκπομπής και λήψης. Θεώρησε ότι δίνει μια λανθασμένη οντολογία του φαινομένου, μιας και υπονοεί ότι κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας πραγματοποιείται κάποια ανταλλαγή κάποιου «αντικειμένου». Έκρινε, επίσης, ότι η συγκεκριμένη μεταφορά επικεντρώνει την ουσία στην ενέργεια της εκπομπής, της άρθρωσης (utterance). Εστιάζει ουσιαστικά στον πομπό, αγνοώντας την επικοινωνία σε μίγμα σχετικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων. Η επικοινωνία αναδύεται μόνο στον βαθμό που το αρθρωμένο μήνυμα του πομπού προσλαμβάνεται από κάποιον δέκτη. Ένα άλλο σημείο κριτικής του μοντέλου της μετάδοσης είναι και η λανθάνουσα υπόθεση της ομοιογένειας και της συνοχής του μηνύματος. Η επικοινωνία μεταξύ δύο ψυχικών οντοτήτων δεν δύναται να εγγυηθεί την ομοιογένεια και το αναλλοίωτο του μηνύματος.

Ο Luhmann πρότεινε ένα διαφορετικό μοντέλο επικοινωνίας (Εικόνα 2-40). Θεώρησε ότι η ταυτότητα ή η νοηματοδότηση της πληροφορίας παράγεται «εν τω γεννάσθαι» μέσα στη διαδικασία της επικοινωνίας. Έτσι, μια «μονάδα» επικοινωνίας συνίσταται στον συντονισμό τριών διαφορετικών επιλογών. Οι επιλογές είναι: η πληροφορία, η άρθρωση και η κατανόηση. Είναι, λοιπόν, η επικοινωνία ένα αναδυόμενο γεγονός το οποίο αποτελείται από την τριαδική ενότητα που περιγράψαμε.



Εικόνα 2-40: Μεταστροφή παραδείγματος στη μοντελοποίηση της επικοινωνίας

Η **μεταστροφή του παραδείγματος** από τον μηχανισμό της εκπομπής, ο οποίος είναι μονοσήμαντος και με χαμηλή πολυπλοκότητα, στον μηχανισμό της επιλογής, όπου η πολυπλοκότητα είναι αυξημένη, δίνει μερικές πολύ ενδιαφέρουσες προεκτάσεις στο φαινόμενο της επικοινωνίας. Το μήνυμα το οποίο θα μεταφερθεί από τον πομπό στον δέκτη είναι προϊόν επιλογής μέσα από ένα σύνολο παρεμφερών πληροφοριών. Η άρθρωση του μηνύματος αφορά την επιλογή μέσα από ένα ρεπερτόριο δυνατών συμπεριφορών και η κατανόηση αφορά την αλλαγή κατάστασης του δέκτη με επιλογή της νέας κατάστασης μέσα από έναν χώρο φάσεων.

Στοιχείο	Επιλογή
Πληροφορία	Πρόκειται για <i>επιλογή</i> μέσα από ένα σύνολο δυνατοτήτων
Άρθρωση	Πρόκειται για <i>επιλογή συμπεριφοράς</i> του πομπού, λεκτικής ή μη λεκτικής, μέσα από ένα ρεπερτόριο συμπεριφορών
Κατανόηση	Πρόκειται για <i>επιλογή</i> της νέας κατάστασης του δέκτη μέσα από ένα σύνολο καταστάσεων

Πίνακας 2-23: Στοιχεία επικοινωνίας κατά τον Luhmann και οι αντίστοιχες σχετιζόμενες επιλογές

Η **αλλαγή της κατάστασης του δέκτη με την κατανόηση της πληροφορίας** είναι μια πολύ σημαντική θέση της συστημικής ανάλυσης και ειδικότερα της Κυβερνητικής. Η σωστή επικοινωνία υπαινίσσεται την επιλογή της σωστής κατάστασης από τον δέκτη. Απαιτείται, λοιπόν, αυτή η επιλογή να φανερώνεται με κάποιον τρόπο από τον δέκτη, ώστε να αξιολογηθεί ως ορθή. Υπό την έννοια αυτή, ο δέκτης είναι αυτός ο οποίος και θα αποφασίσει τελικά σχετικά με το ενιαίο της επικοινωνίας. Αυτό το σημείο είναι κρίσιμο στην κατανόηση του συστημικού σχήματος της επικοινωνίας. Εφόσον η ολοκλήρωση της επικοινωνίας γεννά την ανάγκη νέας επικοινωνίας, ο μηχανισμός της επικοινωνίας είναι επαναλαμβανόμενος και αυτοαναφερόμενος. Κάθε επικοινωνία γεννά μια νέα επικοινωνία, δημιουργώντας έτσι ένα αυτόνομο πλέγμα το οποίο έχει τη δυνατότητα της αυτοποίησης. Έτσι, ένα κοινωνι-

κό σύστημα δύναται να αναπαράγει τον εαυτό του μέσω της αναπαραγωγής των επικοινωνιών μέσω των οποίων υπάρχει.

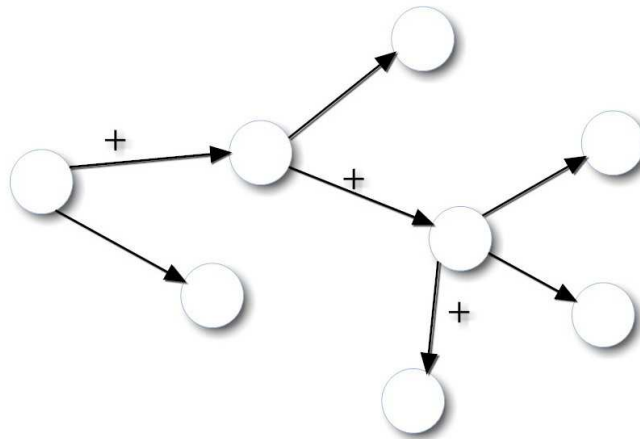
Σύμφωνα με τον Luhmann, **η βασική μονάδα των κοινωνικών συστημάτων είναι η μονάδα επικοινωνίας και όχι τα άτομα**. Τα κοινωνικά συστήματα αποτελούνται από επικοινωνίες και όχι από άτομα. Η **αυτοποίηση των επικοινωνιών και όχι η αυτοποίηση των ατόμων** εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα των κοινωνικών συστημάτων. Τα άτομα ως ψυχικές και οργανικές οντότητες συμμετέχουν στα κοινωνικά συστήματα όχι ως συστατικά στοιχεία, αλλά ως φορείς των επικοινωνιών.

Η παραπάνω δυναμική συστημική θεώρηση της επικοινωνίας από τον Luhmann ερμηνεύει σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία της κουλτούρας (πολιτισμικά στοιχεία) των κοινωνικών συστημάτων ως πανίσχυρης κανονιστικής αυτοποιητικής νόρμας. Η κουλτούρα αποτελεί ρυθμιστή των επιλογών της επικοινωνίας, όπως αυτές αναφέρονται στον Πίνακα 2-23. Η κουλτούρα του κοινωνικού συστήματος καθορίζει τις επιλογές άρθρωσης ή ακόμη και τις επιλογές κατάστασης του δέκτη. Για παράδειγμα, σε μια σχολική τάξη ο εκπαιδευτικός μπορεί να αρθρώσει λεκτικά μια πληροφορία η οποία δύναται να φέρει τον μαθητή σε μια εσωτερική ανασυγκρότηση⁶⁸ και να τον οδηγήσει σε μια νέα γνωστική κατάσταση ως αποτέλεσμα της κατανόησης. Η νέα αυτή γνωστική κατάσταση είναι ελεγχόμενη από την κουλτούρα της τάξης ή του σχολικού συστήματος μέσω – για παράδειγμα – ενός συστήματος αξιολόγησης ή εξετάσεων. Με τον τρόπο αυτό, αναπαράγεται αυτοποιητικά το βασικό σώμα γνώσης το οποίο και μεταφέρεται από γενιά σε γενιά⁶⁹. Ο Parsons (1967) σε συμφωνία με τη συστημική προσέγγιση έλεγε ότι οι κοινωνίες έχουν ανάγκη ένα πλατιά αποδεκτό και συνεκτικό σύστημα από νόρμες και αξίες, προκειμένου να είναι βιώσιμες. Χωρίς τις κανονιστικές νόρμες, τα κοινωνικά συστήματα θα αποσθαινόταν σταδιακά. Το εκπαιδευτικό σύστημα, αλλά και η οικογένεια, κατά τον Parsons, έχει ακριβώς αυτόν τον ρόλο, να μεταφέρει αυτό το σύστημα από κανόνες και αξίες από γενιά σε γενιά.

Μέσα από το πρίσμα της αυτοποίησης η Εκπαίδευση είναι ένα κοινωνικό φαινόμενο το οποίο βασίζεται στην επικοινωνία και το οποίο έχει ως σκοπό να επηρεάζει και να εναρμονίζει τη λειτουργία ψυχικών συστημάτων (συνειδήσεων) μέσα από μια δομική διαδικασία η οποία καλείται «κοινωνικοποίηση». Η κοινωνικοποίηση είναι μια εσωτερική αυτοποιητική ψυχική διαδικασία την οποία ο Luhmann χαρακτηρίζει αυτοκοινωνικοποίηση. Η διαδικασία της κοινωνικοποίησης θα πρέπει να είναι, κατά τον Vanderstraeten (2000), μια διαδικασία επιλογών και όχι συμμόρφωσης. Η κοινωνικοποίηση είναι μια διαδικασία παρουσίασης σημείων διακλάδωσης (bifurcation points) όπου το άτομο έχει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ συμμόρφωσης και μη συμμόρφωσης, αν και οι νόρμες καθορίζουν ελκυστές σε κάθε σημείο διακλάδωσης (Εικόνα 2-41).

⁶⁸ Σε συμφωνία με τη βασική θεωρία ατομικής μάθησης του Piaget.

⁶⁹ Για παράδειγμα, ο μαθητής δεν δύναται να βρεθεί σε γνωστικές καταστάσεις πέρα από αυτές που προβλέπει το Αναλυτικό Πρόγραμμα.



Εικόνα 2-41: Σημεία διακλάδωσης και αντίστοιχοι ελκυστές

Η επιλογή της συμμόρφωσης ή μη συμμόρφωσης στα σημεία διακλάδωσης καθορίζει και τον βαθμό απόκλισης από τη νόρμα, ο οποίος με τη σειρά του καθορίζει και τον βαθμό εξατομίκευσης (Taylor 1989). Με αυτόν τον τρόπο ερμηνεύεται και η δημιουργία ομάδων από διαφορετικές αποκλίνουσες κουλτούρες μαθητών στο σχολείο.

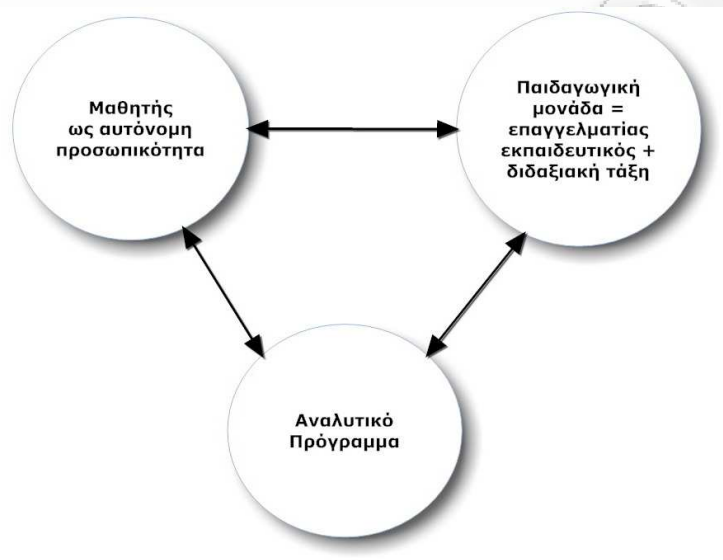
Η Εκπαίδευση, από την πλευρά της, αναλαμβάνει το κομμάτι εκείνο της κοινωνικοποίησης το οποίο δεν γίνεται να αφηθεί στην τύχη. Αν και ένα μεγάλο μέρος της κοινωνικοποίησης είναι τυχαίο, το κομμάτι που αναλογεί στην Εκπαίδευση είναι προγραμματισμένο, συστηματοποιημένο και προκαθορισμένο, προϊόν βαθύτερων κοινωνικών αναγκών και αποτέλεσμα επίπονων και συντονισμένων προσπαθειών. Η παιδαγωγική διαδικασία έχει αποτελέσματα που δεν θα υπήρχαν, αν το άτομο αναλάμβανε το σύνολο της κοινωνικοποίησής του.

Ο ρόλος της Εκπαίδευσης είναι πραγματικά δύσκολος, μιας και έρχεται να υλοποιήσει μια σειρά από προκαθορισμένα βήματα κοινωνικοποίησης και με συγκεκριμένες επιλογές. Όσο η κοινωνία είχε χαμηλή σχετικά πολυπλοκότητα και οι διαδρομές αυτοκοινωνικοποίησης ήταν λίγες, οι συμβατικές παιδαγωγικές μέθοδοι ήταν αποτελεσματικές. Στη σημερινή εποχή με την αυξημένη πολυπλοκότητα δεν αρκεί η συμβατική Παιδαγωγική. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να δημιουργεί εκείνες τις καταστάσεις που θα αναδύουν τις προκαθορισμένες από την εκπαιδευτική πολιτική επιλογές ως προϊόν αυτοκοινωνικοποίησης και όχι να επιβάλλει τις επιλογές ως αίτημα συμμόρφωσης.

Η μετάβαση από την Παιδαγωγική της Μεταφοράς (Μπιχεβιορισμός) στην Παιδαγωγική της Ανάδυσης (Κονστрукτιβισμός) σηματοδοτεί και μια αντίστοιχη αύξηση της αβεβαιότητας της εκπαιδευτικής προσπάθειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όπως θα δούμε και στη συνέχεια, τη δημιουργία μιας κουλτούρας απόδοσης και αξιολόγησης στην Εκπαίδευση με μετρήσιμους δείκτες και μετρήσιμα αποτελέσματα, αυξάνοντας την πίεση για συμμόρφωση σε εκπαιδευτικούς και εν συνεχεία σε μαθητές. Με τον τρόπο αυτό επιχειρεί η εκάστοτε πολιτική ηγεσία να ρυθμίσει τον βαθμό αβεβαιότητας.

Η μορφογένεση του σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος εντοπίζεται στο τέλος του 18^{ου} αιώνα και συνδυάζεται με τρεις βασικές αλληλένδετες καινοτομίες: την ανακάλυψη της αυτόνομης προσωπικότητας του παιδιού, την καθιέρωση της διδακτι-

κής τάξης ως παιδαγωγικής μονάδας με την ταυτόχρονη δημιουργία του επαγγελματία εκπαιδευτικού και την ανάπτυξη της αρχής του αναλυτικού προγράμματος (Εικόνα 2-42). Η οργάνωση της Εκπαίδευσης πάνω σε αυτό το τρίπτυχο, το οποίο λειτούργησε ως αποτελεσματικός εξασθενητής ποικιλομορφίας, ήταν αποτελεσματική, αν αναλογιστούμε την πρόοδο του τελευταίου αιώνα.



Εικόνα 2-42: Ο βασικός παιδαγωγικός μηχανισμός

Συνοψίζοντας, λοιπόν, παρουσιάζουμε βασικά σημεία συστημικής θεώρησης της σύγχρονης Εκπαίδευσης:

- Α) Η βασική παιδαγωγική μονάδα είναι η σχολική τάξη με τους μαθητές ως αυτόνομες ψυχικές οντότητες, τον επαγγελματία εκπαιδευτικό και το Αναλυτικό Πρόγραμμα, το οποίο και λειτουργεί ως ρυθμιστής των αλληλεπιδράσεων του εκπαιδευτικού με τους μαθητές
- Β) Στόχος της σχολικής τάξης είναι να πετύχει την προγραμματισμένη, μη τυχαία κοινωνικοποίηση των ατόμων
- Γ) Οι παιδαγωγικές ενέργειες που πραγματοποιούνται μέσα στην τάξη έχουν ως σκοπό να παραγάγουν καταστάσεις τέτοιες στις οποίες ο μαθητής θα αντιδράσει με τον κατάλληλο τρόπο, ώστε να είναι σε θέση να διαχειρίζεται την κοινωνικοποίησή του προς την επιθυμητή κατεύθυνση
- Δ) Η μεταφορά του κέντρου βάρους της Παιδαγωγικής προς τη διαχείριση της κοινωνικοποίησης από τον ίδιο τον μαθητή (Κονστρουκτιβισμός) αύξησε την αβεβαιότητα της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης της σχολικής τάξης
- Ε) Η βασική μονάδα επικοινωνίας μέσα σε μια σχολική τάξη αποτελείται από επιλογές σχετικά με την πληροφορία, την άρθρωση και την κατανόηση
- ΣΤ) Το πλέγμα και η μορφή επικοινωνιών καθορίζει και τον βαθμό της αυτοποίησης της σχολικής τάξης.

Κλείνοντας, θα ήταν σκόπιμο να επισημάνουμε ότι η Εκπαίδευση στερείται κάποιας πυρηνικής θεωρίας η οποία να αποτελεί βάση για οντολόγηση της εκπαιδευτικής

φαινομενολογίας. Συνήθως, ακολουθείται μια αντικειμενοστρεφής προοπτική όπου τα πάντα φιλτράρονται είτε μέσα από την προοπτική του μαθητή είτε μέσα από την προοπτική του εκπαιδευτικού. Η Συστημική επιστήμη προσφέρει στην Εκπαίδευση μια ολότελα καινούρια οπτική. Η Εκπαίδευση αποκτά συστημικό ρόλο στο να καθορίζει τη συναρμογή των ψυχικών συστημάτων με το κοινωνικό σύστημα μέσω των κατάλληλων αλληλεπιδράσεων. Η Εκπαίδευση αναλαμβάνει να υλοποιήσει εκείνες τις επιλογές κοινωνικοποίησης που η εκάστοτε κοινωνία θεωρεί κρίσιμες και επιθυμεί να υλοποιηθούν. Αποτελεί ίσως τον μεγαλύτερο και σημαντικότερο εξασθενητή ποικιλομορφίας. Παράλληλα, όμως, αναλαμβάνει να παραγάγει και καινούριες καταστάσεις, προκειμένου να προετοιμάσει και την πορεία στο άγνωστο.

2.25 Εκπαίδευση και πολυπλοκότητα

Στο σύγχρονο σχολείο της σκόπιμης κοινωνικοποίησης ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της παιδαγωγικής μονάδας της σχολικής τάξης αφορά το Αναλυτικό Πρόγραμμα το οποίο και καθορίζει το εύρος και το φάσμα των παιδαγωγικών δραστηριοτήτων οι οποίες και θα υλοποιηθούν. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα καθορίζει και το σύνολο της γνώσης η οποία θα μεταφερθεί στους μαθητές ως μέρος της σκόπιμης κοινωνικοποίησής τους. Όπως διαπιστώνει και η Osberg (2008), η παρεχόμενη γνώση βασίζεται σε μια αναπαραστατική επιστημολογία (representational epistemology) η οποία και παράγει μια περιγραφική χωρική - στατική, ρητή - εξωτερική οντολογία του κόσμου. Με τον τρόπο αυτόν, η μάθηση αυτοπροσδιορίζεται ως μετάδοση αυτής της οντολογίας (Biesta και Osberg, 2007). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υιοθετείται μια Παιδαγωγική Συμμόρφωσης και Προσαρμογής, προκειμένου να μεταδοθεί η οντολογία.

Η θεωρία της πολυπλοκότητας έρχεται να αμφισβητήσει την ορθότητα της στατικής αναπαράστασης της γνώσης, εστιάζοντας στο γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος της πραγματικότητας διέπεται από μη γνώση (unknowable), με την έννοια ότι δεν είναι δυνατόν να αναπαρασταθεί με κλειστά και ρητά γνωστικά μοντέλα. Παράλληλα, έρχεται να αμφισβητήσει και την αποτελεσματικότητα της Παιδαγωγικής της Αναπαράστασης ως αναποτελεσματικής στο να προάγει την κριτική και αυτόνομη σκέψη.

2.26 Συστημική - κυβερνητική προσέγγιση και Εκπαίδευση

Η συστημική - κυβερνητική προσέγγιση ασχολείται με τα λεγόμενα ανθρώπινα (soft) συστήματα, κατά την τελευταία φάση της εξέλιξής της, η οποία διαρκεί μέχρι σήμερα. Η αντιμετώπιση αυτής της προσέγγισης είναι ριζικά διαφορετική από εκείνη που χρησιμοποίησε για τα τεχνολογικά (hard) συστήματα και εκπλήσσει συχνά όσους δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτόν τον τρόπο σκέψης. Στη θέση της έως τώρα θεώρησης των προβλημάτων ως πραγματικών και επιλύσιμων, τοποθετείται η άποψη πως η δημιουργία τους ξεκινά από τις προσωπικές αντιλήψεις των ανθρώπων γι' αυτά, πράγμα που συχνά τους οδηγεί σε διαφορετική «θεώρηση» του ίδιου προβλήματος. Με αυτήν την έννοια, γίνεται δεκτή η υποκειμενικότητα ως τρόπος αντιμετώπισης των σημαντικών ζητημάτων που δεν είναι τώρα οι απόλυτα ξεκαθαρισμένοι στόχοι που απαιτεί η «σκληρή» (hard) προσέγγιση.

Οι σημαντικότερες από τις αρχές που προκύπτουν από αυτή την αντιμετώπιση, σε σχέση και με τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη διαχείριση των γνωστικών συστημάτων, μπορεί να συνοψισθούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες:

1. Στη συμμετοχή. Μια επιτυχημένη παρέμβαση σε μια κατάσταση που στοχεύει στη βελτίωση και στην αλλαγή είναι απαραίτητο να επιδιώκει και να ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή όσο το δυνατόν περισσότερων από αυτούς που εμπλέκονται στη συγκεκριμένη κατάσταση. Η έμφαση μεταφέρεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες και εμπειρίες μέσα στους φυσικούς τους χώρους. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στη μέλητη της δομής αυτών των καταστάσεων μέσα από το σύνολο των κανόνων (του κοινωνικού υπερσυστήματος) και των κρατουσών αντιλήψεων (των ανθρωπίνων συστημάτων και των συμμετεχόντων) οι οποίες την προσδιορίζουν.

2. Στο ειδικό ενδιαφέρον για τις επιδράσεις κοινωνικών, πολιτισμικών και οργανωτικών παραγόντων, καθώς επίσης και για τους περιορισμούς που αυτοί δημιουργούν σε κάθε προσπάθεια για την κατανόηση των πραγματικών προβλημάτων.

3. Στη μάθηση μέσα από την έρευνα στο πεδίο. Πρόκειται για θεωρητικοποίηση της πρακτικής (δράσης) και μεταφορά της θεωρίας στην πράξη, με την έννοια ενός κύκλου χωρίς συγκεκριμένη αρχή και τέλος. Είναι οι περιορισμοί και οι ανάγκες που ανακαλύπτουμε, αλλά και η σημασία τους, που καθορίζουν και καθοδηγούν τελικά την πορεία της σκέψης και της δράσης και όχι μια προκαθορισμένη ερευνητική πορεία.

4. Στην ανάγκη για συνύπαρξη δύο αλληλεξαρτώμενων, αλλά διακριτών τρόπων σκέψης. Ο ένας, ο οποίος, αξιοποιώντας τη συστημική - κυβερνητική σκέψη, θα παράγει την ερμηνευτική οντολογία ως κοινή γνωστική πλατφόρμα των εμπλεκόμενων και ο άλλος, ο οποίος θα είναι προσανατολισμένος προς την παρέμβαση και θα εκφράζεται με μια αντίστοιχη οντολογία παρέμβασης η οποία και θα καθοδηγεί συστήματα αποφάσεων και δράσης.

Η Μεθοδολογία των Ανθρωπίνων Συστημάτων (Checkland, 1995), που απορρέει από αυτές τις γενικές αρχές (γνωστή ως Μ.Α.Σ), γίνεται καλύτερα αντιληπτή ως μια ερευνητική διαδικασία επτά σταδίων, τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια:

Στάδιο 1: Μια προβληματική κατάσταση εντοπίζεται, εξετάζεται και συλλέγονται σχετικές πληροφορίες, αξιοποιώντας ποικιλία μεθόδων, τεχνικών και οργάνων παρατήρησης.

Στάδιο 2: Το πληροφοριακό υλικό που έχει συγκεντρωθεί ταξινομείται και οργανώνεται με τρόπο που να ευνοείται η δημιουργία πολλαπλών οπτικών για το πρόβλημα.

Στάδιο 3: Το υλικό που έχει ήδη συγκεντρωθεί χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό διαφόρων σημαντικών συστημάτων και τον προσδιορισμό των βασικών τους στοιχείων. Δημιουργείται έτσι μια ομάδα από «ιδεώδη» συστήματα που περιγράφουν την «προβληματική» κατάσταση, με στόχο να σχεδιασθεί - προγραμματιστεί *τι θα γίνει, γιατί θα γίνει, πότε θα γίνει, ποιος θα το κάνει, ποιος ωφελείται - εμπλέκεται* και να διαπιστωθεί ποιοι είναι οι παράγοντες που περιορίζουν την ανάληψη δράσης. Αυτό το μέρος της διαδικασίας αποτελεί ένα ενδιάμεσο στάδιο ανάμεσα στον

«πραγματικό κόσμο» και στη συστημική σκέψη, όπου ζητήματα της «πραγματικότητας» αντιμετωπίζονται με την αναγωγή τους σε «ιδεώδη» αφηρημένα μοντέλα της συστημικής σκέψης.

Στάδιο 4: Σε αυτό το στάδιο εφαρμόζεται ο μόνος αυστηρός κανόνας της συστημικής σκέψης (αν υπάρχει τέτοιος), ότι δηλαδή προχωρούμε στην ανάπτυξη διανοητικών μοντέλων, στηριζόμενοι στα ευρήματα του Σταδίου 3 και μόνο σε αυτά. Ένα διανοητικό μοντέλο περιγράφει, απλουστευμένα στην αρχή, τις δραστηριότητες και τις λειτουργίες των σημαντικών συστημάτων και δίνει έμφαση στις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις. Στη συνέχεια, είναι δυνατόν να προκύψουν από αυτό το πρώτο μοντέλο άλλες «εκδόσεις», περισσότερο επεξεργασμένες.

Στάδιο 5: Η βασική επιδίωξη εδώ είναι η ανάπτυξη προβληματισμών σχετικά με τις αλλαγές που θα μπορούσαν να γίνουν, προκειμένου να βελτιωθεί η υπάρχουσα κατάσταση. Για τον σκοπό αυτό, τα διανοητικά μοντέλα του προηγούμενου σταδίου συγκρίνονται με την «πραγματικότητα» και δημιουργείται ένας πίνακας με ομοιότητες και διαφορές που περιέχει ακόμη σχόλια, παρατηρήσεις και πρόσθετες πληροφορίες.

Στάδιο 6: Προσδιορίζονται οι επιθυμητές αλλαγές και εξετάζεται η δυνατότητα πραγματοποίησής τους στη συγκεκριμένη χωροχρονική συγκυρία, με τα δεδομένα που υπάρχουν ή είναι δυνατόν να δημιουργηθούν.

Στάδιο 7: Αναλαμβάνεται προγραμματισμένη δράση (παρέμβαση), με στόχο τη βελτίωση και την αλλαγή της υπάρχουσας κατάστασης.

Η διαδικασία που περιγράφηκε εμφανίζει ισχυρή αλληλεξάρτηση ανάμεσα στα διάφορα στάδια και δεν είναι σε καμιά περίπτωση δεσμευτική. Ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα, προσαρμόζοντάς την κατά περίπτωση, να κινηθεί εμπρός ή πίσω στα διάφορα στάδια, να αξιοποιήσει μόνο μερικά από αυτά ή και να παραλείψει κάποια, εάν το κρίνει απαραίτητο. Στην ουσία, πρόκειται για μια συνθετική αντιμετώπιση μιας πολύπλοκης πραγματικότητας, αξιοποιώντας τρεις βασικούς «διαλεκτικούς» βρόχους ανάδρασης, όπου ο ερευνητής χρησιμοποιεί δύο εναλλασσόμενους τρόπους (σκέψη – δράση), με τρόπο που ο ένας να εκλεπτύνει και να προσδιορίζει τον άλλο. Πιο αναλυτικά:

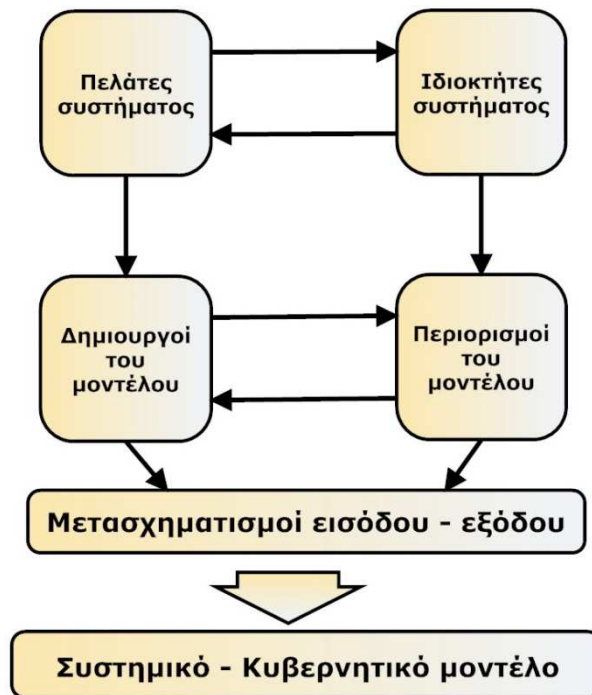
Αρχίζει κανείς «βυθιζόμενος» στο σύστημα, σε μια προσπάθεια να διαπιστώσει τι ακριβώς συμβαίνει. Ο σκοπός είναι να καταφέρει να συλλάβει τα βασικά στοιχεία (Εικόνα 2-43) του συστήματος και να κατασκευάσει ένα συστημικό μοντέλο.

Σε αυτό λαμβάνει υπόψη (με τη συστημική ορολογία) ποιοι είναι και πώς λειτουργούν:

- οι «πελάτες» του συστήματος
- οι «ιδιοκτήτες» του συστήματος, και
- αυτοί που δρουν, για να δημιουργήσουν το συστημικό μοντέλο, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς που τίθενται, την κοσμοθεωρία όλων όσοι συμμετέχουν και τέλος τον προσδοκώμενο μετασχηματισμό των «εισόδων» σε «εξόδους».

Αυτή η «διαλεκτική παλινδρόμηση» ανάμεσα στην αντίληψη που σχηματίζει ο ερευνητής για την πραγματικότητα και στην προσομοίωσή της μέσα από το συστημι-

κό μοντέλο αποτελεί και τον πρώτο βρόχο ανάδρασης που χρησιμοποιεί η Μεθοδολογία των Ανθρωπίνων Συστημάτων.



Εικόνα 2-43: Διαλεκτική διαμόρφωση συστημικού - κυβερνητικού μοντέλου

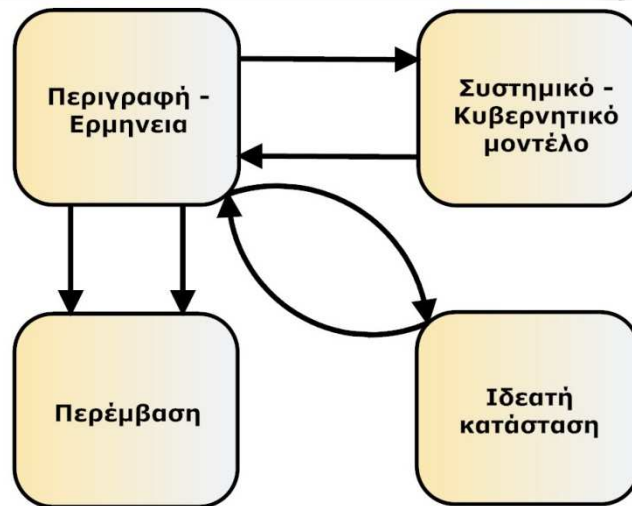
Στη συνέχεια, και αφού κατασκευαστεί ένα επαρκές και ικανοποιητικό για τις ανάγκες μας συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο, ο ερευνητής αποστασιοποιείται από την πραγματικότητα και επιδιώκει να συσχετίσει την κατάσταση που περιγράφει το μοντέλο του με την ιδεώδη κατάσταση την οποία θα επιθυμούσε να δημιουργήσει. Η αλληλεπίδραση και ο συσχετισμός του «πραγματικού» με το «ιδεώδες» μοντέλο συγκροτεί τον δεύτερο σημαντικό βρόχο ανάδρασης (Εικόνα 2-44), με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός εκλεπτυσμένου μοντέλου για το ιδεώδες σύστημα. Προκειμένου όμως το μοντέλο αυτό να αποδειχθεί επιπλέον λειτουργικό και εφαρμόσιμο, ο ερευνητής προχωρεί στη σύγκριση - συσχετισμό του «ιδεώδους» μοντέλου με τον πραγματικό κόσμο και από τον συσχετισμό αυτό προκύπτουν οι προτεινόμενες αλλαγές.

Με δεδομένον πια τον προσδιορισμό των αλλαγών σχεδιάζεται - προγραμματίζεται και πραγματοποιείται η δράση που απαιτείται, προκειμένου αυτές να πραγματοποιηθούν. Αυτός είναι και ο τρίτος βρόχος ανάδρασης, μέσα από τον οποίο θεωρία και πράξη συνεξεκλίσσονται, με στόχο τη βελτίωση και την αλλαγή του συστήματος.

Μέσα από αυτή τη λογική καταλήγουμε στις προτεινόμενες αλλαγές, όπως αυτές υπαγορεύονται με βάση την κατανόηση της πραγματικότητας και τη διαδικασία που προηγήθηκε.

Προκειμένου, όμως, να ενισχυθεί η όλη διαδικασία της μοντελοποίησης και να προγραμματιστούν στη συνέχεια οι σχετικές παρεμβάσεις σε ένα σύστημα (π.χ. στο εκ-

παιδευτικό που μας απασχολεί εδώ), χρειάζεται (Κεκές, 1996) να αντιμετωπιστούν πρόσθετα ζητήματα. Ανάμεσά τους είναι η συνδυασμένη συζήτηση για τη Μεθοδολογία των Ανθρωπίνων Συστημάτων και την Ενεργό Έρευνα (Action Research).



Εικόνα 2-44: Βασικές διαλεκτικές παλινδρομήσεις στη συστημική - κυβερνητική προσέγγιση

2.26.1 Το ενδιαφέρον για νέες συνθετικές συστημικές - κυβερνητικές μοντελοποιήσεις στην Εκπαίδευση

Από τη στιγμή που δεχόμαστε ότι η κοινωνία μας, όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα κάτω από την πίεση, αλλά και τις προκλήσεις της τεχνολογικής μας εποχής, αναγνωρίζει τη διαχείριση της γνώσης ως μια θεμελιώδη αναγκαιότητα για τις απαιτήσεις του εκπαιδευτικού μας συστήματος, χρειάζεται να αναζητηθούν τρόποι για την αντιμετώπιση όλων των συναφών ζητημάτων. Είναι αλήθεια ότι σε αυτόν τον τομέα οι ειδικοί από τον χώρο της Οικονομίας έχουν ένα σημαντικό παρελθόν. Αντίθετα, οι Παιδαγωγοί μόλις τα τελευταία χρόνια (Sallis και Jones, 2002) αρχίζουν να ενδιαφέρονται σοβαρά γι' αυτά τα προβλήματα και δεν εννοούμε εδώ την κλασική αντίληψη για τη διδασκαλία και τους τρόπους μάθησης με τους οποίους όλοι είναι λιγότερο ή περισσότερο εξοικειωμένοι.

Πρόκειται για την αναζήτηση τρόπων, με τους οποίους η εκπαιδευτική Κοινότητα και κατ' επέκταση η κοινωνία μας, θα καταφέρει να αξιοποιήσει παραγωγικά τον τεράστιο όγκο δεδομένων, πληροφοριών και γνώσεων που είναι πλέον διαθέσιμες και εύκολα προσβάσιμες. Παράλληλα, θα χρειαστεί να επανεξετάσουμε τα εκπαιδευτικά μας συστήματα (Banathy, 1991, 1996) και τις πρακτικές που εφαρμόζονται στη διδασκαλία, μέσα από το πρίσμα των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και της καθημερινής απαξίωσης γνώσεων που έως πρόσφατα θεωρούσαμε σημαντικές ή ακριβείς. Από έναν κόσμο που για τα τελευταία τουλάχιστον 350 χρόνια «λάτρευε» στην επιστήμη την αντικειμενικότητα, τον ορθολογισμό και την αλήθεια, περνάμε σε μια αναγκαστική παραδοχή της πολυπλοκότητας, της ασάφειας και της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζουν τον κόσμο που μας περιβάλλει.

Με αυτήν τη συλλογιστική, θεωρούμε ότι σε ένα τόσο πολύπλοκο και απρόβλεπτο γνωστικό περιβάλλον υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αποδειχθούν περισσότερο αποτελεσματικά κάποια συστημικά - κυβερνητικά μοντέλα διαχείρισης της γνώσης σε συνθήκες πολυπλοκότητας.

Για τον σκοπό αυτόν πιστεύουμε ότι θα χρειαστεί:

α) Να αποκτήσουμε ειδικό και συγκεκριμένο ενδιαφέρον για τη διαχείριση της γνώσης στα σύγχρονα εκπαιδευτικά μας συστήματα. Επομένως, οι σχετικές μοντελοποιήσεις θα χρειαστεί να επανεξεταστούν, ενώ ταυτοχρόνως θα προκύπτουν και νέες, προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις μας. β) Να αξιοποιήσουμε τη φιλοσοφία και τη μέθοδο της Ενεργού Έρευνας, σε συνδυασμό και με τη Μεθοδολογία των Ανθρωπίνων Συστημάτων, ώστε να υποστηριχτούν με αποτελεσματικό τρόπο οι σχετικές προσπάθειες. γ) Να ξεκινήσουμε την προσπάθεια για τη μετεξέλιξη του σημερινού σχολείου πάνω στη λογική ενός «οργανισμού που μαθαίνει». δ) Να λειτουργήσουμε γενικότερα μέσα στο πλαίσιο συστημικών - κυβερνητικών μοντελοποιήσεων, ώστε να διευκολυνθούν και να αναπτυχθούν οι διεργασίες της μάθησης.

Με αυτήν τη συλλογιστική, ένα σημαντικό εμπόδιο για τη μετεξέλιξη του σχολείου, από την κλασική μορφή που γνωρίσαμε έως σήμερα σε έναν «οργανισμό που μαθαίνει», σχετίζεται άμεσα με την κατανόηση των βασικών συστημικών - κυβερνητικών μοντελοποιήσεων που το καθορίζουν. Για να γίνει αυτό σαφέστερο, αρκεί κανείς να εξετάσει, για παράδειγμα, τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις στο σημερινό εκπαιδευτικό μας σύστημα. Πρόκειται στην πράξη για μια πολυεπίπεδη ιεραρχική δομή, η οποία καταλήγει στη διδακτική πράξη, παραγνωρίζοντας σχεδόν το σύνολο των παραγόντων που προαναφέραμε σχετικά με την αντίληψη για το σχολείο ως οργανισμό που μαθαίνει. Δεν είναι να απορούμε, λοιπόν, που το τελικό προϊόν αυτής της μορφής οργάνωσης και του συστήματος λήψης των αποφάσεων που το συνοδεύει καταλήγει σε μια αποξενωτική διαδικασία, στην οποία συχνά κυριαρχεί ανασφάλεια και το «κρυφό αναλυτικό» πρόγραμμα του δασκάλου. Οι αλληλεπιδράσεις με το κοινωνικό, οικονομικό, πολιτικό περιβάλλον είναι εξαιρετικά περιορισμένες και οι λύσεις στα προβλήματα υποτίθεται πως προέρχονται «από πάνω».

Η προσπάθεια για τη σταδιακή μετεξέλιξη αυτού του συστήματος σε έναν «οργανισμό που μαθαίνει», με τις προϋποθέσεις που θέσαμε προηγουμένως αναλύοντας τα σχετικά ζητήματα, έχει την ανάγκη μιας διαφορετικής θεώρησης της όλης διαδικασίας. Από τη σημερινή πολυεπίπεδη ιεραρχική δομή θα πρέπει να υπάρξει προσπάθεια για τη σταδιακή μετεξέλιξή της σε ένα επικοινωνιακό δίκτυο με ανθρώπινους κόμβους (Κεκές, 2001). Σε αυτό, μαθητές, γονείς, εκπαιδευτικοί, διοίκηση και οι εμπλεκόμενοι φορείς θα συναπαρτίζουν ένα δίκτυο με δυνατότητες ανάδρασης, που με τη σειρά του θα οριοθετεί το σχολικό σύστημα και θα εξασφαλίζει την επικοινωνία και την αλληλεπίδρασή του με το εξωτερικό του υπερσύστημα. Σε αυτό το υπερσύστημα, το οποίο μάλιστα είναι συχνά αβέβαιο και μεταβαλλόμενο, συμπεριλαμβάνονται παράγοντες οικονομικοί, κοινωνικοί, πολιτικοί, ακόμη και «διαδικτυακοί», με την έννοια των σημαντικών πλέον δυνατοτήτων για πληροφόρηση και γνώση μέσα και από τη σύγχρονη τεχνολογία.

Η επιβίωση και η εξέλιξη μαθητών και εκπαιδευτικών μέσα σε αυτό το πολύπλοκο σύστημα δημιουργεί την ανάγκη για μια διαφορετική προσέγγιση στη γνώση και θέτει νέες απαιτήσεις για τη συνύπαρξη με ένα πολύπλοκο και ρευστό περιβάλλον. Χρειάζεται για τον σκοπό αυτόν να μεγιστοποιηθούν οι «επιδόσεις» του συστήμα-

τος, προκειμένου αυτό να ανταποκριθεί στα νέα αυτά δεδομένα μέσα από μια νέα συνθετική μοντελοποίηση. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να υπάρξει βούληση για αλλαγή νοοτροπίας και να προσδιορισθούν από την αρχή οι γνώσεις, οι μέθοδοι, αλλά και οι δεξιότητες που το σχολικό σύστημα θεωρεί σήμερα ως απαραίτητες για την επιτυχή ένταξη των αποφοίτων του στην πολύπλοκη και συνεχώς μεταβαλλόμενη πραγματικότητα που μας περιβάλλει.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΤΩΝ

3

Εκπαιδευτική Κυβερνητική

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξουμε την ερμηνευτική οντολογία της συστημικής προσέγγισης της **Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής**. Η ερμηνευτική που θα παρουσιάσουμε σχεδιάστηκε για τη μελέτη της ενεργού περιοχής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση⁷⁰. Η ερμηνευτική προσέγγιση είναι βασισμένη στους δύο θεμελιώδεις άξονες της Κυβερνητικής: την Κυβερνητική Πρώτης και Δεύτερης Τάξης (Πίνακας 3-1).

Κυβερνητική Πρώτης Τάξης	Θεωρία Ποικιλομορφίας Ashby (1956) Νευροκυβερνητική θεώρηση του Beer (1959)
Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης	Θεωρία Αυτοοργάνωσης von Foerster (1981) Θεωρία Συζητήσεων Pask (1976)

Πίνακας 3-1: Οι βασικοί άξονες της Κυβερνητικής

Η προσέγγισή της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής στοχεύει στο να παράσχει μια θεμελιώδη συστημική θεώρηση για τα εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα και τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Κύριος ερευνητικός άξονας αποτελεί η αναζήτηση μοντέλων και τεχνικών για τη σύνδεση Εκπαίδευσης και νέων τεχνολογιών σε ένα ενιαίο ανθρωποτεχνολογικό σύστημα με υψηλότερο βαθμό οργάνωσης και αποτελεσματικότητας. Θεωρούμε ότι η Κυβερνητική παρέχει το κατάλληλο εννοιολογικό και μεθοδολογικό πλαίσιο για την καλύτερη διείσδυση στο πολύπλοκο αυτό θέμα, το οποίο είναι επιφορτισμένο με πολλά παράδοξα και αντιφάσεις. Η γραμμική του μελέτη και η στατιστική του έρευνα ως αποκλειστικές πηγές γνώσης αποδεικνύονται ιδιαίτερα προβληματικές, όπως καταδεικνύει το πλήθος των αντιφατικών ερευνών πάνω στο ζήτημα, αλλά και η αδυναμία δημιουργίας ενός πλαισίου από γενικές αρχές που να καθοδηγούν την ανάπτυξη καινοτομιών στον τομέα των εκπαιδευτικών ΤΠΕ και εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων.

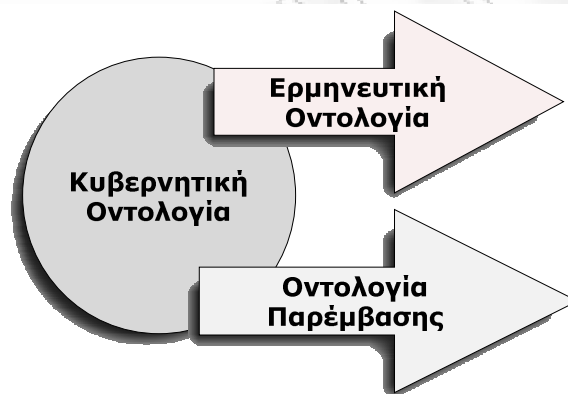
Η Κυβερνητική παρέχει το κατάλληλο γνωστικό όχημα για τη δημιουργία ισχυρών συσχετισμών μεταξύ οργανικών και μηχανιστικών συστημάτων, με αποτέλεσμα να

⁷⁰ Βλ. Κεφάλαιο 1.

δημιουργεί ένα κοινό νοητικό σχήμα, απαρχή μιας δυναμικότερης και αποτελεσματικότερης συνέργειας. Παράλληλα, η Κυβερνητική παρέχει επιχειρησιακά νοητικά μοντέλα ικανά να μετατρέπουν τη γνώση σε αντικείμενο (artifact) (Pangaro, 2001). Στην Κυβερνητική, κάθε ερμηνευτικό μοντέλο διαθέτει ένα αντίστοιχο μοντέλο δράσης και παρέμβασης (Εικόνα 3-1). Με βάση τη συμβολική γλώσσα του Pask, μια κυβερνητική προσέγγιση έχει συμβολικά τη μορφή:

< ερμηνευτικό μοντέλο, *Ex* (ερμηνευτικό μοντέλο) > ⁷¹
 το οποίο είναι ισοδύναμο με:
 < ερμηνευτικό μοντέλο, εκτελεστικό μοντέλο >
 και ισοδύναμο με:
 < ερμηνευτικό μοντέλο, *artifact* >

Το αντικείμενο (artifact) συνδέει την Κυβερνητική με τη θεωρία δραστηριοτήτων (Leontev, 1978), δεδομένου ότι τόσο η παραγωγή όσο και η εκτέλεση του ερμηνευτικού μοντέλου συνδέεται με ανθρώπινες δραστηριότητες.



Εικόνα 3-1: Ανάλυση της κυβερνητικής οντολογίας σε οντολογία αναπαράστασης (ερμηνευτική οντολογία) και οντολογία παρέμβασης

Η Εκπαίδευση δεν αποτελεί μια αμιγή επιστήμη, αλλά περισσότερο μια διαθεματική σύνθεση και μεταφορά γνώσης από άλλες επιστήμες. Συνδυάζει, για τον λόγο αυτό, πληθώρα από θεωρίες, τεχνικές και ερμηνευτικές άλλων επιστημών γύρω από τον βασικό της επιχειρησιακό σκοπό που είναι η μεταφορά ενός υποβάθρου γνώσης και ικανοτήτων από τη μία γενιά στην άλλη. Η διαθεματική της φύση την καθιστά αυτόματα και χώρο δράσης της Συστημικής επιστήμης.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τη Θεωρία Ποικιλομορφίας του Ashby, ιδωμένη από την προοπτική των εκπαιδευτικών συστημάτων, τις βασικές αρχές της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης και τη Θεωρία Συζητήσεων του Gordon Pask, που αποτελεί τη σημαντικότερη κυβερνητική μαθησιακή θεωρία με μεγάλη συμβολή στον χώρο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Στη συνέχεια, θα συνθέσουμε τις θεωρίες αυτές για την παραγωγή της ερμηνευτικής συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης. Η προσέγγισή μας θα δοκιμαστεί στο τέλος με σχετική έρευνα. Η Κυβερνητική δείχνει να είναι, όπως σημειώνει η Savage (2006), η ενδεδειγμένη επιστήμη για την

⁷¹ Ex σημαίνει Execute.

ερμηνεία και την παραγωγή κατάλληλων οργανωτικών σχημάτων για κοινωνικοτεχνικές δομές, όπως είναι η Εκπαίδευση.

Το πεδίο της Κυβερνητικής δημιουργήθηκε κατά τη γενίκευση και μεταφορά εννοιών, όπως «πληροφορία» (information), «ρύθμιση» (regulation), «ανατροφοδότηση» (feedback), «πολυπλοκότητα» (complexity), «επικοινωνία» (communication), «έλεγχος» (control), από το πεδίο και την επιστήμη της Μηχανικής και Μηχανολογίας στα γενικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των ζωντανών οργανισμών και των κοινωνικών συστημάτων. Ερευνητές, όπως οι Norman Wiener (1958), Arturo Rosenblueth (1943) και Julian Bigelow (1943), είχαν ανάγκη από ένα όνομα για το νέο πεδίο το οποίο θεμελιωναν και το οποίο αφορούσε **τους μηχανισμούς σχεδιασμού και παραγωγής σκόπιμης δράσης (purposeful action)**. Το γνωστικό περιεχόμενο του νέου ερευνητικού πεδίου περιλάμβανε την πλούσια αλληλεπίδραση μεταξύ στόχων, προβλέψεων, διαδικασιών, συμπεριφορών, μηχανισμών ελέγχου και αναδράσεων σε συστήματα όλων των ειδών. Ο όρος που θα καθόριζε την αναδυόμενη επιστήμη θα έπρεπε να την περιγράψει σωστά ως την επιστήμη της στοχοθεσίας και σκοποθετικής συμπεριφοράς των συστημάτων. Επιλέχθηκε τελικά ο όρος «Κυβερνητική» ως γενίκευση του πλατωνικού όρου «Κυβερνήτης».

Παλαιότεροι συστημικοί ερευνητές, όπως οι Bateson και Mead, αλλά και πολλοί σύγχρονοι των οποίων το ερευνητικό πεδίο κινείται στο πλαίσιο της Κυβερνητικής, απέφυγαν και αποφεύγουν τη χρήση του όρου. Ο λόγος είναι ότι η Κυβερνητική συνδέθηκε ιδιαίτερα με τη Ρομποτική, την τεχνητή νοημοσύνη, την Υπολογιστική επιστήμη και την εικονική πραγματικότητα, δίνοντας με τον τρόπο αυτό τη λανθασμένη αίσθηση ότι το επίκεντρό της είναι η μελέτη και κατασκευή «σκεπτόμενων μηχανών». Αυτό αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός στην Εκπαίδευση όπου η Κυβερνητική δεν έτυχε ποτέ ιδιαίτερης αναγνώρισης, μιας και συνδέθηκε με τις προσπάθειες δημιουργίας «διδασκικών μηχανών» τις δεκαετίες του '60 και '70.

Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι το cyber αποτέλεσε πρώτο συνθετικό λέξεων, όπως cyborg, cyberspace, cyberman, για να δηλώσει την άμεση συσχέτιση με τους υπολογιστές και τον έλεγχο. Σύμφωνα με τη wikipedia, το cyber είναι ένα από τα τέσσερα προθήματα τα οποία χρησιμοποιούνται, για να συνδέσουν προϋπάρχουσες δομές και συστήματα με την Πληροφορική και την Υπολογιστική επιστήμη –τα άλλα τρία είναι το e-, το virtual- και το i-⁷².

Το παράδοξο με την Κυβερνητική, αλλά και τη Συστημική επιστήμη εν γένει, είναι ότι δεν κατάφερε ποτέ να γίνει δημοφιλής, παρόλο που είχε σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη σκέψη του 20^{ου} αιώνα. Πολλές από τις αρχές, έννοιες και προοπτικές της Κυβερνητικής υιοθετήθηκαν από άλλες επιστήμες, χωρίς όμως να γίνεται κάποια έμμεση ή άμεση αναφορά στην Κυβερνητική. Επιστήμες, όπως η Εκπαίδευση, η Οικονομία, η Αρχιτεκτονική, η Βιολογία, η Ψυχολογία, η Κοινωνιολογία, η Θερμοδυναμική, η επιστήμη της Διοίκησης αλλά και η μεταμοντέρνα Φιλοσοφία έχουν επηρεαστεί άμεσα ή έμμεσα από την Κυβερνητική. Πολλές από τις σημερινές πολύ ελκυστικές γενικές προσεγγίσεις, όπως τα νευρωνικά δίκτυα, τα πολύπλοκα συστήματα, η θεωρία παιγνίων, η οικοσυστημική προσέγγιση, οι διεπαφές ανθρω-

⁷² <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyber->.

που – μηχανής, οι θεωρίες αυτοοργάνωσης, προτάθηκαν από μεγάλους ερευνητές της Κυβερνητικής, όπως οι Ashby, von Foerster, McCulloch, Pask κλπ.

Σήμερα η Κυβερνητική ως πρωτογενής επιστήμη είναι σχεδόν εγκαταλελειμμένη με ελάχιστη έως ανύπαρκτη χρηματοδοτούμενη έρευνα που να οδηγεί σε παραγωγή νέας γνώσης. Η αιτία είναι προφανής: πολλοί μελετητές της Κυβερνητικής στράφηκαν σε ειδικότερα θέματα, όπως έμπειρα συστήματα, αναγνώριση μορφών, ψυχοθεραπεία κλπ. όπου η παραγωγή γνώσης είναι σαφώς πιο εστιασμένη και καλύτερα χρηματοδοτούμενη. Είναι πιο εύκολο να παραχθεί τοπική γνώση, για παράδειγμα στα νευρωνικά δίκτυα, από ό,τι να παραχθεί ερευνητικά μια νέα γενική αρχή με εφαρμογή σε όλα τα συστήματα, κάτι που θα αποτελούσε συστημική και κυβερνητική γνώση. Με τον τρόπο αυτό, πολύ λίγοι ακαδημαϊκοί ερευνητές παρέμειναν τελικά πιστοί στην Κυβερνητική, ενώ αυτοί που αποσπάσθηκαν σε άλλα πεδία γρήγορα αποποιήθηκαν τις κυβερνητικές τους καταβολές.

Ο Whitaker (2007) σημειώνει ότι η Κυβερνητική θεωρείται αναχρονιστικό πεδίο πλέον στη Βόρεια Αμερική με τη γνώση της να έχει διαχυθεί σε ιδιαίτερες ομάδες ενδιαφέροντος, όπως η Θεωρία Πολυπλοκότητας και η τεχνητή ευφυΐα. Κατά τον ίδιο, μια τέτοια εξέλιξη είναι εντελώς παράλογη και την αποδίδει στη μικρή διείσδυση της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης στον κεντρικό κορμό της τεχνολογίας, με αποτέλεσμα Κυβερνητικοί, όπως οι von Foerster, von Glasersfeld, Pask, Maturana και Varela, να μην γνωρίσουν την επιτυχία των προγενεστέρων, όπως Beer, Wiener και Ashby.

Η Κυβερνητική και η Γενική Θεωρία Συστημάτων συντηρούνται πλέον από διεπιστημονικές ομάδες οι οποίες διεθνώς αποτελούν τις Εταιρίες Συστημικών και Κυβερνητικών Μελετών. Αναφορικά με την τεχνολογική πλευρά της Κυβερνητικής, η ερευνητική προσπάθεια μεταφέρθηκε κατά το τέλος του προηγούμενου αιώνα προς την Τεχνητή Νοημοσύνη η οποία θεωρήθηκε κατά κάποιον τρόπο η μετεξέλιξη της Κυβερνητικής, παρόλο που έχουν πολύ απόμακρες επιστημονικές θέσεις. Ένας άλλος λόγος της σταδιακής απόσυρσης της Κυβερνητικής από τους ακαδημαϊκούς χώρους είναι και η ίδια η φύση της. Οι γενικευμένες αρχές οι οποίες είναι και το ζητούμενο της Κυβερνητικής είναι σχετικά δύσκολο να θεμελιωθούν ερευνητικά με την εφαρμογή τους σε συγκεκριμένα συστήματα. Η γερή θεμελίωση που απαιτείται είναι πολλές φορές αδύνατη, με αποτέλεσμα να μένουν για πολύ μεγάλο διάστημα στη σφαίρα της αφηρημένης σκέψης, με κίνδυνο να θεωρηθούν αποτυχημένες.

Εξελικτικά, η Κυβερνητική αποτελεί εφαρμογή της Γενικής Θεωρίας των Συστημάτων στον πολύ σημαντικό τομέα του σχεδιασμού και της κατασκευής **στοχοθετικών συστημάτων**. Αποτελεί την επιστήμη των σχέσεων, του ελέγχου και της οργάνωσης με εφαρμογή σε όλες τις κλάσεις συστημάτων. Οι έννοιες της Κυβερνητικής είναι πολύ ισχυρές και έχουν τη δυνατότητα να περιγράφουν τόσο τα φυσικά όσο και τα ψυχοσωματικά και κοινωνικά φαινόμενα. Ιδρυτής της Κυβερνητικής θεωρείται ο Norbert Wiener, Μαθηματικός (1894-1964), ο οποίος ήταν εμπνευστής του όρου «Κυβερνητική». Ο ίδιος έδινε τον εξής ορισμό: «Κυβερνητική είναι η επιστήμη του ελέγχου της επικοινωνίας στο έμβιο ον αλλά και στη μηχανή». Ο W. Ross Ashby, μεγάλος θεωρητικός της Κυβερνητικής, αποκαλούσε την Κυβερνητική «τέχνη της πλοήγησης των συστημάτων». Επιχειρώντας έναν λειτουργικό ορισμό κατάλληλο για τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, τα οποία και μας απασχολούν, θα λέ-

γαμε ότι η Κυβερνητική είναι η **τέχνη και η τεχνική της κατασκευής, ελέγχου και οργάνωσης βιώσιμων στοχοθετικών συστημάτων.**



Εικόνα 3-2: Συμβατική ευφυΐα και Κυβερνητική (Pangaro, 1990)

Η Κυβερνητική σήμερα χρησιμοποιείται ως όρος-ομπρέλα για μια μεγάλη ποικιλία επιστημονικών κλάδων: Γενική Θεωρία Συστημάτων, Θεωρία Πληροφοριών, Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων, Θεωρία Καταστροφής, Θεωρία Παιγνίων, Θεωρία Χάους κλπ. Μια διάκριση γίνεται μεταξύ της Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης. Η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης (First Order Cybernetics) αναδύθηκε στη δεκαετία του '40 με διεπιστημονικές καταβολές. Εξέφρασε μια προσέγγιση εφαρμοσμένης μηχανικής και ενδιαφέρθηκε τόσο για τον έλεγχο και τη σταθερότητα των συστημάτων, όσο και για διαδικασίες, όπως ανατροφοδότηση, με απώτερο σκοπό την κατασκευή ευφύων συστημάτων. Η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (Second Order Cybernetics), που δημιουργήθηκε στη δεκαετία του '70, βασίστηκε στις βιολογικές ανακαλύψεις, ειδικά στη Νευρολογία, και ενδιαφέρθηκε περισσότερο για την ανάδυση της **οργανικότητας** και συστημικότητας των συστημάτων ως ολιστικών ιδιοτήτων⁷³.

Ο όρος «Κυβερνητική» προέρχεται, όπως είπαμε, από την ελληνική λέξη «Κυβερνήτης» και αναφέρεται στη **σύνθετη** ικανότητα και τέχνη της «**πλοήγησης**» και «**οδήγησης**» ενός συστήματος. Με μια γενικότερη θεώρηση, ασχολείται με την κατασκευή, διατήρηση και πλοήγηση συστημάτων. Η ανάγκη δημιουργίας ενός επιστημονικού πεδίου που να ασχολείται με την οδήγηση των συστημάτων δεν είναι τόσο προφανής, μιας και στο στενό νευτώνειο και γραμμικό τρόπο σκέψης η οδήγηση είναι αυτόματη: αρκεί να διαμορφωθούν οι κατάλληλες αρχικές συνθήκες για τους νόμους οι οποίοι και θα αναλάβουν την οδήγηση των συστημάτων. Η Κυβερνητική, όμως, κινείται σε πολύ ευρύτερα πλαίσια σε σχέση με τη στενή νομοτέλεια (Εικόνα

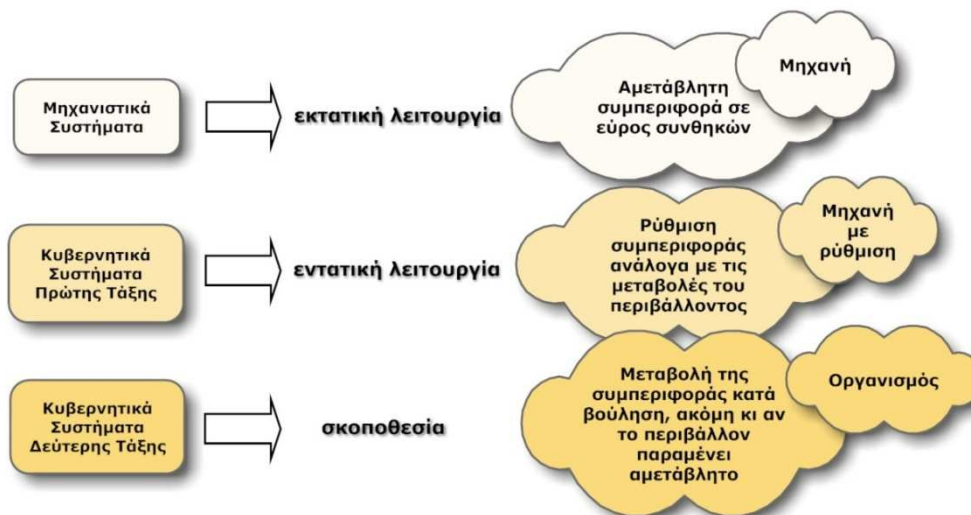
⁷³ Ιδιότητες που κατέχει το όλον και όχι τα μέρη.

3-2). Επιχειρεί να αναδύει συστημικές αρχές οι οποίες, αν και δεν προέρχονται από τη μελέτη της στενής νευτώνειας νομοτέλειας, είναι απαραίτητες στον σχεδιασμό και την πλοήγηση συστημάτων.

Με εντατική ανάλυση του μηχανισμού μετασχηματισμού εισόδου – εξόδου, αναζητά όχι μόνο την εξήγηση της δομής και της σταθερότητας, αλλά και των μηχανισμών αλλαγής, μάθησης και ανάπτυξης ευφυΐας των συστημάτων. Η ερευνητική προσπάθεια της Κυβερνητικής στοχεύει στην ανάπτυξη των αρχών και μεθοδολογιών για την παραγωγή λειτουργικών μοντέλων των συστημάτων. Για να συμβεί αυτό, η Κυβερνητική πρέπει να εργάζεται σε δύο επίπεδα:

- A) Σε επίπεδο επιστήμης ως η επιστήμη των παρατηρήσιμων συστημάτων και της δημιουργίας των αποτελεσματικών μοντέλων τους
- B) Σε επίπεδο μεταεπιστήμης ως η τεχνική της παρατήρησης των συστημάτων.

Με τον τρόπο αυτό η Κυβερνητική επιτυγχάνει αυτό που μπορεί να θεωρηθεί ο πυρήνας των δραστηριοτήτων της: να δημιουργεί χρήσιμες αναπαραστάσεις και μοντέλα των μηχανισμών των συστημάτων τα οποία **συμπεριλαμβάνουν και τον παρατηρητή των συστημάτων**. Σήμερα η Κυβερνητική έχει στρέψει σχεδόν αποκλειστικά το ενδιαφέρον της προς τα οργανικά μοντέλα, σε αντίθεση με τα μηχανιστικά μοντέλα που ήταν ο στόχος της στις πρώτες φάσεις της ανάπτυξής της. Επιστημολογικά, η μετάβαση της Κυβερνητικής από τη μηχανιστική στην οργανική θεώρηση οριοθετείται με τη μετάβαση από την Κυβερνητική Πρώτης Τάξης στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (Εικόνα 3-3).



Εικόνα 3-3: Σύγκριση μηχανιστικών συστημάτων με κυβερνητικά συστήματα πρώτης και δεύτερης τάξης

Σήμερα η Κυβερνητική ευνοείται ιδιαίτερα λόγω των πολύ ισχυρών υπολογιστικών εργαλείων τα οποία έχει στη διάθεσή της. Το δυναμικό της συνέργειας μεταξύ Κυβερνητικής και Υπολογιστικής επιστήμης οδήγησε πολλούς ερευνητές στην ανάπτυξη της ιδέας ενός παγκόσμιου συστήματος γνώσης (universal knowledge system) το οποίο αναπαριστά το εκάστοτε παγκόσμιο γνωστικό δυναμικό σε πολλαπλά επίπεδα διάταξης και ανάλυσης. Τα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου συστήματος γνώσης είναι η απεριόριστη πρόσβαση από άτομα ή ομάδες, η απεριόριστη χωρητικότητα σε

αναπαράσταση γνώσης, η απεριόριστη ευελιξία σε πολλαπλές μορφές αναπαράστασης. Το όραμα της ολιστικής γνώσης που εδράζεται σε ένα παγκόσμιο σκεπτόμενο νευρωνικό δίκτυο συνδεδεμένων ανθρώπων είναι ίσως πολύ απόμακρο, αν και θα αποτελούσε την ύψιστη μορφή σύνθεσης ανθρώπου και μηχανής, το όραμα της Κυβερνητικής.

Σε μικρότερη κλίμακα, τέτοιες δομές είναι δυνατόν να κατασκευαστούν αποτελεσματικά, αξιοποιώντας βασικές αρχές της Κυβερνητικής και κατ' επέκταση της Συστημικής επιστήμης. Ένα τέτοιο σύστημα διαχείρισης γνώσης, οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης με συστημική δομή και κυβερνητική οργάνωση, είναι το αντικείμενο αυτής της διατριβής. Η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης εστιάζει την προσπάθειά της στην οδήγηση τεχνολογικών συστημάτων με ιδιαίτερη εστίαση στην αρνητική ανατροφοδότηση. Η αρνητική ανατροφοδότηση, σε αντίθεση με τη θετική ανατροφοδότηση, σχετίζεται με την ομοιόσταση και τη διατήρηση της ισορροπίας. Η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για την επαναφορά της ισορροπίας έπειτα από μια εξωτερική διαταραχή. Ανέπτυξε, έτσι, την έννοια του ελέγχου ως μιας αναδυόμενης συστημικής διαδικασίας, η οποία ενσωματώνεται στο σύστημα, και την έννοια του συστήματος ελέγχου, το οποίο αποτελεί υποσύστημα του βασικού συστήματος. Η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης, με την εστίασή της στον βρόχο ελέγχου (αρνητική ανάδραση ή ανατροφοδότηση), την ομοιόσταση και την ισορροπία, παραμέλησε τη θετική ανάδραση, την αλλαγή και τη μορφογένεση. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που συνάντησε πολύ μεγάλη δυσκολία κατά την είσοδό της στην Κοινωνιολογία, όπου και κατηγορήθηκε για απλοϊκότητα και γραμμικότητα στην προσέγγιση της πολυπλοκότητας των κοινωνικών φαινομένων.

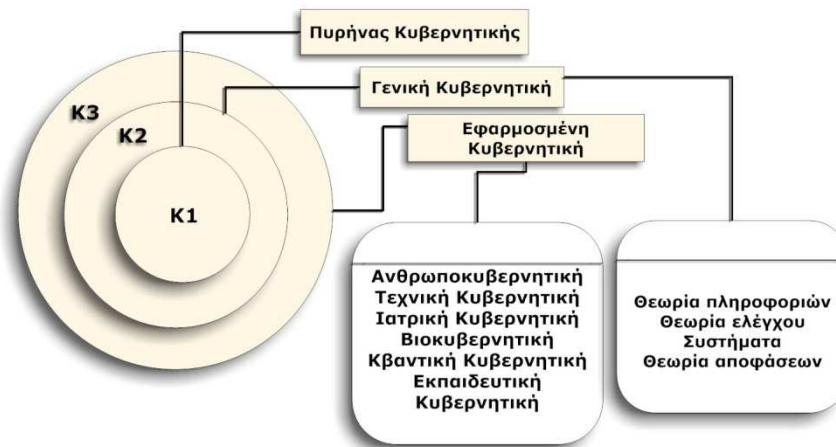
Αν και αυτό είναι εν μέρει σωστό, κανείς δεν είναι σε θέση να αμφισβητήσει την προσφορά της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης στη μελέτη συστημάτων και στην επιστήμη γενικότερα. Χαρακτηριστική είναι η χρήση της Συστημικής Δυναμικής που αναπτύχθηκε από τους Forrester (1961, 1988), Meadows (1974), Richmond (1981,1990), Sterman (2000) για την προσομοίωση δυναμικών συστημάτων, τα οποία εμφανίζουν εκτενείς κύκλους ανατροφοδότησης.

Κατά τον Chen (1996), ο ρόλος της Κυβερνητικής είναι να μελετά τις αναλογίες μεταξύ στοχοθετικών ανθρωπίνων οργανισμών και έμβιων οργανισμών, ώστε να πετύχει **ισχυρές μεταφορές** οι οποίες θα μετατραπούν σε γενικές διαθεματικές αρχές που θα μπορούν να εκφραστούν με τη μαθηματική γλώσσα. Οι αρχές της Κυβερνητικής έχουν ταυτόχρονα μια ειδική μαθηματική διατύπωση και επεξεργασία, αλλά και μια γενική εννοιολογική αναφορά.

3.2 Εκπαιδευτική Κυβερνητική

Το πεδίο της **Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής** βασίζεται κυρίως στην Κυβερνητική Πρώτης Τάξης, την Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης και την Επιχειρησιακή Έρευνα. Έχει, όμως, πολλές επιρροές από τη γενικότερη Θεωρία Συστημάτων και την ολιστική - συστημική προοπτική. Στόχος του πεδίου της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής είναι η δημιουργία χρηστικών μεταφορών, ισομορφισμών και συστημικών προσεγγίσεων για την καλύτερη οργάνωση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε επίπεδο διδακτικής, παιδαγωγικής, διοίκησης και εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Σύμφωνα με τη σημερινή διαμόρφωση του τοπίου της Κυβερνητικής σε τρεις ζώνες ενδιαφέρο-

ντος (Εικόνα 3-4), η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ανήκει στη ζώνη της Εφαρμοσμένης Κυβερνητικής.



Εικόνα 3-4: Δομή της Κυβερνητικής επιστήμης

Η προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής υπόσχεται καλύτερη κα πληρέστερη ερμηνευτική σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι ΤΠΕ επιδρούν στην οργάνωση και τον μετασχηματισμό των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε όλες τις διαστάσεις τους, ατομικές και οργανωσιακές.

Ο Boyd (1998) ορίζει την Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως την εφαρμογή συνδυασμού Κυβερνητικής και Συστημικής για την ανάπτυξη δόκιμων εκπαιδευτικών διαδικασιών και τεχνικών προϊόντων (artifacts). Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική συνδυάζει την Κυβερνητική Πρώτης και Δεύτερης Τάξης με την Κοινωνική Επιχειρησιακή Έρευνα (Community Operational Research) και το γενικότερο πλαίσιο της Συστημικής επιστήμης. Με έναν απλό περιγραφικό ορισμό θα λέγαμε ότι η Εκπαιδευτική Κυβερνητική είναι η **επιστήμη της οργανωμένης εκπαιδευτικής συστημικής ερμηνευτικής και παρέμβασης με ιδιαίτερη έμφαση στον οργανωτικό - τεχνικό τομέα της**. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική υπάρχει ως ακαδημαϊκό αντικείμενο σε κάποια Πανεπιστήμια (Bolton, Concordia κλπ.) και αποτελεί αντικείμενο μελέτης σε Ινστιτούτα Κυβερνητικής. Το κεντρικό αντικείμενο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής σήμερα είναι η συστημική προσέγγιση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και της αποτελεσματικότερης ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική πραγματικότητα. Ενδεικτικές ερευνητικές κατευθύνσεις του πεδίου αποτελούν:

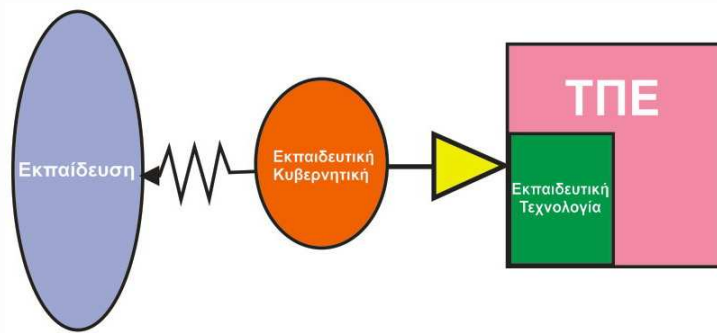
- ❖ κοινωνικοτεχνολογική συνέργεια στην Εκπαίδευση
- ❖ χρήση συστημικών - κυβερνητικών προσεγγίσεων για τη μοντελοποίηση συστημάτων μάθησης και εκπαίδευσης
- ❖ ερμηνευτική και σχεδιασμός τεχνολογικών συστημάτων με τη χρήση συστημικών - κυβερνητικών προσεγγίσεων
- ❖ Εκπαίδευση στον παγκόσμιο κυβερνοχώρο, διακρατικές, διαπολιτισμικές και διαθεματικές πλατφόρμες
- ❖ προώθηση της μοντελοποίησης και προσομοίωσης σε όλα τα επίπεδα εκπαιδευτικού σχεδιασμού και παρέμβασης

- ❖ ενορχήστρωση και εκτέλεση πολυπροοπτικών μαθησιακών συζητήσεων και διαλόγων υποβοηθούμενων από τεχνολογίες προσομοίωσης
- ❖ ανάπτυξη εκπαιδευτικών παιγνίων
- ❖ ανάπτυξη εξελικτικών και αναδυόμενων μοντέλων επικοινωνίας - ελέγχου στην Εκπαίδευση
- ❖ συνεργατικά ανθρωπομηχανικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης και μάθησης.

Πολλά πεδία της ανθρώπινης γνώσης διατηρούν, παράλληλα με τα κλασικά επιστημονικά τους πεδία, ειδικές συστημικές - κυβερνητικές προσεγγίσεις. Για παράδειγμα, έχουμε συστημικές - κυβερνητικές προσεγγίσεις στην Οικονομία, Ψυχολογία, Κοινωνιολογία, Βιολογία, Ιατρική κ.ά. Αυτό συμβαίνει, όπως σημειώνει ο Pickering (2002), γιατί η Κυβερνητική έχει μια ερμηνευτική οντολογική θεώρηση της γνώσης στενά συνδεδεμένη με την παρέμβαση και τη δράση, αποκλίνοντας από την κυριαρχία των καθαρά επιστημολογικών - περιγραφικών θεωρήσεων των κλασικών πεδίων. Η Κυβερνητική διαθέτει, επίσης, μια προσέγγιση εμπλεκόμενων - πρακτόρων, γνωστικών φορέων (agent based), προσέγγιση η οποία επιτρέπει αυτό που ο Pickering (2005) αποκαλεί «χορό του ανθρώπινου με το μη ανθρώπινο», ("dance of human and nonhuman agency") ή διαφορετικά «*αναδυόμενη αλληλεπίδραση ανθρώπινου και αντικειμένου*», ("emergent interplay of human and material"). **Η Κυβερνητική αντιμετωπίζει το ανθρώπινο και το μηχανικό με το ίδιο κοινό εννοιολογικό περιβάλλον.** Αυτό την κάνει μοναδική στο να δημιουργεί επιτυχημένα ανθρωπομηχανικά μοντέλα και προσεγγίσεις. Ακόμη και στον πλέον αποδεκτό ορισμό της Κυβερνητικής, αυτόν του Wiener (1948), συνυπάρχει το έμβιο (animal) με τη μηχανή (machine). Η Κυβερνητική αντιμετωπίζει και τα δύο με την έννοια του πράκτορα - εμπλεκόμενου γνωστικού φορέα.

Ο πράκτορας - εμπλεκόμενος γνωστικός φορέας ως αφαιρετική οντότητα αποτελεί κεντρική κατασκευή στην Κυβερνητική. Είναι κλάση αντικειμένων η οποία δύναται να έχει ανθρώπινη ή μηχανική υλοποίηση. Για παράδειγμα, ο **ομοιοστάτης** του Ashby (1956), τον οποίο ο Wiener αποκάλεσε ως μία από τις σημαντικότερες φιλοσοφικές συνεισφορές στην ανθρωπότητα, αποτέλεσε την πρώτη μηχανή που λειτουργούσε ως πράκτορας - γνωστικός φορέας: καθόριζε μόνος του την ακολουθία καταστάσεων στις οποίες βρισκόταν, λειτουργούσε ως ανοιχτή αυτόνομη μηχανή και είχε «ζωή» στον κυβερνητικό κόσμο (Pickering, 2002). Ο ομοιοστάτης ως κλάση πράκτορα - γνωστικού φορέα μπορεί να έχει πολλές μηχανιστικές υλοποιήσεις, όπως για παράδειγμα ένας ελεγκτής (controller) στα ηλεκτρονικά. Δύναται, όμως, να έχει και ανθρώπινες υλοποιήσεις, όπως για παράδειγμα ο εκπαιδευτικός στη σχολική τάξη.

Στο ίδιο πνεύμα, η γενίκευση εννοιών της ζωής και της οργανικότητας, ώστε να περιλαμβάνει κοινές ενορχηστρώσεις ανθρώπων και άυλων συστημάτων, είναι από τις πολύ δημιουργικές παρεμβάσεις της Κυβερνητικής (για παράδειγμα, Beer, 1959). Η Κυβερνητική αναδεικνύει τόσο τις μηχανιστικές πλευρές των έμβιων όντων και των συλλογικών τους κατασκευών όσο και τις έμβιες ιδιότητες των Μηχανικών και Ανθρωπομηχανικών Συστημάτων. Αυτή η μοναδική προσέγγιση στη φιλοσοφική πορεία του ανθρώπου έχει δώσει στην Κυβερνητική αίγλη, αλλά και μυστήριο παρόμοιο με το μυστήριο που προσφέρει η Κβαντομηχανική.



Εικόνα 3-5: Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική ως εξασθενητής ποικιλομορφίας

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική λειτουργεί ως σύνδεσμος μεταξύ της Εκπαίδευσης (soft) και της τεχνολογίας (hard). Χρησιμοποιώντας την ορολογία του Beer (1966), λειτουργεί ως εξασθενητής ποικιλομορφίας (Εικόνα 3-5) για την Εκπαίδευση και ενισχυτής πολυπλοκότητας για την τεχνολογία. Επιχειρεί να δημιουργήσει μοντέλα τα οποία θα εισάγουν μόνο την αναγκαία ποικιλομορφία στην Εκπαίδευση και θα εξαγάουν αντίστοιχη ποικιλομορφία **από την Εκπαίδευση στο τεχνολογικό πεδίο**.

Στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής επιχειρούμε μια προσέγγιση η οποία αναλύεται στον Πίνακα 3-2.

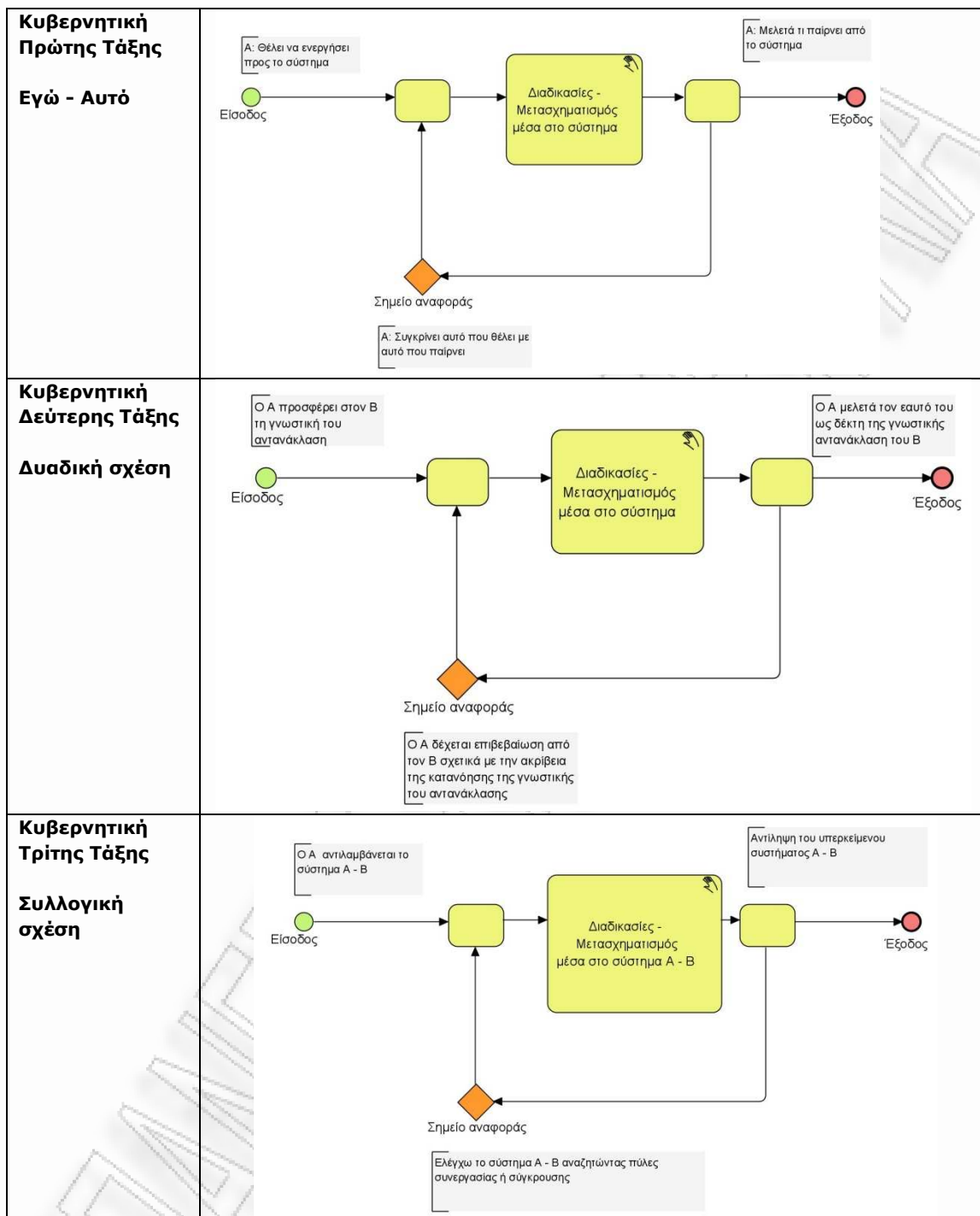
Προσέγγιση Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής	
Ενεργός περιοχή της προσέγγισης	Εκπαιδευτική Πληροφορική ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
Ερμηνευτική οντολογία	Αναπαράσταση DCSYM, CLD
	Συμπεριφορά CT, SD
Οντολογία παρέμβασης	Σχεδιασμός Πολυμεθοδολογία (DCSYM, IP)
	Προβληματική Πολυμεθοδολογία (DCSYM, SSM, VSM)

Πίνακας 3-2: Δομή της κυβερνοσυστημικής προσέγγισης και των παραγόμενων οντολογιών

Ο Zimmer (2001) παρουσιάζει ένα κυβερνητικό μοντέλο κατάλληλο για ερμηνευτική σε εκπαιδευτικά συστήματα (Πίνακας 3-4).

Η Κυβερνητική	
Αφορά τον έλεγχο...	... αλλά στην υπηρεσία της αλληλεπίδρασης
Εστιάζει λιγότερο στα <u>ουσιαστικά</u>	Εστιάζει περισσότερο στα <u>ρήματα</u>
Εστιάζει λιγότερο στην <u>επικοινωνία</u>	Εστιάζει περισσότερο στη <u>συζήτηση</u>
Εστιάζει λιγότερο στα <u>δεδομένα</u>	Εστιάζει περισσότερο στο <u>νόημα</u>
Εστιάζει λιγότερο στην <u>απόλυτη αλήθεια</u>	Εστιάζει περισσότερο στη <u>συμφωνία</u>
Εστιάζει λιγότερο στην <u>πραγματικότητα</u>	Εστιάζει περισσότερο στη <u>συναίνεση</u>
Εστιάζει λιγότερο στο <u>«είναι»</u>	Εστιάζει περισσότερο στο <u>«γίνεσθαι»</u>

Πίνακας 3-3: Χαρακτηριστική αναπαράσταση του περάσματος από την Κυβερνητική Πρώτης Τάξης στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (Pangaro, 1993)



Πίνακας 3-4: Σχηματική αναπαράσταση της Κυβερνητικής Πρώτης, Δεύτερης και Τρίτης Τάξης

Η Κυβερνητική στην υπηρεσία της Εκπαίδευσης μπορεί να λειτουργήσει ως επιστήμη της στοχοθεσίας και των στοχοθετικών συστημάτων, επιστήμη της υποκειμενικότητας και των *P – συζητήσεων* και ως φιλοσοφία της τεχνολογίας. Οργανώνει ποιοτικά και ποσοτικά συζητήσεις μεταξύ ατομικών και συλλογικών οντοτήτων με μηχανική ή βιολογική υπόσταση, διατηρώντας μια σταθερή ανθρωποκεντρική στάση (Pangaro, 1993) (Πίνακας 3-3).

3.3 Η ενεργός περιοχή της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Η ενεργός περιοχή της προσέγγισης της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής οριοθετείται με βάση τα εκάστοτε οροθετικά ερωτήματα. Προσαρμόζοντας τις οροθετικές ερωτήσεις του Ulrich (1983) στην περίπτωση των ΤΠΕ, παίρνουμε τον Πίνακα 3-5.

	Οροθετικές ερωτήσεις στο «είναι»	Οροθετικές ερωτήσεις στο «όφειλε»
1	Ποιος είναι ο πραγματικός ωφελούμενος της παρέμβασης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, αυτός δηλαδή που πραγματικά ωφελείται από την παρέμβαση σε σχέση με αυτόν που επωμίζεται κόστος, αλλά δεν ωφελείται;	Ποιος όφειλε να είναι ο πραγματικός πελάτης της παρέμβασης;
2	Ποιος είναι ο πραγματικός σκοπός της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις πραγματικές επιπτώσεις και όχι από τις δηλώσεις και τις ρητορικές;	Ποιος όφειλε να είναι ο σκοπός της παρέμβασης; Σε ποιες καταστάσεις θα πρέπει να φέρει η παρέμβαση το σύστημα, ώστε να εξυπηρετεί τον «πελάτη» της παρέμβασης;
3	Ποιο είναι το ενδογενές μέτρο της επιτυχίας της εισόδου των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, όπως προκύπτει από τις επιπτώσεις της παρέμβασης;	Ποιο όφειλε να είναι το μέτρο της επιτυχίας της εισόδου των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση αναφορικά με τη βελτίωση του συστήματος;
4	Ποιος είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;	Ποιος όφειλε να είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;
5	Ποιοι παράγοντες επιτυχούς σχεδιασμού και υλοποίησης ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;	Ποια στοιχεία της παρέμβασης (πόρους και περιορισμούς) όφειλε να ελέγχει ο λήπτης αποφάσεων;
6	Ποιες συνθήκες δεν ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων, αποτελούν δηλαδή γι' αυτόν περιβάλλον;	Ποια στοιχεία της παρέμβασης θα έπρεπε να μεταβιβαστούν στο περιβάλλον της παρέμβασης, ώστε να μην ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;
7	Ποιος πραγματικά ορίζεται ως σχεδιαστής στην εισαγωγή των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση;	Ποιος θα έπρεπε να εμπλακεί ως σχεδιαστής στην εισαγωγή των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση;
8	Ποιος χαρακτηρίζεται ως ειδικός στην εισαγωγή των ΤΠΕ; Ποιος είναι ο πραγματικός ρόλος του;	Τι είδους εξειδικευμένη γνώση θα έπρεπε να ρέει στην παρέμβαση; Ποιος ειδικός θα έπρεπε να αναμιχθεί στην παρέμβαση και ποιος θα έπρεπε να είναι ο ρόλος του;
9	Ποιος παρέχει την εγγύηση στους εμπλεκόμενους για επιτυχία της εισαγωγής των ΤΠΕ;	Ποιος όφειλε να είναι ο εγγυητής της παρέμβασης των ΤΠΕ;

Πίνακας 3-5: Οροθετικές ερωτήσεις που καθορίζουν την ενεργό περιοχή

	Οροθετικές ερωτήσεις στο «είναι»	Οροθετικές ερωτήσεις στο «όφειλε»
10	Ποιος από τους εμπλεκόμενους στον σχεδιασμό της εισαγωγής των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση εκπροσωπεί αυτούς που θα επηρεαστούν από την παρέμβαση; Ποιοι είναι αυτοί που θα επηρεαστούν χωρίς να συμμετέχουν;	Ποιος από τους επηρεαζόμενους όφειλε να είναι εμπλεκόμενος;
11	Δίνεται στους επηρεαζόμενους η ευκαιρία να απελευθερωθούν από την κυριαρχία των ειδικών ή οι ειδικοί καθορίζουν τι είναι σωστό γι' αυτούς; Με άλλα λόγια, αυτοί που επηρεάζονται από την εισαγωγή των ΤΠΕ είναι το μέσο για σκοπούς άλλων ή έχουν τη δυνατότητα να αυτοκαθορίζονται;	Σε ποιο βαθμό και με ποιον τρόπο πρέπει οι επηρεαζόμενοι να έχουν την ευκαιρία να απελευθερώνονται από την κυριαρχία των ειδικών;
12	Σε ποιο σύστημα παραδοχών βασίζεται η παρέμβαση; Είναι προκαθορισμένο; Περιέχονται μόνο παραδοχές των εμπλεκομένων;	Πάνω σε ποιο σύστημα παραδοχών οφείλει να βασιστεί η παρέμβαση των ΤΠΕ;

Πίνακας 3-5 (συνέχεια): Οροθετικές ερωτήσεις που καθορίζουν την ενεργό περιοχή

Όπως εύκολα αντιλαμβανόμαστε, η ενεργός περιοχή των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση δείχνει να βρίσκεται σε μια κατάσταση mess - κυκεώνα. Οι εμπλεκόμενοι είναι πολλοί: πολιτικοί, εκπαιδευτικοί αντικειμένων, εκπαιδευτικοί Πληροφορικής, ερευνητικοί φορείς, πανεπιστημιακά τμήματα Παιδαγωγικής και Πληροφορικής, συνδικαλιστικοί φορείς, εταιρείες Πληροφορικής, υπεύθυνοι δικτύων, σχεδιαστές πληροφοριακών συστημάτων κλπ., ενώ επίσης διαφορετικές είναι οι προσεγγίσεις και τα συστήματα παραδοχών του καθενός.

Οι εκπαιδευτικοί δείχνουν να έχουν κάποιες πάγιες παραδοχές σχετικά με τις νέες τεχνολογίες οι οποίες είναι αντίθετες με αυτές των σχεδιαστών πληροφοριακών συστημάτων για την Εκπαίδευση και διαφορετικές από αυτές των πολιτικών και συνδικαλιστικών ηγεσιών. Το διεθνές τοπίο σε ό,τι αφορά τη σύνδεση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και νέων τεχνολογιών βρίσκεται σε έναν παρόμοιο κυκεώνα. Οι Plomr, Law και Pelgrum (2007) σημειώνουν σχετικά, σχολιάζοντας τη μεγάλη παγκόσμια έρευνα Pedagogy and ICT Use (SITES 2006) σχετικά με τη διείσδυση των ΤΠΕ στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: «Η έρευνα επιβεβαιώνει ότι η πολυπλοκότητα των αλλαγών στις ΤΠΕ στη [Δευτεροβάθμια] Εκπαίδευση απαιτεί τη **συστημική προσέγγιση** αναφορικά και με τις κοινωνικοπολιτιστικές αλλαγές που συμβαίνουν διεθνώς».

Απαιτούνται νέα δυναμικά μοντέλα για την **οργανική** σύνδεση ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πράξης τα οποία να κινούνται σε όλα τα οικολογικά επίπεδα: τάξη - σχολείο - κοινωνία - παγκόσμιο περιβάλλον, όπως επίσης και πολυεπίπεδα παιδαγωγικά μοντέλα τα οποία να ενσωματώνουν νέες οργανωτικές δομές, όπως τη διαθεματικότητα και τη διά βίου μάθηση.

3.4 Βασικές έννοιες της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης

3.4.1 Μεταβολή

Η πιο σημαντική έννοια στην Κυβερνητική είναι η **μεταβολή**, με την έννοια ότι δύο αντικείμενα είναι εμφανώς διαφορετικά ή ότι ένα αντικείμενο μεταβλήθηκε με τον χρόνο. Μια αλλαγή μπορεί να είναι μετάβαση ή μετασχηματισμός.

3.4.1.1 Μετάβαση

Κάθε μετάβαση περιγράφεται από το παρακάτω βασικό σχήμα:

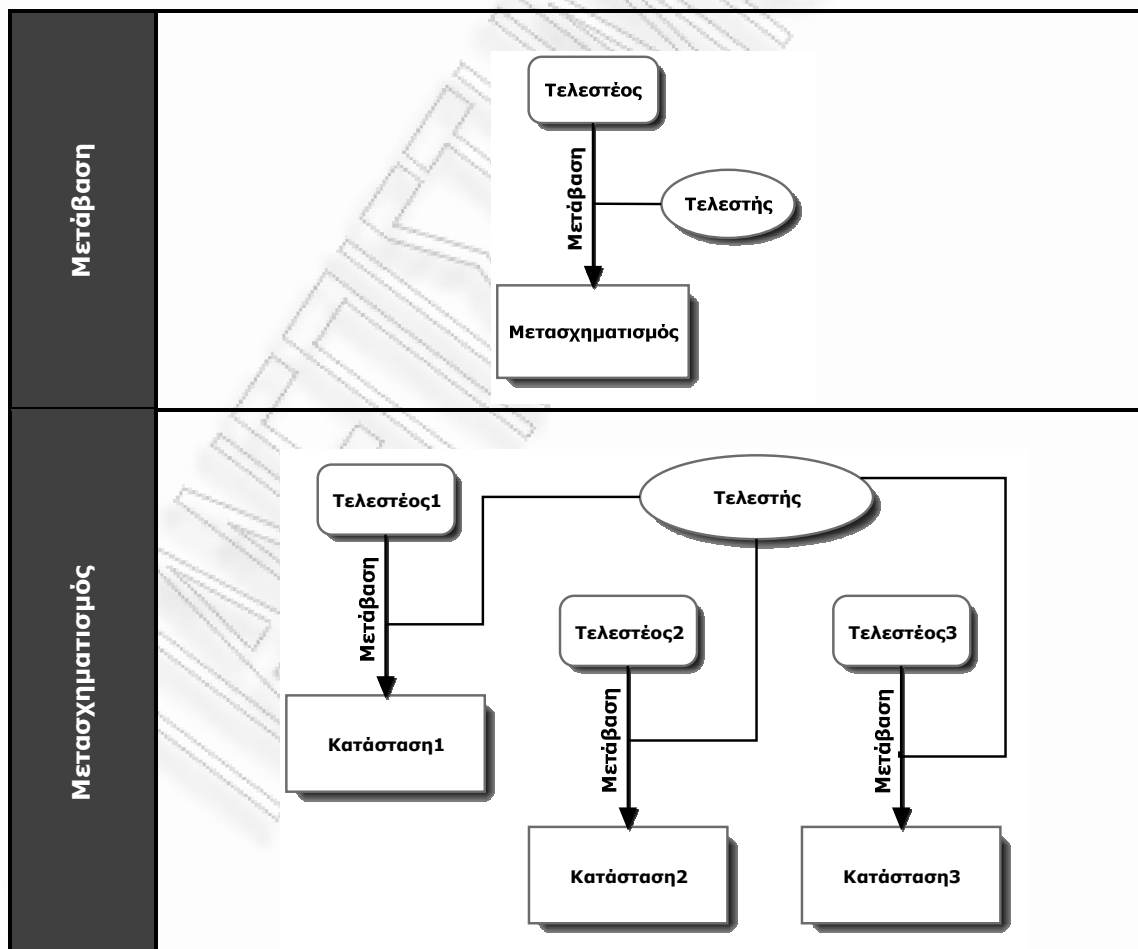
$$\text{κατάσταση 1} \xrightarrow{\text{τελεστής}} \text{κατάσταση 2}$$

3.4.1.2 Μετασχηματισμός

Μετασχηματισμός είναι ένα σύνολο πολλαπλών μεταβάσεων (Πίνακας 3-6):

$$\begin{aligned} &\text{Τελεστής 1: κατάσταση 1} \xrightarrow{\text{τελεστής}} \text{κατάσταση 2} \\ &\text{Τελεστής 2: κατάσταση 1} \xrightarrow{\text{τελεστής}} \text{κατάσταση 2} \end{aligned}$$

[Σχέση 3-1]



Πίνακας 3-6: Σχηματική αναπαράσταση μετάβασης και μετασχηματισμού

3.4.1.3 Κλειστός μετασχηματισμός

Κλειστός είναι ο μετασχηματισμός, όταν εφαρμόζεται σε όλους τους τελεστέους, ή διαφορετικά δεν υπάρχουν τελεστέοι οι οποίοι δεν μετασχηματίζονται. Ο παρακάτω μετασχηματισμός δεν είναι κλειστός, εφόσον δεν καθορίζεται ο μετασχηματισμός του B:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} A & B & C & D \\ A' & . & C' & D' \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-2}]$$

3.4.1.4 Μοναδιαίος (unitary) μετασχηματισμός

Στον μοναδιαίο μετασχηματισμό, ο μετασχηματισμός κάθε τελεστέου έχει **μόνο ένα** αποτέλεσμα. Ο παρακάτω μετασχηματισμός δεν είναι μοναδιαίος:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} A & B & C & D \\ A' & B' & C' \text{ ή } A' & D' \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-3}]$$

3.4.1.5 Μετασχηματισμός 1-1 (single valued)

Μετασχηματισμό 1-1 έχουμε, όταν δύο οποιοδήποτε τελεστέοι **δεν** έχουν το ίδιο αποτέλεσμα. Ο παρακάτω μετασχηματισμός δεν είναι 1-1:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} A & B & C & D \\ A' & B' & D' & D' \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-4}]$$

3.4.1.6 Διαδοχικοί μετασχηματισμοί ή δυνάμεις

Έστω ο μετασχηματισμός:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} a & b & c & d \\ b & d & a & b \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-5}]$$

Η εφαρμογή του μετασχηματισμού επαναληπτικά θα μας δώσει:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} b & d & a & b \\ d & b & b & d \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-6}]$$

Δηλαδή:

$$T(T(a)) = d \quad \text{ή} \quad T^2(a) = d \quad [\text{Σχέση 3-7}]$$

3.4.1.7 Γινόμενο μετασχηματισμών

Θεωρούμε τους μετασχηματισμούς:

$$T: \downarrow \begin{array}{cccc} b & d & c & d \\ b & d & a & b \end{array} \text{ και } U: \downarrow \begin{array}{cccc} a & b & c & d \\ a & c & d & b \end{array}$$

[Σχέση 3-8]

Ορίζουμε έναν νέο μετασχηματισμό: $V = UT$ έτσι ώστε

$$V(a) = T(U(a)) = T(b) = d$$

$$V(b) = T(U(b)) = T(d) = c$$

$$V(c) = T(U(c)) = T(a) = b$$

$$V(d) = T(U(d)) = T(c) = a$$

[Σχέση 3-9]

Ο μετασχηματισμός V καλείται **γινόμενο** των μετασχηματισμών U και T , όταν αυτοί εφαρμόζονται σειριακά.

3.4.1.8 Μηχανισμός ή μηχανή

Μηχανή ή **μηχανισμό** ονομάζουμε το πραγματικό σύστημα το οποίο μπορεί να παρασταθεί από ένα μετασχηματισμό. Αν ο μετασχηματισμός είναι κλειστός και μονοσήμαντος, τότε η μηχανή ή ο μηχανισμός καλείται **ντετερμινιστικός**. Με την **έννοια κατάσταση του μηχανισμού** εννοούμε μια καλά καθορισμένη κατάσταση του μηχανισμού αναγνωρίσιμη, εφόσον ξανασυμβεί. Η μεταβολή της κατάστασης με τον χρόνο οριοθετεί τη χρονική συμπεριφορά του μηχανισμού ή την τροχιά του στον χώρο των φάσεων. Στην περίπτωση του ντετερμινιστικού μηχανισμού, αυτός μπορεί να μεταβεί μόνο σε μία κατάσταση και όχι σε δύο ή περισσότερες. Τα πραγματικά συστήματα είναι ντετερμινιστικά, όταν ο μετασχηματισμός είναι μονοσήμαντος.

3.4.1.9 Ντετερμινιστική μηχανή

Σε μια ντετερμινιστική μηχανή ή έναν ντετερμινιστικό μηχανισμό υπάρχουν πάντα ο τελεστής, ο οποίος είναι πολύ καλά καθορισμένος, ο τελεστής και ο μετασχηματισμός. Τις περισσότερες φορές ο τελεστής είναι σχετικά άγνωστος ή όχι ξεκάθαρα ορισμένος σε σχέση με τον μετασχηματισμό, ο οποίος είναι πάντα πολύ καλά καθορισμένος.

3.4.1.10 Μοντελοποίηση της ντετερμινιστικής μηχανής

Η μοντελοποίηση της ντετερμινιστικής μηχανής συμβαίνει, όταν αντιστοιχούμε ένα πραγματικό σύστημα με έναν μετασχηματισμό - συμπεριφορά (ένας μετασχηματισμός δηλώνει μία συμπεριφορά). Εφόσον ο τελεστής είναι ο χρόνος, τότε τα συστήματα καλούνται **δυναμικά** και ο μετασχηματισμός **δυναμικός**. Επίσης, πρέπει να τονίσουμε ότι, για να μοντελοποιηθεί ένας μηχανισμός ως μετασχηματισμός, θα πρέπει να είναι κλειστός προς οποιαδήποτε δύναμη του μετασχηματισμού. Ο μετασχηματισμός θεωρείται **κανονική αναπαράσταση** της μηχανής ή του μηχανισμού και η μηχανή εμπεριέχει τον μετασχηματισμό.

3.4.1.11 Διανύσματα

Τα διανύσματα είναι πολυδιάστατες μεταβλητές που χαρακτηρίζουν την κατάσταση ενός συστήματος. Τα διανύσματα συμβολίζονται με $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$. Ένας διανυσματικός μετασχηματισμός έχει την παρακάτω μορφή:

$$N: \downarrow \begin{matrix} (H, H) & (H, T) & (T, H) & (T, T) \\ (T, H) & (T, T) & (T, H) & (H, H) \end{matrix} \quad [\text{Σχέση 3-10}]$$

Συνήθως ο μετασχηματισμός περιγράφεται από έναν νόμο ή έναν κανόνα.

3.4.1.12 Κανονική αναπαράσταση φυσικού συστήματος

Όπως είδαμε παραπάνω, μια μηχανή, ένας μηχανισμός, έχουν κανονική αναπαράσταση με τη μορφή ενός μετασχηματισμού. Πώς θα είναι η κανονική αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος; Η δημιουργία της κανονικής αναπαράστασης ενός φυσικού συστήματος ακολουθεί την παρακάτω μεθοδολογία:

- 1- Καθορίζουμε τις μεταβλητές της μηχανής ή του μηχανισμού $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$
- 2- Επιλέγουμε την πρώτη μεταβλητή a_1 και καθορίζουμε την επόμενη κατάσταση της. Αν η μεταβλητή μεταβάλλεται διακριτά, τότε η επόμενη τιμή της θα είναι a_1' . Αν η μεταβλητή μεταβάλλεται συνεχώς, τότε η επόμενη κατάσταση θα είναι $a_1' = a_1 + da_1$. Για λόγους ευκολίας, συμβολίζουμε τη νέα κατάσταση με $a_1' = da_1/dt$ (το οποίο σημαίνει «τι θα γίνει το a_1 »)
- 3- Χρησιμοποιούμε ό,τι γνωρίζουμε για το σύστημα και τους νόμους που ενδεχομένως υπάρχουν, για να εκφράσουμε το «τι θα γίνει το a_1 » σε σχέση με τις άλλες μεταβλητές $da_1/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ $a_1' = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ή ισοδύναμα $da_1/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$
- 4- Συνεχίζουμε για την επόμενη μεταβλητή
- 5- Τελικά έχουμε το σύστημα :

$$da_1/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

$$da_2/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

$$da_3/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

.

.

$$da_n/dt = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

[Σχέση 3-11]

Η παραπάνω αναπαράσταση του φυσικού συστήματος καλείται **κανονική αναπαράσταση** και αποτελεί τον πυρήνα για τον προσδιορισμό της δυναμικής του συμπεριφοράς. Αν οι συναρτήσεις του κανονικού μετασχηματισμού είναι γραμμικές, τότε ο μετασχηματισμός καλείται **γραμμικός**. Θα θέλαμε να τονίσουμε ότι μπορούμε να

φέρουμε σε αυτή τη δυναμική περιγραφή όλα τα γραμμικά συστήματα. Η μαθηματική λύση αυτού του συστήματος θα δώσει και τη διαφορική εξίσωση του συστήματος.

3.4.1.13 Επίλυση μετασχηματισμού

Αν δοθεί η κανονική αναπαράσταση ενός συστήματος με τη μορφή ενός κλειστού και μονοσήμαντου μετασχηματισμού T και μια αρχική κατάσταση x , τότε είναι δυνατόν να υπολογίσουμε την πορεία του συστήματος, υπολογίζοντας τους μετασχηματισμούς $x, T(x), T^2(x), T^3(x), T^4(x), \dots$ κλπ. Η διαδικασία παραγωγής της «τροχιάς» των διαδοχικών καταστάσεων του πραγματικού συστήματος με δεδομένα την αρχική κατάσταση και τον μετασχηματισμό καλείται **ολοκλήρωση του μετασχηματισμού** ή **επίλυση του συστήματος εξισώσεων του μετασχηματισμού**.

3.4.1.14 Χώρος φάσεων του συστήματος

Έτσι καλείται ο χώρος n διαστάσεων όπου τα σημεία αναπαριστούν καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το σύστημα. Οι γραμμές στον χώρο των φάσεων αναπαριστούν σειρές καταστάσεων.

3.4.1.15 Καθορισμός συστήματος

Ο καθορισμός του συστήματος είναι ουσιαστικά ο καθορισμός των μεταβλητών που είναι σε θέση να δώσουν κανονικό μετασχηματισμό, ο οποίος με τη σειρά του θα δώσει τη δυνατότητα πρόβλεψης. Για τις ανάγκες της ανάλυσής μας, οι έννοιες «σύστημα» και «μηχανή» θεωρούνται εναλλάξιμες έννοιες.

3.4.1.16 Συμπεριφορές συστήματος

Ένα σύστημα μπορεί να έχει ενδογενώς πολλές συμπεριφορές. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3-7) είναι συγκεντρωτικός και αναπαριστά τρεις δυνατές συμπεριφορές του συστήματος. Η αλλαγή συμπεριφοράς συνεπάγεται και διαφορετική συμπεριφορά στον χώρο των φάσεων:

↓	a	b	c	d
R_1	c	d	d	b
R_2	b	a	d	e
R_3	d	c	d	b

Πίνακας 3-7: Πίνακας καταστάσεων συστήματος

$$R_1: \begin{matrix} \downarrow & a & b & c & d \\ & c & d & d & b \end{matrix} \quad R_2: \begin{matrix} \downarrow & a & b & c & d \\ & b & a & d & e \end{matrix} \quad R_3: \begin{matrix} \downarrow & a & b & c & d \\ & d & c & d & b \end{matrix} \quad [\text{Σχέση 3-12}]$$

3.4.1.17 Παράμετρος

Παράμετρος ονομάζουμε τη μεταβλητή ελέγχου η οποία συμβάλλει στον καθορισμό της συμπεριφοράς της μηχανής. Η παράμετρος καθορίζεται από το περιβάλλον της μηχανής.

3.4.1.18 Μηχανή με είσοδο

Μηχανή με είσοδο καλείται η μηχανή της οποίας η συμπεριφορά καθορίζεται από τις τιμές των παραμέτρων της.

3.4.1.19 Οι δύο διαφορετικοί τύποι αλλαγών σε μια μηχανή

Στο πλαίσιο ενός μετασχηματισμού T_1 , **αλλαγή** καλείται η μετάβαση από μια κατάσταση σε μια άλλη:

$$T_1: \downarrow \begin{array}{cccc} a & b & c & d \\ b & d & a & b \end{array}$$

[Σχέση 3-13]

Οι διαδοχικές καταστάσεις ανάμεσα στην αρχική και τελική κατάσταση της μετάβασης καλούνται **μεταβατικές καταστάσεις**. **Αλλαγή** καλείται, επίσης, και η μετάβαση του ίδιου του μετασχηματισμού T_1 που αποτελεί κανονική αναπαράσταση της μηχανής σε άλλο μετασχηματισμό T_2 . Η αλλαγή του μετασχηματισμού καλείται **αλλαγή της συμπεριφοράς** της μηχανής. Μια μηχανή, λοιπόν, που δουλεύει στο πλαίσιο ενός μετασχηματισμού παράγει μια **τροχιά**, μια σειρά από καταστάσεις οι οποίες συσχετίζονται χρονικά. Όταν αλλάξει συμπεριφορά, τότε αλλάζει και μετασχηματισμό, οπότε παράγει άλλη τροχιά. Όλοι οι δυνατοί μετασχηματισμοί οι οποίοι είναι κανονικοί αποτελούν το φάσμα συμπεριφοράς του συστήματος.

3.4.1.20 Σύνδεση μηχανών

Μια θεμελιώδης ιδιότητα των μηχανών είναι ότι μπορούν να συνδεθούν, προκειμένου να σχηματίσουν μια νέα μηχανή. Η σύνδεση των μηχανών πραγματοποιείται μόνο μέσω των παραμέτρων εισόδου των μηχανών και όχι με τις μεταβλητές λειτουργίας. Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης, διακρίνουμε σύνδεση με ανατροφοδότηση ή χωρίς.

3.4.1.21 Ανατροφοδότηση

Όταν ένα σύστημα P επιδρά μονοσήμαντα σε ένα άλλο σύστημα R, τότε ισχύει:

$$\boxed{P} \rightarrow \boxed{R}$$

Αν η επίδραση είναι αμοιβαία, τότε ισχύει:

$$\boxed{P} \Leftrightarrow \boxed{R}$$

Η αμφίδρομη αυτή αλληλεπίδραση καλείται **ανατροφοδότηση**.

3.4.1.22 Μηχανή με είσοδο

Μια μηχανή η οποία έχει ένα φάσμα συμπεριφορών που αναπαρίστανται από ένα σύνολο κλειστών μονοσήμαντων μετασχηματισμών καλείται **μηχανή με είσοδο** ή **transducer**. Η μαθηματική περιγραφή μιας μηχανής με είσοδο είναι:

$$R_1: \begin{array}{c} a & b & c & d \\ c & d & d & b \end{array} \quad R_2: \begin{array}{c} a & b & c & d \\ b & a & d & e \end{array} \quad R_3: \begin{array}{c} a & b & c & d \\ d & c & d & b \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-14}]$$

Ή συνολικά

↓	a	b	c	d
R_1	c	d	d	b
R_2	b	a	d	e
R_3	d	c	d	b

Πίνακας 3-8: Πίνακας καταστάσεων μηχανής με είσοδο

όπου οριζόντια είναι οι καταστάσεις και κάθετα είναι οι μετασχηματισμοί.

3.4.1.23 Παράμετρος σε κανονικό μετασχηματισμό

Παράμετρος καλείται ο αριθμός ο οποίος μας δείχνει ποιος μετασχηματισμός εφαρμόζεται ή πρέπει να εφαρμοστεί ή διαφορετικά ποια συμπεριφορά λειτουργεί. Η παράμετρος εμφανίζεται στις εξισώσεις κανονικού μετασχηματισμού ενός συστήματος - μηχανής και δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη μεταβλητή. Οι παράμετροι, λοιπόν, καθορίζουν τη μορφή του κανονικού μετασχηματισμού και άρα της συμπεριφοράς και δεν πρέπει με κανένα τρόπο να συγχέονται με τις μεταβλητές. Σε πολλές μηχανές οι παράμετροι είναι σχετικά λίγες, ενώ σε άλλα συστήματα, όπως τα βιολογικά συστήματα, οι παράμετροι μπορεί να είναι πολλές και όχι προφανείς. Με την έννοια «είσοδος» προσδιορίζουμε τον καθορισμό των παραμέτρων του συστήματος και άρα τον καθορισμό του μετασχηματισμού που θα εργάζεται.

3.4.1.24 Μεταβατική κατάσταση

Όταν σε ένα σύστημα μεταβάλουμε κάποια ή κάποιες από τις παραμέτρους του, τότε το σύστημα θα μεταβεί από έναν μετασχηματισμό - συμπεριφορά σε κάποιον άλλο μετασχηματισμό - συμπεριφορά. Η μετάβαση από τη μια συμπεριφορά - μετασχηματισμό στην άλλη συμπεριφορά - μετασχηματισμό γίνεται με τη μεσολάβηση μιας συμπεριφοράς η οποία καλείται **μεταβατική συμπεριφορά** και η οποία περιλαμβάνει μια σειρά από μεταβατικές καταστάσεις.

3.4.1.25 Επικοινωνία συστημάτων χωρίς ανατροφοδότηση

Θεωρούμε μια μηχανή R η οποία έχει την παρακάτω συμπεριφορά:

↓	a	b	c	d
R_1	c	d	d	b
R_2	b	a	d	c
R_3	d	c	d	b

Θεωρούμε μια μηχανή P με τον παρακάτω μετασχηματισμό:

$$p: \begin{array}{ccc} i & j & k \\ \downarrow & & \\ k & i & j \end{array}$$

[Σχέση 3-15]

Θεωρούμε ότι η μηχανή P θα συσχετιστεί με τη μηχανή R. Αυτό σημαίνει ότι η μηχανή R έχει είσοδο που καθορίζει την παράμετρο x . Ορίζουμε τη σχέση Z η οποία είναι μονοσήμαντη, αλλά όχι κλειστή:

$$Z: \left\{ \begin{array}{l} \text{κατάσταση } P: \\ \text{τιμή του } \alpha: \end{array} \begin{array}{ccc} i & j & k \\ \downarrow & & \\ 2 & 3 & 2 \end{array} \right.$$

[Σχέση 3-16]

Η σχέση αυτή συνδέει την κατάσταση του P με την παράμετρο του R. Με τα παραπάνω αντιλαμβανόμαστε ότι ο συσχετισμός των δύο μηχανών έχει παραγάγει μια νέα απολύτως καθορισμένη και προβλέψιμη μηχανή. Στη νέα μηχανή η κατάσταση είναι πλέον διάνυσμα (x,y) . Στην παραπάνω μηχανή με αρχική κατάσταση, έχουμε την εξής τροχιά:

$$(a, i) \rightarrow (b, k) \rightarrow (a, i) \rightarrow (c, k) \rightarrow (b, i)$$

[Σχέση 3-17]

3.4.1.26 Επικοινωνία συστημάτων με ανατροφοδότηση

Θεωρούμε δύο συστήματα R και S με τα παρακάτω φάσματα συμπεριφοράς:

↓	a	b	c	d
R ₁	c	d	d	b
R ₂	b	a	d	c
R ₃	d	c	d	b

Πίνακας 3-9: Πίνακας συμπεριφορών συστήματος R

↓	e	f
S ₁	f	f
S ₂	e	f
S ₃	f	f
S ₄	f	e

Πίνακας 3-10: Πίνακας συμπεριφορών συστήματος S

Θεωρούμε ότι η παράμετρος του R είναι α και η παράμετρος του S είναι β . Θεωρούμε, επίσης, τις παρακάτω μορφές συσχέτισης μεταξύ τους:

$$Z: \left\{ \begin{array}{l} \text{κατάσταση } S: \\ \text{τιμή του } \alpha: \end{array} \begin{array}{cc} e & f \\ \downarrow & \\ 3 & 1 \end{array} \right.$$

[Σχέση 3-18]

$$X: \begin{cases} \text{κατάσταση } R: & \downarrow & \alpha & b & c & d \\ \text{τιμή του } \beta: & & 3 & 1 & 1 & 2 \end{cases}$$

[Σχέση 3-19]

Η τροχιά του συστήματος είναι η παρακάτω:

$$(a, e) \rightarrow (d, f) \rightarrow (b, f) \rightarrow \dots$$

[Σχέση 3-20]

3.4.1.27 Ανατροφοδότηση

Όταν η κατάσταση ενός υποσυστήματος P συνδέεται με παράμετρο ή παραμέτρους ενός συστήματος R , τότε λέμε ότι το P ελέγχει το R , το οποίο αναπαρίσταται συμβολικά με $[P] \rightarrow [R]$. Το βελάκι εδώ συσχετίζει δύο υποσυστήματα και δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση με το βελάκι που συνδέει δύο καταστάσεις. Η Κυβερνητική ενδιαφέρεται περισσότερο για συστήματα στα οποία εμφανίζεται το φαινόμενο της ανατροφοδότησης, όπου η κατάσταση του ενός υποσυστήματος επηρεάζει την παράμετρο ή τις παραμέτρους του άλλου και αντίστροφα. Μια τέτοια σχέση συμβολίζεται με $[P] \leftrightarrow [R]$ και καλείται **ανάδραση** (feedback) ή **ανατροφοδότηση**.

3.4.1.28 Ανατροφοδότηση και πολυπλοκότητα

Ασκώντας κριτική στην έννοια της ανατροφοδότησης, αξίζει να σημειώσουμε ότι για μικρό αριθμό υποσυστημάτων έχει σημασία η γνώση της, μιας και μας δίνει κάποια αίσθηση του συστήματος. Για περισσότερα συστήματα τα οποία αλληλεπιδρούν γρήγορα χάνουμε τη δυνατότητα παρακολούθησης των κυκλωμάτων ανάδρασης με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να αναλύσουμε το σύστημα και να στεκόμαστε μόνο στην ολότητά του. Για την κατανόηση της συμπεριφοράς των δυναμικών συστημάτων η έννοια της ανατροφοδότησης είναι ανεπαρκής.

3.4.1.29 Πολύ μεγάλα συστήματα

Η Κυβερνητική σχεδιάστηκε για την αντιμετώπιση μεγάλων και πολύπλοκων συστημάτων. Τι ακριβώς σημαίνει «μεγάλο σύστημα»; Για την Κυβερνητική, το πόσο μεγάλο είναι ένα σύστημα εξαρτάται από τις καταστάσεις, τις συμπεριφορές και τις μεταβλητές του συστήματος. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι «ένα σύστημα είναι πολύπλοκο» σημαίνει ότι *ένας συγκεκριμένος παρατηρητής με συγκεκριμένα μέσα και τεχνικές* διαπιστώνει ότι το σύστημα το οποίο παρατηρεί είναι πολύ μεγάλο σε σχέση **με το γνωστικό του σύστημα**, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να το αποτυπώσει πλήρως, να το ελέγξει πλήρως ή να υπολογίσει τη συμπεριφορά του.

3.4.1.30 Ευστάθεια

Πίσω από την έννοια της σταθερότητας βρίσκεται η έννοια το **αναλλοίωτου**. Η έννοια αυτή είναι σημαντική, μιας και υπαινίσσεται ότι οποιεσδήποτε αλλαγές και να κάνουμε σε ένα σύστημα το οποίο έχει ευστάθεια υπάρχει κάποια άποψή του που δεν μεταβάλλεται.

3.4.1.31 Ισορροπία (state of equilibrium)

Μια κατάσταση καλείται **κατάσταση ισορροπίας** κάτω από ένα μετασχηματισμό T , όταν $T(X) = X$. Έτσι, θεωρώντας τον μετασχηματισμό:

$$T: \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g & h \\ d & b & h & a & e & f & b & e \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-21}]$$

Οι καταστάσεις b, e, f θεωρούνται καταστάσεις ισορροπίας, μιας και, όταν η μηχανή είναι σε αυτές τις καταστάσεις, δεν παράγει νέες καταστάσεις.

3.4.1.32 Κυκλική εναλλαγή καταστάσεων

Ο κυκλικός μετασχηματισμός σχετίζεται με τη θέση ισορροπίας. Η μηχανή M η οποία παριστάνεται με τον μετασχηματισμό:

$$T: \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g & h \\ c & h & b & h & a & c & c & g \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-22}]$$

δίνει την παρακάτω τροχιά:

$$a \ c \ b \ h \ g \ c \ b \ h \ g \ c \ b \quad [\text{Σχέση 3-23}]$$

που αναπαρίσταται με το κυκλικό σχήμα:

$$\begin{array}{ccc} c & \rightarrow & b \\ \uparrow & . & \downarrow \\ g & \leftarrow & h \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-24}]$$

3.4.1.33 Σταθερή περιοχή

Θεωρούμε τη μηχανή η οποία παρουσιάζει την παρακάτω συμπεριφορά:

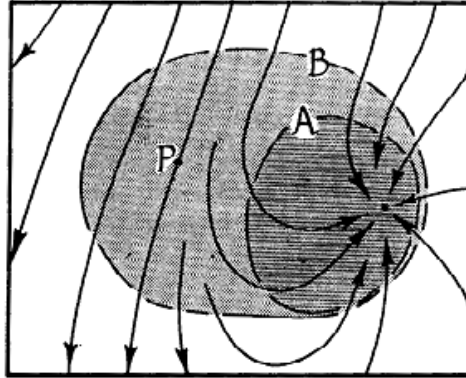
$$T: \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g & h \\ p & g & b & f & a & a & b & m \end{array} \quad [\text{Σχέση 3-25}]$$

Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει για τη συμπεριφορά αυτή σταθερή κατάσταση ισορροπίας. Η τροχιά των μετασχηματισμού είναι η εξής:

$$\begin{aligned} a &\rightarrow p \text{ (μη βιώσιμη μετάβαση)} \\ b &\rightarrow g \rightarrow b \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow g \dots \text{ (βιώσιμη μετάβαση)} \\ c &\rightarrow b \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow b \rightarrow g \dots \text{ (βιώσιμη μετάβαση)} \\ d &\rightarrow f \rightarrow a \rightarrow p \text{ (μη βιώσιμη μετάβαση)} \\ e &\rightarrow a \rightarrow p \text{ (μη βιώσιμη μετάβαση)} \\ f &\rightarrow a \rightarrow p \text{ (μη βιώσιμη μετάβαση)} \\ g &\rightarrow b \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow g \dots \text{ (βιώσιμη μετάβαση)} \\ h &\rightarrow m \text{ (μη βιώσιμη μετάβαση)} \end{aligned}$$

Στον χώρο των φάσεων έχουμε την Εικόνα 3-6.

Στην περιοχή A , η οποία καλείται **κλειστή**, μεταπίπτει το σύστημα, όταν ξεκινά από τις καταστάσεις b, c, g . Η περιοχή B είναι η περιοχή «θανάτου» της μηχανής μιας και ενδέχεται να καταλήξει έξω από τη βιώσιμη περιοχή. Η ύπαρξη κλειστών περιοχών έχει πολύ μεγάλη σημασία, μιας και σηματοδοτούν τη βιωσιμότητα.



Εικόνα 3-6: Δομή του χώρου των φάσεων

3.4.1.34 Διαταραχή

Μια διαταραχή είναι ένας τελεστής ο οποίος προκαλεί τη μετάβαση ενός συστήματος ή μιας μηχανής - μηχανισμού από μια κατάσταση ισορροπίας σε μια άλλη κατάσταση.

Έστω ένα σύστημα το οποίο αναπαρίσταται από τον μετασχηματισμό T και ένας τελεστής διαταραχής D . Θα εξετάσουμε την επίπτωση της διαταραχής, όταν το σύστημα βρίσκεται στην κατάσταση ισορροπίας c :

$$\begin{array}{cccccc} \downarrow & a & b & c & d & e \\ T & c & d & c & a & e \\ D & b & a & d & e & d \end{array}$$

[Σχέση 3-26]

Για να εξετάσουμε τις διαταραχές, θα υπολογίσουμε το $D(c)$ και στη συνέχεια θα κάνουμε επαναληπτική εφαρμογή του T . Ας δούμε την τροχιά στην περίπτωση αυτή:

$$c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow c \rightarrow c \rightarrow c \dots$$

Βλέπουμε ότι το σύστημα επανέρχεται στην αρχική κατάσταση. Αν ξεκινήσουμε από το e ,

$$e \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow c \rightarrow c \rightarrow c \dots$$

βλέπουμε ότι το σύστημα μεταπίπτει σε άλλη κατάσταση ισορροπίας. Θεωρούμε τον μετασχηματισμό:

$$\begin{array}{cccccc} \downarrow & a & b & c & d & e & f \\ U & d & c & b & b & c & a \\ E & b & e & f & f & f & d \end{array}$$

[Σχέση 3-27]

Παρατηρούμε ότι αρχικά ο μετασχηματισμός U έχει κλειστή περιοχή με τις καταστάσεις $b c d$. Θα εξετάσουμε τώρα τη σειρά των διαταραχών σε όλες τις καταστάσεις:

$$\begin{aligned} a &\rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \\ b &\rightarrow e \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \\ c &\rightarrow f \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \\ d &\rightarrow f \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \\ e &\rightarrow f \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \\ f &\rightarrow d \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow \dots \end{aligned}$$

Οι καταστάσεις ενός συστήματος μπορεί να είναι ευσταθείς, ασταθείς ή αδιάφορες, αλλά αυτό εξαρτάται από το είδος των διαταραχών. Ο έλεγχος μιας διαταραχής πραγματοποιείται με το όριο:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} T^n D(a)$$

[Σχέση 3-28]

3.4.1.35 Αρνητική - Θετική ανάδραση

Στην περίπτωση της ανάδρασης απλού βρόχου, η ευστάθεια του συστήματος ελέγχεται από το αποτέλεσμα της κυκλοφορίας της διαταραχής μέσα στον βρόχο. Αν η κυκλοφορία προκαλεί μείωση της διαταραχής, τότε μιλάμε για «αρνητική ανάδραση». Το αντίστροφο καλείται «θετική ανάδραση». Ας εξετάσουμε το σύστημα που δίνεται από τον παρακάτω κανονικό μετασχηματισμό:

$$x' = \frac{1}{2}y, \quad y' = \frac{1}{2}x$$

Θεωρούμε ως αρχική συνθήκη το $(0,0)$ και μια διαταραχή που το φέρνει στην κατάσταση $(10,10)$. Όπως παρατηρούμε το σύστημα απορροφά τη διαταραχή.

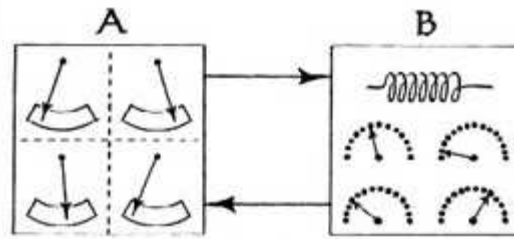
$$\begin{aligned} (0,0) &\rightarrow (10,10) \rightarrow (5,5) \rightarrow (2,5,2,5) \rightarrow \dots \rightarrow (0,0) \\ (0,0) &\rightarrow (12,10) \rightarrow (5,6) \rightarrow (2,5,3) \rightarrow \dots \rightarrow (0,0) \end{aligned}$$

3.4.1.36 Ολική και τοπική ισορροπία

Νόμος της ισορροπίας: Όταν ένα σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, κάθε υποσύστημά του πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία και αντίστροφα.

3.4.1.37 Η δύναμη του βέτο

Νόμος του βέτο: Το σύστημα δεν δύναται να βρεθεί σε κατάσταση ισορροπίας, αν η κατάσταση αυτή δεν είναι αποδεκτή από όλα τα συστατικά στοιχεία του συστήματος. Σε ένα σύστημα στο οποίο ισχύει ο νόμος του βέτο, λέμε ότι το κάθε συστατικό στοιχείο έχει τη δύναμη του βέτο, να αρνηθεί δηλαδή την πρόταση να πάρει το σύνολο κάποια κατάσταση ισορροπίας.



Εικόνα 3-7: Ο ομοιοστάτης του Ashby (1956)

3.4.1.38 Ο ομοιοστάτης

Πρόκειται για διάταξη η οποία διατηρεί σταθερή κατάσταση και αποτελείται από ένα υποσύστημα A και ένα υποσύστημα B σε σύζευξη, όπως δείχνει το σχήμα στην Εικόνα 3-7 (Ομοιοστάτης του Ashby, 1956).

3.4.1.39 Το μαύρο κουτί

Το μαύρο κουτί και ο πειραματιστής αποτελούν ένα σύστημα σε ζεύξη:

$$[\text{Μαύρο κουτί}] \leftrightarrow [\text{Πειραματιστής}]$$

3.4.1.40 Πρωτόκολλο

Πρωτόκολλο είναι μια χρονοσειρά της μορφής του Πίνακα 3-11:

Χρόνος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Κατάσταση	ag	aj	af	af	af	βf	βh	βh	ah	aj	βf	ah	βj	βf	ah	βj	af

Πίνακας 3-11: Πρωτόκολλο σε μαύρο κουτί

Το πρωτόκολλο είναι μια χρονοσειρά διανυσμάτων της μορφής (*κατάσταση εισόδου, κατάσταση εξόδου*) του μαύρου κουτιού. Η κατάσταση εξόδου του συστημικού αναλυτή αποτελεί είσοδο στις παραμέτρους του μαύρου κουτιού, και αντίστροφα. Θεωρούμε, λοιπόν, ένα μαύρο κουτί το οποίο έχει **καταστάσεις εισόδου α, β και καταστάσεις εξόδου f, g, h, j**.

Με επεξεργασία της χρονοσειράς ή αλλιώς της τροχιάς του συστήματος, ο πειραματιστής επιχειρεί να παραγάγει τον κανονικό μετασχηματισμό του συστήματος, δηλαδή πίνακες που δίνουν τη συμπεριφορά του μαύρου κουτιού. Θυμίζουμε ότι η συμπεριφορά είναι ένας μετασχηματισμός για συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων εισόδου.

↓	f	g	h	j
a	fff	j	jjj	ff
β	hhh	.	hh	ff

Πίνακας 3-12: Πίνακας συμπεριφοράς του μαύρου κουτιού

Ο Πίνακας 3-12 απλοποιείται στον Πίνακα 3-13:

↓	f	g	h	j
a	f	j	j	f
β	h	.	h	f

Πίνακας 3-13: Απλοποιημένη μορφή του πίνακα συμπεριφορών

Βέβαια, η επίτευξη του κανονικού μετασχηματισμού σε αλγεβρική μορφή απαιτεί την ανάπτυξη πολλών και διαφοροποιημένων χρονοσειρών:

Χρόνος:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Είσοδος:	a	a	a	a	a	β	a	a	a	a	a	a	a
X:	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0
Y:	1	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	1	0

Χρόνος:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Είσοδος:	β	a	a	β	β	β	a	β	β	β	a	β
X:	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	2	1
Y:	1	2	1	0	2	1	0	1	0	0	2	1

Νόμος του μαύρου κουτιού: Η μόνη γνώση που μπορεί να αποκτηθεί σχετικά με ένα μαύρο κουτί προέρχεται από την αποκωδικοποίηση του πρωτοκόλλου του.

3.4.1.41 Ισομορφικά συστήματα

Ισομορφικά συστήματα είναι αυτά τα οποία έχουν ίδιο ή παρόμοιο μετασχηματισμό. Η έννοια του ισομορφισμού είναι πολύ ισχυρή, μιας και επιτρέπει τη δημιουργία μεταφορών μεταξύ συστημάτων πολύ διαφορετικής φύσης.

3.4.1.42 Μοντέλα συστημάτων

Τα συστημικά μοντέλα είναι στην πραγματικότητα ισομορφισμοί μεταξύ κάποιας γνωστικής κατασκευής και του συστήματος υπό μελέτη.

3.4.1.43 Επικοινωνία

Στην Κυβερνητική η έννοια της επικοινωνίας σχετίζεται με την ύπαρξη ενός συνόλου δυνατοτήτων ή πιθανοτήτων.

3.4.1.44 Ποικιλομορφία - ποικιλοτροπία

Πρόκειται για κεντρικές έννοιες της Κυβερνητικής αναφορικά με λειτουργίες, όπως ρύθμιση και επικοινωνία. Η **ποικιλομορφία** αναφέρεται στον αριθμό των διακεκριμένων στοιχείων ενός συνόλου. Για παράδειγμα, το παρακάτω σύνολο έχει ποικιλομορφία 3, αν και το σύνολο των στοιχείων του είναι μεγαλύτερο.

c, b, c, a, c, c, a, b, c, b, b, a

Η έννοια **ποικιλοτροπία** αναφέρεται στο φάσμα των δυνατών συμπεριφορών ενός συστήματος. Η ποικιλομορφία αναφέρεται σε ένα σύνολο στοιχείων, **δεν είναι εσωτερική ιδιότητα** των συστημάτων, αλλά **γνωστική ιδιότητα** και έχει να κάνει άμεσα με τον παρατηρητή και τη διακριτική γνωστική του ικανότητα. Η μέτρηση της ποικιλομορφίας είναι λογαριθμική, υπολογίζεται από τη σχέση **$\log n$** .

3.4.1.45 Περιορισμός

Ο **περιορισμός** δηλώνει μείωση της ποικιλομορφίας και ποικιλοτροπίας κάτω από κάποιες συνθήκες οι οποίες καλούνται περιοριστικές συνθήκες. Οι κανόνες κυκλοφορίας, για παράδειγμα, είναι περιοριστικές συνθήκες και οδηγούν σε μείωση της ποικιλοτροπίας των αυτοκινήτων. Στην Κυβερνητική ισχύει ο παρακάτω κανόνας: Όταν υπάρχει περιορισμός, συνήθως μπορούμε να κερδίσουμε από αυτό. **Κάθε νόμος της φύσης είναι, για παράδειγμα, ένας περιορισμός ο οποίος μειώνει δραματικά την ποικιλοτροπία** των φυσικών αντικειμένων, αυξάνοντας έτσι τη δυνατότητα πρόβλεψης, πράγμα το οποίο μάς επιτρέπει να δημιουργήσουμε τεχνολογικές εφαρμογές. **Η ύπαρξη περιορισμών καθιστά το φυσικό περιβάλλον βιώσιμο.**

3.4.1.46 Πρόβλεψη και περιορισμοί

Η δυνατότητα πρόβλεψης είναι άμεση συνέπεια της ύπαρξης περιορισμών. Αυτό που αποτελεί γνώση για μας είναι στην πραγματικότητα περιορισμοί. Η μάθηση ως διαδικασία δεν έχει κανένα νόημα σε απολύτως χαοτικά και απρόβλεπτα περιβάλλοντα.

3.4.1.47 Το σύστημα ως περιορισμός

Η ίδια η έννοια του συστήματος βασίζεται στη δυνατότητα εντοπισμού περιορισμών που δίνουν τη δυνατότητα να καθορίζουμε έναν μετασχηματισμό και να καθορίζουμε είσοδο και έξοδο.

3.4.1.48 Ποικιλομορφία και ποικιλοτροπία ενός συστήματος

Η ποικιλοτροπία ενός συστήματος αναφέρεται στο φάσμα διακριτών συμπεριφορών του συστήματος, ενώ η ποικιλομορφία στο φάσμα των διακριτών καταστάσεων κάποιας συμπεριφοράς. Η ποικιλοτροπία και η ποικιλομορφία είναι δύο έννοιες πολύ κοντινές στην έννοια της πληροφορίας, **διότι, προκειμένου ένα σύστημα να έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει πληροφορίες, πρέπει να έχει ποικιλοτροπία και ποικιλομορφία.**

3.4.1.49 Μείωση της ποικιλομορφίας

Με την πάροδο του χρόνου, η ποικιλομορφία ενός συστήματος μειώνεται. Η παραπάνω διατύπωση υποστηρίζει την παρατήρηση που θέλει ένα απομονωμένο σύστημα να τείνει σε κατάσταση ισορροπίας, αποβάλλοντας ποικιλοτροπία. Μια παράπλευρη παρατήρηση είναι ότι με την πάροδο του χρόνου ένα απομονωμένο σύστημα το οποίο αποβάλλει ποικιλομορφία χάνει και τη δυνατότητα να αποθηκεύει πληροφορίες.

3.4.1.50 Μετάδοση της ποικιλομορφίας

Η μετάδοση της ποικιλομορφίας από ένα σύστημα σε ένα άλλο αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία ένα σύνολο καταστάσεων των παραμέτρων εισόδου μιας μηχανής A μετατρέπεται σε μια σειρά καταστάσεων. Η ποικιλομορφία των καταστάσεων των παραμέτρων μεταδίδεται στο σύστημα. Αν η μήτρα της ποικιλομορφίας της μηχανής με είσοδο είναι:

↓	A	B	C	D
Q	C	C	A	B
R	A	C	B	B
S	B	D	C	D

τότε το μήνυμα εισόδου: $RQRSSQRRQSR$ μετατρέπεται σε μήνυμα εξόδου $BCAABDBCCB$, αν η αρχική κατάσταση της μηχανής είναι B . Αν η μηχανή δεν είχε ποικιλομορφία, ήταν δηλαδή σε κατάσταση μόνιμης ισορροπίας, το μήνυμα εισόδου θα χανόταν.

3.4.1.51 Πιθανότητες και συχνότητες

Η έννοια της **πιθανότητας** στην Κυβερνητική συνδέεται με τη συχνότητα των καταστάσεων.

3.4.1.52 Στοχαστικές μηχανές

Μια μηχανή είναι ουσιαστικά ένα σύστημα του οποίου η συμπεριφορά είναι έτσι δομημένη, ώστε να μας επιτρέπει να κάνουμε προβλέψεις. Οι προβλέψεις αφορούν συνήθως τη διαδοχή των καταστάσεων σε μια γνωστή τροχιά του συστήματος. Αν η πρόβλεψή μας για τη διαδοχή των καταστάσεων σε ένα σύστημα δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο με τη μορφή σχετικών συχνοτήτων, τότε το σύστημα καλείται «στοχαστικό» ή «μαρκοβιανό» και η τροχιά του είναι μαρκοβιανή αλυσίδα. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο μετασχηματισμός του συστήματος γίνεται με τη μορφή μήτρας πιθανοτήτων μετάβασης. Θα έλεγε κανείς ότι το ντετερμινιστικό σύστημα είναι μια οριακή περίπτωση του μαρκοβιανού, όταν όλες οι πιθανότητες είναι είτε 1 είτε 0.

3.4.1.53 Στοχαστικές μηχανές με είσοδο

Η στοχαστική μηχανή είναι μια προέκταση της ντετερμινιστικής μηχανής με τη διαφορά ότι οι τροχιές της, τα πρωτόκολλα, είναι μαρκοβιανές αλυσίδες. Σε μια στοχαστική μηχανή ο μετασχηματισμός είναι της μορφής που δίνεται στον Πίνακα 3-14:

↓	B	W	P
B	$1/4$	$3/4$	$1/8$
W	$3/4$	0	$3/4$
P	0	$1/4$	$1/8$

Πίνακας 3-14: Μετασχηματισμός σε μαρκοβιανό σύστημα

Για κάθε μετασχηματισμό υπάρχει μια πιθανότητα η οποία προκύπτει από την αντίστοιχη συχνότητα στο πρωτόκολλο. Ο μετασχηματισμός ο οποίος αναπαριστά μια στοχαστική μηχανή είναι η περιλήψη της ιστορίας του συστήματος, όπως αυτή πραγματοποιήθηκε. Η τροχιά μιας στοχαστικής μηχανής είναι μαρκοβιανή αλυσίδα. Ο πίνακας των μεταβάσεων των καταστάσεων οποιασδήποτε στοχαστικής μηχανής αποκαλύπτει τους περιορισμούς του συστήματος και επομένως αποκαλύπτει στοιχεία της συμπεριφοράς του. Υποθέτουμε τώρα ότι έχουμε ένα μεγάλο πληθυσμό τέτοιων μηχανών και η καθεμιά συμπεριφέρεται ανεξάρτητα από την άλλη. Θεωρούμε ότι ο πληθυσμός αυτός αποτελεί ένα σύστημα. Σε αυτό το σύστημα διακρίνουμε τρεις υποπληθυσμούς, d_B, d_W, d_P .

Ο μετασχηματισμός του συνολικού συστήματος είναι τώρα (οι υποπληθυσμοί έχουν μετατραπεί σε φυσικά μεγέθη):

$$\begin{aligned}d'_B &= \frac{1}{4} d_B + \frac{3}{4} d_W + \frac{1}{8} d_P \\d'_W &= \frac{3}{4} d_B + \frac{3}{4} d_P \\d'_P &= \frac{1}{4} d_W + \frac{1}{8} d_P\end{aligned}$$

Και το συναρπαστικό είναι ότι το μακρο-σύστημα είναι ντετερμινιστική μηχανή της οποίας μπορούμε να υπολογίσουμε την κατάσταση ισορροπίας.

3.4.1.54 Εντροπία - Πληροφορία

Η εντροπία H ενός συνόλου πιθανοτήτων είναι το μέτρο της ποικιλομορφίας των πιθανοτήτων. Όσο μικραίνει η εντροπία, τόσο και η ποικιλομορφία των πιθανοτήτων μικραίνει, με αποτέλεσμα το σύστημα να τείνει σε ντετερμινιστικό. Όσο το σύστημα τείνει σε ντετερμινιστικό, τόσο και πιο προβλέψιμη γίνεται η επόμενη κατάστασή του. Η σχέση που δίνει την εντροπία ενός συνόλου πιθανοτήτων $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ είναι:

$$-p_1 \log p_1 - p_2 \log p_2 - \dots - p_n \log p_n \quad [\text{Σχέση 3-29}]$$

Η εντροπία έχει μερικές πολύ σημαντικές ιδιότητες:

- Είναι μέγιστη, όταν όλες οι πιθανότητες είναι ίσες, οπότε και ισούται με $\log n$, ο οποίος είναι και ο τύπος της ποικιλομορφίας των καταστάσεων ενός συστήματος.
- Ελαχιστοποιείται για ντετερμινιστικά συστήματα.

3.4.1.55 Σύγκριση προβλέψεων σε μαρκοβιανή σειρά

Ο μετασχηματισμός μιας στοχαστικής μηχανής K είναι:

↓	B	W	P
B	1/4	3/4	1/8
W	3/4	0	3/4
P	0	1/4	1/8

Πίνακας 3-15: Πίνακας μετασχηματισμού συστήματος K

Μπορούμε να βρούμε την εντροπία μετάβασης σε μια κατάσταση:

↓	<i>B</i>	<i>W</i>	<i>P</i>
<i>B</i>	1/4	3/4	1/8
<i>W</i>	3/4	0	3/4
<i>P</i>	0	1/4	1/8
Εντροπία	0,811	0,811	1,061

Πίνακας 3-16: Εντροπία συστήματος πιθανοτήτων συστήματος *K*

Δηλαδή, από οποιοδήποτε σημείο στο πρωτόκολλο η εντροπία μετάβασης σε κατάσταση *B* είναι 0,811, σε κατάσταση *W* 0,811, και σε κατάσταση *P* 1,061. Η μέση εντροπία για κάθε βήμα στην αλυσίδα είναι:

$$0,449 \times 0,811 + 0,429 \times 0,811 + 0,122 \times 1,061 = 0,842 \text{ Bits}$$

όπου Bit είναι ο λογάριθμος του 2.

↓	<i>B</i>	<i>W</i>	<i>P</i>
<i>B</i>	1/4	3/4	1/8
<i>W</i>	3/4	0	3/4
<i>P</i>	0	1/4	1/8
Εντροπία	0,811	0,811	1,061
Ισορροπία	0,449	0,429	0,122

Πίνακας 3-17: Σύγκριση εντροπίας και ισορροπίας

Για την περίπτωση ενός νομίσματος, ο πίνακας έχει τη μορφή:

↓	<i>B</i>	<i>W</i>
<i>K</i>	1/2	1/2
<i>Γ</i>	1/2	1/2
Εντροπία	1	1

Πίνακας 3-18: Πίνακας πιθανοτήτων και εντροπίας για την περίπτωση νομίσματος

Επομένως, η πρόβλεψη της επόμενης κατάστασης στο σύστημα *K* είναι 0.842, ενώ στο δεύτερο σύστημα 1. Το πρώτο σύστημα είναι για τον λόγο αυτό πιο προβλέψιμο. Η εντροπική ερμηνεία της πληροφορίας είναι το κέρδος σε βεβαιότητα ή η απομάκρυνση της αβεβαιότητας: η **πληροφορία είναι το κέρδος σε εντροπία λόγω της αναπροσαρμογής των πιθανοτήτων.**

3.4.1.56 Εντροπία και πληροφορία

Η **εντροπία** και η **πληροφορία** είναι αντίθετες έννοιες. Όταν μειώνεται η εντροπία ενός συστήματος, αυξάνεται η τάξη του και επομένως αυξάνεται η πληροφορία για το σύστημα. Όταν η εντροπία γίνει μηδέν, τότε το σύστημα είναι ντετερμινιστικό, η αβεβαιότητα είναι μηδέν και η πληροφορία γίνεται μέγιστη.

3.4.1.57 Εντροπία σε σειρά Μαρκόβ

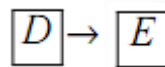
Η εντροπία μιας μαρκοβιανής αλυσίδας είναι ανάλογη του μήκους της.

3.4.1.58 Επιβίωση

Η επιβίωση ως έννοια έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με την έννοια σταθερότητα (stability). Βασικό θέμα στη σταθερότητα είναι οι βασικές μεταβλητές οι οποίες καθορίζουν και τη βιωσιμότητα.

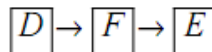
3.4.1.59 Κύκλωμα διαταραχής

Το άμεσο κύκλωμα της διαταραχής είναι το παρακάτω. Μια εξωτερική διαταραχή D ελέγχει πλήρως τις καταστάσεις του συστήματος E . Έχει τη δυνατότητα να εισάγει στο σύστημα όση ποικιλομορφία επιτρέπει το κανάλι:



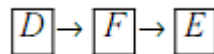
3.4.1.60 Κύκλωμα που φράσσει την ποικιλομορφία

Ο οργανισμός ή όποιος ενδιαφέρεται να λειτουργεί σε βιώσιμο σύνολο E δημιουργεί ένα δυναμικό σύστημα F (εγκέφαλος ή σερβομηχανισμός) το οποίο λειτουργεί ως φράγμα στην είσοδο της ποικιλομορφίας από τη διαταραχή:



3.4.1.61 Ρυθμιστής

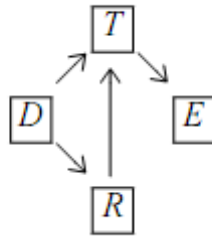
Ο **ρυθμιστής** είναι ένας μηχανισμός F ο οποίος τοποθετείται ανάμεσα σε ένα σύνολο διαταραχών D και ένα σύνολο καταστάσεων E . Ένα υποσύνολο των καταστάσεων είναι η βιώσιμη περιοχή:



Το σύνολο D εισάγει διαταραχές (ποικιλομορφία) στο σύνολο E . Ο F είναι ένας μηχανισμός που μπλοκάρει την ποικιλομορφία και την πληροφορία από το να εισέλθει στο E . Ο μηχανισμός F μπορεί να είναι ένας θερμοστάτης ή ο αυτόματος πιλότος ή ακόμη και ο εκπαιδευτικός στην τάξη ο οποίος διατηρεί τις εξωτερικές διαταραχές εκτός τάξης, προκειμένου να βρίσκεται η τάξη στα βιώσιμα όρια. Ο βασικός σκοπός του ρυθμιστή είναι να μπλοκάρει την ποικιλομορφία από το να εισέρχεται στο σύστημα και να το μεταφέρει έξω από τις καταστάσεις βιωσιμότητάς του. Το πόσο πετυχημένος είναι ο ρυθμιστής εξαρτάται από το πόσο κατάφερε να κρατήσει τις πληροφορίες των διαταραχών από το να εισέλθουν στο σύστημα. Για παράδειγμα, ένας πολύ καλός αυτόματος πιλότος κρατά το αεροπλάνο σε σταθερή πορεία κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι διαταραχές να μην εισέρχονται στο αεροπλάνο. Έτσι, οι επιβάτες δεν έχουν καμία πληροφόρηση σχετικά με το τι συμβαίνει στο περιβάλλον.

Το πλήρες κύκλωμα της ρύθμισης

Η διαδικασία της ρύθμισης είναι ένα παίγνιο το οποίο σχηματικά παρουσιάζεται ως εξής:



- ❖ Το σύνολο E αποτελεί τη βιώσιμη περιοχή καταστάσεων η οποία έχει ένα σύνολο μεταβλητών h οι οποίες παίζουν βασικό ρόλο στη βιωσιμότητά της
- ❖ Ο πίνακας T είναι ένας πίνακας διπλής εισόδου ο οποίος λειτουργεί ως επιλογέας που καθορίζει τις τιμές των παραμέτρων του E και με τον τρόπο αυτό τη συμπεριφορά και τις καταστάσεις του E
- ❖ Το σύνολο D είναι ένα σύνολο διαταραχών
- ❖ Ο μηχανισμός R είναι ο ρυθμιστής. Το R διαθέτει επεξεργαστή ο οποίος με δεδομένη τη διαταραχή υπολογίζει το αντίμετρο με το οποίο θα τροφοδοτήσει τον πίνακα T .

Το όλο κύκλωμα λειτουργεί ως εξής:

- Το D παράγει μια συγκεκριμένη διαταραχή
- Η διαταραχή τροφοδοτεί το R , το οποίο και τη μετασχηματίζει σε αντίδραση
- Τη διαταραχή και την αντίδραση του R τροφοδοτούν ταυτόχρονα το περιβάλλον T , το οποίο και παράγει την έξοδό του
- Η έξοδος του T καθορίζει και την κατάσταση του E .

Παρατηρούμε ότι στο πλήρες σύστημα ο συνδυασμός R και T λειτουργεί ως φράγμα ποικιλομορφίας F . Για παράδειγμα, θεωρούμε την περίπτωση της οδήγησης ενός αυτοκινήτου:

- Ο πίνακας T είναι οι φυσικοί νόμοι, ο Κ.Ο.Κ., οι πληροφορίες σχετικά με το αυτοκίνητο κλπ.
- Το D είναι το σύνολο των εξωτερικών διαταραχών (εμπόδια στον δρόμο, καιρός, συμπεριφορά των άλλων οδηγών κλπ.)
- Ο μηχανισμός R είναι ο ρυθμιστής, στην περίπτωσή μας ο εγκέφαλος
- Το E είναι το σύνολο των καταστάσεων του συστήματος, στην προκειμένη περίπτωση του αυτοκινήτου που οδηγούμε.

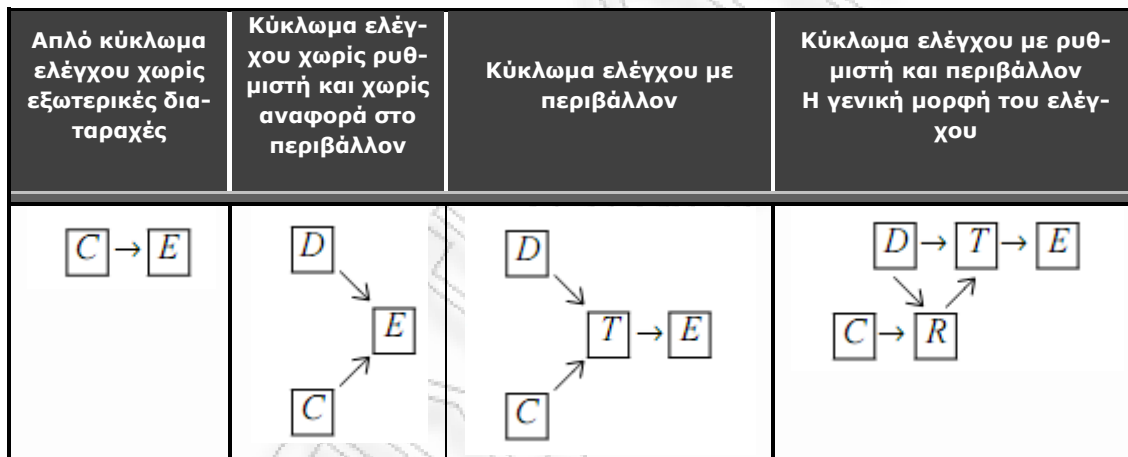
Όταν ένας οδηγός σταματά απότομα μπροστά μας, έχουμε ταυτόχρονα τη μεταφορά ποικιλομορφίας $D \rightarrow T$ και $D \rightarrow R$ με την έννοια ότι τόσο ο πίνακας T όσο και ο ρυθμιστής R έχουν το D ως είσοδο. Ο ρυθμιστής υπολογίζει την κατάλληλη απόκριση $R \rightarrow T$, έχοντας ως δεδομένα τον πίνακα T και τη διαταραχή D . Με εισόδους το D και το R , το T οδηγεί το σύστημα στο E . Έτσι, αν ο οδηγός φρενάρει, τότε ο πίνακας T θα συνδυάσει τα D και R , για να παραγάγει το E που είναι το σταματημένο αυτοκίνητο (βιώσιμη περιοχή). Αν υπάρχουν λάδια στον δρόμο τα οποία δεν έχει δει ο οδηγός, τότε η ποικιλομορφία της διαταραχής είναι μεγαλύτερη από την ποικιλομορφία του ρυθμιστή στην προκειμένη περίπτωση, οπότε και η ρύθμιση είναι ανεπαρκής. Η απόφαση που θα πάρει δεν θα οδηγήσει στη βιώσιμη περιοχή. Ο εγκέφα-

λος υπολογίζει το αντίμετρο, ώστε να διατηρηθεί το σύστημα στη βιώσιμη περιοχή. Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τον πίνακα T .

Για παράδειγμα, ο ρυθμιστής δεν μπορεί να παραγάγει ως αντίμετρο την εξαφάνιση του αυτοκινήτου, μιας και, ακόμη κι αν το παραγάγει ως ποικιλομορφία, δεν μπορεί να την εισαγάγει στο E . Για να λειτουργήσει σωστά ένας ρυθμιστής, θα πρέπει :

- Να διαθέτει ένα μοντέλο του πίνακα T , ένα μοντέλο της πραγματικότητας όσο το δυνατόν πιο πλήρες
- Να διαθέτει ένα κανάλι εισόδου για την ποικιλομορφία των διαταραχών
- Να διαθέτει επαρκή εσωτερική ποικιλομορφία, ώστε να παράγει το κατάλληλο αντίμετρο.

Η εσωτερική του ποικιλομορφία είναι συνάρτηση του μοντέλου του πίνακα T . Με τον τρόπο αυτό, η εξωτερική ποικιλομορφία συνδυάζεται με την παραγόμενη από τον ρυθμιστή ποικιλομορφία, προκειμένου η πραγματικότητα να παράγει εκείνες τις καταστάσεις E οι οποίες θα βρίσκονται στη βιώσιμη περιοχή.



Πίνακας 3-19: Διάφορες περιπτώσεις κυκλωμάτων ελέγχου

Το κύκλωμα του ελέγχου

Το κύκλωμα ελέγχου αποτελείται από:

- ❖ **Το σύνολο καταστάσεων E** αποτελεί τη βιώσιμη μηχανή η οποία έχει ένα σύνολο μεταβλητών h οι οποίες παίζουν βασικό ρόλο στη βιωσιμότητά της. Τη μηχανή E ενδιαφέρει να μην διαταραχθούν οι βιώσιμες μεταβλητές σε μεγάλο βαθμό, ώστε στον χώρο των φάσεων να ακολουθηθεί η τροχιά μη βιωσιμότητας
- ❖ **Ο πίνακας T** είναι το γενικότερο περιβάλλον, **ένα δυναμικό σύστημα** το οποίο γεννάει κανόνες και περιορισμούς ως συμπεριφορά και έχει δύο εισόδους, μία από το E και μία από το D , και έξοδο την τελική παράμετρο στη μηχανή E . Το T καθορίζει ποια θα είναι η κατάσταση του E
- ❖ **Το σύνολο D** το οποίο γεννά τις διαταραχές
- ❖ **Η μηχανή R** η οποία είναι ο ρυθμιστής. Η μηχανή R επιλέγει τα αντίμετρα στις διαταραχές της D με τέτοιον τρόπο, ώστε η T να οδηγήσει την E σε συμπεριφορά και κατάσταση μέσα στη βιώσιμη περιοχή

- ❖ **Ο ελεγκτής C** ο οποίος θέτει τον στόχο για την κατάσταση στην οποία πρέπει να βρεθεί το E .

Διάφορες μορφές ελέγχου δίδονται στον Πίνακα 3-19.

3.4.1.62 Αρχή της αναγκαίας ποικιλομορφίας

Η Αρχή της Αναγκαίας Ποικιλομορφίας αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της Κυβερνητικής. Έχει τις παρακάτω διατυπώσεις:

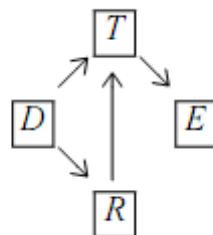
- 1) Μόνο η ποικιλομορφία του ρυθμιστή μπορεί να μειώσει την ποικιλομορφία λόγω εξωτερικών διαταραχών
- 2) Η ποικιλομορφία του ρυθμιστή θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την ποικιλομορφία του διεγέρτη
- 3) Η ποικιλομορφία αντιμετωπίζει την ποικιλομορφία.

3.4.1.63 Το πρόβλημα της ρύθμισης

Στην Κυβερνητική, το πρόβλημα της ρύθμισης διατυπώνεται ως εξής: με δεδομένα τα E (σύστημα), T (περιβάλλον) και D (πηγή διαταραχών), πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε και να δημιουργήσουμε έναν μηχανισμό R , τέτοιον ώστε, όταν βρίσκεται σε σύζευξη με το T , να διατηρεί το σύστημα E στη βιώσιμη περιοχή η . Το πρόβλημα είναι η κατασκευή του καλύτερου δυνατού ρυθμιστή κάτω από διάφορες συνθήκες. Ουσιαστική συμβολή στη δημιουργία του ρυθμιστή έχει η πολύ καλή γνώση των καναλιών επικοινωνίας του ρυθμιστή με το περιβάλλον, την πηγή διαταραχών και το σύστημα που θα ρυθμίζει.

3.4.1.64 Ανεπαρκής ρύθμιση λόγω ανεπαρκούς πληροφόρησης

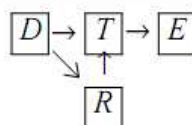
Όταν το κανάλι $R \rightarrow T$ είναι προβληματικό, τότε είναι και η ρύθμιση ανεπαρκής.



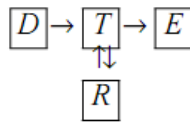
Όταν το κανάλι $D \rightarrow R$ είναι αργό, τότε η ρύθμιση είναι ανεπαρκής.

3.4.1.65 Ρύθμιση με διόρθωση σφάλματος

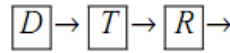
Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο ρυθμιστής δεν επικοινωνεί κατευθείαν με την πηγή διαταραχών, αλλά μέσω του περιβάλλοντος T . Δηλαδή, αντί να έχουμε:



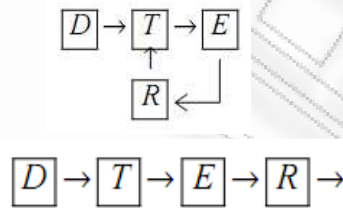
έχουμε:



Η πορεία των πληροφοριών είναι:



Πολλές φορές η διαδρομή της πληροφορίας είναι ακόμη μεγαλύτερη:



Στην παραπάνω περίπτωση, όλη η ποικιλομορφία του D εισέρχεται στο E , οπότε και η ρύθμιση παίρνει τη μορφή της ανάδρασης. Πρώτα έχουμε την επίδραση της διαταραχής μέσω του περιβάλλοντος και μετά τη ρύθμιση. Είναι εμφανές ότι αυτή η μορφή ρύθμισης είναι και η λιγότερο αποτελεσματική.

3.4.1.66 Ρύθμιση σε πολύπλοκα συστήματα

Η ρύθμιση σε μεγάλα συστήματα έχει ίσως το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την Κυβερνητική. Ο Οικολόγος επιθυμεί τη ρύθμιση ενός οικοσυστήματος, ο Κοινωνιολόγος τη ρύθμιση ενός οργανισμού, ο Ψυχολόγος τη ρύθμιση μιας διαταραγμένης προσωπικότητας. Η πρώτη παρατήρηση είναι ότι πολλές από τις προτάσεις της Κυβερνητικής είναι διατυπωμένες έτσι, ώστε **να μην εξαρτώνται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των συστημάτων**. Φυσικά και η ρύθμιση πολύπλοκων συστημάτων έχει αρκετή δυσκολία, αλλά θα πρέπει να αποδώσουμε τη δυσκολία στη σωστή πηγή. Η δυσκολία είναι όχι τόσο η πολυπλοκότητα του συστήματος όσο **η ποικιλομορφία των διαταραχών** που πρέπει να ρυθμιστούν. Το μέγεθος του δυναμικού περιβάλλοντος T τείνει να συσχετίζεται με την ποικιλομορφία του D για διάφορους λόγους. Η δομή του περιβάλλοντος T θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό την ποικιλομορφία της πηγής διαταραχών. Άρα, τελικά, σε ένα πολύπλοκο και δυναμικό σύστημα ενδιαφέρει ιδιαίτερα ποια μέρη συνεισφέρουν στην ποικιλομορφία του D . Εάν τώρα το σύστημα είναι μεγάλο και πολύπλοκο και ο ρυθμιστής απλός, τότε η Αρχή της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας θα παίξει βασικό ρόλο. Αν το R έχει έναν συγκεκριμένο βαθμό χωρητικότητας ποικιλομορφίας ή αλλιώς συγκεκριμένη χωρητικότητα πληροφορίας, τότε έχει σίγουρα ένα πάνω όριο ρύθμισης και ελέγχου που μπορεί να ασκήσει. Επομένως, ένας ελεγκτής θα πρέπει να γνωρίζει το μέγιστο της ποικιλομορφίας του και άρα το μέγιστο της ρύθμισης και ελέγχου που μπορεί να πετύχει. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι στα πολύπλοκα συστήματα τα T και D δεν έχουν σαφή διαχωριστική γραμμή. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε ένα σύνολο το οποίο είναι, τις περισσότερες φορές, ικανοποιητικό.

3.4.1.67 Ρύθμιση και έλεγχος σε Κοινωνικά Συστήματα

Η έννοια της **ρύθμισης** και του **ελέγχου** έχει πολλές φορές παρεξηγηθεί και έχει λανθασμένα συνδεθεί με μηχανιστικά και αυταρχικά πρότυπα, αν και τα πράγματα είναι τελείως διαφορετικά. Ο μηχανισμός ρύθμισης είναι στην πραγματικότητα ένα σύστημα διεπαφής με την πραγματικότητα το οποίο αναλαμβάνει να διατηρεί το σύστημα σε βιώσιμη κατάσταση. Ο μηχανισμός ελέγχου έχει άλλη λειτουργία, αναλαμβάνοντας να οδηγήσει το σύστημα σε μια προκαθορισμένη κατάσταση. Τα όρια της βιώσιμης κατάστασης και η σκοποθεσία ορίζονται από τον σχεδιαστή ή κατασκευαστή του συστήματος. Ο σχεδιασμός του μηχανισμού ρύθμισης και ελέγχου είναι πολύ βασική διαδικασία και περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- ❖ **Ένα μοντέλο του πίνακα T** . Πρόκειται για ένα μοντέλο της πραγματικότητας συμπεριλαμβανομένου και του E . Το μοντέλο αυτό αποτελεί και τη βάση για την ανάπτυξη επαρκούς ποικιλομορφίας από την πλευρά του ρυθμιστή
- ❖ **Ένα κανάλι $D \rightarrow R$ (είσοδος)** για τη μεταφορά της ποικιλομορφίας από την πηγή διαταραχών στον ρυθμιστή
- ❖ **Ένα κανάλι $R \rightarrow T$ (έξοδος)** για τη μεταφορά της ποικιλομορφίας από τον ρυθμιστή στο περιβάλλον
- ❖ **Έναν δημιουργικό μηχανισμό Δ** για τη σύνθεση ποικιλομορφίας την οποία θα εξάγει στο περιβάλλον
- ❖ **Έναν στοχοθετικό - ελεγκτικό μηχανισμό C** , ο οποίος ελέγχει κατά βάση τον δημιουργικό μηχανισμό
- ❖ **Έναν μηχανισμό μάθησης L** , ο οποίος αναλαμβάνει να αναβαθμίζει διαρκώς το μοντέλο T .

Είναι εμφανές – και πολλές φορές προφανές – ότι η αύξηση της ποικιλομορφίας τείνει να απαιτεί έναν ρυθμιστή ο οποίος προσομοιάζει ολοένα και περισσότερο τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Δεν είναι τυχαία η νευροκυβερνητική μεταφορά του Beer (1981) η οποία κάνει εκτεταμένη χρήση της μεταφοράς του εγκεφάλου στον χώρο των επιχειρήσεων.

3.4.1.68 Σύνορα συστήματος

Η Κυβερνητική και γενικότερα η συστημική θεώρηση διατείνεται ότι είναι κανείς σε θέση να σκιαγραφήσει οποιοδήποτε κομμάτι του σύμπαντος και να το μετασχηματίσει σε σύστημα. Δημιουργούνται αυτόματα δύο κόσμοι, το σύστημα και ο εξωτερικός του κόσμος, το περιβάλλον. Η διαχωριστική γραμμή αυτών των δύο είναι **τα σύνορα του συστήματος**. Ο καθορισμός των συνόρων του συστήματος δεν είναι ξεκάθαρη και μονοσήμαντη διαδικασία, αλλά εξαρτάται από τον συστημικό αναλυτή και το πρόβλημα.

3.4.1.69 Συστήματα, Υποσυστήματα και Υπερσυστήματα

Ως απόρροια του καθορισμού των συνόρων ενός συστήματος, ο παρατηρητής ορίζει τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα, όπως επίσης και το υπερσύστημα στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα. Αυτή η ιεραρχία, αν και απόλυτα

απαραίτητη, δεν είναι ξεκάθαρη και ακριβής, μιας και εξαρτάται από τον συστημικό αναλυτή και το πρόβλημα.

3.4.1.70 Κυκλική σκέψη

Αν και η τυπική λογική μάς καλεί να αποφεύγουμε τα κυκλικά επιχειρήματα (π.χ. το Α προκαλεί το Β και το Β προκαλεί το Α), η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης χρησιμοποιεί την κυκλική σκέψη ως βασικό εργαλείο ανάλυσης και ερμηνείας. Η έμφαση απέναντι στις κυκλικές διαδικασίες, οι οποίες ήταν παραμελημένες προς όφελος των σειριακών διαδικασιών, είναι ίσως η μεγαλύτερη συνεισφορά της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης στην επιστήμη και την επιστημονική σκέψη.

3.4.1.71 Θετικοί και αρνητικοί κύκλοι ανάδρασης

Τόσο ο θετικός όσο και ο αρνητικός κύκλος ανάδρασης (Εικόνα 3-9) αποτελούν παραδείγματα της κυκλικής σκέψης. Το πολύ σημαντικό είναι η παρατήρηση ότι οι κύκλοι αυτοί μπορεί να αναδυθούν αυθόρμητα, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει η αναγκαία πολυπλοκότητα ή να κατασκευαστούν σκόπιμα. Όπως προαναφέρθηκε, η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης στράφηκε γύρω από τον αρνητικό κύκλο ανάδρασης, ο οποίος παρουσιάζει και το μέγιστο ενδιαφέρον σε θέματα οδήγησης και ελέγχου, στην προσπάθεια διατήρησης των συστημάτων σε συγκεκριμένο σημείο ισορροπίας.



Εικόνα 3-8: Σχηματική αναπαράσταση Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης

3.4.1.72 Προσομοίωση

Η **προσομοίωση** ως έννοια και ως τεχνική είναι γέννημα της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης. Με την πάροδο του χρόνου και με τη βοήθεια της τεχνολογίας, εξελίχθηκε σε ένα πολύ διαδεδομένο εργαλείο σχεδόν σε όλα τα επιστημονικά επίπεδα. Η προσομοίωση επιτρέπει στον συστημικό αναλυτή να πειραματίζεται με το σύστημα εκ του ασφαλούς και να αναπτύσσει σταδιακά ισχυρή ενόραση σχετικά με το σύστημα το οποίο μελετά. Ενώ, λοιπόν, η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης έδινε έμφαση σε μηχανισμούς αρνητικής ανατροφοδότησης, δηλαδή, ανατροφοδότησης για μείωση της απόκλισης, η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης στράφηκε προς τους μηχανισμούς της θετικής ανατροφοδότησης ή ανατροφοδότησης για αύξηση της απόκλισης.

Στην περίπτωση θετικής ανατροφοδότησης, καθώς η έξοδος του συστήματος επιστρέφει στην είσοδο, αυξάνεται η απόκλιση από μια τιμή σύγκρισης, με αποτέλεσμα να αποσταθεροποιείται συνεχώς η κατάσταση του συστήματος, έτσι ώστε αυτό είτε

να αποδομείται και να διαλύεται πλήρως είτε να αναδομείται και να αναδιαμορφώνεται σε μια νέα κατάσταση, όπως γίνεται στην περίπτωση της **μορφογένεσης**.

3.5 Κυβερνητική Πρώτης Τάξης και Εκπαίδευση

Η Κυβερνητική και η Εκπαίδευση έχουν πολύ περισσότερα κοινά στοιχεία από ό,τι φαινομενικά δείχνουν. Η Εκπαίδευση έχει ως στόχο τη δημιουργία στοχοθετικών ανθρώπων, ανθρώπων δηλαδή με ελεύθερη βούληση οι οποίοι θα δραστηριοποιηθούν μέσα σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον όπου και θα πρέπει να προσαρμοστούν, να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν. Η Κυβερνητική προσφέρει ένα ισχυρό θεωρητικό πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει:

A) Το μοντέλο του κόσμου *T*

Η δημιουργία ενός επαρκούς γνωστικού μοντέλου του κόσμου είναι η βασικότερη λειτουργία της Εκπαίδευσης. Χωρίς ένα επαρκές γνωστικό μοντέλο δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσει η ρύθμιση, η δημιουργικότητα και η στοχοθεσία. Ο μαθητής ως εκκολαπτόμενος άνθρωπος με ελεύθερη βούληση θα πρέπει να διαθέτει ένα ισχυρό και αποτελεσματικό νοητικό μοντέλο του περιβάλλοντος και του εαυτού του. Αυτή είναι και η πρώτη μέριμνα της Εκπαίδευσης. Βέβαια, το ερώτημα που τίθεται αφορά την ποιότητα του μοντέλου αυτού. Στον βαθμό που το κεντρικό αυτό νοητικό μοντέλο βασίζεται σε κατακερματισμένη και ασύνδετη γνώση χωρίς συστημική και ολιστική - διαθεματική σύνδεση, θα κρίνεται ανεπαρκές ιδιαίτερα στη σημερινή πολύπλοκη εποχή. Οι προκλήσεις της σημερινής εποχής απαιτούν τη σύνθεση ενός συστημικού μοντέλου της πραγματικότητας το οποίο θα επιτρέπει στον σύγχρονο άνθρωπο να παράγει ποικιλομορφία σε υψηλά επίπεδα, προκειμένου να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει την εξίσου υψηλή ποικιλομορφία του περιβάλλοντος.

B) Τα κανάλια επικοινωνίας

Τα κανάλια επικοινωνίας των μαθητών θα πρέπει να αναπτυχθούν με τρόπο, ώστε να έχουν τη μέγιστη δυνατή χωρητικότητα με τον ελάχιστο δυνατό θόρυβο. Οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν να λειτουργούν όλα τα κανάλια επικοινωνίας που έχουν στη διάθεσή τους: ανθρώπινα, μηχανικά και τεχνολογικά, ώστε να έχουν δυναμικό και πληρότητα στην πρόσληψη της ποικιλομορφίας όσο και στη μετάδοση της ποικιλομορφίας στο περιβάλλον.

Γ) Τον δημιουργικό μηχανισμό Δ

Ο δημιουργικός μηχανισμός παράγει την απαραίτητη ποικιλομορφία την οποία θα εξαγάγει το άτομο στο περιβάλλον με τη μορφή πρόδρασης ή ανάδρασης. Η επίλυση προβλήματος είναι μια βασική περίπτωση όπου το άτομο δέχεται διαταραχές στις οποίες πρέπει να απαντήσει παράγοντας την απαιτούμενη ποικιλομορφία μέσω ενός δημιουργικού μηχανισμού ο οποίος συνεργάζεται με το νοητικό μοντέλο. Η ανάπτυξη αυτού του δημιουργικού μηχανισμού είναι το επόμενο βασικό βήμα στην εκπαίδευση ενός νέου ανθρώπου. Δυστυχώς, η ανάπτυξη του δημιουργικού μηχανισμού είναι πολύ πιο δύσκολη από τη δημιουργία του μοντέλου *T* και σε πολλά εκπαιδευτικά συστήματα παραμελείται εντελώς. Το ελληνικό σχολείο είναι χαρακτηριστική περίπτωση στην οποία ο δημιουργικός μηχανισμός παραμελείται συστηματικά προς χάριν της ανάπτυξης ενός γραμμικού νοητικού μοντέλου⁷⁴.

⁷⁴ Εμφανίζεται ιδιαίτερα ως διαμάχη «παπαγαλίας» - δημιουργικής σκέψης.

Δ) Τον σκοποθετικό και στοχοθετικό μηχανισμό

Το σκοποθετικό - στοχοθετικό σύστημα αναλαμβάνει να οδηγήσει τον άνθρωπο σε καινούριες καταστάσεις πέρα από τις τυπικές βιώσιμες καταστάσεις *E*. Ο σκοποθετικός και στοχοθετικός μηχανισμός βασίζεται σε ανώτερες συναισθηματικές, αξιολογικές και ηθικές λειτουργίες τις οποίες, επίσης, θα πρέπει να αναπτύξει η Εκπαίδευση.

Ε) Τον μηχανισμό μάθησης

Ο μηχανισμός αυτός αποτελεί τον βασικό παράγοντα προσαρμογής και επιβίωσης του σύγχρονου ανθρώπου. Σκοπός της Εκπαίδευσης είναι η ανάπτυξη και η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού δια βίου μάθησης. Η Κυβερνητική έχει να προσφέρει πολύ δυναμικά μοντέλα μάθησης, όπως το Νευροκυβερνητικό Μοντέλο ή το Μοντέλο των Συζητήσεων του Pask (1976).

3.5.1 Βασικές Έννοιες Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης

Πολλά βιολογικά φαινόμενα, όπως η μορφογένεση, τα οποία έχουν να κάνουν με ανάπτυξη, μεταβολή και ανάδυση, ερμηνεύονται μέσω της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης. Έτσι, δεν είναι τυχαίο ότι το επίκεντρο των νέων θεωρητικών εξελίξεων της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης ήταν το Εργαστήριο Βιολογικής Πληροφορικής BCL (Biological Computer Laboratory), που ίδρυσε το 1957 ο von Foerster στο Πανεπιστήμιο του Illinois. Για είκοσι περίπου χρόνια (1957-1976), το εργαστήριο αυτό στέγαζε τις πιο προχωρημένες κι επαναστατικές ιδέες πάνω στην αυτοοργάνωση και την αυτονομία των έμβιων συστημάτων. Σύμφωνα με τις ιδέες αυτές, η οργανωτική αυτονομία των ζωικών συστημάτων επιτυγχάνεται μέσω του **υπολογισμού**. Ή καλύτερα, πρόκειται για μια τεράστια διαδικασία αυτό-υπολογισμού, γιατί αναπτύσσεται μια βιολογική υπολογιστική δραστηριότητα, η οποία αφενός παράγει τη δομή του έμβιου οργανισμού κι αφετέρου συμβάλλει στη διατήρηση της ύπαρξής της και της οργανωτικής της ταυτότητας μέσα στις δύσκολες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Στην Κυβερνητική Πρώτης Τάξης, τα συστήματα συμπεριφέρονται ως ετερόνομες μονάδες που αλληλεπιδρούν με μια αναπαραστασιακή λογική αντιστοιχίσεων. Αντίθετα, τα συστήματα της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης συγκροτούν αυτόνομες μονάδες και καθορίζονται από μια εσωτερική σ' αυτά δυναμική, σύμφωνα με μια λογική όχι αναπαράστασης, αλλά συνοχής. Επομένως, τα συστήματα αυτά έχουν μια δική τους κλειστή οργάνωση και συγκρότηση συνοχής, είναι, δηλαδή, **αυτοοργανωμένα** και, στον βαθμό που ενσωματώνεται κι η ίδια η πράξη της παρατήρησης μέσα στην περιγραφή τους, γίνονται **αυτοποιοητικά** και αυτοαναφερόμενα. Η διαμόρφωση της Θεωρίας της Αυτοποίησης για βιολογικά και γνωσιακά συστήματα έχει συντελεσθεί με το έργο των Maturana και Varela (1980, 1987), οι οποίοι προχώρησαν την αυτοστοχαστική ή αυτοπαθητική (reflexive) λογική της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης μιας ριζοσπαστικής επιστημολογίας που επέκτεινε την παραδοσιακή αιτιότητα. Σύμφωνα με τη λογική αυτή, ένα γεγονός δεν προκαλεί απλώς κάποιο άλλο, αλλά μάλλον αποτελεί την αιτία για να ενεργοποιηθούν κάποια αποτελέσματα μέσα στην αυτο-οργανωτική λειτουργία του συστήματος.

Οι Maturana και Varela (1980) όρισαν ένα αυτοοργανωμένο σύστημα ως μια σύνθετη ενότητα: η οργανωτική συνοχή της δομής εξασφαλίζει την ενότητα, που είναι σύνθετη, γιατί το σύστημα αποτελείται από συστατικά στοιχεία, των οποίων οι μεταξύ τους σχέσεις, αλλά και με άλλα συστήματα, συγκροτούν την οργανωτική ταυτό-

τητα, που ορίζει το σύστημα. Έτσι, τα έμβια συστήματα διακρίνονται από τη δική τους οργάνωση, που είναι μια αυτοαναφορική οργάνωση, αφού το βασικό χαρακτηριστικό της είναι ότι τα συστήματα αυτά αποτελούν τα προϊόντα της ίδιας τους της οργάνωσης. Πρόκειται, δηλαδή, για μια κλειστή οργάνωση που παράγει και τα συστατικά της στοιχεία και τις αλληλεπιδράσεις τους που χαρακτηρίζουν την αυτονομία της. Και για αυτόν τον λόγο, τα έμβια συστήματα αποτελούν, κατά τους Maturana και Varela, «αυτοποιητικές μηχανές», ενώ τα υπόλοιπα οργανωμένα συστήματα δεν είναι παρά «αλλοποιητικές μηχανές», όταν τα προϊόντα της λειτουργίας τους είναι διαφορετικά κι εντελώς ανεξάρτητα από τις ίδιες.

Τέλος, ας προσθέσουμε ότι, πέρα από τη Βιολογία, η Αυτοποιητική Θεωρία διαχύθηκε και στις κοινωνικές επιστήμες με το έργο του Γερμανού Κοινωνιολόγου N. Luhmann (1995), στον οποίο οφείλεται η ιδέα ότι τα αυτοοργανωμένα κοινωνικά συστήματα δεν αποτελούνται από άτομα ή ρόλους ή δράσεις, όπως συνήθως θεωρείται, αλλά τα συστατικά τους στοιχεία συγκροτούνται από νοηματικές επικοινωνιακές σχέσεις.

Η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης εισήχθη από τον Heinz von Foerster τη δεκαετία του '70. Η βασική διαφορά της παλαιότερης από τη νεότερη Κυβερνητική είναι ότι η νεότερη Κυβερνητική περιλαμβάνει τον παρατηρητή στο σύστημα, σηματοδοτώντας έτσι τη μετάβαση της εστίασης στα οργανικά βιώσιμα συστήματα. Έτσι, ενώ η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης ενδιαφέρεται για την κατασκευή μηχανισμών ελέγχου σε μηχανιστικά συστήματα, η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης στρέφεται στα οργανικά συστήματα τα οποία έχουν βιολογικά χαρακτηριστικά. Αυτή η στροφή είναι πολύ σημαντική και έχει κάποιες εξίσου σημαντικές επιπτώσεις στη συστημική σκέψη:

Τα ζωντανά συστήματα, ακόμη και τα πολύ πρωτόγονα, αναπτύσσουν μια δική τους θέληση. Εμφανίζουν αυτό που οι Maturana και Varela (1980) ονόμασαν **αυτοποίηση**: αναπαράγουν, δηλαδή, τον εαυτό τους ή μέρη του εαυτού τους, όταν αυτό είναι αναγκαίο. Τα ζωντανά συστήματα είναι πληροφοριακά ανοιχτά συστήματα και είναι ενδογενώς πολύ πιο δύσκολο να οδηγηθούν. Οι αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Επομένως, πιο ρεαλιστικό θα ήταν να στρέψουμε το ενδιαφέρον από την πλοήγηση και τον έλεγχο στη μελέτη και κατανόηση της πορείας και της εξέλιξης των συστημάτων σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον. Αυτό αυτόματα σημαίνει και μετακίνηση του ενδιαφέροντος από την ομοίωση στη μορφογένεση και από τον αρνητικό στον θετικό ανάδρομο κύκλο. Το ενδιαφέρον της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης στράφηκε σε έννοιες, όπως «γλώσσα», «επικοινωνία», «κατανόηση», «αντίληψη» και «μάθηση», οι οποίες καθιστούν το σύστημα ικανό να αντανάκλα τις διαδικασίες του τόσο στο περιβάλλον όσο και στον ίδιο του τον εαυτό (Πίνακας 3-20).

Κυβερνητική Πρώτης Τάξης	Διαθεματικότητα, έλεγχος και αρνητική ανατροφοδότηση, σταθερότητα, ομοίωση
Κυβερνητική Δεύτερης τάξης	Έμβια συστήματα, μορφογένεση, θετική ανατροφοδότηση

Πίνακας 3-20: Συγκριτικός πίνακας Κυβερνητικής Πρώτης και Δεύτερης Τάξης (Ghosal, 1999)

3.5.1.1 Οργάνωση και αυτοοργάνωση (self-organisation)

Πολλά φυσικά συστήματα έχουν την ιδιότητα της οργάνωσης (γαλαξίες, χημικές ενώσεις, κύτταρα, οργανισμοί και κοινωνίες). Η παραδοσιακή επιστήμη επιχειρεί να ερμηνεύσει την οργάνωση αυτή με αναγωγή στα μικρότερα στοιχεία τους και στους νόμους που καθορίζουν τις σχέσεις τους, για παράδειγμα βαρυτικά πεδία ή χημικοί δεσμοί. Η συστημική προσέγγιση, από την άλλη, αναζητά γενικευμένα σχήματα συστημικότητας ικανά να ερμηνεύουν την οργάνωση ανεξάρτητα από τη φύση και το μέγεθος των συστημάτων. Ένα τέτοιο γενικευμένο σχήμα είναι και η **αυτοοργάνωση**. Η ουσία της αυτοοργάνωσης βρίσκεται στην παρατήρηση ότι ένα σύστημα στο οποίο τα μέλη του σχηματίζουν ισχυρό δίκτυο αλληλεπιδράσεων, αποκτά οργάνωση - δομή χωρίς κάποια ιδιαίτερη εξωτερική πίεση. Το εντυπωσιακό είναι ότι η αυτοοργάνωση παρατηρείται σε όλα τα είδη συστημάτων ανεξάρτητα από τη φύση τους. Η οργάνωση που αποκτιέται με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξελιχθεί στον χώρο και στον χρόνο, να διατηρήσει μια σταθερή ροή ή να έχει μεταπτώσεις. Η συστημική προσέγγιση της αυτοοργάνωσης αναζητεί τους βασικούς κανόνες, ώστε να είμαστε σε θέση, ως παρατηρητές ή εμπλεκόμενοι, να μπορούμε να προβλέψουμε τις μορφές που μπορεί να πάρει ένα σύστημα κατόπιν κάποιας εξωτερικής ή εσωτερικής διαταραχής. Η προσέγγιση της αυτοοργάνωσης γίνεται με βάση την παρακάτω περιγραφική διατύπωση⁷⁵:

Τα δομικά στοιχεία ενός συνόλου με ισχυρή δικτυακή αλληλεπίδραση αυτοοργανώνονται, για να αποτελέσουν εν δυνάμει εξελίξιμες δομές οι οποίες παρουσιάζουν μια ιεραρχία αναδυόμενων ιδιοτήτων.

Παρακάτω, αναλύουμε τις βασικές παραδοχές του παραπάνω ορισμού:

- ❖ **Δικτυακή αλληλεπίδραση:** Τα συστήματα είναι πλούσια σε ποικιλομορφία και δεν είναι ούτε στατικά ούτε χαοτικά
- ❖ **Στοιχεία:** Πρόκειται για ευέλικτα και αυτόνομα στοιχεία με ιδιότητες πράκτορα - agent
- ❖ **Αυτοοργάνωση:** Δημιουργείται καινούριος ελκυστής στον χώρο των φάσεων
- ❖ **Εν δυνάμει εξέλιξη:** Οι αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον καθορίζουν και μεταλλάσσουν τους ελκυστές
- ❖ **Ιεραρχία:** Εμφανίζονται πολλαπλά επίπεδα αλληλεπιδράσεων
- ❖ **Αναδυόμενες ιδιότητες:** Νέα χαρακτηριστικά εμφανίζονται, τα οποία απαιτούν νέα ορολογία.

Χαρακτηριστικά της αυτοοργάνωσης είναι:

- ❖ Η εξέλιξη ενός συστήματος σε οργανωμένη μορφή με την απουσία εξωτερικών πιέσεων

⁷⁵ For USENET Newsgroup comp.theory.self-org-sys.

- ❖ Η μεταφορά του συστήματος σε πιο περιορισμένο υποσύνολο A του συνόλου των φάσεων. Η μικρότερη αυτή περιοχή είναι ο ελκυστής
- ❖ Η εμφάνιση νέας τοπικής ή χωρικής σχεσιοδυναμικής.

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της αυτοοργάνωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-21

Τυπικά συστήματα που εμφανίζουν αυτοοργάνωση είναι:

Μαγνητισμός, κρυστάλλωση, λείζερ, κύτταρα Bernard, αντιδράσεις Belousov - Zhabotinsky και Brusselator, αυτοκατάλυση, δομές οργανισμών, ανοσοποιητικό σύστημα, εγκέφαλος, οικοσυστήματα, οικονομίες.

Ιδιότητα	Χαρακτηριστικό
Αυτονομία	Έλλειψη εξωτερικού ελέγχου
Δυναμική λειτουργία	Εξάρτηση από τον χρόνο
Διακυμάνσεις	Θόρυβος / Αναζήτηση ενδεχομένων
Σπάσιμο συμμετρίας	Ετερογένεια
Μακροσκοπική τάξη	Ανάδυση από τοπικές αλληλεπιδράσεις
Διασκορπισμός	Χρήση ενέργειας, λειτουργία μακριά από θερμοδυναμική ισορροπία
Αστάθεια	Αυτοενισχυόμενες επιλογές / Μη γραμμικότητα
Πολλαπλές ισορροπίες	Πολλοί εν δυνάμει ελκυστές
Κρίσιμα σημεία	Φαινόμενα κατωφλίου / Αλλαγές φάσεων
Πλεονασμός	Αντοχή στις ζημιές
Αυτοεπιδιόρθωση	Μεταβολισμοί επιδιόρθωσης - αναπαραγωγής
Προσαρμοστικότητα	Λειτουργικότητα / Παρακολούθηση εξωτερικών διακυμάνσεων
Πολυπλοκότητα	Πολλαπλές αξίες και αντικειμενικοί στόχοι
Ιεραρχίες	Πολλαπλά επίπεδα οργάνωσης

Πίνακας 3-21: Βασικά χαρακτηριστικά αυτοοργάνωσης

3.5.1.2 Μηχανισμοί της αυτοοργάνωσης

Τυχαίες ή τοπικές μεταβολές δύναται να προκαλέσουν αυτοοργάνωση, επιτρέποντας την ανίχνευση νέων καταστάσεων στον χώρο των φάσεων. Αυτές οι καταστάσεις βρίσκονται στις βάσεις των ελκυστών και είναι ασταθείς. Θέτουν το σύστημα υπό πίεση και το αναγκάζουν να κινηθεί σε τροχιά προς νέο ελκυστή ο οποίος και καθορίζει τη νέα κατάσταση αυτοοργάνωσης.

3.5.1.3 Μετασταθή συστήματα

Πρόκειται για συστήματα τα οποία κατέχουν πληθώρα ελκυστών. Ο θόρυβος επιτρέπει σε τέτοια συστήματα να διαφεύγουν από τη βάση κάποιου τελεστή και να συλλαμβάνονται στη βάση άλλου τελεστή. Με τον τρόπο αυτό, τα μετασταθή συστήματα πλησιάζουν τη βέλτιστη οργάνωση. Μπορεί, όμως, να τίθενται σε περιοδι-

κότητα, μεταβαίνοντας μεταξύ των ελκυστών, ανάλογα με το είδος, την ένταση και τη διάρκεια των διαταραχών.

3.5.1.4 Ανάδυση

Πρόκειται για την εμφάνιση μιας ιδιότητας η οποία δεν είχε προηγουμένως παρατηρηθεί ως λειτουργική ιδιότητα του συστήματος. Γενικά οι αναδυόμενες ιδιότητες ανήκουν σε υψηλότερα επίπεδα οργάνωσης. Το βασικό χαρακτηριστικά των αναδυόμενων ιδιοτήτων είναι: α) Βασίζονται στο αμέσως κατώτερο επίπεδο οργάνωσης, β) Δεν έχουν σχέση με αθροιστικά γεγονότα, γ) Έχουν αιτιατή σχέση με τα κατώτερα επίπεδα οργάνωσης.

Οι αναδυόμενες ιδιότητες μεταβάλλουν το «σχήμα προσαρμογής» του οργανισμού, καθορίζοντας νέα όρια και νέους δεσμούς. Η ανάδυση έχει άμεση σχέση με την αυτοοργάνωση. Συνήθως, κάποια νέα μορφή αυτοοργάνωσης αναδύει και κάποιες νέες ιδιότητες. Η ανάδυση χρησιμοποιείται, για να δηλώσει περιπτώσεις όπου οι ιδιότητες του συστήματος δεν είναι δυνατόν να προκύψουν με αναγωγισμό και ανάλυση.

3.5.1.5 Οργάνωση

Είναι η διάταξη επιλεγμένων στοιχείων του συστήματος με συγκεκριμένο τρόπο, προκειμένου να παραχθεί κάποια λειτουργία. Η οργάνωση περιορίζει τη συμπεριφορά του συστήματος σε συγκεκριμένο υποσύνολο του χώρου των φάσεων.

3.5.1.6 Χώρος των φάσεων ή χώρος των καταστάσεων

Πρόκειται για τον συνολικό αριθμό των συμπεριφορικών συνδυασμών που είναι διαθέσιμοι στο σύστημα. Ο χώρος των φάσεων γιγαντώνεται με την αύξηση της πολυπλοκότητας. Θεωρώντας μια τάξη με 30 μαθητές και 100 καταστάσεις ο καθένας, ο υπολογισμός των καταστάσεων ξεπερνά το υπολογιστικό όριο του Bremermann⁷⁶. Στον χώρο των φάσεων, κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή κατέχει μια ανεξάρτητη διάσταση.

3.5.1.7 Μετάλλαξη

Πρόκειται για μηχανισμό ο οποίος προκαλεί μικρές μετατοπίσεις ενός συστήματος στον χώρο των φάσεων.

3.5.1.8 Ελκυστής

Πρόκειται για προτιμητέα θέση στον χώρο των φάσεων. Αν ένα σύστημα ξεκινήσει με κάποιες αρχικές συνθήκες, θα έχει μια τέτοια δυναμική συμπεριφορά, ώστε να καταλήξει σε κάποια από τις καταστάσεις που καταλαμβάνουν οι ελκυστές του. Παραδείγματα ελκυστών είναι τα σημεία ευσταθούς ισορροπίας και οι πλανητικές τροχιές. Η περιοχή γύρω από έναν ελκυστή αποτελεί τη **βάση του ελκυστή**. Ένα σύστημα το οποίο μετακινείται σε μια ευσταθή δομή μπορούμε να πούμε ότι εφελκύστηκε από κάποιον ελκυστή. Ένα πολύπλοκο σύστημα μπορεί να έχει πολλούς ελ-

⁷⁶ Βλ. Κεφάλαιο 2.

κυστές οι οποίοι μπορεί να είναι μεταβαλλόμενοι ανάλογα με τις αλλαγές των παραμέτρων του συστήματος ή τις μεταλλάξεις του συστήματος. Η μελέτη της αυτοοργάνωσης είναι ισοδύναμη με τη μελέτη της συμπεριφοράς και της δυναμικής των ελκυστών. Κάποιοι ελκυστές έχουν τόσο μεγάλη διάρκεια ζωής, που μπορεί να θεωρηθούν μόνιμοι, για παράδειγμα δομικά στοιχεία του χαρακτήρα μας, ενώ άλλοι έχουν πολύ μικρή διάρκεια, για παράδειγμα οι στιγμιαίες παρορμήσεις μας. Τέλος, κάποιοι μπορεί να έχουν ενδιάμεση διάρκεια. **Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η διαδικασία δημιουργίας των ελκυστών προέρχεται από τη συγχώνευση ιστορικών καταστάσεων, πράγμα το οποίο συνεπάγεται τη μη αντιστρεψιμότητα της διαδικασίας, εφόσον δεν είναι δυνατόν να παραχθούν οι προηγούμενες καταστάσεις.**

3.5.1.9 Παράξενος ελκυστής

Ένα δυναμικό σύστημα μπορεί να έχει κάποιον αριθμό βαθμών ελευθερίας. Αυτός ο αριθμός αποτελεί τη διάσταση d στον δικό του χώρο των φάσεων. Η δυναμική οδηγεί το σύστημα να καταλήξει πάνω σε έναν ελκυστή. Αν η δυναμική είναι χασοτική, ο ελκυστής αυτός θα είναι ένας **παράξενος ελκυστής**, ένα fractal με κλασματική fractal διάσταση D , ενταγμένο στον χώρο των φάσεων με διάσταση $d > D$.

3.5.1.10 Κρίσιμα σημεία

Πρόκειται για σημεία στα οποία οι συστημικές ιδιότητες αλλάζουν απότομα.

3.5.1.11 Edge of Chaos (EOC)

Πρόκειται για το όνομα που δίνεται σε ένα κρίσιμο σημείο του χώρου των φάσεων του συστήματος όπου μια μικρή αλλαγή μπορεί να ωθήσει το σύστημα σε χασοτική συμπεριφορά ή να το κλειδώσει σε μια καθορισμένη συμπεριφορά. Πρόκειται για σημεία όπου έχουμε αλλαγή φάσης. Στα σημεία αυτά εμφανίζεται η πιο ενδιαφέρουσα συμπεριφορά των πολύπλοκων συστημάτων. Στο όριο αυτό μεταξύ σταθερής και χασοτικής συμπεριφοράς το σύστημα έχει πολύ μεγάλα μονοπάτια διασύνδεσης (σύνδεση μεταξύ απομακρυσμένων μερών).

3.5.1.12 Αλλαγή φάσης

Πρόκειται για σημεία στα οποία αλλάζει απότομα η δόμηση του συστήματος.

3.5.1.13 Φυσική Επιλογή

Αναφέρεται στην περίπτωση όπου κάποια εξωτερικά κριτήρια επιλέγουν μεταξύ δύο αντιμαχομένων επιλογών, ή διαφορετικά μεταξύ δυο σταθερών περιοχών του χώρου των φάσεων. Η φυσική επιλογή οδηγεί το σύστημα μέσω διαδοχικών μεταλλάξεων σε κάποια πολωμένη τροχιά στον χώρο των φάσεων μέσω της μεγιστοποίησης κάποιας εξωτερικής συνάρτησης προσαρμογής. Η αυτοοργάνωση εκφράζει μια διαδικασία εσωτερικής επιλογής όπου το σύστημα δημιουργεί ελκυστές. Οι δύο διαδικασίες είναι συμπληρωματικές και μπορεί να συνεργάζονται ή να αντιτίθενται. Με την αυτοοργάνωση το σύστημα κατασταλάζει σε κάποιους ελκυστές. Εάν το σύστημα βρίσκεται υπό την πίεση εξωτερικής επιλογής, τότε είναι δυνατόν με διαδοχικές

μεταλλάξεις να μεταφερθεί το σύστημα σε κάποιον άλλον ελκυστή προτιμητέο από τον παράγοντα φυσικής επιλογής.

3.5.1.14 Πορεία προσαρμογής

Πρόκειται για τη βήμα-βήμα μετάβαση από μια κατάσταση σε μια άλλη στην οποία το σύστημα έχει καλύτερες επιδόσεις αναφορικά με κάποια κριτήρια. Η διαδικασία αυτή καλείται **προσαρμογή**.

3.5.1.15 Τοπίο συναρμογής

Εάν αξιολογήσουμε κάθε ενδεχόμενο στον χώρο των φάσεων με βάση τις επιδόσεις του αναφορικά με κάποια κριτήρια, τότε δημιουργούμε ένα «τοπίο» της ποιότητας της συσχέτισης του χώρου των φάσεων. Σε γενικούς όρους, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αυτοοργάνωση, το σύστημα δεν θα πρέπει να είναι ούτε πολύ χαλαρά συνδεδεμένο (τα υποσυστήματα είναι σχεδόν ασύνδετα) ούτε πολύ πυκνά συνδεδεμένο, ώστε το κάθε υποσύστημα να επηρεάζει άμεσα όλα τα υπόλοιπα.

3.5.1.16 Διασυνδέσεις

Οι διασυνδέσεις εκφράζουν την αλληλεπίδραση μεταξύ υποσυστημάτων λόγω συνδέσεων οι οποίες δύνανται να λάβουν πολλές μορφές (καλώδια, βαρυτικά ή μαγνητικά πεδία, φυσική επαφή, κανάλια λογικής πληροφορίας κλπ.) Σκοπός της διασύνδεσης είναι η αλλαγή των καταστάσεων των υποσυστημάτων και, με τον τρόπο αυτό, η παραγωγή της συμπεριφοράς.

3.5.1.17 Ανάδραση

Σε γενικές γραμμές, η αρνητική ανάδραση τείνει να σταθεροποιεί το σύστημα, ενώ η θετική ανάδραση τείνει να το αποσταθεροποιεί.

3.5.1.18 Επίπεδα οργάνωσης

Τα μικρότερα υποσυστήματα ενός συστήματος παράγουν τις δικές τους αναδυόμενες ιδιότητες οι οποίες συγκροτούν το επόμενο επίπεδο οργάνωσης του συστήματος το οποίο θα έχει και διαφορετικές αναδυόμενες ιδιότητες. Τα διάφορα συστημικά επίπεδα είτε είναι προϊόντα αυτοοργάνωσης (κύτταρα, όργανα, κοινωνικές ομάδες) είτε είναι προϊόντα σχεδιασμένης κατασκευής (κινητήρες, εξαρτήματα, επεξεργαστές). Ένα μέτρο πολυπλοκότητας αποτελεί και το σύνολο των επιπέδων περιγραφής ενός συστήματος και η έκταση περιγραφής του (αλγοριθμική πολυπλοκότητα).

3.5.1.19 Ενέργεια και οργάνωση

Η οργάνωση και η ενέργεια σχετίζονται με την έννοια ότι η ελαχιστοποίηση της ενέργειας συνδέεται με την οργάνωση. Παράλληλα, η αυτοοργάνωση συνδέεται με την εντροπία. Η διατήρηση ενός συστήματος μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας απαιτεί την ικανότητα του διασκορπισμού των δυναμικών και της απολοιφής των εντάσεων (stress reduction). Όσο πιο πολύπλοκο είναι ένα σύστημα τόσο αυξάνει την ικανότητα διασκορπισμού (dissipation). Η συμπεριφορά αυτή είναι

γνωστή και ως «Νόμος της μέγιστης παραγωγής εντροπίας» (Law of maximum entropy production).

3.5.1.20 Πολυπλοκότητα, χάος, αυτοοργάνωση και μη γραμμικότητα

Στη μελέτη της μη γραμμικότητας βρίσκουμε υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας και για σχετικά απλά συστήματα (Garsney, 1998). Πολύ απλοί κανόνες παράγουν πολύπλοκη συμπεριφορά. Στην περίπτωση της αυτοοργάνωσης, όμως, συμβαίνει το αντίθετο. Εξαιρετικά πολύπλοκα συστήματα παράγουν σχετικά απλές αναδυόμενες συμπεριφορές. Επεκτείνοντας το σκεπτικό μας, μπορούμε να θεωρήσουμε τη στερεή κατάσταση ισοδύναμη με την απλή και προβλέψιμη συμπεριφορά, την αέρια κατάσταση ως τη χαοτική κατάσταση και την υγρή κατάσταση ως την ενδιάμεση κατάσταση (fractal κατάσταση).

3.5.1.21 Συστήματα Διασκορπισμού (Dissipative Systems)

Πρόκειται για ανοιχτά συστήματα τα οποία διατηρούν κάποια μορφή **ροής** ενέργειας/εντροπίας/ποικιλομορφίας/πληροφορίας/τάξης/αρνητικής εντροπίας με το περιβάλλον, προκειμένου να διατηρούν την οργάνωσή τους.

3.5.1.22 Διακλάδωση (Bifurcation)

Είναι φαινόμενο κατά το οποίο ένα σύστημα διαχωρίζεται σε δύο διαφορετικές καταστάσεις μέσω της λειτουργίας μιας παραμέτρου. Περαιτέρω επιδράσεις μπορεί να οδηγήσουν σε περαιτέρω διαχωρισμούς, έως ότου το σύστημα εισέλθει στην ασταθή περιοχή και ενίοτε στο χάος.

3.5.1.23 Συνέργεια

Η συνέργεια αφορά συμπεριφορές συλλογικών συστημάτων και σχετίζεται με την άποψη ότι το σύστημα είναι μεγαλύτερο (ή μικρότερο) από το άθροισμα των μερών. Η συνέργεια σχετίζεται με τη μελέτη της συνεργασίας, των συμβιωτικών επιδράσεων, των συνδυασμών καλύτερης προσαρμογής κλπ.

3.5.1.24 Αυτοποίηση

Πρόκειται για ειδικότερη περίπτωση ομοιόστασης και σχετίζεται με τον συστημικό ορισμό της ζωής. Η αυτοποίηση είναι η διατήρηση της οργάνωσης ενός ζωντανού οργανισμού με την αυτοκατασκευή των μερών του. Η έννοια της αυτοποίησης εφαρμόζεται συχνά στα γνωστικά συστήματα, θεωρώντας το μυαλό ως αυτοποιητικό σύστημα με αυτοαναφορά και αυτορρύθμιση. Η έννοια της αυτορρύθμισης σχετίζεται με τη γενικότερη αντίληψη ότι οι εξωτερικές επιρροές δεν δύνανται να μεταβάλουν έναν οργανισμό παρά μόνο να τον αναγκάσουν να αυτοοργανωθεί σε διαφορετικούς ελκυστές. Αν το τελευταίο δεν είναι δυνατόν, τότε η οργάνωση καταστρέφεται και ο οργανισμός εξαλείφεται.

Η αυτοποίηση ως ικανότητα αυτοκατασκευής τείνει να διαχωρίζει τα έμβια από τα μη έμβια συστήματα. Τα αυτοποιητικά συστήματα είναι δίκτυα από υποσυστήματα και μέρη, τα οποία συνδυαζόμενα έχουν τη δυνατότητα να αναπαράγουν το σύστημα που τα παρήγαγε. Αν και η έννοια αναπτύχθηκε για εφαρμογή στη Βιολογία,

βρήκε εφαρμογή στα κοινωνικά συστήματα, με τη διαφορά ότι η αυτοποίηση στα κοινωνικά συστήματα αφορά την αναπαραγωγή σε γνωστικό επίπεδο, αναπαραγωγή, δηλαδή, επικοινωνιών και επιπέδων συνειδητότητας.

3.5.1.25 Δομική εμπλοκή

Πρόκειται για την αντίληψη ότι τα πολύπλοκα και αυτοποιητικά συστήματα εμπλέκονται με παραμέτρους του περιβάλλοντος, έτσι ώστε το περιβάλλον να επιλέγει ποιοι ελκυστές θα ενεργοποιούνται κάθε φορά. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή και ως **περιπτωσιακή ή ελεγχόμενη αυτοοργάνωση**.

3.5.1.26 Ομοιόσταση

Πρόκειται για τη διαδικασία ρύθμισης κρίσιμων μεταβλητών του συστήματος, προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπία σε περιβάλλον διαταραχών.

3.5.1.27 Αυτοαναφορά (Self-reference)

Αναφέρεται σε συστήματα που έχουν τη δυνατότητα μάθησης και μνήμης σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μπορούν να διατηρούν γνώση για τον εαυτό τους, τις δομές και τις διαδικασίες τους. Η γνώση αυτή χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη μεταβολή τόσο της δομής όσο και των λειτουργιών τους, στην προσπάθεια επίτευξης νέας αυτοοργάνωσης.

3.5.1.28 Αυτοοδήγηση (Self-steering)

Η εντατική εξωτερική οδήγηση οργανικών συστημάτων, ιδιαίτερα μεγάλων συστημάτων, όπως είναι τα κοινωνικά συστήματα, συχνά αποδεικνύεται υπερβολικά δύσκολη. Απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό ο οποίος με τη σειρά του απαιτεί πολύ καλή γνώση και συσσώρευση πληροφοριών. Όμως, η αρχή της ημιτελούς γνώσης, όπως θα δούμε παρακάτω, απαγορεύει ουσιαστικά την απόλυτη γνώση που θα οδηγούσε και στον απόλυτα σωστό σχεδιασμό. Ο ημιτελής σχεδιασμός, όμως, απαιτεί διαρκή αλλαγή και αναπροσαρμογή του οδηγούμενου συστήματος, μια κατάσταση που ευνοεί την ανάδυση αντιστάσεων, αντιδράσεων, επαναστάσεων κλπ. Ανακύπτει, λοιπόν, το ερώτημα σχετικά με το αν είναι προτιμότερο να αναπτύσσεται ένας κεντρικός σχεδιασμός, που θα οδηγεί στο σύνολό του ένα σύστημα, ή να γίνεται ο σχεδιασμός σε χαμηλότερα επίπεδα και να αφήνονται περιθώρια για αυτοοργάνωση και αυτοοδήγηση.

3.5.1.29 Αυτοκατάλυση

Πρόκειται για μια έννοια πολύ γνωστή στους κύκλους της Χημείας όπου τα μέρη μιας αντίδρασης ελέγχουν την έκβαση (κυρίως την ταχύτητα) της αντίδρασης στην οποία μετέχουν. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εμφανιστεί και στα συστήματα ως ικανότητα μερικού ελέγχου της εξέλιξής τους και οδήγησης σε ανώτερες μορφές τάξης και πολυπλοκότητας.

3.6 Γενικές βασικές αρχές της Κυβερνητικής

3.6.1 Η Αρχή της Επιλεκτικής Διατήρησης (Selective Retention)

Αποτελεί κεντρική αρχή της Κυβερνητικής και διαφοροποιεί ουσιαστικά τις έννοιες του «σταθερού σχηματισμού» και του «σχηματισμού ο οποίος υπόκειται σε διακυμάνσεις». Η διατύπωση της Αρχής είναι και η εξής: «Οι σταθερές διαμορφώσεις εξαλείφονται δυσκολότερα από τις ασταθείς».

3.6.2 Η Αρχή της Αυτοκαταλυτικής Ανάπτυξης (Autocatalytic Growth)

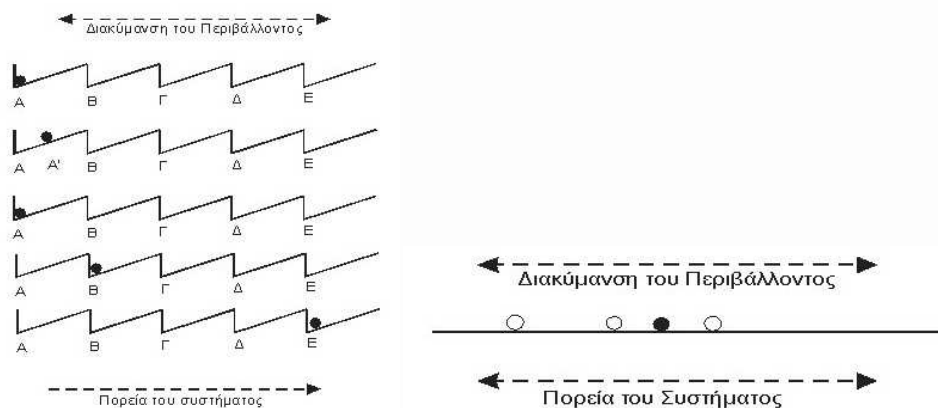
Πρόκειται για εφαρμογή της έννοιας της αυτοκατάλυσης, σε συνδυασμό με τον θετικό κύκλο ανατροφοδότησης που εισήγαγε η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης. Η αυτοκατάλυση περιγράφει μια πολύ βασική αρχή που εμφανίζεται στα συστήματα σε περιβάλλον πολυπλοκότητας και αφορά τη θετική ανατροφοδότηση μη γραμμικών διαδικασιών που οδηγεί σε νέες μορφές και δομές. Αυτοκαταλυτικές (von Foerster, 1960) διαδικασίες εμφανίζονται για παράδειγμα στη Χημεία, όπου απλοί χημικοί νόμοι, σε συνδυασμό με πολλά αλληλεπιδρώντα στοιχεία, παράγουν ολοένα και πιο πολύπλοκες ενώσεις με νέα χαρακτηριστικά, οι οποίες με τη σειρά τους συμμετέχουν σε νέες αυτοκαταλυτικές διαδικασίες, οι οποίες δρουν σε υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης. Η οικονομία είναι ένα σημαντικό πεδίο δράσης της αυτοκατάλυσης.

3.6.3 Η Αρχή των Ασύμμετρων Μεταβάσεων: εντροπία και ενέργεια (Asymmetric Transitions)

Η βασική αυτή Αρχή έχει μια πολύ απλή και πολύ γενική διατύπωση:

Η πιθανότητα μετάβασης από την κατάσταση αστάθειας A προς μια κατάσταση ισορροπίας B είναι γενικά διαφορετική από την πιθανότητα αντίστροφης μετάβασης από την κατάσταση B στην κατάσταση A: $P(A \rightarrow B) \neq P(B \rightarrow A)$.

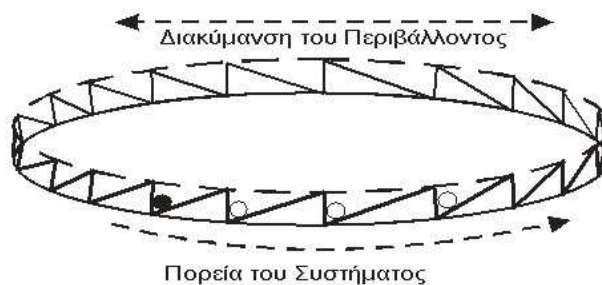
Ας θεωρήσουμε το παρακάτω σύστημα (Εικόνα 3-9), όπου η σφαίρα βρίσκεται σε κάποια από τις εσοχές, έστω A, του ξύλου. Υποθέτουμε ότι αρχίζουμε να δημιουργούμε πολλές μικρές και απότομες οριζόντιες διαταραχές. Η μικρή σφαίρα θα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας και θα αποκτά μια ενδιάμεση ασταθή κατάσταση, για παράδειγμα στιγμιαία θα είναι στη θέση A'.



Εικόνα 3-9: Σχηματική αναπαράσταση ασύμμετρων μεταβάσεων

Η πιθανότητα να μείνει στη θέση A' είναι πολύ μικρή, γιατί η κατάσταση είναι ασταθής. Αν συνεχίσουν οι διαταραχές, η μπάλα θα οδηγηθεί ή στην κατάσταση A ή στην κατάσταση B , οι οποίες είναι ευσταθείς. Αυτή η προτίμηση θα οδηγήσει το σύστημα στη θέση E . Έτσι, αν και το περιβάλλον έχει μια πολύ μεγάλη αβεβαιότητα λόγω των τυχαίων μικρών μεταβολών, το σύστημα, ακολουθώντας την Αρχή της Ασύμμετρης Μετάβασης, έχει μια συγκεκριμένη πορεία (Heylighen, 1992).

Αν υποθέταμε ότι όλες οι καταστάσεις της σφαίρας ήταν ευσταθείς, οπότε $P(A \rightarrow B) = P(B \rightarrow A)$, τότε θα ήταν δύσκολο να καθορίσουμε την πορεία του συστήματος. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η παρακάτω περίπτωση (Εικόνα 3-10), όπου η πορεία του συστήματος είναι διαρκώς κυκλική. Στην περίπτωση αυτή έχουμε μια χαρακτηριστική αναπαράσταση ενός ελκυστή:



Εικόνα 3-10: Σύζευξη Συστήματος – Περιβάλλοντος

Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε στο σημείο αυτό τη μεγάλη σημασία της σύζευξης συστήματος – περιβάλλοντος και τον τρόπο με τον οποίο αυτή η σύζευξη μπορεί να καθορίσει μια συγκεκριμένη πορεία στο σύστημα, παρά τις διακυμάνσεις του περιβάλλοντος. Αυτή είναι και μια από τις σημαντικότερες ερευνητικές κατευθύνσεις της Κυβερνητικής. Όταν το σύστημα επιλέγει μια ευσταθή κατάσταση, τότε ελαχιστοποιεί την ποικιλία του και την εντροπία με ανάλογη αύξηση της οργάνωσης ή αρνητικής εντροπίας. Αυτή η διαδικασία της οργάνωσης με αποβολή «στατιστικής» εντροπίας ονομάζεται από τον Ashby (1962) «αυτοοργάνωση».

Περνώντας τώρα από τη στατιστική στη θερμοδυναμική ερμηνεία, θα χρησιμοποιήσουμε όρους ενέργειας, για να ερμηνεύσουμε την ασύμμετρη μετάβαση. Η **ενέργεια** ορίζεται ως η δυνατότητα παραγωγής έργου και **έργο** σημαίνει τη δυνατότητα επίτευξης αλλαγών, δηλαδή αύξησης της ποικιλομορφίας. Για να μπορέσει ένα κλειστό σύστημα να μεταβεί σε μια ευσταθή κατάσταση, θα πρέπει να μειώσει την ενέργειά του. Κάτι τέτοιο, όμως, θα ερχόταν σε αντίθεση με τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο – την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Ακολουθώντας απόλυτα τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο, είμαστε υποχρεωμένοι να αποδεχθούμε ότι ένα κλειστό σύστημα που βρίσκεται σε ασταθή κατάσταση με ενέργεια A μπορεί να μεταβεί σε μια άλλη ασταθή κατάσταση με ενέργεια E και όχι σε κατάσταση ισορροπίας με ενέργεια $E' < E$. Η Θερμοδυναμική επιτρέπει την «αποβολή» ενέργειας σε ανοιχτά συστήματα. Το ανοιχτό σύστημα, αποβάλλοντας ενέργεια, μεταβαίνει σε ευσταθή κατάσταση, εφόσον η πιθανότητα πρόσληψης ίσης ποσότητας ενέργειας είναι μικρότερη από την πιθανότητα αποβολής της. Τα κλειστά συστήματα μπορεί θεωρητικά να μεταβούν σε καταστάσεις ευστάθειας, υποβαθμίζοντας το πλεόνασμα της ενέργειάς τους μέσω της μετατροπής του σε θερμότητα. Αν και κάτι τέτοιο είναι σύμφωνο με τον

Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο, δεν ακολουθεί τον Δεύτερο Θερμοδυναμικό Νόμο, ο οποίος προβλέπει ασύμμετρες μεταβάσεις που ακολουθούνται από αύξηση της εντροπίας, απαγορεύοντας έτσι στα κλειστά συστήματα να καταλαμβάνουν καταστάσεις ευστάθειας. Τα ανοιχτά συστήματα, από την άλλη, λειτουργούν διαφορετικά, μιας και είναι σε θέση να εισάγουν ενέργεια και να αποβάλλουν ενέργεια διαρκώς.

3.6.4 Η Αρχή της Τυφλής Διακύμανσης (Blind Variation)

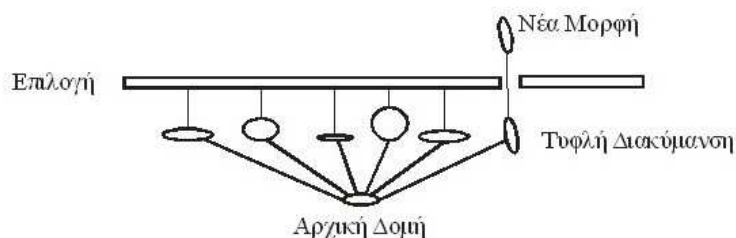
Σε θεμελιακό επίπεδο, οι μηχανισμοί δημιουργίας διακυμάνσεων σε ένα σύστημα δεν γνωρίζουν ποια παραλλαγή από αυτές που παράγουν θα αποδειχθεί επιλέξιμη από το περιβάλλον. Είναι μια προφανής αρχή και έχει ισχύ στα βιώσιμα συστήματα. Η διαπίστωση ότι τα συστήματα είναι τυφλά όσον αφορά την πρόβλεψη δεν τα καθιστά ανίσχυρα και ανίκανα. Η αρχή αυτή έχει ως σκοπό να εκφράσει την ουσιαστική διαφοροποίηση της συστημικής ανάλυσης από τη νευτώνεια θεώρηση: δεν είναι δυνατόν να βασιστούμε αποκλειστικά στη μηχανιστική πρόβλεψη, προκειμένου να οδηγήσουμε ένα σύστημα στην εξέλιξη. Μάλλον θα πρέπει να ενεργοποιήσουμε οργανικά στοιχεία, όπως αυτοποίηση, αυτοέλεγχο, αυτοκατάλυση, όπως τα παρουσιάζει η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης.

3.6.5 Η Αρχή της Επιλέξιμης Παραλλαγής (Selective Retention)

Όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία στις δυνατές διαμορφώσεις ενός συστήματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα κάποια από αυτές τις διαμορφώσεις να επιλεγεί από το περιβάλλον. Η αρχή αυτή οδηγεί σε μερικά πολύ χρήσιμα κυβερνητικά συμπεράσματα. Όταν ένα σύστημα μεταβαίνει από τη μια κατάσταση στην άλλη, οι ενδιάμεσες καταστάσεις χαρακτηρίζονται από υψηλές διακυμάνσεις, οπότε είναι δυνατόν να προκύπτουν επιλέξιμες διαμορφώσεις. Επομένως, οι αλλαγές είναι πεδία διαμόρφωσης και ανάδειξης ζωτικής ποικιλίας, απαραίτητης για τη βιωσιμότητα.

3.6.6 Κύκλωμα BVSR (Blind Variation - Selective Retention)

Το κύκλωμα αυτό (Εικόνα 3-11) είναι συνδυασμός των δύο πολύ βασικών αρχών, της Τυφλής Διακύμανσης και της Επιλέξιμης Παραλλαγής. Ο συνδυασμός των δύο αυτών αρχών οδηγεί στην ανάδειξη νέων μορφών και αποτελεί ουσιαστικά τον μηχανισμό της εξέλιξης για τα οργανικά συστήματα.



Εικόνα 3-11: Κύκλωμα BVSR

3.6.7 Η Αρχή της Επαναληψιμότητας (Recursive System Constructions)

Οι διαδικασίες BVSR (Heylighen, 1992) παράγουν ευσταθείς δομές ικανές να διατηρούνται απέναντι σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Οι ευσταθείς αυτές δομές είναι δυνατόν να συνδυαστούν, ώστε να παραγάγουν ευσταθή συστήματα ανώτερης τάξης. Η επαναληπτική χρήση διαδικασιών BVSR είναι ικανή να χτίζει πολυπλοκότητα

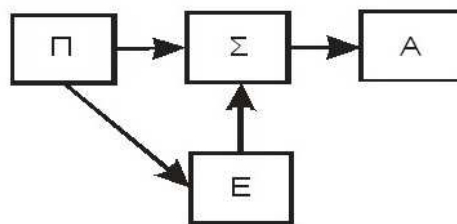
τα. Η αυτοοργάνωση, όμως, τείνει να παράγει επίπεδα ιεραρχίας, έτσι ώστε, παράλληλα με την πολυπλοκότητα, να δομείται μια αρχιτεκτονική ιεραρχίας.

3.6.8 Συστήματα ελέγχου

Πρόκειται για πολυεπίεδα συστήματα τα οποία διατηρούν μια σταθερή δομή, αντιδρώντας επιλεκτικά στις εσωτερικές και εξωτερικές διαταραχές. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα δεν μπαίνει σε φάση αστάθειας λόγω της συσσώρευσης των διαταραχών (Campbell, 1974).

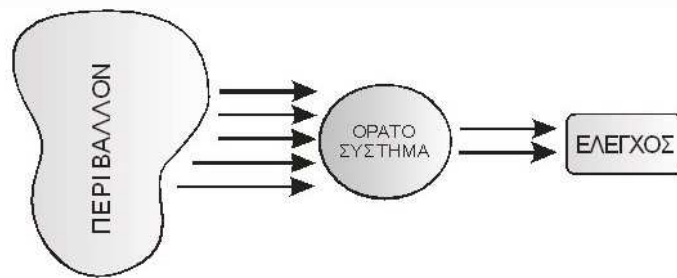
3.6.9 Ο Νόμος της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας (Requisite Variety) για τα συστήματα ελέγχου

Όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία που διατίθεται σε ένα σύστημα ελέγχου τόσο μεγαλύτερη ποικιλία διαταραχών θα μπορεί να απορροφά, ώστε να επιτυγχάνει τη σταθερότητα. Πρόκειται για τον πολύ γνωστό Νόμο του Ashby (1958), ο οποίος αναδιατυπώνεται πιο κομψά ως «η ποικιλομορφία απορροφά την ποικιλομορφία» (Εικόνα 3-12):



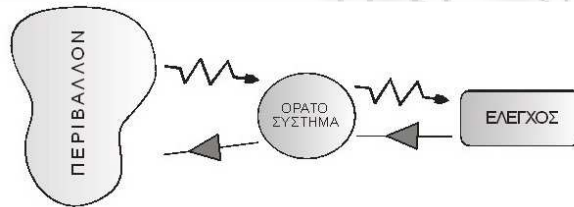
Εικόνα 3-12: Σχηματική αναπαράσταση του Νόμου της Απαιτούμενης Ποικιλομορφίας

Το παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζει τον μηχανισμό ρύθμισης σε ένα σύστημα. Το σύστημα (Σ) επιχειρεί να παράγει το αποτέλεσμα (Α). Το περιβάλλον (Π) προκαλεί διαταραχές τις οποίες το σύστημα θα πρέπει να αποκρούσει. Ο ρόλος του ελέγχου (Ε), ο οποίος αποτελεί μέρος του συστήματος, είναι να εξασφαλίζει τη σταθερή απόδοση του συστήματος και αυτό το επιτυγχάνει με το να παρακολουθεί το περιβάλλον και να παράγει τα αντίμετρα των διαταραχών. Ο ελεγκτής είναι σε θέση να λειτουργεί σωστά, όταν διαθέτει ποικιλία αντίμετρων τουλάχιστον όση είναι και η ποικιλία των διαταραχών. Στην πραγματικότητα, η ποικιλία που δέχεται το σύστημα ελέγχου είναι τεράστια και τις περισσότερες φορές είναι αδύνατον να διαθέτει τα κατάλληλα αντίμετρα ένα προς ένα. Τι γίνεται τότε; Την απάντηση δίνει ο Stafford Beer (1959) στο Μοντέλο Βιώσιμων Συστημάτων όπου μιλά για εξασθενητές και ενισχυτές της πολυπλοκότητας. Ο Beer (1959) θεωρεί ότι το απλό φιλτράρισμα είναι εξίσου επικίνδυνο με την ολική είσοδο πολυπλοκότητας σε ένα σύστημα. Με το απλό φιλτράρισμα, το οποίο βασίζεται στο νοητικό μοντέλο ή στη γνώση που έχει το σύστημα ελέγχου για το περιβάλλον, ενδέχεται να αγνοήσουμε κρίσιμα στοιχεία του περιβάλλοντος, ενώ με την άνευ όρων είσοδο πολυπλοκότητας θα βλάψουμε τους ανθρώπους και τις διαδικασίες, αυξάνοντας το κόστος λειτουργιών. Θεωρεί, λοιπόν, ότι πρέπει να υπάρχει σχεδιασμένος τρόπος με τον οποίο η πολυπλοκότητα θα εξασθενήσει, ώστε να εισαχθεί στο σύστημα ελέγχου.



Εικόνα 3-13: Διαδοχική μείωση της ποικιλομορφίας

Στο παραπάνω διάγραμμα (Εικόνα 3-13) παριστάνουμε τον απλό, μη σχεδιασμένο τρόπο φιλτραρίσματος της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος από το σύστημα ελέγχου. Ο Beer προτείνει το παρακάτω σχήμα ρύθμισης της πολυπλοκότητας, βασισμένο στους ενισχυτές \blacktriangleright και εξασθενητές $\sim\sim\sim$ πολυπλοκότητας (Εικόνα 3-14):



Εικόνα 3-14: Εξασθενητές και ενισχυτές ποικιλομορφίας

Οι ενισχυτές πολυπλοκότητας παράγουν πολυπλοκότητα, για παράδειγμα, όταν αναθέτουμε σε κάποιον να κάνει μια δουλειά, ενώ οι εξασθενητές πολυπλοκότητας είναι φίλτρα τα οποία μειώνουν την πολυπλοκότητα, όπως, όταν για παράδειγμα, φιλτράρουμε το ηλεκτρονικό μας ταχυδρομείο.

3.6.10 Ο Νόμος της Απαραίτητης Γνώσης για ένα σύστημα ελέγχου

Προκειμένου να απορροφήσει αποτελεσματικά τις διαταραχές, ένα σύστημα ελέγχου πρέπει να «γνωρίζει» ποια δράση θα πρέπει να επιλέξει από το ρεπερτόριο των διαθέσιμων δράσεων. Η Αρχή της Απαραίτητης Γνώσης συμπληρώνει τον Νόμο της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας για τα συστήματα ελέγχου, εισάγοντας την αναγκαιότητα της **γνώσης** ως εσωτερικού επιλογέα (Conant και Ashby, 1970). Το σύστημα ελέγχου δεν αρκεί να έχει στη διάθεσή του ένα ρεπερτόριο δράσεων (ποικιλομορφία), αλλά θα πρέπει να γνωρίζει ποια να επιλέξει (γνώση). Συνδυάζοντας τις δύο προηγούμενες αρχές, έχουμε το κυκλικό επιχείρημα: όσο μεγαλύτερη είναι η εξωτερική πολυπλοκότητα, τόσο μεγαλύτερη ποικιλομορφία θα πρέπει να έχει στη διάθεσή του το σύστημα ελέγχου. Όσο μεγαλύτερη είναι η εσωτερική ποικιλομορφία, τόσο πιο πολύπλοκη θα είναι και η απαραίτητη γνώση, προκειμένου το σύστημα ελέγχου να μπορεί να επιλέξει την κατάλληλη δράση. Επομένως, τα επίπεδα της εξωτερικής πολυπλοκότητας πιέζουν και τα επίπεδα της εσωτερικής πολυπλοκότητας. Η γνώση εκφράζεται ποσοτικά και ποιοτικά με τα νοητικά μοντέλα που έχει στη διάθεσή του ο εσωτερικός επιλογέας.

3.6.11 Η Αρχή της Ημιτελούς Γνώσης

Η **Αρχή της Ημιτελούς Γνώσης (Principle of Incomplete Knowledge)** αναφέρει ότι το μοντέλο της πραγματικότητας που υπάρχει σε ένα σύστημα ελέγχου ή γενικότερα στον παρατηρητή είναι κατ' ανάγκη ημιτελές. Πολλές υπάρχουσες βασικές αρχές υποστηρίζουν την Αρχή της Ημιτελούς Γνώσης. Η Αρχή της Αβεβαιότητας του Heisenberg, πολύ γνωστή από τη Φυσική, απαγορεύει στον παρατηρητή να έχει πλήρη γνώση του συστήματος που παρατηρεί. Η Αρχή της Σχετικότητας, με το πεπερασμένο της ταχύτητας του φωτός, απαγορεύει στον παρατηρητή να έχει όλες τις πληροφορίες που θέλει τη στιγμή που θέλει. Ή διαφορετικά, τη στιγμή που φτάνει η πληροφορία σε μας, σε κάποιον βαθμό η αξία της έχει υποβαθμιστεί.

3.6.12 Η Αρχή της Φραγμένης Ορθολογικότητας

Η **Αρχή της Φραγμένης Ορθολογικότητας (Bounded Rationality)** του Simon (1957), η οποία απαγορεύει ουσιαστικά στον λήπτη αποφάσεων να πάρει τη βέλτιστη απόφαση σε ένα δεδομένο πρόβλημα, είναι μια απόρροια της βασικής Αρχής της Ημιτελούς Γνώσης. Το 1931, ο Kurt Godel διατύπωσε ένα περίεργο μαθηματικό θεώρημα (Theorem of Incompleteness): *«Πάντα μπορεί να βρεθεί ένας αριθμός στο σύστημα στον οποίο δεν μπορούμε να καταλήξουμε, αρχίζοντας από τους άλλους αριθμούς του συστήματος»*, ή διαφορετικά, *«σε κάθε αξιωματικό σύστημα σκέψης, όπως για παράδειγμα στα Μαθηματικά, υπάρχουν προτάσεις για τις οποίες δεν θα μπορεί να αποδειχθεί, με βάση αυτά τα αξιώματα, η αλήθεια ή το ψεύδος τους»*. Το θεώρημα αυτό εκφράζει με τον καλύτερο τρόπο τους περιορισμούς της τυπικής λογικής και της οργανωμένης γνώσης.

Η γενίκευση της Αρχής της Ημιτελούς Γνώσης δόθηκε από τον Loefgren (1990): *«Το σύστημα ποτέ δεν μπορεί να παραγάγει ένα νοητικό μοντέλο το οποίο θα το αναπαριστά πλήρως»*. Αυτό λειτουργικά σημαίνει ότι ένα σύστημα δεν μπορεί ποτέ να γνωρίζει όλους τους κύκλους ανατροφοδότησης (συστημικούς κύκλους) που υπάρχουν εσωτερικά ή πηγάζουν από το περιβάλλον. Θα έλεγε κανείς ότι η ημιτέλεια του μοντέλου είναι μια αναγκαιότητα η οποία σχετίζεται με την πρόδραση. Εφόσον υπάρχει αναγκαιότητα να γίνει πρόδραση, θα πρέπει να λειτουργήσουμε αναγκαστικά με ημιτελή νοητικά μοντέλα, γιατί, στην αντίθετη περίπτωση, η πλήρης ολοκλήρωση των μοντέλων θα απαιτούσε τόσο χρόνο όσο και η ενεργοποίηση της εξωτερικής επιλογής, πράγμα που θα καθιστούσε τη γνώση άχρηστη.

3.6.13 Η Αρχή της Βιωσιμότητας

Βιώσιμο σύστημα είναι αυτό που έχει τη δυνατότητα να διατηρεί σε βραχυπρόθεσμη βάση πολλά από τα βασικά του στοιχεία και σε μακροπρόθεσμη βάση τα θεμελιώδη του στοιχεία μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Θα λέγαμε ότι η *βιωσιμότητα είναι η ικανότητα ενός συστήματος να αλλάζει πιο γρήγορα ή πιο αργά από το περιβάλλον*. Μια διατύπωση της Αρχής της Βιωσιμότητας είναι ότι το βιώσιμο σύστημα έχει εκείνους τους μηχανισμούς που του επιτρέπουν να διατηρεί έναν βαθμό αυτονομίας σε σχέση με το περιβάλλον σε ό,τι αφορά τον ρυθμό αλλαγής. Ο Stafford Beer με το Μοντέλο Βιωσιμότητας (Viable System Model) μελέτησε διεξοδικά τη βιωσιμότητα και διατύπωσε ένα σύνολο κανόνων για το πώς ένα σύστημα αποκτά τη δυνατότητα βιωσιμότητας.

Μερικά χαρακτηριστικά της βιωσιμότητας είναι η αίσθηση ταυτότητας, που ενοποιεί το σύνολο των υποσυστημάτων και δίνει την αίσθηση της κατεύθυνσης, η ικανότητα αυτοποίησης και η ικανότητα αυτοπροσδιορισμού. Η βασική διαφορά μεταξύ ενός βιώσιμου και ενός μη βιώσιμου συστήματος είναι ότι το μη βιώσιμο σύστημα εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τις διαθέσεις και τους στόχους του εξωτερικού περιβάλλοντος, ενώ το βιώσιμο σύστημα, υπακούοντας στη βασική ώθηση της βιωσιμότητας, παράγει στόχους που εξυπηρετούν τη βιωσιμότητά τους. Δεν θα πρέπει να συγχέεται η βιωσιμότητα με τον κύκλο ζωής ενός συστήματος. Μερικά μη βιώσιμα συστήματα μπορεί να έχουν πολύ μεγάλο κύκλο ζωής. Σύμφυτη με τη βιωσιμότητα είναι η έννοια της **συνάφειας** μεταξύ των υποσυστημάτων, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού του συστήματος. Εφόσον τηρούνται τα παραπάνω, το σύστημα θα αποκτήσει εκείνον τον βαθμό οργάνωσης που θα του επιτρέψει ικανοποιητικό βαθμό αυτοπροσδιορισμού, ώστε να κινηθεί προς τη βιωσιμότητα.

3.6.14 Η Αρχή της Επαναληψιμότητας (Principle of Recursion)

Η Αρχή της Επαναληψιμότητας αναφέρει ότι κάθε σύστημα αποτελείται από υποσυστήματα, ενώ έχει και ένα υπερσύστημα. Η σωστή αντίληψη της επαναληψιμότητας έχει μεγάλη επίδραση στη στοχοθεσία του συστήματος. Η Αρχή της Επαναληψιμότητας υποδεικνύει ότι οι στόχοι εισάγονται ως περιορισμοί από τα υπερσυστήματα και μεταφέρονται στα υποσυστήματα. Σε μια επιχείρηση, για παράδειγμα, το τμήμα μάρκετινγκ θα μεταφέρει τους στόχους από το Δ.Σ. ως περιορισμούς και θα δημιουργήσει στόχους τους οποίους θα μεταφέρει στα υποσυστήματα. Σχετίζοντας τώρα την Αρχή της Βιωσιμότητας με την Αρχή της Επαναληψιμότητας, παίρνουμε ως πόρισμα ότι **τα βιώσιμα συστήματα αποτελούνται από βιώσιμα υποσυστήματα.**

3.7 Κυβερνητική Τρίτης Τάξης

Πρόσφατα γίνεται λόγος (Umpleby, 2001) και για την Κυβερνητική Τρίτης Τάξης (Κυβερνητική των Κοινωνικών Συστημάτων), η οποία προκύπτει από την ανάγκη να αντιμετωπιστούν ζητήματα που σχετίζονται με τη συμβίωση των οργανισμών, στο πλαίσιο ενός κοινωνικού συστήματος. Στον Πίνακα 3-20 παρουσιάζονται συνοπτικά τα τρία βασικά ρεύματα της Κυβερνητικής, όπως αυτά φαίνεται να διαμορφώνονται τα τελευταία πενήντα χρόνια.

3.8 Κυβερνητική και η έννοια των μοντέλων

Στην Κυβερνητική θεωρούμε ότι κατέχουμε γνώση σχετικά με ένα σύστημα S , αν έχουμε στη διάθεσή μας ένα μοντέλο του συστήματος S και του περιβάλλοντός του E .

Με την έννοια «Κυβερνητικό Μοντέλο» εννοούμε ένα άλλο σύστημα $S'-E'$ το οποίο κατά κάποιον τρόπο μιμείται ή προσομοιάζει το πραγματικό σύστημα S μέσα στο πραγματικό περιβάλλον του E .

Το Κυβερνητικό Μοντέλο δίνει τη δυνατότητα να προβλέπουμε καταστάσεις του πραγματικού συστήματος, πριν ακόμη αυτές διαμορφωθούν. Η πραγματική δύναμη ενός Κυβερνητικού Μοντέλου βρίσκεται στην ικανότητά του να λειτουργεί ως εξα-

σθενητής πολυπλοκότητας, να δίνει δηλαδή τη δυνατότητα στον συστημικό αναλυτή να αναπαράγει ικανοποιητικά το πραγματικό σύστημα και το περιβάλλον του, με πολύ λιγότερη πολυπλοκότητα. Ένα καλό Κυβερνητικό Μοντέλο είναι ένας εξασθενητής πολυπλοκότητας του πραγματικού συστήματος και του περιβάλλοντός του σε τέτοιο σημείο, ώστε να μην χάνεται η ικανότητα επιτυχούς πρόβλεψης.

	Κυβερνητική Πρώτης Τάξης (Μηχανικά Συστήματα)	Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης (Βιολογικά Συστήματα)	Κυβερνητική Τρίτης Τάξης (Κοινωνικά Συστήματα)
Επιστημολογική αντίληψη	Η γνώση αποτελεί μια «εικόνα» της πραγματικότητας (ρεαλιστική αντίληψη)	Έμφαση στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο εγκέφαλος (βιολογική αντίληψη)	Η γνώση οικοδομείται έτσι ώστε να υποστηρίζει τη σκοποθεσία των ανθρώπων (πραγματοστική αντίληψη)
Βασική διαφοροποίηση	Πραγματικότητα VS Επιστημονικές θεωρίες	Ρεαλισμός VS Εποικοδομισμός	Η βιολογική βάση της γνώσης VS Ο παρατηρητής ως κοινωνικός συμμετέχων
Σκοπός	Η δημιουργία θεωριών σε συμφωνία με τα φαινόμενα που παρατηρούνται	Η ένταξη του παρατηρητή στο πλαίσιο των επιστημονικών θεωριών	Η διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στις Φυσικές και τις Ανθρωπιστικές Επιστήμες
Ερμηνεία	Πώς λειτουργεί ο «κόσμος»	Πώς ο άνθρωπος κατασκευάζει μια «πραγματικότητα»	Πώς οι άνθρωποι συγκροτούν, διατηρούν και μεταβάλλουν τα κοινωνικά συστήματα με τη χρήση των ιδεών και της γλώσσας
Παραδοχές	Οι φυσικές διαδικασίες μπορεί να περιγραφούν και να ερμηνευτούν από τις επιστημονικές θεωρίες	Οι αντιλήψεις για τη γνώση μπορεί να αναχθούν σε ζητήματα νευροφυσιολογίας	Οι ιδέες γίνονται αποδεκτές στο μέτρο που εξυπηρετούν τους σκοπούς του παρατηρητή που λειτουργεί ως κοινωνικός συμμετέχων
Συνέπειες	Η επιστημονική γνώση μπορεί να αξιοποιηθεί, για να μεταβάλει φυσικές διεργασίες προς όφελος του ανθρώπου	Εάν οι άνθρωποι δεχτούν τη λογική του εποικοδομισμού, θα γίνουν περισσότερο ανεκτικοί προς τους άλλους	Υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στις κοινωνικές θεωρίες και τα κοινωνικά φαινόμενα. Μπορούμε να οδηγηθούμε στην κοινωνική αλλαγή, μετασχηματίζοντας (με την πειθώ) τα συστήματα των ιδεών μας

Πίνακας 3-22: Τα βασικά ρεύματα της σκέψης στην Κυβερνητική (προσαρμογή από Umpleby, 2001)

Συναφείς με την έννοια του μοντέλου είναι οι παρακάτω έννοιες:

Πρόβλεψη: Η πρόβλεψη είναι μια πρόταση η οποία διατυπώνεται με όρους του μοντέλου και η οποία αναφέρεται σε μια χρονική κατάσταση του συστήματος σε μεταγενέστερο χρόνο. Διαφορετικά, πρόβλεψη είναι η περιγραφή μιας μετασυστημικής διαμόρφωσης του συστήματος υπό εστίαση. Μια πρόβλεψη είναι επιτυχής, όταν η πραγματική μετασυστημική διαμόρφωση προσεγγίζει την πρόβλεψη.

Θεωρία: Η θεωρία, σύμφωνα με την άποψη της Κυβερνητικής, είναι ένα σύνολο αληθινών προτάσεων. Η ύπαρξη μοντέλου για ένα σύστημα είναι ισοδύναμη με την ύπαρξη γνώσης για ένα σύστημα. Η ύπαρξη γνώσης, με τη σύμφυτη ικανότητα πρόβλεψης που διαθέτει, βοηθά τα συστήματα να παρακάμπτουν τον βασικό κανόνα της τυφλής επιλογής BVSR (Blind Variation - Selective Retention), αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα βιωσιμότητάς τους. Αυτός ο βασικός μηχανισμός της γνώσης ως επιλογέας ποικιλομορφίας (selector - variation selector) βρίσκεται πίσω από σύγχρονες τάσεις του μάνατζμεντ σχετικά με τον μαθησιακό οργανισμό (learning organisation) ή τον «έμβιο» οργανισμό (living organisation).

3.9 Εκπαίδευση και Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης: Η Θεωρία Συζητήσεων του Gordon Pask (1976)

Η Θεωρία Συζητήσεων του Gordon Pask, πιστή στις βασικές αρχές της Κυβερνητικής για agent - based αντιμετώπιση ανθρώπων, μηχανών και οργανισμών, επιχειρεί να προσδιορίσει τη συστημικότητα (systemhood) του φαινομένου της μάθησης σε μια κοινή πλατφόρμα τόσο για τους ζωντανούς οργανισμούς όσο και για τις μηχανές. Ως κυβερνητική θεωρία είναι κοστρουκτιβιστική και ανεξάρτητη από πλατφόρμα υλοποίησης (Scott, 2001). Το βασικό μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων είναι το αυτοοργανωνόμενο σύστημα (von Foerster, 1960) το οποίο προσαρμόζεται, αποκτά συνήθειες και μαθαίνει. Η Θεωρία Συζητήσεων αντιμετωπίζει την αλληλεπίδραση ανθρώπου με άνθρωπο και ανθρώπου με τη μηχανή ως συνεργατικές αλληλεπιδράσεις για τη δημιουργία αυτοοργανωνόμενων συστημάτων (Pask, 1996). Η Θεωρία Συζητήσεων θα μπορούσε, κατά τον Pangaro (2007), να αποτελεί την κεντρική θεωρία της Κυβερνητικής, μιας και ασχολείται με τον φορμαλισμό του **βασικού οντολογικού προβλήματος της Κυβερνητικής αναφορικά με το τι μπορούμε να γνωρίζουμε, με ποιον τρόπο και πώς θα επιτύχουμε την πιο αντικειμενική αναπαράσταση της γνώσης**. Παράλληλα, η Θεωρία Συζητήσεων αποτελεί σημαντικό πλαίσιο διαχείρισης της υποκειμενικότητας και της αβεβαιότητας σε κάθε συλλογική και ατομική ανθρώπινη προσπάθεια. Ο Pangaro τολμά μια ανέλπιστα αναλογία, συσχετίζοντας τη Θεωρία Συζητήσεων με τη Θεωρία Αβεβαιότητας του Heisenberg.

Όμως, ακόμη κι αν κανείς δεν θέλει να προχωρήσει σε τέτοιο επίπεδο ανάλυσης, μπορεί να αποδεχθεί τη Θεωρία Συζητήσεων ως μια δομημένη θεωρία αλληλεπιδράσεων. Η αλληλεπίδραση αποτελεί για τη Θεωρία Συζητήσεων γεννήτορα όλων των ατομικών οντοτήτων, αλλά και όλων των εννοιών. Ενσωματωμένες στη Θεωρία Συζητήσεων είναι τεχνικές διαχείρισης των συγκρούσεων που προκύπτουν κατά τις διαλεκτικές αλληλεπιδράσεις που έχουν ως στόχο την εξέλιξη και τη συμπαραγωγή συλλογικών ευσταθών γνωστικών τοπολογιών.

Η Θεωρία Συζητήσεων επιχειρεί να διαμορφώσει μια αντικειμενική γλώσσα αναπαράστασης της γνωστικής τοπολογίας και της αλληλεπίδρασης των εννοιών. Ο Pask

(1996) ονόμασε τη γλώσσα αυτή πρωτογλώσσα L_p . Η L_p χρησιμοποιείται, επίσης, και για τη μοντελοποίηση των διαδικασιών στο πλαίσιο των συζητήσεων.

Ο Pask (1976) θεωρεί ότι κάθε άτομο είναι δάσκαλος και μαθητής ταυτόχρονα. Η σχέση «δάσκαλος – μαθητής» είναι αμφίδρομη και έχει να κάνει με τη διαδικασία έκθεσης του σώματος γνώσης κατά τη διαδικασία του συζητήσεων. Ο Pask χρησιμοποιεί τη λέξη «αντικείμενο» (topic), για να εκφράσει κάποιο τμήμα ενός πεδίου γνώσης, ενώ με τον όρο «έννοια» αποδίδει τις νοητικές διαδικασίες που πιστοποιούν την κατανόηση των αντικειμένων. Η Θεωρία Συζητήσεων του Pask αποτελεί ικανοποιητικό αντίλογο απέναντι στο απλουστευτικό πρότυπο ατομικής μάθησης που είναι το επικρατέστερο στην Εκπαίδευση. Η Θεωρία Συζητήσεων αποκαλύπτει την πλούσια δικτύωση της μαθησιακής διαδικασίας, ενώ υποδεικνύει τρόπους ισχυροποίησης της συμμετοχής στις συζητήσεις μάθησης.

Η Θεωρία Συζητήσεων λειτουργεί πολύ καλά τόσο σε ερμηνευτικό όσο και σε ευρεστικό επίπεδο, συντάσσοντας επαρκείς ερμηνευτικές οντολογίες για την επικοινωνία και τη μάθηση ανθρωπίνων συνόλων. Η Θεωρία Συζητήσεων, σύμφωνα με τον Boyd (2001), αποδείχθηκε εμπνευστική και πρακτική για πολλούς που ασχολούνται με την Εκπαιδευτική Κυβερνητική και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία, γιατί αποδεικνύει ότι η Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση σε πολύπλοκα n-ατομικά δίκτυα με διαφορετικά στυλ μάθησης και σε πολλαπλές πλατφόρμες μάθησης. Η έννοια του **αυτόνομου μαθησιακού πράκτορα** με κυβερνητική δομή $\langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$, η δυνατότητα των αυτόνομων μαθησιακών πρακτόρων να συζητούν σε πολλαπλότητες και να δημιουργούν **συλλογικούς μαθησιακούς πράκτορες** με κυβερνητική δομή $\langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$, όπως οι σχολικές τάξεις, οι κοινότητες μάθησης ή οι επιστημονικές μονάδες, αποτελούν μοναδικές συνεισφορές της Θεωρίας Συζητήσεων στο πεδίο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.

Η γνωστική αδιατρεψία που καλλιεργείται στο σχολείο εγκλωβίζει τον σύγχρονο άνθρωπο σε τετριμμένες οντολογίες και τετριμμένους τρόπους μάθησης, καθιστώντας δύσκολη την κατανόηση των πολύπλοκων συστημάτων μέσα στα οποία ζούμε. Το μοντέλο των πολλαπλών $P - \text{οντοτήτων και } M - \text{οντοτήτων}$ υπόσχεται να απελευθερώσει τους εκπαιδευτικούς και δημιουργούς εκπαιδευτικού λογισμικού από την αγκίστρωση σε κλειστά πρότυπα μάθησης, ενώ δίνει νέες προοπτικές σε σύγχρονες τάσεις, όπως η αυτοκαθοδηγούμενη μάθηση, η διά βίου μάθηση και η οργανωσιακή μάθηση.

Σύμφωνα με τον Pask (1996), η βασική ιδέα πίσω από τη Θεωρία Συζητήσεων είναι η έννοια της αυτοοργάνωσης του Von Foerster (1960). Ένα σύστημα μάθησης, όπως μια σχολική τάξη, μια εικονική κοινότητα ή ένας άνθρωπος σε επαφή με μια μηχανή μάθησης, είναι αυτοοργανωνόμενα συστήματα, αρκεί ο δείκτης οργάνωσης να έχει θετικό ρυθμό. Ο δείκτης οργάνωσης έχει τη μορφή:

$$R = \frac{1-H}{H} \text{ και } \frac{\Delta R}{\Delta t} > 0 \quad [\text{Σχέση 3-30}]$$

όπου H είναι η ποικιλομορφία - εντροπία του συστήματος και R η redundancy - πλεονασμός.

Η Θεωρία Συζητήσεων του Pask βασίζεται στο μοντέλο που κατασκεύασε σχετικά με τις αφανείς διαδικασίες οι οποίες εμπλέκονται στην πολύπλοκη διαδικασία της ανθρώπινης μάθησης. Ως θεωρία ανήκει στις κυβερνητικές κονστρουκτιβιστικές θεωρίες της ανάδυσης της ανθρώπινης νόησης και, κατά προέκταση, συνιστά μια οντολογική θεώρηση της ανθρώπινης ύπαρξης. Η Θεωρία Συζητήσεων⁷⁷ απεικονίζει και ερμηνεύει την ανάδυση της γνώσης μέσω των πολυεπίπεδων συγκλινουσών συζητήσεων μεταξύ των συμμετεχόντων, υποστηριζομένων από συστήματα μοντελοποίησης και κατάλληλα συστήματα διεπαφής που διευκολύνουν τη δράση και την επικοινωνία.

Όταν χρησιμοποιείται ως μεθοδολογία σχεδιασμού διδακτικών συστημάτων η Θεωρία Συζητήσεων περιγράφει συστήματα τα οποία εμπλέκουν τουλάχιστον δύο συμμετέχοντες, ένα περιβάλλον μοντελοποίησης, ένα περιβάλλον καταγραφής και τρία επίπεδα διάδρασης: **διάδραση** με το κοινό σύστημα μοντελοποίησης, **διάλογος** σχετικά με το πώς θα λυθεί ένα πρόβλημα και **συζήτηση** σχετικά με το ποια μέθοδος και γιατί θα χρησιμοποιηθεί. Η Θεωρία Συζητήσεων αποκλίνει δραστικά από το πρότυπο του ατόμου ως ψυχολογικής οντότητας που μαθαίνει (psychology of the individual) και προσφέρει τη δυνατότητα μιας εντελώς καινούριας προσέγγισης στα ανθρωποτεχνολογικά συστήματα μάθησης.

3.9.1 Ο κύκλος της διαλεκτικής συμπαραγωγής της μάθησης

Ένα μαθησιακό εγχείρημα μέσω της Θεωρίας Συζητήσεων ξεκινά με τη διαπραγμάτευση μιας συμφωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων (Εικόνα 3-15). Η συμφωνία αφορά τη μάθηση σχετικά με κάποιο αντικείμενο και κάποιες ειδικές δεξιότητες που έχουν σχέση με το αντικείμενο. Ένας συμμετέχων Α, ο οποίος έχει κάποιον σύνδεσμο με το μαθησιακό αντικείμενο ξεκινά, χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους πόρους, προκειμένου να κάνει μια κίνηση στη πλατφόρμα μοντελοποίησης και προσομοίωσης, να ονομάσει την κίνηση και να εξηγήσει γιατί την έκανε. Ένας άλλος συμμετέχων Β, είτε συμφωνεί με αυτό που έκανε ο Α και κάνει κάτι παρόμοιο, είτε διαφωνεί τελείως και κάνει μια άλλη κίνηση στην πλατφόρμα μοντελοποίησης, την ονομάζει και εξηγεί γιατί την έκανε και γιατί τη θεωρεί καλύτερη.

Αν οι δύο προσεγγίσεις είναι όντως διαφορετικές, τότε θα πρέπει να ονομαστούν διαφορετικά, να βρεθεί κάποια σχέση μεταξύ τους και παραμείνουν και οι δύο στην πλατφόρμα. Αν οι δύο προσεγγίσεις είναι παρόμοιες, τότε θα πρέπει να συγκλίνουν σε μία, με ένα όνομα. Στην όλη διαδικασία μπορούν να συμμετέχουν και περισσότεροι των δύο. Κάθε έννοια που δημιουργείται πρέπει να αποτελείται από εκτελέσιμες διαδικασίες που αναδομούν συσχετίσεις ανάμεσα σε πιο στοιχειώδη συστατικά και πιθανώς ανάμεσα σε άλλες πολύπλοκες έννοιες. Οι συμμετέχοντες επιχειρούν να επεκτείνουν το μοντέλο και να το αποσφαλματώσουν, ώστε να αποκτήσει επαρκές δυναμικό πρόβλεψης.

Κάθε κύκλος συζητήσεων προσθέτει περισσότερη συμφωνημένη συνεκτικότητα, καλά καθορισμένη πολυπλοκότητα και μεγαλύτερο αυτοποιητικό δυναμικό πρόβλεψης. Η Θεωρία Συζητήσεων είναι ουσιαστικά μια υλοποίηση της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης και μέσα στο πνεύμα αυτό εκλαμβάνει την ανάπτυξη της ανθρώπινης συνειδητότητας ως αποτέλεσμα της πολύπλευρης και πολυσυμμετοχικής αλληλεπί-

⁷⁷ Συγγενής είναι και η θεωρία του Luhmann για την Εκπαίδευση ως κοινωνικό φαινόμενο (Vandersraeten, 2000).

δρασης μέσα από τις αποκαλούμενες **μαθησιακές συζητήσεις**. Μια μαθησιακή συζήτηση πραγματοποιείται ανάμεσα σε «αλγοριθμικές οντότητες» (softwarelike actors) που ονομάζονται ***P* – οντότητες** (Scott, 2001), οι οποίες λειτουργούν διαρκώς μέσα σε βιολογικούς επεξεργαστές ή σε συνδυασμούς βιολογικών και μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία καλούνται ***M* – οντότητες**.

Τόσο ο φυσικός κόσμος, όπως μάθαμε να τον (ανα)γνωρίζουμε, όσο και ο κοινωνικός κόσμος τον οποίο κατασκευάσαμε γίνονται κατανοητοί στο πλαίσιο συζητήσεων μεταξύ ***P* – οντοτήτων** που έχουν τη δυνατότητα ερμηνείας και των δύο κόσμων. Έχει εικαστεί ότι η αμοιβαία διαλογική κατασκευή ενεργών σταθερών εννοιών και δυναμικών αναμνήσεων είναι ο τρόπος με τον οποίο αναδύονται οι ***P* – οντότητες**. Η θεωρία Συζητήσεων έχει και μια σημαντική συνιστώσα εικονικής πραγματικότητας ειδικά όταν ισχυρίζεται ότι, με τη χρήση κατάλληλων σχεσιακών τελεστών, μια αυστηρή συζήτηση η οποία συνοδεύεται από κατάλληλες συμφωνίες μεταξύ των αρχικών συμμετεχόντων μπορεί να αναδύει μια νέα (εικονική) ***P* – οντότητα** η οποία θα είναι σε θέση να αναλάβει πλατύτερες και βαθύτερες συζητήσεις.



Εικόνα 3-15: Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου συζητήσεων του Gordon Pask

Η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί με την κατασκευή ολοένα και πιο πολύπλοκων ***P* – οντοτήτων** οι οποίες μπορεί να είναι εντοπισμένες, αλλά και κατανεμημένες. Η θεωρία Συζητήσεων έχει έντονο τεχνολογικό και ταυτόχρονα ουμανιστικό χαρακτήρα, περισσότερο ίσως από άλλες γνωστικές - ψυχολογικές θεωρίες, μιας και κεντρικό λανθάνον ερώτημα είναι: Πώς μπορούμε συλλογικά και δημιουργικά να παράγουμε πολύπλοκες ***P* – οντότητες** με υψηλότερα δυναμικά κατάληψης της πολυπλοκότητας.

Η θεωρία Συζητήσεων είναι μια εξαιρετικά καινοτόμος συστημική θεωρία, μιας και διαφοροποιεί την ***P* – οντότητα** (soft) από τη βιολογική ***M* – οντότητα** (hard). Μια βιολογική οντότητα δύναται να εμπεριέχει πολλαπλές ***P* – οντότητες**. Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, στον εσωτερικό μαθησιακό διάλογο όπου πολλές ***P* – οντότητες** μοιράζονται τον ίδιο μηχανισμό σκέψης, τον εγκέφαλο.

3.9.2 Οι οντολογικές και επιστημολογικές βάσεις της Θεωρίας Συζητήσεων

Η απαρχή της Θεωρίας Συζητήσεων βρίσκεται στο βασικό (και πρακτικό) ερώτημα: «Πώς λύνεται ένα πρόβλημα;» Το πρόβλημα εδώ νοείται ως απόκλιση της επιθυμητής κατάστασης από την πραγματική κατάσταση. Ο Pask ξεκίνησε τη συλλογιστική του, σχεδιάζοντας τον απλούστερο λύτη προβλημάτων. Ο απλούστερος λύτης προβλημάτων είναι ο **τελεστής της τυχαίας δοκιμής και πλάνης** ο οποίος πραγματοποιεί τυχαίες αλλαγές στο μοντέλο έως ότου φτάσει (αν φτάσει) σε κάποια λύση. Ο επόμενος απλούστερος λύτης είναι ένας επιλογέας ο οποίος βασίζεται στην αρνητική ανατροφοδότηση και έχει τη δυνατότητα να θυμάται ποια ήταν η επίδραση παλιότερων δράσεων στο μοντέλο και να συγκρίνει με τα αποτελέσματα των τωρινών δράσεων και έτσι να επιλέγει ενέργειες κοντά στην επίλυση του προβλήματος. Τέτοιοι λύτες λειτουργούν καλά, όταν έχουν τον απαραίτητο χρόνο και ο προβληματικός χώρος είναι σχετικά περιορισμένος. Στην πραγματικότητα, αν και διαθέτουν μνήμη, δεν μαθαίνουν. Τέτοιοι λύτες προβλημάτων ονομάζονται L_0 λύτες ή $L_0 P$ **οντότητες** και είναι «πραγματοιστές» (Rescher, 1977). Στη συνέχεια, μπορούμε να προσθέσουμε κάποια γεννήτρια τυχαιότητας, για να βελτιώσουμε την αποτελεσματικότητά τους. Αν το επίπεδο L_0 υποβοηθείται από έναν ελεγκτή που θυμάται ποιες διαδρομές λύσεων ήταν κατάλληλες για ποιες κλάσεις προβλημάτων, τότε έχουμε μία μηχανή που μαθαίνει **κανόνες**.

Στην περίπτωση αυτή, έχουμε δύο P **οντότητες** που παράγουν έναν μηχανισμό επίλυσης προβλημάτων. Επομένως, η ελάχιστη P **οντότητα** ικανή να μαθαίνει έχει τρία συστατικά: έναν μηχανισμό μοντελοποίησης του προβλήματος και δοκιμής της λύσης, έναν λύτη που χρησιμοποιεί τη γλώσσα L_0 (επιλογέας), και έναν λύτη που χρησιμοποιεί τη γλώσσα L_1 (Rule learner) που λειτουργούν σε κάποια M **οντότητα**.

Ο Pask (1976) τέτοια συστήματα μάθησης τα ονόμασε **απλά προσαρμοστικά μαθησιακά συστήματα βασισμένα σε κανόνες**, γιατί δημιουργούν έναν τρόπο μάθησης και κολλούν σε αυτόν, ακόμη κι όταν αδυνατεί επανειλημμένα να δώσει λύσεις σε πρωτότυπα προβλήματα. Η φροντιστηριακή διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι μια τέτοια περίπτωση. Οι μαθητές διδάσκονται να μαθαίνουν με έναν τέτοιο μηχανισμό, ο οποίος βασίζεται σε αντιστοιχίες προβλημάτων – κανόνων. Ο μαθητής απομνημονεύει αυτές τις αντιστοιχίες, που στη φροντιστηριακή γλώσσα καλούνται λανθασμένα «μεθοδολογίες ασκήσεων», λύνει ασκήσεις που προέρχονται από γνωστούς προβληματικούς χώρους, αλλά αδυνατεί να ανταποκριθεί, όταν τα προβλήματα είναι εντελώς καινούρια.

Γενικεύοντας, ο Pask (1976) θεωρεί ότι, όταν μία P **οντότητα** λειτουργεί πάνω σε μια M **οντότητα**, κάποιου είδους περιοριστική συνθήκη θα προκύψει. Ο μόνος τρόπος να υπερβεί κανείς τη γνωστική εμπλοκή είναι να έχει πολλαπλές P **οντότητες** να επιλέγουν και να ενεργούν σε μία M **οντότητα**, ή πολλές P **οντότητες** να ενεργούν καταναμεμένα σε πολλές M **ατομικότητες**. Η υπέρβαση της γλώσσας L_0 και η δημιουργία ανώτερων γλωσσών και μεταγλωσσών L_1, \dots, L_n γίνεται με τη δημιουργία **μεθόδων** κατασκευής κανόνων. Το επίπεδο αυτό καλείται «μεθοδολογικό» και μπορεί να προκύψει από εσωτερική συζήτηση. Τα ανώτερα επίπεδα είναι αποτέλεσμα εξελικτικής διαδικασίας η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί,

όταν αναπτυχθεί το κατάλληλο επίπεδο ποικιλομορφίας. Αυτό θα συμβεί με τη συζήτηση με μια άλλη P – *οντότητα*.

Συγκεντρωτικά, λοιπόν, το βασικό ολιστικό σχήμα της Θεωρίας Συζητήσεων είναι αυτό ενός πολυπλεγμένου δικτύου από P – *οντότητες* σε έναν πολυδιάστατο μαθησιακό χώρο. Για την κατασκευή της κατάλληλης M – *οντότητας* πάνω στην οποία θα πραγματοποιείται η μαθησιακή συζήτηση, χρειάζεται να ληφθούν υπόψη: ποιο ακριβώς επίπεδο επίλυσης και ποια τυπική γλώσσα απαιτείται, ποια μορφή θα πρέπει να έχει η πλατφόρμα μοντελοποίησης και προσομοίωσης και τι είδους M –*επεξεργαστές* και δίκτυα απαιτούνται προκειμένου να υποστηριχτούν αυτές οι δραστηριότητες.

3.9.3 Τα δομικά στοιχεία της Θεωρίας Συζητήσεων

Στον Πίνακα 3-23 παρουσιάζονται οι βασικές υποθέσεις της Θεωρίας Συζητήσεων ενώ ακολουθούν τα βασικά δομικά στοιχεία της θεωρίας

3.9.4 Οι M – οντότητες

Οι M – *οντότητες* είναι οι ξενιστές, οι παροχείς επεξεργασίας που υποστηρίζουν τη διαδικασία των συζητήσεων. Οι M – *οντότητες* είναι μηχανικές ατομικότητες (όρος που πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τον Strawson, 1959), είτε βιολογικές ανθρωπομηχανές είτε υπολογιστικά συστήματα με διεπαφές επικοινωνίας συνδεδεμένα μεταξύ τους με κανάλια επικοινωνίας διαφόρων τύπων. Παράδειγμα M – *οντότητας* είναι ένας υπολογιστής ή ένας εγκέφαλος.

3.9.4.1 L-Γλώσσες

Στην περίπτωση των αυστηρών συζητήσεων είναι αφηρημένες τυπικές γλώσσες και μεταγλώσσες τις οποίες μπορούν να κατανοήσουν και να επεξεργαστούν οι M – *οντότητες*. Η γλώσσα L^* είναι η φυσική γλώσσα, η γλώσσα με την οποία γίνονται οι διαπραγματεύσεις σχετικά με τη συζήτηση. Η γλώσσα L_0 είναι η βασική αντικειμενική γλώσσα του αντικείμενου και L_n είναι ένα σύνολο από αντικειμενικές γλώσσες.

Σύμφωνα με τον Schuurman (2001), η αντικειμενική γλώσσα L_0 ανήκει στο αντικείμενο συζήτησης. Είναι εσωτερική στο αντικείμενο συζήτησης και με αυτήν κατασκευάζουμε το εννοιολογικό ή συνεπαγωγικό πλέγμα του αντικείμενου της συζήτησης. Για παράδειγμα, αν το αντικείμενό μας είναι η πυρηνική ενέργεια, τότε με την αντικειμενική γλώσσα της Πυρηνικής Φυσικής θα χτίσουμε το συνεπαγωγικό πλέγμα. Με τη μεταγλώσσα L^* συζητάμε για την αντικειμενική γλώσσα και το ίδιο το αντικείμενο. Για παράδειγμα, συζητήσεις αναφορικά με τη χρησιμότητα της πυρηνικής ενέργειας ή την ερμηνευτική επάρκεια της θεωρίας γίνονται στη μεταγλώσσα.

Η αλληλεπίδραση αντικειμενικής γλώσσας – μεταγλώσσας είναι πολύ σημαντική και καλείται από τον Schuurman (2001) OM – *αλληλεπίδραση*. Μέσω αυτής της αλληλεπίδρασης μπορεί να προκύψουν νέες αντικειμενικές γλώσσες L_n , εφόσον οι προηγούμενες κριθούν ανεπαρκείς. Η ανάγκη για δημιουργία μιας νέας αντικειμενικής γλώσσας είναι εμφανής στο πεδίο των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, όπου η παραδο-

σιακή αντικειμενική - τεχνική γλώσσα της Παιδαγωγικής δεν επαρκεί για την περιγραφή των νέων συνεργειών παραδοσιακής Παιδαγωγικής και ΤΠΕ.

Βασικές υποθέσεις της Θεωρίας Συζητήσεων

Η παραγωγή γνώσης μπορεί να μοντελοποιηθεί αποτελεσματικά ως πολυεπίπεδη συζήτηση μεταξύ P – *οντοτήτων* ή απλά συμμετεχόντων που αλληλεπιδρούν μέσω μιας υποδομής μοντελοποίησης και προσομοίωσης.

Κατά τις συζητήσεις χρησιμοποιείται μία φυσική γλώσσα L^* και αντικειμενικές γλώσσες L_0, \dots, L_n .

Με την αλληλεπίδραση των γλωσσών $L^*, L_0, L_1, \dots, L_n$ σε κάποιον μηχανισμό επιτυχάνουμε τη δημιουργία της συμφωνημένης γνώσης, η οποία καταγράφεται σε ένα εννοιολογικό πλέγμα.

Η διαδικασία της συζήτησης - διαπραγμάτευσης αποτελεί έναν μηχανισμό ρύθμισης ο οποίος και καθορίζει τις σταθερές έννοιες. Όλο το γνωστικό σύστημα το οποίο είναι προϊόν μιας συζήτησης αποτελεί συμφωνημένη γνώση.

Η αντικειμενικότητα της συμφωνημένης γνώσης μπορεί να αξιολογηθεί με βάση το εξωτερικό γνωστικό περιβάλλον από το οποίο θα μεταελεγχθεί.

Οι έννοιες, οι αναμνήσεις, οι συμμετέχοντες και οι κοσμοθεωρίες τους δύνανται να αντιπροσωπεύονται ως δέσμες διαδικασιών (προγράμματα) που εκτελούνται σε κάποιον συνδυασμό παράλληλων βιολογικών και φυσικών υπολογιστών που καλούνται M – *οντότητες*.

Νέες P – *οντότητες* μπορεί να δημιουργηθούν, όταν συμφωνίες σε πολύπλοκες συζητήσεις οδηγούν σε μία συμφασική δέσμη διαδικασιών, ικανή να συμπλέκεται σε συζητήσεις με άλλες τέτοιες P – *οντότητες*.

Όταν οι συζητήσεις πραγματοποιούνται σε υψηλά επίπεδα πολυπλοκότητας, θεωρείται ότι ένας νέος παίχτης, ομάδα, οργανισμός ή κοινωνία αναδύεται.

Η Θεωρία Συζητήσεων είναι συμμετρική. Δεν διαθέτει ιεραρχικά επίπεδα μεταξύ των πρακτόρων - εμπλεκομένων. Θεωρεί ότι κάθε εμπλεκόμενος είναι ταυτόχρονα δάσκαλος και μαθητής.

Το βασικό ενδιαφέρον της Θεωρίας Συζητήσεων βρίσκεται στο άτομο στο οποίο οικοδομείται η γνώση και όχι σε αυτή καθαυτή τη γνώση.

Πίνακας 3-23: Βασικές υποθέσεις της Θεωρίας Συζητήσεων

Ο διαχωρισμός των αντικειμενικών γλωσσών και των μεταγλωσσών είναι απαραίτητος σε κάθε συστηματική αναζήτηση (deZeeuw, 1993). Σύμφωνα με τον Schuurman (2001), η OM – *αλληλεπίδραση* απαιτεί έναν μηχανισμό ρύθμισης ο οποίος τερματίζει την αλληλεπίδραση. Ο τερματισμός της αλληλεπίδρασης καλείται **συμφωνία**. Το σύνολο των συμφωνημένων στοιχείων αποτελούν το **συνεπαγωγικό πλέγμα**. Ο χώρος στον οποίο πραγματοποιούνται αυτές οι αλληλεπιδράσεις είναι, κατά τον Schuurman (2001), η M – *οντότητα* της συζήτησης. Οι OM –

αλληλεπιδράσεις που πραγματοποιούνται στη **M – οντότητα** εξασφαλίζουν την αντικειμενικότητα της συζήτησης.

3.9.4.2 P – οντότητες

Οι **P – οντότητες** είναι αυτές τις οποίες ο Pask αποκαλούσε ψυχολογικές ατομικότητες, οι οποίες είναι συνεκτικές αυτοσυντηρούμενες δέσμες διαδικασιών που εκτελούνται σε μία ή περισσότερες **M – οντότητες**. Μια **P – οντότητα** είναι ένας γνωστικός οργανισμός που αποτελείται από ενεργά δίκτυα εννοιών αποθηκευμένων στον μηχανισμό που καλείται μνήμη. Οι **P – οντότητες** θεωρείται ότι είναι οι πραγματικοί εταίροι σε μια συζήτηση και με τον τρόπο αυτό αποτελούν τα δομικά στοιχεία των ανθρωπίνων προσωπικοτήτων. Σε μεγαλύτερη κλίμακα ομάδων, **P – οντότητες** είναι οι κοινότητες, τα έθνη ή και το παγκόσμιο μυαλό, αν κάτι τέτοιο υπάρχει. Όλες οι **P-οντότητες** είναι ταυτόχρονα μαθητές και δάσκαλοι σε διάφορα επίπεδα συζητήσεων. Καμιά **P – οντότητα** δεν είναι μόνο δάσκαλος ή μόνο μαθητής. Η διαδικασία αυτοοργάνωσης η οποία δημιουργεί τις **P – οντότητες** είναι αυτή της Εικόνας 3-16:



Εικόνα 3-16: P και M οντότητες

Είναι εμφανές ότι η δημιουργία της **P – οντότητας** είναι στην πραγματικότητα μια σειρά από μετασυστημικές διαμορφώσεις σε υψηλότερα επίπεδα οργάνωσης.

3.9.4.3 Διαδικασίες

Ρεπερτόρια ή συλλογές από δέσμες συγχρονισμένων διαδικασιών, συνήθως μη ντετερμινιστικά προγράμματα ή ασαφείς αλγόριθμοι, δημιουργούν τα πάντα. Κάθε **P – οντότητα** διαθέτει ως μνήμη ένα ρεπερτόριο εκτελέσιμων διαδικασιών που μπορούν να εκτελεστούν σε συγχρονισμό μεταξύ τους ή σε συγχρονισμό με τις διαδικασίες μιας άλλης **P – οντότητας**. Η πληροφορία δεν μεταφέρεται. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι συγχρονίζονται οι διαδικασίες οι οποίες αποτελούν τις έννοιες στις **P-οντότητες** των συμμετεχόντων σε μια **P – συζήτηση**. Σημειώνουμε, επίσης, ότι κάποιες διαδικασίες δημιουργικής φύσης δεν μπορεί έως σήμερα να εκτελεστούν παρά μόνο σε βιολογικές **M – οντότητες**. Αξίζει να σημειώσουμε ότι η αναζήτηση της τεχνητής ευφυΐας βασίζεται ιδιαίτερα στη δημιουργία ισομορφισμού μεταξύ βιο-

λογικών και μη βιολογικών M – **οντοτήτων**. Στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης, ο ορισμός του συστήματος διαφέρει από τον ορισμό του συστήματος στην Κυβερνητική Πρώτης Τάξης. Στην Κυβερνητική Πρώτης Τάξης $S = f$ (*αντικείμενα, σχέσεις*), ενώ στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης $S = f(S, E)$, δηλαδή το σύστημα είναι συνάρτηση του συστήματος και του περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια, το σύστημα είναι μια ιστορική κατασκευή όπου η κατανόηση της παρούσας κατάστασης είναι αποτέλεσμα της γνώσης της ιστορικής πορείας του συστήματος (Baeker, 2002).

3.9.4.4 Συζητήσεις

Μια αυστηρή P – **συζήτηση** στο πλαίσιο της Θεωρίας Συζητήσεων καθορίζεται, έτσι ώστε όλα τα θέματα να ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο συμφωνημένο πεδίο. Προκαθορισμένες είναι, επίσης, και οι γλώσσες L^* , L_n . Η συζήτηση ξεκινά αρχικά σε χαοτική κατάσταση, μιας και ο καθένας που συμμετέχει είτε δεν διαθέτει διαδικασίες για τις έννοιες της συζήτησης ή, αν διαθέτει, αυτές αποτελούν τις προσωπικές υλοποιήσεις των προσωπικών εννοιών. Σε αυτό το χαοτικό πλαίσιο, η **κατανόηση** αναγνωρίζεται και χρησιμοποιείται, για να σημειώνει σημεία στα οποία έχει επιτευχθεί ευστάθεια, έχουν δημιουργηθεί δηλαδή **ελκυστές**. Μία συζήτηση είναι μια παράλληλη και σύγχρονη εξελισσόμενη αλληλεπίδραση μεταξύ P – **οντοτήτων**, η οποία, όταν είναι πετυχημένη, παράγει σταθερές **δημόσιες** έννοιες - ελκυστές οι οποίες, **κατόπιν συμφωνίας**, χαρακτηρίζονται από τους συμμετέχοντες ως ισοδύναμες με τις **προσωπικές** έννοιες.

Εναλλακτικά, μια P – **συζήτηση** μπορεί να δημιουργήσει νέες P – **οντότητες** σε υψηλότερα επίπεδα ανάδυσης. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι μια σχολική τάξη είναι μια περίπτωση δημιουργίας P – **οντότητας**, εφόσον οι αλληλεπιδράσεις έχουν τον χαρακτήρα P – **συζήτησης**. Οι συμμετέχοντες σε μια P – **συζήτηση** έχουν ταυτόχρονη αλληλεπίδραση σε πολλά παράλληλα κανάλια (νευρωνικά, λεκτικά, ορμονικά - συναισθηματικά, λεκτικά, κιναισθητικά).

Οι περισσότερες P – **συζητήσεις** επιχειρούν την ελάττωση διαφόρων τύπων αβεβαιότητων, όπως ασαφειών, αμφισβησιών, αντιφάσεων (Klir και Weierman, 1999). Αυτό πραγματοποιείται μέσω ερωτήσεων, όπου καθοδηγείται η συμφωνία στην επιλογή των κατάλληλων εννοιών που πρέπει να συμπεριληφθούν στις ερμηνευτικές οντολογίες των συμμετεχόντων. Παρόλα αυτά, με την πρόοδο της μάθησης νέοι τύποι αβεβαιότητας προκύπτουν.

3.9.4.5 Σταθερές έννοιες

Στις Γνωστικές Επιστήμες υπάρχει πληθώρα προσεγγίσεων σχετικά με το τι είναι η «έννοια» και τι αντιπροσωπεύει σε γνωστικό επίπεδο. Ο Pask προσπερνά το θολό αυτό πεδίο, ορίζοντας τις **σταθερές έννοιες** ως σύμπλεγμα μερικώς ή ολικώς συνεκτικών L – **διαδικασιών** που εκτελούνται στο επεξεργαστικό της M – **οντότητας**. Οι διαδικασίες αυτές αφορούν αναγνώριση, αναπαραγωγή ή διατήρηση σχέσεων με άλλες έννοιες ή άλλες P – **οντότητες**. Οι έννοιες, στο πλαίσιο της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης, δεν είναι απλώς μια στατική κατηγοριοποίηση βασισμένη σε κανόνες. Μία έννοια δεν αντιπροσωπεύει απλά ένα σύνολο αντικειμένων, αλλά μια σειρά από διαδικασίες για την ανάδυση της **υλοποίησης** της έννοιας. Μια τέτοια κατανόηση των εννοιών, η οποία υπερβαίνει την απλή κατηγοριοποίηση και την τυποποίη-

ση προς χάριν των ενεργών διαδικασιών, παρουσιάζεται και σε άλλους συγγραφείς, όπως ο Andrea Disessa (2000), που χρησιμοποιεί τους όρους «*διαδικασίες συγχρονισμού*» και «*αιτιατά δίκτυα*» σε αντιστοιχία με τους όρους «έννοια» και «πλέγμα συνεπαγωγής» του Pask.

3.9.4.6 Η νοηματοδότηση των εννοιών

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ο διαχωρισμός του Klaus Krippendorff (1994) μεταξύ **δομημένων συζητήσεων - πραγματειών**, οι οποίες είναι τυπικές, περιορισμένες και καθορισμένες από κανόνες, και των **ανθρωπίνων συζητήσεων**, που είναι άτυπες, ρευστές, και φορτισμένες συναισθηματικά. Αν και η δημιουργία των εννοιών προκύπτει από αυστηρές συζητήσεις του πρώτου είδους, η **νοηματοδότησή** τους γίνεται μόνο μέσω των **συναισθημάτων**. Η λειτουργία του συσχετισμού συναισθήματος – μακροπρόθεσμης μνήμης έχει ερευνηθεί από τον D'Amasio (1999), ο οποίος και έδειξε ότι η μετατροπή μιας βραχυπρόθεσμης μνήμης σε μακροπρόθεσμη πραγματοποιείται μόνο μέσω των συναισθημάτων. Τα κοινά συναισθήματα στο πλαίσιο μιας ομάδας δημιουργούν το νόημα και κατ' επέκταση τις κουλτούρες. Στο πλαίσιο της νοηματοδότησης εντάσσεται και η εσωτερική κινητοποίηση των ανθρώπων προς τη βελτίωση της προβλεπτικότητας των νοητικών τους κοσμοθεωρητικών μοντέλων. Δημιουργείται ιδιαίτερη ικανοποίηση από το διαμοίρασμα των μοντέλων αυτών και τη διαιώνισή τους στο μέλλον. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι στην εκπαιδευτική πράξη η νοηματοδότηση των εννοιών επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας της οικοδόμησης (κονστρουκτιβισμού) (Bruner, 1996). Η οικοδόμηση του εννοιολογικού και γνωστικού πλέγματος πραγματοποιείται από τον ίδιο τον μαθητευόμενο μέσω ερεθισμάτων που προέρχονται από αυθεντικές⁷⁸ ή εμπειρικές καταστάσεις.

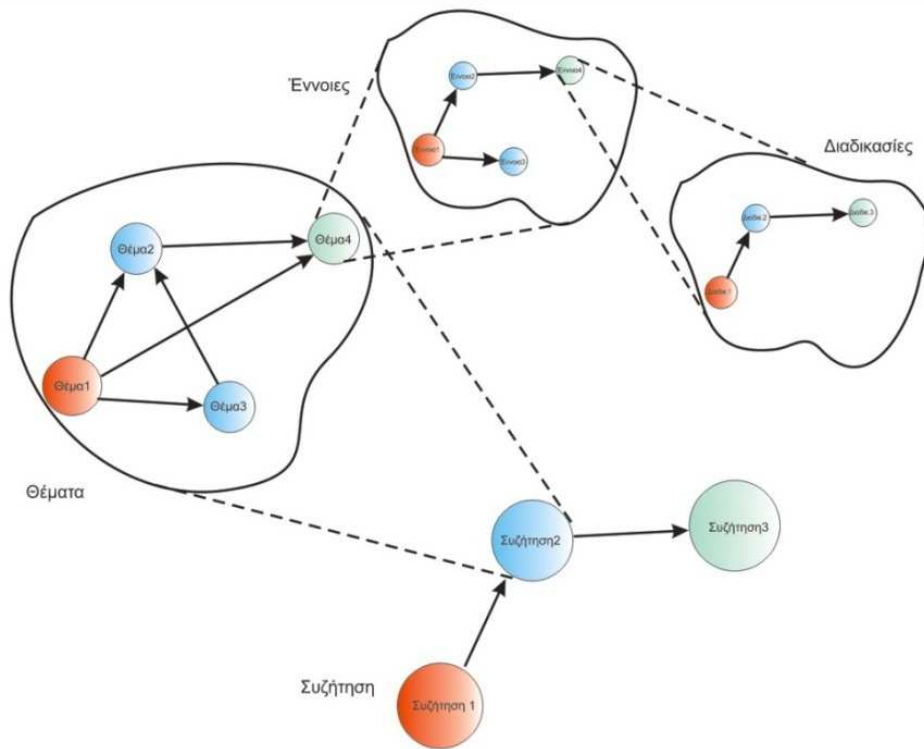
3.9.4.7 Θέματα συζήτησης

Πολλά θέματα συζήτησης συγκροτούν ένα πεδίο μελέτης. Κάθε θέμα είναι το σημείο εστίασης μιας συζήτησης. Ένα θέμα είναι ένα σύνολο σχέσεων που έχουν ως στόχο την επίλυση κάποιου προβλήματος. Κάθε πρόβλημα, με βάση τον Pask, είναι απόκλιση μιας πραγματικής και μιας ιδεατής κατάστασης. Γενικά οι **P – οντότητες** (μαθητές) επιλέγουν να συζητούν για ένα θέμα τη φορά, λόγω περιορισμένης επεξεργαστικής ισχύος και περιορισμένης χωρητικότητας των καναλιών επικοινωνίας. Το θέμα εμφανίζεται ως κόμβος στο πλέγμα συνεπαγωγής της συζήτησης.

3.9.4.8 Πλέγματα συνεπαγωγής

Ως **δίκτυο ή πλέγμα συνεπαγωγής** ορίζεται στη Θεωρία Συζητήσεων κάθε κανονική διασύνδεση ενός θέματος με ένα άλλο, στο πλαίσιο ενός πεδίου. Τα πλέγματα συνεπαγωγής αποτελούν περιγραφές σχετικά με τη γνωστική διαδικασία που αφορά ένα πεδίο συζήτησης και υλοποιούνται συνήθως με τη βοήθεια H/Y. Τα πλέγματα συνεπαγωγής δείχνουν τα βασικά θέματα συζήτησης και τον συσχετισμό τους. Αποτελούν γενικευμένα γραφήματα που εμπεριέχουν κυκλικές και όχι μόνο αυστηρές γραμμικές λογικές συνεπαγωγές. Πλέγματα συνεπαγωγής μπορούμε να έχουμε σε διάφορα επίπεδα ανάλυσης, όπως δείχνει η Εικόνα 3-17.

⁷⁸ Θα σημειώναμε στο σημείο αυτό ότι η οικοδόμηση συνδέεται μερικώς και με εικονικά περιβάλλοντα.



Εικόνα 3-17: Πλέγμα συνεπαγωγής

3.9.4.9 Περιβάλλοντα συζητήσεων

Η δημιουργία ενός περιβάλλοντος συζήτησης που να υποστηρίζει οργανωμένη μάθηση ανάγεται στη δημιουργία μιας κυβερνητικής M – *οντότητας* στην οποία και θα λειτουργήσει η P – *οντότητα* της συζήτησης. Η P – *οντότητα* της συζήτησης αποτελεί ένα δημόσιο ευσταθές γνωστικό σύστημα το οποίο προκύπτει κατόπιν συμφωνίας όλων των συμμετεχόντων στη συζήτηση. Η M – *οντότητα* της συζήτησης αποτελείται προφανώς από τις M – *οντότητες* των συμμετεχόντων, αλλά έχει επιπλέον:

- ❖ **Μηχανισμό μοντελοποίησης και προσομοίωσης:** εδώ δοκιμάζονται οι ιδέες και πραγματοποιείται η κανονικοποίηση
- ❖ **Μηχανισμό επικοινωνίας:** συστήματα διεπαφής, γλώσσες L^* , L_n , πλήθος καναλιών (λεκτικό, κινητικό, συναισθηματικό)
- ❖ **Μηχανισμό ελέγχου και ομοιόστασης της M – *οντότητας***
- ❖ **Μηχανισμό δημιουργίας των συνεπαγωγικών πλεγμάτων** (εδώ καταγράφονται οι ευσταθείς αναδύσεις της συζήτησης).

3.9.4.10 Δομές έργων (task structures)

Κατά τη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσεται ποικιλομορφία και αβεβαιότητα στις ατομικές P – *οντότητες* σχετικά με τη σωστή εσωτερικευση των δημοσίων θεμάτων και εννοιών τα οποία είναι αποτέλεσμα της συζήτησης. Για να μειωθεί η ασάφεια και η αναπτυσσόμενη ποικιλομορφία, θα πρέπει να πραγματοποιούνται έργα και δοκιμασίες των μεμονωμένων P – *οντοτήτων* στον μηχανισμό μοντελοποίησης και προσομοίωσης, ώστε τελικά η ποικιλομορφία να μειωθεί και η γνωστική δομή να αποκτήσει ευστάθεια. Η πραγματοποίηση των έργων και η συζήτηση σχετικά με τα

πορίσματα θα έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση της αβεβαιότητας. Η ύπαρξη μιας σειράς τέτοιων έργων και δοκιμών έχει πολύ μεγάλη σημασία, μιας και η παρατεταμένη ύπαρξη αβεβαιότητας μπορεί να προκαλέσει αναστολή της διαδικασίας μάθησης σε κάποια ***P* – οντότητα**. Τα έργα αυτά διευκολύνουν τη διαδικασία της **γνωστικής αντανάκλασης**. Η γνωστική αντανάκλαση είναι η διαδικασία με την οποία συγκρίνονται οι γνωστικές δομές της ατομικής ***P* – οντότητας** με αυτές της γενικευμένης ***P* – οντότητας** της συζήτησης οι οποίες αποτελούν και την κοινή συμφωνημένη γνώση. Σε μια σχολική τάξη, για παράδειγμα, ο μαθητής ο οποίος καλείται να αναπαραγάγει μια πειραματική διάταξη στο εργαστήριο, πραγματοποιεί γνωστική αντανάκλαση σε σχέση με τη κοινή συμφωνημένη γνώση της τάξης αναφορικά με το θέμα αυτό.

3.9.4.11 Στρατηγικές και χειρισμός της αβεβαιότητας

Η πορεία της μάθησης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία αναπτύσσει αρκετά είδη αβεβαιότητας: ασάφεια, αμφιβολίες, συγκρούσεις, αμφισημίες. Η ανάπτυξη υψηλού βαθμού αβεβαιότητας επιβραδύνει σημαντικά τη μάθηση. Η μάθηση, όμως, επιβραδύνεται και από τις γνωστικές εμμονές πολλών ***P* – οντοτήτων**. Πολλοί μαθητές, προκειμένου να μειώσουν τη φυσιολογική αβεβαιότητα που δημιουργεί η διαδικασία της μάθησης, έχουν αναπτύξει αυτά που οι Harri-Augstein και Thomas (1991) ονομάζουν «αυτοματισμούς μάθησης». Οι μηχανισμοί αυτοί λειτουργούν ως εξασθενητές ποικιλομορφίας, αλλά παράλληλα μειώνουν δραματικά τη δυνατότητα μάθησης σε υψηλότερα επίπεδα. Η παπαγαλία και η απομνημόνευση είναι ένας τέτοιος μηχανισμός, όπου ο μαθητής μαθαίνει να απομνημονεύει, προκειμένου να αντιμετωπίσει την ποικιλομορφία που εμπεριέχουν άλλοι τύποι μάθησης, όπως η επίλυση προβλημάτων. Ένας άλλος **αυτοματισμός μάθησης** που σχετίζεται με την επίλυση προβλημάτων είναι η εκμάθηση μεθοδολογιών και κατηγοριών ασκήσεων, δημιουργώντας μια προτίμηση απέναντι στα κλειστά τυποποιημένα προβλήματα.

3.9.5 Συνδέοντας τα δομικά στοιχεία

Για να πραγματοποιηθούν οι αυστηρές δομημένες ***P* – συζητήσεις – πραγματίες**, είναι απαραίτητο να καλύπτονται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- ❖ **Μια άτυπη συμφωνία μεταξύ των Α και Β** για τη φυσική μεταγλώσσα ***L**** που θα χρησιμοποιηθεί
- ❖ **Καθορισμός των θεμάτων (topics)** που θα συζητηθούν σε κάποιο πεδίο (domain)
- ❖ **Μια υποδομή μοντελοποίησης και προσομοίωσης** με δυνατότητες αλληλεπίδρασης
- ❖ **Μια τεχνική γλώσσα L_0** για την ονομασία, περιγραφή και επίδειξη των εννοιών, αλλά και αντίστροφη διδασκαλία, ερμηνεία και εξήγηση ενεργειών και εννοιών
- ❖ **Μια τεχνική L_1** για τη δημιουργία του πλέγματος συνεπαγωγής
- ❖ **Πρόσθετες γλώσσες L_2, \dots, L_n** για μεταέλεγχο, πολιτικές, ηθικές, οικολογικές και άλλες αξιολογικές προσεγγίσεις και για τη δημιουργία γενικευμένων ***P* – οντοτήτων**.

3.9.6 Ενεργοποιώντας μια βασική μαθησιακή συζήτηση

Ακολουθεί ένα τυπικό παράδειγμα P – συζήτησης:

Έστω δύο P – οντότητες A και B οι οποίες επιθυμούν να συμμετάσχουν σε δομημένη μαθησιακή συζήτηση (Εικόνα 3-18). Ακολουθούν τα παρακάτω βήματα:

A- Καθορίζουν το θέμα/τα θέματα της συζήτησης

Το θέμα της συζήτησης, για παράδειγμα, αποτελεί η Κυβερνητική.

B- Καθορίζουν τον μηχανισμό της συζήτησης ή διαφορετικά τη M – οντότητα της συζήτησης (Πίνακας 3-24).

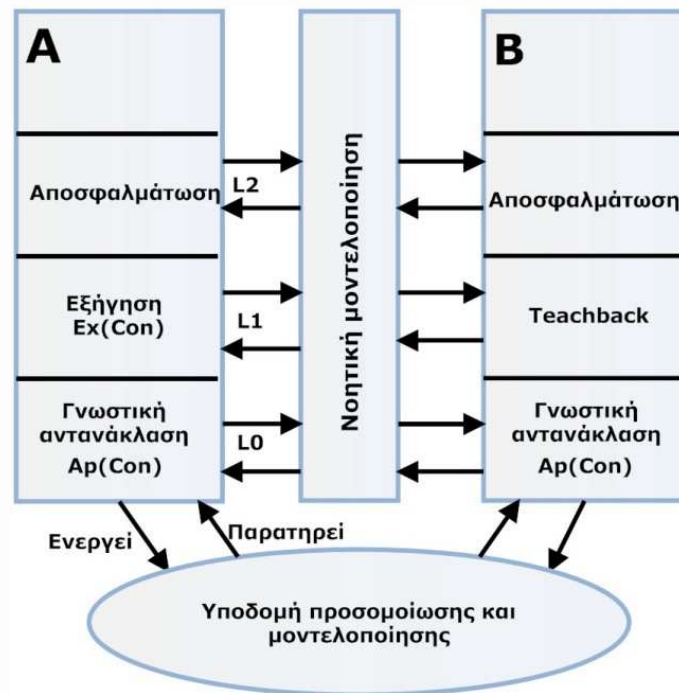
Σύνθεση M – οντότητας για το θέμα της Κυβερνητικής	
L^*	Φυσική γλώσσα
L_0 (Γλώσσα αντικειμένου)	Συστημική γλώσσα, Μαθηματικά
Μηχανισμός μοντελοποίησης και προσομοίωσης ή μηχανισμός γνωστικής αντανάκλασης	Vensim
Μηχανισμός παραγωγής συνεπαγωγικού πλέγματος και συμφωνημένης γνώσης	SmartTools
Κανάλια επικοινωνιών	Λεκτικό, σύγχρονο, οπτική επαφή
Έλεγχος, ρύθμιση, ομοιόσταση	Αυτοέλεγχος

Πίνακας 3-24: Τα βασικά στοιχεία της M – οντότητας για την πραγματοποίηση P – συζήτησης με θέμα την Κυβερνητική

Στον Πίνακα 3-25 παραθέτουμε τα πέντε βασικά επίπεδα αλληλεπίδρασης τα οποία λειτουργούν σε συγχρονισμό. Η αλληλεπίδραση αναπαρίσταται σχηματικά στην Εικόνα 3-18.

Επίπεδο	Γλώσσα	Ενέργειες
Επίπεδο 1	L_0	Οι συμμετέχοντες στη συζήτηση ενεργούν στον μηχανισμό προσομοίωσης και καταγράφουν τα αποτελέσματα
Επίπεδο 2	L_0	Οι συμμετέχοντες περιγράφουν ο ένας στον άλλο τι έκαναν
Επίπεδο 3	L_0	Οι συμμετέχοντες εξηγούν ο ένας στον άλλο το «γιατί» των παρατηρήσεων
Επίπεδο 4	L_1	Μεθοδολογική συζήτηση σχετικά με την επιλογή των μοντέλων ερμηνείας, τη μεταβολή των παραμέτρων κλπ.
Επίπεδο 5	L_2	Οι συμμετέχοντες επιχειρούν να ερμηνεύσουν τα αναπάντεχα αποτελέσματα, προσπαθώντας να αποσφαλματώσουν τη σκέψη τους

Πίνακας 3-25: Περιγραφή των πέντε επιπέδων αλληλεπίδρασης σε μαθησιακή συζήτηση



Εικόνα 3-18: Σχηματική αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων σε μαθησιακή συζήτηση

3.9.7 Η Θεωρία Συζητήσεων ως μεθοδολογία για τον σχεδιασμό μαθησιακών συζητήσεων

Η Θεωρία Συζητήσεων έχει μια σαφή και ολοκληρωμένη μεθοδολογία η οποία εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση μάθησης εικονικής ή πραγματικής. Τα μεθοδολογικά βήματα της Θεωρίας Συζητήσεων αναλύονται στον Πίνακα 3-26:

ΒΗΜΑ 1: Επιλογή γνωστικής περιοχής (DOMAIN)
Στο στάδιο αυτό γίνεται η επιλογή της περιοχής γνώσης της ομάδας. Η περιοχή γνώσης δεν είναι απαραίτητο ότι θα καλυφθεί σε μία συζήτηση, αλλά πιθανώς να χρειαστούν περισσότερες.
ΒΗΜΑ 2: Επιλογή των θεμάτων της συζήτησης (TOPICS)
Για τη συζήτηση που πρόκειται να πραγματοποιηθεί επιλέγονται τα θέματα που θα συζητηθούν.
ΒΗΜΑ 3: Δημιουργία ενός πρωτοσυνεπαιγωγικού πλέγματος (PROTOMESH)
Μετά την επιλογή, γίνεται ένα πρωτοσυνεπαιγωγικό πλέγμα της διασύνδεσης των θεμάτων.

Πίνακας 3-26: Περιγραφή των βημάτων αλληλεπίδρασης σε μαθησιακή συζήτηση

ΒΗΜΑ 4: Επιλογή μηχανισμού μοντελοποίησης και προσομοίωσης

Ο μηχανισμός μοντελοποίησης και προσομοίωσης είναι ο μηχανισμός με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί εξωτερικευση και δημοσιοποίηση των *P – οντοτήτων* των ατόμων που συμμετέχουν στη συζήτηση. Είναι γνωστός και ως μηχανισμός γνωστικής αντανάκλασης. Στον μηχανισμό μοντελοποίησης και προσομοίωσης λειτουργεί ο τελεστής εφαρμογής A_p :

$$A_p(\text{Con}_Z(T)) \Rightarrow D_Z(T) \quad [\text{Σχέση 3.31}]$$

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογικές υλοποιήσεις του μηχανισμού αυτού. Με λογισμικά, όπως *Vensim, Stella, AskSam, Smartools* σε συνδυασμό με πολυμεσικό υλικό κλπ.

ΒΗΜΑ 5: Επιλογή του συστήματος δημιουργίας συνεπαγωγικού πλέγματος

Η δημιουργία του συνεπαγωγικού πλέγματος οργανώνει τη γνώση που σταθεροποιείται κατά τη διάρκεια της συζήτησης. Αποτελεί κατά κάποιον τρόπο μια άτυπη συμφωνία σχετικά με το ποια θα είναι η κοινή γνωστική αναπαράσταση των θεμάτων που συζητήθηκαν. Το συνεπαγωγικό πλέγμα δεν αφορά μόνο τη συγκεκριμένη συζήτηση, αλλά το σύνολο της γνωστικής περιοχής. Δεν είναι χρονικά εντοπισμένο, δηλαδή, αλλά αποτελεί μια συνέχεια και εξελίσσεται με την πάροδο των συζητήσεων. Η τεχνολογική του υλοποίηση λαμβάνει διάφορες μορφές, όπως *DCSYM, SmartTools*.

ΒΗΜΑ 6: Επιλογή του συστήματος παρουσίασης των έργων (task representation system)

Το σύστημα των εργασιών αποτελεί βασικό εργαλείο, μιας και θα συμβάλει στη δημοσιοποίηση των *P – οντοτήτων* των συμμετεχόντων. Η τεχνολογική του υλοποίηση γίνεται συνήθως ως προσάρτηση στο σύστημα μοντελοποίηση – προσομοίωση, αλλά μπορεί και να υφίσταται αυτόνομα ως σύστημα αξιολόγησης.

ΒΗΜΑ 7: Επιλογή συστήματος επικοινωνιών

Στο στάδιο αυτό εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των καναλιών λεκτικής και συναισθηματικής επικοινωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων.

Πίνακας 3-26 (συνέχεια): Περιγραφή των βημάτων αλληλεπίδρασης σε μαθησιακή συζήτηση

3.9.8 Τυπικές διαδικασίες στη Θεωρία Συζητήσεων

Στον Πίνακα 3-27 παρουσιάζονται οι τυπικές διαδικασίες της Θεωρίας Συζητήσεων.

3.9.9 Η κατανόηση ως συμφωνία

Κατά τη διάρκεια μιας συζήτησης, οι συμμετέχοντες με τη δήλωση κατανόησης των θεμάτων κάνουν μια άτυπη συμφωνία αναφορικά με την κανονικοποίηση της ιδιωτικής τους *P – οντότητας* με τη δημόσια *P – οντότητα* της συζήτησης.

3.9.10 Η πρωτογλώσσα της Θεωρίας Συζητήσεων

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 1: Συζήτηση L^*
Αφορά συζητήσεις στη φυσική γλώσσα για συμφωνία πάνω στη λειτουργία του περιβάλλοντος της συζήτησης και σχετικά με το αντικείμενο της συζήτησης, την αντικειμενική γλώσσα και τις μεταγλώσσες που θα χρησιμοποιηθούν.
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 2: Συζήτηση με τη χρήση αντικειμενικής γλώσσας L_0
Χρησιμοποιούμε την αντικειμενική γλώσσα L_0 του αντικειμένου, προκειμένου να δημιουργήσουμε το συνεπαγωγικό πλέγμα του αντικειμένου της συζήτησης και να παραγάγουμε τη δημόσια συμφωνημένη γνώση. Αν η συζήτηση αφορά τη δημιουργία ενός πληροφοριακού συστήματος, η συζήτηση θα γίνει με τη χρήση της αντικειμενικής γλώσσας σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων η οποία έχει συμφωνηθεί στη διαδικασία 1. Οι εμπλεκόμενοι θα παραγάγουν τον συνεπαγωγικό χάρτη ο οποίος και θα αποτελεί και το γνωστικό προϊόν της συζήτησης.
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 3: Συζήτηση με τη χρήση μεταγλώσσας L^*
Εξηγούμε γιατί κατασκευάσαμε το συνεπαγωγικό πλέγμα με τον τρόπο που το κατασκευάσαμε, γιατί σκεφτόμαστε με τον τρόπο που σκεφτόμαστε και γιατί συνδέουμε τις έννοιες με τον τρόπο που τις συνδέουμε. Παράλληλα, εκτελούμε κάποια έργα (tasks) στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης, προκειμένου να εξασφαλίσουμε την απάλειψη της αβεβαιότητας σε ατομικό γνωστικό επίπεδο. Συνεχίζοντας το παράδειγμα του υπολογιστικού συστήματος, στη φάση αυτή θα συζητηθούν ζητήματα, όπως γιατί επιλέχθηκε το συγκεκριμένο είδος τεχνολογίας, αν θα πρέπει να δοκιμαστούν εναλλακτικές δομές συνεπαγωγικού πλέγματος κλπ.
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 4: Αλλαγή και επέκταση της αντικειμενικής γλώσσας L_0
Εφόσον δεν υπάρχει συμφωνία κατά τη διαλεκτική αντικειμένου και αντικειμενικής γλώσσας με τη χρήση της μεταγλώσσας, προχωρούμε στην τροποποίηση της αρχικής αντικειμενικής γλώσσας, δημιουργώντας τη γλώσσα L_1 . Αναφορικά με το πληροφοριακό σύστημα, εφόσον δεν υπάρχει συμφωνία σχετικά με την ικανότητα της L_0 να περιγράψει το αντικείμενο, πιθανώς να αναζητηθούν νέες έννοιες ή να τροποποιηθούν παλιές, ώστε να προκύψει νέα αντικειμενική γλώσσα.
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 5: Συζήτηση με τη χρήση αντικειμενικής γλώσσας L_1
Επιχειρείται τροποποίηση του συνεπαγωγικού πλέγματος, ώστε να περιγράφεται με τη νέα αντικειμενική γλώσσα L_1 . Οι διαδικασίες 3, 4 και 5 συνεχίζουν έως ότου επέλθει συμφωνία. Οι νέες έννοιες είναι σταθερές και το τελικό συνεπαγωγικό πλέγμα αναπαριστά την αντικειμενική γνώση.
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 6: Συζήτηση με τη χρήση άλλων αντικειμενικών γλωσσών L_n
Εφόσον κρίνεται απαραίτητο, πραγματοποιείται συζήτηση με αντικειμενικές γλώσσες L_n αναφορικά με ηθικά και άλλα αξιολογικά ζητήματα. Η εμπλοκή περισσότερων της μιας αντικειμενικών γλωσσών αυξάνει την πολυπλοκότητα της συζήτησης.

Πίνακας 3-27: Τυπικές διαδικασίες στη Θεωρία Συζητήσεων

1. Actor $z = \langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$

Ο actor είναι το ίδιο με το agent και πρόκειται για ζευγάρι διαδικασίας - προϊόντος (process product).

2. $T = \text{topic or locus of a conversation}$

Το T είναι το αντικείμενο της συζήτησης.

3. $Con_z T = \text{concept of } T \text{ in Actor } z$

Εφαρμογή του τελεστή CON στο αντικείμενο T σημαίνει την υλοποίηση της έννοιας στον πράκτορα - agent Z .

4. $Con_z = \text{concept operator (it clusters procedures)}$

Ο τελεστής εννοιών ομαδοποιεί κάποιες διαδικασίες στην κλάση - έννοια CON.

5. $Ap(Con_z(T)) \Rightarrow D_z(T)$

(Application operator on $Con(T)$ gives description D of $Con_z T$)

Ο τελεστής εφαρμογής Ap , όταν εφαρμοστεί στην έννοια, παράγει την υλοποίηση της έννοιας $D_z(T)$.

6. $\langle Ap(Con_z(T)), D_z(T) \rangle$ (complementary process - product duality)

Πρόκειται για συμπληρωματικό ζεύγος «διαδικασία - προϊόν».

7. $PROG(T)$ Algorithm for achieving T

$PROG(T)$ είναι αλγόριθμος για την επίτευξη του T .

8. $\langle PROG(T), INTER_z(T) \rangle$ programm and interpretation

Άλλο ένα συμπληρωματικό ζευγάρι $\langle PROG(T), INTER_z(T) \rangle$ process - product.

9. $INTER_z(T)$ is conducted in a $m - individual$

$INTER$ είναι η ερμηνεία του αλγόριθμου μέσα σε μια $M - \text{οντότητα}$.

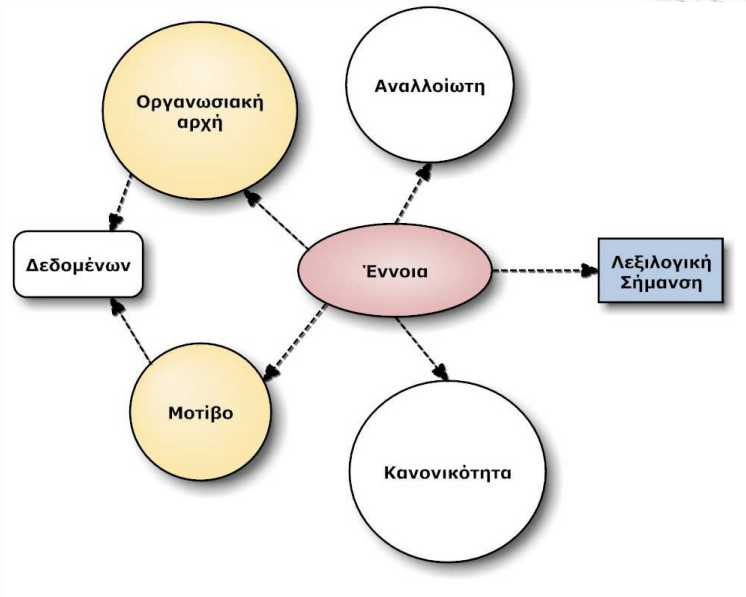
10. $PROC_z(T) = \langle PROG(T), INTER_z(T) \rangle$ ορισμός της διαδικασίας

Αλγοριθμικός ορισμός της διαδικασίας.

11. $Ap(PROC_z(T)) \Rightarrow d_z \in D_z(T)$

Υλοποίηση μιας διαδικασίας στο πλαίσιο του θέματος T.

3.10 Προεκτάσεις των βασικών αρχών του Pask στο συνεπαγωγικό πλέγμα



Εικόνα 3-19: Η έννοια στο συνεπαγωγικό πλέγμα

Πολλές από τις βασικές αρχές του Pask και ιδιαίτερα όσες αφορούν τις έννοιες και τα εννοιολογικά πλέγματα εφαρμόζονται στην ανάπτυξη του νοηματικού δικτύου. Σε τέτοια νοηματικά περιβάλλοντα δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην «έννοια» και την απεμπλοκή της από το λεκτικό περιεχόμενο (Shafir, 2006). Η **έννοια** είναι μια κανονικότητα, μια οργανωσιακή αρχή πίσω από μια μεγάλη συλλογή δεδομένων, μια αναλλοίωτη ποσότητα, ένα μοτίβο που υπάρχει στα δεδομένα. Τον κίνδυνο να ταυτιστεί μια έννοια με το γλωσσικό της ισοδύναμο εξέφραζε και ο Einstein, όταν έλεγε χαρακτηριστικά ότι η Φυσική θα πρέπει να διατηρήσει τα υψηλά της νοήματα μόνο μέσω της ανάπτυξης μιας δικής της γλώσσας. Μόνο έτσι θα απαλλαγεί από την ασάφεια με την οποία επιβαρύνονται οι έννοιες της Φυσικής, όταν εκφέρονται με την καθομιλουμένη γλώσσα⁷⁹. Κάθε έννοια έχει μια λεξιλογική σήμανση. Δεν ισχύει, όμως, και το αντίστροφο. Δεν έπεται, δηλαδή, ότι κάθε λεξιλογική σήμανση υποδεικνύει και κάποια έννοια. Η χρήση της λεξιλογικής σήμανσης διαφέρει από τη χρήση της ως λέξης στην καθομιλουμένη (μεταγλώσσα L^*):

- 1) Η λεξιλογική σήμανση κωδικοποιεί ένα συμφωνημένο νόημα, προϊόν κάποιας συζήτησης
- 2) Οι λεξιλογικές σημάνσεις δεν έχουν συνώνυμα.

Σε αρθρωμένο λόγο, η ύπαρξη μιας λεξιλογικής σήμανσης δεν αποτελεί κατ' ανάγκη δήλωση μιας έννοιας (concept statement). Ή διαφορετικά δεν υπάρχει 1-1 αντιστοιχία εννοιών και λεξιλογικών σημάνσεων. Ο Shafir αναφέρεται στη δομή των εννοιών, δίνοντας την παρακάτω γενική μορφή:

⁷⁹ Η καθομιλουμένη γλώσσα εδώ είναι η μεταγλώσσα L^* του Pask.

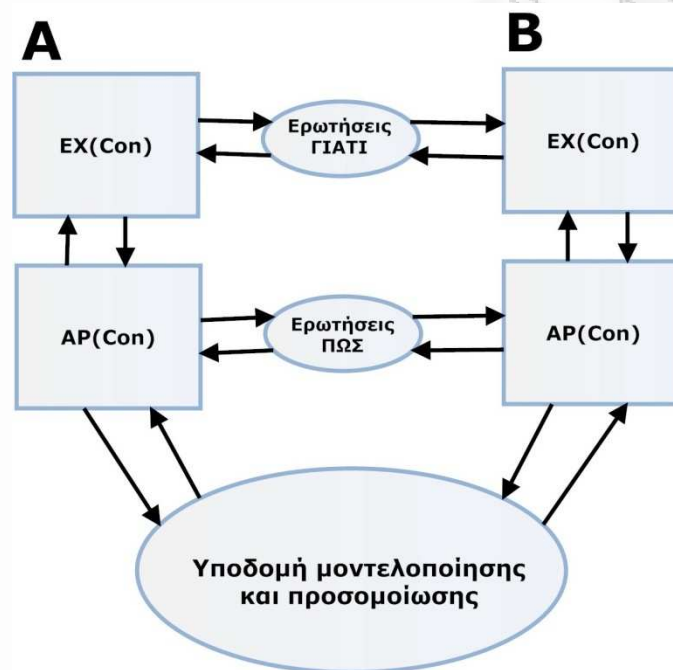
$$C' = [(C_i), (R_j), (L_k)]$$

(C_i) : Είναι ένα σύνολο υπερκείμενων εννοιών που συνθέτουν την υποκείμενη

(R_j) : Σύνολο σχέσεων

(L_k) : Σύνολο από γλωσσικά στοιχεία.

3.11 Θεωρία Συζητήσεων και Εκπαίδευση



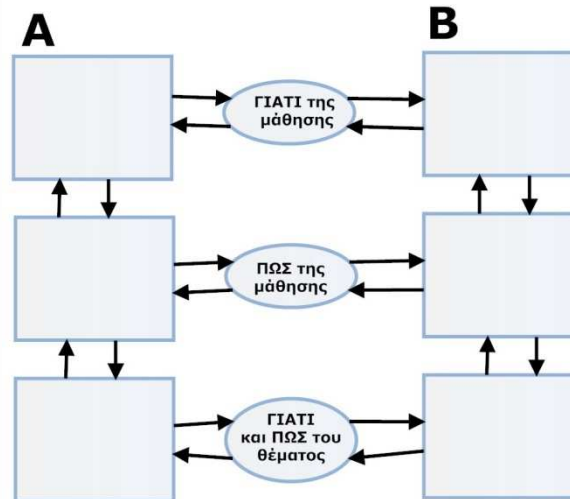
Εικόνα 3-20: Μοντέλο συζητήσεων για την Εκπαίδευση

Η Θεωρία Συζητήσεων του Pask αποτελεί μια κυβερνητική θεώρηση της κατασκευής της απαραίτητης λειτουργικής συμφωνημένης γνώσης μιας αυτοοργανωνόμενης κοινότητας. Η δυνατότητα παραγωγής γνώσης και η σύνδεσή της με μηχανισμούς ελέγχου, ρύθμισης, προσαρμογής και εξέλιξης αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο τόσο της Κυβερνητικής Πρώτης Τάξης όσο και της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης. Σε πολύ γενικές γραμμές, η Θεωρία Συζητήσεων διατείνεται ότι μια ομάδα η οποία αποτελεί μαθησιακό σύστημα είναι δυνατόν να δημιουργήσει μια κοινή **P – οντότητα** η οποία και θα διατηρεί ένα συμφωνημένο σώμα γνώσης με τη μορφή συνεπαγωγικού πλέγματος μέσω κάποια κοινής μηχανικής **M – οντότητας**. Η συμφωνημένη γνώση είναι προϊόν συζήτησης πάνω σε κάποιο αντικείμενο με τη χρήση της αντίστοιχης αντικειμενικής γλώσσας ή συνόλου αντικειμενικών γλωσσών $L_0 \dots L_n$.

Με τη χρήση σειράς μεταγλωσσών είναι δυνατόν να ελέγχεται η συζήτηση, με αποτέλεσμα να οδηγείται σε εξέλιξη με την παραγωγή ανώτερων αντικειμενικών γλωσσών και ανώτερων **P – οντοτήτων** με πληρέστερα συνεπαγωγικά πλέγματα. Αντιλαμβανόμαστε ότι το παραπάνω πλαίσιο είναι ιδεώδες για περιπτώσεις παραγωγής

ανοιχτής λειτουργικής γνώσης σε διαθεματικές ομάδες ή για την εξέλιξη της γνώσης σε επιστημονικές ομάδες.

Η Θεωρία Συζητήσεων αποτελεί, επίσης, ένα πολύ λειτουργικό υπόδειγμα για τις περιπτώσεις μεταφοράς κάποιου αναλυτικού προγράμματος, περιπτώσεις δηλαδή οργανωμένης σκόπιμης μάθησης, όπως αυτή που συμβαίνει στο σχολείο (Εικόνες 3-20 και 3-21).



Εικόνα 3-21: Μεταεπίπεδα συζητήσεων στη μαθησιακή διαδικασία

3.11.1 Αξιολόγηση συστημάτων πραγματικής και εικονικής μάθησης με βάση τη Θεωρία Συζητήσεων

Η Θεωρία Συζητήσεων, κατά τον Ford (2001), αρχίζει να αποκτά σημαντική σημασία στο σύγχρονο πολύπλοκο περιβάλλον του εκπαιδευτικού λογισμικού. Προσφέρει ένα σημαντικό πλαίσιο για τον σχεδιασμό, Zimmer (2001), και την αξιολόγηση περιβαλλόντων πραγματικής και εικονικής μάθησης, προσφέροντας μια σειρά από κριτήρια:

Κριτήριο 1: Δομή της *M* – οντότητας

Η *M* – οντότητα αποτελεί τον βασικό χώρο εστίασης και λειτουργίας της συζήτησης. Αποτελεί το βασικό τεχνολογικό συστατικό της μαθησιακής διαδικασίας. Η αρχιτεκτονική της *M* – οντότητας είναι ίσως το μόνο πιο σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης όλων των μορφών μάθησης:

- Ατομική μάθηση
- Διά βίου μάθηση
- Ελεύθερη μάθηση
- Οργανωσιακή μάθηση
- Σχολική μάθηση
- Ακαδημαϊκή μάθηση
- Επαγγελματική μάθηση
- Εικονική μάθηση
- Σεμιναριακή μάθηση
- Εργαστήρια

Μία **M** – **οντότητα**, για να είναι λειτουργική, θα πρέπει να έχει τις κατάλληλες τεχνολογικές υλοποιήσεις στα παρακάτω:

- A) Σύστημα μοντελοποίησης και προσομοίωσης
- B) Σύστημα δημιουργίας εννοιολογικών συνεπαγωγών και συνεπαγωγικών πλεγμάτων
- Γ) Σύστημα επικοινωνιών και υλοποίησης των γλωσσών **L***, **Ln**
- Δ) Σύστημα ελέγχου και ομοιόστασης.

Κριτήριο 2: Αρχιτεκτονική της συζήτησης

Σε ένα σύστημα μάθησης θα πρέπει να υλοποιούνται τα παρακάτω επίπεδα:

L* Επίπεδο φυσικής μεταγλώσσας για τη συζήτηση σχετικά με τη συζήτηση

L₀ Επίδειξη

L₁ Ερμηνεία

L₂ Αποσφαλμάτωση

L₃ Αντίστροφη διδασκαλία, μαθησιακή συμφωνία.

Κριτήριο 3: Χωρητικότητα σε Ποικιλομορφία

Δυνατότητα υλοποίησης πολλαπλών σεναρίων μάθησης.

3.12 Εκπαίδευση και ΤΠΕ: μια περίπλοκη προβληματική

Μετά από 100 περίπου χρόνια Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, εκ των οποίων τα 50 ανήκουν στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (Πίνακας 3-28), δεν στάθηκε δυνατόν να δοθούν επαρκείς ερευνητικές απαντήσεις στα παρακάτω θεμελιώδη ερωτήματα:

- ❖ Ποια είναι η κυβερνητική της **συσχέτισης** των διδακτικών - μαθησιακών - παιδαγωγικών αρχών της Εκπαίδευσης με τις εκάστοτε τεχνολογικές καινοτομίες στην Πληροφορική και Επικοινωνία;
- ❖ Ποια είναι η κυβερνητική της **αναβάθμισης** του τεχνολογικού περιβάλλοντος της σχολικής τάξης και πώς σχετίζεται με τον παιδαγωγικό μηχανισμό της;
- ❖ Ποιες είναι οι διαστάσεις της σχέσης του εκπαιδευτικού με τις νέες τεχνολογίες;
- ❖ Τι ακριβώς περιλαμβάνει το πεδίο της **εκπαιδευτικής τεχνολογίας**; Αρκεί μόνο η παραγωγή τεχνολογίας ή απαιτείται ένας επαρκής μηχανισμός για τη συσχέτιση των δύο, ενεργοποιώντας έναν **διάλογο** μεταξύ **Soft** (Εκπαίδευση) και **Hard** (Τεχνολογία);

Πολλά ερωτήματα που φαινομενικά είναι απλά δεν έχουν βρει ακόμη επαρκείς απαντήσεις, αν και συνδέονται με πολύ μεγάλο όγκο ερευνητικών δεδομένων:

- ❖ Πόσο διευκολύνουν οι νέες τεχνολογίες, όπως τα πολυμέσα, με τα εντυπωσιακά εικονικά τους περιβάλλοντα, τη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία; (Caincross, 1999)
- ❖ Έχουν οι εκάστοτε νέες τεχνολογίες την πραγματική επίδραση που υπόσχονται; (Steel, 2001· Reynolds, 2003)

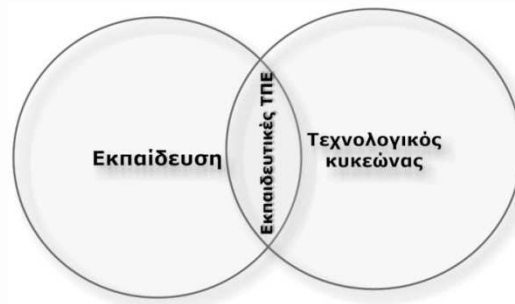
- ❖ Πόσο σχετίζονται τα νοητικά μοντέλα των εκπαιδευτικών με τα νοητικά μοντέλα των παραγωγών Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας; Γιατί εντυπωσιακές τεχνολογίες περνούν εντελώς απαρατήρητες από τους εκπαιδευτικούς; Φταίει ότι είναι τεχνοφοβικοί ή συντηρητικοί ή υπάρχουν άλλοι παράγοντες που πρέπει να μελετηθούν;

	1950	1970	1980	1990	2000 και μετά
Εξέλιξη των ΤΠΕ	Μηχανές διδασκαλίας	Υποβοηθούμενη διδασκαλία	Εκπαιδευτικό λογισμικό	Πολυμέσα	Διαδίκτυο
Εστίαση	Εξάσκηση	→ → → → → → → → → → → → → → → →			Εμπλουτισμένα περιβάλλοντα μάθησης
	Ανάσυρση πληροφοριών				Οικοδόμηση γνώσης
	Αύξηση της γνώσης				Λειτουργία της σκέψης σε ανώτερα επίπεδα
Παράδειγμα	Ποσότητα της γνώσης	→ → → → → → → → → → → → → → → →			Ποιότητα της γνώσης
	Ανάγνωση	→ → → → → → → → → → → → → → → →			Δημιουργικότητα
	Γραφή				Διαθεματικότητα
	Αριθμητική				Διαπολιτισμικότητα
					Συνεργασία Κριτική σκέψη Επικοινωνία
Θεωρίες μάθησης	Οικονομία της βιομηχανίας	→ → → → → → → → → → → → → → → →			Οικονομία της γνώσης
	Μπιχεβιορισμός	→ → → → → → → → → → → → → → → →			
			Γνωστικισμός	→ → → → → → → → → → → →	Οικοδόμηση γνώσης

Πίνακας 3-28: 50 χρόνια Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας. Συνοπτική παρουσίαση (Melle, 2003)

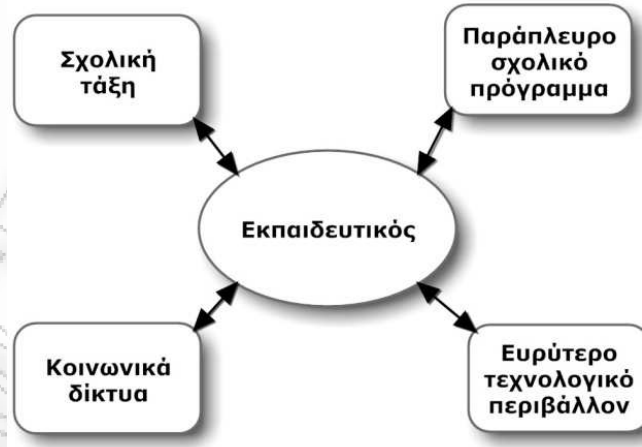
- ❖ Πόσο αποτελεσματική είναι η τεχνολογική επέκταση προς την ηλεκτρονική και δικτυακή μάθηση, τις εικονικές τάξεις, τα εικονικά σχολεία, τα πολυμέσα, το edutainment (Okan, 2003); Αντιπροσωπεύει πραγματικά εκπαιδευτικές ανάγκες ή μήπως οι τεχνολόγοι μάθησης (learning technologists) κατασκεύασαν τον δικό τους μαθησιακό κόσμο, ένα άλλο μαθησιακό σύμπαν (Oliver, 2001) το οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται ως έναν τεχνολογικό κυκεώνα⁸⁰ (Εικόνα 3-23); Μήπως η επέκταση αυτή είναι αποτέλεσμα της πίεσης για κατανάλωση τεχνολογίας περισσότερο από πίεση για καλύτερη μάθηση; Μήπως τελικά μιλάμε για δύο διαφορετικούς κόσμους με μικρή επικάλυψη (Εικόνα 3-22);

⁸⁰ Mess με την έννοια του κυκεώνα του Ackoff.



Εικόνα 3-22: Αλληλοεπικάλυψη τεχνολογικού περιβάλλοντος και Εκπαίδευσης

- ❖ Πώς διαμορφώνεται ο τεχνολογικός κόσμος του εκπαιδευτικού αναφορικά με το εκπαιδευτικό του έργο; Ποιες είναι οι πραγματικές ανάγκες του; Γιατί εμφανίζεται διεθνώς η τάση του εκπαιδευτικού να χρησιμοποιεί διπλή τεχνολογική ταυτότητα, μία για τον εαυτό του και μία για την εκπαιδευτική του ιδιότητα; (Conlon, 2003)
- ❖ Έχει πραγματική βάση η ρητορική περί τεχνολογικών επαναστάσεων και σχολείων του μέλλοντος, για τάξεις του μέλλοντος και άλλα παρεμφερή; (Selwyn, 2003· Velle, 2003)
- ❖ Συνδέεται η τεχνολογία με κάποιο συγκεκριμένο μαθησιακό και διδακτικό στυλ, για παράδειγμα το στυλ οικοδόμησης της γνώσης; (Guo, 2003)



Εικόνα 3-23: Βασικές μαθησιακές συζητήσεις στις οποίες συμμετέχει ο εκπαιδευτικός

Η παραπάνω θεώρηση μας φέρνει αντιμέτωπους με μια πολύπλοκη **προβληματική** η οποία δεν μπορεί να προσεγγιστεί αποτελεσματικά με το απλό γραμμικό αιτιατό σχήμα:

*οι τεχνολόγοι παράγουν εκπαιδευτική τεχνολογία →
ο εκπαιδευτικός υιοθετεί και εφαρμόζει →
ο μαθητής και η σχολική κοινότητα ωφελείται.*

Κάθε σχέση στο παραπάνω ντετερμινιστικό σχήμα έχει διερευνηθεί εντατικά χωρίς, όμως, να υπάρχει κάποια οριστική διευθέτηση. Όπως χαρακτηριστικά σημειώνει ο Lin (2002), η έρευνα σχετικά με τις ΤΠΕ θα πρέπει να κινηθεί προς τη συνολική ει-

κόνα. Οι ΤΠΕ, κατά τον Lin, δεν υπάρχουν ως απομονωμένες και αποστειρωμένες τεχνολογίες, αλλά είναι αλληλένδετες με όλα τα υπόλοιπα εργαλεία και ανθρώπους αυτού που χαρακτηρίζουμε ως εκπαιδευτικό περιβάλλον. Ο Papert (1993) αναφέρει ότι, καθώς οι ΤΠΕ εισέρχονται στην Εκπαίδευση, ανακατεύονται με πολύ περισσότερα πράγματα από ό,τι θα μπορούσαν να φανταστούν οι σχεδιαστές τους. Η Cox (2007) στον Πίνακα 3-29 παρουσιάζει μια συγκεντρωτική ταξινόμια σχετικών ερευνών.

Συμπέρασμα	Ερευνητής
Θετική συνεισφορά στη μάθηση	Watson, 1993· Bliss, 1994· Liao, 1999· Cox, 2004
Υποκίνηση των μαθητών	Gardneretal, 1994· Cox, 1997· Hennessy, 2005
Αλλαγή του τρόπου διδασκαλίας	Cox, 1997· Loveless, 2001 Webb, 2002· Cox, 2004· Sutherlandetal, 2004· Pearson, 2006.
Ουδέτερα ή ασαφή αποτελέσματα	Cox, 1997· Jones, 2004· Torgeson, 2002· Goodison, 2003
Αρνητική στάση απέναντι στις ΤΠΕ	Gardneretal, 1993· Prestonetal, 2000
Μόνο η εξειδικευμένη και στοχευμένη χρήση έχουν αποτελέσματα	Cox, 2004· Wentlingetal, 2006

Πίνακας 3-29: Αναφορές σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία

Η Cox (2007) επισημαίνει την έλλειψη μια συστημικής προσέγγισης της σύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ με την προσήλωση της ερευνητικής προσπάθειας σε μεμονωμένα ερωτήματα και τη στατιστική τους ανάλυση. Αποτέλεσμα αυτής της μονόπλευρης ερευνητικής στάσης είναι βασικά μακροσκοπικά ερωτήματα να μένουν αναπάντητα. Επισημαίνει, επίσης, ότι πολλές έρευνες αγνοούν τον ρόλο των εκπαιδευτικών οι οποίοι είναι και οι κατασκευαστές του τεχνολογικού υποβάθρου της τάξης τους, συνδυάζοντας τα δικά τους τεχνολογικά, διδακτικά και παιδαγωγικά προφίλ. Επισημαίνει, επίσης, ότι η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στις ΤΠΕ θα πρέπει να συνδυαστεί με τη γενικότερη μεταμοντέρνα πίεση για την υιοθέτηση των ΤΠΕ σε όλα τα πεδία της ανθρώπινης δράσης. Η Cox (2007) καταλήγει συμπερασματικά ότι πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί έχουν την απαραίτητη αποδοχή και εμπιστοσύνη απέναντι στις ΤΠΕ. Από τους εκπαιδευτικούς που κάνουν χρήση των ΤΠΕ οι περισσότεροι απλά εμπλουτίζουν τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας παρά αναπροσαρμόζουν ή επανασχεδιάζουν τη *M – οντότητα* της τάξης τους, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό νέες μορφές μαθησιακών συζητήσεων.

Ο Wijekumar (2006), πραγματοποιώντας μεταανάλυση μεγάλου αριθμού ερευνών αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Πίνακας 3-30), διαπιστώνει φτωχά ή ακόμη και απογοητευτικά και σε πολλές περιπτώσεις αρνητικά αποτελέσματα. Σημειώνει χαρακτηριστικά ότι, αν και οι εκπαιδευτικές τεχνολογίες εισάγονται στο μαθησιακό πεδίο με τυμπανοκρουσίες και πολλές προσδοκίες, σκοπντάφτουν σε ζητήματα τα οποία έχουν να κάνουν με το βασικό επικοινωνιακό τρίπτυχο το οποίο και αναπτύχθηκε στο πρώτο κεφάλαιο.

Συγγραφέας	Αντικείμενο	Αποτελέσματα
Adams και Shrum (1990)	Βιολογία	Τα συμβατικά εργαλεία υπερείχαν των αντιστοιχών με ΤΠΕ
Berge (1990)	Φυσικές επιστήμες	Βελτίωση των μαθητών με χαμηλές επιδόσεις
Bonk και Raynolds (1992)	Γλώσσα	Καμιά σημαντική διαφοροποίηση
Canzares και Faur (1997)	Μηχανολογία	Καμιά σημαντική διαφοροποίηση
Carter et al. (1999)	Φυσική	Διαπιστώθηκαν γνωστικοί περιορισμοί από το ίδιο το εργαλείο
Coleman et al. (1998)	Μηχανολογία	Οι μαθητές με συμβατικά εργαλεία είχαν καλύτερη απόδοση
Dejong et al. (1999)	Φυσική	Δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφοροποίηση
Dixon (1997)	Μαθηματικά	Παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση
Lindstrom et al. (1993)	Μηχανική	Βελτίωση στην κατανόηση, αλλά όχι και στη συνολική επίδοση
Mayes (1995)	Άλγεβρα	Σημαντική βελτίωση
Salomon et al. (1989)	Γλώσσα	Σημαντικές διαφορές
Williamson et al. (1995)	Χημεία	Αμελητέες διαφορές
Woszczyzna και Smith (1996)	Φυσική	Αρνητικά αποτελέσματα

Πίνακας 3-30: Αποτελέσματα ερευνών σχετικά με τη σύγκριση παραδοσιακών εκπαιδευτικών εργαλείων και εργαλείων ΤΠΕ

Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα, σημειώνει πως ο πιο κοινός τρόπος έρευνας αναφορικά με την αξιολόγηση της επίδρασης μιας νέας τεχνολογίας στη διδασκαλία και τη μάθηση είναι τα συγκριτικά πειράματα. Η σαφής προτίμηση σε αυτού του είδους τις έρευνες μας δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιούμε μεταέρευνες οι οποίες παρουσιάζουν μια συγκεντρωτική εικόνα. Αναφέρει τα αποτελέσματα δώδεκα μεταερευνών (Lipsey και Wilson, 1993) που αντιστοιχούν σε συνολικά 300 πρωτογενείς έρευνες τη δεκαετία 1983-1993, με τελικό συμπέρασμα το μικρό σχετικά πλεονέκτημα της εμπλουτισμένης με ΤΠΕ διδασκαλίας σε σχέση με την παραδοσιακή. Στο διάστημα 1987-1992 (Fletcher-Flinn, 1995) 120 έρευνες δίνουν πλεονέκτημα των ΤΠΕ σε μαθητές πολύ μικρής ηλικίας και σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Για τους υπόλοιπους μαθητές τα αποτελέσματα των ερευνών είναι οριακά. Η Parr (2005) ανακοίνωσε παρόμοια ευρήματα, περιγράφοντας δεκαεπτά μετααναλύσεις μέσα από 600 συγκριτικές έρευνες. Διαπίστωσε θετικά αποτελέσματα σε θετικά μαθήματα, όπως η Φυσική και τα Μαθηματικά και αρνητικά αποτελέσματα σε γλωσσικά μαθήματα.

Ευρήματα της Sancho
Η τεχνολογία θα πρέπει να είναι συστατικό στοιχείο των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων.
Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι, για να υιοθετήσουν τις ΤΠΕ.
Οι εκπαιδευτικοί ίσως θα πρέπει να αναθεωρήσουν τις ιδέες τους σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση.
Οι τεχνολογικοί πόροι πρέπει να είναι επαρκείς και προσεγγίσιμοι.
Η αποτελεσματική τεχνολογία απαιτεί μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και υποστήριξη.

Πίνακας 3-31: Συγκεντρωτική παρουσίαση των ευρημάτων της Sancho (2004)

Ο Hartley (2007), αφού διαπιστώνει ότι έχει πραγματοποιηθεί ένας τεράστιος αριθμός μεμονωμένων συγκριτικών ερευνών σχετικά με τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση οι οποίες ευνοούν την τεχνολογία σε οριακά επίπεδα, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να εγκαταλειφθούν πλέον οι ρητορικές σχετικά με δραστικές αλλαγές και επαναστάσεις προς όφελος πιο ήπιων προσεγγίσεων και πιο ρεαλιστικών μοντέλων σύνδεσης των παραδοσιακών παιδαγωγικών μεθόδων με τις νέες τεχνολογίες. Ο ίδιος περιγράφει ως κατάλληλο το μοντέλο αυτό της συνεργατικής διδασκαλίας. Η Sancho (2004) ομαδοποιεί τα συμπεράσματα από πληθώρα ερευνών αναφορικά με την εισαγωγή των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Πίνακας 3-31). Ο McClintock (2000), ολοκληρώνοντας πάνω από δεκαετή έρευνα, έκανε τις παρακάτω διαπιστώσεις του Πίνακα 3-32.

Ο McClintock (2000) θεωρεί γενικά τα ευρήματα απογοητευτικά αναλογικά με την προσπάθεια και τη χρηματοδότηση, σημειώνει, όμως, ότι σημαντικές ιστορικές αλλαγές σε πολύπλοκα συστήματα, όπως είναι η Εκπαίδευση, λαμβάνουν χώρα σε μια εκτεταμένη χρονική κλίμακα.

Ο Thirunarayanan (2002) σημειώνει μικρές διαφορές μεταξύ πραγματικής και εικονικής μάθησης σε γλωσσικά μαθήματα, πράγμα το οποίο κατά τον ερευνητή υποδεικνύει τη δυσκολία συνέργειας των παραδοσιακών μοντέλων μάθησης με τις νέες τεχνολογίες.

Η Lowe (2002), σε συμφωνία με τον προηγούμενο ερευνητή, επισημαίνει την ανάγκη αποδοτικού συνδυασμού των παραδοσιακών διδακτικών τεχνολογιών με τις νέες τεχνολογίες, προτείνοντας έτσι τη στροφή της έρευνας προς αυτήν την κατεύθυνση. Επισημαίνει για παράδειγμα το φαινόμενο της «διδακτικής πόλωσης», της απόκλισης δηλαδή των διδακτικών αποτελεσμάτων μεταξύ παραδοσιακής και τεχνολογικά ενισχυμένης διδασκαλίας, όταν αυτές εκφέρονται από τον ίδιο διδάσκοντα.

Η Melle (2003) παραθέτει τον Ehrmann (2000): κάθε πέντε ή δέκα χρόνια, όταν ένας νέος επεξεργαστής, οπτικό μέσο ή τηλεπικοινωνιακό κανάλι εμφανίζεται, ηχούν οι τρομπέτες: «Η επανάσταση ξεκίνησε». Παράλληλα, παρουσιάζει ενδεικτικές συγκριτικές έρευνες και μεταέρευνες αναφορικά με τα αποτελέσματα των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Πίνακας 3-33). Ο Krumsnik (2005) πραγματοποιεί μια πολύ καλή επισήμανση σχετικά με τη διαφορά της πυκνότητας τεχνολογίας στη

σύγχρονη κοινωνία και την πυκνότητα τεχνολογίας στα σύγχρονα ευρωπαϊκά σχολεία. Θεωρεί, όμως, ότι η ώσμωση προς την πλευρά της Εκπαίδευσης είναι ένα πολύ πιο πολύπλοκο ζήτημα από ό,τι φαίνεται. Στα αρχικά στάδια της αναζήτησης τρόπων διασύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης, θεωρήθηκε ότι η αύξηση της πυκνότητας υλικοτεχνικής υποδομής στα σχολεία θα είχε ως αποτέλεσμα την αναλογική αύξηση της χρησιμότητας, κάτι που δεν επαληθεύτηκε ποτέ πειραματικά. Αντίθετα, αναπτύχθηκαν θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με την επάρκεια της παραδοσιακής επιστημολογίας της Εκπαίδευσης και την ανάγκη ανάπτυξης μιας ψηφιακής επιστημολογίας η οποία και θα αναλάβει το ζήτημα διασύνδεσης εκπαιδευτικής πράξης και ΤΠΕ. Ο Krumsnik (2005) θεωρεί ότι η εξίσωση της πυκνότητας τεχνολογίας της κοινωνίας με αυτήν του σχολείου οδηγεί με μια μεγάλη αναταραχή και πίεση μέσα από την οποία θα αναδυθούν νέα παιδαγωγικά μοντέλα αναφορικά πάντα και με την τάση των σχολείων για πολύ αργή προσαρμογή (Cuban, 2001).

Ευρήματα του McClintock (2000)⁸¹
Οι ευρυζωνικές συνδέσεις πρέπει ουσιαστικά να φτάσουν σε κάθε σχολική τάξη.
Η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών πραγματοποιείται σε όλα τα επίπεδα μιας σχολικής μονάδας και όχι επιλεκτικά.
Η διάχυση της χρήσης των νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση δεν μπορεί να γίνει υποχρεωτικά, κατ' εντολή, αλλά με την υποστήριξη των εθελοντικών ενεργειών.
Οι σχολικές τάξεις θα πρέπει να γίνουν κόμβοι επικοινωνίας μαθητών, εκπαιδευτικών, ειδικών, σε επίπεδο περιφέρειας, αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.
Θα πρέπει να γίνει μια σοβαρή αναβάθμιση της παιδαγωγικής κοινής λογικής για το τι είναι σωστό και τι όχι.

Πίνακας 3-32: Συγκριτική παρουσίαση των ευρημάτων του McClintock (2000)

Η Van Melle (2003) παραθέτει τον Ehrmann (2000): κάθε πέντε ή δέκα χρόνια, όταν ένας νέος επεξεργαστής, οπτικό μέσο ή τηλεπικοινωνιακό κανάλι εμφανίζεται, ηχούν οι τρομπέτες: «Η επανάσταση ξεκίνησε». Παράλληλα, παρουσιάζει ενδεικτικές συγκριτικές έρευνες και μεταέρευνες αναφορικά με τα αποτελέσματα των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Πίνακας 3-33). Ο Krumsnik (2005) πραγματοποιεί μια πολύ καλή επισήμανση σχετικά με τη διαφορά της πυκνότητας τεχνολογίας στη σύγχρονη κοινωνία και την πυκνότητα τεχνολογίας στα σύγχρονα ευρωπαϊκά σχολεία. Θεωρεί, όμως, ότι η ώσμωση προς την πλευρά της Εκπαίδευσης είναι ένα πολύ πιο πολύπλοκο ζήτημα από ό,τι φαίνεται. Στα αρχικά στάδια της αναζήτησης τρόπων διασύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης, θεωρήθηκε ότι η αύξηση της πυκνότητας υλικοτεχνικής υποδομής στα σχολεία θα είχε ως αποτέλεσμα την αναλογική αύξηση της χρησιμότητας, κάτι που δεν επαληθεύτηκε ποτέ πειραματικά. Αντίθετα, αναπτύχθηκαν θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με την επάρκεια της παραδοσιακής επιστημολογίας της Εκπαίδευσης και την ανάγκη ανάπτυξης μιας ψηφιακής επιστημολογίας η οποία και θα αναλάβει το ζήτημα διασύνδεσης εκπαιδευτικής πράξης και ΤΠΕ. Ο Krumsnik (2005) θεωρεί ότι η εξίσωση της πυκνότητας τεχνολογίας της

⁸¹ Κατά παράθεση της Sancho (2004).

κοινωνίας με αυτήν του σχολείου οδηγεί με μια μεγάλη αναταραχή και πίεση μέσα από την οποία θα αναδυθούν νέα παιδαγωγικά μοντέλα αναφορικά πάντα και με την τάση των σχολείων για πολύ αργή προσαρμογή (Cuban, 2001).

Σύμφωνα με τον Van Melle (2003), η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πραγματικότητα είναι ένα ανδυόμενο δυναμικό και όχι γραμμικό φαινόμενο.

Η Βοσνιάδου (2002), αναφερόμενη στις συγκριτικές έρευνες στην ελληνική πραγματικότητα, σημειώνει ότι τα καλά αποτελέσματα συνήθως διαρκούν όσο και τα πειράματα ή τα χρηματοδοτούμενα προγράμματα και εξαφανίζονται με το τέλος των ερευνητικών προγραμμάτων, για να επανέλθουν όλα στην αρχική κατάσταση.

Ερευνητής	Ευρήματα
Russell (1999) – 355 έρευνες για την εξ αποστάσεως μάθηση (1928-1998)	Δεν υπάρχει τίποτα ενδογενές στην τεχνολογία που να οδηγεί στη βελτίωση της μάθησης
Najjar (1996) – Βιβλιογραφική έρευνα αναφορικά με τη σχέση πολυμέσων και μάθησης	Πολύ εξειδικευμένες περιπτώσεις βελτίωσης, όπως σε μαθητές με χαμηλές επιδόσεις
Dillon και Gabbard (1998) – Μεταέρευνα 1990-1996 αναφορικά με τα υπερμέσα	Πολύ περιορισμένα επιτυχή αποτελέσματα τα οποία δεν συμβαδίζουν με τη γενικότερη ευφορία
Christmann και Badgett (1990) – Μεταανάλυση 11 ερευνών σχετικά με τη χρήση CAI (Computer Aided Instruction)	Επιτυχημένη εφαρμογή κυρίως στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
Mann et al. – Γενική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων στο Virginia State	Ένα μεγάλο μέρος της βελτίωσης των αποτελεσμάτων μπορεί να αποδοθεί στη χρήση των ΤΠΕ
Alspaugh (1999) – Γενική αξιολόγηση 525 σχολείων στο Missouri State αναφορικά με τον συσχέτισμό ΤΠΕ και απόδοσης	Δεν υπάρχει συσχέτισμός της διαθεσιμότητας πόρων ΤΠΕ και εκπαιδευτικής απόδοσης με τα παραδοσιακά μέτρα
Cuban (2001) – Μελέτη της σχέσης μεταξύ της διαθεσιμότητας και της υλοποίησης των ΤΠΕ στην παιδαγωγική πράξη	Η αυξημένη πρόσβαση σε ΤΠΕ πόρους δεν οδήγησε στην αύξηση της χρήσης. Παράλληλα, όπου πραγματοποιήθηκε χρήση των ΤΠΕ, αυτή έγινε για την υποστήριξη παραδοσιακών παιδαγωγικών και όχι για την είσοδο νέων

Πίνακας 3-33: Ενδεικτική παρουσίαση επιλεγμένων ερευνών αναφορικά με τη χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση και των αποτελεσμάτων τους (Melle, 2003)

Η αρχική προσδοκία ήθελε την αύξηση της πυκνότητας τεχνολογίας στην Εκπαίδευση να πυροδοτεί αυθόρμητα και τις αναγκαίες αλλαγές ενσωμάτωσής τους στην εκπαιδευτική πράξη (Cuban, 2001). Αυτή ακριβώς η άποψη έφερε τις ρητορικές να προηγούνται της πράξης σε βαθμό που να επισκιάζονται άλλα σοβαρότερα ζητήματα. Ο Krumsnik (2005) αναφέρει ότι τα εκπαιδευτικά πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν τις δεκαετίες του '80 και '90 κυριαρχούνται από μια λογικοντετερμινιστική άποψη που ήθελε την τεχνολογία ως μέσο της αύξησης της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης των σχολείων. Ακολουθήθηκε μια ιεραρχική προσέγγιση όπου τα αποτελέσματα των πειραμάτων γίνονταν κεντρικές πολιτικές. Στη

σειρά των αποφάσεων, ο εκπαιδευτικός σπάνια είχε άποψη και θέση (Cuban και Tyack, 1998). Η Younie (2006), παρουσιάζει στους Πίνακες 3-34 και 3-35 μερικά βασικά συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν μετά από 20ετή προώθηση των τεχνολογιών στη Μεγάλη Βρετανία.

Ο Bayraktar (2002) σε μεταανάλυση της επίδρασης των νέων τεχνολογιών συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, επισημαίνει μια οριακή υπεροχή των νέων τεχνολογικών η οποία δεν πείθει ότι οι νέες τεχνολογίες διαθέτουν το δυναμικό να αλλάξουν δραστικά το διδακτικό τοπίο στη βασική εκπαίδευση.

Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στους εκπαιδευτικούς
Αύξηση των ικανοτήτων των εκπαιδευτικών στον χειρισμό των ΤΠΕ και ιδιαίτερα σε ζητήματα, όπως ψηφιακά μέσα, πολυμέσα, διαδίκτυο, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και ηλεκτρονικές επικοινωνίες
Αύξηση της αυτοπεποίθησης απέναντι στις νέες τεχνολογίες
Παραμένει μια υπολογίσιμη μειονότητα εκπαιδευτικών η οποία αδυνατεί να συμφιλωθεί με τις ΤΠΕ

Πίνακας 3-34: Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στους εκπαιδευτικούς (Younie 2006)

Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στην Παιδαγωγική
Οι τεράστιοι πόροι που έχουν διατεθεί δεν έχουν βρει τον δρόμο τους προς μια παιδαγωγική ενσωμάτωση και μετασχηματισμό.
Αν και οι ικανότητες των εκπαιδευτικών αυξάνονται στις ΤΠΕ, δεν αξιοποιούνται εύκολα στη σχολική τάξη.
Αν και οι περιπτώσεις παιδαγωγικής αξιοποίησης των ΤΠΕ αυξάνουν, δεν αρκούν για να παράγουν γενικεύσιμες πρακτικές.
Υπάρχει μεγάλος διασκορπισμός αποτελεσμάτων τόσο ανάμεσα στα σχολεία όσο και στα διδακτικά αντικείμενα, γεγονός που καθιστά τη γενικευμένη παρέμβαση πολύ δύσκολη.
Ευνοημένη από την όλη προσπάθεια είναι η διδασκαλία συναφών με τις ΤΠΕ αντικειμένων. Στα υπόλοιπα αντικείμενα η χρησιμότητα είναι χαμηλή.
Οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν δυσκολίες στο να διαχειριστούν έναν τεχνολογικά εξελιγμένο διδακτικό μηχανισμό. Πολλοί εκπαιδευτικοί δεν έχουν αποφασίσει ακόμη για την αναβάθμιση του μηχανισμού τους, ενώ αυτοί που είχαν αποτυχημένες προσπάθειες στην ενσωμάτωση των ΤΠΕ είναι ακόμη πιο διστακτικοί.

Πίνακας 3-35: Γενικά αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης των σχολείων στην Παιδαγωγική (Younie 2006)

Γίνεται φανερό με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα το εξής παράδοξο: Η τεχνολογική πυκνότητα μαθητών, εκπαιδευτικών και σχολείων μεμονωμένα αυξάνει ακολουθώντας την αντίστοιχη τεχνολογική πυκνότητα της κοινωνίας. Παρόλα αυτά, η τεχνολογική πυκνότητα της παραδοσιακής παιδαγωγικής μονάδας, της σχολικής τάξης είναι σχεδόν σταθερή. Ένα τέτοιο παράδοξο δεν μπορεί να ερμηνευτεί στο πλαίσιο του τεχνολογικού ντετερμινισμού. Αυτό το παράδοξο θα επιχειρήσουμε να ερμηνεύσουμε στη συνέχεια ακολουθώντας τη συστηματική γραμμή σκέψης.

Οι Chandra και Lloyd (2008) αναφέρουν το φαινόμενο της «Αμελητέας Διαφοράς» (No Significant Difference Phenomenon, 2007), προκειμένου να εκφράσουν το ερευνητικό φαινόμενο της «μη ανακάλυψης σημαντικής διαφοράς» σε πειράματα σύγκρισης μεταξύ μάθησης με τον παραδοσιακό τρόπο και μάθησης με την αξιοποίηση ΤΠΕ.

Οι Reynolds et al. (2003) διατυπώνουν ανοιχτά την ερώτηση «Ποιες είναι τελικά οι ενδείξεις ότι οι ΤΠΕ βελτιώνουν τις επιδόσεις των μαθητών;»

3.13 Εκπαιδευτική πληροφορική: Σε αναζήτηση μιας νέας Παιδαγωγικής

Οι Cuban και Tyack, (1998) πολύ κυνικά αναφέρουν: «Μετά από μια δεκαετία έρευνας, ρητορικής και πολιτικής πίεσης, το αποτέλεσμα είναι η διαπίστωση ότι οι υπολογιστές παίζουν έναν περιθωριακό ρόλο στην καθημερινή εργασία στη δημόσια Εκπαίδευση: Παραδοσιακή σχολική τάξη vs ΤΠΕ⁸², νικητής η παραδοσιακή τάξη». Σημειώνουν, επίσης, ότι η ΤΠΕ - Παιδαγωγική είναι πολύ εντυπωσιακή στα λόγια και τις ρητορικές των πολιτικών, αλλά δεν βρίσκει εύκολα τον δρόμο προς την πράξη.

Ουσιαστικά οι εκπαιδευτικοί κάνουν αυτό που έκαναν πάντα, με αποτέλεσμα την κυριαρχία των παραδοσιακών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που είναι ελεύθερα από νέες τεχνολογίες (Krumsvik, 2006). Οι Brown, Collins και Duguid (1989) επισημαίνουν την ανάγκη για μια καινούρια επιστημολογία στον τομέα αυτό. Μια επιστημολογία η οποία θα αναθεωρήσει την εικόνα που έχουμε για τη δομική μονάδα της Εκπαίδευσης που είναι η παραδοσιακή διδαξιακή τάξη. Θεωρούν ότι θα πρέπει να αναθεωρήσουμε όλες τις υποθέσεις που έχουμε κάνει αναφορικά με τη δομή και τη λειτουργία της σχολικής τάξης. Συνοπτικά, λοιπόν, η αποτυχία της διασύνδεσης ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πράξης είναι αποτέλεσμα λανθασμένης επιστημολογικής και οντολογικής προσέγγισης της νέας Πληροφορικής Παιδαγωγικής (Brown et.al, 1989).

Χαρακτηριστικό είναι το ερώτημα που θέτει ο Pearson (2006): **Χρειαζόμαστε νέες τεχνολογίες ή νέες παιδαγωγικές;** Το ερώτημα αυτό πηγάζει μέσα από έρευνες του ίδιου αναφορικά με σχολεία τα οποία θεωρούνται τεχνολογικώς προηγμένα. Ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, είναι δύσκολο να διαχωρίσει κανείς κάποια νέα ΤΠΕ - παιδαγωγική θέση από την παραδοσιακή Παιδαγωγική με ένα επικάλυμμα τεχνολογίας. Το ζήτημα, λοιπόν, ανάγεται **από την τεχνολογία στην Παιδαγωγική** που σηματοδοτεί και τη στροφή από τον γραμμικό στο συστηματικό τρόπο σκέψης.

⁸² Εννοείται εδώ το όραμα της «ηλεκτρονικής τάξης» με μεγάλη πυκνότητα ΤΠΕ που αποτέλεσε ρητορική πολλών πολιτικών, αλλά και της ίδιας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο Fisher (2006) αναφέρεται στον **τεχνολογικό ντετερμινισμό**, την επιστημονική προσπάθεια διασύνδεσης των αλλαγών στην τεχνολογία με αντίστοιχες μεταβολές στην κοινωνία. Στην Εκπαίδευση, ο τεχνολογικός ντετερμινισμός έχει συνδεθεί με γενικούς αφορισμούς, όπως «ανάπτυξη των ικανοτήτων των μαθητών», «υποστήριξη στο έργο του δασκάλου», «ανάπτυξη του δυναμικού του δασκάλου» κλπ. Η μη επίτευξη των αναμενόμενων αποτελεσμάτων, παρόλη την εγκατάσταση της ενδειγμένης τεχνολογίας, οδηγεί σε **κατάρρευση του τεχνολογικού ντετερμινισμού**. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε σύγχυση τους πολιτικούς και σε ψυχολογική πίεση τους εκπαιδευτικούς. Αποτέλεσμα της κατάρρευσης του τεχνολογικού ντετερμινισμού είναι και το παράδοξο της παραγωγικότητας το οποίο εκφράζεται από τον Kling (1999): «Μπορείς να δεις τους υπολογιστές παντού εκτός από την παραγωγικότητα».

Ο Erstad (2006) μετά από έρευνες σε νορβηγικά σχολεία διαπιστώνει την ύπαρξη του παραδόξου του Cuban, της αξιοποίησης των ΤΠΕ από εκπαιδευτικούς και μαθητές σε όλους τους περιφερειακούς χώρους εκτός από τη σχολική τάξη. Διαπιστώνει ότι οι εκπαιδευτικοί είναι πολύ θετικοί απέναντι στις ΤΠΕ, όπως άλλωστε και οι μαθητές. Όμως, η μέση χρήση μέσα στην τάξη γίνεται στο 50% των περιπτώσεων και δεν ξεπερνά τη μία ώρα ανά εβδομάδα.

Ο Baron (2005) επιβεβαιώνει το γενικό συμπέρασμα του Cuban ότι οι εκπαιδευτικοί δεν είναι γενικά τεchnοφοβικοί. Πολλοί κατέχουν τις τεχνολογίες και αξιοποιούν τις ΤΠΕ για προσωπική τους χρήση ή για καλύτερη προετοιμασία της παραδοσιακής διδασκαλίας. Παρόλα αυτά, πραγματοποιούν πολύ περιορισμένη χρήση των ΤΠΕ σε πραγματικές διδακτικές συνθήκες. Μια πολύ μικρή μειονότητα εκπαιδευτικών έχει πετύχει να παραγάγει ανώτερες παιδαγωγικές με τη χρήση των ΤΠΕ.

Η Nordkvelle (2005) αναφέρει ότι σε πολύ λίγους τομείς αναπτύχθηκαν τόσες πολλές προσδοκίες για την αξιοποίηση των ΤΠΕ όσες στην Εκπαίδευση. Κλείνουν σχεδόν τριάντα χρόνια προσδοκιών και ισχυρής ρητορικής. Τις προσδοκίες υπέθαλπε η ντετερμινιστική και θετικιστική στάση της εκπαιδευτικής έρευνας: «Ήταν ζήτημα χρόνου η μηχανή να αντικαταστήσει τον δάσκαλο». Ο Dewey έλεγε ότι η τεχνολογική επανάσταση δεν είναι υπόθεση διαχωρισμού των τεχνολογιών και του τρόπου που τις χρησιμοποιούμε, γιατί τεχνολογία *είναι* ο τρόπος που τη χρησιμοποιούμε⁸³. Η Εκπαίδευση ανέκαθεν διέθετε τεχνολογία, και σε τελική ανάλυση η τεχνολογία είναι συνδεδεμένη στενά με τη λειτουργία του σχολείου και επηρεάζει τις δραστηριότητές του. Στο σχολείο πραγματοποιείται μια ισχυρή διαλεκτική μεταξύ των εκπαιδευτικών πρακτικών και της αντίστοιχης τεχνολογίας. Η διαλεκτική αυτή, ισχυρίζεται η Nordkvelle (2005), δίνει τη λανθασμένη εντύπωση της αντίστασης στην αλλαγή, για να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τη λανθασμένη εντύπωση που δίνεται για τη σχέση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης την καλλιέργησαν σε μεγάλο βαθμό τα βιαστικά οράματα για ένα τεχνολογικά αυτοματοποιημένο σχολείο ή καλύτερα για μια τεχνολογικά εξελιγμένη διδακτική μηχανή. Η Nordkvelle (2005) θεωρεί ότι η αντίσταση στη σύγχρονη διδακτική μηχανή αποτελεί ηθικό ζήτημα που αναδύεται από τα θέματα της Εκπαίδευσης η οποία συστηματικά αντιτίθεται σε κάθε προσπάθεια ομογενοποίησης και εξωτερικού ελέγχου της διδακτικής πράξης.

⁸³ Παράθεση από Nordkvelle (2005).

Ο Watson (2001) αναφέρει ότι, αν και η τεχνολογία είναι πανταχού παρούσα στον επιχειρηματικό κόσμο, δεν έχει αναδυθεί ένας αντίστοιχος βασικός και κυρίαρχος ρόλος στην Εκπαίδευση. Μετά από τρεις δεκαετίες επενδύσεων και έρευνας, η τεχνολογία ακόμα θεωρείται ως εξωγενής παράγοντας στην Παιδαγωγική. Ο ίδιος, κινούμενος σε πιο θεμελιώδη ερωτήματα, αναφέρει ότι δεν έχει δοθεί ακόμη απάντηση στο ερώτημα **γιατί θα πρέπει να χρησιμοποιείται η τεχνολογία στην Εκπαίδευση**. Η προβληματική των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση απαιτεί μια πολύ πιο δομημένη, βασισμένη σε αρχές, ανάλυση και όχι απλή μεταφορά πρακτικών από τις επιχειρήσεις. Η Εκπαιδευτική Πληροφορική πρέπει να βρει τη δική της επιστημολογία.

Ο ρόλος της τεχνολογίας είναι εμφανής και αναμφισβήτητος στην κοινωνία. Γιατί, όμως, απέτυχε να βρει έναν κοινά αποδεκτό ρόλο στην Εκπαίδευση; Ο Watson (2001) ισχυρίζεται ότι η όποια ερμηνευτική αγγίζει πολύ πιο θεμελιώδη εκπαιδευτικά ζητήματα. Μέσα στα τελευταία είκοσι χρόνια έχουν καταμετρηθεί περί τις 30 διαφορετικές τεχνολογικές προσαρμογές και καινοτομίες για εκπαιδευτική χρήση. Η εκπαιδευτική έρευνα, αναφορικά με τα αποτελέσματα όλων αυτών των πρωτοβουλιών είναι τόσο σε εθνικό όσο και διεθνές επίπεδο σε σύγχυση, δείχνοντας αδυναμία να ερμηνεύσει τα απογοητευτικά αποτελέσματα. Παραθέτει δε αναφορές των Gardner (1993), Watson (1993), Stevenson (1997), Williams (2000), Pelgrum (1991), Pelgrum και Anderson (1999) οι οποίες και συμβάλλουν στην παραπάνω προβληματική. Σημειώνει δε ότι πολύ λίγη δουλειά έχει γίνει σε ερμηνευτικό επίπεδο, με αποτέλεσμα να επωμίζονται οι εκπαιδευτικοί την όλη αποτυχία, με πολλούς να τους χαρακτηρίζουν οπισθοδρομικούς, τεχνοφοβικούς, παραδοσιακούς και αρνητικούς απέναντι στις αλλαγές. Σημειώνει, επίσης, τη βαθιά διχοτομία και την ασάφεια στόχων σχετικά με τον ρόλο των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Είναι οι ΤΠΕ ένα ανεξάρτητο αντικείμενο με τη δική του παιδαγωγική και μαθησιακή βάση ή είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που επικουρεί τη μάθηση άλλων αντικειμένων; Η παρούσα πραγματικότητα δείχνει ότι η ουσιαστική ανάπτυξη των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε στο γνωστικό αντικείμενο των ΤΠΕ το οποίο απέκτησε τη δική του παιδαγωγική βάση. Πολύ λίγα έχουν γίνει στον τομέα των ΤΠΕ ως εργαλείων για την προώθηση των παιδαγωγικών μηχανισμών άλλων μαθημάτων. Ο Hawkrigde (1990)⁸⁴ περιγράφει αυτή τη διχοτομία ως διχοτομία μεταξύ του «επαγγελματικού» και του «παιδαγωγικού» όπου επαγγελματικό σημαίνει «μάθηση για», ενώ παιδαγωγικό σημαίνει «μάθηση με».

Είναι εμφανές ότι ο παιδαγωγικός μηχανισμός της διδασκαλίας αποτελεί για τις περισσότερες έρευνες μία δύσκολα παραμετροποιήσιμη παράμετρο. Αυτό οφείλεται στο ότι η παιδαγωγική διάσταση της διδασκαλίας έχει να κάνει με τον μεταέλεγχο και την ολιστική σύνθεση της διδακτικής προσπάθειας, ή όπως θα δούμε αργότερα έχει να κάνει με τη σύνθεση της μαθησιακής συζήτησης και του δίπτυχου των **P και M – οντοτήτων**. Οι εκπαιδευτικοί συνθέτουν και ανασυνθέτουν τον παιδαγωγικό μηχανισμό τους, έτσι ώστε να έχουν την καλύτερη δυνατή αποτελεσματικότητας. Η σύνδεση των ΤΠΕ με την εκπαιδευτική πραγματικότητα περνά αναγκαστικά μέσα από την Παιδαγωγική. Για να χρησιμοποιήσουμε τη συστημική ορολογία, η Παιδαγωγική εκφράζει τον γενικότερο οργανωτή των διδακτικών ενεργειών του εκπαιδευτικού. Είναι δυνατόν κάτω από κάποιες προϋποθέσεις οι ΤΠΕ να διαταράξουν

⁸⁴ Κατά παράθεση του Watson (2001).

τον παιδαγωγικό μηχανισμό του εκπαιδευτικού. Για τον λόγο αυτό, μια νέα τεχνολογία ΤΠΕ ή ένας συνδυασμός ΤΠΕ θα πρέπει να εξασφαλίζει ομαλή συναρμογή με όλα τα υποσυστήματα. Για παράδειγμα, πολλοί εκπαιδευτικοί ΤΠΕ δεν χρησιμοποιούν τα εργαστήρια, γιατί υπολειπургεί το υποσύστημα του ελέγχου στο υποσύστημα της διαχείρισης.

Όπως σημειώνει ο Hartley (2007), αν κανείς προχωρήσει πέρα από τις ποσοτικές έρευνες και τα αποτελέσματά τους, τότε θα ανακαλύψει ότι ένα μεγάλο κομμάτι της εκπαιδευτικής έρευνας είναι ποιοτικό. Το ποιοτικό κομμάτι της εκπαιδευτικής έρευνας ασχολείται κατά βάση με ειδικές εφαρμογές της εκπαιδευτικής τεχνολογίας που δεν είναι σε θέση να περιγράψουν οι ποσοτικές έρευνες. Πεδία όπου η εκπαιδευτική τεχνολογία είναι ιδιαίτερα επιτυχημένη είναι η Ειδική Αγωγή και η εκπαίδευση σε πολύ μικρά παιδιά. Πρόκειται δηλαδή για περιπτώσεις όπου ο παιδαγωγικός μηχανισμός ισχυροποιείται δραστικά, προκειμένου να παραγάγει πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις, λειτουργεί δηλαδή ως ενισχυτής ποικιλομορφίας. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία δείχνει να είναι ιδιαίτερα επιτυχημένη σε μη τυπικές περιπτώσεις όπου απαιτείται υψηλότερη ποικιλομορφία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλοί αφανείς παράγοντες έρχονται στην επιφάνεια μέσω της εκπαιδευτικής έρευνας, εντείνοντας την προβληματική της διασύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ. Ο Wijekumar (2006) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι οι μαθητές με μεγάλη οικειότητα στη χρήση Η/Υ έχουν την τάση να αποσπώνται από τον παιδαγωγικό ρόλο του Η/Υ, επειδή ασχολούνται με πολλά πράγματα ταυτόχρονα, όπως παιχνίδια, e-mail, instant messaging κλπ. Αποτέλεσμα είναι να αυξάνεται η ποικιλομορφία και να απαιτείται πρόσθετος έλεγχος και ρύθμιση από τον εκπαιδευτικό. Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός ο οποίος αποφασίζει να δημιουργήσει μαθησιακή συζήτηση στο σχολικό εργαστήριο, προκειμένου να παραγάγει πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις με τη χρήση κάποιου λογισμικού προσομοίωσης έχει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της απόσπασης της προσοχής των μαθητών με τη χρήση του γενικότερου υπολογιστικού περιβάλλοντος ως χώρου παράλληλων δραστηριοτήτων. Απαιτείται, λοιπόν, ο εκπαιδευτικός να αντιμετωπίσει τόσο την πολυπλοκότητα από τη χρήση του ίδιου του λογισμικού όσο και την πολυπλοκότητα που παράγει ο «θόρυβος» από την παράπλευρη απασχόληση των μαθητών. Μιλώντας καθαρά σε όρους Κυβερνητικής, θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να λειτουργήσει ως ομοιοστάτης σε νέα περιοχή καταστάσεων. Το πρόβλημα της παράλληλης χρηστικότητας των ΤΠΕ και των επιδράσεων στον επικοινωνιακό μηχανισμό της εκπαιδευτικής υλοποίησης, αλλά και στον ομοιοστατικό και ρυθμιστικό μηχανισμό της σχολικής τάξης είναι πολύ σοβαρό και δύναται να αποτελεί και βασικό ανασταλτικό παράγοντα της υλοποίησης των ΤΠΕ στην πράξη. Με άλλα λόγια, δεν αρκεί μόνο η Εκπαίδευση πάνω στη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού, αλλά είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν οι κατάλληλοι μηχανισμοί ελέγχου αυτοοργάνωσης και ομοιόστασης.

Βέβαια, για άλλη μια φορά γίνεται εμφανής ο ρόλος του εκπαιδευτικού και της παιδαγωγικής οντότητας που δημιουργεί. Πολλοί ερευνητές, όπως οι Torgerson και Goodison (2003), σε συμφωνία με την παραπάνω γραμμή σκέψης, επισημαίνουν τον συστημικό ρόλο του εκπαιδευτικού και τον τρόπο με τον οποίο ενσωματώνει τις ΤΠΕ στο παιδαγωγικό και διδακτικό του δυναμικό.

Ο Fullan (1991) τοποθετεί τον εκπαιδευτικό στην καρδιά της επιτυχίας ή της αποτυχίας της αλλαγής, τονίζοντας ότι η αλλαγή θα επέλθει, όταν την κατανοήσουν καλά οι εκπαιδευτικοί, αλλά και όταν οι εκπαιδευτικοί γίνουν κατανοητοί από τους φορείς της αλλαγής. Η Drepanogianni (2004) σημειώνει ότι η εφαρμογή των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση συνοδεύεται από ένα ακόμη παράδοξο: **δεν ακολουθεί τη συνήθη διάχυση άλλων εκπαιδευτικών αλλαγών, όπως οι αλλαγές στο αναλυτικό πρόγραμμα**. Οι θεωρίες αλλαγών σε επίπεδο αναλυτικών προγραμμάτων ισχυρίζονται ότι, όταν αναδυθούν οι πρώτες ομάδες πρωτοπόρων εκπαιδευτικών που θα υιοθετήσουν τις αλλαγές, θα ξεκινήσει και η διάχυση στους υπολοίπους. Είναι εμφανές, σύμφωνα με την Drepanogianni (2004), ότι κάτι τέτοιο δεν συνέβη ποτέ στην Εκπαίδευση. Οι πρωτοπόροι σε ζητήματα ΤΠΕ παραμένουν ισχνές μειοψηφίες στα σύγχρονα σχολεία.

Οι Watson και Tinsley (1995) συγκέντρωσαν στοιχεία από τάξεις του Καναδά, της Αγγλίας, της Ολλανδίας και της Ισπανίας όπου και διαπίστωσαν ότι θερμοί υποστηρικτές των ΤΠΕ ήταν οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι κατάφεραν να πετύχουν με τη χρήση των ΤΠΕ τη σύνθεση ενός **αποδοτικότερου παιδαγωγικού μηχανισμού**. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί, όπως σημειώνουν, σπανίζουν και δεν αρκούν, για να δημιουργήσουν κρίσιμες μάζες οι οποίες θα φέρουν την πολυπόθητη στροφή προς τις τεχνολογικά ανώτερες παιδαγωγικές οντότητες.

Η Drepanogianni (2004), αναφερόμενη στους λόγους που εμποδίζουν τους εκπαιδευτικούς να ακολουθήσουν τα παραδείγματα των τεχνολογικά εξελιγμένων συναδέλφων τους, διαπιστώνει ως βασικές αιτίες την αδυναμία σύνδεσης των ΤΠΕ με τις εκάστοτε παιδαγωγικές δραστηριότητες και την έλλειψη γενικών κατευθύνσεων για την αξιολόγηση και τη διαχείρισή τους. Πιθανολογεί ότι η μοντελοποίηση του εκπαιδευτικού στα μοντέλα υιοθέτησης και διάχυσης της τεχνολογίας είναι προβληματική.

Πολλοί ερευνητές και φιλόσοφοι της Εκπαίδευσης αναπτύσσουν μια εναλλακτική επιστημολογία, σύμφωνα με την οποία το σχολείο πιέζεται να προσαρμοστεί στη μεταμοντέρνα στάση απέναντι στη μάθηση την οποία έχουν φέρει οι νέες τεχνολογίες μετά το 1940. Η μεταμοντέρνα στάση έχει δύο συνιστώσες: την αναζήτηση της γνώσης και τη μετάδοση της γνώσης. Το παραδοσιακό τοπίο ήταν λίγο πολύ γνωστό: Η αναζήτηση της γνώσης είχε ως κέντρο τα πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα με σκοπό την παραγωγή της γνώσης για τη γνώση. Η μετάδοση της γνώσης είχε σχεδόν αποκλειστικό μέσο τα γραπτά κείμενα και τα βιβλία. Όπως σημειώνει ο Lyotard (1984), στη μεταμοντέρνα εποχή η γνώση παράγεται για να πουληθεί και να καταναλωθεί, με αποτέλεσμα κεντρικό δόγμα της γνώσης να είναι η πλέον ανταλλαγή της γνώσης με κάποιο αντισταθμιστικό όφελος.

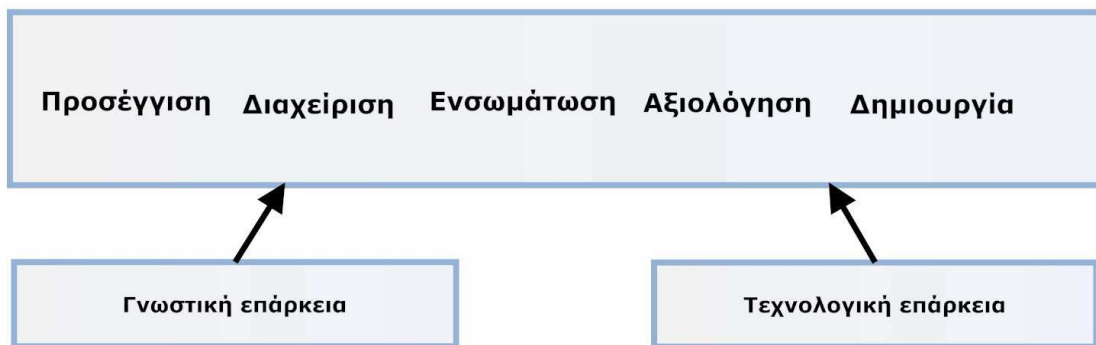
Για τη διευκόλυνση της ανταλλαγής, δημιουργήθηκαν πολύ αποτελεσματικά format συμπύκνωσης (πχ. βάσεις δεδομένων, pdf, mp3, jpg, avi κλπ.) και μέσα μετάδοσης (πχ. διαδίκτυο). Έτσι, η γνώση παύει να λειτουργεί για τη γνώση (ένα από τα βασικά δόγματα της ελεύθερης Εκπαίδευσης) και γίνεται είδος ανταλλαγής με οικονομική αξία. Ασκείται, κατ' επέκταση, πολύ μεγάλη πίεση στο σχολείο για προσαρμογή, καθώς είναι ένας από τους βασικότερους μηχανισμούς μεταβίβασης γνώσης, ώστε να είναι σε θέση να προετοιμάσει τον νέο άνθρωπο να αναπτυχθεί μέσα σε ένα περιβάλλον όπου η γνώση θα έχει μόνο οικονομική αξία. Η μεταμοντέρνα αυτή ολι-

στική προσέγγιση δημιουργεί αρκετά διλήμματα σχετικά με τη θέση της Εκπαίδευσης:

- Θα συνεχίσει το σχολείο να λειτουργεί με τον παραδοσιακό τρόπο μετάδοσης της γνώσης όπου το υπόδειγμα είναι **η γνώση για τη γνώση και το κοινωνικό καλό σε ένα δημοκρατικό περιβάλλον** ή θα αλλάξει τους τρόπους οργάνωσης και μετάδοσης της γνώσης, υιοθετώντας νέους τρόπους πρόσληψης και μετάδοσης οι οποίοι έχουν σαφή οικονομικό προσανατολισμό, εγκαταλείποντας έτσι τις παραδοσιακές του αξίες, προκειμένου να υπηρετήσει τις μεταμοντέρνες αξίες της οικονομίας (Marshall 1998);
- Είναι ηθική η πίεση που ασκείται στους εκπαιδευτικούς να υιοθετήσουν τους εμπορικούς δρόμους της γνώσης, όπως το διαδίκτυο, η ηλεκτρονική μάθηση και τα πολυμέσα στο πλαίσιο ενός αυτοματοποιημένου σχολείου, ως κυρίαρχους τρόπους μετάδοσης της γνώσης, αγνοώντας την προσήλωσή τους στα παραδοσιακά ιδανικά της Εκπαίδευσης;
- Στις σύγχρονες κοινωνίες της γνώσης ποιο μοντέλο σχολείου είναι το καταλληλότερο; Μήπως θα πρέπει να σχεδιαστεί από την αρχή ένα καινούριο πρότυπο ικανό να καλύπτει και τις δύο πλευρές της γνώσης;
- Ποιος είναι ο ρόλος της Παιδαγωγικής και πώς θα συνδεθεί με την προέλαση της τεχνολογίας (Ascough, 2002);

Η Drepanianni (2004) προτείνει το παρακάτω μοντέλο για την απόκτηση τεχνολογικής επάρκειας από τους εκπαιδευτικούς (Εικόνα 3-24).

ΤΠΕ Εγγραμματοσύνη

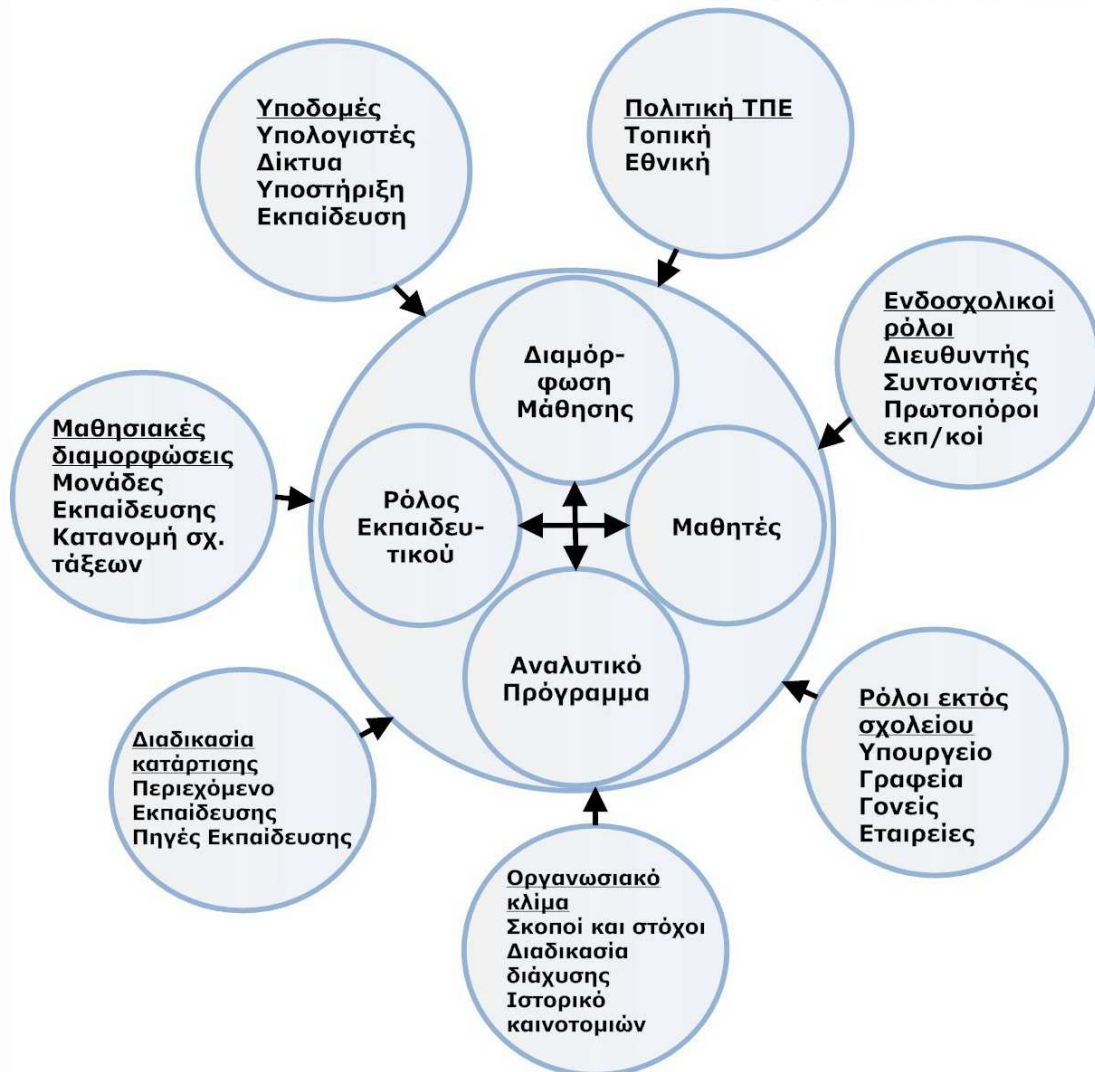


Εικόνα 3-24: Μοντέλο απόκτησης τεχνολογικής επάρκειας από τους εκπαιδευτικούς (Drepanianni, 2004)

Ο Nachmias (2004) παρουσιάζει ένα μοντέλο ενσωμάτωσης τεχνολογιών στην Παιδαγωγική, το οποίο καθορίζει τόσο εξωτερικούς όσο και εσωτερικούς παράγοντες (Εικόνα 3-25).

Η Karagiorgi (2004) μελετά τον συσχετισμό του αναλυτικού προγράμματος και της ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη. Στην ίδια γραμμή, ερευνητές, όπως οι Veen (1995) και Tagg (1995) θεωρούν αναπόσπαστη την προώθηση των ΤΠΕ και την αναμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος. Ο Tagg (1995) χαρακτηριστικά αναφέρει ότι ο ρόλος των ΤΠΕ είναι να αναβαθμίζουν το υπάρχον αναλυτικό

πρόγραμμα, να υποστηρίζουν την παιδαγωγική της μεταφοράς του αναλυτικού προγράμματος, αλλά και να εξερευνούν νέες περιοχές γνώσης για πιθανή ενσωμάτωσή τους σε επερχόμενα αναλυτικά προγράμματα. Επομένως, μια ιδιαίτερη πηγή σύγχυσης για τους εκπαιδευτικούς είναι η έλλειψη ευθυγράμμισης μεταξύ αναλυτικού προγράμματος και πυκνότητας τεχνολογίας την οποία προωθεί η κεντρική πολιτική. Ένα αναλυτικό πρόγραμμα το οποίο είναι γραμμικό - εγκυκλοπαιδικό, απαιτεί πολύ λιγότερη τεχνολογική επένδυση στην παιδαγωγική του σε σχέση με ένα αναλυτικό πρόγραμμα το οποίο προωθεί μίγματα δεξιοτήτων.



Εικόνα 3-25: Ολιστικό μοντέλο ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Παιδαγωγική (Nachmias, 2004)

Η McKinsey and Company (1997) αναφέρει ότι το μίγμα τεχνολογίας σχετίζεται άμεσα με τον συνδυασμό αναλυτικού προγράμματος και Παιδαγωγικής. Οι δύο βασικές πύλες της εισόδου της τεχνολογίας στην Εκπαίδευση είναι το αναλυτικό πρόγραμμα και η Παιδαγωγική ως τεχνική μεταφοράς του αναλυτικού προγράμματος και όχι μεμονωμένα ο εκπαιδευτικός, οι μαθητές και οι εκπαιδευτικές τεχνολογίες.

Με βάση την παραπάνω γραμμική σκέψης, ο Nicholson (1999) εντοπίζει δύο βασικά μοντέλα αναλυτικού προγράμματος, το τεχνοκεντρικό αναλυτικό πρόγραμμα και το

ανθρωπιστικό. Το κάθε μοντέλο αναλυτικού προγράμματος σχετίζεται διαφορετικά με τις ΤΠΕ. Συγκεκριμένα, στο τεχνοκρατικό μοντέλο η έμφαση δίδεται στην ανάπτυξη των ικανοτήτων ΤΠΕ που θα καταστήσουν τους μαθητές ανταγωνιστικούς στην επαγγελματική τους πορεία. Στην περίπτωση αυτή, οι ΤΠΕ είναι το κέντρο του αναλυτικού προγράμματος. Στην ανθρωπιστική προσέγγιση, οι ΤΠΕ είναι εργαλείο παιδαγωγικής πραγμάτωσης, όπως το μολύβι και ο πίνακας. Στόχος των ΤΠΕ είναι η αύξηση των μαθησιακών καταστάσεων ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά μαθησιακές καταστάσεις με ανάγκες σύνθεσης και ανάλυσης, όπως είναι η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων. Θα θέλαμε να προσθέσουμε και έναν τρίτο τύπο αναλυτικού προγράμματος, αυτόν που βασίζεται στον εγκυκλοπαιδισμό (Persianis, 1991). Κατανοούμε σε μεγάλο βαθμό τη σύγχυση που θα προκύπτει, όταν σε ένα κατά βάση εγκυκλοπαιδικό αναλυτικό πρόγραμμα πιέζουμε για τεχνοκεντρικές παιδαγωγικές. Αντιλαμβανόμαστε τη δύσκολη και πιεσμένη θέση του δασκάλου (SITES, 2006).

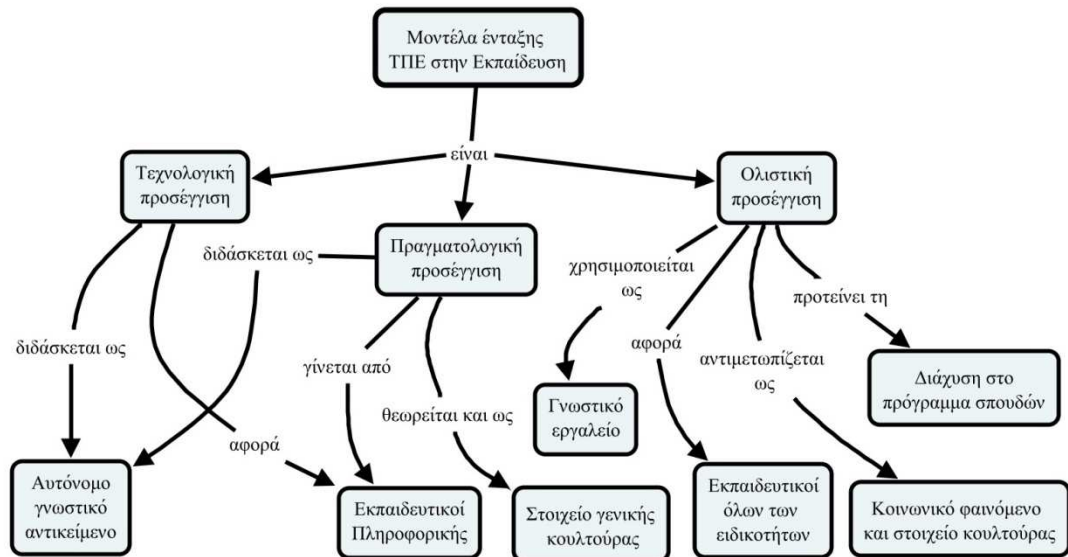
Ο Jadeskog (2004) αναφέρεται στην περίπτωση της Σουηδίας όπου η εκτεταμένη χρήση ΤΠΕ ανέδωσε μια νέα μορφή Παιδαγωγικής όπου τα χωρικά και χρονικά σύνορα της κλασικής σχολικής τάξης επεκτάθηκαν τόσο ώστε οι εκπαιδευτικοί με δυσκολία διατηρούν τον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας. Σημειώνει ενδεικτικά ότι στην περίπτωση αυτή το μέσο υπερέβη το μήνυμα σε αξία, σε σημείο ώστε η χρήση των ΤΠΕ να θεωρείται σημαντικότερη από το αντικείμενο μάθησης. Σε ακραίο σημείο, το να *κάνει* ο μαθητής κάτι με τον υπολογιστή αποκτά πολύ μεγαλύτερη σημασία από το να *κατανοήσει*. Η αναζήτηση πληροφοριών γίνεται η σημαντικότερη δραστηριότητα, σε σχέση με την ικανότητα σύνθεσης και οντολόγησης των πληροφοριών. Ο Jadeskog (2004) αναφέρει τον κίνδυνο να κάνει η Παιδαγωγική μια στροφή προς την ατομική μάθηση⁸⁵ όπου ο καθένας δομεί τη δική του προσωπική γνώση, έχοντας καταργήσει ουσιαστικά τη μαθησιακή συζήτηση και τη συμφωνημένη γνώση ως βάση της σχολικής μάθησης. Η μαθησιακή συζήτηση έχει αντικατασταθεί από την τεχνοκεντρική δόμηση των ατομικών semantics. Ουσιαστικά, παρατηρεί ο Jadeskog (2004), η χρήση των ΤΠΕ πραγματοποιείται εις βάρος της κλασικής μαθησιακής συζήτησης, η οποία είναι η βάση της κατανόησης και της δόμησης των νοητικών μοντέλων.

Ο Pedersen (2004) αναφέρει τα δικά του ευρήματα σε Λύκεια της Σουηδίας όπου δοκιμάζονται ΤΠΕ - παιδαγωγικές. Σημειώνει ότι η πρώτη βασική του παρατήρηση είναι η παύση της μαθησιακής συζήτησης προς όφελος μιας αμφισβητούμενης εξατομικευμένης διαδικασίας δόμησης της ατομικής γνώσης με βάση την αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο και σε βάσεις δεδομένων. Ο Pedersen (2004) αναφέρεται στον Naeslund (2001) ο οποίος με ιδιαίτερη κυνικότητα παρατηρεί ότι στις σύγχρονες ΤΠΕ - παιδαγωγικές ο εκπαιδευτικός έχει μετασηματιστεί σε κάτι μεταξύ υπηρέτη - τεχνικού βοηθού και καθηγητή ιδιαίτερων μαθημάτων. Η χρήση των project ως βασική παιδαγωγική μονάδα δείχνει να είναι ιδιαίτερα προβληματική, μιας και η ομαδική και συνεργατική εργασία πολύ εύκολα μεταπίπτει σε ατομική, με αποτέλεσμα να χάνεται το πλεονέκτημα της κοινωνικογνωστικής και οργανωσιακής μάθησης. Σε σχολεία όπου δοκιμάζονται ΤΠΕ - παιδαγωγικές, ο διδασκαλικός χρόνος έχει αντικατασταθεί από μαθητικό χρόνο, όπου μαθητές πραγματοποιούν μεγάλους μονολόγους (μια νέα μορφή διάλεξης;), παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της έρευνάς τους. Ο Pedersen (2004) αναρωτιέται τελικά σε έναν τέτοιο κυκεώνα πο-

⁸⁵ Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε paperless σχολεία.

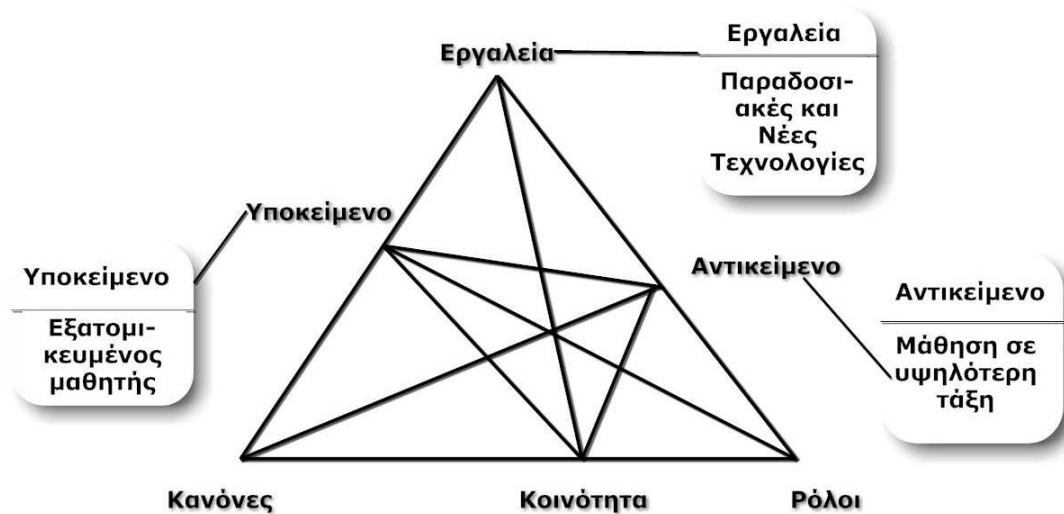
λυπλοκότητας ποιος έχει την τελική ευθύνη της μάθησης και της όποιας μεταφοράς αναλυτικού προγράμματος.

3.14 Συστημικά μοντέλα σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης



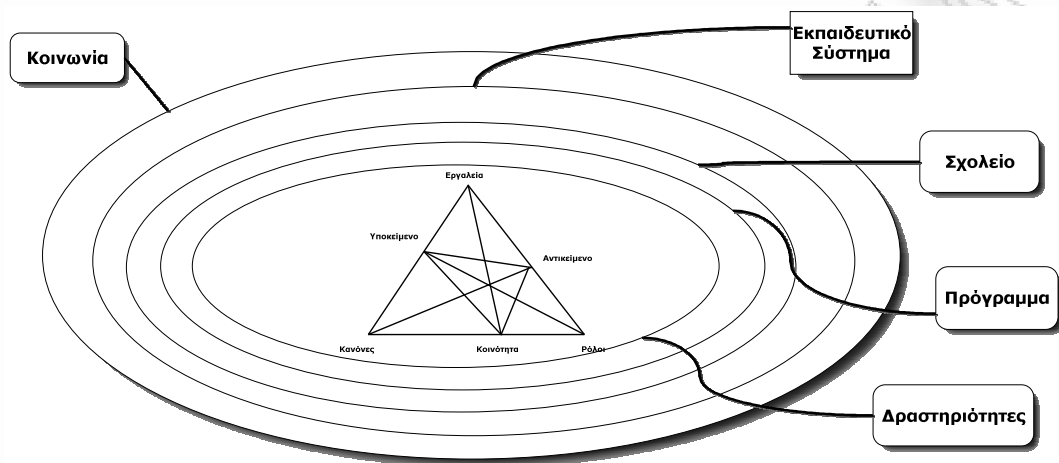
Εικόνα 3-26: Μοντέλα σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης

Υπάρχουν διάφορες ολιστικές προσεγγίσεις στο θέμα της Εκπαιδευτικής Πληροφορικής, στις οποίες οι συγγραφείς παρέχουν μοντέλα του οικοσυστήματος ή των οικοσυστημάτων στα οποία εισέρχονται οι νέες τεχνολογίες (Εικόνα 3-26). Για παράδειγμα, η κοινωνικοπολιτιστική προσέγγιση, βασισμένη στη θεωρία δραστηριοτήτων του Lim (2002), δίνει ένα συστημικό μοντέλο του πυρήνα της μάθησης με ενσωματωμένο τον ρόλο των ΤΠΕ (Εικόνα 3-27).



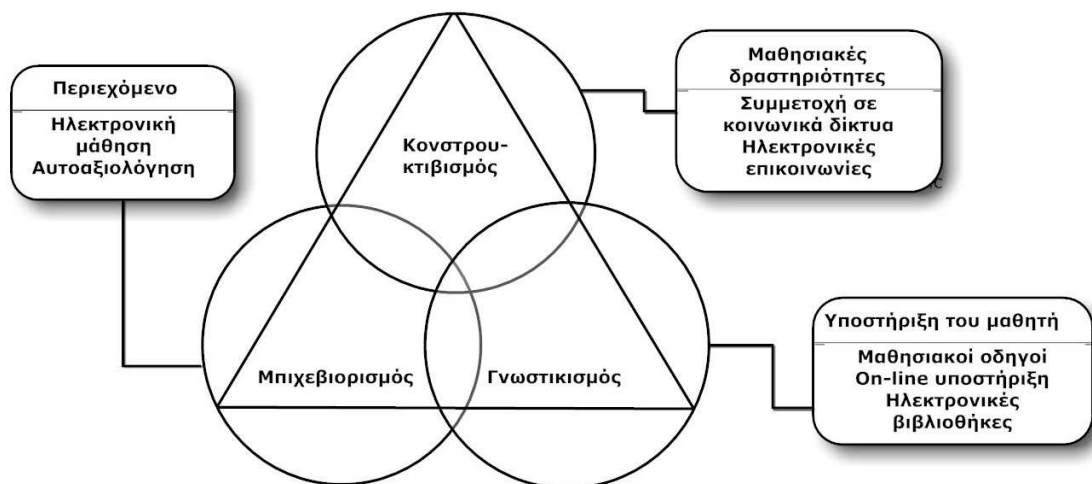
Εικόνα 3-27: Μοντέλο ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Lim,2002)

Γενικεύοντας, έχουμε την ολιστική εικόνα για τη σύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης, βασισμένη στους πολιτιστικούς κύκλους του Cole (1995) (Εικόνα 3-28).



Εικόνα 3-28: Συνδυασμός του μοντέλου του Lim (2002) με το μοντέλο του Cole (2004)

Άλλες προσεγγίσεις, όπως αυτή του Mishra (2002), (Εικόνα 3-29), επιχειρούν να συνδέσουν τις νέες τεχνολογίες με την Εκπαίδευση μέσω ενός γενικευμένου διδακτικού μοντέλου το οποίο έχει εμπλουτιστεί με ένα πλέγμα δραστηριοτήτων νέων τεχνολογιών και λειτουργεί παράλληλα με τις παραδοσιακές δραστηριότητες. Με τον τρόπο αυτό, ο εκπαιδευτικός είναι απόλυτα ελεύθερος να ρυθμίζει το μίγμα των διδακτικών και μαθησιακών δραστηριοτήτων, ώστε να περιέχει τον αποδοτικότερο συνδυασμό παραδοσιακών και νέων τεχνολογιών.



Εικόνα 3-29: Μοντέλο του Mishra (2002) για τη σύνδεση της παραδοσιακής διδασκαλίας με τις ΤΠΕ

Παρόμοιο είναι και το μοντέλο του Zhong (2002) αναφορικά με τη σύνθεση της παραδοσιακής διδασκαλίας με τον Η/Υ στην τάξη.

Ο Alonso (2005), ομαδοποιώντας ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με την ηλεκτρονική μάθηση συμπεραίνει ότι η ηλεκτρονική μάθηση ως νέα εκπαιδευτική θεωρία,

καλείται να παίξει το σχολείο, συνδέοντας τους μαθητές με μια κοινωνία της γνώσης⁸⁶. Πρωταρχικό ρόλο στο μαθησιακό σχολείο έχουν οι ικανότητες στις ΤΠΕ, οι οποίες θα πρέπει να υπερβούν κατά πολύ αυτές που προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα. Οι ικανότητες στις ΤΠΕ θα πρέπει να συνδεθούν με ένα μίγμα ευρύτερων ικανοτήτων, όπως αυτονομία, αυτοοργάνωση, ικανότητα κοινωνικής δικτύωσης, επιχειρηματικές ικανότητες (Castells, 1998).

3.14.1 Η συστημική - κυβερνητική προσέγγιση

Μπορούμε να ορίσουμε την Κυβερνητική ως την επιστήμη της διαρκούς διαλεκτικής μεταξύ του ανθρώπου και του σχεδιαστικού - τεχνολογικού αντικειμένου (artifact). Η σύνδεση του ανθρώπου με το «αντικείμενο» ή «μηχανισμό» ή «τεχνολογικό σύστημα» δεν είναι πάντα ξεκάθαρη ομαλή και προβλέψιμη. Πολλές φορές η ελλειμματική σύνδεση ανθρώπου και τεχνολογίας δεν μπορεί να ερμηνευτεί παρά μόνο σε όρους Κυβερνητικής, ενώ, παράλληλα, η ανακάλυψη και η κατανόηση της διαλεκτικής - κυβερνητικής κατά τη σύνδεση του ανθρώπου με τα τεχνολογικά παράγωγα μπορεί να δώσει πολύ καλύτερα αποτελέσματα στους τομείς της εφαρμογής του τεχνολογικού σχεδιασμού και μετασχεδιασμού. Η Κυβερνητική είναι μια μεταεπιστήμη και για τον λόγο αυτό έχει άρρηκτα συνδεθεί με τη διαθεματικότητα και αποτελεί, κατά τον Schwaninger (2001), μια γενικευμένη γλώσσα διαθεματικών συζητήσεων: «Είναι πλατιά αποδεκτό ότι μια διαθεματική προσέγγιση φανερώνει ένα ουσιαστικά υψηλό δυναμικό αντιμετώπισης των προκλήσεων που θέτουν πολύπλοκα [εκπαιδευτικά] ζητήματα σε σχέση με μια απλή και μονόπλευρη επιστημονική αντιμετώπιση ή ακόμη και πολλές, αλλά ασύνδετες επιστημονικές εξηγήσεις». Η Κυβερνητική εισέρχεται στον διεπιστημονικό διάλογο με έννοιες, όπως έλεγχος, πληροφορία, μετασυστημική διαμόρφωση, προσαρμογή, εξέλιξη, μάθηση, γνώση, επικοινωνία, πολυπλοκότητα, ποικιλομορφία και έχει ως σκοπό να συμβάλει στη μοντελοποίηση της δόμησης και συμπεριφοράς (η συμπεριφορά νοείται ως διαδοχικές χρονικές διαμορφώσεις του συστήματος) κάθε είδους οργανωμένης ολότητας (Betralanffy, 1968). Η παραπάνω θεώρηση της Κυβερνητικής έχει γίνει γνωστή μέσω δύο πολύ σημαντικών τάσεων της Κυβερνητικής: της Οργανωσιακής Κυβερνητικής (Organisational Cybernetics, Espejo et al. 2002· Schwaninger, 2000) και Διοικητικής Κυβερνητικής (Managerial Cybernetics, Beer 1966, 1979, 1981). Παράλληλα, στους μηχανισμούς της Κυβερνητικής μπορούμε να εντάξουμε τις μεθοδολογίες μοντελοποίησης και προσομοίωσης πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων με δυναμική συμπεριφορά, γνωστών και ως Συστημική Δυναμική (System Dynamics). Η Συστημική Δυναμική έχει, όπως είδαμε, πολύ μεγάλη περιγραφική ισχύ και ιδιαίτερη δυνατότητα αποτύπωσης βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων συμπεριφορών, όπως επίσης και συμπεριφορών οι οποίες αντιτίθενται στη διαίσθηση και οι οποίες δεν είναι ορατές με άλλες τεχνικές μοντελοποίησης και προσομοίωσης (Morecroft, 2007· Sterman, 2000).

3.14.2 Η ποιότητα των εκπαιδευτικών μοντέλων

Ένα βασικό στοιχείο της Κυβερνητικής είναι η εστίαση στη δημιουργία ολοκληρωμένων και ποιοτικών μοντέλων των συστημάτων. Ο Schwaninger (2001) χρησιμοποιεί για τον λόγο αυτό την έννοια της «ποιότητας των μοντέλων» (Quality of

⁸⁶ Στο ελληνικό σχολικό περιβάλλον χρησιμοποιείται ο όρος «Κοινωνία της Πληροφορίας» (ΚΤΠ).

Models, Schwaninger, 2001). Ένα ποιοτικό μοντέλο έχει πολύ μεγαλύτερο δυναμικό αναπαράστασης των συμπεριφορών του πραγματικού συστήματος.

Η επικέντρωση στην έννοια του «μοντέλου» οδηγείται από το κεντρικό θεώρημα της Κυβερνητικής, το θεώρημα των Conant - Ashby (1970): «**Ένας καλός ρυθμιστής ενός συστήματος πρέπει να είναι ένα μοντέλο αυτού του συστήματος**» ή με άλλα λόγια, η δύναμη της ρύθμισης ενός συστήματος δεν μπορεί να υπερβαίνει τη δύναμη του μοντέλου που χρησιμοποιεί ο ρυθμιστής (regulator). Το παραπάνω θεώρημα παράγεται απευθείας από τον **Νόμο της Αναγκαίας Ποικιλομορφίας** (Law of Requisite Variety) του Ashby (1956), τον θεμελιώδη Νόμο της Κυβερνητικής, «**Η ποικιλομορφία απορροφά την ποικιλομορφία**» ή διαφορετικά, δεν μπορούμε να κατανοήσουμε/ερμηνεύσουμε/ρυθμίσουμε/κυβερνήσουμε πολύπλοκα συστήματα με απλά μοντέλα. Θα πρέπει τα μοντέλα του συστήματος ρύθμισης να μπορούν να παράγουν ένα ρεπερτόριο συμπεριφορών (=ποικιλομορφία) το οποίο είναι τουλάχιστον ισοδύναμο με το ρεπερτόριο συμπεριφορών (=ποικιλομορφία) του συστήματος που θα ρυθμιστεί.

Αν μελετήσουμε τα συστήματα, θα δούμε ότι πολλά από αυτά ρυθμίζονται βασισμένα σε ανεπαρκή ή ιδιαίτερα απλουστευτικά μοντέλα. Ένα πολύ διαδεδομένο ζήτημα στην επιστήμη της Διοίκησης είναι η μελέτη των μοντέλων πάνω στα οποία στηρίζεται η διοίκηση - ρύθμιση ή αυτορρύθμιση ενός συστήματος. Αν και είναι γενικά αποδεκτή η συσχέτιση της ποιότητας της διοίκησης - ρύθμισης και του αντίστοιχου μοντέλου από το οποίο οδηγείται, είμαστε πολύ μακριά ακόμη από τη δημιουργία γενικά αποδεκτών και αντιπροσωπευτικών μοντέλων. Μάλλον βρισκόμαστε μπροστά στο φαινόμενο το οποίο πολλοί μελετητές αποκαλούν «ζούγκλα των μοντέλων».

Η Κυβερνητική και εν γένει η Συστημική Ανάλυση αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές διαθεματικές προσπάθειες θεμελίωσης μιας «επιστήμης των μοντέλων», ενός διαθεματικού τόπου ο οποίος θα ορίζει βασικές σχεδιαστικές συνιστώσες στη δημιουργία ισχυρών αντιπροσωπευτικών μοντέλων τα οποία και θα προσεγγίζουν την αλήθεια των συστημάτων. Επανερχόμενοι στην Εκπαίδευση, θα διαπιστώσουμε αμέσως το φαινόμενο της «ζούγκλας των μοντέλων». Πολυάριθμα μοντέλα, πολλές φορές αντικρουόμενα, επιχειρούν να ρυθμίσουν συστήματα, όπως την ατομική μάθηση, την οργανωσιακή μάθηση σε επίπεδο τάξης, το σχολείο, την εκπαιδευτική βαθμίδα, τις εξωδιδασκτικές δραστηριότητες κλπ. Πολλά από τα μοντέλα πάσχουν από εσωτερική συνοχή, αντιφάσεις ή και λογικά σφάλματα.

3.14.3 Κριτική των εκπαιδευτικών μοντέλων

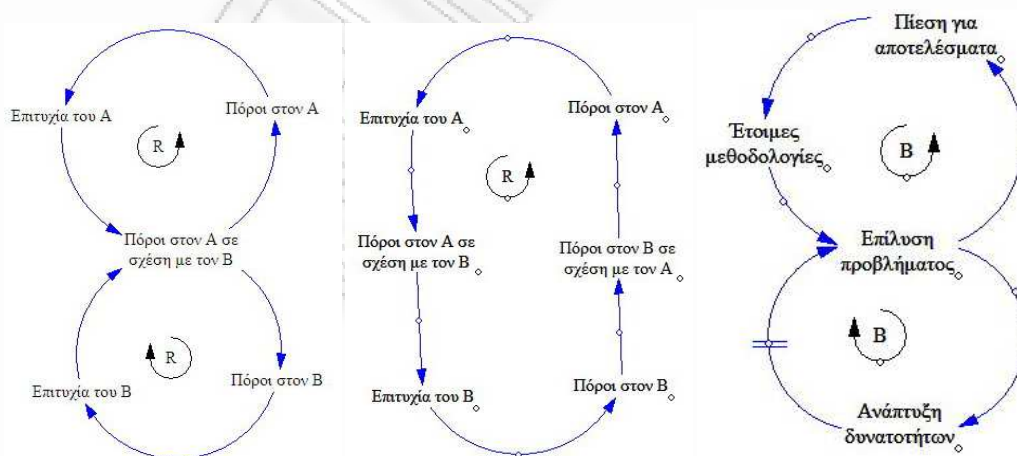
Κατά τον Holtzman, 1997, τα σημερινά εκπαιδευτικά μοντέλα, ιδιαίτερα αυτά τα οποία αφορούν τη βασική Εκπαίδευση, είναι γραφειοκρατικά, βασισμένα στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα, με σαφή προσανατολισμό στη συσσώρευση πληροφοριών και ατομικών δεξιοτήτων. Σε πολλές περιπτώσεις, τροφοδοτούν την κατάρτιση και τις διακρίσεις. Όπως τονίζουν οι Ison et al. (2007), η μοντελοποίηση εκπαιδευτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές καταλήγει σε μια απλή οντολογική σύνθεση - συνταγή υποσυστημάτων και διαδικασιών που, όμως, δεν λειτουργεί ως επιστημολογικό και γνωστικό εργαλείο, ικανό να καθοδηγήσει τη λειτουργία της μάθησης. Μπορούμε να συνδυάσουμε τεχνολογίες, μέσα, εποπτικά όργανα, παιδαγωγικές θεωρήσεις, θεωρίες μάθησης και δεδομένα της Ψυχολογίας, αλλά να μην

είμαστε σε θέση να κατασκευάσουμε ένα πραγματικό μοντέλο. Θυμίζουμε στο σημείο αυτό ότι, με βάση τις αρχές της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης, κάθε κυβερνητικό μοντέλο θα πρέπει να αντανakλά τη συμφωνημένη **συλλογική γνώση** του συστήματος (Maturana και Varela, 1980). Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στον τρόπο με τον οποίο εισάγονται και προωθούνται οι νέες τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Συνήθως, ακολουθείται μια παγιωμένη διαδικασία η οποία και αντανakλά και τη συμφωνημένη γνώση στο πεδίο: Υπάρχει ένα μοντέλο χρήστη για τον εκπαιδευτικό, υπάρχει ένα μοντέλο διδασκαλίας και διαχείρισης της παιδαγωγικής οντότητας, υπάρχει ένα νομοθετικό πλαίσιο και κάποιες διαθέσιμες τεχνολογίες. Όλα αυτά συνδυάζονται, ώστε να δημιουργηθεί ένα επαρκές οντολογικό πλαίσιο το οποίο υλοποιείται στον σχεδιασμό ενός προϊόντος εκπαιδευτικού λογισμικού. Η διαφωνία που υπάρχει αφορά το κατά πόσον το προϊόν μιας τέτοιας σχεδιαστικής διαδικασίας είναι πράγματι οργανικό (Ison, 2007). Πολύ σημαντικό να τονίσουμε τη διαφορά μεταξύ του πρωταρχικού σχεδιασμού και της παρέμβασης που βασίζεται σε χαρτογράφηση προϋπαρχόντων συστημάτων. Η τελευταία αποτελεί μια συνηθισμένη τακτική παραγωγής εκπαιδευτικού λογισμικού μέσω προσαρμογής λογισμικού που πρωτογενώς δημιουργήθηκε για τον χώρο των επιχειρήσεων.

3.14.4 Παθογένειες των εκπαιδευτικών μοντέλων

Συνηθισμένες παθογένειες των εκπαιδευτικών μοντέλων είναι:

A) Η μεταφορά στερεοτύπων από άλλα επιστημονικά πεδία. Η Εκπαίδευση ελλείπει μιας πυρηνικής θεωρίας αποτελεί ένα ευρύ πεδίο δοκιμών ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις ΤΠΕ. Δοκιμασμένα σχήματα και στερεότυπα μεταφέρονται αυτούσια ή στην καλύτερη περίπτωση με μικρή προσαρμογή από τον χώρο των επιχειρήσεων ή τους δημοσίους οργανισμούς στην Εκπαίδευση. Στερεότυπα, όπως αυτά της ολικής ποιότητας, της απόδοσης, της διαχείρισης γνώσης, του μαθησιακού οργανισμού, του δικτυακού οργανισμού, του paperless office, της ηλεκτρονικής Εκπαίδευσης, δοκιμάζονται με αμφισβητούμενη επιτυχία στον χώρο της Εκπαίδευσης.



Εικόνα 3-31: Χαρακτηριστικά αρχέτυπα, «επιτυχία στους επιτυχημένους» και διάβρωση των στόχων

Β) Η λειτουργία συστημικών αρχετύπων. Τα συστημικά αρχέτυπα είναι σύνθετες διαμορφώσεις ανάδρομων κύκλων και αποτελούν γνώρισμα όλων των πολύπλοκων κοινωνικών συστημάτων. Ο εντοπισμός τους διευκολύνει ιδιαίτερα την ερμηνεία δύσκολων συμπεριφορικών σχημάτων. Στην Εικόνα 3-31 παρουσιάζονται δύο σημαντικά αρχέτυπα. Η διάβρωση των στόχων είναι ένα αρχέτυπο το οποίο ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την επιλογή βραχυπρόθεσμων επεμβάσεων σε σχέση με μακροπρόθεσμες λύσεις. Το αρχέτυπο της «επιτυχίας στους επιτυχημένους» ευθύνεται για την επικράτηση ατόμων και πρακτικών που δεν είναι αποδεδειγμένα καλύτερες, αλλά ευνοούνται από τη θετική ανάδραση. Για παράδειγμα, η χρήση του PowerPoint ως λογισμικού παρουσίασης μαθησιακών σεναρίων βασίζεται στη θετική ανάδραση που το ενισχύει, παρόλο που έχουν δημιουργηθεί πολύ πιο ισχυρά περιβάλλοντα.

Γ) Η αντιμετώπιση των ηγίων συστημάτων ως σκληρών. Η πίεση για ποσοτική μοντελοποίηση οδηγεί πολλές φορές στην παραμετροποίηση των ανθρώπων και την ενσωμάτωσή τους στα μοντέλα ως σκληρών υποσυστημάτων με δομή εμπλεκόμενου - πράκτορα με γνωστή μήτρα συμπεριφοράς.

Δ) Ελλιπής πρόβλεψη χειρισμού της ποικιλομορφίας. Ένα λειτουργικό μοντέλο θα πρέπει να διαθέτει τους κατάλληλους ενισχυτές και εξασθενητές ποικιλομορφίας, όπως επίσης και τους απαραίτητους μηχανισμούς ομοιόστασης και ελέγχου. Πολλά μοντέλα δεν διαθέτουν τέτοιους μηχανισμούς, με αποτέλεσμα να είναι προβληματικά στην πράξη. Η χρήση του Εργαστηρίου Πληροφορικής από τους εκπαιδευτικούς ειδικοτήτων, για παράδειγμα, δεν προβλέπει μηχανισμούς αποβολής της ποικιλομορφίας που αναπτύσσεται κατά τη χρήση των Η/Υ από τους μαθητές. Αποτέλεσμα είναι η αδυναμία χειρισμού της ποικιλομορφίας από τους εκπαιδευτικούς ειδικοτήτων και η αποθάρρυνση χρήσης του εργαστηρίου.

Ε) Προσέγγιση μαύρου κουτιού. Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δοθεί αναφορικά με τα σημεία τα οποία θα αποτελέσουν «μαύρα κουτιά». Σημεία, δηλαδή, στα οποία η εσωτερική δομή θα παραμείνει καλυμμένη με το ενδιαφέρον να εστιάζεται στην είσοδο - έξοδο. Η κατάχρηση αυτής της τεχνικής αναφορικά με τη χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση έχει ουσιαστικά μετατοπίσει το ενδιαφέρον προς την πλευρά του εκπαιδευτικού - χρήστη σε σχέση με τον εκπαιδευτικό - developer.

Ζ) Χρησιμοποιείται η Κυβερνητική Πρώτης Τάξης, όταν απαιτείται Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης. Τα εκπαιδευτικά μοντέλα είναι τις περισσότερες φορές ρυθμιστικά και κανονιστικά, αποφεύγοντας τη δημιουργία αυτοποιητικών συστημάτων. Συστήματα, όπως το σχολείο και η σχολική τάξη, συνήθως λειτουργούν με βάση μηχανιστικά πρότυπα με εξωτερικό έλεγχο, ενώ πολύ λίγα μοντέλα υιοθετούν ανοιχτές αρχιτεκτονικές.

3.14.5 Ένα συστημικό - κυβερνητικό μεταμοντέλο εκπαιδευτικού σχεδιασμού

Ένα συστημικό μοντέλο αναπαράστασης του εκπαιδευτικού συστήματος, κατάλληλο για εκπαιδευτικό σχεδιασμό, θα πρέπει να είναι συμβατό με πολύ σημαντικές απαιτήσεις της Κυβερνητικής:

- ❖ Να έχει ως βασική παράμετρο την ποικιλομορφία ως μέτρο της πολυπλοκότητας
- ❖ Να έχει ξεκάθαρες μεταβλητές οργανωμένες σε λογικά (όχι απαραίτητα ιεραρχικά) επίπεδα
- ❖ Να είναι διαθεματικό, ερμηνεύσιμο, συμβατό και ορατό από όλες τις οπτικές γωνίες
- ❖ Να είναι επαναληπτικό (recursive), εφόσον το σύστημα είναι επαναληπτικό
- ❖ Να είναι ολιστικό
- ❖ Να είναι σε θέση να προσομοιωθεί και να παραγάγει φάσμα συμπεριφορών
- ❖ Να επιτρέπει το μετασχηματισμό και τη δομική αναμόρφωση, χωρίς να καταστρέφεται το μοντέλο
- ❖ Να μην πέφτει στο σφάλμα της συμπτωματολογίας
- ❖ Να προβλέπει μεταλλάξεις και εξέλιξη
- ❖ Να μην πέφτει στο σφάλμα της «ιδρυματοποίησης» (institutionalism).

Στην περίπτωση μας, ενδιαφέρει ένα εκπαιδευτικό συστημικό μοντέλο προσανατολισμένο στον σχεδιασμό της Εκπαιδευτικής Πληροφορικής. Τα κριτήρια συστημικότητας του μοντέλου είναι:

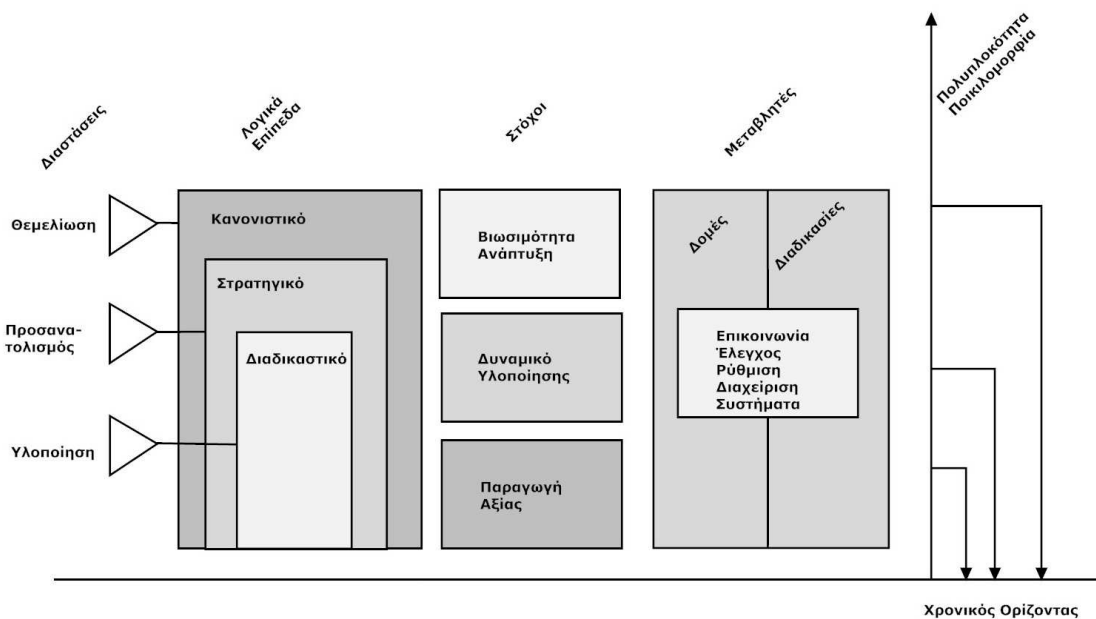
- ❖ Να προβλέπει χειρισμό της ποικιλομορφίας
- ❖ Να έχει ξεκάθαρα λογικά επίπεδα
- ❖ Να είναι διαθεματικό και αποδεκτό από όλους τους γνωστικούς φορείς που εμπλέκονται στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και μετασχηματισμό
- ❖ Να μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα επαναληπτικά επίπεδα (άτομο, ομάδα, τάξη, σχολείο, βαθμίδα, εκπαιδευτικό σύστημα).

Ένα καλό μοντέλο εκπαιδευτικού σχεδιασμού θα πρέπει πρωτίστως να παρέχει τη δυνατότητα χειρισμού της ποικιλομορφίας. Εάν παρατηρήσουμε την τακτική της διοίκησης, θα παρατηρήσουμε ότι πολλοί οργανισμοί διοικούνται στη βάση τους από ανεπαρκή μοντέλα τα οποία πάσχουν συνήθως από μονοδιάστατη θεώρηση και περιορισμένη ποικιλομορφία. Βέβαια, τίθεται το ερώτημα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να αυξηθεί η ποικιλομορφία ενός συστήματος, το οποίο αποτελεί ένα σημαντικό σχεδιαστικό προσανατολισμό του σχεδιαστή των μοντέλων. Κάθε λογικό επίπεδο σε έναν οργανισμό θα πρέπει να είναι αυτόνομο, αλλά και να συνδέεται οργανικά με το υπόλοιπο σύστημα. Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός οποιουδήποτε εκπαιδευτικού μοντέλου συστήματος θα πρέπει να γίνεται αναφορικά και με τρία λογικά επίπεδα: κανονιστικό επίπεδο, στρατηγικό επίπεδο και διαδικαστικό επίπεδο (Εικόνα 3-37). Κάθε λογικό επίπεδο σχεδιασμού έχει συγκεκριμένο στόχο και συγκεκριμένες μεταβλητές, όπως επίσης και συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα τα οποία παράγει. Στόχος των παραγομένων μοντέλων είναι η καλή οργανωσιακή συναρμογή (organizational fitness).

Επίπεδο 1- Κανονιστικό επίπεδο

Στο πρώτο επίπεδο, αυτό της θεμελίωσης, λαμβάνονται υπόψη κανονιστικοί παράγοντες, όπως η συνταγματικότητα, η συμβατότητα με άλλα μοντέλα, η ικανοποίηση βασικών κοινωνικών απαιτήσεων και γενικότερα όλοι εκείνοι οι παράγοντες που πρέπει να κανονικοποιηθούν, προκειμένου το μοντέλο να έχει ευστάθεια. Στην πε-

ρίπτωση της ελληνικής Εκπαίδευσης, και στο στάδιο της θεμελίωσης μιας εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης ή ενός νέου εκπαιδευτικού συστήματος, είναι πολύ σημαντικό να ληφθούν σοβαρά και οργανικά υπόψη κανονιστικοί παράγοντες, όπως ο συνδικαλισμός και η παραπαιδεία, οι οποίοι πολλές φορές αγνοούνται στη φάση της μοντελοποίησης εκπαιδευτικών αλλαγών, με αποτέλεσμα την αστάθεια των σχεδιασμένων συστημάτων και την τελική αποτυχία τους. Οι στόχοι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη φάση αυτή είναι η βιωσιμότητα και η ανάπτυξη του συστήματος. Στο επίπεδο αυτό, έχουμε τη μέγιστη πολυπλοκότητα και ποικιλομορφία η οποία εξασθενεί, καθώς προχωράμε στα επόμενα επίπεδα. Το βασικό κριτήριο στο κανονιστικό επίπεδο είναι η ικανοποίηση των ευρύτερων περιοριστικών παραγόντων, όπως, επίσης, και η ικανοποίηση των εμπλεκομένων.



Εικόνα 3-32: Διαστάσεις και λογικά επίπεδα μοντελοποίησης στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Επίπεδο 2- Στρατηγικό επίπεδο

Στο επίπεδο αυτό, σχεδιάζουμε τη στρατηγική του συστήματος, διαμορφώνοντας παράλληλα το δυναμικό υλοποίησης του συστήματος. Ο προσανατολισμός μας στο επίπεδο αυτό είναι η δημιουργία δυνατότητας υλοποίησης (effectiveness).

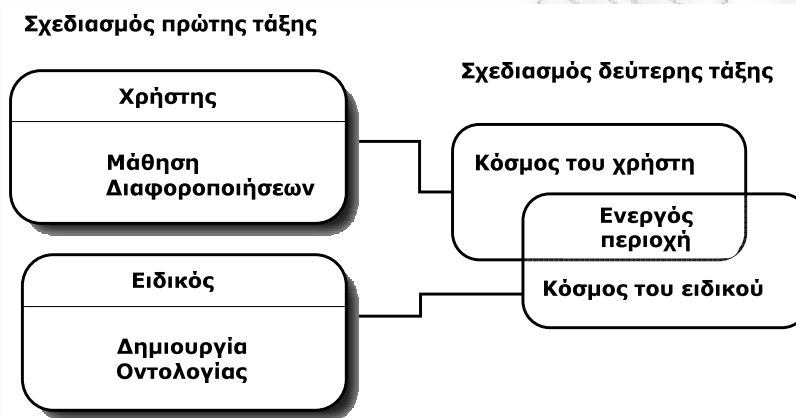
Επίπεδο 3- Διαδικαστικό επίπεδο

Στο τρίτο επίπεδο λογικού σχεδιασμού σχεδιάζουμε πλέον το μοντέλο του πραγματικού συστήματος σε επίπεδο διαδικασιών, δομών, επικοινωνιών και ελέγχου. Στο επίπεδο αυτό, κατεβάζουμε ακόμη περισσότερο την ποικιλομορφία με σκοπό την αποτελεσματικότητα.

Κάθε λογικό επίπεδο λειτουργεί ως εξασθενητής πολυπλοκότητας για το επόμενο επίπεδο, δημιουργώντας, επίσης, και το πλαίσιο εγκλεισμού του. Ο βασικός σκοπός του κυβερνητικού σχεδιασμού και μετασχεδιασμού είναι η ικανοποίηση και των τριών επιπέδων. Για να γίνει αυτό, όμως, απαιτούνται σαφώς πιο ανεπτυγμένα νοητικά μοντέλα από την πλευρά των σχεδιαστών.

3.14.6 Τεχνικές εμπλουτισμού των μοντέλων

Με την έννοια του **εμπλουτισμού** των μοντέλων εννοούμε την αύξηση της ποικιλομορφίας τους, της δυνατότητάς τους, δηλαδή, να γεννούν ένα φάσμα δυνατών συμπεριφορών σε σχέση με τη δημιουργία ενός ή δύο εναλλακτικών συμπεριφορών. Βέβαια, είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε στο σημείο αυτό ότι η ποικιλομορφία του μοντέλου θα πρέπει να είναι η απαραίτητη (requisite variety) σύμφωνα με τον Νόμο του Ashby. Δεν έχει κανένα νόημα ή καμιά σκοπιμότητα να αυξάνουμε την ποικιλομορφία των μοντέλων, όταν η εξωτερική ποικιλομορφία είναι χαμηλή.



Εικόνα 3-33: Συγκριτική παρουσίαση σχεδιασμού πρώτης και δεύτερης τάξης

3.14.7 Μοντελοποίηση πρώτης και δεύτερης τάξης

Η μοντελοποίηση εκπαιδευτικών συστημάτων μπορεί να ακολουθήσει δύο βασικές σχεδιαστικές οδούς:

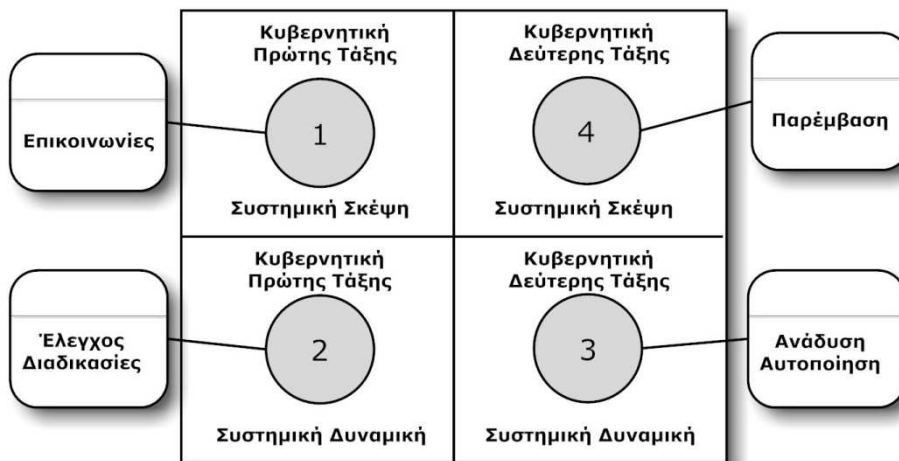
A) Μοντελοποίηση πρώτης τάξης (passive design). Σε αυτήν τη σχεδιαστική κατεύθυνση, το παραγόμενο προϊόν καθρεφτίζει την ίδια τη σχεδιαστική διαδικασία, μια οντολογική κατασκευή. Η βασική δεξιότητα του μαθητευομένου είναι η ικανότητα διάκρισης στο πλαίσιο της οντολογικής κατασκευής. Πάνω σε αυτό το μοντέλο, το οποίο βασίζεται σε μια ξεκάθαρη διαφοροποίηση μεταξύ σχεδιαστή και χρήστη, δημιουργείται όλο σχεδόν το πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Πληροφορικής και της επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών πάνω στην Εκπαιδευτική Πληροφορική.

B) Μοντελοποίηση δεύτερης τάξης (active design). Σε αυτήν τη σχεδιαστική κατεύθυνση, το παραγόμενο προϊόν είναι οργανικό, με την έννοια ότι ενσωματώνει τον κόσμο του κατασκευαστή - σχεδιαστή και τον κόσμο του χρήστη. Το εκπαιδευτικό αποτέλεσμα του σχεδιασμού δεύτερης τάξης είναι η ανάπτυξη του φάσματος συμπεριφορών του χρήστη, δηλαδή η αύξηση της ποικιλομορφίας του η οποία έχει ως σκοπό την αντιστάθμιση της εξωτερικής ποικιλομορφίας (Ison, 2005).

Αν και υπάρχει μια ξεκάθαρη διαφοροποίηση μεταξύ του σχεδιασμού πρώτης και δεύτερης τάξης, δεν υπάρχει προτίμηση, μιας και οι δύο είναι απαραίτητες, ανάλογα με την περίπτωση (Εικόνα 3-38).

3.14.8 Κυβερνητική μοντελοποίηση της σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης

Σύμφωνα με τον Merwe (2007), η Κυβερνητική και η συστημική θεώρηση ξεκίνησε, προκειμένου να διερευνηθεί η πολύπλοκη συμπεριφορά των συστημάτων, έχοντας, όμως, ως στόχο τη ρύθμιση της οργάνωσής τους. Η Κυβερνητική επεκτάθηκε από την Πρώτη Τάξη, που ήταν βασισμένη στον εξωτερικό έλεγχο και την πρόβλεψη, στην Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης, η οποία είναι περισσότερο προσανατολισμένη στους κοινωνικούς μηχανισμούς και βασίζεται στον αυτοέλεγχο και την αυτοοργάνωση. Η συστημική θεώρηση κινήθηκε παρόμοια από τα σκληρά συστήματα στα ήπια συστήματα, από τη Συστημική Δυναμική στη συστημική σκέψη. Στο πλαίσιο της συστημικής - κυβερνητικής προσέγγισης (Εικόνα 3-34) και έχοντας ως βασικά εργαλεία σκέψης την Κυβερνητική Πρώτης και Δεύτερης Τάξης, δημιουργούμε τέσσερα βασικά μοντέλα Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.



Εικόνα 3-34: Διάφορα επίπεδα συστημικής προσέγγισης

Μοντέλο Κ-0. Η μαθησιακή τάξη ως π – οντότητα

Μοντέλο Κ-1. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει το οικοσύστημα ενός τυπικού σχολείου Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Μοντέλο Κ-2. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει τον χάρτη ποικιλομορφίας του σχολείου Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Μοντέλο Κ-3. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει τον συσχετισμό εκπαιδευτικού και ΤΠΕ ως P – συζήτηση και, παράλληλα, αποτυπώνει τις βασικές μετασυστημικές διαμορφώσεις.

Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση λειτουργούν ως ενισχυτές, αλλά και ως εξασθενητές πολυπλοκότητας. Ο εκπαιδευτικός ως ομοιοστάτης χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ ως ενισχυτές πολυπλοκότητας ή ως εξασθενητές πολυπλοκότητας. Ένα παράδειγμα χρήσης της Πληροφορικής ως ενισχυτή πολυπλοκότητας είναι, όταν ο εκπαιδευτικός επιθυμεί να παραγάγει περισσότερες μαθησιακές καταστάσεις στην παιδαγωγική του οντότητα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει σε περιπτώσεις, για παράδειγμα, όπου έχει πολλούς αδύνατους μαθητές ή μαθητές με ελλιπές γνωστικό υπόβαθρο. Ο ίδιος εκπαιδευτικός δύναται να χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ ως εξασθενητές

ποικιλομορφίας, όταν σχεδιάζει τις διδακτικές του ενέργειες και κατασκευάζει μαθησιακό υλικό.

Κατά τον Merwe (2007), στην περίπτωση της Εκπαίδευσης ο ρυθμιστής (feedback and organiser) είναι ο εκπαιδευτικός και ο κυκεώνας είναι η τάξη + μαθητές + δραστηριότητες. Ο κυκεώνας αυτός παράγει διαρκώς ποικιλομορφία την οποία θα πρέπει να διαχειρίζεται ο εκπαιδευτικός. Αποτελεί δουλειά του εκπαιδευτικού ως ρυθμιστή η μείωση της ποικιλομορφίας μέσω βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης ανατροφοδότησης. Ταυτόχρονα, ο ρόλος του είναι να επάγει οργανωσιακή ποικιλομορφία, έτσι ώστε να αναγάγει το δημιουργικό δυναμικό της μαθησιακής οντότητας και να την καθιστά ικανή για χειρισμό ημιδομημένων ή αδόμητων προβλημάτων. Έτσι, επαληθεύεται ο Νόμος του Schon για εξισορρόπηση των εξισώσεων ποικιλομορφίας.

3.15 Μοντέλο K-0: Η μαθησιακή τάξη ως π – οντότητα

Έχοντας υπόψη την προβληματική αναφορικά με τη διασύνδεση ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πράξης, θα προχωρήσουμε στην ανάπτυξη του βασικού μας μοντέλου το οποίο αφορά τη γενικευμένη μαθησιακή τάξη. Στόχος μας είναι η δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο θα ερμηνεύει τα παράδοξα και αντιφατικά στοιχεία που αποκάλυπτει η ευρύτατη έρευνα στο πεδίο των εκπαιδευτικών ΤΠΕ. Το μοντέλο μας θα πρέπει να έχει τα βασικά χαρακτηριστικά όλων των κυβερνητικών μοντέλων:

- ❖ Να γενικεύεται εύκολα τόσο σε πλάτος όσο και σε εύρος
- ❖ Να είναι επαναληπτικό
- ❖ Να έχει τη δυνατότητα να διαχωρίζει τη συστημικότητα (systemhood) από τα αντικείμενα (thinghood).

Έχοντας μελετήσει κανείς την πληθώρα των ερευνών, αλλά και των αποσπασματικών ερμηνευτικών, αναρωτιέται εύκολα ποια είναι η βασική μαθησιακή μονάδα ως σημείο αναφοράς της προβληματικής της διασύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης. Ποιο θεωρείται το «**κβάντο**» της Εκπαίδευσης, όταν μελετά κανείς τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης; Είναι ο μαθητής ως αυτόνομη μαθησιακή μονάδα, είναι το δίπολο μαθητής – εκπαιδευτικός ως δύο μαθησιακές μονάδες σε αλληλεπίδραση, είναι η σχολική τάξη ως αυτοοργανωνόμενο σύστημα, είναι η σχολική τάξη ως εξωτερικά ελεγχόμενο σύστημα, είναι η ομάδα project ως αυτοποιητικό σύστημα; Καθένα από τα προαναφερόμενα αποτελεί ένα μαθησιακό σύστημα με πολύ διαφορετική δομή και συμπεριφορά.

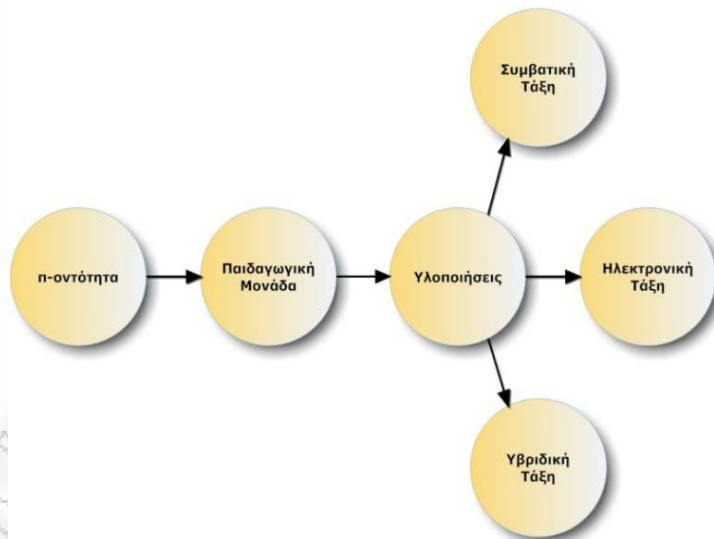
Τις περισσότερες φορές, η συζήτηση γύρω από τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης αναφέρεται σε μια **μέση «σχολική τάξη»** ως μια παγκόσμια σταθερά η οποία δεν έχει οριστεί, αλλά όλοι λίγο πολύ την έχουμε μοντελοποιήσει διαισθητικά. Φανταζόμαστε έναν δάσκαλο να μεταδίδει κάποιο προκαθορισμένο αναλυτικό πρόγραμμα και μια σειρά από μαθητές οι οποίοι «μαθαίνουν» μέσα σε ένα κλειστό πληροφορικά περιβάλλον. Ο δάσκαλος έχει μια ατζέντα διδακτικών δραστηριοτήτων την οποία θα πρέπει να μετασχηματίσει σε μαθησιακές καταστάσεις οι οποίες θα αποτελούν ένα υποσύνολο καταστάσεων στον χώρο των φάσεων της μαθησιακής οντότητας που δημιουργεί. Στο τέλος, θα πρέπει να ελέγξει την ποιότητα της μάθησης που πραγματοποιήθηκε και να αναπροσαρμόσει τις επερχόμενες διδακτικές του ενέργειες. Στο απλό αυτό γραμμικό μοντέλο μπορούμε να επεμβαίνουμε και να το μετασχημα-

τίζουμε σε γνωστικό, κονστρουκτιβιστικό, ομαδοσυνεργατικό, τεχνολογικά εξελιγμένο μοντέλο, ανάλογα με τις κατευθύνσεις της Εκπαιδευτικής Έρευνας.

Η κυβερνητική εικόνα για το απλούστερο αυτό κβάντο της Εκπαίδευσης είναι πολύ διαφορετική. Διαθέτει πλην των άλλων συστατικών του (δάσκαλος, μαθητές, τεχνολογικά μέσα) και μία επιπλέον ιδιότητα, τη **συστημικότητα**. Στην προσπάθειά μας να συλλάβουμε τη συστημικότητα, θα πρέπει να στραφούμε στη Θεωρία Συζητήσεων την οποία αναπτύξαμε νωρίτερα στο κεφάλαιο αυτό. Χρησιμοποιώντας τις έννοιες της Θεωρίας Συζητήσεων, ορίζουμε τη μαθησιακή μονάδα ως το αυτοργανώσιμο σύστημα με την παρακάτω δομή:

$$\text{μαθησιακή μονάδα} = \pi - \text{οντότητα} = \langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$$

Η βασική μαθησιακή μονάδα είναι ένα κοινωνικό σύστημα και μπορεί να μελετηθεί μόνο ως ολότητα. Η συμπεριφορά της δύναται να κατανοηθεί μόνο ως ολότητα και όχι ως άθροισμα των μερών της. Με τον τρόπο αυτό, ερμηνεύεται το βασικό παράδοξο του Cuban, ότι δηλαδή η τεχνολογική συμπεριφορά της σχολικής τάξης δεν συμβαδίζει – θα λέγαμε κινείται αντίθετα – με τις συμπεριφορές των μερών. Πράγματι, οι συμπεριφορές των μερών αθροιστικά δεν μπορούν να αποδώσουν τη συμπεριφορά της ολότητας.



Εικόνα 3-35: Σχηματική αναπαράσταση της π – οντότητας και των υλοποιήσεών της

Όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην Εικόνα 3-35, η μαθησιακή οντότητα έχει πολλές υλοποιήσεις. Όλες οι υλοποιήσεις έχουν τα ίδια βασικά υποσυστήματα τα οποία είναι: μια ψυχολογική οντότητα **P – οντότητα**, η οποία θα κατέχει το συνεπαγωγικό πλέγμα, τη συμφωνημένη και αποκρυσταλλωμένη γνώση, μια μηχανική οντότητα **M – οντότητα**, η οποία θα εκφέρει το συνεπαγωγικό πλέγμα και θα επιτρέπει τη γνωστική αντανάκλαση, μια φυσική μεταγλώσσα **L^*** , ένα σύνολο αντικειμενικών γλωσσών **$L_0 \dots L_n$** , έναν μηχανισμό ρύθμισης και ομοιόστασης και έναν μηχανισμό επικοινωνίας. Η ψυχολογική οντότητα **P – οντότητα** αποτελεί μεταδιαμόρφωση των ατομικών **P – οντοτήτων** οι οποίες συμμετέχοντων στη μαθησιακή συζήτηση και η μηχανική οντότητα αποτελεί μεταδιαμόρφωση των μηχανικών **M – οντοτήτων** των

συμμετεχόντων με επιπλέον τον μηχανισμό γνωστικής αντανάκλασης και τον μηχανισμό συνεπαγωγικού πλέγματος.

Σε επίπεδο αυτόνομης ατομικής μάθησης, η ***P*** – ***οντότητα*** είναι μεταδιαμόρφωση των εσωτερικών ψυχολογικών οντοτήτων που συμμετέχουν στον εσωτερικό διάλογο, η ***M*** – ***οντοτήτα*** είναι ο εγκέφαλος, ο Η/Υ, το μολύβι και το χαρτί, το βιβλίο, μια μετρητική συσκευή κλπ., η ***φυσική γλώσσα*** ***L*** * είναι η γλώσσα του εσωτερικού διαλόγου, οι ***αντικειμενικές γλώσσες*** ***L***₀ ... ***L***_{*n*} είναι οι γλώσσες του μαθησιακού αντικειμένου, ενώ ***μεταγλώσσες*** είναι οι γλώσσες του μεταελέγχου, για παράδειγμα οι κανόνες σύνταξης, ενώ η ρύθμιση και ο έλεγχος είναι και αυτές εσωτερικές διαδικασίες. Ο αυτόνομος μαθητής ξεκινά ένα εσωτερικό διάλογο πάνω στο αντικείμενο μάθησης με βασικό όχημα τις αντικειμενικές γλώσσες και τον μηχανισμό γνωστικής αντανάκλασης. Κάθε φορά που οι εσωτερικές του ψυχολογικές οντότητες έρχονται σε συμφωνία για κάποια έννοια ή ένα σύνολο κανόνων, τότε δημιουργείται ένας κόμβος ή μια συσχέτιση στο συνεπαγωγικό πλέγμα. Στην πορεία, αναπτύσσεται πολυπλοκότητα με την αύξηση διαφόρων μορφών αβεβαιότητας. **Όταν η ποικιλομορφία και ο θόρυβος αυξάνει, ο ομοιοστατικός μηχανισμός κινείται προς την πορεία της ελάττωσης με την εκτέλεση κάποιας ενέργειας που θα μειώσει την ποικιλομορφία**, για παράδειγμα τη διενέργεια μιας δοκιμής. Η γνώση που παράγεται με τον τρόπο αυτό χτίζεται εξελικτικά και θεωρείται από το άτομο αντικειμενική. Αποτελεί δε την εσωτερική λειτουργική γνώση του ατόμου.

Το παραπάνω μοντέλο εύκολα μεταφέρεται και στην περίπτωση της εξατομικευμένης μάθησης μεταξύ μαθητή και δασκάλου με τη διαφορά ότι ο ομοιοστατικός μηχανισμός ανήκει στον δάσκαλο. Στην περίπτωση αυτή, ο ψυχολογικός μηχανισμός της μαθησιακής οντότητας αποτελεί μεταδιαμόρφωση των ψυχολογικών οντοτήτων μαθητή και δασκάλου, η μηχανική οντότητα καθορίζεται από τον δάσκαλο, όπως επίσης και οι αντικειμενικές γλώσσες και μεταγλώσσες. Αν ο δάσκαλος επιχειρεί να κατασκευάσει ένα αυτόνομο και αυτοοργανωνόμενο μαθητή, τότε σταδιακά θα πρέπει να μεταφέρει τον ομοιοστατικό μηχανισμό στο μαθητή, όπως επίσης και τον χειρισμό και την επιλογή των αντικειμενικών γλωσσών και μεταγλωσσών.

Σε επίπεδο σχολικής τάξης, συμβαίνουν λίγο πολύ τα ίδια. Η σχολική τάξη ως ***M*** – ***οντότητα*** διαθέτει μια συλλογική ***P*** – ***οντότητα*** η οποία αποτελεί μετασυστημική διαμόρφωση των συμμετεχόντων στη μαθησιακή συζήτηση (συμπεριλαμβανομένου του δασκάλου). Έχει, επίσης, μια ***M*** – ***οντότητα*** η οποία αποτελεί μεταδιαμόρφωση των μηχανικών οντοτήτων των ατόμων που συμμετέχουν και, επιπλέον, έναν μηχανισμό γνωστικής αντανάκλασης, ο οποίος περιέχει υποσυστήματα μοντελοποίησης και προσομοίωσης, καθώς και έναν μηχανισμό κατασκευής του συνεπαγωγικού πλέγματος. Χρησιμοποιούνται, επίσης, η φυσική γλώσσα, η αντικειμενική γλώσσα και μια σειρά από μεταγλώσσες. Τέλος υπάρχει ο μηχανισμός ομοιόστασης και ρύθμισης και το υποσύστημα επικοινωνιών.

Εστιάζοντας στη σχολική τάξη ως μαθησιακή μονάδα, θα την ονομάσουμε ***παιδαγωγική οντότητα*** και θα διακρίνουμε τα δύο βασικά υποσυστήματα, την ψυχολογική και μηχανική οντότητα, τις γλώσσες επικοινωνίας, τον μηχανισμό ρύθμισης και το επικοινωνιακό πλέγμα. Όλα μαζί αποτελούν μια αδιάσπαστη ενότητα και πρέπει να αντιμετωπίζονται ως σύνολο. Δημιουργείται, λοιπόν, το εύλογο ερώτημα, ποιο από όλα τα παραπάνω συστατικά θα αποκαλέσουμε «τεχνολογία της σχολικής τάξης»; ***Τι αποτελεί τεχνολογία και τι τεχνολογική παρέμβαση σε μια σχολική***

τάξη; Ποιον από τους παραπάνω μηχανισμούς θα πρέπει να βελτιώσουμε τοπικά, ώστε να έχουμε αποτέλεσμα στο όλον; Αν, για παράδειγμα, ο κάθε μαθητής έχει και έναν Η/Υ μέσα στην τάξη, αυτό θα πετύχει αναβάθμιση της ***M*** – **οντότητας** ή δραματική αύξηση της ποικιλομορφίας την οποία ο δάσκαλος θα σπεύσει να ρυθμίσει πιθανώς εις βάρος της μαθησιακής συζήτησης;

Είναι φανερό ότι το απλό γραμμικό μοντέλο δεν δύναται να συλλάβει την πολυπλοκότητα μιας απλής μαθησιακής μονάδας, όπως η σχολική τάξη. Είναι δύσκολο να προβλέψουμε ποιο θα είναι το αποτέλεσμα της εξωτερικής τεχνολογικής παρέμβασης σε μια καλά ρυθμισμένη τάξη. **Θα πετύχει η τάξη περισσότερες και ανώτερες μαθησιακές καταστάσεις πιθανώς μεταβαίνοντας σε έναν άλλο ελκυστή ή θα αποβάλλει την παρέμβαση για να επανέλθει σε κατάσταση ισορροπίας;** Ο ομοιοστατικός μηχανισμός της ***π*** – **οντότητας** θα αποβάλει ή θα απορροφήσει την πλεονάζουσα ποικιλομορφία;

Η σκόπιμη απλούστευση αυτού του μοντέλου, προκειμένου να ευνοηθεί η παρέμβαση υπέρ της τεχνολογίας, έφερε πολύ διαφορετικά και ακατανόητα αποτελέσματα, αν κανείς δεν αντιληφθεί τη συστημικότητα του φαινομένου.

Με βάση το παραπάνω μοντέλο, μπορούμε να ερμηνεύσουμε και το παράδοξο της μη διάχυσης των ΤΠΕ από αυτούς που έχουν ενσωματώσει τις ΤΠΕ στις μαθησιακές μονάδες τους προς τους υπόλοιπους. Η απάντηση στο παράδοξο δίνεται με την ερώτηση: Ποιο ακριβώς τεχνολογικό στοιχείο μιας μαθησιακής οντότητας είναι δυνατόν να μεταφερθεί με ρητό τρόπο σε άλλη μαθησιακή οντότητα, ώστε να έχει το ίδιο θετικό αποτέλεσμα; Μπορούμε να απομονώσουμε κάποια τεχνολογικά στοιχεία ως επιτυχημένα και να τα μεταφέρουμε σε άλλη οντότητα και να είμαστε σίγουροι ότι θα έχουν το ίδιο αποτέλεσμα. Η συστημικότητα, δυστυχώς, δεν είναι δυνατόν να μεταφερθεί με ρητό τρόπο.

Η **μαθησιακή μονάδα** της Εκπαίδευσης μπορεί να θεωρηθεί και ως **παιδαγωγική οντότητα**. Στην πορεία της μελέτης μας θα χρησιμοποιήσουμε τους δύο όρους εναλλάξιμα.

Η έννοια της παιδαγωγικής οντότητας είναι ένα πολύ χρήσιμο οντολογικό εργαλείο, μιας και μας βοηθά να προσεγγίσουμε ένα αρκετά μεγάλο φάσμα εκπαιδευτικών φαινομένων ιδιαίτερα σε τεχνολογικά περιβάλλοντα. Η ίδια η έννοια της ηλεκτρονικής και εικονικής τάξης⁸⁷ μπορεί να θεωρηθεί επέκταση της παιδαγωγικής οντότητας και να ενταχθεί στο θεωρητικό σχήμα με τις πραγματικές παιδαγωγικές οντότητες. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η μάθηση είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί οπουδήποτε είναι δυνατόν να συσταθεί μια παιδαγωγική οντότητα ή μαθησιακή μονάδα. **Το κρίσιμο σημείο δεν είναι οι τεχνολογίες, αλλά η κυβερνητική που θα χρησιμοποιηθεί.** Μπορεί να έχουμε πετυχημένες παιδαγωγικές οντότητες σε ηλεκτρονικό περιβάλλον και αποτυχημένες σε πραγματικό περιβάλλον ή και αντίστροφα.

Ο Doyle (1980) σημειώνει ότι η εκπαιδευτική τάξη είναι ένα περιβάλλον με υψηλή ποικιλομορφία στο οποίο κυριαρχούν το πολυδιάστατο, η συγχρονικότητα, η αμεσότητα, η αβεβαιότητα και η μη πρόβλεψη. Επεκτείνουμε τη σκέψη αυτή και στην παιδαγωγική οντότητα, αναφέροντας ότι, ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να

⁸⁷ Βλ. και Barker (2008).

έχει πολύ υψηλή ποικιλομορφία, για παράδειγμα πολυπολιτισμικές τάξεις, τάξεις με παιδιά ειδικών αναγκών, τάξεις ενηλίκων και ηλεκτρονικές τάξεις. Ειδικά για τις ηλεκτρονικές τάξεις ο Chang (2001) σημειώνει ότι εμφανίζουν ιδιαίτερη αύξηση της ποικιλομορφίας λόγω της ανάγκης για διαχείριση της τεχνολογίας.

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που αναδύεται με την κυβερνητική προσέγγιση της μάθησης ως συζήτησης είναι το ζήτημα της αντικειμενικής γλώσσας και των μεταγλωσσών που χρησιμοποιούνται στη διάρκεια της συζήτησης. Με τον όρο **αντικειμενική γλώσσα** $L_0, L_1 \dots L_n$ εννοούμε τη γλώσσα η οποία ανήκει στο αντικείμενο της συζήτησης, είναι εσωτερικό αντικείμενο της συζήτησης και αναλαμβάνει να δημιουργήσει την ***P* – οντότητα** της συζήτησης. Για παράδειγμα, αν το αντικείμενο είναι η Νευτώνεια Μηχανική, τότε αντικειμενική γλώσσα αποτελεί η γλώσσα με την οποία συμφωνούμε να παράγουμε συλλογισμούς εσωτερικούς στο αντικείμενο. Έστω ότι συμφωνούμε σε κάποια συζήτηση να παράγουμε συλλογισμούς με αντικειμενική γλώσσα τη γλώσσα της Νευτώνειας Φυσικής η οποία περιέχει συγκεκριμένες έννοιες της Φυσικής και των Μαθηματικών. Η Θεωρία της Σχετικότητας δεν αποτελεί αντικειμενική γλώσσα της συζήτησής μας. Αποτελεί μια άλλη αντικειμενική γλώσσα και μάλιστα εξέλιξη της αντικειμενικής γλώσσας της Νευτώνειας Φυσικής, η χρήση της, όμως, στη συζήτησή μας δεν ενδείκνυται.

Με τον όρο **μεταγλώσσα** L^* , περιγράφουμε τη γλώσσα με την οποία συζητούμε για την ίδια τη συζήτηση. Η μεταγλώσσα θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του μεταγνωστικού μηχανισμού όπως επίσης και για τον καθορισμό της συζήτησης.

Η εναλλαγή των γλωσσών και ιδιαίτερα **η αλληλεπίδραση αντικειμενικής γλώσσας και μεταγλώσσας αποτελούν ισχυρά εργαλεία στα χέρια του εκπαιδευτικού**. Για παράδειγμα, αν γίνεται χρήση της συμφωνημένης αντικειμενικής γλώσσας της Νευτώνειας Μηχανικής και παρουσιαστούν πειραματικά δεδομένα που δεν μπορεί να περιγραφούν με αυτήν την αντικειμενική γλώσσα, τότε έχουμε αδυναμία συμφωνίας, πράγμα το οποίο εντοπίζεται με τη μεταγλώσσα. Παρουσιάζεται με τον τρόπο αυτό η ανεπάρκεια της αντικειμενικής γλώσσας, πράγμα το οποίο μπορεί να οδηγήσει **σε εξέλιξη της αντικειμενικής γλώσσας με την είσοδο νέων εννοιών ή στην αλλαγή της αντικειμενικής γλώσσας**. Συνήθως αυτές είναι ευκαιρίες με τις οποίες ο εκπαιδευτικός εμπλουτίζει και επεκτείνει τις αντικειμενικές γλώσσες. Στη γλώσσα της παιδαγωγικής τεχνικής το παραπάνω φαινόμενο είναι γνωστό ως **γνωστική σύγκρουση**.

Εντάσσοντας το πρόβλημα της σύνδεσης των ΤΠΕ στον παραπάνω συλλογισμό, θα διαπιστώσουμε αμέσως μια σοβαρή συνέπεια. Όταν ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί ΤΠΕ στην τάξη του, διαφαίνονται δύο βασικοί κίνδυνοι οι οποίοι απαιτούν ρύθμιση:

A) Ο κίνδυνος να εμφανιστούν δύο αντικείμενα και δύο αντικειμενικές γλώσσες ταυτόχρονα, η αντικειμενική γλώσσα του μαθησιακού αντικειμένου του αναλυτικού προγράμματος και η αντικειμενική γλώσσα των ΤΠΕ.

B) Ακόμη κι αν ο εκπαιδευτικός καταφέρει να διατηρήσει ως βασική αντικειμενική γλώσσα αυτή του μαθησιακού αντικειμένου, ενδέχεται η γλώσσα των ΤΠΕ να λειτουργήσει ως μεταγλώσσα η οποία να προκαλεί μεγάλη διαταραχή στην αντικειμενική γλώσσα, παράγοντας νέου τύπου ερωτήσεις οι οποίες δεν προάγουν τη συζήτηση και δεν δύνανται να ενταχθούν στη μαθησιακή συζήτηση.

Για παράδειγμα, αν ο εκπαιδευτικός είναι Φιλολόγος ο οποίος διδάσκει Συντακτικό με τη χρήση πολυμεσικού υλικού, θα έρθει αντιμέτωπος με ερωτήσεις αναφορικά με το σύστημα διεπαφής, τα σενάρια χρήσης, πιθανούς λανθασμένους χειρισμούς και αξιολογικές κρίσεις για εναλλακτικούς χειρισμούς, με αποτέλεσμα την ολίσθηση της συζήτησης προς αντικείμενο εστίασης το μέσο και όχι το γνωστικό αντικείμενο. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο, όταν στη ***M – οντότητα*** της συζήτησης εντάσσεται το διαδίκτυο.

Συμπερασματικά, αν ο εκπαιδευτικός δεν είναι σε θέση να λειτουργεί πολύ καλά ως ρυθμιστής και ομοιοστάτης, πιθανώς να χάσει τον έλεγχο της μαθησιακής συζήτησης. Η απώλεια ελέγχου κατά την είσοδο των ΤΠΕ σε παραδοσιακές τάξεις αποτελεί μια από τις βασικές αιτίες αποφυγής των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς και καταφυγής στο διδαξιακό μοντέλο (Εικόνα 3-36).

Αρχίζει και διαφαίνεται ότι η σύνδεση των ΤΠΕ με τη μαθησιακή συζήτηση που πραγματοποιείται σε επίπεδο σχολικής τάξης αποτελεί πολύ πιο πολύπλοκο φαινόμενο από ό,τι αρχικά δείχνει η απλή γραμμική προσέγγιση. **Πιθανώς εξελικτικά να προσεγγίσουμε μια μορφή μαθησιακής συζήτησης τεχνολογικά εμπλουτισμένης στην οποία να παράγονται αλληλεπιδράσεις αντικειμενικής γλώσσας και μεταγλώσσας οι οποίες να είναι υπό τον έλεγχο του εκπαιδευτικού και να θεωρούνται εσωτερικές του μαθησιακού αντικειμένου.** Για παράδειγμα, η ερώτηση του μαθητή σχετικά με το πώς θα μπορούσαμε να μοντελοποιήσουμε την ελεύθερη πτώση σε Modelus απέχει πολύ από το να θεωρηθεί μια φυσιολογική εσωτερική ερώτηση στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης της μεταγλώσσας των ΤΠΕ με την αντικειμενική γλώσσα του μαθησιακού αντικειμένου της ελεύθερης πτώσης. Το πιο πιθανό είναι ακόμη και ο πιο τεχνολογικά εγγράμματος και οπαδός των ΤΠΕ εκπαιδευτικός να απαντήσει ότι η ερώτηση δεν σχετίζεται με τη μαθησιακή συζήτηση και να την απορρίψει, προκειμένου να κατεβάσει την απότομη αύξηση της ποικιλομορφίας που θα δημιουργηθεί.

Οι λύσεις που αναδύονται στο πλαίσιο της παραπάνω προβληματικής δείχνουν να έχουν τρεις κατευθύνσεις:

A) Την αλλαγή της μορφής της *π – οντότητας* προς άλλα ανοιχτά μοντέλα με προεγκατεστημένα τεχνολογικά υπόβαθρα. Στη βιβλιογραφία αυτό αναφέρεται ως προσέγγιση μιας ΤΠΕ - παιδαγωγικής

B) Την αλλαγή του εκπαιδευτικού, ώστε να λειτουργεί καλύτερα ως ρυθμιστής και ελεγκτής του ομοιοστατικού μηχανισμού της σχολικής τάξης, όταν αυτή λειτουργεί με ανεπτυγμένη τεχνολογικά ***M – οντότητα***. Στη βιβλιογραφία αυτό αναφέρεται ως **εκπαίδευση του εκπαιδευτικού στην παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ**

Γ) Την αλλαγή των τεχνολογιών, ώστε να ενσωματώνονται πιο διακριτικά σε παλαιότερους παιδαγωγικούς μηχανισμούς, χωρίς να προκαλούν απώλεια ελέγχου και στρέβλωση του μαθησιακού status quo των παραδοσιακών ***π – οντοτήτων***. Στη βιβλιογραφία αυτό αναφέρεται ως **δημιουργία αυθεντικού εκπαιδευτικού λογισμικού** και όχι προσαρμογές από εταιρικό εκπαιδευτικό λογισμικό.

Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο αποτελεί τη συμφωνημένη γνώση είναι μια μορφή συνείδησης, κατά τον Pangaro (1996), και διατηρείται, όπως η ενέργεια και η

ύλη. Η συνείδηση είναι προϊόν συζήτησης και αποτελεί αυτοποιοτική οντότητα. Η συζήτηση και η ταυτότητα αναδύονται ταυτόχρονα. **Εν τέλει, οικοδομούμε τους εαυτούς μας μέσω μαθησιακών συζητήσεων.**



Εικόνα 3-36: Διδαξιακό μοντέλο και μοντέλο συζήτησης

Η Θεωρία Συζητήσεων καλύπτει θεωρητικά μεγάλο φάσμα συζητήσεων, όπως για παράδειγμα άτυπες συζητήσεις, μαθησιακές συζητήσεις, ατομικές ή συλλογικές συζητήσεις, μηχανοποιημένες συζητήσεις κλπ., με το ίδιο βασικό πρότυπο συζήτησης, θέτοντας έτσι τις βάσεις για κοινή αντιμετώπιση της συμβίωσης ανθρώπου με άνθρωπο και ανθρώπου με μηχανή.

Το βασικό μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων αποτελεί η **αυστηρή συζήτηση (strict conversation)**. Κάθε άλλη συζήτηση αποτελεί παραλλαγή της αυστηρής συζήτησης. Βασικά χαρακτηριστικά της αυστηρής συζήτησης είναι:

A) Οι συμμετέχοντες συμφωνούν να τηρούν τους κανόνες της αντικειμενικής γλώσσας ή των αντικειμενικών γλωσσών $L_0, L_1 \dots L_n$ με τις οποίες θα πραγματοποιηθεί η συζήτηση

B) Η συζήτηση αγκιστρώνεται σε ένα αντικείμενο συζήτησης D το οποίο αποτελείται από θέματα T

Γ) Το αντικείμενο συζήτησης D περιλαμβάνει κανονικό τρόπο αναπαράστασης τόσο αυτών που είναι γνωστά όσο και αυτών που προκύπτουν στη συζήτηση. Έχει για τον λόγο αυτό μια αυστηρή επιστημολογική υπόσταση

Δ) Στο πλαίσιο της συζήτησης, όταν ένα θέμα T έχει κατανοηθεί, τότε χαρακτηρίζεται ως αφομοιωμένο

Ε) Η κατανόηση ενός αντικειμένου T έχει συγκεκριμένη τεχνική ερμηνεία και σημαίνει ότι ο συμμετέχων είναι σε θέση να εκτελέσει δύο βασικές νοητικές διαδικασίες: **την εξήγηση και την παραγωγή**. Η εξήγηση Ex έχει άμεση σχέση με τη μο-

ντελοποίηση και την προσομοίωση, ενώ η παραγωγή έχει να κάνει με την ανακατασκευή του θέματος από άλλα θέματα της συζήτησης. Η παραγωγή **Con** του θέματος σχετίζεται με τη μαθησιακή στρατηγική του συμμετέχοντος

ΣΤ) Μια συζήτηση αποτελείται από περιστάσεις **I** οι οποίες τερματίζονται με τη συμφωνία της κατανόησης. Μια συζήτηση τερματίζεται, όταν τερματίσουν όλες οι περιστάσεις με τη συμφωνία της κατανόησης

Ζ) Η **έννοια** είναι μια διαδικασία η οποία αναδομεί και αναπαράγει ένα αντικείμενο. Αποτελεί, δηλαδή, την υλοποίηση του αντικειμένου.

Η) Η **μνήμη** είναι μια διαδικασία η οποία αναδομεί και αναπαράγει μια έννοια.

Θ) Για ένα νοητικό σύστημα, **σταθερή έννοια** είναι αυτή η οποία έχει μια σταθερή θέση στο μνημονικό ρεπερτόριο, ώστε να μπορεί να αναπαρασταθεί ή να παραχθεί

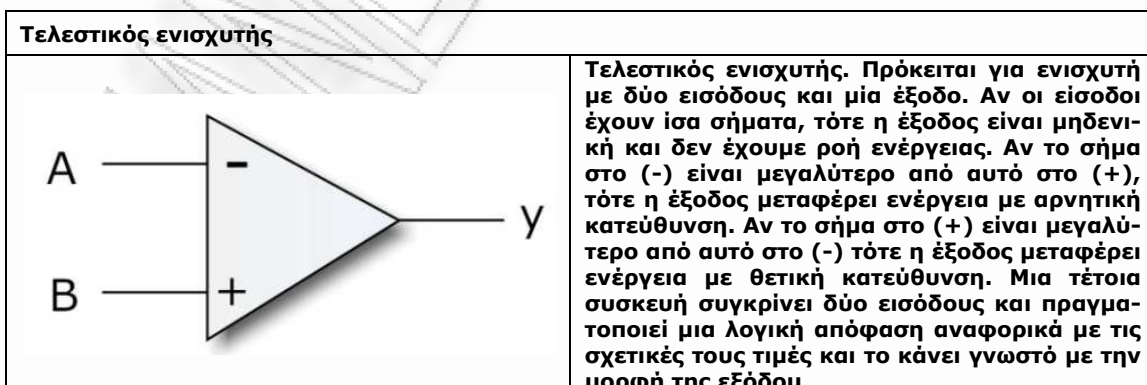
Ι) Η **μάθηση είναι μια δυναμική διαδικασία παραγωγής σταθερών εννοιών**

Κ) **Εκτέλεση μιας σταθερής έννοιας** ονομάζουμε τη δημιουργία μιας λίστας διαδικασιών από το υπολογιστικό σύστημα, η οποία αναπαράγει το αντικείμενο της έννοιας

Λ) Η συζήτηση μεταξύ δύο οντοτήτων αποτελεί μια διαδικασία **αυτοοργάνωσης** με την έννοια του von Foerster, **αυτοποίησης** με την έννοια των Maturana και Varela και **οργανωσιακής κλειστότητας** σύμφωνα με την ορολογία του Pask. Μία συζήτηση τερματίζει, όταν ο πλεονασμός $R = 1 - \frac{H}{H_{max}}$ μηδενιστεί και το σύστημα αυτοοργανωθεί.

3.15.1 Η Θεωρία συζητήσεων ως μηχανισμός ελέγχου

Η Θεωρία Συζητήσεων, όπως είπαμε, περιγράφει έναν ολιστικό μηχανισμό συζήτησης μέσω του οποίου κατασκευάζουμε γνώση, τη φιλτράρουμε, ανακαλύπτουμε τις διαφορές και βαδίζουμε προς την αμοιβαία κατανόηση. Οι κοινά αποδεκτές σταθεροποιημένες έννοιες αποτελούν δημόσια γνώση για την κοινότητα. Για την περιγραφή του βαθύτερου μηχανισμού ελέγχου της Θεωρίας Συζητήσεων, θα χρησιμοποιήσουμε το συμβολισμό του Ryder⁸⁸:



⁸⁸ http://carbon.ucdenver.edu/~mryder/aect_95.html

Αρνητική ανατροφοδότηση

Η έξοδος από το ελεγχόμενο αντικείμενο αποτελεί σήμα αναφοράς στο (-) του ενισχυτή. Αυτός το συσχετίζει με το (+) όπου βρίσκεται το σήμα αναφοράς και, αν το σήμα στο (-) είναι μικρότερο από αυτό του (+), μεταφέρεται ενέργεια στο ελεγχόμενο αντικείμενο. Το σήμα στο (-) θα αυξάνεται έως ότου τα δύο σήματα εξισωθούν και σταματήσει η ροή της ενέργειας. Αν στην αρχική σύγκριση το σήμα στο (-) είναι μεγαλύτερο, τότε η ροή ενέργειας θα είναι αρνητική.

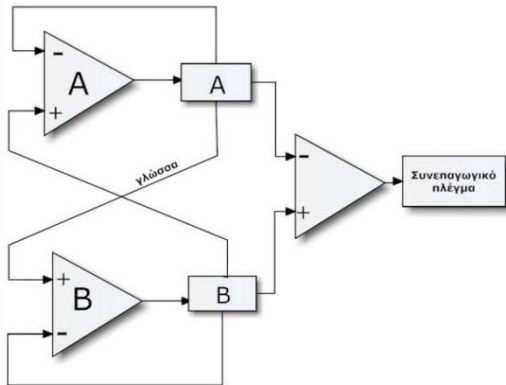
Μπιχεβιοριστικό μοντέλο

Το μπιχεβιοριστικό μοντέλο είναι ξεκάθαρο: Ενέργεια μεταφέρεται στο ελεγχόμενο αντικείμενο, μέχρι αυτό να εξισωθεί με την πηγή αναφοράς. Αποτελεί, ίσως, το παγκόσμιο βασικό μοντέλο ρύθμισης και ένα από τα βασικότερα μοντέλα στην Εκπαίδευση.

Θεωρία Συζητήσεων

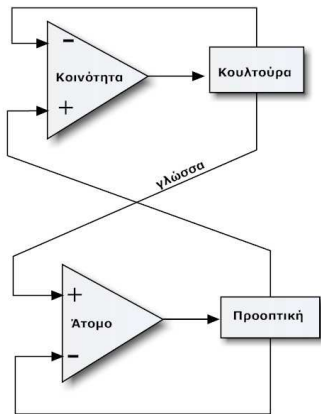
Το μοντέλο ρύθμισης της Θεωρίας Συζητήσεων αποτελεί μια άλλη πρόταση ρύθμισης. Δύο συμμετέχοντες (δάσκαλος - μαθητής, μαθητής - μαθητής, μαθητής - μηχανή, μηχανή - μηχανή), έχοντας ως σημεία αναφοράς τις προσωπικές τους έννοιες, συζητούν και αλληλοδιαμορφώνονται έως ότου επέλθει συμφωνία.

Συνεπαγωγικό πλέγμα



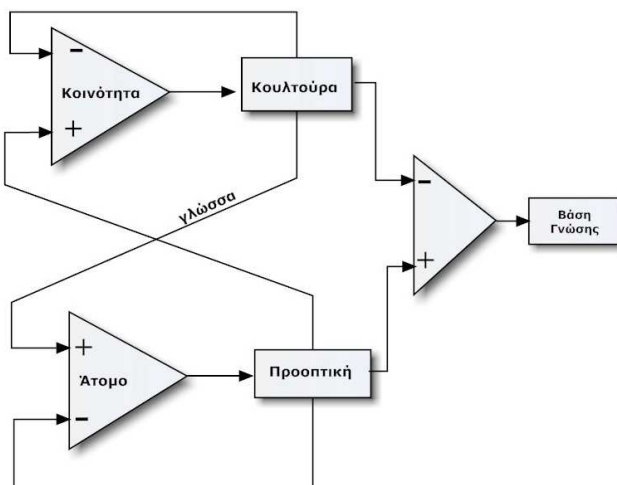
Η έννοια που προκύπτει μετά από τη συμφωνία και τον τερματισμό της συζήτησης αποτελεί ένα κόμβο στη γνωστική οντότητα της δυάδας της συζήτησης την οποία ο Pask αποκάλεσε «συνεπαγωγικό πλέγμα» και αποτελεί το σύνολο των εννοιών που αποτελούν πλέον τη δημόσια γνώση για την ομάδα συζήτησης.

Άτομο και Κοινότητα



Κάθε ομάδα, Κοινότητα και άτομο αποτελεί, κατά τον Pask, ένα γνωστικό σύστημα. Η Κοινότητα μαθαίνει από το κάθε μέλος της και αντίστροφα.

Μηχανισμός παραγωγής οργανωσιακής γνώσης

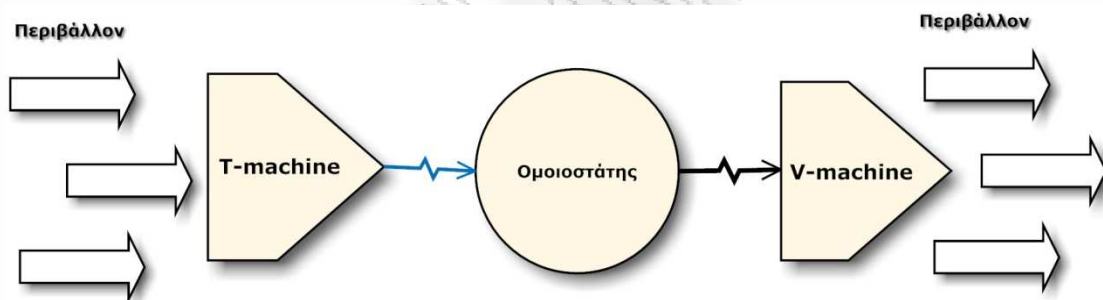


Η Pask συζήτηση αποτελεί μηχανισμό παραγωγής οργανωσιακής γνώσης σε διάφορες μορφές, όπως ψηφιακές βιβλιοθήκες, FAQ, WIKI, Λεξικά κλπ. Η γνώση που παράγεται αποτελεί κοινή δημόσια γνώση.



3.15.2 Ο εκπαιδευτικός ως σύστημα ρύθμισης

Ο ομοιοστάτης είναι ο μηχανισμός εκείνος ο οποίος «τα βάζει με το άγνωστο», παράγοντας την κατάλληλη συμπεριφορά από την ποικιλομορφία που διαθέτει, ώστε να αντισταθμίζει τις διαταραχές του περιβάλλοντος. Ο ομοιοστάτης αντιδρά σε διακυμάνσεις του περιβάλλοντος εν τω γεννάσθαι. Ο βασικός νόμος του ομοιοστάτη είναι ο Νόμος της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας. Ένα σύστημα μπορεί επιτυχώς να λειτουργήσει ως ομοιοστάτης (homeostatic controller) μόνο αν διαθέτει τόση ποικιλομορφία όση το περιβάλλον με το οποίο συνδέεται. Ενδεικτικά, αν ο ομοιοστάτης έχει 25 εσωτερικές καταστάσεις και το περιβάλλον 30, τότε δεν μπορεί να διατηρήσει απόλυτο έλεγχο (Ashby, 1960).



Εικόνα 3-37: Λειτουργία του εκπαιδευτικού ως συστήματος ρύθμισης

Στο μοντέλο του ομοιοστάτη, η μηχανή T κατέχει την ερμηνευτική οντολογία, δέχεται δεδομένα από το εξωτερικό και το εσωτερικό του συστήματος (Εικόνα 3-37). Η μηχανή V κατέχει την οντολογία παρέμβασης κατέχει δηλαδή τις καταστάσεις ποικιλομορφίας του συστήματος. Ο ομοιοστάτης αποφασίζει να συνδέσει τη γνώση αναπαράστασης με την κατάλληλη συμπεριφορά - παρέμβαση (Beer, 1962). Ο παραπάνω μηχανισμός είναι η καρδιά της βιωσιμότητας. Η μηχανή T είναι επιφορτισμένη να παράγει την ερμηνευτική οντολογία, ενώ η μηχανή V την παρεμβατική οντολογία. Ο ομοιοστάτης εξισορροπεί τις δύο αυτές λειτουργίες. Σύμφωνα με τους Azedevo et al. (2007) οι μαθησιακές συζητήσεις οι οποίες διαθέτουν μηχανισμό ο οποίος βασίζεται σε ηλεκτρονικά μέσα έχουν ανάγκη από εξωτερικό έλεγχο και ρύθμιση.

A – Σε επίπεδο σχολικής τάξης

T-Μηχανή: διαθέτει την ερμηνευτική οντολογία: δεδομένα της σχολικής τάξης, του σχολείου, του περιβάλλοντος, του αναλυτικού προγράμματος, ανάγκες της τοπικής κοινωνίας κλπ.

V-Μηχανή: Διαθέτει το ρεπερτόριο συμπεριφορών, την οντολογία παρέμβασης της σχολικής τάξης: διαθεματικότητα, ομαδοσυνεργατικότητα, τεχνολογίες, κονστрукτιβιστική προσέγγιση, τεχνολογίες κλπ.

Ομοιοστάτης: Μηχανισμός ο οποίος εξισορροπεί τις λειτουργίες των δύο μηχανών.

Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως ομοιοστάτης σε επίπεδο σχέσεων και επικοινωνιών με τους μαθητές. Το Μοντέλο της Ζώνης Εγγύτατης Ανάπτυξης (Zone of Proximal Development) του Vigodsky (1978) περιγράφει ουσιαστικά έναν τέτοιο ομοιοστατικό μηχανισμό (Kathygeyan, 2007). Ο εκπαιδευτικός, σύμφωνα με τον Vigodsky, έχει να διαχειριστεί την πολυπλοκότητα η οποία εμφανίζεται στη ζώνη εγγύτατης προσέγγισης. Σε αυτήν τη ζώνη πραγματοποιείται η σύνθεση μεταξύ της πραγματικής γνωστικής κατάστασης του μαθητή και της ιδεατής κατάστασης την οποία έχει στοχοθετήσει ο εκπαιδευτικός. Στον χώρο αυτό εμφανίζεται η δημιουργική ένταση που κινητοποιεί τη μάθηση. Ο εκπαιδευτικός είναι ο ρυθμιστής της λειτουργίας της ζώνης αυτής. Ο Vigodsky πραγματοποιεί μια πολύ σημαντική θεωρητική τοποθέτηση, σημειώνοντας ότι στον χώρο εγγύτατης προσέγγισης συναντώνται δύο οντολογίες, αυτή που χτίζει ο μαθητής μέσα από την καθημερινότητά του και αυτή την οποία θα πρέπει να μάθει μέσα από τη μαθησιακή συζήτηση.

3.16 Μοντέλο K-1 : Το οικοσύστημα του σχολείου

Στο σημείο αυτό παρουσιάζουμε ένα κυβερνητικό μοντέλο για το οικοσύστημα του ελληνικού σχολείου Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Το μοντέλο μας εστιάζει στην προοδευτική αύξηση της ποικιλομορφίας από τον πυρήνα προς το εξωτερικό περιβάλλον και την προοδευτική εξασθένιση της ποικιλομορφίας από το εξωτερικό περιβάλλον του προς τον πυρήνα.

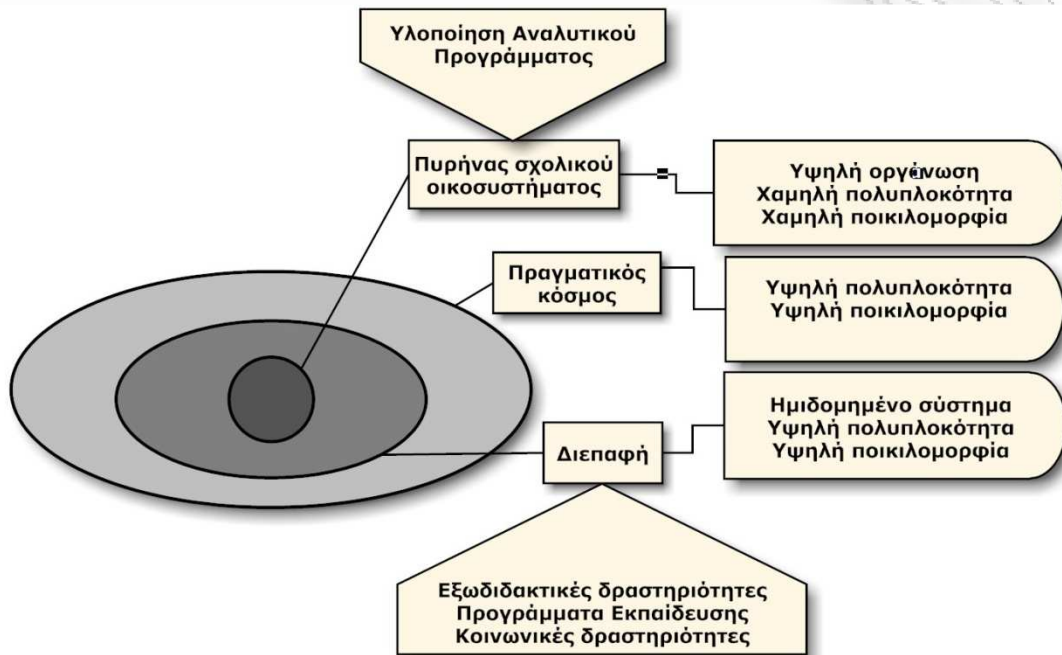
Με βάση το μοντέλο (Εικόνα 3-38), το οικοσύστημα του σχολείου αποτελείται από:

- A) Τον πυρήνα
- B) Τη ζώνη διεπαφής
- Γ) Το πραγματικό περιβάλλον.

Ο πυρήνας του οικοσυστήματος του σχολείου είναι μια περιοχή χαμηλής ποικιλομορφίας με ισχυρούς εξασθενητές ποικιλομορφίας, όπως:

- ❖ Το ωρολόγιο πρόγραμμα
- ❖ Το Αναλυτικό Πρόγραμμα
- ❖ Το μοντέλο της εντοπισμένης χωρικά και χρονικά σχολικής τάξης
- ❖ Η διδασκαλία με βασική πηγή πρόσληψης πληροφοριών το ένα σχολικό βιβλίο
- ❖ Η έλλειψη αξιολόγησης που καθιστά το ίδιο επιτυχημένους εκπαιδευτικούς που πραγματοποίησαν L^* συζητήσεις με αυτούς που πραγματοποιούν L_n συζητήσεις
- ❖ Το σύστημα εξετάσεων το οποίο είναι πλήρως κλειστό και προβλέψιμο
- ❖ Το μοντέλο της σχολικής τάξης ως κλειστού συστήματος χωρίς είσοδο εξωτερικής ποικιλομορφίας

- ❖ Ένα απόλυτα κανονιστικό νομικό σύστημα που δεν επιτρέπει ελευθερίες στην ανάπτυξη πρωτοβουλιών
- ❖ Μια κανονιστική κουλτούρα
- ❖ Η υποχρεωτική παρακολούθηση
- ❖ Η γεωγραφική κατανομή των μαθητών στα σχολεία.



Εικόνα 3-38: Κυβερνητική προσέγγιση του σύγχρονου σχολείου

Η ζώνη διεπαφής δεν διαθέτει τους εξασθενητές ποικιλομορφίας του πυρήνα, με αποτέλεσμα να λειτουργεί σε υψηλότερη ποικιλομορφία με ένα πλέγμα δραστηριοτήτων, όπως:

- A) Εξωδιδασκτικές δραστηριότητες
- B) Μετασχολικές δραστηριότητες
- Γ) Δραστηριότητες των κοινωνικών ομάδων του σχολείου
- Δ) Προγράμματα εκπαίδευσης
- E) Αυτόνομες πρωτοβουλίες εκπαιδευτικών
- ΣΤ) Προγράμματα πρόσθετης διδακτικής στήριξης

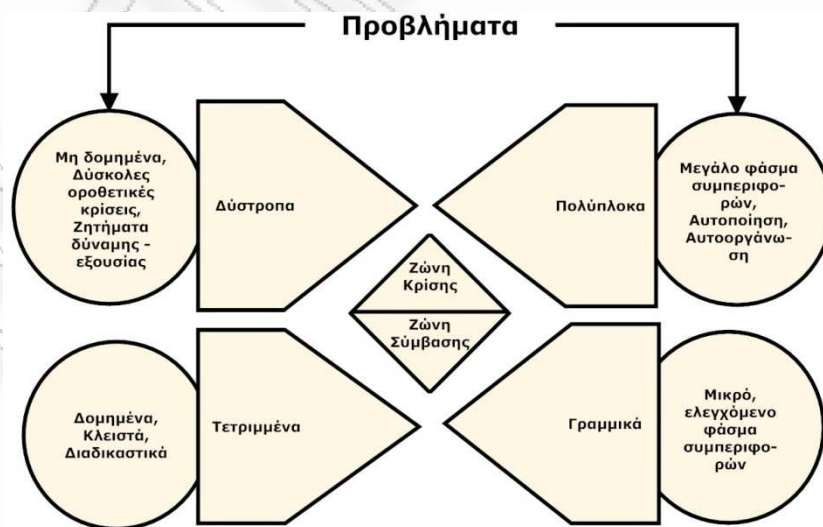
Στη ζώνη αυτή περιλαμβάνεται ένας μεγάλος αριθμός εξωδιδασκτικών προγραμμάτων όπως:

- Περιβαλλοντικά προγράμματα (Καλλιστώ, ΣΠΠΕ)
- Πολιτιστικά προγράμματα (εκδόσεις περιοδικών και πολυμεσικών παρουσιάσεων, θεατρικά κλπ.)
- Προγράμματα Αγωγής Υγείας
- Προγράμματα Ισότητας των Δύο Φύλων
- Προγράμματα Σταδιοδρομίας (Αγωγή Σταδιοδρομίας)
- Προγράμματα Επιχειρηματικότητας (Εικονικές Επιχειρήσεις)
- Προγράμματα Δημιουργικότητας και καινοτομίας (Τεχνομάθεια, Δαίδαλος)
- Διευρωπαϊκά προγράμματα (e-twinning, Comenius)

Τα περισσότερα από αυτά είναι αμειβόμενα και λειτουργούν με τις διεθνείς προδιαγραφές έργων, όπως: προϋπολογισμοί, λογιστικές καταγραφές, τεχνικά δελτία, περιοδικές αναφορές προόδου, αξιολογικές εκθέσεις, παραδοτέα, ημερίδες, δελτία τύπου, κλπ. Τελούν δε υπό την εποπτεία ελληνικών και ευρωπαϊκών επιτροπών. Η ζώνη αυτή αναπτύσσει αρκετά μεγάλη ποικιλομορφία ιδιαίτερα αν το σχολείο είναι δραστήριο στον χώρο αυτό. Από πλευράς εξασθενητών ποικιλομορφίας απουσιάζουν εντελώς οι παραδοσιακοί εξασθενητές της σχολικής τάξης:

- 1) Δεν υπάρχει ωρολόγιο πρόγραμμα
- 2) Δεν υπάρχει αναλυτικό πρόγραμμα
- 3) Δεν υπάρχει χωρικός και χρονικός εντοπισμός
- 4) Δεν υπάρχει μια σαφώς καθορισμένη πηγή πρόσληψης πληροφοριών
- 5) Υπάρχει αξιολόγηση
- 6) Τα συστήματα που δημιουργούνται είναι ανοιχτά με έντονη αλληλεπίδραση με τον εξωτερικό κόσμο
- 7) Απουσιάζει κάποιο κανονιστικό σύστημα πέρα από τις συμβάσεις των έργων
- 8) Απουσιάζει κάποια κουλτούρα κανονικοποίησης και ομογενοποίησης
- 9) Υπάρχει στενότητα πόρων σε υλικοτεχνική υποδομή, δεδομένου ότι οι πόροι του σχολείου θα πρέπει να μοιραστούν σε πολλές ομάδες

Στη ζώνη αυτή συμμετέχουν εκπαιδευτικοί και μαθητές μετά το πέρας των υποχρεωτικών μαθημάτων. Τα υποσυστήματα τα οποία δημιουργούνται στη ζώνη αυτή, κυρίως με τη μορφή ομάδων έργου, **έχουν πλεονασμό ποικιλομορφίας λόγω της έντονης αλληλεπίδρασης με το εξωτερικό περιβάλλον πράγμα το οποίο οδηγεί στην αυτοοργάνωση** σύμφωνα με τον βασικό Νόμο του von Foerster, όπως αναπτύσσεται στην αρχή του κεφαλαίου. Η ζώνη αυτή λόγω της αδόμητης μορφής απαιτεί από τον εκπαιδευτικό την ανάπτυξη κάποιων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα την ανάγκη να λειτουργεί ως ομοιοστάτης, προκειμένου να ρυθμίζει τη ροή της ποικιλομορφίας σε περιπτώσεις όπου οι ομάδες είναι μακριά από τους αυτοοργανωτικούς ελκυστές.



Εικόνα 3-39: Κυβερνητική μοντελοποίηση του περιβάλλοντος του εκπαιδευτικού

Οι μαθησιακές συζητήσεις που πραγματοποιούνται στη ζώνη διεπαφής έχουν πολύ διαφορετική δομή σε σχέση με αυτές του πυρήνα. Ενδεικτική διαφορά υπάρχει για παράδειγμα στη *M – οντότητα* της κάθε συζήτησης. Στην περίπτωση της ζώνης διεπαφής αναμένουμε πυκνότερη χρήση τεχνολογιών δεδομένης της υψηλότερης ποικιλομορφίας.

3.16.1 Μοντέλο K-2 : Ο εκπαιδευτικός στο κυβερνητικό οικοσύστημα του ελληνικού σχολείου

Το τρίτο μοντέλο θα μας δώσει τον χώρο των φάσεων του εκπαιδευτικού αναφορικά με τις επιλογές του σε επίπεδο τεχνολογίας. Θα ονομάσουμε αυτές τις καταστάσεις **τεχνολογικές επεκτάσεις της M – οντότητας**. Ισχυριζόμαστε ότι ο χώρος των φάσεων των τεχνολογικών επεκτάσεων του σύγχρονου εκπαιδευτικού είναι αυτός της Εικόνας 3-39.

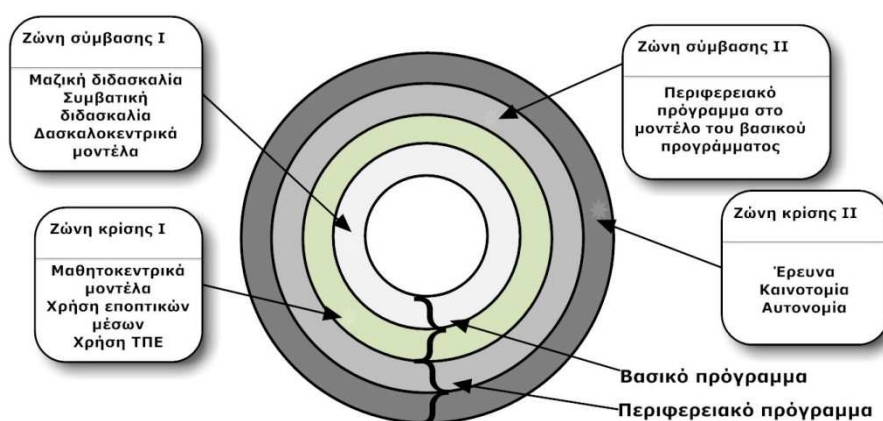
Ζώνη σύμβασης I: Η ζώνη αυτή περιλαμβάνεται στη βασική εκπαιδευτική δραστηριότητα και είναι ζώνη χαμηλής ποικιλομορφίας, όπως είπαμε παραπάνω.

Ζώνη κρίσης I: Η ζώνη αυτή περιλαμβάνεται στη βασική Εκπαίδευση και αφορά διεγερμένες καταστάσεις της σχολικής τάξης που παρουσιάζουν αύξηση της ποικιλομορφίας, για παράδειγμα η χρήση των σχολικών εργαστηρίων στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Ζώνη σύμβασης II: Η ζώνη αυτή βρίσκεται πλέον εκτός βασικού σχολικού προγράμματος και περιλαμβάνει δραστηριότητες οι οποίες οργανώνονται στο υπόδειγμα χαμηλής πολυπλοκότητας.

Ζώνη κρίσης II: Πρόκειται για τη ζώνη υψηλής πολυπλοκότητας στην οποία αναφερθήκαμε διεξοδικά στο προηγούμενο μοντέλο.

Ανάλογα με το σε ποια ζώνη βρίσκεται ο εκπαιδευτικός έχει και διαφορετικής φύσης προβλήματα να αντιμετωπίσει, όπως δείχνει και η Εικόνα 3-40.



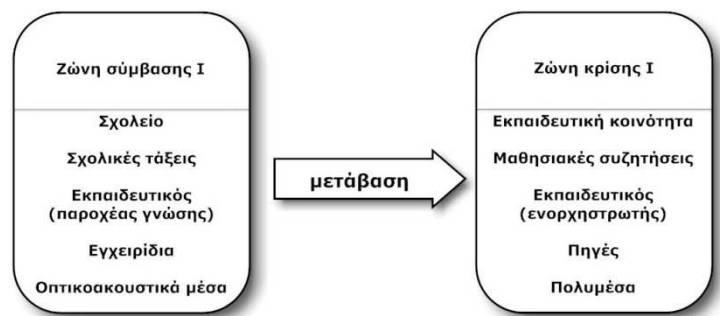
Εικόνα 3-40: Κυβερνητική μοντελοποίηση του σχολικού προγράμματος του σύγχρονου σχολείου

Ισχυριζόμαστε ότι οι τεχνολογικές επεκτάσεις του εκπαιδευτικού είναι πολύ διαφορετικές για κάθε ζώνη. Η έρευνά μας υπέδειξε ότι οι τεχνολογικές επεκτάσεις του

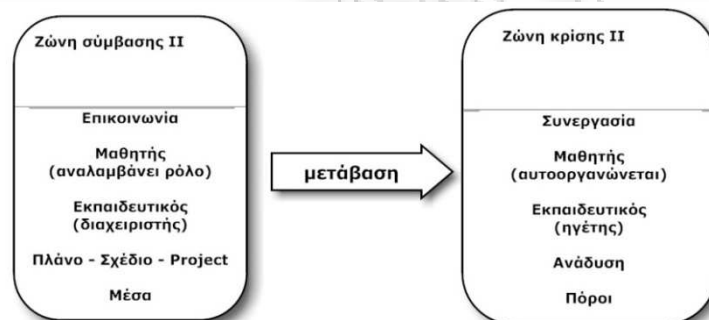
εκπαιδευτικού είναι άμεσα εξαρτημένες από τη ζώνη στην οποία βρίσκεται και την ποικιλομορφία με την οποία έρχεται αντιμέτωπος.

3.16.2 Λειτουργία του εκπαιδευτικού στο παραπάνω πλαίσιο

Στις Εικόνες 3-46 και 3-47 παρουσιάζουμε τη μορφή των μεταβάσεων ανάμεσα στις ζώνες πολυπλοκότητας.



Εικόνα 3-41: Μετάβαση από τη ζώνη σύμβασης I στη ζώνη κρίσης I



Εικόνα 3-42: Μετάβαση από τη ζώνη σύμβασης II στη ζώνη κρίσης II

Για να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτικός συνδέεται με την τεχνολογία, θα πρέπει να κατανοήσουμε τη σχέση του με την ποικιλομορφία και τις ανάγκες που έχει για ενίσχυση ή μείωση της ποικιλομορφίας, όπως επίσης και το τεχνολογικό υπόβαθρο των π – **οντοτήτων** τις οποίες ενορχηστρώνει στο σχολείο. Ένας εκπαιδευτικός που κινείται στη Ζώνη I πιθανώς να μη χρειαστεί ποτέ να επεκτείνει τη M – **οντότητα** της π – **οντότητας**, αποτελούμενη από τον πίνακα και τα τετράδια των μαθητών ως μέσο γνωστικής αντανάκλασης, μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Ο εκπαιδευτικός αυτός πιθανώς να δει τις νέες μαθησιακές καταστάσεις τις οποίες θα εισάγει στην τάξη του ένα καινούριο πληροφοριακό σύστημα ως επιπλέον ποικιλομορφία την οποία θα πρέπει να αποβάλει. Πολλοί εκπαιδευτικοί δεν είναι έτοιμοι να αναβαθμίσουν τις M – **οντότητες** των π – **οντοτήτων** τους, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει σαφής ένδειξη ότι η είσοδος της τεχνολογίας θα αυξήσει τις μαθησιακές καταστάσεις της π – **οντότητας** και δεν είναι κάποιος απλός πειραματισμός. Βέβαια, ο αντίλογος λέει ότι ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να εισάγει τις νέες καταστάσεις με την αντίστοιχη ποικιλομορφία ωθούμενος από τη μεταμοντέρνα στάση απέναντι στην τεχνολογία. Θα πρέπει, δηλαδή, να κάνει *τα ίδια πράγματα*, αλλά σε μια τεχνολογικά αναβαθμισμένη με υψηλότερο δυναμικό M – **οντότητα**. Ακόμη κι αν ο εκπαιδευτικός δεν έχει διάθεση ή δεν μπορεί για διάφορους λόγους

να αυξήσει το επίπεδο ποικιλομορφίας, αυτός δεν είναι αιτία να μην αυξηθεί το δυναμικό της ***M – οντότητας***. Σε μια τέτοια περίπτωση, οι μαθητές θα ωφεληθούν, μιας και θα μάθουν να χρησιμοποιούν τα τερματικά της τεχνολογίας. Βέβαια, δεν είναι όλοι οι εκπαιδευτικοί σύμφωνοι με μια τέτοια άποψη. Ο προκαθορισμός της ***M – οντότητας*** της ***π – οντότητας*** από άλλους εκτός από αυτούς ξυπνά τον φόβο της «μηχανής διδασκαλίας», ορολογία που χρησιμοποιούσαν το '60-'70 οι πρωτοπόροι της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, για να δηλώσουν το νέο τεχνολογικό περιβάλλον.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι πολλοί εκπαιδευτικοί δημιουργούν συγκροτημένες ***π – οντότητες*** με απλές ***M – οντότητες***. Οργανώνουν πολύ αποδοτικά μαθησιακά περιβάλλοντα χωρίς τη χρήση εξειδικευμένων τεχνολογιών. Ας μην ξεχνάμε, άλλωστε, ότι τα Φροντιστήρια τα οποία λειτουργούν και αναλαμβάνουν τον πολύ σοβαρό ρόλο της προετοιμασίας των μαθητών για τις εξετάσεις, γεγονός που αποτελεί και την αιχμή του δόρατος της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, χρησιμοποιούν το βασικό μηχανιστικό περιβάλλον χωρίς ουσιαστική χρήση επεκτάσεων ΤΠΕ. Είναι, λοιπόν, εμφανές και σε μεγάλο βαθμό αυτονόητο ότι η προώθηση των ΤΠΕ σε περιβάλλοντα διδασκαλίας με χαμηλή πολυπλοκότητα θα είναι προβληματική.

Στο επόμενο επίπεδο θα συναντήσουμε εκπαιδευτικούς που επιθυμούν *με δική τους πρωτοβουλία* να προσθέσουν καταστάσεις στον χώρο των φάσεων για τις τάξεις τις οποίες οργανώνουν. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί είναι διατεθειμένοι να αυξήσουν τις μαθησιακές καταστάσεις της τάξης τους, θεωρώντας ότι ο εμπλουτισμός αυτός θα αυξήσει το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και θα ωφελήσει τους αδύνατους μαθητές και τους μαθητές με μαθησιακά προβλήματα.

Η μετάβαση των εκπαιδευτικών: ***Ζώνη σύμβασης I → Ζώνη κρίσης I*** γίνεται αυθόρμητα χωρίς εξωτερική ή εσωτερική πίεση, ως έκφραση αυτοοργάνωσης. Θα λέγαμε μάλιστα ότι γίνεται πολλές φορές αντίθετα με την κανονιστική κουλτούρα του σχολείου. Αν αποφασίσει ένας εκπαιδευτικός να πραγματοποιήσει τη μετάβαση, δεν έχει ***καμία απολύτως θεσμική υποστήριξη*** πέραν της βοήθειας από συναδέλφους που βρίσκονται στην ίδια ζώνη ή σε υψηλότερη.

Οι εκπαιδευτικοί που δραστηριοποιούνται στη Ζώνη II έχουν να αντιμετωπίσουν υψηλότερη πολυπλοκότητα και κατά κανόνα έχουν πιο αυξημένες απαιτήσεις για νέες τεχνολογίες. Πρώτα-πρώτα οι μαθητές των ***π – οντοτήτων*** της ζώνης II δεν είναι δεδομένοι, όπως οι μαθητές των ***π – οντοτήτων*** της ζώνης I. Το τεχνολογικό περιβάλλον είναι ένα κίνητρο για να συνεχίσουν να αφιερώνουν εξωδιδακτικό χρόνο. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να διατηρεί μια τεχνολογικά ανεπτυγμένη ***M – οντότητα***, ώστε να διατηρήσει μια υψηλού επιπέδου συζήτηση.

3.16.3 Ο ρόλος του συντονιστή ΤΠΕ

Σημειώνουμε σε αυτό το σημείο την πολύ σημαντική συμβολή που θα είχε η ύπαρξη ενός συντονιστή - καθοδηγητή ο οποίος και θα αναλάμβανε να υποδείξει τρόπους και τεχνικές πραγματοποίησης της μετάβασης. Έρευνες, όπως αυτή του Lai (2004), υποδεικνύουν τη θετική συμβολή των συντονιστών ως εξασθενητών πολυπλοκότητας στη διευκόλυνση της στρατηγικής αναβάθμισης των ***P – οντοτήτων*** και

M – οντοτήτων των εκπαιδευτικών. Θεσμικά, στην ελληνική Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση προβλέπεται ο θεσμός των ΠΛΗΝΕΤ τα οποία αποτελούν Κέντρα Πληροφορικής ανά γραφείο, τα οποία και αντιμετωπίζουν τεχνικά κυρίως θέματα του σχολικού εργαστηρίου Πληροφορικής και, ανάλογα με την περίπτωση, παρέχουν on-demand περιορισμένη υποστήριξη σε εκπαιδευτικούς με αντικείμενο διαφορετικό της Πληροφορικής. Ο συντονιστής στον οποίο αναφερόμαστε θα εστιάζει περισσότερο σε θέματα ενσωμάτωσης των ΤΠΕ σε παιδαγωγικούς και διδακτικούς μηχανισμούς παρά σε θέματα απλής και περιστασιακής χρήσης.

3.17 Μοντέλο K-3: Μοντελοποιώντας τον εκπαιδευτικό ως χρήστη ΤΠΕ

Η Θεωρία Συζητήσεων του Pask δίνει ένα πολύ λειτουργικό πλαίσιο για τη μελέτη της σχέσης εκπαιδευτικού και ΤΠΕ το οποίο υπερβαίνει τη λογική της «επιμόρφωσης». Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, ο εκπαιδευτικός στην προσπάθειά του να οικοδομήσει τη γνώση σχετικά με τις ΤΠΕ, διεξάγει μια **γενικευμένη P – συζήτηση** με τις ΤΠΕ, η οποία μπορεί να είναι η ανάγνωση ενός βιβλίου, η συζήτηση με τους μαθητές, συναδέλφους, επιμορφωτές κλπ. Η **P – συζήτηση** έχει τη μορφή της Εικόνας 3-43.

Ισχυριζόμαστε ότι η συζήτηση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε 5 επίπεδα:

L* Επίπεδο μεταγλώσσας (φυσική γλώσσα): Σε αυτό το επίπεδο η συζήτηση είναι πολύ γενική - ενημερωτική. Ο εκπαιδευτικός διαθέτει ένα χαλαρό συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο προήλθε από μη οργανωμένες συζητήσεις. Το βασικό χαρακτηριστικό στο επίπεδο αυτό είναι ο μη συσχετισμός των εννοιών με διαδικασίες.



Εικόνα 3-43: Επίπεδα συζητήσεων του εκπαιδευτικού με τις ΤΠΕ

L0 Πρώτο εννοιολογικό επίπεδο: Το επίπεδο αυτό αποτελείται από τις πρώτες έννοιες - διαδικασίες τις οποίες ο εκπαιδευτικός είτε μαθαίνει μόνος του είτε μέσω προγραμμάτων επιμόρφωσης. Τέτοιες έννοιες είναι, για παράδειγμα, οι βασικές έν-

νοιες της επεξεργασίας κειμένου, της διαχείρισης αρχείων και της περιήγησης στο διαδίκτυο. Το πρώτο αυτό επίπεδο κινείται γύρω από τον προσωπικό Η/Υ.

L1 Δεύτερο εννοιολογικό επίπεδο: Το δεύτερο εννοιολογικό επίπεδο περιέχει έννοιες - διαδικασίες από τον κόσμο των δικτύων, τοπικών και www. Το συνεπαγωγικό πλέγμα έχει να κάνει με δίκτυα, δομημένη αναζήτηση στο διαδίκτυο, κοινωνικά δίκτυα κλπ.

L2 Πρώτο επίπεδο ανάπτυξης: Στο πρώτο επίπεδο ανάπτυξης εισάγονται έννοιες, όπως προσομοίωση και μοντελοποίηση μέσω Η/Υ, δημιουργία πολυμεσικού υλικού και διαχείριση πληροφοριακών συστημάτων, όπως διαχείριση δικτύων, portal, blog κλπ.

L3 Δεύτερο επίπεδο ανάπτυξης: Ο εκπαιδευτικός γνωρίζει μία ή περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού και κατασκευάζει πλέον το δικό του λογισμικό, λειτουργώντας αυτόνομα. Για να πραγματοποιηθούν αυτές οι μαθησιακές συζητήσεις, πρέπει να υπάρχει ένα κατάλληλο τεχνολογικό περιβάλλον, για παράδειγμα ο προσωπικός Η/Υ, το τοπικό δίκτυο του σχολείου κλπ. Ο εκπαιδευτικός στην Ελλάδα κατά κανόνα είναι επικεντρωμένος στον προσωπικό Η/Υ και κινείται περισσότερο γύρω από αυτόν.

Διακρίνουμε, λοιπόν, πέντε επίπεδα εξέλιξης και τέσσερις μετασυστημικές διαμορφώσεις που περιγράφουν τον εκπαιδευτικό και τις στάσεις του απέναντι στις ΤΠΕ.

Επίπεδο πληροφορίας: Εδώ ανήκουν οι εκπαιδευτικοί που οι συζητήσεις τους πραγματοποιούνται με τεχνική γλώσσα αυτή του τυπικού χρήστη εφαρμογών γραφείου. Τυπικά αντικείμενα των συζητήσεων τους είναι:

- Λειτουργία εφαρμογών γραφείου
- Δημιουργία και εκτέλεση παρουσιάσεων
- Αναζήτηση πληροφοριών μέσω διαδικτύου
- Αποστολή email
- Βασικό λειτουργικό: MSWindows
- Δυνατότητα χρήσης ψηφιακού υλικού (ψηφιακές φωτογραφίες)

P – οντότητα: τυπικός απομονωμένος χρήστης

M – οντότητα: προσωπικός Η/Υ

Επίπεδο προσαρμογής . Στο επίπεδο αυτό ανήκουν οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι πραγματοποιούν συζητήσεις και με την αντικειμενική γλώσσα των δικτύων. Τυπικά αντικείμενα είναι:

- Δημιουργία δικτύου
- Συντήρηση ιστοσελίδας
- Administrator σε δικτυακά κοινωνικά δίκτυα
- Λειτουργία Blog
- Ανάπτυξη πολυμεσικού υλικού
- Δομημένες αναζητήσεις
- Ανάπτυξη στατικών ιστοσελίδων
- Χρήση υποφορητών και κινητών συσκευών
- Πειραματισμός και με άλλα λειτουργικά συστήματα πλέον των Windows.

P – οντότητα: τυπικός δικτυωμένος χρήστης

M – οντότητα: προσωπικός Η/Υ + κάποιας μορφής δίκτυο

Επίπεδο ανάπτυξης. Οι εκπαιδευτικοί στο επίπεδο αυτό χρησιμοποιούν ως αντικειμενική γλώσσα μία ή περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού, γλώσσες που ξεπερνούν τη γενική χρήση και κινούνται προς την ανάπτυξη.

- Γνώση γλωσσών προγραμματισμού, όπως VB JAVA
- Ανάπτυξη εξελιγμένων ικανοτήτων σε Office, όπως μακροεντολές σε excel
- Δημιουργία εφαρμογών με access
- Χρήση λογισμικού προσομοίωσης (Vensim, IP κλπ.)
- Χρήση λογισμικού επεξεργασίας ήχου - εικόνας
- Χρήση βάσεων δεδομένων, όπως TLG
- Χρήση ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών.

P – οντότητα: Developer

M – οντότητα: προσωπικός Η/Υ + κάποιας μορφής δίκτυο

Επίπεδο μετασχηματισμού. Στο επίπεδο αυτό, πραγματοποιούνται συζητήσεις σε όλες τις αντικειμενικές γλώσσες με αντικείμενα, όπως:

- Ανάπτυξη και συντήρηση δυναμικών ιστοσελίδων
- Συμμετοχή σε ανάπτυξη εκπαιδευτικών πυλών
- Αξιοποίηση ανοιχτού λογισμικού
- Ανάπτυξη και παραμετροποίηση CMS LMS
- Προγραμματισμός στο Διαδίκτυο
- Ίδρυση θεματικής Εικονικής Κοινότητας
- XML- semantic web

Ας δούμε τώρα τις μετασυστημικές διαμορφώσεις και πώς μπορούν να επιτευχθούν (Εικόνα 3-44).

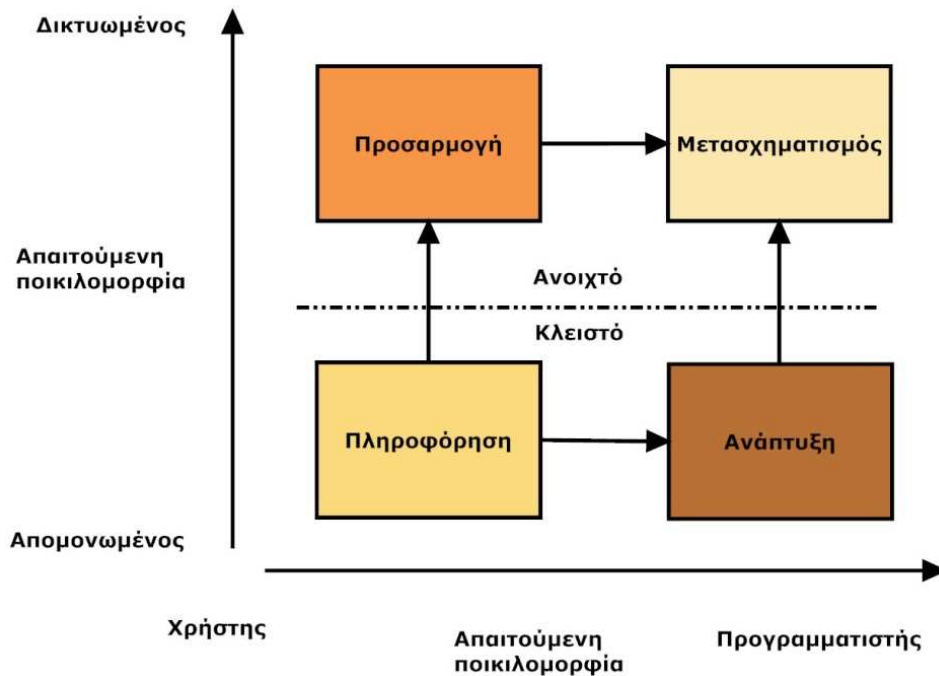
A) Από επίπεδο πληροφορίας σε επίπεδο προσαρμογής

Η μετασυστημική αυτή διαμόρφωση είναι κατά βάση σε εξέλιξη για πολλούς εκπαιδευτικούς χωρίς την παρέμβαση της πολιτείας. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η μεταδιαμόρφωση αυτή πραγματοποιείται αυθόρμητα. Όταν ο εκπαιδευτικός έχει φτάσει σε ικανοποιητικό βαθμό γνώσης των βασικών λειτουργιών, αυτοοργανώνεται παράγοντας έναν νέο ελκυστή στην περιοχή της προσαρμογής. Η μεταδιαμόρφωση διευκολύνεται τεχνολογικά από την επέκταση της ευρυζωνικότητας και της ευκολίας της δικτύωσης.

B) Από το επίπεδο πληροφορίας στο επίπεδο ανάπτυξης

Η μετασυστημική αυτή διαμόρφωση δεν είναι αυθόρμητη για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς. Για τον λόγο αυτό, δεν είναι συχνή. Απαιτείται οργανωμένη μάθηση και εκπαίδευση η οποία κατά βάση δεν υπάρχει στο ελληνικό Γυμνάσιο και Λύκειο. Δεν υπάρχουν εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία να διευκολύνουν τους εκπαιδευτικούς να περάσουν σε αυτό το στάδιο εξέλιξης. Επίσης, δεν υπάρχουν πλατφόρμες λογισμικού στα ελληνικά σχολεία (Visual studio, eclipse κλπ.) που να διευ-

κολύνουν τη μετάβαση. Ο εκπαιδευτικός, εφόσον το επιθυμεί, θα επωμιστεί το κόστος του τεχνολογικού εξοπλισμού.



Εικόνα 3-44: Μετασυστημικές διαμορφώσεις για το τεχνολογικό προφίλ του εκπαιδευτικού

Γ) Από το επίπεδο προσαρμογής στο επίπεδο μετασχηματισμού

Η μετασυστημική διαμόρφωση αυτής της κατηγορίας προϋποθέτει την εμφάνιση ανάγκης περαιτέρω αυτονόμησης του εκπαιδευτικού.

Δ) Από το επίπεδο ανάπτυξης στο επίπεδο μετασχηματισμού

Εφόσον ο εκπαιδευτικός έχει φτάσει στο επίπεδο ανάπτυξης, μπορεί να προχωρήσει στον μετασχηματισμό με την ένταξή του σε ομάδες ανάπτυξης.

3.18 Μεθοδολογία έρευνας

Έως τώρα διαμορφώσαμε τέσσερα κυβερνητικά μοντέλα τα οποία και περιγράφουν την ανθρωποτεχνολογική οντότητα του εκπαιδευτικού στο σύγχρονο περιβάλλον ΤΠΕ. Το πρώτο μοντέλο, το οποίο και αποτελεί και τον πυρήνα της κυβερνητικής ερμηνευτικής την οποία αναπτύσσουμε, περιγράφει την παιδαγωγική μονάδα ως αυτοοργανωνόμενο και αυτοποιητικό σύστημα. Το δεύτερο μοντέλο περιγράφει το οικοσύστημα του σχολείου και τον χώρο των φάσεων του, αναλογικά με την ποικιλομορφία. Το τρίτο μοντέλο συσχετίζει τις ΤΠΕ με το επίπεδο ποικιλομορφίας που συναντά ο εκπαιδευτικός και το τέταρτο μοντέλο περιγράφει τη μετασυστημική διαμόρφωση του εκπαιδευτικού σε ανθρωποτεχνολογική οντότητα.

Επιθυμώντας να ελέγξουμε την ισχύ του βασικού μοντέλου μας, το οποίο και αποτελεί ολιστική προσέγγιση της μάθησης, σε συσχετισμό με τον βαθμό ποικιλομορφίας που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός, οργανώσαμε ποιοτική κοινωνική έρευνα βασισμένη σε ημιδομημένες συνεντεύξεις.

Η ποιοτική κοινωνική έρευνα και οι ποιοτικές μεθοδολογίες γενικότερα αποτελούν σχηματικά ένα από τα δύο μεγάλα μεθοδολογικά παραδείγματα και ερευνητικά εργαλεία στις Κοινωνικές Επιστήμες, όπως η Εκπαίδευση. Τα βασικά ζητήματα που σχετίζονται με την ποιοτική μεθοδολογία (όπως και με κάθε μεθοδολογία) είναι η ερευνητική και μεθοδολογική προσέγγιση, το ερευνητικό πρόβλημα, η θεωρητική αφετηρία του ερευνητή και τα συγκεκριμένα μεθοδολογικά εργαλεία άντλησης γνώσης από το ερευνητικό πεδίο.

Οι ποιοτικές μέθοδοι εφαρμόζονται σε ερευνητικά εγχειρήματα και προσεγγίσεις που έχουν ως βασικό στόχο τη διερεύνηση ποιοτήτων και πιο συγκεκριμένα κοινωνικών ποιοτήτων. Με άλλα λόγια, έχουν στόχο την αποκάλυψη σχέσεων ή συσχετίσεων ανάμεσα σε κοινωνικά υποκείμενα και κοινωνικές ομάδες, την περιγραφή, ανάλυση και κατανόηση κοινωνικών διαδικασιών, τη διατύπωση ή αναδιατύπωση υποθέσεων και θεωρητικών θέσεων για το κοινωνικό γίνεσθαι και τη διακρίβωση κοινωνικών σχέσεων, θέσεων και ρόλων. Η ποιοτική έρευνα στοχεύει στην περιγραφή, ανάλυση, ερμηνεία και κατανόηση κοινωνικών φαινομένων, καταστάσεων και ομάδων απαντώντας κυρίως στα ερωτήματα «πώς;» και «γιατί;» (Ιωσηφίδης, 2008).

Η εφαρμογή ποιοτικών μεθοδολογιών εξαρτάται από τη φύση του ερευνητικού προβλήματος και από τις συγκεκριμένες επιλογές του ερευνητή. Πολλά ερευνητικά ερωτήματα και προσεγγίσεις αναφέρονται σε κοινωνικά φαινόμενα, ομάδες και καταστάσεις για τα οποία ο βασικός στόχος είναι η διερεύνηση και η ανάλυση της δομής και λειτουργίας τους, καθώς και των κοινωνικών σχέσεων (αιτίων, συσχετίσεων, συνεπειών) που τα χαρακτηρίζουν και όχι η απλή αναγωγή τους σε μετρήσιμες ποσότητες. Επίσης, ανάλογα με την οπτική του εκάστοτε ερευνητή, έμφαση μπορεί να δίδεται στα ποιοτικά, μη μετρήσιμα χαρακτηριστικά κάποιου κοινωνικού φαινομένου, με στόχο την εξήγηση, την ερμηνεία, την κατανόηση, την ανάπτυξη ή την επιβεβαίωση μιας θεωρίας ή την αποκάλυψη αιτιατών σχέσεων.

Η θεωρητική αφετηρία και το υπόβαθρο της ποιοτικής μεθοδολογίας παίζουν τον βασικότερο ίσως ρόλο στον ερευνητικό σχεδιασμό, στην επιλογή των ερευνητικών και μεθοδολογικών εργαλείων, στη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και γενικότερα στη σύνδεση θεωρίας και πράξης. Ακόμη και ερευνητές που έχουν ασαφές θεωρητικό υπόβαθρο και βασικό στόχο την ανάπτυξη πρωτογενούς θεωρίας μέσα από την επαφή με το ερευνητικό πεδίο, είναι μέλη της συνολικής κοινωνίας και ειδικότερων κοινωνικών συνόλων και χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένη ιδεολογία, αξίες, πεποιθήσεις και «πιστεύω» που αναπόφευκτα επηρεάζουν τις ερευνητικές τους επιλογές και πρακτικές.

Οι ερμηνευτικές, φαινομενολογικές, μεταμοντέρνες ή κριτικές θεωρητικές προσεγγίσεις είναι αυτές που κυριαρχούν στην εφαρμογή της ποιοτικής μεθοδολογίας, αν και αυτό δεν είναι απόλυτο. Ερευνητές με θετικιστικό και μεταθετικιστικό θεωρητικό υπόβαθρο αναλαμβάνουν και φέρνουν σε πέρας έρευνα με σημαντική ή κυρίαρχη την ποιοτική διάσταση (Ιωσηφίδης, 2001). Στους πίνακες 3-36 και 3-37 καταγράφουμε σύγκριση ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας όπως επίσης και τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της κάθε προσέγγισης.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ⁸⁹	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
Φαινομενολογική	Θετικιστική
Επαγωγική	Υποθετικό - παραγωγική
Ολιστική	Μερική
Υποκειμενική	Αντικειμενική
Διαδικαστική	Στοχεύει σε μετρήσιμα αποτελέσματα
Σχετική αδυναμία ελέγχου	Στοχεύει στον έλεγχο των μεταβλητών
Στόχευση στην κατανόηση	Επιβεβαιωτική
Ερμηνευτική	
Εξηγητική	

Πίνακας 3-36: Σύγκριση ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Διερεύνηση που χαρακτηρίζεται από λεπτομέρεια και βάθος	Συνήθως αφορά μικρά δείγματα
Είναι δυνατόν να οδηγήσει στη διερεύνηση φαινομένων, διαδικασιών και συμπεριφορών που δεν είχαν προβλεφθεί από πριν	Χαρακτηρίζεται από σχετικά περιορισμένες δυνατότητες γενίκευσης και σύγκρισης.
Διερεύνηση της εμπειρίας των κοινωνικών υποκειμένων. Ο ερευνητής «βλέπει» και κατανοεί τον κόσμο μέσα από τα μάτια και την αντίληψη των κοινωνικών υποκειμένων	Εξαρτάται αρκετά από τις προσωπικές αντιλήψεις του ερευνητή και από τα επικοινωνιακά του προσόντα
Γίνεται προσπάθεια για την αποφυγή a priori κρίσεων	Η συμμετοχή ή η εμπλοκή του ερευνητή μπορεί να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη κοινωνικού φαινομένου ή διαδικασίας

Πίνακας 3-37: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ποιοτικής έρευνας⁹⁰

Τα βασικότερα μεθοδολογικά εργαλεία άντλησης γνώσης από το ερευνητικό πεδίο στο πλαίσιο μιας ποιοτικής έρευνας είναι η συμμετοχική παρατήρηση, η συνέντευξη έρευνας, η βιογραφική ανάλυση, η ιστορική συγκριτική μέθοδος, η ανάλυση περιεχομένου, οι μελέτες περίπτωσης, η έρευνα με τη βοήθεια ομάδων (σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται και οι ομάδες εστίασης) και άλλες. Η χρήση των μεθοδολογιών αυτών είναι δυνατόν να γίνεται μεμονωμένα ή και σε συνδυασμό και εξαρτάται κάθε φορά από το είδος και τη φύση του ερευνητικού προβλήματος και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ερευνώμενου πληθυσμού. Η ανάπτυξη της ποιοτικής έρευνας τόσο μεθοδολογικά όσο και σε εφαρμογές μπορεί να χαρακτηριστεί εντυπωσιακή και σχετίζεται με μια σειρά από Κοινωνικές Επιστήμες, όπως η Κοινωνική και η Πολιτισμική Ανθρωπολογία, η Κοινωνιολογία, η Ψυχολογία, η Ανθρωπογεωγραφία και άλλες.

3.19 Αρχιτεκτονική της έρευνας πεδίου

Στον πίνακα 3-38 παρουσιάζουμε τη βασική αρχιτεκτονική της έρευνας πεδίου με σκοπό τη διερεύνηση και διαμόρφωση των κυβερνητικών μοντέλων.

⁸⁹ <http://don.ratcliff.net.qual/expq1.html>.

⁹⁰ <http://don.ratcliff.net.qual/expq1.html>.

Κατηγορία έρευνας: Ποιοτική Ερμηνευτική⁹¹ Έρευνα

Γενικός Στόχος της έρευνας

Η διερεύνηση των διαμορφώσεων των *M – οντοτήτων* των παιδαγωγικών μηχανισμών των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και ο συσχετισμός τους με τον βαθμό ποικιλομορφίας του εκπαιδευτικού περιβάλλοντός τους.

Βασικά ερευνητικά ερωτήματα

- Ποιες διαφορετικές διαμορφώσεις μηχανικών οντοτήτων των παιδαγωγικών μηχανισμών δύναται να καταγραφούν βάσει του μοντέλου K-0;
- Σχετίζεται και σε ποιο βαθμό η επιλογή των μηχανισμών με την ποικιλομορφία βάσει του μοντέλου K-1;
- Ποια είναι η κατανομή των εκπαιδευτικών στις ζώνες ποικιλομορφίας, όπως καθορίζονται στο μοντέλο K-2;
- Σχετίζονται και σε ποιο βαθμό οι μηχανικές οντότητες του μοντέλου K-0 με το μοντέλο K-3;
- Κάτω από ποιες προϋποθέσεις ο εκπαιδευτικός θα προχωρήσει σε αναβάθμιση της μηχανικής οντότητας της παιδαγωγικής του μονάδας;

Ομάδα στόχος

Αντιπροσωπευτικό πανελλαδικό δείγμα εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 102 δομημένες συνεντεύξεις από τις οποίες 65 στα όρια της Αττικής και 37 στην υπόλοιπη Ελλάδα.

Μεθοδολογία

Συνεντεύξεις σε βάθος με τη μορφή και μεθοδολογία *P – συζητήσεων*, με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού DCSYM Modeling Tool. Οι συνεντευξιζόμενοι χρησιμοποίησαν ένα ειδικά διαμορφωμένο γραφικό περιβάλλον, προκειμένου να κατασκευάζουν τις απαντήσεις των ερωτήσεων. Ο χρόνος της συνέντευξης ήταν 30 λεπτά από τα οποία τα 15 αφορούσαν την ανάπτυξη του μοντέλου K-0 και την εξήγηση της λειτουργίας του λογισμικού. Η προσέγγιση των εκπαιδευτικών πραγματοποιήθηκε για μεν την Αθήνα στις έδρες τους, ενώ για την επαρχία μέσω συνεδρίων και κάποιων επισκέψεων σε σχολεία. Σημαντικό ρόλο ως κόμβο επικοινωνίας έπαιξε η Ένωση Ελλήνων Φυσικών και το Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων. Δεν πραγματοποιήθηκαν τηλεφωνικές συνεντεύξεις.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Το θεωρητικό υπόβαθρο της έρευνας είναι η Εκπαιδευτική Κυβερνητική και η Θεωρία της Ερμηνευτικής Φαινομενολογίας.

Πίνακας 3-38: Αρχιτεκτονική της έρευνας για τη διερεύνηση των μοντέλων K-0, K-2, K-3

3.20 Οργάνωση της συνέντευξης

Η συνέντευξη οργανώνεται ως *P – συζήτηση* μεταξύ ερευνητή και συνεντευξιζόμενου με τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Πίνακας 3-39):

⁹¹ Hermeneutic phenomenology.

Στοιχείο	Υλοποίηση
Αντικειμενική Γλώσσα	Περιέχει στοιχεία από την Εκπαιδευτική Κυβερνητική και τη γλώσσα περιγραφής της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική χρησιμοποιείται ως γλώσσα περιγραφής της οργάνωσης και η γλώσσα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας ως γλώσσα περιγραφής του περιεχομένου
Μεταγλώσσες	Όλες οι γλώσσες οι οποίες χρησιμοποιούνται, εκτός της αντικειμενικής, με τις οποίες εκφέρονται αξιολογικές κρίσεις αναφορικά με τα μοντέλα, ερωτήσεις αναφορικά με τη διαδικασία και το λογισμικό και οποιεσδήποτε άλλες διεισδύσεις στην αντικειμενική γλώσσα
Μηχανισμός μοντελοποίησης	DCSYM modeling Tool
Μηχανισμός γνωστικής αντανάκλασης	DCSYM modeling Tool
Συνεπαγωγικό πλέγμα	DCSYM model

Πίνακας 3-39: Βασικά χαρακτηριστικά της *P* – συζήτησης της ημιδομημένης συνέντευξης

Η αντικειμενική οργάνωση της έρευνας είχε ως στόχο την αποφυγή του φαινομένου Rosenthal⁹² (Rosenthal effect).

Η αντικειμενική γλώσσα της συνέντευξης είναι η γλώσσα της Κυβερνητικής και της Θεωρίας Συζητήσεων. Με τη χρήση της γλώσσας αυτής πραγματοποιείται ο σχεδιασμός και η δόμηση των *M* – οντοτήτων σε επίπεδο τριών συζητήσεων του εκπαιδευτικού:

A) Συζήτηση στη μαθησιακή οντότητα της **σχολικής τάξης** όπου επιτυγχάνεται η μεταφορά του αναλυτικού προγράμματος

B) Συζήτηση στη μαθησιακή οντότητα των **εξωδιδασκτικών δραστηριοτήτων**

Γ) Συζήτηση στη μαθησιακή οντότητα **PLE προσωπικό περιβάλλον μάθησης** που αφορά τη μάθηση του εκπαιδευτικού γύρω από τις εκπαιδευτικές ΤΠΕ

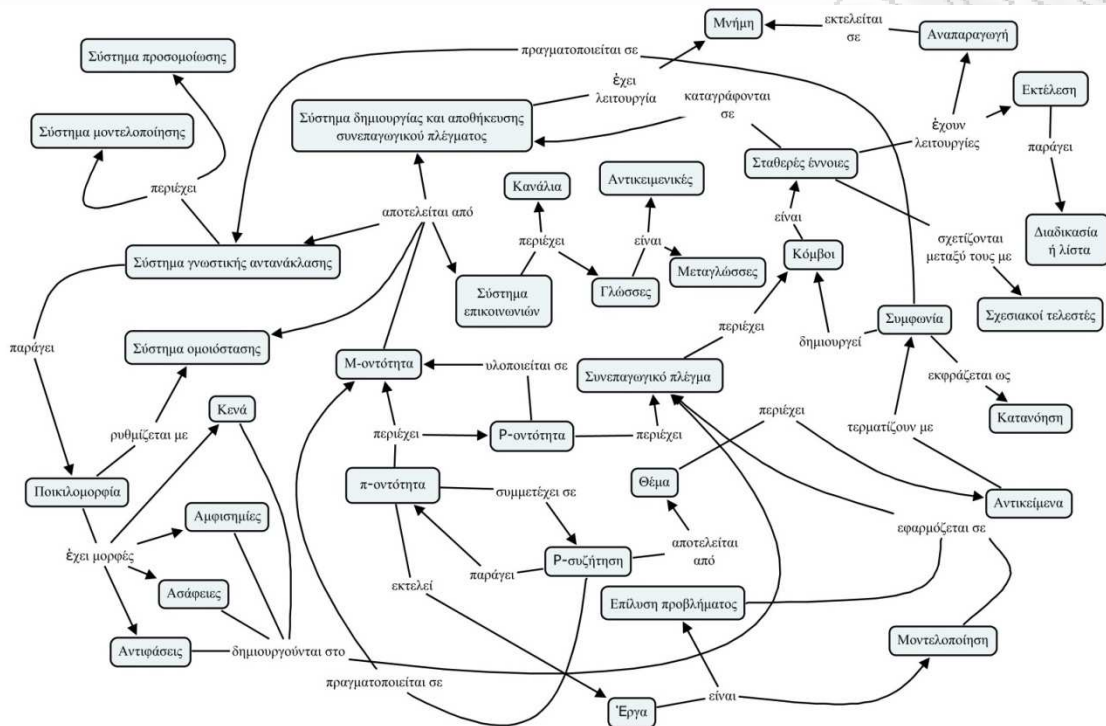
Στην πρώτη φάση της συνέντευξης γίνεται συμφωνία για την **αντικειμενική γλώσσα** και τις σταθερές έννοιες που περιέχει, όπως επίσης και τις διαδικασίες που περιλαμβάνει. Βασικές έννοιες της αντικειμενικής γλώσσας αποτελούν:

A) **Βασικές έννοιες της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής:** συζήτηση, μαθησιακή οντότητα, παιδαγωγική οντότητα, *P* – συζήτηση, μηχανική οντότητα, ψυχολογική οντότητα, γνωστική αντανάκλαση, συνεπαγωγικό πλέγμα, εννοιολογικός χάρτης, σύστημα, υποσύστημα, ομοιόσταση, έλεγχος, επικοινωνίες, αντικειμενική γλώσσα, μεταγλώσσες, ρύθμιση, ποικιλομορφία, αβεβαιότητα, συμφωνία κλπ

⁹² Τάση του συμμετέχοντος να συμμορφώνεται με τις προσδοκίες του πειραματιστή

Β) Βασικές έννοιες της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, όπως επεξεργαστής κειμένου, μοντελοποίηση και προσομοίωση, εικονικό πείραμα, διαδίκτυο, εποπτικά όργανα, πειράματα επίδειξης, τετράδια καταγραφής σημειώσεων, φορητός Η/Υ κλπ. Η

3.20.1 Αντικειμενική γλώσσα των συνεντεύξεων



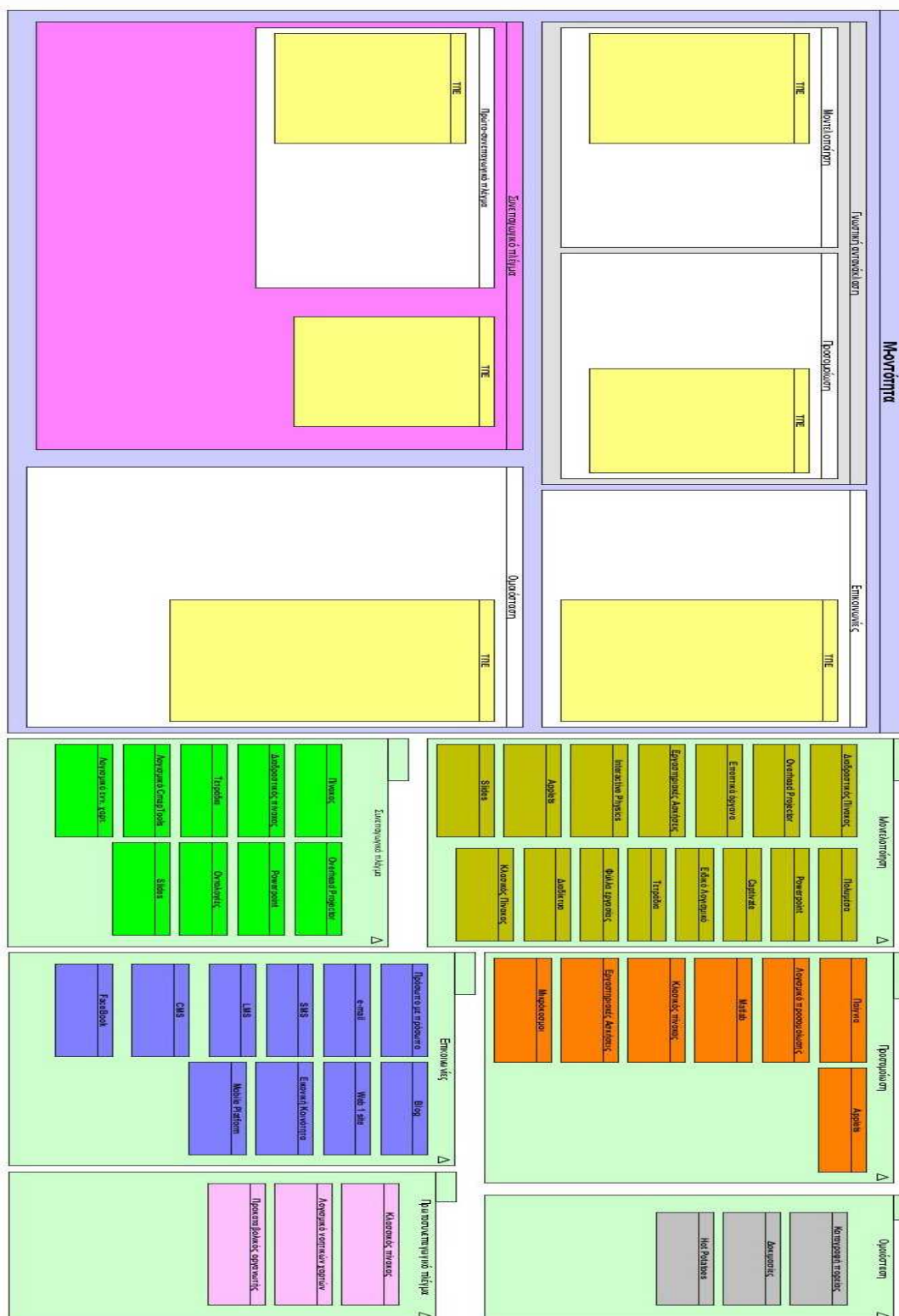
Εικόνα 3-45: Συνεπαγωγικό πλέγμα αναφορικά με την αντικειμενική γλώσσα της συνέντευξης παρουσίαση της αντικειμενικής γλώσσας πραγματοποιείται στην εισαγωγή της συζήτησης με τη μορφή νοητικού χάρτη (Εικόνα 3-45).

Στη διάρκεια της συζήτησης, ο εκπαιδευτικός διατυπώνει διάφορες ερωτήσεις τις οποίες ο ερευνητής διαπραγματεύεται μέχρι τη συμφωνία. Οι ερωτήσεις αυτές έχουν να κάνουν με διάφορα θέματα, όπως κατηγοριοποίηση τεχνολογικού υλικού, διευκρινήσεις, αξιολογικές κρίσεις κλπ.

3.20.2 Εργαλεία της συζήτησης

Το εργαλείο DCSYM Case Tool⁹³ χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση *M-οντοτήτων*. Αρχικά δινόταν στον συνεντευξιζόμενο η «κενή» δομή της *M-οντότητας* όπου γίνονται κατανοητά τα υποσυστήματα που την απαρτίζουν (Εικόνα 3-46).

⁹³ Βλ. Κεφάλαιο 5.



Εικόνα 3-46: Βασική μορφή της διαφάνειας του προγράμματος μοντελοποίησης

3.20.3 Οι M – οντότητες της συζήτησης

Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν τη M – οντότητα της συζήτησης που ενορχηστρώνουν στην τάξη με βάση τη συχνότητα χρήσης του αντίστοιχου μηχανισμού. Για τη διευκόλυνση χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο DCSYM CASE TOOL. Στον Πίνακα 3-40 παρουσιάζουμε μια ενδεικτική ομαδοποίηση των M – οντοτήτων, όπως αυτές κατασκευάστηκαν στο πλαίσιο των συνεντεύξεων 102 εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με ειδικότητα στις Φυσικές Επιστήμες.

Διαμορφώσεις M – οντοτήτων για τη βασική παιδαγωγική μονάδα σε εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών			
	Στοιχεία M – οντότητας	Τεχνολογίες	Λογισμικό
m_0	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil)	-
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο	-
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard)	-
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L^* , L_n	-
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ανάδραση	Τεστ - Διαγωνίσματα - Καταγραφή απόδοσης	-
m_1	Μοντελοποίηση προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Συμβατικό οπτικό υλικό	-
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο	-
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil)	-
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L^* , L_n	-
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοίωση	Τεστ - Διαγωνίσματα Ηλεκτρονική καταγραφή και επεξεργασία	Excel – Βασείς δεδομένων ⁹⁴
m_2	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Overhead Projector Πολυμέσα	PowerPoint
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο Προκαταβολικός οργανωτής	PowerPoint

⁹⁴ Πρόκειται για βάσεις διαχείρισης σχολικών δεδομένων δΒάση, Νέστωρ που είναι πλέον διαθέσιμες σε όλα τα σχολεία.

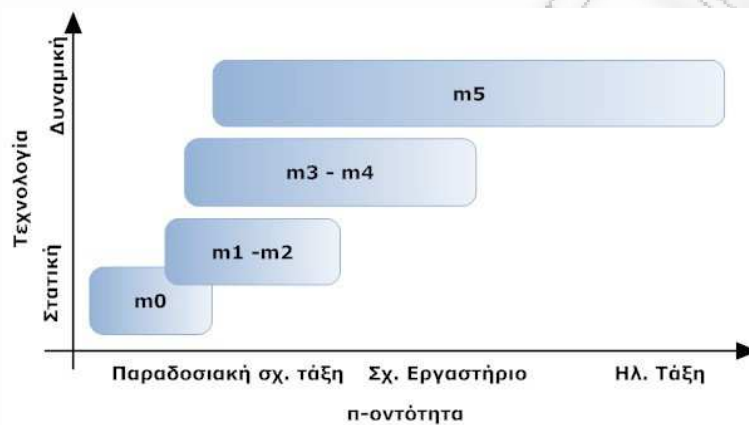
m_3	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Νοητικοί χάρτες	MS Office – Word
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L*, Ln	
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	Τεστ - Διαγωνίσματα - Ηλεκτρονική καταγραφή και επεξεργασία	Excel – Access
	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Overhead Projector Πολυμέσα	Java Applets Flash shockwave MS Office
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο Προκαταβολικός οργανωτής	MS Office
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Λογισμικό εννοιολογικής χαρτο- γράφησης	Cmap-Tools MS Office
m_4	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L*, Ln	
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	e-Τεστ – e-Διαγωνίσματα Ηλεκτρονική καταγραφή και επεξεργασία	MS Office
	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Εργαστήριο (πεδίο) Λογισμικό προσομοίωσης web	Multilog Multilab Firefox
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard) Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Λογισμικό Conceptual mapping	MS Office CmapTools
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο e-books Ηλεκτρονικός προκαταβολικός οργανωτής	MS Office CmapTools Adobe Acrobat
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L*, Ln - Linguistic, σύγχρονες, L*, Ln	
m_5	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	Τεστ - Διαγωνίσματα - Ηλεκτρονική καταγραφή και επεξεργασία	MS Office
	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Πίνακας (Blackboard) Whiteboard Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Σημειωματάρια (PDA, Netbook) Λογισμικό προσομοίωσης Παιγνία	Multilog Multilab Firefox Intranet Internet Interactive Physics

	web e-class	Whiteboard OLPC
Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Πίνακας (Blackboard) Whiteboard Σημειωματάρια (Notepad-pencil) Σημειωματάρια (PDA, Netbook) Λογισμικό Conceptual mapping	MS Office Cmap Tools LMS
Συνεπαγωγικό πλέγμα	Σχολικό εγχειρίδιο e-books Ηλεκτρονικός προκαταβολικός οργανωτής	MS Office Cmap Tools Smartdraw Visio Adobe Acrobat e-book maker
Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L*, Ln - Linguistic, ασύγχρονες, L*, Ln	e-mail SMS Bulletin
Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	e-Τεστ e-Διαγωνίσματα Ηλεκτρονική καταγραφή και επεξεργασία administration	Hot potatoes Excel LMS

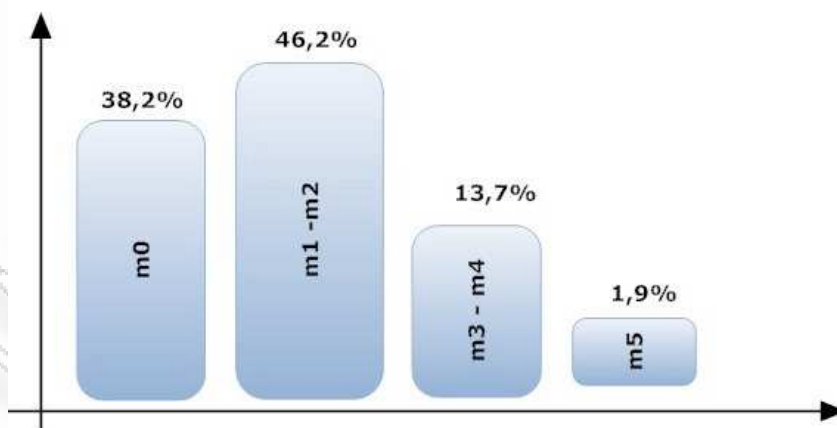
Πίνακας 3-40: Ενδεικτικές διαμορφώσεις M – οντοτήτων

Ο m_0 μηχανισμός είναι ο βασικός μηχανισμός ο οποίος και χρησιμοποιείται ως βασικός μηχανισμός της μαθησιακής συζήτησης. Από τους 102 εκπαιδευτικούς οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα, σχεδόν το σύνολο (98%) επέλεξε μαζί με άλλες και τις τεχνολογίες του βασικού μηχανισμού m_0 . Οι δύο επόμενοι μηχανισμοί m_1 και m_2 αποτελούν επέκταση του βασικού μηχανισμού με προσθήκη στοιχείων MS-Office (Deacon et. al., 2004· Conole et. al, 2008). Από τα αποτελέσματα της έρευνας ένα μεγάλο ποσοστό εκπαιδευτικών (67%) έχουν εντάξει στον μηχανισμό της παιδαγωγικής τους οντότητας το λογισμικό MS Office στις διάφορες συνιστώσες της M – οντότητας που συνθέτουν (de Fatima et al., 2008). Το MS PowerPoint χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σεναρίων γνωστικής αντανάκλασης ή και πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος, ενώ πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τα γραφικά εργαλεία του MS Office, για να δημιουργούν πρωτοσυνεπαγωγικά πλέγματα ή προκαταβολικούς οργανωτές με τη μορφή εννοιολογικών χαρτών. Η οντότητες m_3 και m_4 χαρακτηρίζονται από την αξιοποίηση εξειδικευμένων λογισμικών, παράλληλα με τη χρήση εξειδικευμένων λειτουργιών του MS-Office (Sinclair, 2003· Lim, 2004). Παρατηρείται αξιοποίηση πολυμέσων, Java applets, λογισμικού μοντελοποίησης, εξειδικευμένων editors, λογισμικού εννοιολογικών χαρτών, λογισμικού καταγραφής και επεξεργασίας μετρήσεων, δημιουργίας γραφικών παραστάσεων και προσομοίωσης. Οι συνεντεύξεις έδειξαν ότι οι οντότητες m_3 και m_4 είχαν ως κέντρο το σχολικό εργαστήριο περισσότερο από ό,τι τη σχολική τάξη. Το ποσοστό των εκπαιδευτικών με μηχανικές οντότητες m_3 και m_4 δεν υπερβαίνει το 10%.

Η m_5 οντότητα εκφράζει το πέρασμα προς ανοιχτά περιβάλλοντα πολλαπλών εναλλακτικών μορφών επικοινωνίας, πέραν των συμβατικών σύγχρονων τεχνολογιών πάνω στις οποίες βασίζεται η βασική Εκπαίδευση (Motiwalla, 2007). Το πέρασμα σε τέτοια περιβάλλοντα αποτελεί πολύ ισχυρή μειονότητα. Μόνο το 2% των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών που συμμετείχαν στην έρευνα δήλωσαν αξιοποίηση ή πειραματισμό με τεχνολογίες, όπως ηλεκτρονικές τάξεις, PDA, netbook, Εικονικές Κοινότητες κλπ. (Churchil, 2008). Η Εικόνα 3-47 παρουσιάζει την εξελικτική διαμόρφωση των μηχανικών οντοτήτων, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ η Εικόνα 3-48 παρουσιάζει την αντίστοιχη κατανομή.



Εικόνα 3-47: Ενδεικτική κατανομή των βασικών μηχανικών οντοτήτων των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών



Εικόνα 3-48: Κατανομή των M-οντοτήτων (N: 102)

Η συνύπαρξη των απλών μηχανισμών με πιο πολύπλοκους και τεχνολογικά ανεπτυγμένους είναι ένα σημαντικό ερευνητικό στοιχείο το οποίο αποδεικνύει την αργή πλην υπαρκτή διάχυση των νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση και τη σταδιακή ανάπτυξη ενός ambient τεχνολογικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει τις απαραίτητες **M – οντότητες** με τις οποίες θα οργανώσει αποτελεσματικές μαθησιακές συζητήσεις. Σημαντικό εύρημα στην έρευνά μας αποτελεί η συμβολή του περιβάλλοντος Microsoft στην εξέλιξη των **M – οντοτήτων**

των εκπαιδευτικών (Tait, 2008). Θα σημειώναμε στο σημείο αυτό ότι η πρώτη βασική μετασυστημική διάβαση των εκπαιδευτικών που επιθυμούν να περάσουν από τη ζώνη χαμηλής ποικιλομορφίας στη ζώνη υψηλής ποικιλομορφίας αφορά την αξιοποίηση του περιβάλλοντος γραφείου της Microsoft. Θα λέγαμε, μάλιστα, ότι αποτελεί μια βασική γέφυρα μεταξύ της παραδοσιακής τάξης και πιο εξελιγμένων διαμορφώσεων (Barker, 1998). Επίσης, όπως σημειώνουν κάποιοι ερευνητές, για παράδειγμα Crawford (1999), η πλατφόρμα της Microsoft ενοποιεί το τεχνολογικό υπόβαθρο του εκπαιδευτικού με αυτό των μαθητών, μιας και η πλατφόρμα αυτή είναι συστατικό της συντριπτικής πλειονότητας των προσωπικών υπολογιστών.

Κάποιοι εκπαιδευτικοί, που σύμφωνα με το μοντέλο K-3 επιχειρούν τη μετασυστημική διάβαση προς τα ανοιχτά δικτυακά περιβάλλοντα και περιβάλλοντα ανάπτυξης, θα πρέπει να στραφούν προς νέες τεχνολογίες τις οποίες δεν είναι σε θέση να καλύψει πλέον η πλατφόρμα της Microsoft. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί θα πρέπει να μετοικίσουν προς νέες λιγότερο γνωστές και διαδεδομένες πλατφόρμες.

Θα έλεγε κανείς ότι η μετασυστημική διάβαση από την παραδοσιακή τεχνολογική πλατφόρμα m_0 στις πλατφόρμες m_1 , m_2 είναι γενικά πιο αυθόρμητη και περικλείεται από αρκετή υποστήριξη. Η περαιτέρω μετάβαση σε πιο ανοιχτά διαδικτυακά περιβάλλοντα συνεργασίας και ανάπτυξης είναι σκόπιμη και πραγματοποιείται με εσωτερική προσπάθεια του εκπαιδευτικού. Αυτή η μετάβαση δεν είναι εύκολο να υποστηριχθεί σε κεντρικό επίπεδο. Δύναται, όμως, να υποστηριχθεί από θεματικές πραγματικές ή εικονικές κοινότητες, όπως η εικονική κοινότητα την οποία παρουσιάζουμε στο κεφάλαιο 5. Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 3-41, 3-42, 3-43, 3-44 και 3-45) παρουσιάζονται αναλυτικές περιγραφές των επιμέρους στοιχείων των *M – οντοτήτων*.

Μηχανισμός μοντελοποίησης και προσομοίωσης	
1	<p>Πίνακας ως χώρος δοκιμών</p> <p>Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα θέματα της μαθησιακής συζήτησης. Οι μαθητές αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.</p>
2	<p>Σημειωματάρια μαθητών (συμβατικά και ηλεκτρονικά)</p> <p>Οι μαθητές αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Αν τα σημειωματάρια είναι ηλεκτρονικά (PDA, mobile, netbook), είναι δυνατή η ανταλλαγή των κατασκευών τους.</p>
3	<p>Overhead projector</p> <p>Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα θέματα της μαθησιακής συζήτησης. Οι συμμετέχοντες στη συζήτηση αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.</p>
4	<p>Εποπτικό υλικό κλασικό</p> <p>Χάρτες, αντικείμενα, προπλάσματα βοηθούν τους συμμετέχοντες στην εξωτερίκευση και δοκιμή του γνωστικού τους κόσμου.</p>

Πίνακας 3-41: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού μοντελοποίησης και προσομοίωσης

Μηχανισμός μοντελοποίησης και προσομοίωσης		
5	Πολυμεσικό εκπαιδευτικό υλικό	Υλικό με κλειστά σενάρια διάδρασης βοηθά τους συμμετέχοντες στην εξωτερίκευση και δοκιμή του γνωστικού του κόσμου.
6	Αλληλεπιδραστικός πίνακας (Whiteboard)	Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα θέματα της μαθησιακής συζήτησης. Οι συμμετέχοντες αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.
7	Διδασκαλία πεδίου (εργαστήριο κλπ.)	Διδασκαλία με cognitive reflector τα εργαστήρια Φυσικής. Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα θέματα της μαθησιακής συζήτησης. Οι συμμετέχοντες αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.
8	Λογισμικό προσομοίωσης	Λογισμικό με ανοιχτά σενάρια υλοποίησης, όπως το Interactive physics, cabri, Matlab κλπ. που μπορεί να λειτουργήσει ως μηχανισμός γνωστικής αντανάκλασης. Οι συμμετέχοντες αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.
9	Εικονικοί κόσμοι	Εικονικά εργαστήρια, εικονικοί αρχαιολογικοί χώροι, κλπ. Οι συμμετέχοντες αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση.
10	Διαδίκτυο	Οι συμμετέχοντες αναδύουν την ιδιωτική τους γνώση και τη δοκιμάζουν. Σταδιακά χτίζεται η δημόσια γνώση

Πίνακας 3-41 (συνέχεια): Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού μοντελοποίησης και προσομοίωσης

Μηχανισμός πρωτοσυνεπαγωγικής χαρτογράφησης της συζήτησης		
1	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα θεμάτων Καθορίζει τα θέματα συζήτησης	Σχολικό βιβλίο, φυλλάδιο
2	Ηλεκτρονικός πρωτοχάρτης θεμάτων Καθορίζει τα θέματα συζήτησης	Ηλεκτρονική ανακοίνωση σε CMS LMS
3	Πρωτοχάρτης εργασιών Καθορίζει τα έργα της συζήτησης	Σχολικό βιβλίο, φυλλάδιο
4	Ηλεκτρονικός πρωτοχάρτης εργασιών Καθορίζει τα έργα της συζήτησης	Ηλεκτρονική ανακοίνωση σε CMS LMS

Πίνακας 3-42: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος

Μηχανισμός συνεπαγωγικής χαρτογράφησης της συζήτησης		
1	Πίνακας όπου χαρτογραφείται η εννοιολογική δόμηση της συζήτησης	Χαρτογραφείται αυτό που θα αποτελέσει τη δημόσια γνώση της συζήτησης
2	Τετράδια - Σημειωματάρια	Οι μαθητές κατασκευάζουν το ιδιωτικό εννοιολογικό πλέγμα, προκειμένου να το συνδέσουν με το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
3	Ηλεκτρονικοί καταγραφείς Φορητοί, υποφορητοί, PDA	Οι μαθητές καταγράφουν το ιδιωτικό εννοιολογικό πλέγμα, προκειμένου να το συνδέσουν με το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
4	Overhead projector	Καθώς εξελίσσεται η συζήτηση, καταγράφεται το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
5	Προκαταβολικοί οργανωτές	Σημειώσεις που δίνονται από τους εκπαιδευτικούς με προοργανωμένη εννοιολογική δόμηση
6	Λογισμικό εννοιολογικής χαρτογράφησης	SmartTools, Mindmap, SmartTools Server Καθώς εξελίσσεται η συζήτηση, καταγράφεται το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
7	Αλληλεπιδραστικός πίνακας Whiteboard	Καθώς εξελίσσεται η συζήτηση, καταγράφεται το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
8	CMS LMS	Ασύγχρονη καταγραφή του συνεπαγωγικού πλέγματος

Πίνακας 3-43: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού συνεπαγωγικής χαρτογράφησης

Επικοινωνίες		
1	Παράλληλες λεκτικές επικοινωνίες	Ο εκπαιδευτικός διατηρεί παράλληλα κανάλια επικοινωνίας με τους μαθητές
2	Παράλληλες ηλεκτρονικές επικοινωνίες	Email – SMS - messaging
3	Πλέγμα λεκτικών επικοινωνιών	Ο εκπαιδευτικός διαμορφώνει πλέγμα λεκτικών καναλιών
4	Πλέγμα ηλεκτρονικών επικοινωνιών	Forum, Blog κλπ.

Πίνακας 3-44: Ενδεικτικές διαμορφώσεις επικοινωνιών

Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοίωση		
1	Σύγχρονος Έλεγχος	Σύγχρονες δοκιμασίες, τεστ
2	Ασύγχρονος έλεγχος	Ασύγχρονες δοκιμασίες σε λογισμικό LMS
3	Καταγραφή επιδόσεων και μαθησιακής πορείας	Οι μαθητές καταγράφουν το ιδιωτικό εννοιολογικό πλέγμα, προκειμένου να το συνδέσουν με το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα
4	Ηλεκτρονική καταγραφή - Επεξεργασία, ιστορικό	Καθώς εξελίσσεται η συζήτηση, καταγράφεται το δημόσιο εννοιολογικό πλέγμα

Πίνακας 3-45: Ενδεικτικές διαμορφώσεις μηχανισμού Ελέγχου - Ρύθμισης - Ομοίωσης

3.20.3.1 M-2: *M* – οντότητα της παιδαγωγικής οντότητας του περιφερειακού προγράμματος

Στο σημείο αυτό εξετάζουμε τις *M* – οντότητες των εκπαιδευτικών που ασχολούνται με εκπόνηση εξωδιδασκτικών δραστηριοτήτων. Οι εξωδιδασκτικές δραστηριότητες αποτελούν μια περιφερειακή ζώνη υψηλής ποικιλομορφίας όπου ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να δομήσει διαφορετικές μαθησιακές συζητήσεις σε σχέση με αυτές που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο του βασικού διδακτικού προγράμματος. Έχει αρκετό ενδιαφέρον στο σημείο αυτό να εξετάσουμε τη μορφή των *M* – οντοτήτων και να τις συσχετίσουμε με τις αντίστοιχες οντότητες του βασικού προγράμματος. Σε πρώτη φάση θα εξετάσουμε το είδος της γνώσης που παράγεται από τις διάφορες εξωδιδασκτικές δραστηριότητες (Πίνακας 3-46).

Είδος δραστηριότητας	Παραγόμενη γνώση
Περιβαλλοντικές ομάδες	<p>Διαδικασίες μέτρησης Διαδικασίες αξιολόγησης στοιχείων Διαδικασίες συλλογής στοιχείων με ερωτηματολόγια Οικοσυστημικές προσεγγίσεις</p>
Πολιτιστικές ομάδες	<p>Εικαστικές προσεγγίσεις Έντυπα</p>
Τεχνολογικές ομάδες	<p>Έρευνες Μετρητικές διατάξεις</p>
Ομάδες δημιουργικότητας και καινοτομίας	<p>Καινοτόμες ιδέες Καινοτόμες κατασκευές</p>
Ομάδες επιχειρηματικότητας	<p>Business plan Επιχειρηματικές ιδέες</p>
Ομάδες ανάπτυξης λογισμικού	<p>Λογισμικό, διδακτικά αντικείμενα</p>

Πίνακας 3-46: Παραγόμενη γνώση σε διάφορες ομάδες δραστηριοτήτων

Ενδεικτικές διαμορφώσεις της *M* – οντότητας δίνονται στον Πίνακα 3-44. Διαπιστώνουμε την ύπαρξη τριών βασικών *M* – οντοτήτων. Η πρώτη οντότητα αποτελεί ουσιαστικά μεταφορά των οντοτήτων m_1 , m_2 του βασικού προγράμματος στο εξωδιδασκτικό πρόγραμμα. Χαρακτηρίζεται από κυριαρχία του περιβάλλοντος Microsoft και σχετικά κλειστές και σύγχρονες επικοινωνίες. Η οντότητα m'_2 , αν και βασίζεται στην πλατφόρμα του προσωπικού Η/Υ, περιέχει και εξειδικευμένες εφαρμογές, ενώ οι επικοινωνίες είναι υβριδικές με σύγχρονα και ασύγχρονα στοιχεία. Η τρίτη οντότητα είναι ανοιχτή και δικτυακή με κυριαρχία των ασύγχρονων επικοινωνιών. Οι εκπαιδευτικοί που αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση εξωδιδασκτικών έργων παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με αυτήν που παρατηρούμε στο διδακτικό πρόγραμμα.

Ανάλογα με την περίπτωση, δημιουργούν μαθησιακές συζητήσεις χαμηλής ή υψηλής ποικιλομορφίας.

Χαρακτηριστικές διαμορφώσεις M – οντότητας για περιφερειακό πρόγραμμα			
	Στοιχεία M – οντότητας	Υλοποίηση	Λογισμικό
m'_1	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Σημειωματάρια (Συμβατικά) Πίνακας Projector Based	MS Office
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Σημειωματάρια (Συμβατικά)	
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Σημειωματάρια Πίνακας	MS Office
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L^* , L_n	-
m'_2	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	Πλάνο εργασιών	MS Office
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση Γνωστική αντανάκλαση	Λογισμικό μοντελοποίησης και προσομοίωσης, πίνακας, PDA - Netbooks - Mobile platform	Ανάλογο λογισμικό QuarkXpress, Publisher Business games
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Λογισμικό concept mapping	CmapTools MS Office
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Λογισμικό concept mapping	CmapTools MS Office
	Επικοινωνίες	Linguistic, πραγματικός χρόνος, L^* , L_n Linguistic, ασύγχρονες	e-mail
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	Project planning	MS Office
m'_3	Μοντελοποίηση - Προσομοίωση Γνωστική αντανάκλαση	Λογισμικό μοντελοποίησης και προσομοίωσης, πίνακας CMS - LMS	MS Office Mambo, Joomla Moodle, Vensim Stella Eclipse Platform
	Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα	Λογισμικό concept mapping, Wiki	Wiki, CmapTools servet
	Συνεπαγωγικό πλέγμα	CMS based Forum, Wiki, Concept mapping	vBulletin, Wiki CmapTools
	Επικοινωνίες	Email, messaging SMS	msn, mail servers
	Έλεγχος - Ρύθμιση - Ομοιόσταση	Project management Workflow	Network project management tools DMS Document Repository

Πίνακας 3-47: Ενδεικτικές διαμορφώσεις M – οντότητας για εξωδιδασκτικές δραστηριότητες

Στις διαμορφώσεις χαμηλής ποικιλομορφίας αξιοποιούνται συμβατικές τεχνολογίες, αλλά και η βασική αρχιτεκτονική γραφείου Microsoft. Το διαδίκτυο χρησιμοποιείται για ανάσυρση πληροφοριών, ενώ δεν αξιοποιείται ιδιαίτερα το επικοινωνιακό του δυναμικό. Στις διαμορφώσεις υψηλότερης ποικιλομορφίας ο εκπαιδευτικός επιχειρεί την ανάπτυξη μαθησιακών συζητήσεων σε πιο ανοιχτά επικοινωνιακά περιβάλλοντα

όπου οι διαδικτυακές εφαρμογές σταδιακά αντικαθιστούν το περιβάλλον γραφείου. Σε τέτοιες συζητήσεις αξιοποιούνται οι φορητές και κινητές πλατφόρμες επικοινωνίας. Συγκεντρώνοντας τα ερευνητικά δεδομένα των συνεντεύξεων, καταλήγουμε στα παρακάτω συγκεντρωτικά συμπεράσματα:

Εφόσον ο εκπαιδευτικός αποφασίσει να εγκαταλείψει τις συμβατικές χαμηλής ποικιλομορφίας πλατφόρμες μαθησιακής συζήτησης τόσο σε επίπεδο διδακτικού όσο και σε επίπεδο εξωδιδακτικού προγράμματος, τότε σε πρώτο βήμα θα δημιουργήσει μαθησιακές συζητήσεις βασισμένες σε περιβάλλον γραφείου και μάλιστα γραφείου Microsoft. Το πρώτο αυτό στάδιο είναι λίγο πολύ αυθόρμητο και αναμενόμενο, δεδομένου ότι οι περισσότερες βασικές επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών στρέφονται γύρω από το περιβάλλον γραφείου όπου, επιπλέον, το διαδίκτυο αποτελεί πηγή υλικού και πληροφοριών. Το βασικό χαρακτηριστικό του σταδίου αυτού είναι ο **πειραματισμός**. Ο εκπαιδευτικός κατά το στάδιο του πειραματισμού λειτουργεί ουσιαστικά μόνος, ενώ οι προσπάθειές του στις ΤΠΕ χαρακτηρίζονται από μεμονωμένες και γενικά ασύνδετες προσπάθειες στο πλαίσιο του μηχανισμού m_0 . Εκπαιδευτικοί στο στάδιο του πειραματισμού βασίζονται στον βασικό μηχανισμό της παιδαγωγικής τους οντότητας, αλλά δημιουργούν σποραδικές μαθησιακές καταστάσεις βασισμένες σε ΤΠΕ. Μπορεί, για παράδειγμα, να πραγματοποιήσουν κάποια μαθήματα με PowerPoint ή να πραγματοποιήσουν μια συλλογική αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο ή να πραγματοποιήσουν κάποια προσομοίωση στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.

Οι M – **οντότητες** που αντιστοιχούν σε αυτό το στάδιο είναι οι οντότητες m_1, m_2 . Το στάδιο αυτό είναι το πιο κρίσιμο, μιας και ενδεχόμενη αποτυχία ίσως επαναφέρει τον εκπαιδευτικό στη βασική M – **οντότητα** χωρίς διάθεση περαιτέρω πειραματισμού. Για τις βασικές ανάγκες του μέσου ελληνικού σχολείου, τα επίπεδα m_1, m_2 κρίνονται επαρκή. Στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών δεν είναι παρά μόνο κάποιες περιπτώσεις δύσκολων εννοιολογικά ζητημάτων όπου είναι απαραίτητη η δημιουργία οντοτήτων ανώτερων τεχνολογικών διαμορφώσεων.

Εφόσον ο εκπαιδευτικός δημιουργήσει ευσταθείς και αποτελεσματικές m_1, m_2 οντότητες και εφόσον διαθέτει την κατάλληλη υποστήριξη, τότε είναι σε θέση να περάσει στο επόμενο στάδιο της **επέκτασης** των ΤΠΕ. Στο στάδιο αυτό επιχειρεί να δημιουργήσει τα κατάλληλα οργανωτικά και κυβερνητικά σχήματα με τα οποία θα πετύχει τη δημιουργία οργανικών οντοτήτων όπου οι διαχωριστικές γραμμές «νέες τεχνολογίες – παλιές τεχνολογίες» δεν θα υφίστανται. Το στάδιο αυτό, αν και τεχνολογικά δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα μεγάλο άλμα, εντούτοις αποτελεί πολύ μεγάλο οργανωτικό και κυβερνητικό άλμα. Οι οντότητες m_3, m_4 του σταδίου αυτού αποτελούν οργανικά συστήματα ικανά να διαχειριστούν υψηλά επίπεδα ποικιλομορφίας. Ο εκπαιδευτικός θα παραμείνει στο στάδιο της επέκτασης, εφόσον οι μαθησιακές συζητήσεις που είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν, βάσει του αναλυτικού προγράμματος, έχουν αντίστοιχο βαθμό ποικιλομορφίας. Σε αντίθετη περίπτωση, η δημιουργία M – **οντοτήτων** υψηλής ποικιλομορφίας για την οδήγηση μαθησιακών συζητήσεων χαμηλής ποικιλομορφίας μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ελέγχου και εστίασης.

Η βασική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση χαρακτηρίζεται γενικά από χαμηλή ποικιλομορφία, με αποτέλεσμα λίγοι σχετικά εκπαιδευτικοί να κινούνται στο επίπεδο της

επέκτασης. Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις στην Εκπαίδευση όπου η ποικιλομορφία είναι ιδιαίτερα υψηλή, όπως για παράδειγμα τα Ειδικά Σχολεία (Πολυπολιτισμικά, Πειραματικά, Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας, Νυχτερινά Σχολεία). Σε τέτοιες περιπτώσεις, παρατηρούμε τη δημιουργία *M – οντοτήτων* οι οποίες αποκλίνουν σημαντικά από τις συμβατικές.

Βασικά Στοιχεία	ΦΑΣΗ		
	Εξερεύνηση	Επέκταση	Εξάπλωση
ΤΠΕ χρήση για την παραγωγή μαθησιακών καταστάσεων	Οι ΤΠΕ επιλογές είναι γενικά ασύνδετες με τις μαθησιακές καταστάσεις. Ο εκπαιδευτικός πειραματίζεται σποραδικά αλλά βασίζεται σε παραδοσιακούς μηχανισμούς	Οι ΤΠΕ συνδέονται συστηματικά με τις μαθησιακές καταστάσεις. Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται ως σκόπιμοι ενισχυτές για την παραγωγή εξειδικευμένων μαθησιακών καταστάσεων ή ως εξασθενητές ποικιλομορφίας για την ομαδοποίηση και τη γενίκευση μαθησιακών καταστάσεων	Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται για την αύξηση της γνωστικής αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας με ιδιαίτερη εστίαση στον κοινωνικό κονστρουκτιβισμό
ΤΠΕ ενσωματώνονται στην παιδαγωγική οντότητα	Περιφερειακή χρήση ως εποπτικών μέσων. Μικρός βαθμός ενσωμάτωσης	Οργανική ενσωμάτωση στην τεχνολογία της μαθησιακής οντότητας Πολλές συμβατικές δραστηριότητες αναβαθμίζονται τεχνολογικά	Αυτοοργάνωση της μηχανικής οντότητας, ώστε να είναι σε θέση να υποστηρίξει ανώτερες <i>P – οντότητες</i>
Υποστήριξη στις ΤΠΕ	Εστίαση σε συγκεκριμένες και κλειστές χρήσεις των ΤΠΕ	Εστίαση σε τεχνικές ολοκλήρωσης των ΤΠΕ στον τεχνολογικό μηχανισμό της παιδαγωγικής οντότητας. Εστίαση σε οργανωσιακές και κυβερνητικές δεξιότητες	Ανάπτυξη εφαρμογών (Teacher as a developer) Μοίρασμα τεχνικών Συμμετοχή σε κοινότητες
Σχεδιασμός, εξοπλισμός και χρηματοδότηση	Εστίαση σε βραχυπρόθεσμες ανάγκες σε εξοπλισμό	Εστίαση σε οργανωσιακά σχήματα των ΤΠΕ	Εστίαση σε μακροχρόνια και βιώσιμα συστήματα ΤΠΕ
ΤΠΕ διάχυση και ενεργητικότητα	Οι προσπάθειες στις ΤΠΕ είναι κυρίως ατομικές	Οι προσπάθειες στις ΤΠΕ είναι συλλογικές με συμμετοχή και άλλων παραγόντων πέραν των εκπαιδευτικών	Οι προσπάθειες στις ΤΠΕ ανάγονται σε συλλογικές με ισχυρή αίσθηση της κοινότητας
<i>M – οντότητα</i>	m_1, m_2	m_3, m_4	m_5

Πίνακας 3-48: Βασικά στοιχεία που σχετίζονται με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και τη μάθηση (Προσαρμογή από Van Melle, 2003)

Στο τελικό στάδιο της υιοθέτησης των ΤΠΕ, το στάδιο της **εξάπλωσης**, ο εκπαιδευτικός είναι έτοιμος να κινηθεί προς ανοιχτά πληροφοριακά σχήματα και μηχανικές οντότητες οι οποίες υποστηρίζουν την επικοινωνία και τη δικτύωση. Παράλληλα, είναι σε θέση να μοιράζεται και ανταλλάσει πρακτικές, αλλά και μαθησιακό υλικό.

Στον Πίνακα 3-48 βλέπουμε συγκεντρωτικά τις τρεις βασικές καταστάσεις του εκπαιδευτικού αναφορικά με τις ΤΠΕ.

Το πέρασμα στο στάδιο της εξάπλωσης γίνεται με την υποστήριξη κάποιας Κοινότητας στην οποία είναι ενταγμένος ο εκπαιδευτικός. Η Εικονική Κοινότητα την οποία παρουσιάζουμε στην παρούσα διατριβή επιχειρεί να διευκολύνει τη σταθεροποίηση του σταδίου του πειραματισμού και τις μετασυστημικές διαβάσεις από το στάδιο του πειραματισμού, στο στάδιο της επέκτασης και εν συνεχεία στο στάδιο της εξάπλωσης. Διαφορετικά, επιχειρεί να υποστηρίξει τις 5 *M* – *οντότητες* που αναπτύξαμε προηγουμένως.

Το προτεινόμενο μοντέλο των διαμορφώσεων των *M* – *οντοτήτων* είναι σε συμφωνία με το μοντέλο των Hooper και Rieber (1999) το οποίο περιγράφει τα στάδια της υιοθέτησης των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, το πρώτο στάδιο είναι η **εξοικείωση** (familiarization) και το τελευταίο στάδιο είναι η **εξέλιξη** (evolution). Τα ενδιάμεσα στάδια είναι η **εφαρμογή** (utilization), η **ολοκλήρωση** (integration) και ο **επαναπροσδιορισμός** (reorientation). Σύμφωνα με τους Bauer και Kenton (2003), οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί σπάνια περνούν το στάδιο της εφαρμογής. Το στάδιο της εφαρμογής, το οποίο στο μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων αντιστοιχεί στο m_2 , αποτελεί και το τελικό στάδιο για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς στα ελληνικά σχολεία. Το στάδιο αυτό αντιστοιχεί στην εξοικείωση και αξιοποίηση του MSOffice. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είναι ικανοποιημένοι με τις δυνατότητες που τους προσφέρει το στάδιο αυτό και θεωρούν ότι έχουν κατακτήσει το μεγαλύτερο μέρος των ΤΠΕ. Οι Bauer και Kenton (2003) θεωρούν ότι στο στάδιο αυτό ο εκπαιδευτικός είναι ασταθής και με τις πρώτες δυσκολίες και απογοητεύσεις επανέρχεται στο μηδενικό στάδιο. Οι Hooper και Rieber (1999) θεωρούν ότι η πραγματική επανάσταση πραγματοποιείται στο στάδιο της ενσωμάτωσης που στο κυβερνητικό μοντέλο αντιστοιχεί στον μηχανισμό m_3 . Στο στάδιο αυτό ο εκπαιδευτικός έχει πλέον δημιουργήσει το κρίσιμο λειτουργικό μίγμα **τεχνολογίας – παιδαγωγικής** ικανό να παραγάγει υψηλότερα επίπεδα ποικιλομορφίας. Βασικό κριτήριο της επίτευξης του σταδίου αυτού αποτελεί κατά τους Hooper και Rieber (1999) η διαπίστωση ότι η τεχνολογία και η μάθηση συνδέονται τόσο στενά, ώστε, όταν **αποτυγχάνει η τεχνολογία, αποτυγχάνει και η μάθηση**. Η μετάβαση από το στάδιο της εφαρμογής στο στάδιο της ολοκλήρωσης αποτελεί ίσως τη δυσκολότερη μετάβαση στην τεχνολογική εξέλιξη του εκπαιδευτικού. Στο μοντέλο της παραγράφου 3.17 όπου περιγράφονται οι βασικές τεχνολογικές μεταβάσεις του εκπαιδευτικού με βάση το κυβερνητικό μοντέλο, η μετάβαση την οποία περιγράφουν οι Hooper και Rieber αντιστοιχεί στη μετάβαση από το επίπεδο πληροφόρησης σε κάποιο από τα άλλα επίπεδα. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η μετάβαση, θα πρέπει να υπάρχει ανάγκη εισόδου επιπλέον ποικιλομορφίας στον παιδαγωγικό μηχανισμό του εκπαιδευτικού.

3.21 Εκπαιδευτική Κυβερνητική και μοντέλα παραγωγής γνώσης στην Εκπαίδευση

Στο σημείο αυτό, θα εξετάσουμε τους βασικούς μηχανισμούς έρευνας στην Εκπαίδευση και τη θέση της Κυβερνητικής ανάμεσά τους. Η Easley (1997), σε ένα πολύ σημαντικό άρθρο της, παρουσίασε 7 μηχανισμούς έρευνας οι οποίοι και συνθέτουν

7 μηχανισμούς παραγωγής γνώσης για την Εκπαίδευση (Πίνακας 3-49). Στην παρακάτω αποτύπωση t =εκπαιδευτικός, p =μαθητής q =δραστηριότητα:

Μηχανισμός 1: Συνδυαστικά μοντέλα	
A) Βασική μεταφορά	Συνδυαστική
B) Μαθηματικό μοντέλο	Συνδυαστική, πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση
Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων	Ποιες μεταβλητές συνδέονται με αυτό; Τι ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής προέρχεται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές;
Δ) Λύσεις σε προβλήματα	
α) Τι καθιστά τον t επιτυχημένο;	Αλληλεπίδραση των μεταβλητών του t με μεταβλητές του q
β) Γιατί δεν μπορεί ο p να κάνει το q ;	Ο p δίνει σημασία σε διαφορετικές μεταβλητές σε σχέση με το q
γ) Γιατί ο t δεν βελτιώνεται;	Αλληλεπίδραση των μεταβλητών του t με μεταβλητές του q
Δ) Παρέμβαση	Υιοθέτηση πολιτικής που να ελέγχει τους συνδυασμούς των ανεξάρτητων μεταβλητών
Μηχανισμός 2: Δειγματοληψία, τυχαιότητα	
A) Βασική μεταφορά	Τυχαία δειγματοληψία
B) Μαθηματικό μοντέλο	Στατιστικές Bayesian, Pearsonian, Fisherian
Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων	Ποια είναι η διακύμανση σφάλματος; Ποια είναι η πιθανότητα το αποτέλεσμα να είναι τυχαία διακύμανση;
Δ) Λύσεις σε προβλήματα	
α) Τι καθιστά τον t επιτυχημένο;	Η πιθανότητα να δημιουργήσει ταίριασμα με τις πληθυσμιακές παραμέτρους της τάξης του
β) Γιατί δεν μπορεί ο p να κάνει το q ;	Δεν πραγματοποιεί σωστή γενίκευση
Μηχανισμός 2: Δειγματοληψία, τυχαιότητα	
γ) Γιατί ο t δεν βελτιώνεται;	Δεν ευνοείται από την πιθανότητα να δημιουργήσει ταίριασμα με τις πληθυσμιακές παραμέτρους της τάξης του
Δ) Παρέμβαση	Λογική χρήση αποφάσεων βασισμένων στην τυχαιότητα και σε δομές δεδομένων
Μηχανισμός 3: Κυβερνοσυστημικός μηχανισμός	
A) Βασική μεταφορά	Ανατροφοδότηση
B) Μαθηματικό μοντέλο	Συστημική ανάλυση, Θεωρία Επικοινωνίας και Ελέγχου, Θεωρία Αυτοματισμών
Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων	Ποια είναι τα υποσυστήματα; Ποια είναι η δομή των βρόχων ανάδρασης; Ποιος είναι ο στόχος;
Δ) Λύσεις σε προβλήματα	Ποιο είναι το πρόγραμμα επεξεργασίας πληροφοριών;

<p>α) Τι καθιστά τον <i>t</i> επιτυχημένο; β) Γιατί δεν μπορεί ο <i>p</i> να κάνει <i>q</i>; γ) Γιατί ο <i>t</i> δεν βελτιώνεται; Δ) Παρέμβαση</p>	Αποτελεσματική επικοινωνία (λεκτική και μη λεκτική)
	Πολύ χαμηλό επίπεδο μεταελέγχου
	Έλεγχος χωρίς ανατροφοδότηση, προβληματικές επικοινωνίες
	Δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού ελέγχου και ρύθμισης
Μηχανισμός 4: Θεωρία παιγνίων	
<p>A) Βασική μεταφορά B) Μαθηματικό μοντέλο Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων Δ) Λύσεις σε προβλήματα</p>	Παιγνία, κανόνες, ομαδικότητα
	Θεωρία παιγνίων, στρατηγική
	<ul style="list-style-type: none"> • Ποιοι είναι οι κανόνες του παιγνίου; • Ποιες κινήσεις γίνονται στην παρούσα περίπτωση;
	Η θέσπιση επιτυχημένων κανόνων, η αλληλεπίδραση, η αποφυγή πολεμικής
<p>α) Τι καθιστά τον <i>t</i> επιτυχημένο; β) Γιατί δεν μπορεί ο <i>p</i> να κάνει <i>q</i>; γ) Γιατί ο <i>t</i> δεν βελτιώνεται; Δ) Παρέμβαση</p>	Ο <i>p</i> παίζει λανθασμένο παιχνίδι, μαντεύοντας απαντήσεις παρά ανακαλύπτοντάς τις
	Δεν παίζει καλά στο παιχνίδι
	Κατάστροφη της βέλτιστης στρατηγικής
Μηχανισμός 5 : Κριτική σκέψη	
<p>A) Βασική μεταφορά B) Μαθηματικό μοντέλο</p>	Κριτική σκέψη, διαδικασία και δράσεις, επαγωγική λογική
	Επαγωγική λογική, τεχνητή ευφυΐα
Μηχανισμός 5 : Κριτική σκέψη	
<p>Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων Δ) Λύσεις σε προβλήματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ποια είναι τα κριτήρια; • Ποια είναι η πιο συγκροτημένη διατύπωση;
	Χρήση και προώθηση συνεπούς γλώσσας και συλλογιστικής
	Χρησιμοποιεί ανεπάρκεια γλώσσας, κριτηρίων και λόγου
	Έλλειψη κριτικής σκέψης
<p>α) Τι καθιστά τον <i>t</i> επιτυχημένο; β) Γιατί δεν μπορεί ο <i>p</i> να κάνει <i>q</i>; γ) Γιατί ο <i>t</i> δεν βελτιώνεται; Δ) Παρέμβαση</p>	Χρήση συνεκτικού συστήματος γλώσσας – λογισμού
Μηχανισμός 6 : Γλωσσολογικός μηχανισμός	
<p>A) Βασική μεταφορά B) Μαθηματικό μοντέλο Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων Δ) Λύσεις σε προβλήματα</p>	Γλωσσικά παιχνίδια, σύνταξη ως λογική
	Wittgenstein και άλλοι συναφείς Φιλόσοφοι
	<ul style="list-style-type: none"> • Ποια είναι η λογική της χρήσης κοινών εννοιών, όπως «διδασκαλία», «ερμηνεία», «εξέταση»;
	Η κοινωνία συμφωνεί με τον <i>t</i> αναφορικά με τη χρήση της έννοιας «διδασκαλία» και συναφών εννοιών

β) Γιατί δεν μπορεί ο ρ να κάνει q; γ) Γιατί ο t δεν βελτιώνεται; Δ) Παρέμβαση	Σύγχυση αναφορικά με τη χρήση και τη νοηματοδότηση της γλώσσας
	Γλωσσική σύγχυση
	Ξεκαθάρισμα των κοινωνικών ερμηνειών των γλωσσικών όρων
	Μηχανισμός 7: Δυναμικές δομές
A) Βασική μεταφορά	Δυναμικές δομές
B) Μαθηματικό μοντέλο	Kant, Piaget, Witz
Γ) Γενικοί τύποι ερευνητικών ερωτήσεων	<ul style="list-style-type: none"> • Ποιες είναι οι δομές και η δυναμική πίσω από την ανθρώπινη συμπεριφορά; • Τι μπορούν να αφομοιώσουν οι δυναμικές δομές;
Δ) Λύσεις σε προβλήματα	
α) Τι καθιστά τον t επιτυχημένο;	Υπάρχει καλός συσχετισμός μεταξύ των δυναμικών συστημάτων εκπαιδευτικού και μαθητή
β) Γιατί δεν μπορεί ο ρ να κάνει q;	Ο ρ δεν έχει αφομοιώσει τις απαραίτητες δομές
γ) Γιατί ο t δεν βελτιώνεται;	Μη φυσικές, εξαναγκασμένες δομές συμπεριφοράς λόγω έλλειψης συναρμογής των δομών
Δ) Παρέμβαση	Εκπαίδευση των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πώς αντιλαμβάνονται τις διδακτικές ευκαιρίες

Πίνακας 3-49: Μορφές επιστημονικής σκέψης που υιοθετούνται στην εκπαιδευτική έρευνα

3.22 Η πειραματική έρευνα στην Εκπαίδευση

Η Εκπαιδευτική Έρευνα ανήκει κατά βάση στην Κοινωνική Έρευνα. Πρόκειται για **θεωρητική** έρευνα με την έννοια ότι στον μεγαλύτερο βαθμό ασχολείται με την παραγωγή, τη διερεύνηση και τον έλεγχο θεωριών ή ιδεών σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία των ενεργών περιοχών της εκπαιδευτικής κοινότητας. Είναι συνάμα και **εμπειρική** έρευνα με την έννοια ότι βασίζεται σε παρατηρήσεις, αλλά και εκτιμήσεις που πηγάζουν από την πραγματικότητα. Σε τελική ανάλυση, το ζητούμενο από την Εκπαιδευτική Έρευνα είναι η σύνθεση **των θεωρητικών και εμπειρικών δεδομένων** προκειμένου να προκύψουν ερμηνευτικά σχήματα και παρεμβάσεις ικανές να ενταχθούν στο σώμα της λειτουργικής γνώσης.

Η Εκπαιδευτική Έρευνα, ακολουθώντας τα πρότυπα της Κοινωνικής Έρευνας, είναι **νομοθετική** με την έννοια ότι αναζητά να πετύχει **εύστοχες γενικεύσεις** βασιζόμενες, όμως, σε παραγωγή γνώσης η οποία πραγματοποιείται σε τοπικό επίπεδο. Το σημείο αυτό αποτελεί, όπως θα δούμε παρακάτω, και σημαντικό σημείο προβληματισμού.

Η Εκπαιδευτική Έρευνα, ακολουθώντας τη μεταμοντέρνα στάση απέναντι στην επιστήμη, δέχεται ότι η απόλυτη - επιστημονική βεβαιότητα δεν είναι επιτεύξιμη. Ανοίγει έτσι τον δρόμο στην πιθανοκρατική αντιμετώπιση της επιστημονικής αλήθειας, ανάγοντας με τον τρόπο αυτό τη Στατιστική σε κατεξοχήν ερευνητικό της όχημα. Η δυνατότητα απόδοσης πιθανοτήτων σε ενδεχόμενα αποτελεί την καλύτερη δυνατή εναλλακτική προσέγγιση στην ουτοπία της απόλυτης αλήθειας.

Το δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό της Εκπαιδευτικής Έρευνας ως Κοινωνικής Έρευνας είναι η αναζήτηση γραμμικών αιτιατών σχημάτων. Στην καρδιά της Εκπαιδευτικής Έρευνας είναι πάντα κάποια αιτιατή υπόθεση της μορφής:

αν A, τότε B.

Αυτό δεν σημαίνει, βέβαια, ότι απουσιάζουν από τη θεωρία της Εκπαιδευτικής Έρευνας η αναζήτηση βαθύτερων συσχετισμών και συστημικών μη γραμμικών διασυνδέσεων. Η εστίαση, όμως, στην αιτιότητα εκφράζει και τον απώτερο σκοπό της έρευνας που δεν είναι άλλος από την παραγωγή παρεμβάσεων για διαρκή βελτίωση. Μια αποτελεσματική παρέμβαση δεν δύναται να βασιστεί ούτε σε ενδείξεις διασύνδεσης μεταβλητών ούτε σε πιθανούς συσχετισμούς, αλλά σε αποδεδειγμένα σχήματα αιτιότητας. Με την ορολογία της Κοινωνικής Έρευνας, η ερμηνευτική οντολογία που παράγεται ερευνητικά περιέχει όλες τις αιτιατές σχέσεις αναφορικά με μια ενεργό περιοχή και στοχεύει με τον τρόπο αυτό στην καλύτερη οργάνωση της παρέμβασης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα στην Εκπαιδευτική Έρευνα είναι τριών ειδών:

A) **Περιγραφικά ερωτήματα**, τα οποία επιδιώκουν την περιγραφή κάποιας ενεργού περιοχής που τυγχάνει υπό διαμόρφωση ή σε εξέλιξη

B) **Ερωτήματα συσχετισμού**, τα οποία επιδιώκουν τον εντοπισμό συσχετισμών μεταξύ μεταβλητών σε μια ενεργό περιοχή. Ο συσχετισμός μεταξύ δύο μεταβλητών αποτελεί διαπίστωση ότι οι δύο μεταβλητές λειτουργούν παράλληλα ή σε συγχρονισμό

Γ) **Ερωτήματα αιτιότητας**, τα οποία επιχειρούν να διερευνήσουν σε βάθος συσχετισμούς μεταξύ μεταβλητών, ώστε να αποκαλύψουν ενεργά σχήματα αιτιότητας

Μια ερμηνευτική οντολογία περιέχει, συνήθως, συγκεντρωτικά ερευνητικές απαντήσεις προερχόμενες και από τις τρεις μορφές ερευνητικών ερωτήσεων.

Δύο είναι εν δυνάμει τα βασικά ερευνητικά ατοπήματα στην Εκπαιδευτική Έρευνα:

A) **Το ατόπημα της ειδίκευσης**, κατά το οποίο δεδομένα τα οποία αφορούν ομάδες ατόμων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με μεμονωμένα άτομα

B) **Το ατόπημα της γενίκευσης**, κατά το οποίο δεδομένα τα οποία αφορούν μεμονωμένα άτομα παράγουν γενικευμένες περιγραφές

Η κατασκευή ελεγχόμενων πειραμάτων θεωρείται ως η πιο δόκιμη ερευνητική μεθοδολογία στις Κοινωνικές Επιστήμες με την απόλυτη κυριαρχία πάνω σε όλες τις εναλλακτικές ερευνητικές οδούς.

Σύμφωνα με τα πρότυπα **What Works Clearinghouse**⁹⁵ η μόνη Εκπαιδευτική Έρευνα η οποία θα πρέπει να χρηματοδοτείται είναι αυτή η οποία είναι σε θέση να ανακαλύψει κάποιας μορφής **αιτιότητα** ικανή να οργανώσει μια επιτυχημένη εκπαιδευτική παρέμβαση (σε επίπεδο Παιδαγωγικής ή αναλυτικού προγράμματος) που να επιφέρει βελτίωση στη μαθητική επίδοση, όπως αυτή μετράται σε σταθμισμένα τεστ. Σύμφωνα με τα πρότυπα του WWC, οι Εκπαιδευτικές Έρευνες οι οποίες είναι αποδεκτές ως **επιστημονικές** είναι τα τυχαία ελεγχόμενα πειράματα (RCT, Randomized

⁹⁵ WWC US Department of Education, <http://www.whatworks.ed.gov/>

Controlled Trials), τα ημιδομημένα πειράματα (QEM, Quasi Experiments with Matching) Regression Discontinuity Design (RD). Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει η Εκπαιδευτική Έρευνα να είναι σε θέση να αποδείξει μια **εμφανή αιτιατή σύνδεση μεταξύ μεταβλητών**. Η βασική οδός παραγωγής των αιτιατών συνδέσεων είναι ο στατιστικός έλεγχος ο οποίος είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να εξαλείφονται οι μη σχετικές μεταβλητές και να καθίσταται δυνατή η γενίκευση με την κατάλληλη δόμηση του τυχαίου δείγματος που αποτελεί και τη βάση της έρευνας.

3.22.1 Κριτική της Εκπαιδευτικής Έρευνας στον τομέα των εκπαιδευτικών ΤΠΕ

Όπως και σε άλλους τομείς, έτσι και στον τομέα της έρευνας σχετικά με τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης ακολουθείται η βασική ερευνητική αρχιτεκτονική η οποία περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Η βασική κριτική στην αποδοχή της λεγόμενης «επιστημονικής ερευνητικής οδού»⁹⁶ ως μοναδικής επιλογής της Εκπαιδευτικής Έρευνας εστιάζεται σε τρία βασικά σημεία:

- A) Τη σύγκριση μεταξύ επαγωγής και πρόβλεψης
- B) Τη σύγκριση της πιθανότητας με τη βεβαιότητα
- Γ) Τη συγχώνευση επιστήμης και κοινωνικής διαχείρισης.

Και τα τρία παραπάνω σημεία πηγάζουν από την υπόθεση ότι και στην Εκπαίδευση, όπως και σε άλλες κοινωνικές δραστηριότητες, είναι δυνατόν να γενικεύσουμε τις αλήθειες που παράγονται τοπικά με τη μορφή ελεγχόμενων πειραμάτων στο πρότυπο των Φυσικών Επιστημών. Στην Εκπαιδευτική Έρευνα η γενίκευση είναι ένα παράδειγμα επαγωγικής σκέψης ως διαδικασία εύρεσης ενός γενικευμένου ερμηνευτικού σχήματος βασισμένου σε μια σειρά συγκεκριμένων περιπτώσεων. Το ερώτημα είναι κατά πόσον η επαγωγική σκέψη θα πρέπει να είναι η μόνη αποδεκτή οδός για την παραγωγή των ερμηνευτικών σχημάτων της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Κατά τον Hume, η επαγωγή πηγάζει περισσότερο από τη συνήθεια και τα έθιμα⁹⁷ παρά από τη λογική σκέψη, ενώ τονίζει ότι είμαστε σε θέση να αντιλαμβανόμαστε τα αντικείμενα, αλλά όχι τις **σχέσεις** μεταξύ των αντικειμένων. **Αυτές αποτελούν προϊόν βαθύτερης σκέψης και αναζήτησης**. Αντίστοιχες κριτικές αναφορικά με τη δημιουργική δύναμη της γενίκευσης έχουν εκφράσει Φιλόσοφοι, όπως ο Mill και ο Russell. Οι βασικές προδιαγραφές Εκπαιδευτικής Έρευνας του WWC βασίζονται στην υπόθεση της επαγωγικής πρόβλεψης, έχοντας ως δεδομένο ότι τα προϊόντα της επαγωγής διαθέτουν κάποια δύναμη πρόβλεψης που μετράται με κάποια πιθανότητα. Παρόλα αυτά, απομένει ανοιχτό το ερώτημα κατά πόσον είναι σκόπιμο το σύνολο της εκπαιδευτικής παρέμβασης να αρθρώνεται πάντα πάνω σε ελεγχόμενες πιθανότητες.

Στην Εκπαιδευτική Έρευνα η λογική της γενίκευσης καθορίζεται σχεδόν στο σύνολό της από τους μηχανισμούς της στατιστικής ανάλυσης. Η στατιστική ανάλυση - μοντελοποίηση προσπαθεί να ισορροπήσει δύο αντίθετες δυνάμεις, την πίεση για γενίκευση, ώστε να αποτελέσει η στατιστική ανάλυση υλικό για παρέμβαση, και την πίεση για συναρμογή του μοντέλου με τις ειδικότερες συνθήκες του πειράματος. Οι

⁹⁶ Με τη μορφή των προδιαγραφών του WWC.

⁹⁷ Με την έννοια των επαναλαμβανόμενων μορφών συμπεριφοράς.

Myung, Balasubranian και Pitt (2000) αναφέρουν ότι το σήμα κατατεθέν ενός καλού μοντέλου είναι η ικανότητά του να ικανοποιεί δύο αντίθετους στόχους. Επιθυμούμε το μοντέλο να είναι αρκετά πολύπλοκο, ώστε να περιγράφει με ακρίβεια το δείγμα δεδομένων, αλλά χωρίς ταυτόχρονα να χάνει την ικανότητά του για γενίκευση. Με την έννοια της γενίκευσης εδώ εννοούμε τη μεταφορά του μοντέλου και της ερμηνευτικής του οντολογίας από τον πληθυσμό στον οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα σε άλλους συναφείς πληθυσμούς.

Ως παράδειγμα της δυσκολίας γενίκευσης στατιστικών μοντέλων στην Εκπαίδευση θα αναφέρουμε την περίπτωση της στατιστικής μοντελοποίησης της διδασκαλίας. Οι πολύ γνωστοί στον χώρο της στατιστικής μοντελοποίησης στην Εκπαίδευση Shavelson και Dempsey-Atwood (1976) σημειώνουν ότι η μελέτη πολλών στατιστικών πειραμάτων δεν δίνει μια σταθερή εικόνα σχετικά με την επίδραση των εκπαιδευτικών στους μαθητές ούτε επίσης μια ξεκάθαρη εικόνα του συσχετισμού των διδακτικών ενεργειών με την απόδοση των μαθητών. Εμφανώς, δεν είμαστε σε θέση να μοντελοποιήσουμε την εκπαιδευτική πράξη στατιστικά με την ίδια άνεση με την οποία δυνάμεθα να μοντελοποιήσουμε τα ιατρικά ευρήματα. Με άλλα λόγια, τοπικά ευρήματα στην Εκπαίδευση δεν δύναται να γενικευτούν αυτούσια σε σημείο που να αποτελέσουν με ασφάλεια υλικό για γενικευμένη παρέμβαση. **Η οποιαδήποτε γενίκευση θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα συστημικής παρέμβασης.**

Συμπερασματικά, λοιπόν, όπως σημειώνει η Fendler (2006), στη στατιστική θεωρία η γενίκευση αποτελεί αναμφισβήτητα μια στοχαστική διαδικασία. Στο πλαίσιο της στατιστικής μοντελοποίησης δεν υπάρχει βάση για βεβαιότητα στη γενίκευση των ευρημάτων. Στα πεδία του καθορισμού της εκπαιδευτικής πολιτικής, της λήψης αποφάσεων και της εκπαιδευτικής παρέμβασης λανθάνει η αντίληψη ότι τα μόνα χρήσιμα για την Εκπαίδευση ερευνητικά προγράμματα είναι αυτά που βασίζονται σε δομημένα και ημιδομημένα στατιστικά πειράματα. Με τον τρόπο αυτό, μόνο οι μορφές έρευνας που βασίζονται σε στατιστική μοντελοποίηση χρηματοδοτούνται επαρκώς. Οι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων για την εκπαιδευτική πολιτική τροφοδοτούνται από τα γενικευμένα αποτελέσματα τέτοιων ερευνών. Με τον τρόπο αυτό, νομιμοποιείται ο μετασχηματισμός των στατιστικών ευρημάτων σε γενικευμένες πολιτικές.

Ο μετασχηματισμός της πιθανότητας σε βεβαιότητα έχει αμφισβητηθεί από πολλούς αναλυτικούς Φιλοσόφους με την ιδέα ότι δεν υπαγορεύεται από την επιστήμη, αλλά από τη συνήθεια και τη σύμβαση. Η γενίκευση των στοχαστικών αποτελεσμάτων δεν αποτελεί για την Εκπαίδευση τον μοναδικό ενδεδειγμένο τρόπο παραγωγής πολιτικών παρεμβάσεων. Παρόλα αυτά, αξίζει να μελετήσει κανείς ποιοι πολιτιστικοί, οικονομικοί και ιστορικοί παράγοντες συνέβαλλαν, ώστε να μετατραπεί η πιθανότητα σε βεβαιότητα μέσω της στατιστικής ανάλυσης σε βαθμό τέτοιο που κυβερνήσεις, όπως αυτές των ΗΠΑ, να μη χρηματοδοτούν άλλου είδους Εκπαιδευτική Έρευνα πέραν των ερευνών που βασίζονται σε εκπαιδευτικά πειράματα.

Σε μια σύντομη ιστορική αναδρομή η Lynn Fendler αναφέρει ότι το αρχικό όνομα της Στατιστικής ως μηχανισμού παραγωγής δεδομένων για παρεμβάσεις από την πολιτική εξουσία ήταν Πολιτική Αριθμητική (John Graunt – Sir William Petty, 1620-1674). Δεν ήταν παρά 100 χρόνια αργότερα που η Πολιτική Αριθμητική ονομάστηκε Στατιστική. Ένα πολύ σημαντικό βήμα στην εδραίωση της Στατιστικής ως βασικού μηχανισμού παραγωγής δεδομένων για την πολιτική εξουσία ήταν η ανακάλυψη

του «μέσου ανθρώπου». Ο μέσος άνθρωπος γεννήθηκε στα γραπτά του Quetelet, όπως σημειώνει ο Hacking (1990). Ο Quetelet πρώτος έδωσε σάρκα και οστά σε μια φανταστική οντότητα: τον «μέσο» άνθρωπο, ανοίγοντας έτσι το δόμο για τη δημιουργία μεγάλης σειράς από υπαρκτούς ανύπαρκτους μέσους: μέση οικογένεια, μέσο σχολείο, μέσος μαθητής κλπ. Η συνέχεια είναι λίγο πολύ γνωστή. Η Στατιστική έγινε η κατεξοχήν αγαπημένη τεχνολογία στην προσπάθεια ποσοτικοποίησης πληθυσμών και παραγωγής των κατάλληλων γενικευμένων παρεμβάσεων. Η προέλαση της Στατιστικής στις Κοινωνικές Επιστήμες βρήκε αρκετούς πολέμιους, όπως για παράδειγμα τον Auguste Comte και τον Mill. Ο τελευταίος χαρακτήριζε τη Στατιστική ως το αίσχος και τη ντροπή των Μαθηματικών.

Παραδοχές	
1	Οι Φυσικές Επιστήμες παρέχουν τα βασικά ερευνητικά μοντέλα στις Κοινωνικές Επιστήμες συμπεριλαμβανομένης και της Εκπαίδευσης. Αυτό σημαίνει ότι η φυσική πραγματικότητα είναι το υποσύλλωμα του κοινωνικού κόσμου
2	Η μεταθετικιστική άποψη αποδέχεται ότι δεν υπάρχει απόλυτη αλήθεια, ότι οι γενικεύσεις υποχωρούν και ότι η ανθρώπινη γνώση αποτελείται από συλλογή μικρών αληθειών παρά από παραγωγή γενικών αληθειών
3	Η επιστήμη και η τεχνολογία αλληλο-ολοκληρώνονται
4	Οι κοινότητες των ερευνητών έχουν μεγαλύτερο ερευνητικό δυναμικό σε σχέση με τους μεμονωμένους ερευνητές
5	Ο μεθοδολογικός πλουραλισμός είναι αποδεκτός, αν και οι ποσοτικές μέθοδοι είναι κυρίαρχες
6	Η αποδοτικότητα της έρευνας είναι πρωτίστης σημασίας. Η διαχειριστική γραφειοκρατία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της έρευνας
7	Υπάρχει διάχυτη η αντίληψη της σύνδεσης έρευνας και πολιτικής ειδικά σε ευαίσθητα θέματα όπως η Εκπαίδευση
8	Η ηθική είναι αναπόσπαστο κομμάτι της έρευνας, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη σχέση ερευνητή - ερευνώμενου

Εικόνα 3-49: Βασικές παραδοχές για τη σύγχρονη έρευνα

Το επόμενο βήμα μετά την ανακάλυψη του «μέσου ανθρώπου» προέρχεται πάλι από τον Quetelet, ο οποίος μετασχημάτισε τους στατιστικούς νόμους σε πραγματικούς νόμους ικανούς να περιγράφουν τη φύση και την κοινωνία. Εφοδίασε με τον τρόπο αυτό τη Στατιστική με μια τρομερή δύναμη γενίκευσης και παραγωγής παρεμβατικών σχημάτων.

Με την ανακάλυψη της Ψυχολογίας ως εφαρμοσμένης Στατιστικής εδραιώθηκε πλέον η στατιστική μελέτη των ανθρωπίνων όντων, ενώ πραγματοποιήθηκε και η ποσοτικοποίηση ποιοτικών ιδιοτήτων, όπως της εξυπνάδας, της ηθικής συμμόρφωσης

κλπ. Οι Κοινωνικές Επιστήμες αποτέλεσαν προέκταση της Ψυχολογίας με βασικό εργαλείο παραγωγής γνώσης τη Στατιστική.

Σημειώνουμε δύο βασικές παρενέργειες της στατιστικής μελέτης του ανθρώπου. Η πρώτη αφορά την πίεση για συμμόρφωση προς τον μέσο όρο. Αν, για παράδειγμα, ο μέσος εκπαιδευτικός συνδέεται με το διαδίκτυο δύο ώρες την εβδομάδα, τι πρέπει να κάνει αυτός που δεν συνδέεται καθόλου; Αν ο μέσος εκπαιδευτικός βάζει δύο διαγωνίσματα την εβδομάδα τι πρέπει να κάνει αυτός που βάζει τέσσερα; Η δημοσιοποίηση της συμπεριφορά; του ανύπαρκτου μέσου εκπαιδευτικού αυτόματα ενεργοποιεί τους μηχανισμούς συμμόρφωσης. Με τον τρόπο αυτό, **αποβάλλονται τεράστιες ποσότητες δημιουργικής ποικιλομορφίας**. Η δεύτερη παρενέργεια είναι αυτή της **επαναληψιμότητας**. Η στατιστική ανάλυση μέσω της ευρύτατης αποδοχής που απολαμβάνει παράγει επαναληπτικά στατιστικές αναλύσεις οι οποίες βασίζονται σε προηγούμενες γενικεύσεις κ.ο.κ, αποκλείοντας εναλλακτικές διαδρομές έρευνας. Η Stone (2006) παρουσιάζει επιγραμματικά τις βασικές κανονικοποιημένες παραδοχές σχετικά με τη σύγχρονη έρευνα (Πίνακας 3-49).

Ο Schoenfeld (1999) χαρακτηρίζει την Εκπαίδευση ως μια «εξελισσόμενη διαθεματική επιστήμη η οποία δεν έχει ακόμη κάποιον κατασταλαγμένο θεωρητικό και μεθοδολογικό πυρήνα». Συνεχίζει: «Με την ταξινόμια του Kuhn, η Εκπαίδευση δεν ανήκει σε κάποια από τις κανονικές επιστήμες. Οι μέθοδοι που ακολουθούνται, ακόμη κι αν εξελιχθούν περαιτέρω, κάποια στιγμή θα εξαλειφθούν. Οι επαγγελματίες της Εκπαίδευσης θα πρέπει να είναι διαρκώς έτοιμοι για αλλαγές».

Η παρατήρηση του Schoenfeld αναφορικά με την έλλειψη μιας πυρηνικής θεωρίας βασίζεται στο γεγονός ότι η Εκπαίδευση είναι ουσιαστικά μια διαθεματική σύμπραξη επιστημονικών πεδίων. Δεν υπάρχει, δηλαδή, ένα σύνολο ευρέως αποδεκτής εκπαιδευτικής γνώσης το οποίο θα πρέπει να γνωρίζει ο καθένας που ασχολείται έμμεσα ή άμεσα με την Εκπαίδευση. Η παραπάνω θέση ισχυροποιείται, αν σκεφτούμε ότι υπάρχουν πάνω από 100 Θεωρίες Μάθησης, ενώ σχετικά με την Εκπαιδευτική Έρευνα στην American Educational Research Association υπάρχουν πάνω από 100 SIGS. Παρόμοια εικόνα υπάρχει και στο πεδίο των ερευνητικών μεθόδων και μεθοδολογιών. Η πρόταση του Schoenfeld στο σημείο αυτό είναι η αναγνώριση ότι η Εκπαίδευση διαφέρει σημαντικά από άλλα πεδία έρευνας.

Κριτική στην εκπαιδευτική έρευνα πραγματοποιεί και ο Roblyer (2003) ο οποίος και επισημαίνει ότι τα αντικρουόμενα αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση οδήγησε τους εκπαιδευτικούς στην αμφισβήτηση τόσο των ερευνητικών υποθέσεων όσο και των μεθοδολογικών βημάτων ελέγχου των υποθέσεων.

Οι Korcha και Sullivan (2007) επισημαίνουν την ισχυρή πόλωση των εκπαιδευτικών ερευνών οι οποίες επιχειρούν να αποτιμήσουν τον βαθμό αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη. Σύμφωνα με τους ερευνητές, τέτοιες έρευνες οι οποίες βασίζονται σε αναφορές των ίδιων των εκπαιδευτικών πάσχουν από πολλαπλές πολώσεις, όπως για παράδειγμα την κοινωνική πόλωση η οποία θέλει τους εκπαιδευτικούς να προσπαθούν να συμμορφωθούν με ένα προκατασκευασμένο κοινωνικό πρότυπο, δίνοντας με τον τρόπο αυτόν έναν τόνο υπεραισιοδοξίας στις έρευνες αναφορικά με το μοτίβο χρήσης και αξιοποίησης των ΤΠΕ.

3.22.2 Συστημικές προεκτάσεις της Εκπαιδευτικής Έρευνας

Όπως σημειώνουν οι Smeyers και Deraere (2003), οι γενικότερες κοινωνικές αλλαγές, αλλά και οι αλλαγές του ίδιου του παραδοσιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος οδηγούν σε σημαντικές αλλαγές την ίδια την εκπαιδευτική μεθοδολογία. Για παράδειγμα, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη **σύνθεση** των ερευνητικών ομάδων ως παράγοντα ο οποίος καθορίζει τη στάση απέναντι στη διαθεματική συνεργασία, όπως επίσης και στη θέση των Νέων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών ως παράγοντα ο οποίος καθορίζει το εύρος και την ποιότητα της διαθεματικής συνεργασίας. Παράλληλα, όπως επισημαίνουν οι ίδιοι, ιδιαίτερη κριτική δέχεται το συνολικό αυτοενισχυόμενο οικοδόμημα μιας καλά τακτοποιημένης, ομαλά διοικούμενης και επιστημονικά υποστηριζόμενης κοινωνίας. Οι παραγόμενες ερμηνευτικές οντολογίες είναι λογικά δομημένες με βάση τον εμπειρισμό και αποτελούν το βασικό υλικό παραγωγής των παρεμβατικών οντολογιών.

Στην Εκπαίδευση, ο επιστημονικός ορθολογισμός και η αντίστοιχη οργάνωση της Εκπαιδευτικής Έρευνας δημιούργησε μια τάση προς την επιστημονική πραγματεία, την αποτελεσματικότητα και τη χρηστικότητα στην προσπάθεια να επιτευχθούν τα κριτήρια για την κυβερνητική χρηματοδότηση. Το όλο αυτό σκηνικό έρευνας χαρακτηρίστηκε ως «**κουλτούρα της αποδοτικότητας**» (culture of performativity).

Η Εκπαιδευτική Έρευνα δεν είναι μόνο μια επιστημονική και κοινωνική πρακτική, αλλά και μια παρεμβατική πρακτική (Smeyers και Deraere, 2006). Μια συναρμογή από ιδέες, θεσμικές και πολιτιστικές διασυνδέσεις προβοκάρουν και μορφοποιούν τον σχηματισμό κριτηρίων και μέτρων διαμόρφωσης της Εκπαιδευτικής Έρευνας. Αυτή η προσπάθεια συνδέει δύο φαινομενικά αντίθετες μεταμοντέρνες τάσεις: την κοινωνική διακυβέρνηση και την παραγωγή αυτόνομων ατόμων. Με τον τρόπο αυτό, η εκάστοτε Εκπαιδευτική Έρευνα καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό όχι μόνο από τη διάθεση βελτίωσης των σχολικών συστημάτων, αλλά και από εθνικές κατευθύνσεις και ιστορικά διαμορφωμένες αρχές οι οποίες τακτοποιούν, διαφοροποιούν και διαχωρίζουν τα αντικείμενα δράσης.

Για παράδειγμα, η επικρατούσα κουλτούρα στις δυτικές κοινωνίες καθόρισε τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές της Εκπαιδευτικής Έρευνας σε προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας, αποτελεσματικότητας, προσαρμογής σε πρότυπα, οι οποίες στο σύνολό τους πηγάζουν από μια εμπειρική - πραγματιστική επιστημονική οπτική γωνία. Βέβαια, σε κάθε συζήτηση σχετικά με την επιστημονική έρευνα δεν είναι δυνατόν να αποκλειστούν επιστημολογικά θέματα, κυρίως αναφορικά με την αντίληψη της «επιστημονικής αλήθειας». Θα πρέπει, όμως, να καλλιεργούνται και μεταμοντέρνες απόψεις σχετικά με την απόλυτη έννοια της «αλήθειας» αναφορικά με το ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον που διαμορφώνουν διαφορετικές κάθε εποχή «αλήθειες», όπως επίσης και πρακτικές σκεπτικισμού.

Κατά τις μεγάλες εποχές της επιστημολογικής Φιλοσοφίας, πραγματοποιήθηκαν πολύ εκτενείς συζητήσεις σχετικά με τα «παράδειγματα». Οι Hempel, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, όπως επίσης και οι Gadamer, Ricoeur, Taylor και Habermas αναμίχθηκαν ενεργά σε ερωτήσεις αναφορικά με τις κατευθυντήριες γραμμές της κοινωνικής επιστήμης (Smeyers και Deraere, 2006). Έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σχετικά με την ερμηνευτική σε κοινωνικά περιβάλλοντα και τον συσχετισμό της με την ατομική γνωστική δομή. Αν και είχαν σοβαρές αποκλίσεις σε διάφορα θέματα, παρουσίασαν εντούτοις σύγκλιση στην άποψη ότι δεν υπάρχει ενότητα στην επι-

στήμη και κατ' επέκταση δεν υπάρχει μια γενική λογική ή μεθοδολογία ανακάλυψης.

Σε αυτό το σημείο, η σύγκλιση των επιστημολόγων παύει, οπότε και έχουμε πάλι έναν πλουραλισμό κατευθύνσεων, αλλά με μια γενικότερη τάση να διαμορφώνεται, η οποία απαιτεί τη **συνύπαρξη** γενικών συστημικών - επιστημολογικών κατευθύνσεων με ειδικές πρακτικές στο πλαίσιο των εκάστοτε ειδικών προβλημάτων.

Αναφορικά με την Εκπαίδευση, η παραγωγή ερμηνευτικών οντολογιών υπερβαίνει κατά πολύ τις περιορισμένες εμπειρικές έρευνες. Απαιτεί τη γενικότερη δόμηση μιας εκπαιδευτικής ερμηνευτικής συνέχειας μέσα στην οποία θα ενσωματωθεί η παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Όπως τονίζει και ο ιστορικός Ankersmit (1996), η αλήθεια δεν είναι παρά η διασύνδεση των ερμηνευτικών οντολογιών στον χρόνο. Η Εκπαιδευτική Έρευνα ισορροπεί, λοιπόν, ανάμεσα στο γενικό, ιστορικό, φιλοσοφικό, συστημικό και το ειδικό - περιπτωσιακό.

Ένας ερευνητής δεν είναι δυνατόν να ξεφύγει από τις δύο αυτές δυνάμεις. Αν δώσει όλο το βάρος στις πραγματιστικές θεωρήσεις και τον εμπειρισμό, κινδυνεύει να παραγάγει μια αυτοπεριοριστική οντολογία δεδομένου ότι οι μεθοδολογίες και οι έννοιες που χρησιμοποιούμε κάθε φορά καθορίζουν και το ερμηνευτικό μας εύρος. Από την άλλη, η αναζήτηση παγκόσμιων ιστορικών σταθερών και αποδεκτών αληθειών μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη εστίασης στην παρεμβατική οντολογία. Όπως και να είναι όμως, σημαντικοί ερευνητές αποδέχονται ότι η διορατικότητα που απαιτείται για την ερμηνευτική στην Εκπαίδευση υπερβαίνει τα εμπειρικά δεδομένα ή, διαφορετικά, η απόλυτη προσήλωση σε εμπειρικά δεδομένα δεν μπορεί να δώσει πλήρεις ερμηνευτικές οντολογίες στην Εκπαίδευση. Κάτι τέτοιο διαφαίνεται να συμβαίνει και στην περίπτωση της μελέτης της παρούσας διατριβής, όπου η σύνδεση των ΤΠΕ με την Εκπαίδευση είναι αφορμή για ένα πλήθος ερευνών με περιορισμένη σύγκλιση και ενίοτε σημαντική απόκλιση σε συμπεράσματα.

Οι Smeyers και Depaere (2003), αναφερόμενοι στο ζήτημα της εκπαιδευτικής μεθόδου και μεθοδολογίας, σημειώνουν ότι η διαμάχη για το είδος και την εγκυρότητα της επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου στην Εκπαίδευση δεν είναι αλλά και ούτε ήταν στο παρελθόν ιδιαίτερα γόνιμη. Αυτό που είναι γόνιμο, όμως, είναι η αποκάλυψη όλων των στοιχείων που εμπεριέχονται μέσα στην εκάστοτε μέθοδο ή μεθοδολογία. Το ερώτημα σχετικά με το «ποιες πρακτικές δουλεύουν» σε ένα σχολείο προδιαθέτει στην υιοθέτηση του προσανατολισμού ποσοτικών και στατιστικών μεθόδων ως κυρίαρχων, προκειμένου να εντοπιστούν εκείνες οι πρακτικές που δείχνουν να παράγουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα μέσα σε δεδομένο πλαίσιο. Η κυριαρχία των ποσοτικών και στατιστικών μεθόδων στην Εκπαιδευτική Έρευνα και ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις ΤΠΕ είναι αναμφισβήτητη. Αρκεί κανείς να αναζητήσει τις σχετικές δημοσιεύσεις. Ο Smith, κατά παράθεση των Smeyers και Depaere (2003), ισχυρίζεται ότι, σε πολλές περιπτώσεις, έρευνες αυτού του είδους στρέφονται ενάντια στη βελτίωση και την ανάπτυξη της ποιότητας των σχολείων.

Θα είχε στο σημείο αυτό ιδιαίτερη σημασία η επισήμανση ότι παρατηρείται μια συστηματική στροφή στην Εκπαιδευτική Έρευνα αναφορικά με το κυρίαρχο εκπαιδευτικό ερευνητικό σχήμα το οποίο περιγράφει η Eisenhart (2005). Σύμφωνα με αυτό, ο «χρυσός κανόνας» της Εκπαιδευτικής Έρευνας κατέληξε να είναι η ανακάλυψη **αιτιατών διασυνδέσεων με τη χρήση ποσοτικών μεθόδων**. Μέσω των αιτιατών συνδέσεων είναι δυνατόν να δημιουργηθεί η κατάλληλη ερμηνευτική οντολογία η

οποία και θα οδηγήσει την παρέμβαση ως ενίσχυση των σχετικών παραγόντων και αποδυνάμωση των μη σχετικών. Το παραπάνω σχήμα είναι ίσως η βασικότερη στρατηγική παραγωγής γνώσης σε όλες τις σύγχρονες κοινωνίες και σε όλα τα εμπειρικά επίπεδα. Ζητάμε απεγνωσμένα να βρούμε τις αιτίες των φαινομένων, ώστε να τις ενισχύσουμε ή να τις αποδυναμώσουμε ανάλογα, όταν θα πραγματοποιήσουμε την παρέμβασή μας.

Σύμφωνα με την Eisenhart (2005), ο «χρυσός κανόνας» θα πρέπει να τροποποιηθεί, ώστε, σε περιπτώσεις όπου βασικό εργαλείο έρευνας είναι η ανάλυση αιτιότητας, να λαμβάνονται υπόψη γενικότερες καθοδηγητικές συστημικές αρχές. Αυτό υπαγορεύεται από την επισήμανση ότι οι μηχανισμοί αιτιότητας δεν είναι δυνατόν να απομονωθούν και να μελετηθούν ανεξάρτητα από το γενικότερο περιβάλλον στο οποίο εμπεριέχονται και λειτουργούν.

Θα πρέπει ο ερευνητής να διατηρεί τους μηχανισμούς αιτιότητας σε πολύ καλή συναρμογή με το περιβάλλον, ώστε να διατηρήσουν την ερμηνευτική τους ισχύ. Η εγγύηση ότι η Εκπαιδευτική Έρευνα θα παραγάγει μια ερμηνευτική ή περιγραφική οντολογία η οποία θα σχετίζεται άμεσα με το ερευνητικό ερώτημα, εξασφαλίζεται με την ανάπτυξη ομαδικού ερευνητικού πνεύματος και την προώθηση της ταυτόχρονης ανάπτυξης πολλαπλών και διαφορετικών προοπτικών πάνω στο ίδιο ερευνητικό πεδίο.

Θα θέλαμε να τονίσουμε τη γεινίαση των παραπάνω απόψεων με την άποψη της Συστημικής επιστήμης όπου κυριαρχεί η αντίληψη ότι η κάθε ενεργός περιοχή απαιτεί τον σχεδιασμό **εξειδικευμένης συστημικής προσέγγισης**, προκειμένου να παραχθούν οι συνδυαστικές ερμηνευτικές και παρεμβατικές οντολογίες. Στο ίδιο πνεύμα, η Moss (2005) επισημαίνει ότι η αξία των γενικών αρχών δεν βρίσκεται στην καθοδηγητική τους ικανότητα, αλλά περισσότερο στην ικανότητά τους για γνωστική αντανάκλαση.

Ο Schwandt (2005) σημειώνει ότι η Εκπαιδευτική Έρευνα ρίχνει όλο το βάρος σε τεχνικά ζητήματα και, στο όνομα της επιστημονικής αρτιότητας, η εστίαση μεταστρέφεται προς τις επιτυχημένες ή αποτυχημένες πρακτικές και όχι στο γενικότερο συστημικό πλαίσιο, όπως για παράδειγμα οι κοινωνικές ανισότητες. Αναφέρει σχετικά: **«Οι ερευνητές της Εκπαίδευσης δεν είναι μόνο ακαδημαϊκοί με στόχο την αυστηρή εφαρμογή κάποιας μεθοδολογίας, αλλά περισσότερο επαγγελματίες οι οποίοι θα αναμιχθούν με την πολυπλοκότητα της πραγματικότητας, προκειμένου να παραγάγουν τις κατάλληλες παρεμβάσεις».**

Ο Howe (2005) σημειώνει χαρακτηριστικά ότι ο πειραματισμός προερχόμενος από τις Φυσικές Επιστήμες είναι συντηρητική μεθοδολογία, γιατί πρέπει να διερευνά την αποτελεσματικότητα της Εκπαίδευσης μέσα στον χώρο που επιτρέπουν το κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό status quo. Υπό αυτό το πρίσμα, οι ποσοτικές μέθοδοι κυριαρχούν σε όλες τις περιπτώσεις όπου η **αποτελεσματικότητα των σχολείων είναι πολύ ψηλά στα ζητούμενα**. Το κλίμα της Εκπαιδευτικής Έρευνας κυριαρχείται από τους δείκτες ποιότητας και απόδοσης που, αν και είναι χρήσιμοι, δεν ανήκουν σε αυτό που θα λέγαμε «καρδιά της Εκπαίδευσης».

Ο μεγάλος Κυβερνητικός Gordon Pask (1996) έλεγε ότι η Πειραματική Ψυχολογία τείνει να χρησιμοποιεί λανθασμένα τη Στατιστική και να αγνοεί τις αφανείς υποθέσεις που γίνονται. Ο Wittgenstein (1953) έλεγε ότι η Ψυχολογία έχει πειραματικές μεθόδους, αλλά τελεί σε εννοιολογική σύγχυση.

3.22.3 Η αβεβαιότητα και η πολυπλοκότητα στην επιστήμη της Εκπαίδευσης

Ξεκινώντας από το απλούστερο δυνατό μοντέλο Εκπαίδευσης, αυτό της μαθησιακής αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικού – μαθητή, βρισκόμαστε αντιμέτωποι με πολυπλοκότητα και ποικιλομορφία η οποία δεν μπορεί να συμπιεστεί με γνώση προερχόμενη από τη Στατιστική Εκπαιδευτική Έρευνα. Επεκτεινόμενοι στο οικοσύστημα της σχολικής τάξης ως μαθησιακής μονάδας και παιδαγωγικής οντότητας ξεπερνάμε σε ποικιλομορφία το υπολογιστικό όριο του Bremermann. Διαπιστώνουμε ιδιαίτερη δυσκολία στην κατηγοριοποίηση, εμπειρική περιγραφή και θεωρητική τεκμηρίωση και ανάλυση της εκπαιδευτικής πράξης (Grzesik, 1998)⁹⁸. Η αβεβαιότητα, όπως σημειώνει ο Keiner (2006), αποτελεί κεντρικό πρόβλημα της εκπαιδευτικής θεωρίας και της παιδαγωγικής δράσης. Η Εκπαίδευση, προκειμένου να απαλλαγεί από αυτό το μεγάλο φορτίο αβεβαιότητας, στράφηκε σε πολύ **ισχυρούς εξασθενητές ποικιλομορφίας** από τις συναφείς Κοινωνικές Επιστήμες τόσο σε φιλοσοφικό όσο και σε ερευνητικό - μεθοδολογικό επίπεδο. Δημιουργήθηκε, έτσι, μια πολύ εύθραυστη ταυτότητα για την επιστήμη της Εκπαίδευσης μέσω της αλληλεπίδρασης της θεωρίας, της πράξης, της έρευνας και του επαγγέλματος (Keiner 2006).

Μετά το 1980, η στάση απέναντι στην αβεβαιότητα και την πολυπλοκότητα άρχισε να αλλάζει. Η ποικιλομορφία δεν αποτελούσε πλέον κάποιο αρνητικό παράγοντα ο οποίος έπρεπε να αντιμετωπιστεί και να μειωθεί με κατάλληλο σχεδιασμό των ερευνητικών μεθοδολογιών, ώστε να αποκαλυφθούν καθαρά σχήματα αιτιότητας. Η ύπαρξη πολυπλοκότητας και αβεβαιότητας πολλές φορές συνδέθηκε με την επιστημονική και κοινωνική εξέλιξη. Όπως χαρακτηριστικά σημειώνει ο Smithson (1988), «Μέχρι πριν από λίγο ο κυρίαρχος μηχανισμός μείωσης της άγνοιας ήταν η εξάλειψή της ή η απορρόφησή της. Τα αναδυόμενα πλαίσια δείχνουν να αποποιούνται την υπόθεση ότι η άγνοια δύναται να ελαττωθεί και να εξαλειφθεί με το καινούριο ερευνητικό συλ να είναι πλέον «διαχειριστικό» με την έννοια της προσπάθειας κατανόησης, ανοχής ή ακόμη και αξιοποίησης ορισμένων μορφών άγνοιας».

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η πειθαρχία των παραδοσιακών επιστημών προερχόμενη από μια σύμφυτη μεθοδολογική και συστηματική αυστηρότητα και βασιζόμενη σε ρυθμιστικές αρχές, όπως η αλήθεια, η βεβαιότητα, η ακρίβεια και η αντικειμενικότητα αρχίζει να χαλαρώνει μέσα σε έναν επιστημονικό κόσμο στον οποίο αναπτύσσονται δίκτυα, ιδεολογικοί συνασπισμοί, κατευθύνσεις και ιδεολογικές αποκλίσεις.

Αυτή η νέα μορφή συμφιλίωσης με την πολυπλοκότητα η οποία εκφράζεται με την ανάπτυξη κοινωνικών συνασπισμών μέσα στο ίδιο το πλαίσιο της αυστηρής επιστήμης, προκαλεί την Ιστορία και τη Φιλοσοφία να πάψουν να ισχυροποιούν περιχαρακώματα γύρω από τις επιστήμες, αλλά, αντίθετα, να μοιράζονται, να συγχωνεύουν και να σχετικοποιούν τις επιστημονικές τους προοπτικές, τις θεωρητικές τους κατασκευές και τις μεθοδολογικές τους οδούς. Η επιστήμη της Εκπαίδευσης λόγω της ισχυρής της κοινωνικής διάστασης είναι από τις πιο επιρρεπείς στην ανάπτυξη τέτοιων αυτόνομων κοινωνικών ιδεολογικών και μεθοδολογικών συνασπισμών. Μια τέτοια κοινωνικοποίηση της επιστημονικότητας της Εκπαίδευσης δημιουργεί αυτόματα προβλήματα στην πολιτική ηγεσία η οποία έχει και την ευθύνη της παρέμβασης. Πώς θα αξιολογήσει τις γνωστικές παραγωγές των αυτοπροσδιοριζόμενων κοι-

⁹⁸ Παράθεση από Keiner (2006).

νωνικών ομάδων οι οποίες δρουν στο πλαίσιο της επιστήμης, έχοντας, όμως, ισχυρές επιρροές από γενικότερες κοινωνικές νόρμες;

Η απάντηση είναι βέβαια γνωστή: Με το να στρέφει το σύνολο της Εκπαιδευτικής Έρευνας προς την ορθόδοξη ακαδημαϊκή επιστήμη, χρηματοδοτώντας τις έρευνες εκείνες οι οποίες έχουν μεθοδολογική ορθότητα αναφορικά με την παραγωγή υλικού για παρέμβαση.

Η αναδυόμενη σύγχρονη επιστήμη της εκπαιδευτικής πολυπλοκότητας ξεκινά από την υπόθεση ότι η Εκπαιδευτική Έρευνα αποτελεί μια διαφορετική μορφή έρευνας η οποία εστιάζει στο άτομο, μοντελοποιεί πολύπλοκες παιδαγωγικές καταστάσεις, υπηρητώντας πάντα το όραμα ενός καλύτερου μέλλοντος. Διαφέρει ριζικά από την Κοινωνική Έρευνα πάνω σε εκπαιδευτικά θέματα. Ο επιστημολογικός πυρήνας της σύγχρονης επιστήμης της εκπαιδευτικής πολυπλοκότητας υπερβαίνει τη θεωρία και τη θεωρητικοποίηση, συνδυάζοντας την ατομικότητα, την πολυπλοκότητα και τη μη προβλεψιμότητα. Ενώ πολλές επιστήμες αντιμετωπίζουν την αβεβαιότητα διερευνητικά, η αναδυόμενη σύγχρονη εκπαιδευτική επιστήμη την έχει εντάξει οργανικά στο σώμα της, δημιουργώντας νόρμες και τάσεις βασισμένες σε αυτή.

Στην ευρύτερα Κοινωνιολογία ευρύτερα, το πρόβλημα της αβεβαιότητας αντιμετωπίζεται με την εισαγωγή της πολιτικής επιστημολογίας της αβεβαιότητας ως κριτικής στην έννοια της επιστημονικής προόδου. Σύμφυτη με την έννοια της επιστημονικής προόδου είναι η σταδιακή αποκάλυψη της αλήθειας εις βάρος της αβεβαιότητας. Αναδεικνύεται με τον τρόπο αυτό η έννοια του «ρίσκου» ως η νέα παγκόσμια έννοια των Κοινωνικών Επιστημών.

3.22.4 Η ανάγκη για νέες αντικειμενικές γλώσσες

Ο Trohler (2003) σημειώνει την ανάγκη για την ανάπτυξη νέων γλωσσών επιστημονικής επικοινωνίας ικανών να προσφέρουν ισχυρότερα ερμηνευτικά σχήματα αναφορικά με καινούριες και πρωτόγνωρες εμπειρίες, ιδιαίτερα σε εποχές που χαρακτηρίζονται από διαρκείς και μεγάλης κλίμακας αλλαγές και μετασυστημικές διαμορφώσεις. **Ο ίδιος θέτει ζήτημα επάρκειας του παλιού εκπαιδευτικού και παιδαγωγικού λεξιλογίου στην περιγραφή και την παραγωγή ερμηνευτικών σχημάτων στο σχολείο της σημερινής εποχής.**

Σημειώνει, επίσης, ότι παρατηρείται μια επέκταση της κλασικής εκπαιδευτικής και παιδαγωγικής γλώσσας με την εισαγωγή νέων λέξεων, όπως **συνεργατικότητα, κοινωνική δικαιοσύνη, προσωπική ολοκλήρωση και διαρκής αυτορρύθμιση**. Πολλές κλασικές λέξεις του παιδαγωγικού και εκπαιδευτικού λεξιλογίου δαιμονοποιήθηκαν. Ενδεικτικά, λέξεις, όπως **δασκαλοκεντρική μάθηση, μετάδοση γνώσεων, διάλεξη, αποστήθιση** κλπ. τείνουν να αποβληθούν από το εκπαιδευτικό λεξιλόγιο. Παράλληλα, στο εκπαιδευτικό λεξιλόγιο εισρέουν λέξεις παρμένες από τον επιχειρησιακό κόσμο. Λέξεις, όπως αποδοτικότητα, αποτελεσματικότητα, δείκτες απόδοσης, δείκτες ποιότητας, διοίκηση ολικής ποιότητας, διοίκηση ανθρωπίνων πόρων, οργανωσιακή μάθηση, διοίκηση αλλαγών, σύνδεση του σχολείου με επιχειρήσεις κλπ. έχουν εδραιωθεί πλέον, σηματοδοτώντας μια προσπάθεια στροφής της Εκπαίδευσης από τη φιλοσοφική πλευρά προς μια επιχειρησιακή πλευρά, όπως την αντιλαμβάνεται κάθε φορά η πολιτική εξουσία.

Στο πλαίσιο της επέκτασης της εκπαιδευτικής γλώσσας, η παρούσα εργασία στοχεύει στο να δημιουργήσει το συστημικό υποσύνολο της εκπαιδευτικής γλώσσας εισάγοντας έννοιες, όπως πολυπλοκότητα, ποικιλομορφία, ομοιόσταση, αυτοοργάνωση, μαθησιακή συζήτηση, γνωστική αντανάκλαση, πλέγμα συνεπαγωγής, κυβερνητική - συστημική παρέμβαση, ιδεατός σχεδιασμός κλπ. στο λειτουργικό εκπαιδευτικό λεξιλόγιο.

3.23 Εκπαιδευτική Κυβερνητική: Προς την επιστήμη της εκπαιδευτικής πολυπλοκότητας

Η Εκπαίδευση έχει μια μακρά ιστορία «δανεισμού» από άλλες επιστήμες. Η Εκπαιδευτική Έρευνα και η εκπαιδευτική πράξη έχουν εισαγάγει πολλές μεθόδους, θεωρίες και πρακτικές από άλλα επιστημονικά πεδία. Η ιστορία της Εκπαίδευσης έχει να σημειώσει την εισαγωγή ερμηνευτικών σχημάτων και οντολογιών από άλλα επιστημονικά πεδία, πολλές φορές με επιτυχία και πολλές φορές με αμφίβολα αποτελέσματα. Αρκεί κανείς να αναλογιστεί τις επιδράσεις (και επιπτώσεις) της εισαγωγής από την Ψυχολογία όλου του πλαισίου της Μπιχεβιοριστικής Ψυχολογίας στην Εκπαιδευτική Έρευνα και την εκπαιδευτική πράξη στις αρχές του 20^{ου} αι. Τα αναλυτικά προγράμματα αναμορφώθηκαν και οι παιδαγωγικές ανασκευάστηκαν, αν και οι ίδιοι οι Μπιχεβιοριστές Ψυχολόγοι αναγνώρισαν ότι ο Μπιχεβιορισμός ενδέχεται να έχει ένα πραγματικά πολύ στενό πεδίο εφαρμογής στην Εκπαίδευση (Skinner, 1964).

Σήμερα βιώνουμε την επέλαση του Κονστρουκτιβισμού και των κονστρουκτιβιστικών περιβαλλόντων μάθησης τα οποία προέρχονται από τους επαγγελματικούς χώρους. Η μη συμμόρφωση στις αρχές του Κονστρουκτιβισμού θεωρείται σήμερα σοβαρό ατόπημα στην Εκπαιδευτική Έρευνα και πρακτική. Βιώνουμε πάλι το ίδιο σκηνικό της αναμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων και των εκπαιδευτικών πρακτικών, ώστε να είναι συμβατά με το νέο θεωρητικό πλαίσιο. Όπως, όμως, σημειώνουν αρκετοί ερευνητές, όπως οι Davis και Sumara (2002), Davis (2008), αν και το θεωρητικό πλαίσιο του Κονστρουκτιβισμού είναι ελκυστικότερο από αυτό του Μπιχεβιορισμού, η πλατιά υιοθέτησή του μπορεί τελικά να έχει τα ίδια μονόπλευρα αποτελέσματα με αυτά του Μπιχεβιορισμού.

Σύμφωνα με τον Davis (2008) και τον Bloom (2004), η Θεωρία της Πολυπλοκότητας δείχνει να είναι σήμερα μια πολύ ελκυστική μεταοργανωτική θεώρηση κατάλληλη για το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Υπάρχει ακόμη μια μικρή, αλλά αναπτυσσόμενη βιβλιογραφία⁹⁹ αναφορικά με την Πολυπλοκότητα στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, χωρίς βέβαια να θεωρείται το ρεύμα υπέρ της Πολυπλοκότητας ή της Κυβερνητικής κυρίαρχη τάση της σημερινής Εκπαίδευσης. Παρόλα αυτά, η Επιστήμη της Πολυπλοκότητας και η προσαρμοσμένη στην Εκπαίδευση Εκπαιδευτική Κυβερνητική μπορεί να δώσει πολύ αποκλίνουσες ερμηνευτικές σε θέματα Εκπαίδευσης όπου η συμβατική γραμμική εκπαιδευτική σκέψη δυσκολεύεται. Ο Davis (2008) προσφέρει μια πρώτη οντολογία της εφαρμογής της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής αναφορικά με

⁹⁹ Ενδεικτικά: Bloom, J: Chaotic and complex Systems in Children's Thinking and learning, Annual meeting of the American Educational Research, Seattle, 2001· A Theoretical Model of Learning for Complexity: Depth, Extent, Abstraction and Transfer of Learning, the American Educational Research Association, Chicago, 2007· The Application of Chaos, Complexity and Emergent (Meta)Patterns to Research in Teacher Education, 2004· Bower, Leadership and the self organizing school, Complexity Science and Educational research conference, Canada, 2004.

την ενοποίηση εννοιών και οντοτήτων που στην παραδοσιακή Εκπαίδευση θεωρούνται ασυνεχείς και διαφοροποιημένες. Στον Πίνακα 3-50 παρουσιάζουμε βασικούς δυαδισμούς της εκπαιδευτικής θεωρίας.

Βασικοί δυαδισμοί και διχοτομίες στην εκπαιδευτική πράξη
Γνωστικός μηχανισμός και σύστημα γνώσης
Εκπαιδευτικός και εκπαιδευόμενοι
Αναλυτικό πρόγραμμα και Παιδαγωγική
Διδασκαλία και μάθηση
Θεωρία και πράξη
Αναπαράσταση και παρουσίαση
Αίτιο και αποτέλεσμα (Affect – effect)
Εκπαιδευτική πράξη και έρευνα

Πίνακας 3-50: Ενδεικτικοί δυαδισμούς στην Εκπαίδευση

Σχεδόν σε όλες τις φάσεις την ιστορίας της εκπαιδευτικής οντολογίας ο **γνωστικός μηχανισμός και το σύστημα γνώσης** θεωρούνται ως διαφορετικές οντότητες, δημιουργώντας τη βασική διχοτομία **μαθησιακό υλικό – μαθητευόμενος**. Μια προέκταση αυτής της διχοτομίας είναι και η διχοτομία αναλυτικού προγράμματος και Παιδαγωγικής, όπου το αναλυτικό πρόγραμμα αφορά τη διαχείριση του μαθησιακού υλικού και η Παιδαγωγική αφορά την οργάνωση από την πλευρά του εκπαιδευτικού των ενεργειών μετάδοσης του αναλυτικού προγράμματος¹⁰⁰. Όπως έχουμε δει αναλυτικά στη μελέτη της Θεωρίας Συζητήσεων, οι περισσότερες διχοτομίες είναι προϊόν της πρωταρχικής διχοτομίας άτομο – διαδικασία (person – process dichotomy). Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική προσφέρει ως αντίμετρο σε αυτή τη διχοτόμηση την έννοια της μαθησιακής **P – συζήτησης** και την προέκταση στην έννοια της παιδαγωγικής οντότητας **π – οντότητας**, όπου υποσυστήματα παραγωγής, διαχείρισης, ανάκλησης και εφαρμογής της γνώσης είναι σε συντονισμό και δεν δύναται να διαχωριστούν λειτουργικά. Στο ίδιο πλαίσιο αντιμετωπίζεται και διχοτομία μεταξύ διδασκαλίας και μάθησης, μια ιδιαίτερα επιδραστική διχοτομία στην ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση¹⁰¹.

Η συστημική θεώρηση αντιστρέφει τον ρόλο του μαθητή από παθητικό δέκτη σε ενεργό παραγωγό των γνωστικών του δομών, αντιμετωπίζοντας την όλη διαδικασία της μάθησης ως μια διαδικασία αυτοοργάνωσης των γνωστικών συστημάτων, με αποτέλεσμα την επίτευξη νέων καταστάσεων αυτοοργάνωσης και αυτοποίησης (Burton, 1999· Davis και Simmt, 2003· Senge, 2000).

Η Κυβερνητική στο σημείο αυτό διερευνά τα δίκτυα ιδεών – εννοιών – πληροφοριών τα οποία δημιουργούν την **P – οντότητα**. Υπό την έννοια αυτή, κάθε μαθησιακό σύστημα διαθέτει ένα φυσικό υποσύστημα (**M – οντότητα**) και έναν χώρο καταστάσεων - συμπεριφορών που εκδηλώνονται ως γνώση (**P – οντότητα**). Η μάθη-

¹⁰⁰ Η έννοια της παιδαγωγικής γενικεύεται βέβαια, ώστε να περιλαμβάνει το σύνολο των υπευθυνότητων του εκπαιδευτικού απέναντι στους μαθητές.

¹⁰¹ Εκφράζεται με το βασικό οργανωτικό σχήμα: «Ο δάσκαλος διδάσκει και ο μαθητής μαθαίνει».

ση είναι μια διαδικασία διαρκούς αναδόμησης και βελτίωσης της λειτουργικότητας των δύο αυτών υποσυστημάτων. Ο Κυβερνητικός της μάθησης Piaget ανέφερε στη θεωρία του για τη μάθηση τις διαδικασίες της **ανισορροπίας** και **εξισορρόπησης** των γνωστικών δομών ως βασικών κυβερνητικών διαδικασιών που οδηγούν τα γνωστικά συστήματα σε επίπεδα υψηλότερης οργάνωσης.

Η Εκπαίδευση είναι η επιστήμη η οποία διαθέτει όλες εκείνες τις αρχές, μεθόδους και μεθοδολογίες για την αποτελεσματικότερη οργάνωση παιδαγωγικών οντοτήτων. Η καλύτερη και αποτελεσματικότερη οργάνωση μιας **π – οντότητας** αποτελεί και τη βασική προβληματική της επιστήμης της Εκπαίδευσης. Η μελέτη της ατομικής μάθησης είναι κατά βάση αντικείμενο της Ψυχολογίας η οποία και διαμοιράζει τα ευρήματά της στο αντικείμενο αυτό και σε άλλους επιστημονικούς τομείς που δεν έχουν άμεση σχέση με την Εκπαίδευση. Για παράδειγμα, το marketing ενδιαφέρεται να δημιουργήσει **μαθησιακούς δεσμούς των πελατών με τα προϊόντα**. Οι επιχειρήσεις ενδιαφέρονται να εκπαιδεύονται και να μετεκπαιδεύονται οι εργαζόμενοι. Ο στρατός ενδιαφέρεται για γρήγορες και αποτελεσματικές εκπαιδευτικές διαδικασίες. Εμπίπτουν, όμως, όλα αυτά στο φάσμα της Εκπαίδευσης ως κοινωνικής και λειτουργικής δομής; Η Εκπαίδευση στη συστημική της διάσταση είναι μια μεταεπιστήμη η οποία δανείζεται ευρήματα από άλλες επιστήμες και τα ενσωματώνει δημιουργικά, προκειμένου να παράγει αποτελεσματικές **π – οντότητες**. Επομένως, ο πυρήνας της επιστήμης της Εκπαίδευσης **προέρχεται από τον οργανωτικό τομέα** και η Εκπαιδευτική Κυβερνητική είναι μια συμβολή προς αυτή την κατεύθυνση.

Η δυαδικότητα **αιτίου** και **αποτελέσματος** είναι ένα γενικευμένο ζήτημα στην ανθρώπινη σκέψη. Η Συστημική επιστήμη έχει να προσφέρει τις έννοιες των αρχετύπων, όπως αναλυτικά είδαμε στο δεύτερο κεφάλαιο, προκειμένου να αμβλύνει τη διχοτομία αιτίου – αποτελέσματος προς χάριν πιο ολιστικών προσεγγίσεων, όπου το αποτέλεσμα τροφοδοτεί το αίτιο, δημιουργώντας μια αδιάσπαστη οντότητα. Τα αρχέτυπα προσφέρουν ερμηνευτικά σχήματα τα οποία διατηρούν την ερμηνευτική τους δύναμη, εφόσον ιδωθούν ως όλον.

Η διχοτομία εκπαιδευτικός – μαθητές είναι μια άλλη βασική διχοτομία η οποία είναι πολύ συχνή στην εκπαιδευτική πραγματικότητα. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική θεωρεί ότι η παιδαγωγική οντότητα είναι το κβάντο της Εκπαίδευσης και δεν δύναται να διασπαστεί λειτουργικά περαιτέρω. Σύμφωνα με την Εκπαιδευτική Κυβερνητική, ο διαχωρισμός σε διαδικασίες εκπαιδευτικών και σε διαδικασίες μαθητών θα πρέπει να πραγματοποιείται πάντα στο πλαίσιο του ολιστικού μηχανισμού της παιδαγωγικής οντότητας όπου οι επικοινωνίες - πληροφορίες - έννοιες δημιουργούν ένα μη συμπίεστο δίκτυο.

Όπως σημειώνει η Fenwick (2008), η Επιστήμη της Πολυπλοκότητας κερδίζει διαρκώς έδαφος ανάμεσα στους ακαδημαϊκούς κύκλους της Εκπαίδευσης, ιδιαίτερα στους χώρους του σχεδιασμού αναλυτικών προγραμμάτων και παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Πολλοί συγγραφείς, όπως Davis και Sumara (2006), Davis (2000), Haggis (2007), Karpiak (2000), Laidlaw (2005) και Osberg (2005), καθορίζουν βασικές θεωρητικές μεταφορές από την Επιστήμη της πολυπλοκότητας αναφορικά με έννοιες, όπως ανάδυση, ροές, χάος, εντροπία, αβεβαιότητα, αυτοοργάνωση, αυτοποίηση¹⁰², κλπ. Η Fenwick θεωρεί ότι η έννοια της ανάδυσης αποτελεί κεντρική έν-

¹⁰² Βλ. και <http://www.complexityandeducation.ualberta.ca/glossary.htm>.

νοια, μιας και υποδηλώνει ότι στα πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα τα φαινόμενα, τα γεγονότα και τα άτομα είναι αλληλένδετα και αλληλεξαρτώμενα, με αποτέλεσμα να αναδύονται ολιστικά σε δυναμικές δομές. Αποτέλεσμα αυτής της προοπτικής είναι η αδυναμία δημιουργίας αλυσίδων αιτίου – αποτελέσματος, αλλά και η αντιμετώπιση των ατόμων όχι ως ηγεμονικών και αυτόνομων οντοτήτων, αλλά ως συστατικών στοιχείων σε δομική και δυναμική σύνδεση με το περιβάλλον.

Μία εκπαιδευτική δραστηριότητα αποτελεί ένα όλον με υποσυστήματα και άτομα όπως οι συμμετέχοντες, τα αντικείμενα και ο μηχανισμός συζήτησης. Καθώς κάθε συμμετέχων συνεισφέρει στη συζήτηση, αλλάζει τις αλληλεπιδράσεις και τα αναδύμενα αντικείμενα της συζήτησης, όπως επίσης και το σχεσιακό χώρο ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Ο Varela (1991) ονόμασε αυτή τη διαδικασία **αμοιβαίο καθορισμό** ο οποίος αποτελεί τη βασική δυναμική των συνεργατικών συστημάτων. Η συμμετοχή σε μαθησιακή συζήτηση δημιουργεί μια υπερβατική οντότητα η οποία δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθεί αθροιστικά με απομονωμένες ατομικές δραστηριότητες. Οι αναδύσεις που συμβαίνουν σε καλά οργανωμένες συζητήσεις αποτελούν αυτό που οι Osberg και Biesta (2007) αποκαλούν «σκληρές αναδύσεις», αναδύσεις που υπερβαίνουν το άθροισμα του συνόλου με αποτέλεσμα να μην ισχύει η *a priori* πρόβλεψη.

Αναφέραμε νωρίτερα στη συζήτησή μας ότι η μεγαλύτερη ίσως αποτυχία της Εκπαιδευτικής Έρευνας είναι η αποτυχία μοντελοποίησης της σχολικής τάξης και των διαδικασιών της ως ολότητας. Αν και έχουν μελετηθεί διεξοδικά τα συστατικά της σχολικής - μαθησιακής τάξης και έχουν εντοπισθεί πληθώρα μεταβλητών και ισχυρών και ασθενών συσχετίσεων, δεν στάθηκε δυνατή η δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο να μπορεί να λειτουργήσει ερμηνευτικά, ώστε να παραγάγει κάποια πρόβλεψη. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική θεωρεί ότι αυτό θα είναι αδύνατον όσο η διδασκαλική τάξη αντιμετωπίζεται γραμμικά, ως άθροισμα των μερών της, χωρίς να πραγματοποιείται προσπάθεια μοντελοποίησης της ολότητας και των αναδύμενων καταστάσεων στον χώρο των φάσεων.

Επίσης, ό,τι αναδύεται μέσα σε μια συζήτηση αποτελεί προϊόν της συζήτησης και του συστήματος και δεν είναι εύκολο να μεταφερθεί σε άλλο σύστημα. Αυτό δίνει μια τελείως διαφορετική αίσθηση για τη μορφή την οποία πρέπει να λάβει η Εκπαιδευτική Έρευνα. Αντί να επιχειρεί γενικεύσεις τοπικών ελεγχόμενων αναδύσεων, θα πρέπει να επιχειρεί να εντοπίσει τις οροθετικές κρίσεις και συνοριακές συνθήκες οι οποίες θα είναι σε θέση να προκαλέσουν παρόμοιες αναδύσεις σε όμοια συστήματα. **Αυτό σημαίνει αυτομάτως εστίαση στις σχέσεις περισσότερο από ό,τι τα αντικείμενα.** Το κέντρο του ερευνητικού ενδιαφέροντος δεν μπορεί να είναι κάποια απομονωμένα άτομα και αντικείμενα εμποτισμένα σε ένα αδρανές υπόβαθρο, αλλά το δυναμικό όλον και η υπερκείμενη ιδιότητα της συστημικότητας.

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική αντιτίθεται τη φυσική μας τάση για δημιουργία καθαρών και διακριτών συνόρων μεταξύ των αντικειμένων, αναζητώντας τις βαθύτερες αρχές συμβίωσης ανθρώπων και τεχνολογικών αντικειμένων.

Τα πολύπλοκα συστήματα, όπως η μαθησιακή τάξη αποτελούν αυτοργανωτικά συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούν εύκολα να ακολουθήσουν εξωτερικές νόρμες και στοχοθεσίες. Είναι αυτοκαθοριζόμενα και αυτοποιητικά. Δύνανται δηλαδή να παράγουν τη συστημικότητά τους χωρίς εξωτερική παρέμβαση. Η Εκπαιδευτική Έρευνα θα πρέπει να στραφεί και προς την παραγωγή μοντέλων αυτοργανωμένων

και αυτοποιητικών μαθησιακών δομών, ώστε να είναι σε συμφωνία με τις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής. Η εμμονή σε μοντέλα μάθησης που βασίζονται σε ψυχολογικά μοντέλα ατομικότητας αυξάνει πολύ την ψαλίδα έρευνας – πραγματικότητας και απομακρύνει πολύ περισσότερο την προοπτική της δημιουργίας μιας πραγματικά δυναμικής ολιστικής ερμηνευτικής. Η αναζήτηση τοπικών βελτιώσεων και η γενίκευσή τους δεν εγγυάται και τη βελτίωση σε επίπεδο ολότητας.

Η αδυναμία οργανικής ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση μετά από τρεις δεκαετίες προσπαθειών καταδεικνύει στους ερευνητές την ύπαρξη συστημικότητας, η οποία δεν δύναται να ενσωματωθεί στα γραμμικά στατιστικά μαθηματικά μοντέλα. Όσο η έρευνα δεν στρέφεται στη μελέτη της συστημικότητας ως μιας υπερκείμενης ιδιότητας, η Εκπαίδευση θα αδυνατεί να βρει τρόπους δημιουργικής συνύπαρξης με τις ΤΠΕ.

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική έχει να προτείνει ισχυρά ολιστικά μοντέλα που προωθούν αυτό που, κατά τον Pask, αποτελεί βασικό στόχο των κυβερνητικών μοντέλων: την πρόωθηση της συμβίωσης ανθρώπου – μηχανής και τη δημιουργία βιώσιμων και οργανωτικά ανώτερων ανθρωποτεχνολογικών οντοτήτων.

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

4

Εκπαιδευτικός Συστημικός Σχεδιασμός και Παρέμβαση

Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναπτύξουμε το δεύτερο θεωρητικό μέρος της εκπαιδευτικής κυβερνητικής προσέγγισης, το οποίο και υπόκειται στο φάσμα του **Συστημικού Σχεδιασμού** και **Παρέμβασης**. Η προσέγγιση του σχεδιασμού και παρέμβασης που θα παρουσιάσουμε δημιουργήθηκε, για να προσφέρει μια εναλλακτική συστημική πρόταση στον σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων, αλλά δύναται να εφαρμοστεί και στον ευρύτερο σχεδιασμό εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Βασίζεται σε συνδυασμό αρχών της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής και Επιχειρησιακής Έρευνας Κοινοτήτων (Community Operations Research). Η θεωρητική δόμηση της πολυμεθοδολογίας συστημικής παρέμβασης δίδεται από τον Πίνακα 4-1.

Σχεδιασμός	Θεωρία Ιδεατού Σχεδιασμού του Ackoff Θεωρία Ηπίων Συστημάτων του Checkland Μεθοδολογία DCSYM (Design and Control Systemic Methodology)
Παρέμβαση	Μεθοδολογία TSI (Total Systems Intervention) Μεθοδολογία SAST (Strategic Assumption Surfacing and Testing)

Πίνακας 4-1: Δομή της πολυμεθοδολογίας της παρέμβασης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, πραγματευτήκαμε την παραγωγή της ερμηνευτικής οντολογίας αναφορικά με τη σύνδεση Εκπαίδευσης και ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών), η οποία βασίζεται σε διαλεκτικά κυβερνητικά συστήματα. Χρησιμοποιώντας ως όχημα σκέψης τον δυϊσμό διαδικασία – αντικείμενο του Pask (1976), αντιλαμβανόμαστε ότι η ερμηνευτική οντολογία η οποία και αποτελεί γνωστικό αντικείμενο θα πρέπει να συνδεθεί με μια διαδικασία. Τη διαδικασία αυτή ονομάζουμε **παρέμβαση**.

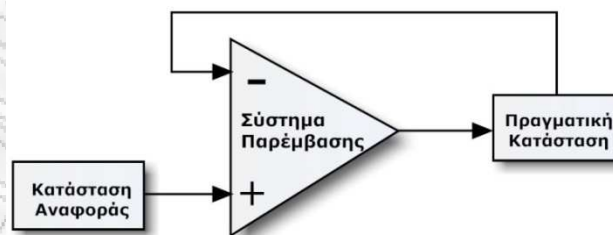
Με τον τρόπο αυτό, η συστημική προσέγγιση έγκειται στην παραγωγή του συνόλου «ερμηνευτική – παρέμβαση», προκειμένου να δημιουργηθεί μια ευσταθής αυτοοργανωνόμενη οντότητα. Στην προηγούμενη ενότητα, χρησιμοποιήσαμε βασικές αρ-

χές της Κυβερνητικής, με σκοπό να παραγάγουμε ένα ερμηνευτικό σχήμα αναφορικά με τη σύνδεση των ΤΠΕ με την Εκπαίδευση. Στο κεφάλαιο αυτό, θα μελετήσουμε τη δημιουργία του μηχανισμού παρέμβασης ο οποίος και θα είναι συμβατός με την ερμηνευτική αυτή. Το βασικό μας ερώτημα είναι: «Ποιο είναι το πλέον κατάλληλο σύστημα να παράγει παρεμβάσεις συμβατές με την ερμηνευτική της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής;» Θα εισηγηθούμε ένα διαλεκτικό σύστημα παρέμβασης το οποίο και θα χρησιμοποιήσουμε, προκειμένου να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε μια Εικονική Κοινότητα Μάθησης.

Σύμφωνα με τους Bai και Lindberg (1999), υπάρχει μια αυξανόμενη δυσαρέσκεια με τη χρησιμότητα των πληροφοριακών συστημάτων για την Εκπαίδευση, η οποία οφείλεται στην υιοθέτηση παραδοσιακών μοντέλων υλοποίησης πληροφοριακών συστημάτων, όπως το μοντέλο του κύκλου ζωής το οποίο προϋποθέτει ένα αξιόπιστο ταίριασμα μεταξύ των μοντέλων των σχεδιαστών και των χρηστών. Οι ίδιοι σημειώνουν, επίσης, ότι, ακόμη και στις περιπτώσεις όπου οι χρήστες συμμετέχουν στον σχεδιασμό πληροφοριακών συστημάτων, ο ρόλος τον οποίο κατέχουν είναι κατά βάση παθητικός, χωρίς να ενεργοποιείται κάποια μαθησιακή συζήτηση μεταξύ αυτών και των σχεδιαστών. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική, την οποία και πραγματευόμαστε στην παρούσα εργασία, βλέπει τους χρήστες, τους σχεδιαστές και τα πληροφοριακά συστήματα ως σύστημα. Η συζήτηση χρηστών - σχεδιαστών θα πρέπει να είναι δομημένη, έτσι ώστε να παράγει ερμηνευτικές οντολογίες που να οδηγούν τον σχεδιασμό πληροφοριακών συστημάτων όχι ως εξωτερικά **αντικείμενα** (artifacts) αλλά ως ολιστικές **παρεμβάσεις**.

4.1 Σύστημα παρέμβασης

Ορίζουμε ως **σύστημα παρέμβασης** το σύνολο ανθρώπων, μηχανισμών, διαδικασιών μεθόδων και εργαλείων το οποίο οργανώνεται με στόχο την παραγωγή δράσεων αλλαγής και προσαρμογής. Πρόκειται για κυβερνητικό σύστημα, η δομή του οποίου μπορεί να αποδοθεί στην απλούστερη μορφή του από τον μηχανισμό ανάδρασης της Εικόνας 4-1.



Εικόνα 4-1: Σχηματική αποτύπωση μηχανισμού προσαρμογής

Θέλοντας να γενικεύσουμε τη λειτουργία αυτού του μηχανισμού, θα λέγαμε ότι ο βασικός του σκοπός είναι η παραγωγή διορθωτικών δράσεων **ελέγχου της αβεβαιότητας και της ποικιλομορφίας σε ένα σχετιζόμενο σύστημα και στο περιβάλλον του**. Συνήθως, η παρέμβαση σχετίζεται αποκλειστικά και μόνο με την επίλυση ενός προβλήματος ως μηχανισμός ανάδρασης. Τα συστήματα παρέμβασης είναι σχεδιασμένα, ώστε να παράγουν είτε καινούριες καταστάσεις στον χώρο των φάσεων, των συστημάτων και των περιβαλλόντων τους είτε μεταβάσεις από μια κατάσταση σε μια άλλη. Σε κάθε περίπτωση, τα συστήματα παρέμβασης είναι **προσα-**

νατολισμένα στη δράση. Η βασική αυτή ιδιότητα απαιτεί την αλληλεπίδραση με μια σύμφυτη ερμηνευτική οντολογία. Αναφορικά με την Εικόνα 4-1, η ερμηνευτική οντολογία παρέχει τα γνωστικά μοντέλα τόσο για την κατάσταση αναφοράς όσο και για την πραγματική κατάσταση. Το σύστημα παρέμβασης παρέχει την ενέργεια για την εξίσωση των δύο καταστάσεων.

Η Συστημική επιστήμη θεωρεί την παρέμβαση ως μια ολιστική διαδικασία όπου η παραγωγή της ερμηνευτικής οντολογίας και της οντολογίας δράσεων θα πρέπει να πραγματοποιείται μέσα από ένα ενιαίο σύστημα. Συνήθως, οι μη συστημικές προσεγγίσεις παρουσιάζουν στο σημείο αυτό μια ισχυρή διχοτομία. Άλλες ομάδες παράγουν την ερμηνευτική οντολογία και άλλες ομάδες τις παρεμβάσεις ή, ακόμη χειρότερα, πολλές φορές παράγονται παρεμβάσεις σχετιζόμενες με λάθος ερμηνευτικές ή και χωρίς ερμηνευτικές.

Οι οργανισμοί που έχουν αντιληφθεί την ανάγκη ολιστικής αντιμετώπισης των παρεμβάσεων δημιουργούν ισχυρές διαθεματικές ομάδες ιδιαίτερα σε ό,τι έχει να κάνει με την ανάπτυξη νέων προϊόντων. Η ίδια ομάδα αναλαμβάνει την παραγωγή της ερμηνευτικής οντολογίας (μοντελοποίηση και ανάλυση αγορών και αναγκών), αλλά και των παρεμβατικών δράσεων αναφορικά με τον σχεδιασμό, το μάρκετινγκ και την υλοποίηση νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Με τον τρόπο αυτόν, αντιμετωπίζουν τα συστήματα παρέμβασης ως αυτόνομα, αυτοποιητικά και αυτοοργανωνόμενα συστήματα, ικανά να λειτουργούν σε δημιουργικές καταστάσεις πολύ έξω από τις καταστάσεις ισορροπίας τους.

Από την άλλη, βέβαια, σε γραφειοκρατικά, κυρίως, συστήματα οι παρεμβάσεις αποτελούν διαδικασίες παραγωγής αποφάσεων και άσκησης εξουσίας από τα ανώτερα ιεραρχικά συστήματα προς στα κατώτερα.

4.2 Συστήματα σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός είναι ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται από συστήματα που διαθέτουν, κατά τον Ackoff, σοφία. Τα συστήματα τα οποία δεν διαθέτουν σοφία υποκείνται στον αυτοματοποιημένο μηχανισμό BVSR (Blind Variation Selective Retention) ο οποίος δεν απαιτεί σχεδιασμό. Η επιλογή για τα άτομα και τους οργανισμούς είναι απλή, κατά τον Ackoff, «plan or be planned for», δηλαδή «σχεδιάστε ή αφήστε να είστε μέρος του σχεδίου κάποιου άλλου». Ο σχεδιασμός είναι, ίσως, από τις πιο δύσκολες και απαιτητικές νοητικές δραστηριότητες του ανθρώπου. Τα λάθη στον σχεδιασμό και την παρέμβαση έχουν μεγάλο κόστος, μιας και, τις περισσότερες φορές, είναι μη αναστρέψιμα. Κακοσχεδιασμένες παρεμβάσεις κυβερνούν τα συστήματα προς ανεπιθύμητες καταστάσεις και εκλυστές στον χώρο των φάσεων. Η επανάφορά τους σε επιθυμητές καταστάσεις είτε είναι αδύνατη είτε έχει, τις περισσότερες φορές, υψηλό κόστος.

Ορίζουμε ως **σύστημα σχεδιασμού** το σύστημα το οποίο έχει ως σκοπό τη δημιουργία, ανάπτυξη, εξέλιξη και διαρκή αναθεώρηση ενός **σχεδίου δράσεων** το οποίο αφορά μελλοντικές ενέργειες - γεγονότα που πρέπει να γίνουν στο **σχεδιαζόμενο σύστημα** και στο περιβάλλον του. Το σύστημα σχεδιασμού μπορεί να είναι υποσύστημα ενός συστήματος παρέμβασης, αλλά μπορεί να είναι και ένα ανεξάρτητο σύστημα. Όπως συμβαίνει και στα συστήματα παρέμβασης, τα συστήματα σχεδιασμού βασίζονται σε ερμηνευτικές οντολογίες. Βασικά στοιχεία του συστήματος σχεδιασμού είναι τα άτομα τα οποία θα συνεργαστούν για την παραγωγή του σχεδι-

ου, οι διαδικασίες παραγωγής του σχεδίου, οι μεθοδολογίες σχεδιασμού, τα τεχνολογικά μέσα υποβοήθησης της διαδικασίας σχεδιασμού, τα συστήματα αποφάσεων, τα συστήματα υποθέσεων, τα νοητικά μοντέλα, τα ιστορικά δεδομένα, οι μελλοντικές προβλέψεις, οι διαδικασίες υλοποίησης, τα εναλλακτικά πλάνα υλοποίησης κλπ. Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις σχετικά για το πώς δημιουργείται και πώς λειτουργεί ένα σύστημα σχεδιασμού. Η κατάλληλη προσέγγιση εξαρτάται από τη φύση και τη μορφή του συστήματος υπό σχεδίαση. Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναπτύξουμε μια προσέγγιση που αφορά τη δημιουργία συστημάτων σχεδιασμού για την Εκπαίδευση.

Η διαδικασία με την οποία ενεργοποιούμε, οργανώνουμε και υλοποιούμε τη διαδικασία σχεδιασμού σε ένα σύστημα, ώστε να έχουμε ως παραδοτέο το σχέδιο, καλείται **μετασχεδιασμός**. Ο μετασχεδιασμός περιέχει όλες τις τεχνικές, τις μεθόδους και τα εργαλεία τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία του σχεδιασμού. Ή αλλιώς, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα της Κυβερνητικής, ο μετασχεδιασμός εστιάζει, ελέγχει και ρυθμίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού ως διαδικασία και συμπεριφορά, χωρίς να έχει παρέμβαση στο αποτέλεσμα του σχεδιασμού. Έτσι, λοιπόν, ο τρόπος με τον οποίο θα οριστεί μια επιτροπή σχεδιασμού, τα μέσα που θα χρησιμοποιήσουν και τα πρωτόκολλα ενεργειών είναι θέμα μετασχεδιασμού. Το τελικό προϊόν της επιτροπής, το σχέδιο, είναι προϊόν σχεδιασμού. Θα πρέπει να διαχωριστούν οι δύο αυτές λειτουργίες, μιας και απαιτούν διαφορετική προσέγγιση.

4.3 Σύστημα αποφάσεων

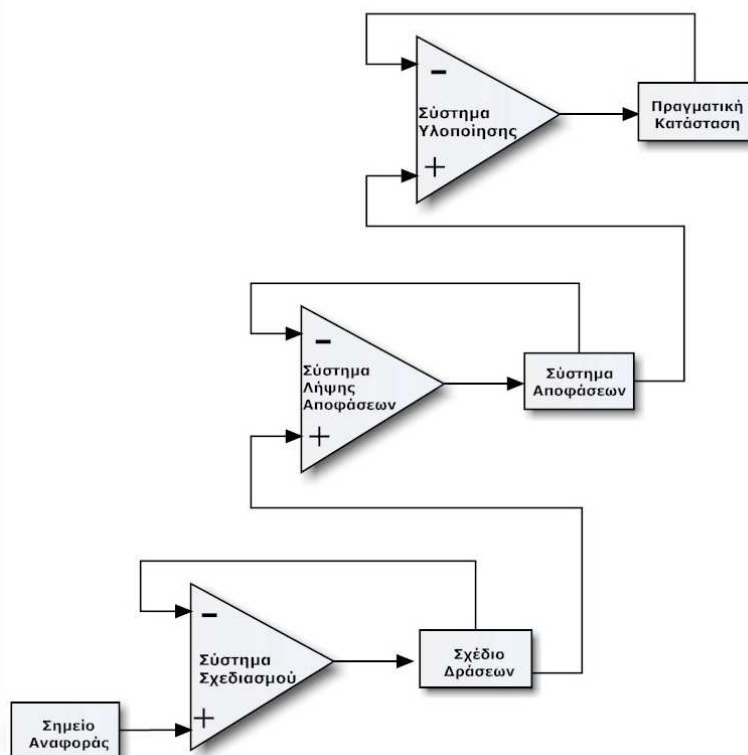
Ένα σύνολο αποφάσεων αποτελεί **σύστημα αποφάσεων**, όταν το αποτέλεσμα μιας απόφασης του συνόλου εξαρτάται από το αποτέλεσμα τουλάχιστον μιας άλλης απόφασης μέσα στο ίδιο σύνολο. Ένα σύστημα αποφάσεων, εφόσον αποτελεί σύστημα, θα παρουσιάζει συμπεριφορές και θα έχει καταστάσεις. Οι καταστάσεις του συστήματος αποφάσεων ελέγχουν τη συμπεριφορά κάποιου άλλου συστήματος μέσω παραμέτρων ελέγχου.

Η **πολυπλοκότητα του συστήματος αποφάσεων** εξαρτάται από την αλληλεξάρτηση των μεμονωμένων αποφάσεων και όχι από την κάθε απόφαση χωριστά. Καθεμιά απόφαση ενός συνόλου μπορεί να είναι απλή σε ποικιλομορφία ως μεμονωμένη απόφαση, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να συνδέεται άμεσα και με άλλες αποφάσεις, οπότε και η συνολική ποικιλομορφία μπορεί να αυξάνει σε σημείο που να μην είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί μεμονωμένα. Για παράδειγμα, η απόφαση για το πόσα παιδιά πρέπει να έχει μια σχολική τάξη δείχνει να είναι απλή, αλλά σχετίζεται με ένα σύνολο σχετικών αποφάσεων, όπως το σύνολο των διαθέσιμων εκπαιδευτικών, οι δυνατότητες επέκτασης και διαφοροποίησης των διδακτικών ενεργειών του εκπαιδευτικού, το σύνολο των διαθέσιμων αιθουσών, το σύνολο των διαθέσιμων σχολείων κλπ.

Χαρακτηριστικό του συστήματος αποφάσεων είναι ότι δεν μπορεί να διασπαστεί σε μικρότερα ανεξάρτητα υποσυστήματα αποφάσεων. Κάτι τέτοιο θα κατέστρεφε τη συστημική τους φύση και θα αλλοίωνε τη συμπεριφορά του συστήματος των αποφάσεων. Στην Εκπαίδευση υπάρχουν πολλά τέτοια συστήματα αποφάσεων τα οποία έχουν μια ενδογενή ποικιλομορφία που δεν τους επιτρέπει γραμμική και μεμονωμένη αντιμετώπιση. Στην παρούσα εργασία, θα εξετάσουμε το σύστημα αποφάσεων το οποίο έχει σχέση με την Πληροφορική στην Εκπαίδευση. Πολλές φορές, ο μη σωστός καθορισμός του συστήματος αποφάσεων λόγω παράλειψης ή σκοπιμότητας, το

καθιστά μη αποτελεσματικό, δηλαδή ανίκανο να δημιουργήσει τις προβλεπόμενες συμπεριφορές ή, στη χειρότερη περίπτωση, ικανό να δημιουργήσει μη προβλεπόμενες συμπεριφορές. Για παράδειγμα, όπως θα δούμε στη συνέχεια, η παράλειψη της απόφασης σχετικά με τα επίπεδα ποικιλοτροπίας του εκπαιδευτικού στο σχολείο οδηγεί το σύστημα αποφάσεων σχετικά με την Πληροφορική στο σχολείο σε αναποτελεσματικότητα.

Το σύστημα αποφάσεων **οδηγεί** ένα συνδεδεμένο με τις αποφάσεις σύστημα το οποίο ονομάζουμε **σύστημα υλοποίησης**. Η οδήγηση πραγματοποιείται μέσω σειράς ενεργειών που παράγει το σχεδιαζόμενο σύστημα, οι οποίες προέρχονται από αποφάσεις που υπάρχουν στο σύστημα αποφάσεων.

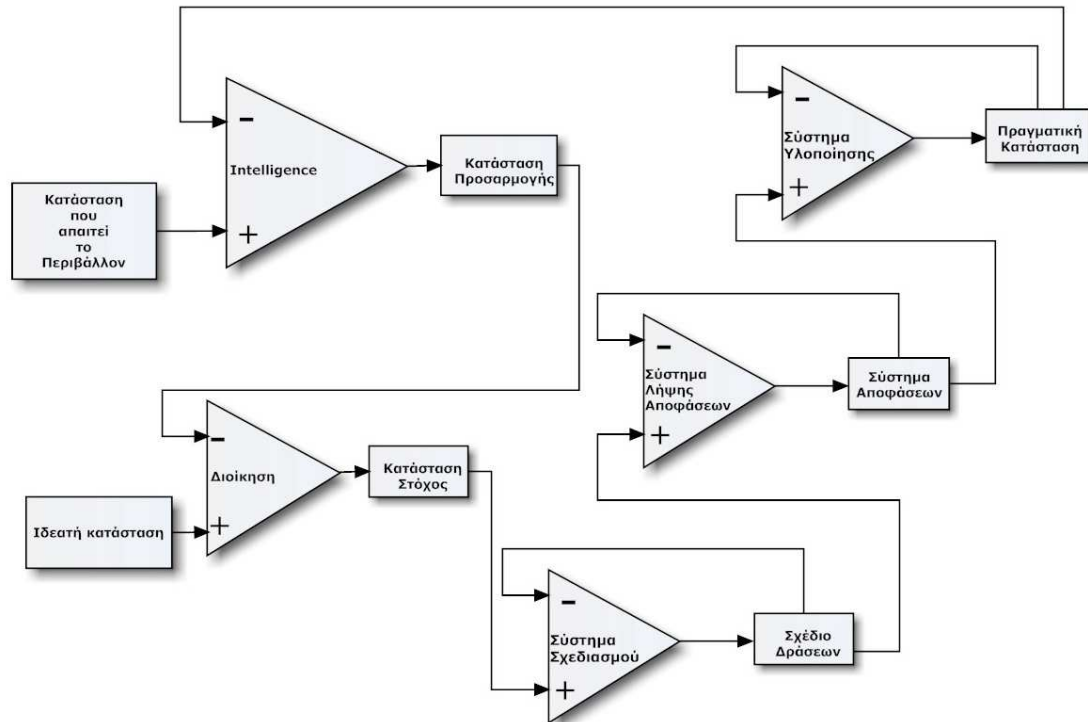


Εικόνα 4-2: Γραμμικό σύστημα παρέμβασης

4.4 Σύστημα υλοποίησης

Η διαδικασία της παρέμβασης είναι μια δημιουργική διαδικασία και συνδέεται με την προέκταση στο μέλλον και τον έλεγχο των παραγόντων που δύναται να ελεγχθούν, ώστε να προκύψουν επιθυμητές μελλοντικές καταστάσεις. Προϊόν της συστημικής παρέμβασης είναι και η **διαδικασία υλοποίησης** η οποία περιλαμβάνει τη χρονοσειρά των αποφάσεων η οποία θα οδηγήσει το σχεδιαζόμενο σύστημα στην επιθυμητή κατάσταση. Το μοντέλο μαζί με τη χρονοσειρά των αποφάσεων καλείται **σχέδιο**. Εάν η επιθυμητή κατάσταση είναι κοντινή στο μέλλον, τότε μιλάμε για στόχο· εάν είναι πιο μακρινή, τότε μιλάμε για σκοπό και, αν είναι ασυμπτωτική με τον χρόνο, τότε μιλάμε για **ιδανικό**.

4.5 Βασικά κυκλώματα παρέμβασης



Εικόνα 4-3: Η διοίκηση ως μηχανισμός προσαρμογής

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρέμβασης συντονίζει ουσιαστικά τρία υποσυστήματα, το καθένα από τα οποία τροφοδοτεί το επόμενο. Στην απλή μορφή της Εικόνας 4-2, έχουμε ένα γραμμικό σύστημα παρέμβασης. Το υποσύστημα σχεδιασμού αναλαμβάνει να παραγάγει το σχέδιο δράσεων, έχοντας ως είσοδο ένα σημείο αναφοράς το οποίο ενδέχεται να είναι παραγγελία της διοίκησης. Όταν το σχέδιο δράσης ισορροπήσει με το σημείο αναφοράς, τότε προωθείται στον μηχανισμό αποφάσεων ο οποίος μετασχηματίζει το σχέδιο δράσης σε σύστημα αποφάσεων. Μόλις ισορροπήσει ο μηχανισμός παραγωγής αποφάσεων, τροφοδοτείται το σύστημα υλοποίησης το οποίο και θα παραγάγει την πραγματική κατάσταση. Παρατηρούμε ότι, ακόμη κι αν τα υποσυστήματα λειτουργούν προσαρμοστικά, το ολικό σύστημα δεν είναι προσαρμοστικό, μιας και δεν διαθέτει ένα διακριτό κύκλωμα σύνδεσης με το περιβάλλον.

Στο κύκλωμα της Εικόνας 4-3, το σύστημα παρέμβασης έχει αποκτήσει ανάδραση, μιας και η πορεία της πραγματικής κατάστασης, η οποία είναι αποτέλεσμα διαλεκτικής με το περιβάλλον, τροφοδοτεί ανάδρομα όλη τη διαδικασία παρέμβασης. Η ευφυΐα του οργανισμού αναλαμβάνει να συγκρίνει την κατάσταση που απαιτεί το περιβάλλον με την πραγματική κατάσταση. Αποτέλεσμα είναι η παραγωγή της κατάστασης προσαρμογής, η οποία και αποτελεί την ιδανική για τα δεδομένα κατάσταση. Η κατάσταση αυτή τροφοδοτείται στη διοίκηση, η οποία τη συγκρίνει με την ιδανική κατάσταση που αποτελεί το όραμα και της διοίκησης, με αποτέλεσμα την παραγωγή της κατάστασης - στόχος. Η κατάσταση - στόχος τροφοδοτεί το σύστημα σχεδιασμού, οπότε και ενεργοποιείται το κύκλωμα της παρέμβασης. Παρατηρούμε ότι το

κύκλωμα αυτό έχει δύο ουσιαστικά σήματα αναφοράς: το όραμα του οργανισμού ή τον σκοπό του οργανισμού και την κατάσταση συναρμογής με το περιβάλλον. **Λειτουργεί αυτοοργανωτικά μέσω ανατροφοδότησης, διατηρώντας τον οργανισμό σε εμπλοκή με το περιβάλλον.**

Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου μηχανισμού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, ανάμεσα στους οποίους η ποιότητα της ευφυΐας, η ποιότητα των μηχανισμών, η ταχύτητα απόκρισης κλπ.

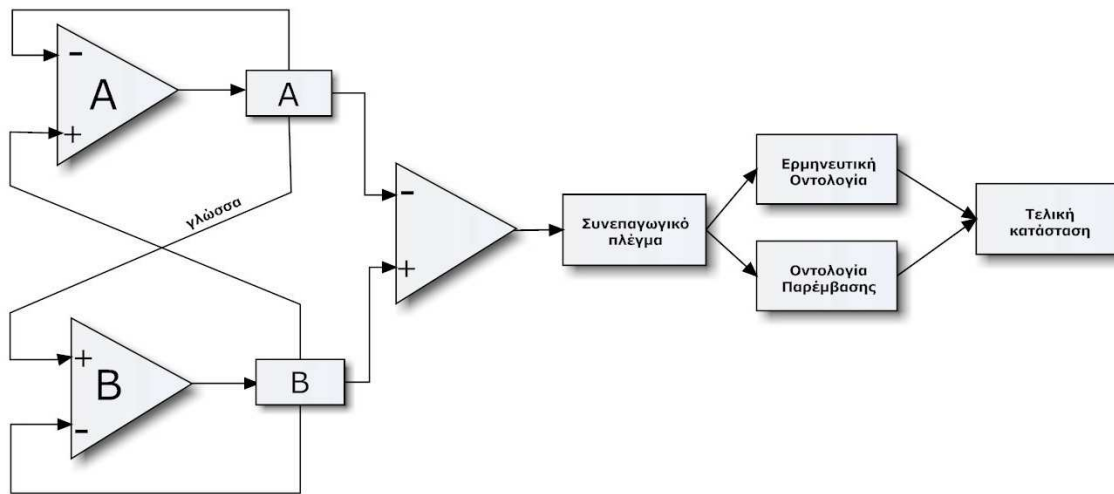
Θα θέλαμε, επίσης, να επισημάνουμε ότι το παραπάνω κύκλωμα αναφέρεται σε διακριτούς μηχανισμούς οι οποίοι έχουν διάφορους τρόπους υλοποίησης: από διαθεματικές ομάδες μέχρι ένα άτομο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του σχεδιασμού αλλαγής του Αναλυτικού Προγράμματος στην Εκπαίδευση, η μηχανική οντότητα της παρέμβασης είναι ένα σύνολο από επιστημονικές ομάδες· στην περίπτωση της σχολικής μονάδας, η μηχανική οντότητα της παρέμβασης είναι ο σύλλογος διδασκόντων και, στην περίπτωση της σχολικής τάξης, η μηχανική οντότητα της παρέμβασης είναι ο εκπαιδευτικός.

4.5.1 Διαλεκτικά κυκλώματα παρέμβασης

Αξίζει στο σημείο αυτό να αναλύσουμε περαιτέρω τον διαλεκτικό μηχανισμό της παρέμβασης. Θα ισχυριστούμε ότι το σύστημα παρέμβασης αποτελεί μια διαθεματική ομάδα. Στην περίπτωση αυτή, θα μοντελοποιήσουμε την παρέμβαση ως Pask - συζήτηση, με τη γενικευμένη ατομικότητα να έχει τη μορφή "***P*** – ***οντότητα***, ***M*** – ***οντότητα***". Η ***P*** – ***οντότητα*** περιέχει το συνεπαγωγικό πλέγμα των εννοιών και των διασυνδέσεών τους που αποτελούν την ερμηνευτική οντολογία και την οντολογία παρέμβασης. Η ερμηνευτική οντολογία περιέχει το σύστημα ως ισομορφισμό της ενεργού περιοχής και την οντολογία παρέμβασης ως σχέδιο δράσης, σύστημα αποφάσεων και διαδικασία υλοποίησης. Η ***M*** – ***οντότητα*** αφορά το μηχανικό σύστημα, το οποίο και αναλαμβάνει να υποστηρίξει τη συζήτηση. Αποτελείται από το σύνολο των νοητικών μηχανισμών των ατόμων, όπως, επίσης, και των μηχανισμών των νοητικών ανακλάσεων και του συνεπαγωγικού πλέγματος. Με τον μηχανισμό νοητικών αντανάκλασεων θα πραγματοποιηθούν οι διαπραγματεύσεις που θα οδηγήσουν σε συμφωνημένους κόμβους, οι οποίοι και θα αποτυπώνονται στο συνεπαγωγικό πλέγμα. Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο θα προκύψει θα αποτελεί και τη δημόσια συμφωνημένη γνώση της ομάδας παρέμβασης. Η συζήτηση πραγματοποιείται με τη χρήση συγκεκριμένων αντικειμενικών γλωσσών L_n και μεταγλωσσών, ενώ υπάρχει και ένα εσωτερικό σύστημα ρύθμισης και ομοιόστασης το οποίο μεταελέγχει τη συζήτηση. Στο σημείο αυτό, θα μελετήσουμε τρία βασικά κυκλώματα παρέμβασης.

A) Κλειστό κύκλωμα παρέμβασης

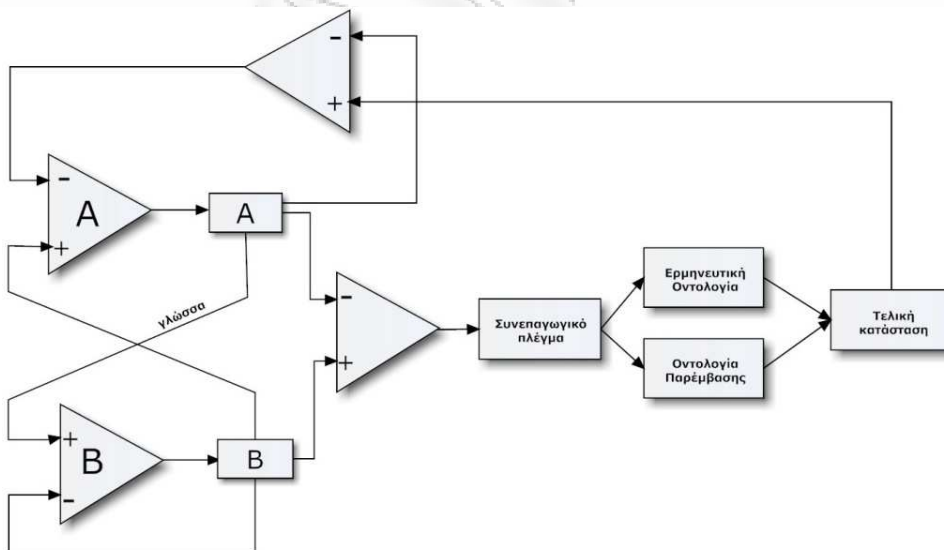
Το κύκλωμα αυτό, το οποίο παριστάνεται στην Εικόνα 4-4, είναι σε θέση να παράγει το συνεπαγωγικό πλέγμα διαπραγματευόμενο την εσωτερική γνώση η οποία είναι κατανοητή στα άτομα που αποτελούν την ομάδα. Ένα κλειστό κύκλωμα παρέμβασης κινδυνεύει να αστοχήσει, ακόμη κι αν η συζήτηση τελεσφορήσει.



Εικόνα 4-4: Κλειστό πληροφοριακά διαλεκτικό κύκλωμα παρέμβασης

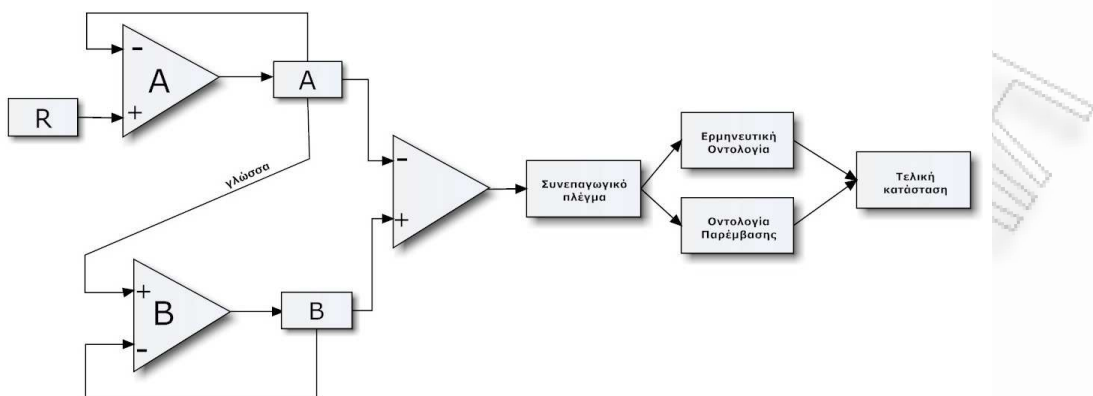
Β) Ανοιχτό κύκλωμα παρέμβασης

Στο ανοιχτό κύκλωμα παρέμβασης, ένας τουλάχιστο εμπλεκόμενος - πράκτορας διαθέτει τελεστικό ενισχυτή, ο οποίος συγκρίνει το νοητικό του μοντέλο με την τελική κατάσταση, με αποτέλεσμα την αναμόρφωση του ατομικού μοντέλου. Η νέα γνώση περνά με τον μηχανισμό της συζήτησης στους υπόλοιπους εμπλεκόμενους - πράκτορες και κατ'επέκταση στο συνεπαγωγικό πλέγμα και τις παραγόμενες οντολογίες. Η διαδικασία αυτή αναπαριστάται σχηματικά στην Εικόνα 4-5.



Εικόνα 4-5: Ανοιχτό διαλεκτικό κύκλωμα παρέμβασης

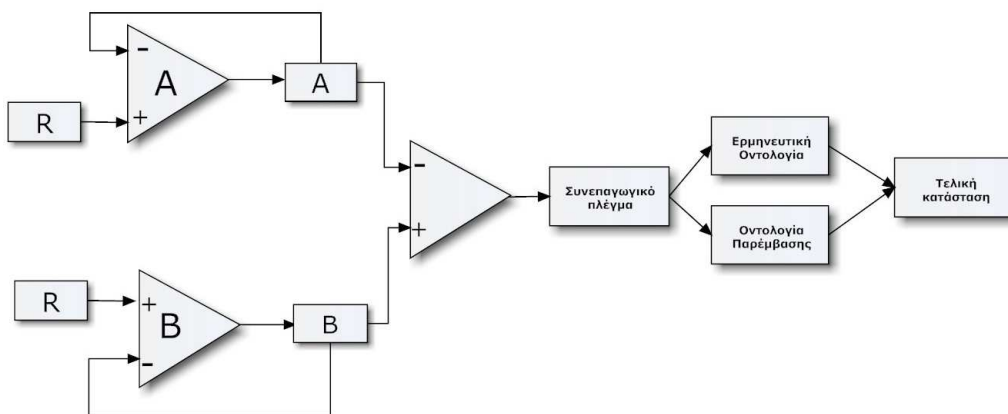
Γ) Διαλεκτικό κύκλωμα με κέντρο πόλωσης



Εικόνα 4-6: Διαλεκτικό κύκλωμα με πόλωση

Σε ένα τέτοιο κύκλωμα, ο εμπλεκόμενος - πράκτορας A διαπραγματεύεται μονόδρομα την έννοια A, έχοντας ως σημείο αναφοράς το κέντρο R, το οποίο μπορεί να είναι μια αδήλωτη σκοπιμότητα. Στην περίπτωση αυτή, η ισορροπία θα επέλθει μόνο εφόσον ο B συμφωνήσει υπέρ του A, υιοθετήσει, δηλαδή, την άποψη του A.

Δ) Ατελέσφορο κύκλωμα



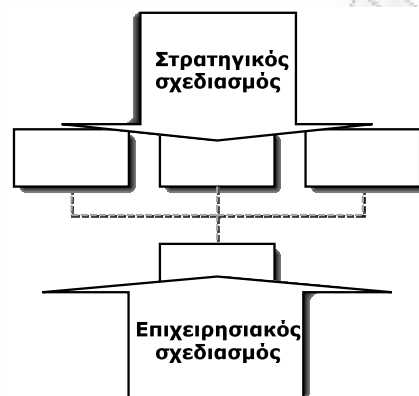
Εικόνα 4-7: Ατελέσφορο κύκλωμα παρέμβασης

Όπως δείχνει η Εικόνα 4-7, στο κύκλωμα αυτό κάθε άτομο έχει ένα κέντρο εξωτερικού ελέγχου, για παράδειγμα ένα κέντρο σκοπιμότητας. Ισορροπεί με το κέντρο σκοπιμότητας εις βάρος της συζήτησης. Στην περίπτωση αυτή, δεν παράγεται συνεπαγωγικό πλέγμα. Στην πράξη, η συζήτηση σταματά και δεν παράγεται παρέμβαση. Η παραπάνω λειτουργία παρέμβασης εμφανίζεται συχνά στον λεγόμενο **διάλογο για την παιδεία** όπου ο κάθε συμμετέχων ισορροπεί με το κέντρο αναφοράς του, πολιτικό ή ιδεολογικό, διακόπτοντας τις διαπραγματεύσεις που θα οδηγήσουν σε συμφωνίες και παραγωγή σταθερών εννοιών και κόμβων στο συνεπαγωγικό πλέγμα.

4.6 Μορφές σχεδιασμού

4.6.1 Στρατηγικός σχεδιασμός

Στον στρατηγικό σχεδιασμό, οι στρατηγικές αποφάσεις που περιλαμβάνονται στο σύστημα αποφάσεων είναι γενικές, με μεγάλη διείσδυση στον χρόνο και με μεγάλο εύρος ελέγχου (Εικόνα 4-8). Το σχέδιο ως προϊόν του στρατηγικού σχεδιασμού καλείται **στρατηγικό σχέδιο** και περιέχει το μοντέλο του συστήματος, όπως αυτό προβλέπεται να είναι μετά την υλοποίηση των αποφάσεων, καθώς επίσης και τη διαδικασία υλοποίησης ως χρονοσειρά στρατηγικών ενεργειών προερχομένων από τις στρατηγικές αποφάσεις.



Εικόνα 4-8: Στρατηγικός και επιχειρησιακός σχεδιασμός

4.6.2 Τακτικός σχεδιασμός

Στον τακτικό σχεδιασμό, οι αποφάσεις που περιλαμβάνονται στο σύστημα αποφάσεων είναι ειδικές και έχουν συνήθως ποσοτική περιγραφή, ενώ η διείσδυσή τους στον χρόνο είναι μικρή. Επίσης μικρό είναι και εύρος σε ό,τι αφορά τον οργανισμό τον οποίο ελέγχουν. Τέτοιες μεμονωμένες αποφάσεις καλούνται **τακτικές αποφάσεις**. Το σχέδιο ως προϊόν του τακτικού σχεδιασμού καλείται **τακτικό σχέδιο** και δεν είναι απαραίτητο να περιέχει το μοντέλο του συστήματος, όπως αυτό προβλέπεται να είναι μετά την υλοποίηση των αποφάσεων. Περιέχει, όμως, τη διαδικασία υλοποίησης ως χρονοσειρά στρατηγικών ενεργειών προερχομένων από τις στρατηγικές αποφάσεις. Ο διαχωρισμός μεταξύ στρατηγικού και τακτικού σχεδιασμού, αν και είναι κατά βάση υποκειμενικός, ακολουθεί κάποιες βασικές κατευθυντήριες γραμμές:

1. Όσο μακροχρόνιο είναι ένα σχέδιο, τόσο πιο στρατηγικός είναι ο σχεδιασμός
2. Όσο λιγότερο αναστρέψιμα είναι τα αποτελέσματα ενός σχεδίου, τόσο πιο στρατηγικός είναι ο σχεδιασμός
3. Ο τακτικός σχεδιασμός ενδιαφέρεται για το μικρότερο λειτουργικά χρονικό διάστημα για το οποίο αξίζει να γίνει ο σχεδιασμός. Ο στρατηγικός σχεδιασμός ενδιαφέρεται για το μεγαλύτερο λειτουργικά χρονικό διάστημα
4. Όσο μεγαλύτερη ευρύτητα του σχεδιαζόμενου συστήματος καλύπτει το σχέδιο, τόσο πιο στρατηγικός είναι ο σχεδιασμός. Ο τακτικός σχεδιασμός έχει γενικά μικρότερο εύρος

5. Σε γενικές γραμμές, ο τακτικός σχεδιασμός ενδιαφέρεται για τον τρόπο με τον οποίο θα επιτευχθούν στόχοι που έχουν τεθεί εξωτερικά. Ο στρατηγικός σχεδιασμός δημιουργεί τους στόχους, αλλά ενδιαφέρεται και για τα μέσα.

Εννοείται, φυσικά, ότι οι δύο τύποι σχεδιασμού είναι συμπληρωματικοί και απαραίτητοι.

4.6.3 Αναδραστικός σχεδιασμός (Reactive planning)

Ο **αναδραστικός σχεδιασμός** είναι τακτικός κατά βάση σχεδιασμός, ο οποίος πραγματοποιείται σε έναν οργανισμό από κάτω προς τα πάνω, συνήθως ως αντίδραση σε κάποια μικρά ή μεγάλα ανεπιθύμητα γεγονότα στο ίδιο το σύστημα ή στο περιβάλλον. Το σύστημα αποφάσεων αυτού του σχεδιασμού αποτελείται, συνήθως, από πολλές χαλαρά εξαρτώμενες ή εντελώς ανεξάρτητες τακτικές αποφάσεις. Ο στόχος του συστήματος αποφάσεων είναι η ρύθμιση μέσω αρνητικής ανάδρασης και η επαναφορά του συστήματος σε πρότερες επιθυμητές καταστάσεις ή συμπεριφορές. Οι μεμονωμένες τακτικές αποφάσεις που συγκροτούν το σχέδιο υλοποίησης επιλέγονται μετά από αναλύσεις κόστους και διαθεσιμότητας πόρων και έχουν γενικά τη φιλοσοφία της μικρότερης ζημίας. Η διαδικασία υλοποίησης γίνεται και αυτή τμηματικά με τη μορφή ανεξάρτητων έργων ανά τομέα ή ομάδα. Ο αντιδραστικός σχεδιασμός είναι ισόμορφος και επαναλαμβανόμενος και πραγματοποιείται διαδοχικά για τα διάφορα επίπεδα ιεραρχίας έως ότου καταλήξει σε ένα τελικό σχέδιο, το οποίο και θεωρείται το τελικό αναδραστικό σχέδιο του οργανισμού.

4.6.4 Προδραστικός σχεδιασμός (Preactive planning)

Ο **προδραστικός σχεδιασμός** είναι κατά βάση στρατηγικός σχεδιασμός ο οποίος πραγματοποιείται από πάνω προς τα κάτω. Οι αντικειμενικοί σκοποί του στρατηγικού σχεδιασμού ορίζονται από την κορυφή και τα υπόλοιπα ανατίθενται στα υποσυστήματα του οργανισμού. Το σύστημα αποφάσεων του προδραστικού σχεδιασμού αποτελείται από υποσυστήματα αποφάσεων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω των στρατηγικών κατευθύνσεων. Ο προδραστικός σχεδιασμός έχει δύο μέρη, την πρόβλεψη και την προετοιμασία. Η πρόβλεψη του μέλλοντος παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στον προδραστικό σχεδιασμό, μιας και καθορίζει τη βασική στρατηγική. Το κεντρικό βάρος στον προδραστικό σχεδιασμό δίνεται στην κατασκευή ενός επαρκούς μοντέλου για το μελλοντικό **περιβάλλον** του οργανισμού και όχι για τον ίδιον τον οργανισμό. Η ηγεσία συνήθως κατασκευάζει ένα τέτοιο μοντέλο το οποίο βασίζεται σε στατιστικές, αλλά και συνδυαστικές προγνώσεις βασικών παραμέτρων μέσω των οποίων ο οργανισμός επικοινωνεί με το περιβάλλον. Για τον προδραστικό σχεδιασμό στην Εκπαίδευση για παράδειγμα, τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η δημογραφική κατανομή, το παραγωγικό σχήμα της οικονομίας, οι ανάγκες σε εξειδικευμένες γνώσεις κλπ. Για μια επιχείρηση, αντίστοιχες παράμετροι μπορεί να είναι οι ενεργειακοί πόροι της επιχείρησης, η δύναμη των προμηθευτών, οι τάσεις του καταναλωτικού κοινού κλπ. Οι πέντε δυνάμεις του Porter είναι μια περίπτωση κατευθυντήριας γραμμής σε ό,τι αφορά τον προδραστικό σχεδιασμό. Εφόσον δημιουργηθεί μια ικανοποιητική πρόβλεψη, δημιουργούνται βασικές κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες και προωθούνται στα υποσυστήματα του οργανισμού, για να δημιουργηθούν τα μοντέλα, τα υποσυστήματα αποφάσεων και οι αντίστοιχες διαδικασίες υλοποίησης που θα αποτελέσουν και τα μεμονωμένα στρατηγικά σχέδια τα οποία και θα συνθέσουν το συνολικό προδραστικό σχέδιο του οργανισμού.

Ένα προφανές μειονέκτημα αυτής της μορφής σχεδιασμού είναι η μεγάλη εξάρτηση από την ποιότητα και την ακρίβεια του μοντέλου της μελλοντικής κατάστασης του περιβάλλοντος του οργανισμού. Επειδή υπάρχει ένα βασικό φράγμα στη δυνατότητα πρόβλεψης, το οποίο οφείλεται στο γεγονός ότι το περιβάλλον δεν έχει μια ανεξάρτητη πορεία στο χρόνο, αλλά εξαρτάται από τον τρόπο που σχεδιάζουν οι οργανισμοί οι οποίοι και συνθέτουν ουσιαστικά μέρος από το περιβάλλον, δεν αρκεί απλώς η δημιουργία ενός μεμονωμένου προδραστικού σχεδίου, αλλά μια αέναη επανάληψη της διαδικασίας πρόβλεψη - προετοιμασία.

4.6.5 Αμφίδρομος και ιδεατός σχεδιασμός (Ackoff, 2006)

Ο **αμφίδρομος σχεδιασμός** βασίζεται στην αντίληψη ότι το μέλλον σχεδιάζεται τόσο από τις δράσεις του περιβάλλοντος σε έναν οργανισμό, όσο και από τις δράσεις του οργανισμού στο περιβάλλον. Στον αμφίδρομο σχεδιασμό δημιουργείται πρώτα ένα κοινά αποδεκτό **ιδανικό μοντέλο** του οργανισμού, όπως είναι επιθυμητό να είναι στο μέλλον, και στη συνέχεια κατασκευάζεται το σύστημα αποφάσεων με την αντίστοιχη διαδικασία υλοποίησης και ελέγχου που θα οδηγήσει σε αυτό το μοντέλο. Βασικός παράπλευρος στόχος του αμφίδρομου σχεδιασμού είναι η ανάπτυξη του δυναμικού ευέλικτης προσαρμογής και εξέλιξης του οργανισμού, μειώνοντας την ανάγκη για διαρκείς προβλέψεις.

Η μεθοδολογία του αμφίδρομου σχεδιασμού δίνει πολύ μεγάλη σημασία στο γεγονός ότι τα εμπόδια στην αλλαγή και τον σχεδιασμό, αλλά και η γενικότερη στάση απέναντι στις αλλαγές οφείλονται στα νοητικά μοντέλα των ανθρώπων και τη διακριτική τους ικανότητα. Τα εμπόδια των ανθρώπων δεν είναι τίποτε άλλο από περιοριστικές υποθέσεις οι οποίες έχουν γίνει και οι οποίες δεν είναι εύκολο να διαγραφούν από τα νοητικά τους μοντέλα.

Ο αμφίδρομος σχεδιασμός είναι ένα σύστημα σχεδιασμού το οποίο έχει έντονο συστημικό χαρακτήρα, με τις αρχές του να συμβαδίζουν με τις βασικές αρχές της Εκπαίδευσης. Η βασική του αρχή και φιλοσοφία είναι ότι ο καλύτερος δυνατός σχεδιασμός συνδυάζει το γεφύρωμα της τωρινής κατάστασης του οργανισμού με μια ιδεατή - ιδανική μελλοντική κατάσταση του οργανισμού.

Οι βασικές φιλοσοφικές αρχές του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού είναι:

4.6.6 Αρχή της Συμμετοχικότητας

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του δομημένου συστημικού σχεδιασμού δεν είναι τόσο η παραγωγή του τελικού σχεδίου, αλλά η ίδια η διαδικασία παραγωγής του σχεδίου. Στην προσέγγιση του αμφίδρομου σχεδιασμού, τα άτομα που συμμετέχουν στο σύστημα σχεδιασμού μπορούν μέσω γνωστικών αντανακλάσεων να αντιλαμβάνονται πολύ καλύτερα τον οργανισμό υπό σχεδιασμό και το περιβάλλον του. Κατανοούν τη συμπεριφορά του οργανισμού ως ολότητα και όχι ως άθροισμα μεμονωμένων συμπεριφορών. Για να είναι αποτελεσματικός ο σχεδιασμός, θα πρέπει τα άτομα που συμμετέχουν να ανήκουν στον οργανισμό. Ο Ackoff (2006), αν και δέχεται ότι όλοι οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να συμμετάσχουν στη διαδικασία του σχεδιασμού, απορρίπτει το outsourcing του σχεδιασμού από εξωτερικούς επαγγελματίες, γιατί στερούν τη δυνατότητα από τα άτομα του οργανισμού να σχεδιάσουν το μέλλον

τους. Δέχεται, όμως, ότι μπορεί να διευκολύνει τον σχεδιασμό και την καλύτερη λειτουργία του συστήματος σχεδιασμού.

4.6.7 Αρχή της Συνέχειας

Η Αρχή της Συνέχειας αφορά ένα από τα σοβαρότερα θέματα του συστημικού σχεδιασμού, το οποίο απασχολεί όλους σχεδόν τους συστημικούς ερευνητές πάνω σε προσεγγίσεις θεμάτων λήψης αποφάσεων: το θέμα της διαχείρισης των υποθέσεων. Όλα τα σχέδια και κυρίως τα μοντέλα τους είναι βασισμένα πάνω σε μεγάλο αριθμό από υποθέσεις. Μια υπόθεση είναι μια πρόταση την οποία χειριζόμαστε στο σχεδιασμό ως πραγματικότητα και επηρεάζει τις αποφάσεις μας. Οι υποθέσεις έχουν κάποια σημεία στήριξης, όπως προβλέψεις, αλλά δεν αποτελούν άμεσα επαληθεύσιμες προτάσεις. Στη διαδικασία του σχεδιασμού θα πρέπει να έρχονται στην επιφάνεια όσο το δυνατόν περισσότερες υποθέσεις (assumption surfacing), να επιλέγονται, να ελέγχονται και να ενσωματώνονται στην παραγωγή του σχεδίου (μοντέλο + σύστημα αποφάσεων + διαδικασία υλοποίησης). Οι υποθέσεις θα πρέπει να παρακολουθούνται διαρκώς και, ανάλογα με το αν επαληθεύονται ή όχι, θα πρέπει να γίνεται η αναγκαία τροποποίηση του σχεδίου. Έτσι, ο σχεδιασμός δεν είναι κάποιο μεμονωμένο γεγονός, αλλά μια συνεχής διαδικασία ή καλύτερα μια **μόνιμη συμπεριφορά** του συστήματος σχεδιασμού.

4.6.8 Στοιχεία του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού

Τα άτομα - Οι ομάδες σχεδιασμού

Στο σύστημα σχεδιασμού συμμετέχουν όλοι όσοι επηρεάζονται από τον σχεδιασμό. Αν ο αριθμός τους είναι μεγάλος, θα πρέπει να δοθεί η ευκαιρία σε όλους να συμμετάσχουν στη διαδικασία, έστω και με την απλή συνεισφορά σκέψεων και απόψεων με οργανωμένο ηλεκτρονικό τρόπο. Όσο περισσότεροι είναι οι συμμετέχοντες στον σχεδιασμό, τόσο μικρότερη θα είναι η αναμενόμενη αντίσταση στην αλλαγή που θα υπάρξει με την εφαρμογή του σχεδίου. Η ομάδα σχεδιασμού δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 10 άτομα. Αν υπάρχουν περισσότερα ενδιαφερόμενα άτομα, μπορεί να υπάρξουν περισσότερες ομάδες οι οποίες δύναται να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν απόψεις. Οι ομάδες μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα ή και σειριακά. Μια από τις ομάδες θα αναλάβει την τελική σύνθεση, να παραγάγει, δηλαδή, το τελικό σχέδιο, λαμβάνοντας υπόψη και τις δημιουργίες των υπολοίπων. Εάν είναι δυνατόν, καλό είναι να υπάρχει και ένας ειδικός, κατά προτίμηση **συστημικός ερευνητής**, σε κάθε ομάδα σχεδιασμού ο οποίος θα διευκολύνει τη διαδικασία του σχεδιασμού και θα διαφυλάσσει από τη μπιχεβιοριστική κυριαρχία κάποιων δυναμικών υποομάδων. Οι ομάδες θα πρέπει να είναι ανομοιογενείς στη σύνθεσή τους και θα πρέπει να περιλαμβάνουν άτομα από όλες τις ομάδες ενδιαφερόντων (stakeholders).

Οι ρόλοι

Στις ομάδες υπάρχουν μόνο δύο επιπλέον βασικοί ρόλοι: οι διευκολυντές και οι καταγραφείς. Οι διευκολυντές οργανώνουν την όλη διαδικασία - συζήτηση, παροτρύνοντας τη συμμετοχή όλων και εξασφαλίζοντας τη γνωστική αντανάκλαση των συμμετεχόντων. Παράλληλα, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος ο οποίος θα καταγράφει το συνεπαγωγικό πλέγμα της συζήτησης.

4.6.9 Η διαδικασία λειτουργίας του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού

Η διαδικασία λειτουργίας του συστήματος αμφίδρομου σχεδιασμού καλείται **ιδεατός σχεδιασμός** και έχει δύο βασικά μέρη, τα οποία και λειτουργούν σε χρονολογική σειρά:

A) Εξιδανίκευση (Idealisation)

Μοντελοποίηση του τωρινού κυκεώνα

Μοντελοποίηση του μελλοντικού κυκεώνα και σχεδιασμός ιδεατών καταστάσεων

B) Επαναφορά στην πραγματικότητα (Realisation)

Σχεδιασμός των μέσων

Σχεδιασμός των πόρων

Δημιουργία της διαδικασίας υλοποίησης

Δημιουργία των υποσυστημάτων ελέγχου και ρύθμισης .

4.6.10 Εξιδανίκευση - Συστημική προσέγγιση του παρόντος κυκεώνα

Ο **κυκεώνας** είναι ένα γνωστικό συνονθύλευμα από διάφορες απόψεις, πραγματικά και εικονικά δεδομένα, αποσπασματικά νοητικά μοντέλα, αντιμαχόμενες απόψεις, ασαφείς και αβάσιμες υποθέσεις, πραγματικές και εικονικές απειλές, πραγματικές και εικονικές ευκαιρίες, προσδοκίες, φιλοσοφικές και πολιτικές πολώσεις κλπ. Υπάρχουν δύο κυκεώνες, ένας που αφορά το παρόν και ένας που αφορά το μέλλον. Η συστημική προσέγγιση του παρόντος κυκεώνα πραγματοποιείται με τα παρακάτω βήματα:

Δημιουργία μοντέλου σχετικά με την παρούσα λειτουργία του οργανισμού

Στο βήμα αυτό, προετοιμάζεται το νοητικό μοντέλο το οποίο και αναπαριστά την παρούσα κατάσταση του οργανισμού.

Προσδιορισμός των εμποδίων και ανασταλτικών παραγόντων

Μέσω της συστημικής προσέγγισης προσδιορίζονται οι ανασταλτικοί παράγοντες.

Δημιουργία μιας προσομοίωσης της συμπεριφοράς του οργανισμού και της μελλοντικής τροχιάς του

Στο σημείο αυτό θα εξετάσουμε την ύπαρξη αρχετύπων.

Προσδιορισμός της μελλοντικής κατάστασης του οργανισμού ως περιοχής καταστάσεων στον χώρο των φάσεων

4.6.11 Συστημική προσέγγιση του μελλοντικού κυκεώνα

Στο βήμα αυτό, προετοιμάζεται το νοητικό μοντέλο το οποίο και αναπαριστά τη μελλοντική κατάσταση του οργανισμού. Ο ιδεατός σχεδιασμός έχει δύο περιορισμούς και μία σημαντική απαίτηση. Πρώτα ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τεχνολογικά επιτεύξιμος και όχι ουτοπικός. Η απαίτηση αυτή, αν και δείχνει περιοριστική, εντούτοις δεν αναστέλλει την καινοτομία, αλλά προφυλάσσει τη διαδικασία του σχεδιασμού από μη επιτεύξιμες καταστάσεις στον χώρο των φάσεων. Ο δεύτερος περιορισμός αφορά τη βιωσιμότητα του αποτελέσματος του σχεδιασμού. Το σύστημα το οποίο σχεδιάζουμε θα πρέπει να είναι βιώσιμο σε περιβάλλον παρόμοιο με το σημερινό. Δεν έχει νόημα να σχεδιάζουμε συστήματα, εφόσον δεν έχουμε με κάποιον τρόπο εξασφαλίσει τη βιωσιμότητά τους σε περιβάλλον τουλάχιστον παρόμοιο με το σημερινό. Το πρόβλημα της βιωσιμότητας είναι γνωστό ζήτημα στον εκπαι-

δευτικό σχεδιασμό. Θα μπορούσε, για παράδειγμα, ως προϊόν ιδεατού σχεδιασμού να θεωρηθεί η ύπαρξη μέντορα σε θέματα Πληροφορικής ανά πέντε εκπαιδευτικούς. Αυτό θα ήταν πολύ καλό σχεδιαστικά, αλλά θα έπασχε όσον αφορά τη μακροχρόνια βιωσιμότητα, ακόμη κι αν υπήρχε η δυνατότητα χρηματοδότησης τα πρώτα χρόνια.

Η διαδικασία του ιδεατού σχεδιασμού δεν παράγει τέλειες διαδικασίες και ουτοπικά συστήματα. Σκοπός του είναι η δημιουργία της καλύτερης δυνατής διαδικασίας και του καλύτερου δυνατού συστήματος που μπορούν να φανταστούν οι σχεδιαστές του, ικανών να λειτουργούν, να επιβιώνουν και να αναπτύσσονται σε περιβάλλον παρόμοιο με το πραγματικό περιβάλλον.

4.6.12 Προσδιορισμός της μετάβασης

Στο στάδιο αυτό του σχεδιασμού, γίνεται σύγκριση των δύο καταστάσεων (πραγματικής και ιδεατής) και προσδιορίζεται η πορεία με την οποία ο οργανισμός θα «μεταναστεύσει» από τον προδιαγεγραμμένο, με βάση τη σημερινή κατάσταση, χώρο των φάσεων στον νέο ιδεατό χώρο φάσεων. Ο τρόπος μετάβασης θα είναι και το αντικείμενο στα επόμενα στάδια της πορείας του σχεδιασμού με τη δημιουργία του συστήματος αποφάσεων και της διαδικασίας υλοποίησης.

4.6.13 Επαναφορά στην πραγματικότητα

4.6.13.1 Σχεδιασμός των μέσων

Στη φάση αυτή, οι σχεδιαστές θα πρέπει να καθορίσουν τι ακριβώς πρέπει να γίνει, ώστε να προσεγγιστεί η ιδεατή κατάσταση ή το ιδεατό σύστημα. Οι σχεδιαστές θα πρέπει να ανακαλύψουν καινούρια ή να χρησιμοποιήσουν ήδη γνωστά πλάνα, σχέδια, project, πολιτικές, τεχνικές, τεχνολογικές υλοποιήσεις κλπ.

4.6.13.2 Σχεδιασμός των πόρων

Στον σχεδιασμό των πόρων καθορίζονται **ζητήματα διαθεσιμότητας**, καθώς οι ανάγκες σε :

- ❖ Προσωπικό
- ❖ Εγκαταστάσεις και εξοπλισμό
- ❖ Τεχνογνωσία και σοφία.

4.6.13.3 Διαδικασία υλοποίησης

Η διαδικασία υλοποίησης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

A) Δημιουργία του συστήματος αποφάσεων

Στη φάση αυτή, συγκεντρώνονται οι αποφάσεις που θεωρούνται σχετικές με το σχέδιο.

B) Δημιουργία πλάνου και τρόπος απόδοσης πόρων

Το πλάνο αυτό είναι τυπικό στη διοίκηση έργου και αφορά την απόδοση των πόρων.

Γ) Δημιουργία των υποσυστημάτων ελέγχου και ρύθμισης

Το υποσύστημα ελέγχου και ρύθμισης είναι υποσύστημα του συστήματος σχεδιασμού και έχει ως αποστολή τη διατήρηση της στοχοθετικής υπόστασης της υλοποίησης του ιδεατού σχεδιασμού. Καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα παρακολουθεί-

ται η υλοποίηση του ιδεατού σχεδίου, πώς θα ρυθμίζονται οι αποκλίσεις και θα διορθώνονται τα λάθη, ώστε να ακολουθηθεί η προδιαγεγραμμένη τροχιά. Οι παραπάνω φάσεις του ιδεατού σχεδιασμού δεν είναι αυστηρά σειριακές και μονοσήμαντες, όπως παρουσιάστηκαν. Αλληλεπιδρούν ισχυρά μεταξύ τους και καμιά δεν ολοκληρώνεται πλήρως, πριν ξεκινήσει η επόμενη. Η πορεία προς το ιδεατό σύστημα ή διαδικασία είναι συστημική και ανθρωποκεντρική, με την έννοια ότι βασίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στους ανθρώπους που συμμετέχουν, στις επικοινωνίες τους, στα νοητικά μοντέλα τους και στις μαθησιακές τους διαδικασίες. Εφόσον το ανθρώπινο σύστημα λειτουργεί πιστά και αφοσιωμένα, ακολουθώντας μεθοδικά ένα κοινό όραμα για το μέλλον, το σύστημα του ιδεατού σχεδιασμού θα εξασφαλίσει ότι θα παράγουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

4.6.14 Διεξαγωγή της διαδικασίας

Η διαδικασία ιδεατού σχεδιασμού, όπως περιγράφηκε παραπάνω, πραγματοποιείται από την ομάδα σχεδιασμού με τακτικές συναντήσεις τις οποίες πραγματοποιεί. Ο συνολικός απαιτούμενος χρόνος μπορεί να είναι από μερικές ώρες μέχρι και αρκετούς μήνες, ανάλογα με τη δυσκολία και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού. Όταν ο σχεδιασμός διαρκεί πολύ, θα πρέπει να σχεδιάζονται περιοδικές συναντήσεις, δεκαπενθήμερες ή μηνιαίες. Εφόσον έχει εκπονηθεί το σχέδιο, θα πρέπει να συνέρχεται η ομάδα τουλάχιστον κάθε τετράμηνο και να παρακολουθεί και να αναμορφώνει τη διαδικασία υλοποίησης. Οι βασικοί κανόνες που διέπουν τις εργασίες της ομάδας σχεδιασμού είναι:

A) Ακολουθείται η χρονική αλληλουχία της διαδικασίας σχεδιασμού, όπως περιγράφηκε παραπάνω, δηλαδή πρώτα γίνεται η συστημική προσέγγιση της παρούσας κατάστασης, στη συνέχεια ο σχεδιασμός της ιδεατής κατάστασης και στο τέλος ο σχεδιασμός του συστήματος αποφάσεων και της διαδικασίας υλοποίησης.

B) Ο σχεδιασμός ξεκινά από μηδενική βάση

Πολλοί συμμετέχοντες έχουν την τάση να περιορίζουν πολύ τον σχεδιαστικό ορίζοντα με το να θέτουν συνέχεια ζητήματα ρεαλιστικότητας του σχεδιασμού. Στον ιδεατό σχεδιασμό δεν προσπαθούμε να αναπαραγάγουμε την υπάρχουσα πραγματικότητα, αλλά να δημιουργήσουμε καινούρια. Η αρνητική διάθεση πολλών μελών για ιδέες και απόψεις οι οποίες φαίνονται ουτοπικές και ανεφάρμοστες θα πρέπει να αποθαρρύνεται.

Γ) Ίση συμμετοχή από όλους

Θα πρέπει να αποθαρρύνονται όσοι έχουν την τάση να μονοπωλούν τη συζήτηση ή να ασκούν πίεση σε πιο αδύναμα μέλη της ομάδας.

Δ) Μόνο θετικές συνεισφορές

Για να αποφεύγεται η ανούσια κριτική, ο κανόνας που τίθεται είναι ότι αυτός που διαφωνεί με μια προσέγγιση θα πρέπει να προτείνει μια διόρθωση και όχι την πλήρη απόρριψη.

Ε) Σταδιακή γενίκευση του σχεδιασμού

Τα μέλη της ομάδας σχεδιασμού πρέπει πρώτα να παραγάγουν ένα περιορισμένο ιδεατό σχέδιο το οποίο αφορά μόνο τον τομέα στο οποίο έχουν τον έλεγχο υλοποίησης. Έτσι, αν η ομάδα ιδεατού σχεδιασμού αφορά σχολική μονάδα, θα πρέπει το ιδεατό σχέδιο να περιορίζεται στη σχολική μονάδα. Όταν ετοιμαστεί το τοπικό σχέ-

διο, είναι δυνατόν να ετοιμαστεί και ένα ολικό σχέδιο το οποίο δεν έχει περιορισμούς. Η ομάδα ιδεατού σχεδιασμού σε επίπεδο σχολείου μπορεί να συνεχίζει τον ιδεατό σχεδιασμό σε επίπεδο βαθμίδας ή συνολικής Εκπαίδευσης.

ΣΤ) Ροπή προς ομοφωνία

Τα μέλη της ομάδας ιδεατού σχεδιασμού δεν είναι δυνατόν να συμφωνούν σε όλα τα επιμέρους στοιχεία του ιδεατού σχεδίου. Θα πρέπει, όμως, να είναι όλοι σύμφωνοι ότι το αποτέλεσμα του ιδεατού σχεδιασμού, όποιο κι αν είναι αυτό, θα είναι καλύτερο από την υπάρχουσα κατάσταση. Μια ομάδα ιδεατού σχεδιασμού η οποία σχεδιάζει πάνω στη μελλοντική σχολική τάξη μπορεί να παρουσιάζει διαφωνίες πάνω σε εκπαιδευτικά, μεθοδολογικά, τεχνολογικά κλπ. θέματα, αλλά θα πρέπει να συμφωνεί ότι η παρούσα κατάσταση δεν είναι ικανοποιητική.

Ζ) Ανάδυση υποθέσεων

Σε κάθε βήμα του ιδεατού σχεδιασμού θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια να ανέρχονται στην επιφάνεια οι υποθέσεις.

4.6.15 Το σχέδιο

Το σχέδιο που επεξεργάζεται ένα σύστημα ιδεατού σχεδιασμού έχει πέντε τελικά στοιχεία: το μοντέλο που αναπαριστά τη σημερινή κατάσταση του οργανισμού, το ιδεατό μελλοντικό μοντέλο, το σύστημα των αποφάσεων που συνδέει τα δύο, τη διαδικασία υλοποίησης των αποφάσεων, και, τέλος, μια στρατηγική ανάπτυξης και εξέλιξης. Σημειώνουμε ότι η όλη διαδικασία του ιδεατού σχεδιασμού έχει και χαρακτηριστήρα εκπαίδευσης στη δημιουργία κλίματος οργανωσιακής μάθησης.

4.6.16 Τα μέσα

Οι εμπλεκόμενοι στον ιδεατό σχεδιασμό θα πρέπει να εξασφαλίζουν τα τεχνολογικά μέσα που θα διευκολύνουν τη διαδικασία. Τέτοια μέσα είναι τεχνικές και λογισμικά διοίκησης έργου, τεχνικές και λογισμικά αποτύπωσης των νοητικών μοντέλων, σχεδιαστικές τεχνικές, τεχνικές επικοινωνίας και προβολής των αποτελεσμάτων της διαδικασίας κλπ.

4.7 Σύστημα σχεδιασμού με βάση τη Μεθοδολογία των Ηπίων Συστημάτων του Checkland

Ο Checkland (1990) διαχωρίζει τα σκληρά συστήματα, τα οποία είναι κλειστά μηχανιστικά συστήματα, από τα ήπια συστήματα, τα οποία είναι ανοιχτά κοινωνικά συστήματα. Θεωρεί ότι καθεμιά από τις δύο κατηγορίες απαιτεί διαφορετική προσέγγιση και μάλιστα ορίζει τη συστημική προσέγγιση ως την πλέον κατάλληλη για τα ήπια συστήματα. **Σημειώνει, μάλιστα, ότι η συστημική σκέψη θα πρέπει να είναι ευρέως γνωστή και εφαρμόσιμη και όχι κτήμα λίγων ειδικών.** Αναγνωρίζοντας τις δυσκολίες που εμφανίζουν τα ήπια συστήματα στην επίλυση δύστροπων προβλημάτων και στον σχεδιασμό του μέλλοντος, επινόησε τη Μεθοδολογία Ηπίων Συστημάτων (Soft Systems Methodology ή, πιο απλά, SSM), προκειμένου να διευκολύνει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της οργανωσιακής αλλαγής. Κεντρική ιδέα στην προσέγγιση του Checkland (1990), όπως και του Ackoff (2006), είναι η κατανόηση και η παραγωγή αντικειμενικότητας στη συστημική και ολιστική προσέγγιση. Η αντικειμενικότητα στο πεδίο των κοινωνικών συστημάτων θα πρέπει να προκύψει από τις μεμονωμένες σκόπιμες συμπεριφορές και αυτό δεν μπορεί να γίνει

παρά μόνο με την ενορχήστρωση **πλούσιας αλληλεπίδρασης** μεταξύ πολλαπλών μεμονωμένων υποκειμενικών προσεγγίσεων. (Ο άλλος τρόπος είναι μέσω της μπιχεβιοριστικής επικράτησης των μοντέλων των ισχυροτέρων). Ο Checkland διαπίστωσε ότι οι μεμονωμένες προοπτικές είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Καθοδηγούμενος από πραγματιστική φιλοσοφική θεώρηση, αναζήτησε μορφές προσέγγισης των διαφορετικών οπτικών γωνιών με τους οποίους οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τα ίδια πράγματα, όπως επίσης και τρόπους αποτύπωσης και συνδυασμού τους. **Έδωσε, λοιπόν, τη δική του ερμηνεία στην έννοια «σύστημα»: ως τρόπο οργάνωσης της σκέψης και όχι απλά ως τρόπο περιγραφής της πραγματικότητας.** Μόνο ο συνδυασμός προοπτικών μπορεί να προσεγγίσει την αντικειμενικότητα. Ως μεθοδολογία σχεδιασμού (θεωρούμε και την επίλυση προβλημάτων ως μορφή σχεδιασμού), η SSM επιχειρεί να ελκύσει μια μεγάλη διασπορά από διαφορετικές προοπτικές της ίδιας κατάστασης ή προβλήματος.

Βασικές αρχές της SSM είναι:

A) Η αρχή της μάθησης: Η SSM ενεργοποιεί έναν διερευνητικό κύκλο ο οποίος στοχεύει στη μάθηση, στην επέκταση των νοητικών μοντέλων των ανθρώπων και στην παραγωγή μέσω αυτών οργανωμένης δράσης. Υπό το πρίσμα αυτό, η μάθηση είναι μια συνεχής διαδικασία, αφού τα νοητικά μοντέλα θα πρέπει να τροποποιούνται διαρκώς, ώστε να ενσωματώνουν τη ροή (flux) της πραγματικότητας.

B) Η αρχή της κουλτούρας ως συστήματος αρχών και πρακτικών που προκαλεί συνοχή, αλλά και ισχυρούς περιορισμούς στα μοντέλα των ανθρώπων που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της παρέμβασης.

Γ) Η αρχή της συμμετοχικότητας: Όπως συμβαίνει και με την προσέγγιση του Ackoff, η SSM είναι μια μεθοδολογία η οποία απαιτεί πλατιά συμμετοχή. Μόνο η πλατιά συμμετοχή μπορεί να εξασφαλίσει τη δημιουργική σύνθεση πολλών προοπτικών ως απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων.

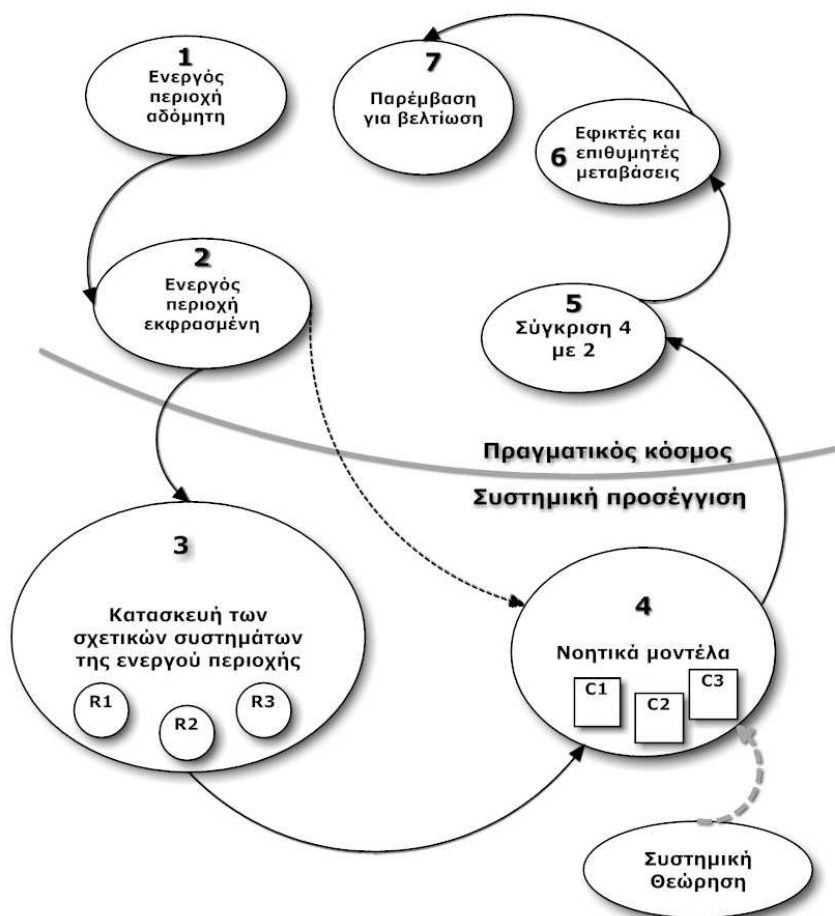
Δ) Η αρχή της διπλής λειτουργίας: Η διαδικασία της SSM μπορεί να εφαρμοστεί σε λειτουργία ιδεατού σχεδιασμού και σε λειτουργία πραγματικού σχεδιασμού. Οι δύο αυτές λειτουργίες είναι σαφώς διαφοροποιημένες και δεν πρέπει να αναμιγνύονται. Στη λειτουργία ιδεατού σχεδιασμού παράγονται ιδεατά μοντέλα απαλλαγμένα από τον κυκεώνα της πραγματικότητας. Στη λειτουργία του πραγματικού σχεδιασμού παράγονται μοντέλα της πραγματικότητας. Ο χρήστης της SSM κινείται μεταξύ των δύο λειτουργιών, γνωρίζοντας πολύ καλά πότε και πώς θα κάνει τη μετάβαση.

4.7.1 Διαδικασία SSM

Η SSM είναι μια διαδικασία ερμηνευτική και έχει ως στόχο να βοηθήσει αυτόν που την χρησιμοποιεί να διαμορφώσει το κατάλληλο ερμηνευτικό μοντέλο. Συνήθως εφαρμόζεται για την επίλυση προβλημάτων, όμως εμείς θα τη δούμε από την πλευρά του σχεδιασμού και θα παρουσιάσουμε τα στάδια εφαρμογής της διαδικασίας υπό το πρίσμα του σχεδιασμού. Άλλωστε, ο σχεδιασμός και η επίλυση προβλημάτων συνδέονται κατά βάση, μιας και ο σχεδιασμός των κατάλληλων ενεργειών στον οργανισμό και το περιβάλλον αποτελεί ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα. Η συνολική αποτύπωση της μεθοδολογίας δίδεται στην Εικόνα 4-9.

4.7.1.1 Στάδια 1 και 2: Ανακάλυψη

Στα στάδια αυτά, δημιουργείται η πλούσια εικόνα (Rich Picture) της προβληματικής ή του σχεδιασμού. Η πλούσια εικόνα είναι ένας νοητικός χάρτης ο οποίος χρησιμοποιείται, προκειμένου να εκφραστεί η πραγματικότητα, και αποτυπώνει τα ευρήματα των συμμετεχόντων. Περιλαμβάνει πληροφορίες και δεδομένα που έχουν συλλεχθεί με διάφορους τρόπους (συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια κλπ.). Δεν είναι νοητικό μοντέλο, αλλά πεδίο γνωστικής αντανάκλασης, μιας και ο στόχος του είναι να περιλάβει όσο το δυνατόν περισσότερες οπτικές γωνίες. Τα στάδια 1 και 2 καταπιάνονται με την όσο γίνεται πιο πλατιά παρουσίαση της πραγματικότητας και των δυνατοτήτων στοχοθετικής δράσης. Στα στάδια αυτά, δίνεται προτεραιότητα στη συμπύκνωση όσο το δυνατόν περισσότερων προοπτικών.



Εικόνα 4-9: Μεθοδολογία SSM

4.7.1.2 Στάδια 3 και 4: Εννοιολογική - γνωστική δόμηση

Στα στάδια αυτά, κατασκευάζονται τα δομημένα εννοιολογικά μοντέλα τα οποία είναι κατάλληλα για την περίπτωση. Τα εννοιολογικά μοντέλα χρησιμοποιούνται, προκειμένου να κατευθύνουν τη συλλογική σκέψη στο να προσεγγίσει την πραγματικότητα, όπως αυτή εκφράστηκε κατά τη διάρκεια της γνωστικής αντανάκλασης. Τα στάδια 3 και 4 είναι τα στάδια όπου ουσιαστικά συντίθεται η συστημική προσέγγιση.

4.7.1.3 Μορφοποίηση σε πρωταρχικούς ορισμούς

Ένας πρωταρχικός ορισμός είναι μια ιδεατή - ιδανική αναπαράσταση ενός συστήματος στοχοθετικής δράσης. Εννοιολογικά γειτνιάζει με το «πρωταρχικό σύστημα» του Klir (1991). Ο πρωταρχικός ορισμός είναι ο γνωστικός ορισμός του πρωταρχικού συστήματος. Στόχος της προσέγγισης του ιδεατού συστήματος του Checkland (1990), η οποία διαφέρει από τον ιδεατό σχεδιασμό του Ackoff (2006), είναι η ανακάλυψη της ουσίας αυτού που πρέπει να γίνει: γιατί πρέπει να γίνει, ποιος θα το υλοποιήσει, ποιος θα ωφεληθεί ή θα ζημιωθεί από αυτό και ποιοι περιορισμοί περιορίζουν τον ορίζοντα των ενεργειών. Η μορφοποίηση του πρωταρχικού ορισμού γίνεται με βάση τους παρακάτω πόλους:

- **Αποδέκτες C** — Αυτοί που ωφελούνται ή βλάπτονται από τη στοχοθετική ενέργεια
- **Παίχτες A** — Αυτοί που πραγματοποιούν τη στοχοθετική ενέργεια
- **Ιδιοκτήτες O** — Αυτοί που μπορούν να σταματήσουν τη δραστηριότητα του σχεδιασμού
- **Διαδικασία μετασχηματισμού T** — Πρόκειται για τη στοχοθετική δραστηριότητα η οποία μετασχηματίζει μια είσοδο σε μια έξοδο. Απαντά στο ερώτημα: Ποια είναι η κεντρική δραστηριότητα του συστήματος στόχου;
- **Κοσμοθεωρία W** Weltanschauung — Ποια οπτική γωνία νοηματοδοτεί τον πρωταρχικό ορισμό
- **Περιβαλλοντικοί περιορισμοί E** — Οι περιορισμοί που δέχεται ή δημιουργεί ένα σύστημα στο περιβάλλον.

4.7.1.4 Δημιουργία του νοητικού μοντέλου

Ο **πρωταρχικός ορισμός** καθορίζει το ιδεατό σύστημα, καθορίζει δηλαδή την ερμηνευτική του οντολογία. Το νοητικό μοντέλο που θα δημιουργηθεί σε αυτό το στάδιο είναι μια συμπληρωματική οντολογία παρέμβασης και αφορά τις δραστηριότητες του συστήματος, προκειμένου να βρίσκεται σε σύνδεση (conjunction) με την ερμηνευτική οντολογία. Ο παραπάνω συνδυασμός ερμηνευτικής - παρεμβατικής οντολογίας, πρωταρχικού ορισμού - νοητικών μοντέλων, είναι κρίσιμος κανόνας στην SSM και δεν θα πρέπει να ανατρέπεται. Ένα νοητικό μοντέλο, μια παρεμβατική οντολογία, κατασκευάζεται με τη συλλογή του μικρότερου δυνατού αριθμού ρημάτων - ενεργειών που απαιτούνται για την περιγραφή των δραστηριοτήτων που συνδέονται με το ιδεατό σύστημα.

Τα ρήματα - ενέργειες τοποθετούνται σε μια λογική σειρά, ανάλογα με το πώς εξαρτώνται μεταξύ τους και το πώς θα λειτουργούσαν σε συνδυασμό. Προτείνεται ο αριθμός των ρημάτων - ενεργειών να μην ξεπερνά τα επτά, στα πρώτα στάδια. Τα ρήματα - ενέργειες προτείνεται να ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες, η μία που αφορά τις βασικές δραστηριότητες του ιδεατού συστήματος και η άλλη η οποία α-

φορά τη βιωσιμότητα του ιδεατού συστήματος, δηλαδή τη ρύθμιση και τον έλεγχο. Οι δύο ομάδες ενεργειών δύναται να επεκταθούν στη συνέχεια, ώστε να αυξηθεί η διακριτική ικανότητα του μοντέλου. Μια σημαντική παρατήρηση στο σημείο αυτό είναι ότι τα νοητικά μοντέλα του ιδεατού συστήματος θα πρέπει με κάποιον τρόπο να προβοκάρουν το πραγματικό σύστημα. Αν αυτό δεν συμβαίνει, δεν θα πραγματοποιηθεί η γνωστική σύγκρουση που μεθοδικά σχεδιάζεται, για να ενεργοποιηθεί τη γνώση και να προκαλέσει τα νοητικά μοντέλα και το σύστημα υποθέσεων των εμπλεκομένων με την SSM.

Αν ο καθοδηγητής της εφαρμογής της SSM αντιληφθεί κάτι τέτοιο, θα πρέπει να επανέλθει και να τροποποιήσει τις οντολογίες του ιδεατού συστήματος. Με άλλα λόγια, το σημείο αναφοράς στην SSM είναι η πραγματικότητα και η δύναμη της εφαρμογής βρίσκεται στην απόσταση πραγματικότητας και ιδεατής κατασκευής (Εικόνα 4-10). Αν η απόσταση είναι εκ των πραγμάτων μικρή, τότε ίσως το πρόβλημα δεν είναι πολύπλοκο και πιθανώς να μην απαιτείται η προσφυγή στην SSM.

4.7.1.5 Στάδιο 5: Συγκρίνοντας τα μοντέλα με την πραγματικότητα

Ο βασικός στόχος της σύγκρισης μοντέλων και πραγματικότητας είναι γνωστικός, όπως είπαμε. Συγκρίνοντας την πλούσια εικόνα της προβληματικής κατάστασης με τα νοητικά μοντέλα του ιδεατού συστήματος, δημιουργείται μια δημιουργική ένταση (creative tension) η οποία είναι απαραίτητη, ώστε να αρχίσει η παραγωγή δημιουργικών ιδεών. Στη σύγκριση αυτή, οι διαφορές μεταξύ της πραγματικότητας και του ιδεατού συστήματος οριοθετούν περιοχές που χρήζουν αλλαγής. Οι δημιουργικές ιδέες είναι απαραίτητες, ώστε να προσεγγιστούν καλύτερα οι περιοχές αυτές και να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της πραγματικότητας και του ιδεατού συστήματος, ώστε η πραγματικότητα να προσεγγίζει το ιδεατό σύστημα. Η όλη διαδικασία της διαλεκτικής μεταξύ του ιδεατού μοντέλου και της πραγματικότητας προκαλεί ρήξη με το βαθύτερο σύστημα υποθέσεων των συμμετεχόντων ανθρώπων και ενεργοποιεί την αναζήτηση εναλλακτικών υποθέσεων. Αυτή η ρήξη πιθανώς να μην συνέβαινε έξω από την SSM.

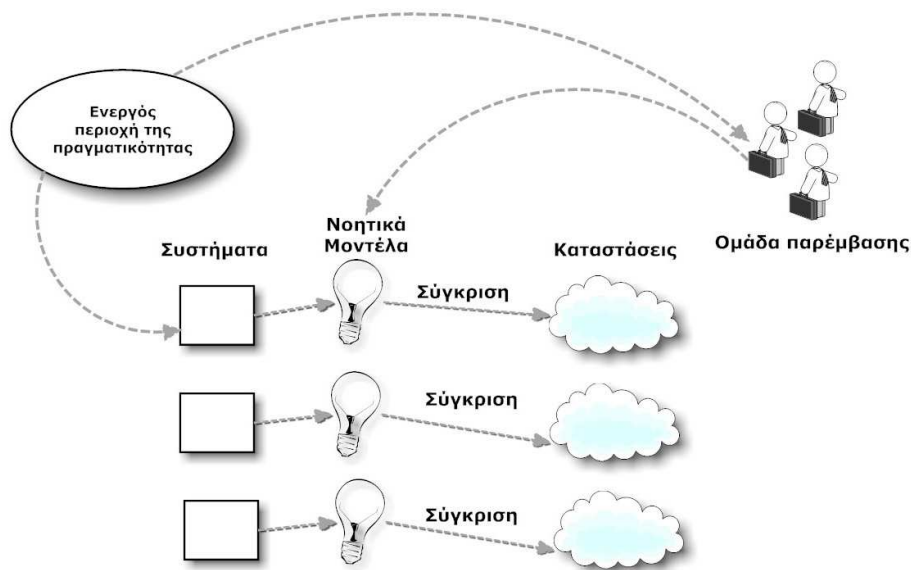
Η μέθοδος αυτή δείχνει να είναι κατάλληλη για την Εκπαίδευση, μιας και μπορεί να συναντήσει κανείς πλήθος κρυφών ή λανθασμένων υποθέσεων που δημιουργούν μια αλλοπρόσαλλη πραγματικότητα. Η υπόθεση, για παράδειγμα, ότι, αν έχω υπολογιστές, ένα κεντρικό δίκτυο και έναν αριθμό από επιμορφωμένους εκπαιδευτικούς σε βασικές δεξιότητες γραφείου, έχω εκπαιδευτικό πληροφοριακό σύστημα, ή η υπόθεση ότι ο εκπαιδευτικός είναι χρήστης και όχι developer κυριαρχούν στην Εκπαίδευση και αναπαράγουν μια τελείως στρεβλωμένη πραγματικότητα.

Ο Checkland προτείνει την καταγραφή των αποκλίσεων των ιδεατών μοντέλων με τις υπάρχουσες αντιλήψεις και τη μετατροπή των διαφορών που προκύπτουν σε **αναγνωριστικές ερωτήσεις**. Για παράδειγμα, η διαπίστωση ότι σε ένα ιδεατό πληροφοριακό σύστημα ο εκπαιδευτικός είναι και εν μέρει προγραμματιστής εγείρει τα αναγνωριστικά ερωτήματα: «Γιατί ο εκπαιδευτικός αντιμετωπίζεται ως παθητικός χρήστης εφαρμογών γραφείου; Ποια είναι η λανθάνουσα υπόθεση; Ποιος είναι ο ιδιοκτήτης της υπόθεσης αυτής; Ο εκπαιδευτικός, οι developers ή η πολιτική ηγεσία; Με ποιόν τρόπο θα μπορούσε να καλλιεργηθούν προγραμματιστικές ικανότητες, τάσεις και διαθέσεις στους εκπαιδευτικούς;» Οι αναγνωριστικές ερωτήσεις πυροδο-

τούν και καθοδηγούν τη δημιουργία και καταγραφή σεναρίων αλλαγής, που είναι και το ζητούμενο από την SSM.

4.7.1.6 Στάδιο 6 : Καθορισμός αλλαγών

Έχοντας εξασφαλίσει ότι τα παραγόμενα μοντέλα αντιστοιχούν στην αποκρυσταλλωμένη δημόσια γνώση της συζήτησης, αναδύοντας τις πραγματικές επιθυμίες των συμμετεχόντων, μπορούμε να προχωρήσουμε στον σχεδιασμό των παρεμβάσεων. Σε έναν βαθμό, μέσω της διαδικασίας του σχεδιασμού έχουμε πετύχει να ενσωματώνουμε τα πολιτιστικά στοιχεία στα μοντέλα, προκειμένου οι προτεινόμενες αλλαγές να είναι επιτεύξιμες.



Εικόνα 4-10: Σχεδιασμός παρέμβασης με βάση την SSM

4.7.1.7 Στάδιο 7 : Σύστημα αποφάσεων

Η SSM είναι ένας τρόπος εισαγωγής της οργανωμένης, δομημένης, συστημικής σκέψης μέσα στο καθημερινό ρευστό ενεργειών και γεγονότων. Στον πυρήνα της SSM είναι η γνωστική σύγκρουση που προκαλείται στους συμμετέχοντες, η οποία με τη σειρά της προκαλεί δημιουργική ένταση (creative tension).

Οι δύο παραπάνω προϋποθέσεις είναι κρίσιμες για την πυροδότηση μιας αποτελεσματικής μαθησιακής διαδικασίας και μιας μαθησιακής κουλτούρας κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της. Η επιτυχία της SSM βρίσκεται ακριβώς σε αυτό το σημείο. Η έναρξη μιας διαδικασίας μάθησης είναι ταυτόχρονα και ευκαιρία για την έναρξη μιας διαδικασίας αλλαγής και για την καλλιέργεια κουλτούρας αλλαγής. Η SSM, εφόσον ενσωματωθεί στον τρόπο λήψης αποφάσεων, προάγει τη σταθερότητα και την αυστηρότητα με το να ενισχύει τη διαρκή αναζήτηση και εξερεύνηση εναλλακτικών δρόμων προς το μέλλον, αλλά και την επανεξέταση δρόμων που δεν οδηγούν πουθενά. Η παιδαγωγική και παιδευτική της υφή την κάνει ιδιαίτερα κατάλληλη για την Εκπαίδευση, τόσο σε σχεδιαστικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο παρέμβασης.

4.8 Δημιουργία πολυμεθοδολογίας παρέμβασης στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Η **πολυμεθοδολογία** της παρέμβασης θα καθορίσει την αρχιτεκτονική, αλλά και τον τρόπο λειτουργίας του **συστήματος παρέμβασης**, θα αποτελέσει δηλαδή τον κινητήρα της παρέμβασης. Ο συστημικός ερευνητής έχει τη δυνατότητα να συνθέσει την πολυμεθοδολογία του, ανάλογα με τη μορφή και τους στόχους του συστήματος παρέμβασης. Για παράδειγμα, αν το πρόβλημα είναι κλειστό με μικρή ποικιλομορφία, ορίζεται εύκολα και απαιτείται γρήγορη και στοχευμένη δράση, το πιθανότερο είναι η καταλληλότερη ομάδα παρέμβασης να είναι ομοιογενής και ολιγάριθμη. Για παράδειγμα, αν ο διευθυντής του σχολείου επιθυμεί να αγοράσει έναν εξυπηρετητή, θα ορίσει μια μικρή ομάδα εκπαιδευτικών Πληροφορικής οι οποίοι θα πραγματοποιήσουν έρευνα αγοράς και θα προχωρήσουν στην παρέμβαση.

Για ζητήματα τα οποία είναι πιο ανοιχτά και ορίζονται δυσκολότερα, η ομάδα παρέμβασης θα πρέπει να μεγαλώσει και να αποκτήσει ανομοιογένεια. Για παράδειγμα, αν ένα σχολείο επιθυμεί να δημιουργήσει μια δικτυακή υπηρεσία μάθησης, θα πρέπει να συνθέσει μια διαθεματική ομάδα με αρκετή ανομοιογένεια (μαθητές, ειδικοί, εκπαιδευτικοί ειδικοτήτων, γονείς, διοίκηση), προκειμένου να προχωρήσει στην παρέμβαση. Αν το ζήτημα αφορά ανακατανομή εξουσιών και έχει έντονες πολιτικές σκοπιμότητες και πολώσεις, τότε απαιτείται διαφορετική αντιμετώπιση σε σχέση με ζητήματα, όπως ο καθορισμός διαδικασιών και πρωτοκόλλων. Η φύση του προβλήματος ή του συστήματος καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την πολυμεθοδολογία της παρέμβασης.

Παρόλα αυτά, υπάρχει ένα προαπαιτούμενο το οποίο και θα ακολουθήσουμε στο υπόλοιπο της εργασίας μας. Πρόκειται για τη διαλεκτική βάση της παρέμβασης. Θεωρούμε ότι η καταλληλότερη μεθοδολογία ικανή να στηρίξει το διαλογικό περιβάλλον το οποίο απαιτεί μια παρέμβαση είναι η Θεωρία Συζητήσεων του Pask. Η βασική μας υπόθεση είναι ότι ο σχεδιασμός και η παρέμβαση δεν είναι μια αντικειμενική διαδικασία, αλλά μια γνωστική διαδικασία με πολύ ισχυρή εξάρτηση από το σύστημα παρέμβασης. Η χρήση της Θεωρίας Συζητήσεων ως βάσης της συστημικής προσέγγισης η οποία και θα οδηγήσει στην παρέμβαση δίνει στην ομάδα παρέμβασης τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

A) Εξασφαλίζει τη συστημικότητα του διαλόγου των εμπλεκόμενων - πρακτόρων, μετατρέποντας τον σε μαθησιακή διαδικασία

Η συστημικότητα μιας πολυσυλλεκτικής δομής εξασφαλίζεται με τη δημιουργία πλέγματος επικοινωνιών και γνωστικών αντανάκλασεων. Με βάση την Εικόνα 4-4, αντιλαμβανόμαστε ότι είναι σε θέση να ενεργοποιήσει ένα πυκνό και συνεκτικό επικοινωνιακό σχήμα μεταξύ νοητικών οντοτήτων. Οι επικοινωνίες διευκολύνονται από το μέσο της γνωστικής αντανάκλασης το οποίο μπορεί να είναι από πολύ απλό (πίνακας) έως εξαιρετικά πολύπλοκο (καταναμημένο σύστημα μοντελοποίησης).

B) Έχει συγκεκριμένο πραγματικό γνωστικό αποτέλεσμα, το συνεπαγωγικό πλέγμα

Αυτό ίσως αποτελεί και το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθοδολογίας. Το τελικό προϊόν, το οποίο είναι το συνεπαγωγικό πλέγμα, με τη μορφή οντολογίας, ερμηνευτικής ή παρεμβατικής, είναι προϊόν συμφωνίας, αναγνωρίσιμο και αποδεκτό από ό-

λους. Οι συμμετέχοντες με την είσοδό τους στην *P – συζήτηση* έχουν κάνει μια σιωπηρή συμφωνία ότι θα συμβάλουν στην παραγωγή αυτού το οποίο θα αποτελέσει και την κοινή τους νοητική βάση. Το συνεπαγωγικό πλέγμα αποτελεί οργανωσιακή γνώση υπερκείμενη της ατομικής γνώσης. Έχει στοιχεία αυτοοργανωνόμενου και αυτοποιητικού συστήματος, το οποίο ο Pask ονόμασε *P – οντότητα*.

Γ) Έχει πολλά ενδιάμεσα κομβικά στάδια τα οποία σηματοδοτούν συμφωνίες

Μέχρι να πραγματοποιηθεί η παραγωγή του συνεπαγωγικού πλέγματος, έχουν προηγηθεί συζητήσεις πάνω σε ενδιάμεσα αντικείμενα τα οποία αποτελούν και τις **έννοιες** της συζήτησης. Η κάθε έννοια ξεκινά σε κατάσταση ανισορροπίας και σταθεροποιείται με τη συζήτηση. Όταν σταθεροποιηθεί, αποτελεί κόμβο στο συνεπαγωγικό πλέγμα. Για παράδειγμα, η έννοια «απόδοση» έχει διαφορετική σημασία για κάθε συμμετέχοντα στην αρχή της διαπραγμάτευσης. Για τον λόγο αυτό, είναι ασταθής έννοια. Μέσω της διαπραγμάτευσης, και εφόσον δεν υπάρχουν πολώσεις, η έννοια σταθεροποιείται. Όταν επέλθει συμφωνία, η έννοια γίνεται σταθερή και καταγράφεται ως κόμβος στο συνεπαγωγικό πλέγμα. Στο παράδειγμά μας, η σταθεροποίηση της έννοιας «απόδοση» μπορεί να γίνει με τη συμφωνία σχετικά με τον τρόπο μέτρησής της.

Δ) Δίνει τη δυνατότητα διαρκούς αποσφαλμάτωσης του παραγόμενου νοητικού προϊόντος

Η θεωρία Συζητήσεων είναι μια μεθοδολογία η οποία έχει τη δυνατότητα να αποσφαλμάτωση το τελικό προϊόν της, το συνεπαγωγικό πλέγμα, αναζητώντας κενά, αμφισημίες και αντιφάσεις.

ΣΤ) Διαχωρίζει τις λειτουργίες της αντικειμενικής γλώσσας και της μεταγλώσσας

Μία από τις βασικές συμφωνίες που προηγούνται της έναρξης της *P – συζήτησης* αποτελεί και η συμφωνία σχετικά με την αντικειμενική γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί για τη συζήτηση. Η διαλεκτική ομάδα δύναται να επιλέξει τη δημιουργία μιας νέας αντικειμενικής γλώσσας L_1 , προκειμένου να πραγματοποιήσει τη συζήτηση. Η δημιουργία αντικειμενικής γλώσσας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις που το αντικείμενο της συζήτησης δεν καλύπτεται από κάποια υπάρχουσα αντικειμενική γλώσσα. Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, με την Εκπαιδευτική Πληροφορική, όπου οι αντικειμενικές γλώσσες της τεχνολογίας και της Παιδαγωγικής δεν μπορούν να συνδυαστούν με τρόπο ώστε να προκύψει μία αντικειμενική γλώσσα η οποία θα οδηγήσει την παραγωγή ενός κοινού συνεπαγωγικού πλέγματος σε κοινές ομάδες εκπαιδευτικών και τεχνικών. Μια τέτοια προσπάθεια ήταν και η δημιουργία της EML – Educational Modeling Language, μιας αντικειμενικής γλώσσας μοντελοποίησης εκπαιδευτικών διαδικασιών.

Ζ) Υποστηρίζει πληροφοριακά ή μηχανικά συστήματα για τις λειτουργίες της γνωστικής αντανάκλασης και του συνεπαγωγικού πλέγματος

Η θεωρία Συζητήσεων αποτελεί μία από τις λίγες συστημικές μεθοδολογίες που σχεδιάστηκαν εξ αρχής έχοντας ως αρχή τη συμβίωση ανθρώπου – μηχανής. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η θεωρία Συζητήσεων υποστηρίζει την ενεργό εμπλοκή πληροφοριακών συστημάτων στις δύο βασικές της λειτουργίες, τη γνωστική αντανά-

κλαση και τη δημιουργία του συνεπαγωγικού πλέγματος. Μπορεί, για παράδειγμα, να συνεργαστεί με λογισμικά, όπως Vensim, iThink, Stella, DCSYM Modeling Platform, SmartTools κλπ., για μοντελοποίηση, προσομοίωση και δημιουργία νοητικών χαρτών.

Η) Υποστηρίζει σύγχρονες και ασύγχρονες συζητήσεις

Επί της αρχής, η Θεωρία Συζητήσεων είναι ανεξάρτητη από τόπο και χώρο. Τα σημαντικά - τερματικά γεγονότα για τη Θεωρία Συζητήσεων, η σταθεροποίηση των εννοιών και η δημιουργία των συνεπαγωγικών πλεγμάτων, μπορεί να πάρουν ώρες, μήνες ή χρόνια. Πολλές έννοιες σε πολλές συζητήσεις παραμένουν ακόμη ασταθείς. Για παράδειγμα, η έννοια του χρόνου για την κοινότητα των Φυσικών, ακόμη και μετά από αιώνες συζήτησης, δεν έχει σταθεροποιηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και σε πολλές οροθετικές ή αξιολογικές κρίσεις.

Θ) Έχει κυβερνητική δομή

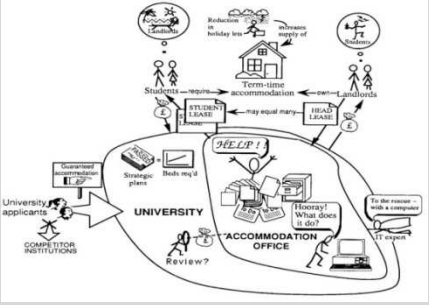
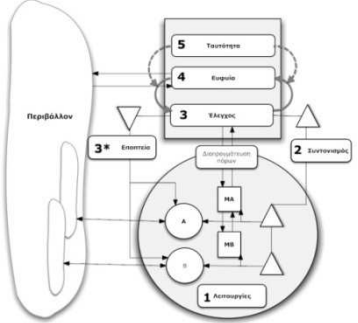
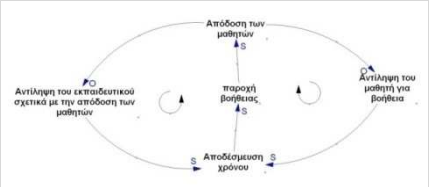
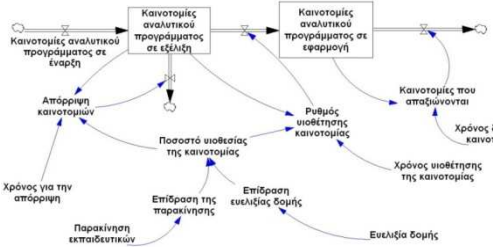
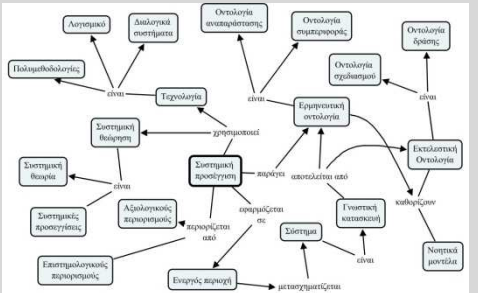
Η Θεωρία Συζητήσεων είναι μια γνήσια κυβερνητική θεωρία και μεθοδολογία, γιατί πληροί τα τρία βασικά χαρακτηριστικά κάθε κυβερνητικής θεωρίας: Δεν εξαρτάται από το περιεχόμενο, είναι agent-based, είναι επαναληπτική και αποτελεί οργανωτικό σχήμα, δημιουργεί δηλαδή «οργανούν πεδίο».

Στον Πίνακα 4-2 παρουσιάζονται οι διάφοροι συνδυασμοί της Θεωρίας Συζητήσεων με άλλες γνωστές συστημικές μεθοδολογίες. Παρουσιάζονται επίσης και οι διάφορες μορφές του συνεπαγωγικού πλέγματος που παράγεται.

Η Θεωρία Συζητήσεων, όταν πρωτοπαρουσιάστηκε, διέθετε το δικό της πληροφοριακό σύστημα, το CASTE, το οποίο και αποτέλεσε ηλεκτρομηχανικό σύστημα γνωστικής αντανάκλασης και σχηματισμού συνεπαγωγικού πλέγματος.

	Σύστημα συμβόλων / γλώσσα	Χρήση	Μορφή συνεπαγωγικού πλέγματος
Θ.Σ.	DCSYM	Δόμηση συστημάτων με σχετικά εύκολες οροθετικές κρίσεις	

Πίνακας 4-2: Συνδυασμός της Θεωρίας Συζητήσεων με άλλες μεθοδολογίες που λειτουργούν ως μηχανισμοί γνωστικής αντανάκλασης και συνεπαγωγικού πλέγματος

	Σύστημα συμβόλων / γλώσσα	Χρήση	Μορφή συνεπαγωγικού πλέγματος
Θ.Σ.	SSM Δόμηση συστημάτων με σχετικά δύσκολες οροθετικές κρίσεις		
	VSM Δόμηση βιώσιμων οργανισμών		
CLD	Δόμηση και εξερεύνηση αρχετύπων		
SF	Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς		
CM	Δόμηση ερμηνευτικών σχημάτων		

Πίνακας 4-2 (συνέχεια): Συνδυασμός της Θεωρίας Συζητήσεων με άλλες μεθοδολογίες που λειτουργούν ως μηχανισμοί γνωστικής αντανάκλασης και συνεπαγωγικού πλέγματος

Από νωρίς ο Pask και οι συνεργάτες του δήλωσαν ότι το σύστημα αυτό, το οποίο αποτελούσε μέρος της μηχανικής οντότητας της συζήτησης, δεν είναι δεσμευτικό, αλλά θα πρέπει να επιλέγεται, ανάλογα με τη μορφή και τον σκοπό της συζήτησης. Για τις ανάγκες της δημιουργίας μιας μεθοδολογίας παρέμβασης, επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε ως μέρος της μηχανικής οντότητας δύο εναλλακτικές λύσεις. Η πρώτη επιλογή αφορά την DCSYM, μια μεθοδολογία δόμησης την οποία αναλύουμε διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο. Η δεύτερη επιλογή αφορά την SSM, στην οποία έχουμε αναφερθεί. Ο συνδυασμός **Θεωρία Συζητήσεων + DCSYM** ενδείκνυται σε περιπτώσεις παρεμβάσεων όπου η **δόμηση** παίζει πρωταρχικό ρόλο. Για παράδειγμα ο σχεδιασμός ενός πληροφοριακού συστήματος ή ο σχεδιασμός διαδικασιών. Το συνεπαγωγικό πλέγμα έχει τη μορφή διαγράμματος δομής DCSYM, ενώ η σταθεροποίηση των εννοιών έχει να κάνει με τη σταθεροποίηση των υποσυστημάτων, ατόμων, επικοινωνιών και ελέγχου που αποτελούν στοιχεία της DCSYM. Η επιλογή **Θεωρία Συζητήσεων + SSM** αξιοποιεί τον μηχανισμό κατασκευής της πλούσιας εικόνας της SSM. Ο συνδυασμός ενδείκνυται σε περιπτώσεις με πολύ μεγάλη αρχική ποικιλομορφία είτε λόγω έλλειψης δόμησης του θέματος της συζήτησης είτε λόγω της πολύ μεγάλης διασποράς των νοητικών οντοτήτων που απαρτίζουν την ομάδα. Σε ειδικές θεματολογίες μπορεί να αξιοποιηθούν οι συνδυασμοί **Θεωρία Συζητήσεων + CLD**, **Θεωρία Συζητήσεων + SF** και **Θεωρία Συζητήσεων + VSM**.

Σχέση μεταξύ των ατόμων του συστήματος παρέμβασης			
	Ενότητα	Πλουραλισμός	Πόλωση
	Απλό – ενότητα	Απλό – πλουραλισμός	Απλό πόλωση
Ενεργή περιοχή	<p>Απλή</p> <p>Τα βασικά ζητήματα αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική συμφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <ul style="list-style-type: none"> • OR • ST • SD 	<p>Τα βασικά ζητήματα αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική ασυμφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSM • SAST • DCSYM 	<p>Τα βασικά ζητήματα αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική ασυμφωνία υπό την πίεση πολιτικής δύναμης ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <ul style="list-style-type: none"> • CSH
	<p>Πολύπλοκη</p> <p>Τα βασικά ζητήματα ΔΕΝ αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική συμφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <ul style="list-style-type: none"> • VSM • GST • ST 	<p>Τα βασικά ζητήματα ΔΕΝ αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική ασυμφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <ul style="list-style-type: none"> • IP • SSM • Cogniscope 	<p>Τα βασικά ζητήματα ΔΕΝ αναγνωρίζονται εύκολα και υπάρχει μια γενική ασυμφωνία υπό την πίεση πολιτικής δύναμης ανάμεσα στους συμμετέχοντες</p> <p>Μεθοδολογίες</p> <p>?</p>

Πίνακας 4-3: Ταξινόμηση των μεθοδολογιών με βάση την πολυπλοκότητα

Είναι δυνατή η χρήση και άλλων συμβολικών συστημάτων, αρκεί να έχουν αυστηρό συντακτικό, ώστε να αποτελούν αυτόματα αντικειμενικές γλώσσες. Αυτό, βέβαια, δεν είναι δεσμευτικό και εξαρτάται από την περίπτωση. Η σύνθεση πολυμεθοδολογιών έχει τη βάση της στην αναγνώριση της πολυπλοκότητας των ενεργών περιοχών, αλλά και της ποικιλομορφίας των συστημάτων παρέμβασης. Μια πρώτη βασική ταξινόμια των συστημάτων, η οποία και αντανάκλα και τη σύνθεση των αντίστοιχων διαλεκτικών ομάδων, προτάθηκε από τους Flood και Jackson, 1991. Η μορφή της προσέγγισης προκύπτει από συνδυασμό **των ιδιοστοιχείων της ενεργού περιοχής** και της **σχέσης μεταξύ των εμπλεκόμενων στην ομάδα παρέμβασης**. Η σχεδιαζόμενη παρέμβαση η οποία θα προκύψει έπειτα από την ανάλογη συστημική προσέγγιση θα πρέπει να λάβει υπόψη **και τα δύο στοιχεία**. Ένα σχετικά γραμμικό ζήτημα, όπως για παράδειγμα ο σχεδιασμός ενός πληροφοριακού συστήματος, μπορεί να αποτύχει, αν η ομάδα παρέμβασης διέπεται από πολωτικές σχέσεις. Παράλληλα, ένα δύσκολο ζήτημα απλοποιείται ιδιαίτερα, αν η ομάδα παρέμβασης είναι ομάδα ομοφωνίας. Ο σχηματισμός της ομάδας παρέμβασης είναι το σημαντικότερο στάδιο της παρέμβασης και θα πρέπει να οργανώνεται όχι με βάση τη σκοπιμότητα, αλλά με βάση τον σημαντικό **Νόμο της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας**, τον θεμελιώδη νόμο της Κυβερνητικής. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι οι ποικιλομορφίες ενεργού περιοχής – προβλήματος θα πρέπει να είναι σε ταίριασμα με την ποικιλομορφία της ομάδας παρέμβασης, δεδομένου ότι η ομάδα παρέμβασης είναι κατά βάση ένας ελεγκτής της ενεργού περιοχής ή του προβλήματος. Σύμφωνα με την ταξινόμια των Jackson και Flood (1991), η πολυμεθοδολογία που θα δημιουργηθεί, προκειμένου να οδηγήσει την παρέμβαση, θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις σχέσεις των ανθρώπων του συστήματος παρέμβασης. Οι Jackson και Flood διέκριναν τρεις δομικές διαμορφώσεις των ανθρώπων στο σύστημα παρέμβασης:

- Α) Ενότητα:** Οι οροθετικές και αξιολογικές κρίσεις σχεδόν συμπίπτουν
- Β) Πλουραλισμός:** Οι οροθετικές και αξιολογικές κρίσεις διαφέρουν, αλλά υπάρχει διάθεση διερεύνησης και αλλαγής τους, είναι δηλαδή ευέλικτες
- Γ) Πόλωση:** Οι αξιολογικές και οροθετικές κρίσεις διαφέρουν και είναι άκαμπτες, κυρίως λόγω κατανομής ισχύος.

Ενωτικές σχέσεις	Πλουραλιστικές σχέσεις	Πολωτικές σχέσεις
<ul style="list-style-type: none"> • Έχουν κοινά συμφέροντα • Οι αξίες τους διακρίνονται από υψηλή συμβατότητα • Γενικά συμφωνούν αναφορικά με σκοπούς και μέσα. Συμμετέχουν όλοι στη λήψη αποφάσεων • Ενεργούν συμβατά με προσυμφωνημένους στόχους 	<ul style="list-style-type: none"> • Διακατέχονται από βασική συμβατότητα αναφορικά με τα συμφέροντα • Οι αξίες τους αποκλίνουν έως έναν βαθμό • Διαφωνούν αναφορικά με μέσα και σκοπούς, αλλά είναι διατεθειμένοι να προβούν σε συμβιβασμούς • Συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων • Ενεργούν συμβατά με προσυμφωνημένους στόχους 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν μοιράζονται κοινά συμφέροντα • Οι αξίες τους είναι πιθανόν να συγκρούονται • Διαφωνούν αναφορικά με μέσα και σκοπούς και δεν είναι διατεθειμένοι να φτάσουν σε αυθεντικό συμβιβασμό • Κάποιοι πιέζουν κάποιους να συμμετέχουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων • Είναι δύσκολη ως αδύνατη η συμφωνία σε κάποιους προσυμφωνημένους στόχους

Πίνακας 4-4: Συγκριτική παράθεση των διαφορετικών σχέσεων μεταξύ των εμπλεκόμενων σε μια παρέμβαση

Αναφορικά με την ενδογενή πολυπλοκότητα στην ενεργό περιοχή:

A) Απλή: Εύκολα γίνεται αντιληπτή (εύκολα ποσοτικοποιείται – έχει λίγες αξιολογικές και οροθετικές κρίσεις)

B) Πολύπλοκη: Δύσκολα γίνεται αντιληπτή (έχει πολλές αξιολογικές και οροθετικές κρίσεις)

Δημιουργούνται, λοιπόν, έξι διαμορφώσεις συστημικών προσεγγίσεων (Πίνακας 4-3):

Απλή ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με ομοφωνία (Μέθοδοι από Α κύμα – κυρίως ποσοτικές μέθοδοι μοντελοποίησης)

Απλή ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με πλουραλισμό (Μέθοδοι από Β κύμα – ποσοτικές μέθοδοι αλλά και – μοντελοποίηση με ενσωμάτωση των οροθετικών και αξιολογικών κρίσεων)

Απλή ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με πόλωση (Μέθοδοι από Γ κύμα – πρόκληση απέναντι στη κατανομή ισχύος)

Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με ομοφωνία (Μέθοδοι από Α κύμα – κυρίως ποσοτικές μέθοδοι μοντελοποίησης)

Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με πλουραλισμό (Μέθοδοι από Β κύμα - μοντελοποίηση με ενσωμάτωση των οροθετικών και αξιολογικών κρίσεων)

Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με ομάδα παρέμβασης με πόλωση (Μέθοδοι από Γ κύμα - πρόκληση απέναντι στη κατανομή ισχύος)

Στον Πίνακα 4-4 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των εμπλεκόμενων, ενώ στον Πίνακα 4-5 γίνεται συγκριτική παράθεση απλών και πολύπλοκων ενεργών περιοχών.

Απλές ενεργές περιοχές	Πολύπλοκες ενεργές περιοχές
<ul style="list-style-type: none"> • Μικρός αριθμός στοιχείων • Λίγες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων • Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι προκαθορισμένες • Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων είναι οργανωμένες • Η συμπεριφορά προσδιορίζεται από καλά καθορισμένους νόμους • Το «σύστημα» δεν εξελίσσεται με τον χρόνο • Τα υποσυστήματα δεν αναζητούν δικούς τους στόχους • Το «σύστημα» παρουσιάζει μεγάλη αδράνεια • Το «σύστημα» είναι κλειστό απέναντι στο περιβάλλον 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλος αριθμός στοιχείων • Πολλές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων • Οι ιδιότητες των στοιχείων δεν είναι προκαθορισμένες • Η αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων έχει χαλαρή οργάνωση • Έχουν πιθανοκρατική συμπεριφορά • Το «σύστημα» εξελίσσεται με το χρόνο • Τα υποσυστήματα είναι στοχοθετικά και επιδιώκουν τους δικούς τους στόχους • Το «σύστημα» είναι ευαίσθητο σε διαταραχές • Το σύστημα σε μεγάλο βαθμό είναι ανοιχτό απέναντι στο περιβάλλον

Πίνακας 4-5: Συγκριτική παράθεση απλών και πολύπλοκων συστημάτων

Στον Πίνακα 4-6 παρουσιάζονται ενδεικτικές μεθοδολογίες για καθεμιά από τις παραπάνω περιπτώσεις.

Σύστημα παρέμβασης	Ενδεικτική περίπτωση	Ενδεικτικές μεθοδολογίες
Σ1 Ομοφωνία - απλή ενεργός περιοχή	Σύστημα διαδικασιών ασφαλείας σε σχολικό δίκτυο	DCSYM CMAP
Σ2 Πλουραλισμός - απλή ενεργός περιοχή	Πλατφόρμα λειτουργίας για το σχολικό δίκτυο	DCSYM, SD, ST, CMAP
Σ3 Πόλωση - απλή ενεργός περιοχή	Σύστημα επιλογής στελεχών Εκπαίδευσης	CSH
Σ4 Ομοφωνία σε πολύπλοκη ενεργό περιοχή	Καθορισμός αναλυτικού προγράμματος	IP
Σ5 Πλουραλισμός σε πολύπλοκη ενεργό περιοχή	Καθορισμός συστήματος εισαγωγής στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	SSM COGNISCOPE
Σ6 Πόλωση σε πολύπλοκη ενεργό περιοχή	Σύστημα αξιολόγησης εκπαιδευτικών Αυτοδιαχείριση σχολείων	CSH

Πίνακας 4-6: Οι βασικές κατηγορίες συστημικών προσεγγίσεων

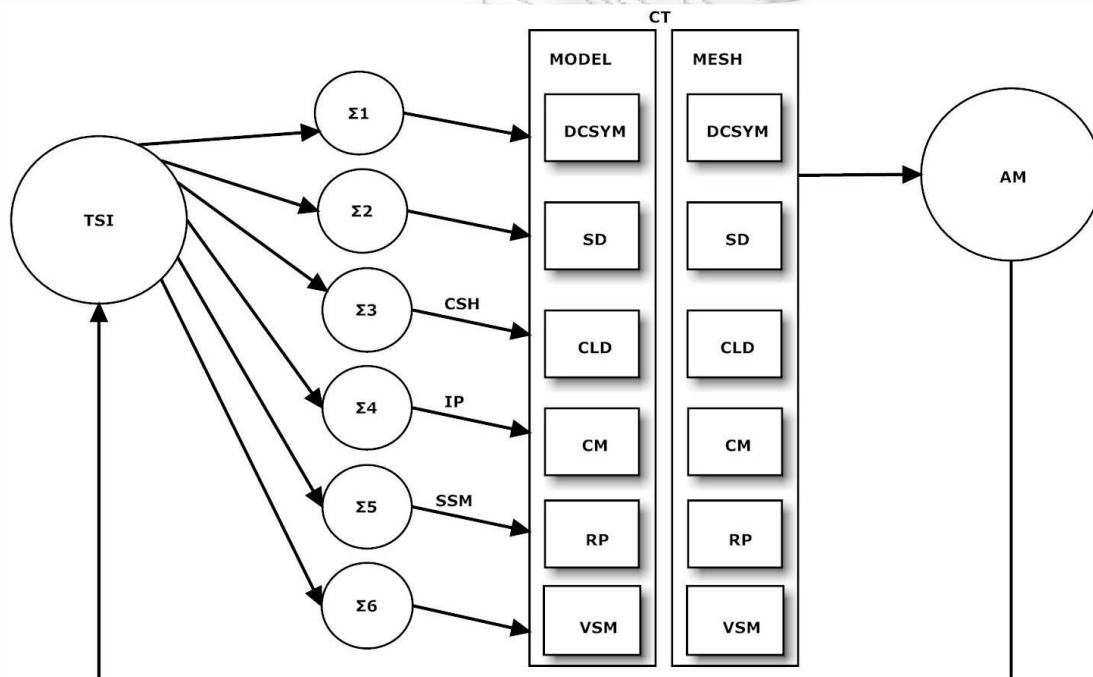
Η παραπάνω ταξινόμηση είναι πολύ σημαντική για τον σχεδιασμό της πολυμεθοδολογίας της συστημικής προσέγγισης. Σημειώνουμε ότι η πολυμεθοδολογία είναι η «μηχανή» της συστημικής προσέγγισης. Αν δεν σχεδιαστεί σωστά, η συστημική προσέγγιση θα αστοχήσει. Στον Πίνακα 4-7 παρουσιάζεται η σχεσιοδυναμική των πρακτόρων σε σύστημα παρέμβασης.

Το γενικό σχήμα της πολυμεθοδολογίας παρέμβασης της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής είναι αυτό της Εικόνας 4-11.

Η χρήση της TSI στην αρχή εξασφαλίζει τη σωστή αξιολόγηση του συστήματος παρέμβασης. Μετά τον καθορισμό του είδους του συστήματος παρέμβασης, ακολουθεί η διαμόρφωση του περιβάλλοντος *P – συζήτησης*. Στο στάδιο αυτό, θα επιλεγεί μια μεθοδολογία η οποία θα παρέχει μια συστημική αντικειμενική γλώσσα και μεταγλώσσα, όπως επίσης και μια πλατφόρμα μοντελοποίησης και παραγωγής του συνεπαγωγικού πλέγματος, της συμφωνημένης γνώσης η οποία και θα μετασχηματιστεί σε σύστημα αποφάσεων. Αν κρίνεται απαραίτητο, ο κύκλος επαναλαμβάνεται με καινούρια συζήτηση και καινούρια συστημική μεθοδολογία και αυτό μπορεί να συνεχιστεί έως ότου η ομάδα θεωρήσει ότι έχει παραγάγει την αναγκαία γνώση με τη μορφή ερμηνευτικής οντολογίας και οντολογίας παρέμβασης, η οποία πλέον μπορεί να παραγάγει το σύστημα αποφάσεων.

Σχέση μεταξύ των πρακτόρων στο σύστημα παρέμβασης			
	Ενότητα	Πλουραλισμός	Πόλωση
Ενδιαφέροντα	Κοινά ενδιαφέροντα	Πολλαπλά σημεία εστίασης	Αντίθετα σημεία εστίασης
	Ομάδα με σημαντικό βαθμό ολοκλήρωσης	Ομάδα ως χαλαρός συνασπισμός	Αντίθετες δυνάμεις
Συγκρούσεις	Σπάνιες και μικρής διάρκειας	Ενδογενείς, αλλά με θετική συνεισφορά	Αναπόφευκτες με επίδραση στη δομή της ομάδας
Ισχύς	Υποκαθίσταται από έννοιες, όπως ηγεσία και ρύθμιση	Μέσο για την επίλυση συγκρούσεων	Ανόμοια κατανομή που επιτρέπει την κυριαρχία και την υποταγή

Πίνακας 4-7: Ανάλυση της σχεσιοδυναμικής των εμπλεκομένων σε σύστημα παρέμβασης



Εικόνα 4-11: Συνολικό διάγραμμα πολυμεθοδολογίας παρέμβασης στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Για παράδειγμα, θεωρούμε ότι επιθυμούμε να δημιουργήσουμε μια εξωδιδασκτική δραστηριότητα για το σύνολο των Γυμνασίων, με στόχο την προώθηση της επιχειρηματικότητας. Το πρόβλημα χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκο και απαιτεί μια πλουραλιστική ομάδα παρέμβασης. Ας θεωρήσουμε ότι δημιουργούμε μια τέτοια ομάδα η οποία αποτελείται από ενεργούς εκπαιδευτικούς, διοικητικούς, ανθρώπους των επιχειρήσεων και ακαδημαϊκούς. Πρόκειται ουσιαστικά για μια ομάδα Σ5 η οποία έχει ως στόχο την τελική παραγωγή ενός σχεδίου αποφάσεων. Δημιουργούμε μια

P – συζήτηση και ξεκαθαρίζουμε τις αντικειμενικές γλώσσες και μεταγλώσσες που θα χρησιμοποιηθούν στη συζήτηση. Στη συνέχεια, επιλέγουμε την SSM ως μεθοδολογία μοντελοποίησης και γνωστικής αντανάκλασης.

Η επιλογή της SSM πραγματοποιείται λόγω των πολλών οροθετικών κρίσεων που θα πρέπει να διερευνηθούν σε πρώτη φάση: για παράδειγμα, ο καθορισμός του βαθμού ανάμιξης των επιχειρήσεων σε ένα τέτοιο πρόγραμμα. Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο θα δημιουργηθεί θα είναι στην πράξη μια πλούσια εικόνα η οποία και θα αναπαριστά τις βασικές οροθετικές κρίσεις της ομάδας παρέμβασης. Με δεδομένη την πτώση της ποικιλομορφίας, προχωράμε στη δημιουργία νέας συζήτησης, μιας και το σύστημα πλέον έχει αλλάξει και έχει μετασχηματιστεί σε Σ4. Η νέα συζήτηση έχει νέες αντικειμενικές γλώσσες και μεταγλώσσες και μπορεί να αξιοποιήσει μεθοδολογίες, όπως η IP, προκειμένου να κλείσει ακόμη περισσότερο το σύστημα, παράγοντας τους βασικούς στόχους και μηχανισμούς.

Με την ποικιλομορφία να πέφτει ακόμη περισσότερο, προσεγγίζουμε πλέον το Σ2 ή Σ1, οπότε μπορούμε να πραγματοποιήσουμε νέες συζητήσεις με διαφορετικές αντικειμενικές γλώσσες και μεταγλώσσες, οδεύοντας σε μεθοδολογίες δόμησης, όπως η DCSYM με την ταυτόχρονη παραγωγή των αντίστοιχων συνεπαγωγικών πλεγμάτων. Όταν η ομάδα έχει παραγάγει τη γνώση με την ποικιλομορφία η οποία ταιριάζει στο πρόβλημα, τότε μπορεί να παραγάγει και το σύστημα αποφάσεων.

Στην παραπάνω ανάλυση, αγνοήσαμε τον παράγοντα χρόνο ως κριτήριο για τον σχηματισμό των συστημάτων παρέμβασης. Σε περιπτώσεις όπου ο χρόνος ο οποίος είναι διαθέσιμος για την παραγωγή των συστημάτων απόφασης είναι περιορισμένος, τότε είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν συστήματα παρέμβασης με πολύ μικρές σταθερές χρόνου. Ο κίνδυνος, βέβαια, στην περίπτωση αυτή αφορά τη δυνατότητα ταιριάσματος της ποικιλομορφίας του προβλήματος με την ποικιλομορφία της ομάδας παρέμβασης. Αν το ταιρίασμα είναι μικρό, το πιθανότερο είναι η ομάδα να λειτουργήσει σε μεγάλο βαθμό στην τύχη. Σε τέτοιες περιπτώσεις υπάρχει η ανάγκη για ισχυρούς εξασθενητές ή ενισχυτές ποικιλομορφίας.

4.9 Γραμμικές – ντετερμινιστικές και συστημικές προσεγγίσεις σχεδιασμού Πληροφοριακών Συστημάτων για την Εκπαίδευση

Οι σχεδιαστές εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων πολλές φορές συναντούν μια ιδιαίτερη δυσχέρεια στο να υλοποιήσουν πληροφοριακά συστήματα τα οποία να είναι σε σύμψη με βασικές παιδαγωγικές αρχές (Der-Thanq, 2007).

Αποτέλεσμα αυτού είναι, τις περισσότερες φορές, να καταφεύγουν σε παραδοσιακές μεθόδους ανάπτυξης και υλοποίησης, για παράδειγμα μελέτες ανάλυσης αναγκών, αγνοώντας κατά βάση το αναγκαίο παιδαγωγικό υπόβαθρο. Στους Πίνακες 4-8 και 4-9, παρουσιάζεται ο συσχετισμός μεταξύ επιστημολογίας και φάσεων της ανάλυσης και του σχεδιασμού - υλοποίησης εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων.

Έχει ειπωθεί ότι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων είναι μια σύγκλιση σχεδιασμού και παιδαγωγικής επιστημολογίας¹⁰³. Αποτέλεσμα της αποκοπής μεταξύ σχεδιασμού και παιδαγωγικής επιστημολογίας είναι ο

¹⁰³ Με την έννοια **παιδαγωγική οντολογία** εννοούμε όλα τα χαρακτηριστικά που αφορούν την παιδαγωγική οντότητα, όπως μάθηση, έλεγχος, ομοιόσταση, γνωστική αντανάκλαση κλπ.

σχεδιασμός εκπαιδευτικών συστημάτων τα οποία δεν ικανοποιούν τις προσδοκίες της εκπαιδευτικής κοινότητας και δεν επιφέρουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Επιστημολογία	Στοιχεία	Εστίαση της ανάλυσης
Μπιχεβιορισμός	Ενέργειες / ικανότητες	Εμφανείς ικανότητες
Συντελεστική Μάθηση	Στοιχεία / ικανότητες	Προβλήματα που απαιτούν ικανότητες
Γνωστικισμός	Κατανόηση	Εμφανής γνώση
Κονστροκτιβισμός	Κατανόηση/ Μεταγνωστικές ικανότητες	Προβλήματα που απαιτούν γνώση
Κοινωνικός Κονστροκτιβισμός	Ενέργειες / ικανότητες / κατανόηση / μεταγνωστικές ικανότητες / Επιστημονικός γνωστικισμός	Κοινό σύστημα αξιών και κοινωνικότητα

Πίνακας 4-8: Συσχετισμός μεταξύ εκπαιδευτικής επιστημολογίας και ανάλυσης για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων

Το παραπάνω σχήμα είναι αρκετά λειτουργικό, με την προϋπόθεση ότι τα σενάρια υλοποίησης είναι ιδιαίτερα απλά και συνεκτικά. Τι γίνεται, όμως, όταν τα περιβάλλοντα είναι σύνθετα με αυξημένη πολυπλοκότητα και ποικιλομορφία; Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει η ομάδα σχεδιασμού και υλοποίησης να αναπτύξει ένα δυναμικό χειρισμού της ποικιλομορφίας στο ίδιο μέτρο με την ποικιλομορφία του σεναρίου προς υλοποίηση. Το επιχείρημα αυτό ισχύει και αντίστροφα. Εφόσον η ομάδα υλοποίησης έχει χαμηλό δυναμικό ποικιλομορφίας, τότε αναγκαστικά και το πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα παραγάγει θα έχει χαμηλό δυναμικό ποικιλομορφίας. Ο Πίνακας 4-10 και η Εικόνα 4-12 παρουσιάζουν κυρίως γραμμικά μοντέλα ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού.



Εικόνα 4-12: Μοντέλο σχεδιασμού δικτυακών εφαρμογών

Επιστημολογία	Σενάρια κατασκευής	Διαδικασία ανάπτυξης
Μπιχεβιορισμός	Σχήματα S-R (Stimulus - Response)	ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)
Συντελεστική Μάθηση	Σχήματα S (Stimulus)	Action research
Γνωστικισμός	Διδαξιακά γεγονότα	ADDIE
Κονστρουκτιβισμός	CLE (Constructivistic Learning Environments)	Designed Based Research
Κοινωνικός Κονστρουκτιβισμός	Κοινωνικοτεχνικές δομές	Designed Based Research

Πίνακας 4-9: Συσχετισμός μεταξύ εκπαιδευτικής επιστημολογίας και σεναρίων κατασκευής και διαδικασιών ανάπτυξης

ΟΡΙΣΜΟΣ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ
Ανάλυση Απαιτήσεων των Χρηστών για ένα Νέο / Εμπλουτισμένο Πληροφοριακό Σύστημα	Δομημένες Συνεντεύξεις, Σημειώσεις, Άτυπα και Τυπικά Γραφήματα και Διαγράμματα, Επιχειρησιακή Ανάλυση και άλλα Έγγραφα, CASE Εργαλεία, Σχέδια Ελέγχου, Προδιαγραφές Μηχανών, Εργαλεία Παραπομπής, Περιγραφή Ανασκοπήσεων και Αρχείων
Σχεδίαση Οπτικής Αναπαράστασης της Πληροφορίας, Ελέγχου του Χρήστη και της Συμπεριφοράς του Συστήματος Ακολουθούμενη από Έλεγχο Χρηστικότητας	Σημειώσεις, Έγγραφα, Περιγράμματα με Χαρτί και Μολύβι, Πίνακες με Διάταξη Σκηνών Έργου, Εξομοιωτές Ελέγχου ή Εκπαίδευσης, Πρωτότυπα Εργασίας, Γραφήματα Καταστάσεων, Γνωστικά Μονοπάτια Έρευνας, Ευρεστική Αξιολόγηση, Επιθεώρηση Χρηστικότητας, Ανάλυση Πρωτοκόλλου, Ελεγχόμενα Πειράματα, Εκπαιδευτικές Δοκιμές, Μελέτες Περιπτώσεων, Ανασκοπήσεις για περιβάλλον διεπαφής των χρηστών και Αρχεία
Σχεδίαση Αρχιτεκτονικής του Λογισμικού. Προδιαγραφή των Λειτουργικών Μονάδων του Λογισμικού. Διαδικασίες Χειρισμού Δεδομένων και της Διεπαφής τους	Μοντελοποίηση Δεδομένων, Μοντελοποίηση Διαδικασιών, Διαγράμματα Ροής Δεδομένων, Διαγράμματα E-R (Οντοτήτων - Συσχετίσεων), Άτυπες και Τυπικές Λειτουργικές Προδιαγραφές, Διαγράμματα Αρχιτεκτονικής, Γραφήματα Δομής, Διαγράμματα Καταστάσεων - Μεταβολών, Αντικειμενοστραφείς Τεχνικές, Λειτουργικές Προδιαγραφές Μηχανών, Λειτουργικά Πρωτότυπα, Σχέδια Ελέγχου, Εργαλεία Παραπομπής, Ανασκοπήσεις Σχεδίασης και Αρχείων

Πίνακας 4-10: Γραμμικό μοντέλο ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού

ΟΡΙΣΜΟΣ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ
Μετάφραση των Λειτουργικών Μονάδων και των Δεδομένων στα Προγράμματα τα οποία μοιάζουν Ολοκληρωμένα	3ης και 4ης Γενιάς Γλώσσες Προγραμματισμού, Επεξεργαστές Γλωσσών, Εργαλεία Διαγραμμάτων Ροής, Μηχανές Παραγωγής Κώδικα, Αποσφαλματιστές (Debuggers), Περιβάλλον Ανάπτυξης Λογισμικού, Συστήματα Ελέγχου Πηγαίου Κώδικα, Διαχείριση Αδειών Κυκλοφορίας, Εργαλεία Ιχνηλάτησης Γεγονότων, Τεχνική Τεκμηρίωση, Έλεγχος Σχεδίων Μονάδων και Διεπαφής, Ανασκοπήσεις Κώδικα και Αρχείων Προγραμμάτων
Αξιολόγηση της Λειτουργικότητας και Χρηστικότητας του Υλοποιημένου Συστήματος για να φανεί αν ικανοποιεί τις Πραγματικές Απαιτήσεις	Έλεγχος Σχεδίων Χρηστικότητας και Λειτουργικότητας, Αυτόματος Έλεγχος των Scripts, Έλεγχος Σχεδίων Συστήματος και Αποδοχής, Έλεγχοι Βαρύτητας / Απόδοσης, Αναλυτές Ελέγχου και Ροής Δεδομένων, Σχεδιαστές Profile, Μηχανές Παραγωγής Δεδομένων Ελέγχου, Ανασκοπήσεις Ελέγχου Σχεδίων και Αρχείων
Υλοποίηση του Συστήματος σε έναν Οργανισμό	Αναφορές Λαθών και Διορθώσεις, Εκπαιδευτικές Απαιτήσεις, Απαιτήσεις Συντήρησης, Τεχνική Υποστήριξη, Διαχείριση Αδειών Κυκλοφορίας, Εγχειρίδια Χρηστών και Αναφοράς, Βάση Γνώσης
Αλλαγές στο Πραγματικό Σύστημα για Διόρθωση Προβλημάτων ή Κατευθυνόμενη Ανάπτυξη στις Απαιτήσεις των Χρηστών	Αλλαγή Διαχείρισης, Εμπλουτισμένες Απαιτήσεις, Μηχανισμοί Ανάδρασης

Πίνακας 4-10 (συνέχεια): Γραμμικό μοντέλο ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού

Στη βιβλιογραφία επισημαίνεται η δυσκολία ανάπτυξης εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων τα οποία αποκλίνουν από το γραμμικό μοντέλο. Ο Boot (2006) σημειώνει την απόκλιση μεταξύ των βασικών παιδαγωγικών θεωριών που οδηγούν τη συμβατική Εκπαίδευση και των θεωριών μάθησης και διαχείρισης που οδηγούν τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων. Σημειώνει, επίσης, ότι η τεχνολογική τελειοποίηση των εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων είναι αναγκαία αλλά όχι ικανή συνθήκη κατασκευής αποτελεσματικών εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων. Ο Merrill (2002) αναφέρει 5 βασικές προϋποθέσεις τις οποίες θα πρέπει να πληρούν τα εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα, προκειμένου να υποστηρίζουν μαθησιακές διαδικασίες οι οποίες αποκλίνουν από τη γραμμικότητα¹⁰⁴: α) ο συσχετισμός με προβλήματα της **πραγματικής** ζωής, β) η κατάλληλη ενεργοποίηση **προηγούμενης** γνώσης, γ) η ανάπτυξη **διαδικασιών**, δ) η **εφαρμογή** των διαδικασιών, ε) η **ενσωμάτωση** με την πραγματικότητα. Η συστημική προσέγγιση επιχειρεί να συνδέσει την πραγματικότητα της εκπαιδευτικής πράξης με τη θεωρία του σχεδιασμού και υλοποίησης εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων, προκειμένου να εμπλουτιστεί το γραμμικό μοντέλο με την ποικιλομορφία εκείνη η οποία θα το καταστήσει πιο ρεαλιστικό.

¹⁰⁴ Η γραμμικότητα εδώ αφορά την ανάπτυξη βασικών συμπεριφορικών σχημάτων, όπως για παράδειγμα η εκμάθηση ξένων γλωσσών με τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων.

Οι Korcha και Sullivan (2007) επισημαίνουν την ανάγκη της συστηματικής - συστημικής προσέγγισης στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων τα οποία στοχεύουν στη μάθηση. Βασικές συστημικές διεργασίες κατά τους ερευνητές αποτελούν: α) η ανάπτυξη επαρκούς **συστήματος σχεδιασμού** το οποίο θα εξασφαλίζει την ευθυγράμμιση των μέσων και των στόχων, β) η ανάπτυξη **συστήματος ανατροφοδότησης - αξιολόγησης** το οποίο θα αξιολογεί τις αποκλίσεις και θα καθορίζει τις δράσεις ρύθμισης.

Ο Kirschner (2004) αναφέρει δύο βασικές στρατηγικές σχεδιασμού και υλοποίησης εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων: την τεχνοκεντρική και τη διαδραστική.

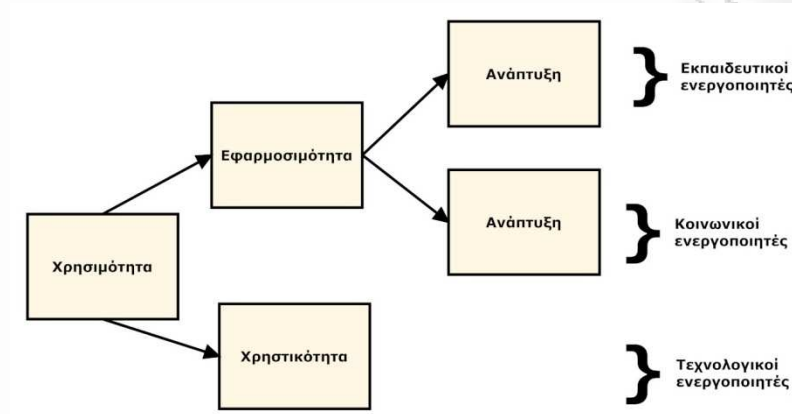
A) Η τεχνοκεντρική στρατηγική. Στόχος της στρατηγικής αυτής είναι η παραγωγή ευφυϊών συστημάτων με προεγκατεστημένα σενάρια χρήσης. Οι τεχνολόγοι εστιάζουν στην κατασκευή κατάλληλων συστημάτων διεπαφής τα οποία θα αυξάνουν την προσαρμοστικότητα των συστημάτων στο πλαίσιο των σεναρίων που θα καλύπτουν. Βασική μέριμνα των τεχνολόγων αποτελεί η τεχνική υλοποίηση των σεναρίων που τους παρέχουν οι ερευνητές και οι επιστήμονες της Εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τους Kirschner et al. (2002), η **χρηστικότητα (usability)** των πληροφοριακών συστημάτων αποτελεί τον πυρήνα της τεχνοκεντρικής σχεδιαστικής στρατηγικής. Ο Norman (1992)¹⁰⁵ σημειώνει ότι πολλές φορές ο σχεδιασμός των πληροφοριακών συστημάτων δείχνει να έχει ως μοναδικό σκοπό τη **χρήση** της τεχνολογίας.

B) Η διαδραστική - συστημική στρατηγική. Στη συστημική στρατηγική ενδιαφέρει τόσο η χρηστικότητα όσο και η **εφαρμοσιμότητα (utility)** των συστημάτων. Η στρατηγική αυτή αποφεύγει να βασιστεί σε προσχεδιασμένα σενάρια και σχήματα συμπεριφοράς του χρήστη αποκλίνοντας με τον τρόπο αυτόν από τη λογική του εμπειρικού συστήματος. Περισσότερο ενδιαφέρει η ολιστική προσέγγιση της ολοκλήρωσης και ενσωμάτωσης χρήστη και συστήματος, ενώ αποφεύγεται ο διακριτός διαχωρισμός του χρήστη από το σύστημα. Η ολοκλήρωση χρήστη και συστήματος σε μια ενιαία τεχνολογική οντότητα αποτελεί βασικό ερευνητικό άξονα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής.

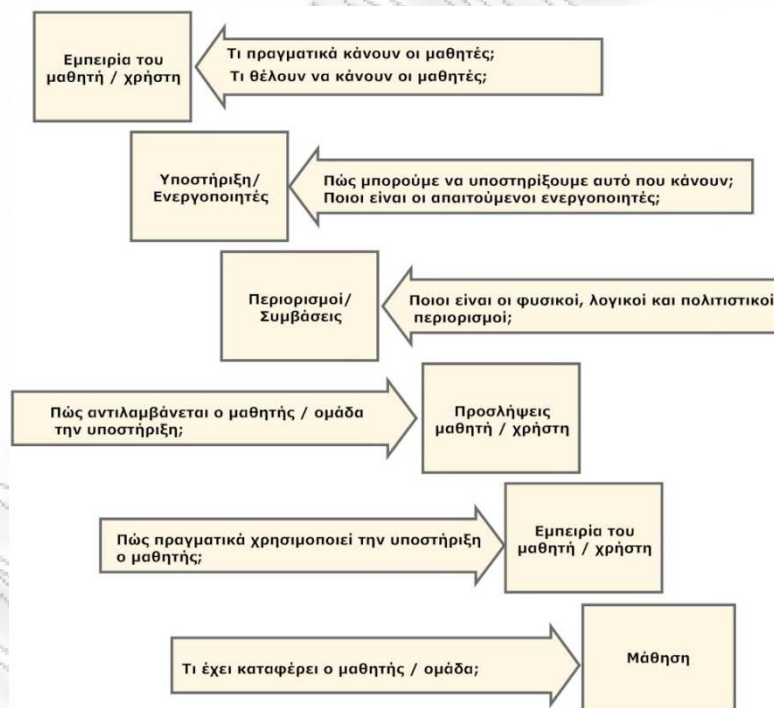
Ο παραδοσιακός σχεδιασμός εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων βασίζεται στη Γνωστική Ψυχολογία και για τον λόγο αυτόν είναι σχετικά γραμμικός και αιτιοκρατικός, εστιάζοντας στο **άτομο** ως χρήστη (Kirschner et al., 2002). Η κυβερνητική των πληροφοριακών συστημάτων τα οποία παράγονται με παραδοσιακό τρόπο βασίζεται στον κατάλληλο χειρισμό και έλεγχο περιβαλλοντικών μεταβλητών, ώστε να προσεγγίζεται το επιθυμητό φάσμα συμπεριφορών του μεμονωμένου χρήστη. Η σύγχρονη τάση για διάδοση των κοινωνικών δικτύων και επέκταση της κοινωνικογνωστικής μάθησης μέσω απρόβλεπτων και μη προγραμματισμένων αλληλεπιδράσεων απαιτεί απόκλιση από το γραμμικό μοντέλο χαμηλής πολυπλοκότητας προς συστημικά μοντέλα υψηλότερης ποικιλομορφίας. Οι Van Merriënboer και Kirschner (2001) διαχωρίζουν μεταξύ του σχεδιασμού εκπαιδευτικών συστημάτων **που στοχεύουν στη γνώση (αποτέλεσμα)** και του σχεδιασμού εκπαιδευτικών συστημάτων **που στοχεύουν στη μάθηση (διαδικασία)**. Τα συστήματα που στοχεύουν στην απόκτηση γνώσης είναι απόλυτα καθορισμένα και έχουν ως βασικό στόχο την καθοδήγηση του χρήστη προς ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Τα συστήματα τα οποία στοχεύουν στη μάθηση δεν καθοδηγούν τον χρήστη προς κάποιον προκαθορι-

¹⁰⁵ Κατά παράθεση του Kirschner (2004).

σμένο στόχο. Περισσότερο στοχεύουν στην ανάπτυξη διαδικασιών οι οποίες διευκολύνουν μαθησιακές συζητήσεις οι οποίες δεν έχουν κατ' ανάγκη προβλέψιμα αποτελέσματα. Βασική μέριμνα των σχεδιαστών τέτοιων συστημάτων αποτελεί η επίτευξη αποτελεσματικών αλληλεπιδράσεων και εποικοδομητικών γνωστικών αντανάκλασεων.



Εικόνα 4-13: Συστημικός συσχετισμός των ενεργοποιητών σε Εκπαιδευτικό Πληροφοριακό Σύστημα (Kirschner et al., 2004)



Εικόνα 4-14: Τα 6 βήματα συστημικού σχεδιασμού εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων Martens και Strijbos (2004)

Η συστημική σχεδιαστική προσέγγιση εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων συνίσταται κατά τους Kirschner et al. (2004) στην **κατάλληλη ανάμιξη τεχνολογικών κοινωνικών και εκπαιδευτικών ενεργοποιητών** σε ένα ενιαίο όλον (Εικόνα 4-13). Ο άνθρωπος παύει να είναι εξωτερικός χρήστης και ενσωματώνεται ορ-

γανικά στο σύστημα. Η έννοια της **διεπαφής** υποκαθίσταται από την έννοια της **διάδρασης**. Στόχος της συστημικής προσέγγισης δεν είναι η κατασκευή καλύτερων συστημάτων διεπαφής ανθρώπου – υπολογιστή, αλλά η δημιουργία ενός περιβάλλοντος ενσωμάτωσης όπου ο άνθρωπος και η τεχνολογία θα συνδυάζονται αρμονικά χωρίς τα σαφή διαχωριστικά όρια που θέτει ο γραμμικός σχεδιασμός. Οι Kirschner, Martens και Strijbos (2004) παρουσιάζουν ένα μοντέλο 6 σταδίων το οποίο υποστηρίζει τη συστημική σχεδιαστική προσέγγιση. Στην Εικόνα 4-14 παρουσιάζονται τα στάδια μαζί με τις αντίστοιχες οροθετικές κρίσεις.

4.10 Εφαρμογή: Δημιουργία πληροφοριακού συστήματος ενημέρωσης με υπηρεσίες SMS (Δίαυλος 1.0) για τις ανάγκες σχολικής Κοινότητας

Το 1^ο ΕΠΑΛ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ είναι μια πολύ μεγάλη σχολική Κοινότητα. Έχει κατά μέσο όρο 600 μαθητές σε 10 ειδικότητες, 80 καθηγητές και έναν μεγάλο αριθμό από γονείς και κηδεμόνες. Σε ένα ευρύτερο κύκλο, έχει πολλούς εξωτερικούς συνεργάτες, ενώ διαθέτει Γραφείο Σύνδεσης με την Αγορά Εργασίας και Σχολική Βιβλιοθήκη. Είναι, επίσης, Κέντρο Επιμόρφωσης του Δήμου Πετρούπολης πάνω σε θέματα Πληροφορικής, ενώ στεγάζει και Παρατηρητήριο Ραδονίου και Η/Μ Ακτινοβολίας σε συνεργασία με τον Δήμο Πετρούπολης. Το 1^ο ΕΠΑΛ Πετρούπολης πραγματοποιεί το σύνολο σχεδόν των εξωδιδασκτικών προγραμμάτων που αφορούν την Τεχνική Εκπαίδευση (Εικονικές Επιχειρήσεις, Δαίδαλος, ΣΠΠΕ, Τεχνομάθεια, Comenius, Ανοιχτές Περιβαλλοντικές Τάξεις, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Αγωγή Υγείας, Πολιτιστικά Προγράμματα, Προγράμματα Αγωγής Σταδιοδρομίας, Προγράμματα Καινοτομίας κλπ). Στο πλαίσιο των παραπάνω προγραμμάτων, αλλά και της ευρύτερης ανάγκης για διαρκή επιμόρφωση, πραγματοποιείται ένας σημαντικός αριθμός δραστηριοτήτων, όπως επισκέψεις, παρουσιάσεις και ημερίδες. Είναι εμφανές ότι ένα τέτοιο πολύπλοκο και δραστήριο εξωδιδασκτικό περιβάλλον έχει αυξημένες ανάγκες επικοινωνίας. Στην πράξη, οι επικοινωνίες πραγματοποιούνται μέσω γραπτών ανακοινώσεων, σύστημα το οποίο λειτουργεί αρκετά αποτελεσματικά σε ενδοσχολικό επίπεδο. Η εμβέλεια, όμως, της πληροφόρησης δύσκολα περνά τα όρια του σχολείου, αφήνοντας έξω από το φάσμα της ενημέρωσης τους γονείς και κηδεμόνες. Οι μαθητές δεν είναι ιδιαίτερα συνεπείς στο να ενημερώνουν τους γονείς τους για θέματα περιφερειακά της σχολικής τάξης, ενώ οι επισκέψεις των γονέων στο σχολείο είναι περιορισμένες (2-3 τον χρόνο). Στην πορεία, προέκυψαν και πιο εξειδικευμένα θέματα, όπως ενημέρωση γονέων για τις ειδικότητες, ενημέρωση της Κοινότητας για τις αλλαγές και μεταρρυθμίσεις, ενημέρωση για μετατοπίσεις ημερομηνιών, υπενθύμιση ημερομηνιών κλπ.

Υπήρχε ένας πάγιος προβληματισμός σχετικά με τη δημιουργία ενός συστήματος άμεσης πληροφόρησης της Κοινότητας και στο πλαίσιο του προγράμματος ΤΕΧΝΟΜΑΘΕΙΑ V υλοποιήθηκε το σύστημα Δίαυλος 1.0 το οποίο τέθηκε σε πειραματική εφαρμογή τη σχολική χρονιά 2008-2009.

Η εφαρμογή Δίαυλος 1.0 έχει ως σκοπό την αξιοποίηση ενός σημαντικού καναλιού επικοινωνίας το οποίο βασίζεται στην κινητή τηλεφωνία. Η χρήση αυτού του καναλιού θεωρείται πολύ σημαντική και αποδοτική, μιας και η αναλογία πληθυσμού και κινητών τηλεφώνων είναι πλέον 1-1, ενώ η τιμή του SMS (Short Messaging Service) μηνύματος έχει μειωθεί πολύ. Τα πλεονεκτήματα του SMS είναι πολλά:

- 1) Είναι άμεσο
- 2) Είναι διακριτικό, δεν διακόπτει και δεν ενοχλεί
- 3) Παραμένει αποθηκευμένο στη συσκευή για μελλοντική αναφορά σε σχέση με τη συνομιλία η οποία χάνεται
- 4) Είναι αξιόπιστο και αποτελεσματικό
- 5) Είναι ασύγχρονη μορφή επικοινωνίας.

4.10.1 Δημιουργία της ομάδας παρέμβασης

Για τη δημιουργία του πληροφοριακού συστήματος ως προϊόντος συστημικής παρέμβασης, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της Προοδευτικής Διαμόρφωσης της Ποικιλομορφίας, όπως αυτή αναπτύχθηκε στην παράγραφο 4.8 (Πίνακας 4-11). Σε πρώτη φάση, και με τη βοήθεια της TSI (Total System Intervention), αξιολογήθηκε η παρέμβαση και συγκροτήθηκε ομάδα παρέμβασης, η οποία θεωρήθηκε ότι ανήκει στην κατηγορία Σ5 (πολύπλοκο σύστημα με πλουραλισμό απόψεων).

Σύστημα Παρέμβασης	Περιγραφή	Ποικιλομορφία	Πολυμεθοδολογία	Αποτέλεσμα
Σ5	Υψηλή πολυπλοκότητα + Πλουραλισμός	Υψηλή	ΘΣ + SSM + SAST	Πρωταρχικές οροθετικές κρίσεις - πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα
Σ2	Απλό σύστημα + Πλουραλισμός	Μέτρια	ΘΣ + CLD	Αρχέτυπα
Σ2	Απλό σύστημα + Πλουραλισμός	Μέτρια	ΘΣ + SF	Δυναμική συμπεριφορά
Σ2	Απλό σύστημα + Πλουραλισμός	Μέτρια	ΘΣ + VSM	Οργανωσιακή δομή και βιωσιμότητα
Σ1	Απλό σύστημα + Ομοφωνία	Χαμηλή	ΘΣ + DCSYM	Δομή και διαδικασίες

Πίνακας 4-11: Σταδιακή διαμόρφωση της ποικιλομορφίας στο σύστημα παρέμβασης

Η ομάδα παρέμβασης οργανώθηκε ως γνωστικό σύστημα στο πρότυπο *P – συζήτησης*. Η πρώτη συζήτηση ήταν συζήτηση ΘΣ + SSM και πραγματοποιήθηκε με αντικειμενική γλώσσα και σύστημα γνωστικής αντανάκλασης παρμένα από την SSM. Στόχος της αρχικής συζήτησης ήταν η παραγωγή του πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος το οποίο θα περιείχε τις βασικές οροθετικές κρίσεις της ομάδας παρέμβασης ως προϊόν συμφωνίας και σταθεροποίησης. Με το τέλος της πρώτης συζήτησης, η ομάδα μετέπεσε σε ομάδα Σ2 (απλό πρόβλημα με πλουραλισμό) και η συζήτηση έγινε πλέον με ΘΣ + CLD, ΘΣ + SF, ΘΣ + VSM. Στόχος αυτής της φάσης ήταν η παραγωγή του φάσματος συμπεριφορών και η περαιτέρω σύγκλιση προς το σύστημα αποφάσεων. Στην τρίτη φάση, η ομάδα μετέπεσε πλέον σε Σ1 (απλό πρόβλημα με ομοφωνία) και η συζήτηση πραγματοποιήθηκε πλέον με ΘΣ + DCSYM. Το γνωστικό προϊόν της τρίτης φάσης ήταν πλέον το σύστημα αποφάσεων και το σχέδιο

δράσης. Το σύστημα αποφάσεων αποτελείται από διαδικασίες και δομές πάνω στις οποίες υπάρχει ομοφωνία.

4.10.1.1 Φάση πρώτη: ΘΣ + SSM

Στη φάση αυτή, οι εμπλεκόμενοι - πράκτορες έχουν πολύ διαφορετικές οροθετικές κρίσεις οι οποίες θα πρέπει να οδηγήσουν σε μια συμφωνημένη πλούσια εικόνα. Σε αυτή τη βάση, η εναρμόνιση των οροθετικών κρίσεων πραγματοποιείται με το εργαλείο των ερωτήσεων του Ulrich (Πίνακας 4-12).

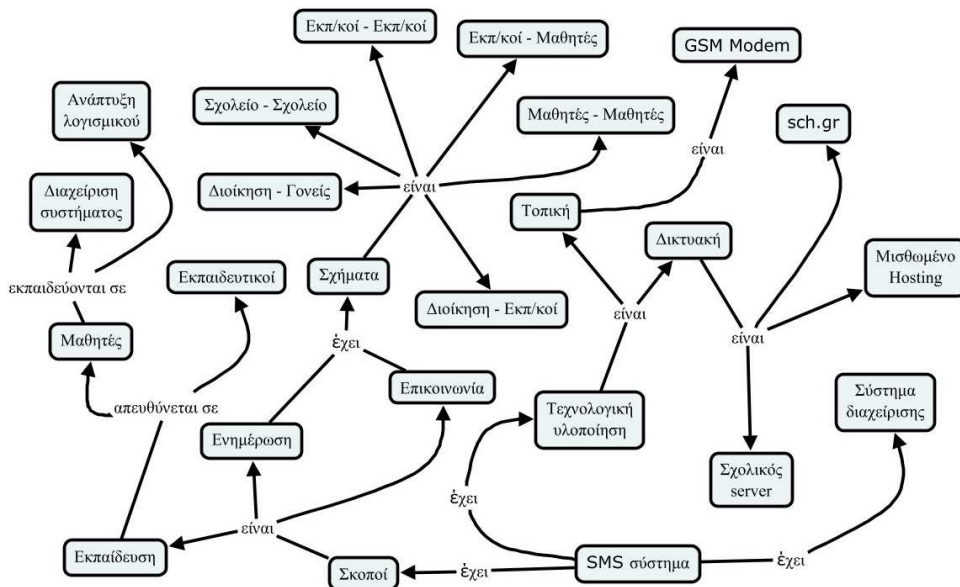
Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»	
Ποιος είναι ο πραγματικός ωφελούμενος της συστημικής παρέμβασης, αυτός δηλαδή που ωφελείται από την παρέμβαση σε σχέση με αυτόν που επωμίζεται κόστος αλλά δεν ωφελείται;	Πραγματικοί ωφελούμενοι είναι όσοι ανήκουν στην Εκπαιδευτική Κοινότητα. Υπάρχει ο κίνδυνος το σύστημα να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση επιλεκτικής πληροφόρησης.
Ποιος είναι ο πραγματικός σκοπός της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις πραγματικές επιπτώσεις και όχι από τις δηλώσεις;	Ο πραγματικός σκοπός της παρέμβασης είναι η δημιουργία ενός καναλιού άμεσης και αποτελεσματικής πληροφόρησης. Άλλος βασικός σκοπός της παρέμβασης είναι η προώθηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση και μάλιστα μέσω ευρέως γνωστής τεχνολογίας SMS.
Ποιο είναι το ενδογενές μέτρο της επιτυχίας της παρέμβασης όπως προκύπτει από τις επιπτώσεις της παρέμβασης;	Ενδογενές μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης είναι η αύξηση του βαθμού συνοχής της Κοινότητας, όπως επίσης και η βιωσιμότητα του συστήματος.
Ποιος είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;	Σε πρώτη φάση, λήπτης αποφάσεων είναι η ομάδα παρέμβασης. Στη συνέχεια, θα οριστεί επιτροπή.
Ποιοι παράγοντες επιτυχούς σχεδιασμού και υλοποίησης ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;	Η ομάδα παρέμβασης ελέγχει τη διανομή των πόρων, την επιλογή των τεχνολογιών, τη δομή και τις Διαδικασίες.
Ποιες συνθήκες δεν ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων, αποτελούν δηλαδή γι' αυτόν περιβάλλον;	Η ομάδα παρέμβασης δεν ελέγχει το σύνολο του προϋπολογισμού, όπως επίσης κάποιο φάσμα τεχνογνωσίας. Παράλληλα, δεν ελέγχει και τις διαδικασίες αυτονομησης του εξυπηρετητή.
Ποιος πραγματικά ορίζεται ως σχεδιαστής στην παρέμβαση;	Η παρέμβαση ορίζεται εξ ολοκλήρου από την ομάδα παρέμβασης.
Ποιος χαρακτηρίζεται ως ειδικός; Ποιος είναι ο πραγματικός ρόλος του;	Ειδικός θεωρείται και ο υπεύθυνος του έργου. Ο ρόλος του είναι διττός. Καθοδηγεί τις διαδικασίες σχεδιασμού και συμβάλλει στην επιλογή τεχνολογιών.

Πίνακας 4-12: Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»

Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»	
<p>Ποιος παρέχει την εγγύηση επιτυχίας της παρέμβασης στους εμπλεκόμενους;</p> <p>Ποιος από τους εμπλεκόμενους εκπροσωπεί αυτούς που θα επηρεαστούν από την παρέμβαση; Ποιοι είναι αυτοί που θα επηρεαστούν χωρίς να συμμετέχουν;</p> <p>Δίνεται στους επηρεαζόμενους η ευκαιρία να απελευθερωθούν από την κυριαρχία των ειδικών ή οι ειδικοί καθορίζουν τι είναι σωστό γι' αυτούς; Με άλλα λόγια αυτοί που επηρεάζονται από την παρέμβαση είναι το μέσον για σκοπούς άλλων ή έχουν τη δυνατότητα να αυτοκαθορίζονται;</p> <p>Σε ποιο σύστημα παραδοχών βασίζεται η παρέμβαση; Περιέχονται μόνο παραδοχές των εμπλεκόμενων;</p>	<p>Η εγγύηση παρέχεται από τη σύμπραξη της ομάδας παρέμβασης με επαγγελματίες του είδους από τον χώρο των εφαρμογών.</p> <p>Στην ομάδα παρέμβασης υπάρχει εκπρόσωπος των μαθητών ως ομάδας η οποία επηρεάζεται από την παρέμβαση. Απουσιάζει κάποιος εκπρόσωπος του Συλλόγου Γονέων.</p> <p>Στο σημείο αυτό εντοπίστηκε ένα σημαντικό κενό στον σχεδιασμό και αυτό αφορούσε τη θέση των μαθητών στην παρέμβαση.</p> <p>Το βασικό σύστημα παραδοχών αφορά συνδυασμό χρηστικότητας αλλά και Παιδαγωγικής.</p>

Πίνακας 4-12 (συνέχεια): Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»

Η ταύτιση των οροθετικών κρίσεων στο «είναι» και στο «όφειλε» υποδεικνύει ότι το σύστημα παρέμβασης δεν έχει συγκρούσεις δύναμης - ισχύος, πράγμα το οποίο διευκολύνει την περαιτέρω διαλεκτική διαδικασία.



Εικόνα 4-15: Πρωτοσυνεπαιγωγικό πλέγμα ανάπτυξης SMS πληροφοριακού συστήματος

Στη φάση **ΘΣ + SSM**, αντιμετωπίστηκαν σημαντικές ασυμβατότητες στις οροθετικές κρίσεις. Ίσως το πιο δύσκολο σημείο στην πρώτη αυτή συζήτηση αφορούσε τη θέση των μαθητών σε όλο το σύστημα. Η οροθετική κρίση σχετικά με το αν το υπό σχεδιασμό σύστημα θα έπρεπε να θεωρηθεί σύστημα διοίκησης ή εκπαιδευτικό σύστημα ήρθε στην επιφάνεια με την έναρξη κατασκευής της πλούσιας εικόνας SSM. Άλλη βασική οροθετική κρίση αφορούσε τη μορφή του πληροφοριακού συστήματος αναφορικά με το αν θα αποτελούσε κλειστό ή ανοιχτό σύστημα. Με το τέλος της φάσης CT + SSM δημιουργήθηκε το πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-15. Κατά τη διαδικασία δημιουργίας του πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος, αναδύθηκαν πολλές και σημαντικές οροθετικές κρίσεις, όπως:

- A) Αν το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί σύστημα επικοινωνίας ή σύστημα ενημέρωσης
- B) Ποια θα είναι η παιδαγωγική του αξία. Θα υπάρχει ενεργός ανάμιξη των μαθητών και σε ποιο επίπεδο αναφορικά με την ανάπτυξη και διαχείριση
- Γ) Ποιο τεχνολογικό μίγμα είναι το πιο κατάλληλο για την υλοποίηση. Η επιλογή της δικτυακής εφαρμογής είναι η πιο δυναμική, μιας και δίνει μεγάλη ευελιξία στα σενάρια υλοποίησης με κόστος τις αυξημένες τεχνολογικές απαιτήσεις και απαιτήσεις διαχείρισης. Η επιλογή της στατικής εφαρμογής περιορίζει δραστικά τις επιλογές υλοποίησης, αλλά είναι εύκολη και δεν έχει ιδιαίτερες διαχειριστικές απαιτήσεις.

Οι τελικές οροθετικές κρίσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στη φάση αυτή έδωσαν και το αρχικό σχήμα της εφαρμογής. Συγκεκριμένα, αποφασίστηκε η εφαρμογή να είναι δικτυακή με μισθωμένη φιλοξενία στα αρχικά στάδια και μετέπειτα λειτουργία σε επίπεδο σχολικού server. Η αγορά των μηνυμάτων θα γινόταν από εμπορική εταιρεία, για παράδειγμα την Clickatell. Παράλληλα, αποφασίστηκε η ενεργός συμμετοχή των μαθητών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και διαχείρισης. Η εφαρμογή χαρακτηρίστηκε ως εφαρμογή ενημέρωσης και όχι επικοινωνίας, μιας και δεν υπήρχε η δυνατότητα αλληλεπίδρασης παρά μόνο μονόπλευρης αποστολής.

Επιπλέον, αποφασίστηκε η πρόβλεψη για τη δυνατότητα φιλοξενίας και άλλων σχολείων στην υπηρεσία αυτή. Έτσι γεννήθηκε η ιδέα της υπηρεσίας στην οποία δόθηκε το όνομα «Δίαυλος». Η προσθήκη της έννοιας της υπηρεσίας στο συνεπαγωγικό πλέγμα δημιούργησε καινούριο συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο παρουσιάζει μια αξιολογική επέκταση του μοντέλου, με αποτέλεσμα την αλλαγή των οροθετικών κρίσεων (Εικόνα 4-16).

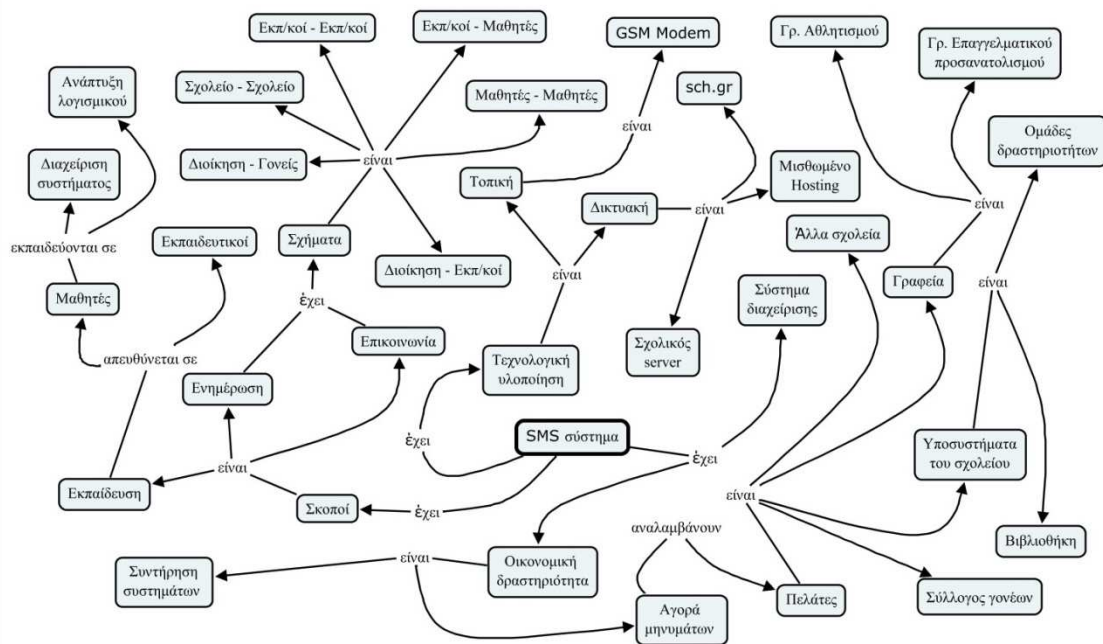
4.10.1.2 Φάση δεύτερη: ΘΣ + VSM

Με δεδομένες τις οροθετικές κρίσεις στη φάση ΘΣ + SSM, δημιουργήθηκε η δομή της Εικόνας 4-15. Παρατηρούμε ότι με το διάγραμμα VSM εισερχόμαστε πλέον σε μια πρώτη προσέγγιση και διερεύνηση της οργανωτικής δομής της υπηρεσίας SMS. Αξιοσημείωτο είναι ότι η δομή είναι επαναληπτική, με την έννοια ότι το υποσύστημα των δραστηριοτήτων περιέχει υποσυστήματα καθένα από τα οποία μοντελοποιείται με ένα εσωτερικό μοντέλο VSM. Στη φάση αυτή, οι βασικές οροθετικές κρίσεις αφορούν την οργάνωση του μετασυστήματος και των υποσυστημάτων. Ενδεικτικά, την ομάδα παρέμβασης απασχόλησαν θέματα όπως:

- A) Πώς θα επιτευχθεί η λειτουργία της υπηρεσίας ως ενιαίου συνόλου και όχι με τη μορφή κατακερματισμένων διαδικασιών οι οποίες έχουν τον κίνδυνο διασποράς και διασκορπισμού

Β) Πώς θα δημιουργηθεί ένα σύστημα διαχείρισης και συντονισμού και ποιο θα πρέπει να είναι το βέλτιστο μίγμα σε τεχνικούς, εκπαιδευτικούς και μαθητές

Γ) Πώς θα πρέπει να οργανωθούν οι λειτουργίες των υποσυστημάτων, ώστε να διατηρούν ένα ποσοστό αυτονομίας, αλλά ταυτόχρονα να υπάγονται στο κεντρικό σύστημα.



Εικόνα 4-16: Πλήρες συνεπαγωγικό πλέγμα για τον σχεδιασμό του συστήματος «Δίαυλος»

Περιβάλλον

Το περιβάλλον του πληροφοριακού συστήματος αποτελεί η σχολική Κοινότητα (μαθητές + εκπαιδευτικοί + σχολείο), η εταιρεία παροχής υπηρεσιών SMS (Short Messaging Service) και οι άλλες σχολικές Κοινότητες οι οποίες επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν το προϊόν.

Σύστημα 1 – Λειτουργίες

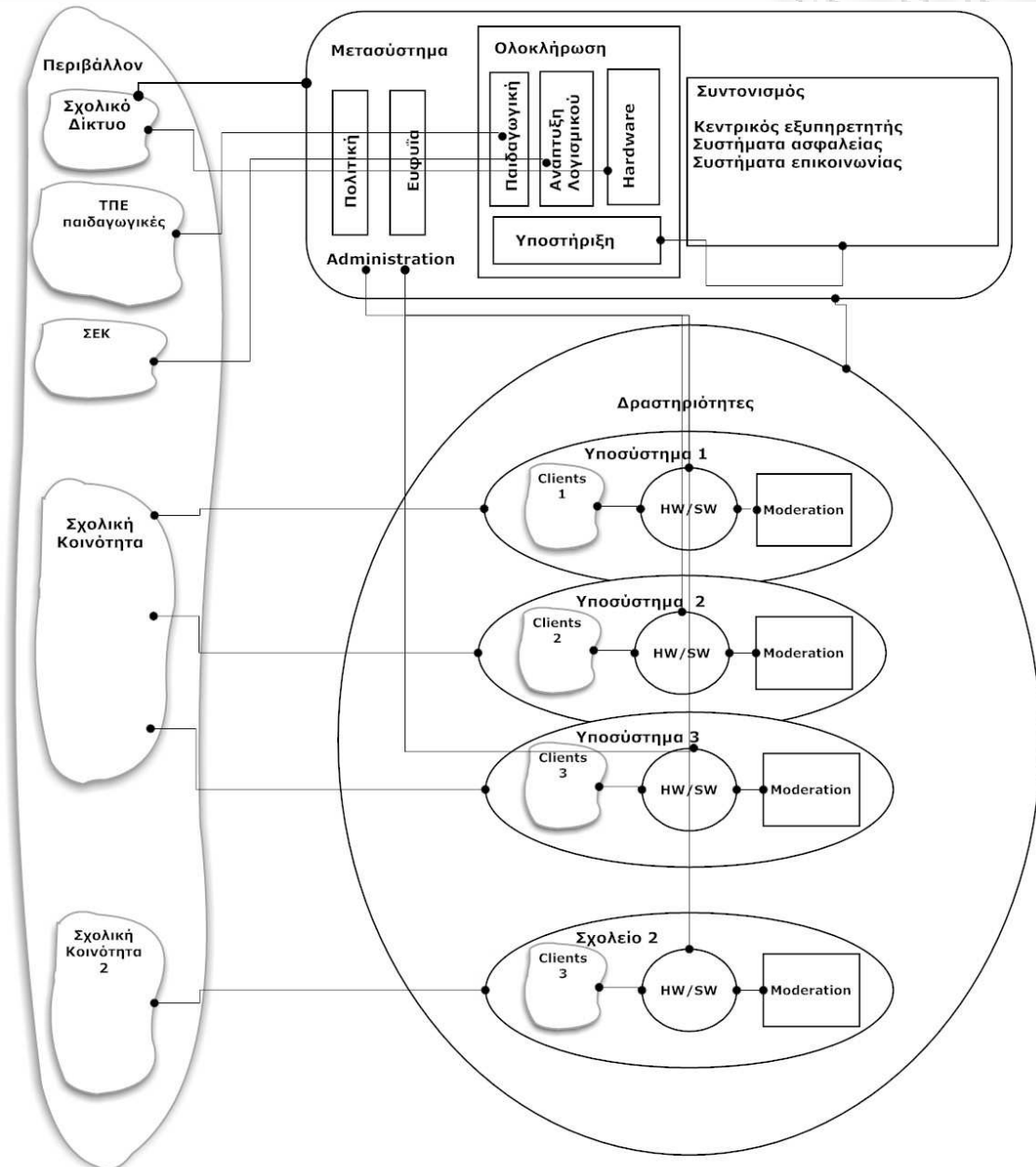
Το σύστημα λειτουργιών περιλαμβάνει τα υποσυστήματα δραστηριοτήτων του πληροφοριακού συστήματος. Στη φάση αυτή, δεν καθορίζονται σαφείς διαδικασίες παρά μόνο η λειτουργική διαφοροποίηση των υποσυστημάτων. Κατά τη μοντελοποίηση η ομάδα αναγνώρισε τα παρακάτω υποσυστήματα δραστηριοτήτων:

Υποσύστημα 1. Υποσύστημα οργάνωσης των πληροφοριών

Το υποσύστημα αυτό αναλαμβάνει τη δημιουργία του συστήματος ροής πληροφοριών οι οποίες είναι απαραίτητες, προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα SMS. Οι πληροφορίες αφορούν τα προσωπικά δεδομένα γονέων και μαθητών, αλλά και πληροφορίες οι οποίες αφορούν το σχολείο, όπως δεδομένα εκπαιδευτικών, στοιχεία επίδοσης μαθητών, ημερομηνίες κλπ.

Υποσύστημα 2. Υποσύστημα σύνθεσης αποστολών

Το υποσύστημα αυτό αναλαμβάνει τη δημιουργία του τελικού αρχείου βάσει του οποίου θα πραγματοποιηθεί η αποστολή.



Εικόνα 4-17: Οργανωσιακό διάγραμμα VSM για το σύστημα Δίαυλος

Υποσύστημα 3. Υποσύστημα εκτέλεσης αποστολών

Το υποσύστημα αυτό αναλαμβάνει να δημιουργήσει τα κατάλληλα http requests και να τα αποστείλει στην εταιρεία η οποία και θα αναλάβει να τα προωθήσει στις εταιρείες παροχής υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας.

Όπως εύγλωπτα δείχνει η Εικόνα 4-17, κάθε υποσύστημα έχει τη δική του δομή, η οποία είναι παρόμοια με τη δομή του μακροσυστήματος. Με άλλα λόγια, κάθε υποσύστημα διαθέτει τις δικές του λειτουργίες, το δικό του μετασύστημα και το δικό του περιβάλλον. Η περαιτέρω ανάλυση σε υποσυστήματα και διαδικασίες θα πραγματοποιηθεί στην τελευταία φάση του σχεδιασμού, τη φάση της ΘΣ + DCSYM.

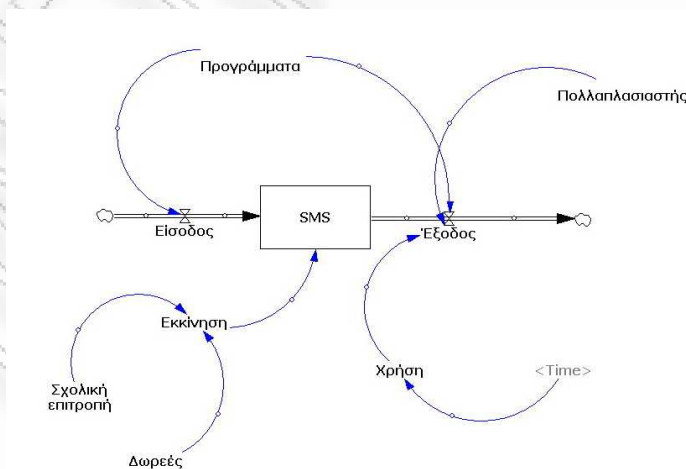
Σύστημα 2, Μετασύστημα

Το μετασύστημα αναλαμβάνει τον συντονισμό, τον έλεγχο και την ολοκλήρωση των λειτουργιών του συστήματος ως «όλον». Βασική δραστηριότητα του μετασυστήματος αποτελεί η διαχείριση του αριθμού των SMS, που αποτελεί και τον βασικό πόρο προς διαπραγμάτευση για το πληροφοριακό σύστημα. Άλλος σημαντικός ρόλος του μετασυστήματος είναι ο καθορισμός των διαχειριστικών ρόλων.

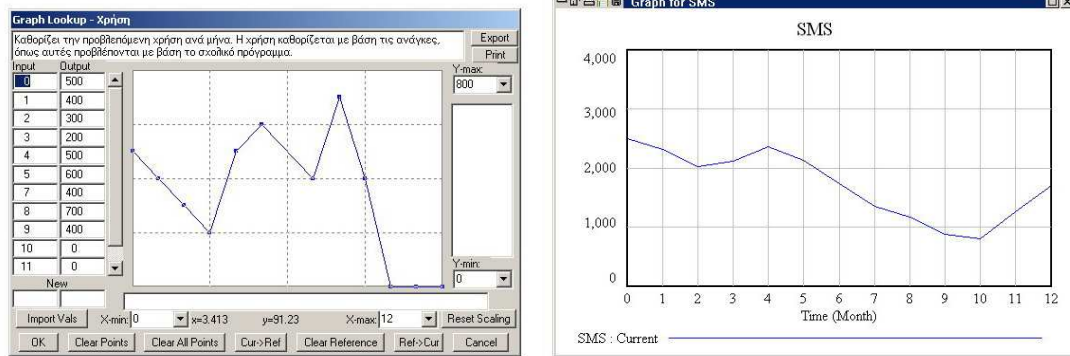
4.10.1.3 Φάση Τρίτη: ΘΣ + CLD

Στη φάση αυτή της συζήτησης, επιχειρείται η προσέγγιση της συμπεριφοράς του συστήματος με τη χρήση διαγραμμάτων CLD (Causal Loop Diagrams) και SF (Stack and Flow). Στόχος της ομάδας προσέγγισης είναι η ανίχνευση αρχετύπων και άλλων μορφών δυναμικής συμπεριφοράς.

Η δυναμική μοντελοποίηση της υπηρεσίας «Δίαυλος» απαιτεί τον εντοπισμό και τη διερεύνηση των βασικών δυναμικών μεταβλητών. Εντοπίστηκαν οι δύο πολύ σημαντικές μεταβλητές της υπηρεσίας, ο αριθμός των μηνυμάτων SMS στο αποθετήριο και ο αριθμός των διαχειριστών στο πληροφοριακό σύστημα. Για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του αριθμού των SMS δημιουργήσαμε το δυναμικό μοντέλο της Εικόνας 4-18. Λάβαμε υπόψη όλες τις πιθανές εισόδους SMS, ενώ έγινε και πρόβλεψη χρήσης με συνάρτηση Lookup (Εικόνα 4-19). Έγινε, επίσης, και πρόβλεψη για μεγάλα μηνύματα με την τοποθέτηση πολλαπλασιαστή ο οποίος λαμβάνει τυχαίες τιμές στο διάστημα [1,2]. Η συνολική συμπεριφορά του αποθετηρίου δίδεται στην Εικόνα 4-19.



Εικόνα 4-18: Βασικό δυναμικό μοντέλο του συστήματος



Εικόνα 4-19: Συνάρτηση Lookup της προβλεπόμενης χρήσης και διάγραμμα της συσσώρευσης SMS στο αποθετήριο

4.10.1.4 Φάση Τέταρτη: ΘΣ + DCSYM

Στην τελική αυτή φάση, το σύστημα παρέμβασης μεταπίπτει πλέον σε σύστημα Σ1. Έως τώρα έχει αποβληθεί πολύ μεγάλη ποσότητα ποικιλομορφίας σε σχέση με την ποικιλομορφία του συστήματος παρέμβασης στην πρώτη φάση. Στην φάση αυτή, θα παραχθεί η δομή, αλλά και οι διαδικασίες του πληροφοριακού συστήματος που με τη σειρά τους θα παραγάγουν το σύστημα αποφάσεων και το σχέδιο υλοποίησης.

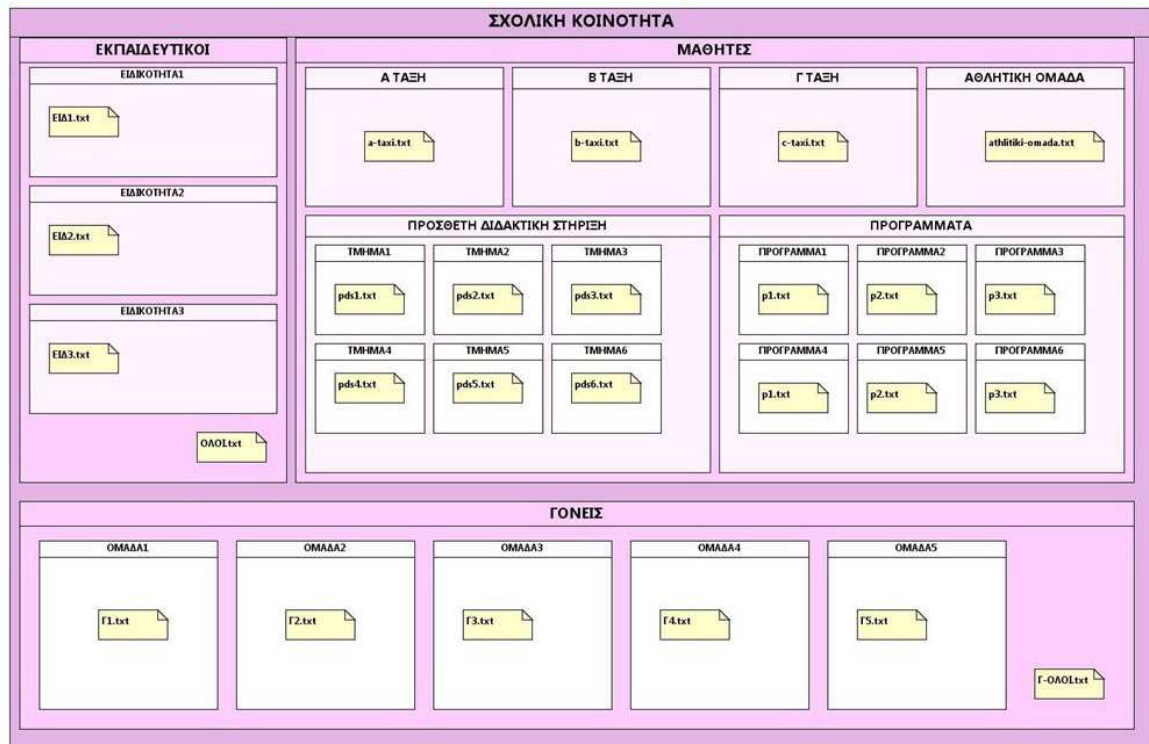
Ο αρχικός σχεδιασμός είχε τα παρακάτω βασικά σενάρια χρήσης:

- Μαζική ενημέρωση των γονέων για θέματα του σχολείου, όπως συνεντεύξεις, εκδηλώσεις και άλλες δραστηριότητες
- Εξατομικευμένη ενημέρωση ομάδων γονέων για ζητήματα, όπως προθεσμίες, ενημερώσεις κλπ.
- Ενημέρωση των εκπαιδευτικών για ζητήματα του σχολείου, όπως ημερίδες, εκδηλώσεις, βραβεύσεις
- Ενημέρωση γονέων και κηδεμόνων κατά περίπτωση για ειδικά θέματα, όπως ενημέρωση απουσιών ή βαθμολογιών ή άλλων μαθητικών θεμάτων
- Συντονισμό ομάδων μαθητών που λειτουργούν σε αποστολές εκτός σχολείου, για παράδειγμα περιβαλλοντικές ομάδες ή εκδρομικές ομάδες
- Συντονισμό ομάδων που δραστηριοποιούνται σε εξωδρακτικές δραστηριότητες
- Συντονισμό ομάδων εκπαιδευτικών με ιδιαίτερα ενδιαφέροντα
- Ενημέρωση για δραστηριότητες του Συλλόγου Γονέων και Κηδεμόνων.

Η παραγωγή των διαδικασιών θα βασιστεί στη VSM δόμηση η οποία πραγματοποιήθηκε σε προγενέστερο στάδιο.

Δομή και διαδικασίες υποσυστήματος 1 (Οργάνωση πληροφοριών)

Οι πληροφορίες αναφορικά με τα στοιχεία γονέων, μαθητών και εκπαιδευτικών αποθηκεύονται σε δομή του συστήματος αρχείων το οποίο έχει τη μορφή της Εικόνας 4-20. Τα αρχεία είναι κρυπτογραφημένα και δεν είναι προσβάσιμα παρά μόνο από τον διαχειριστή ή τους διαχειριστές του υποσυστήματος.



Εικόνα 4-20: Ενδεικτική δομή αρχείων δεδομένων του υποσυστήματος 1

Το κάθε αρχείο έχει συγκεκριμένη δομή με tabular data, όπως φαίνεται πιο κάτω:

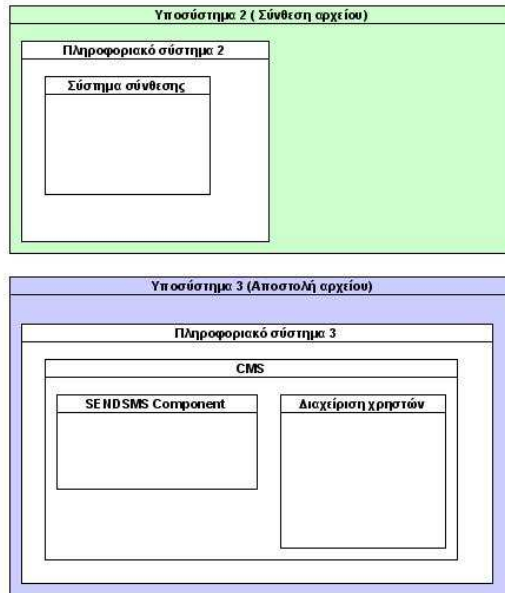
Πεδίο1	Πεδίο2	Πεδίο3	Πεδίο4	...	Πεδίο10
Δεδομ1	Δεδομ2	Δεδομ3	Δεδομ4	...	Δεδομ10
Δεδομ1	Δεδομ2	Δεδομ3	Δεδομ4	...	Δεδομ10
Δεδομ1	Δεδομ2	Δεδομ3	Δεδομ4	...	Δεδομ10

Το πρώτο πεδίο είναι ο αριθμός του κινητού τηλεφώνου, το δεύτερο πεδίο το όνομα, το τρίτο είναι το επώνυμο στην ονομαστική, το τέταρτο είναι το επώνυμο στην κλητική κλπ. Η κωδικοποίηση των χαρακτήρων είναι UTF-8 without BOM. Αν ο διαχειριστής επιθυμεί, μπορεί να κατασκευάσει ο ίδιος το αρχείο με τους αποδέκτες που θέλει και με τη δομή που επιθυμεί. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα απλό text editor, όπως για παράδειγμα το Notepad++.

Δομή και διαδικασίες υποσυστήματος 2 και 3 (Σύνθεση και αποστολή)

Ο πυρήνας της εφαρμογής Δίαυλος περιλαμβάνει μια μονάδα client, τον εξυπηρετητή του σχολείου και τον εξυπηρετητή SMS ο οποίος ανήκει στο περιβάλλον του πληροφοριακού συστήματος (Εικόνα 4-21). Ο client είναι ένας υπολογιστής γραφείου με λειτουργικό Windows XP και βασικές εφαρμογές γραφείου, όπως επίσης και πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού Eclipse. Ο εξυπηρετητής έχει λειτουργικό Linux με διανομή SUSE και πλατφόρμα LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP). Η επιλογή της λειτουργίας σε επίπεδο εσωτερικού εξυπηρετητή έγινε, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να φιλοξενηθεί η εφαρμογή και για άλλα σχολεία. Στην πρώτη φάση, η

εφαρμογή εγκαταστάθηκε σε ιδιωτικό εξυπηρετητή φιλοξενίας, ώστε να δοκιμαστεί και να αποσφαλματωθεί, πριν εγκατασταθεί στον εξυπηρετητή του σχολείου.



Εικόνα 4-21: Ενδεικτική δόμηση υποσυστημάτων 2 και 3

Στον υπολογιστή client γίνεται η σύνθεση των αρχείων SMS με μορφή .txt. Στο επόμενο στάδιο, ο διαχειριστής πραγματοποιεί τη σύνθεση και την αποστολή του μηνύματος. Για να είναι δυνατή η σύνθεση και προσωπικών μηνυμάτων εκτός από τα μαζικά μηνύματα, δημιουργήθηκαν μεταβλητές, καθεμιά από τις οποίες αντιστοιχεί σε μια στήλη του αρχείου txt:

Πεδίο 1 → %VAR0%
 Πεδίο 2 → %VAR1%
 Πεδίο 3 → %VAR2%
 .
 .
 .
 Πεδίο 10 → %VAR10%

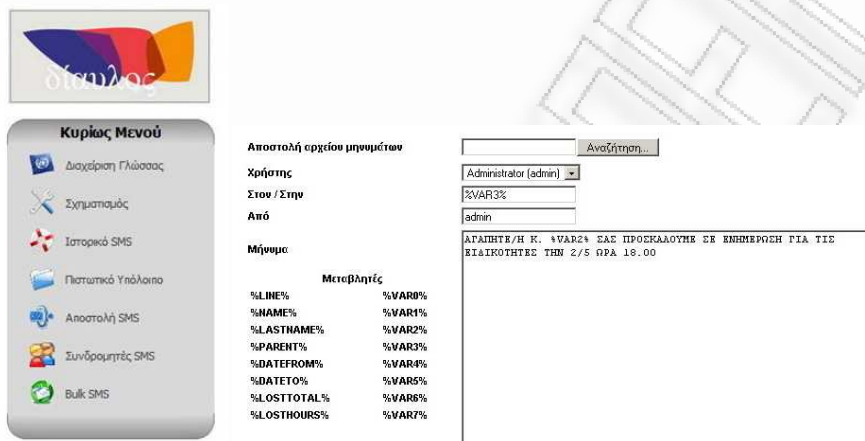
Το μήνυμα που θα συνθέσει ο διαχειριστής μπορεί να έχει μια από τις παρακάτω μορφές:

Α) Μαζικό μήνυμα χωρίς μεταβλητές, για παράδειγμα «ΣΤΙΣ 2/3 ΩΡΑ 15.00 ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΝΕΛΕΥΣΗ ΓΟΝΕΩΝ»

Β) Μαζικό μήνυμα με μεταβλητές, για παράδειγμα «ΣΤΙΣ 2/3 ΩΡΑ 15.00 ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ %VAR8%»

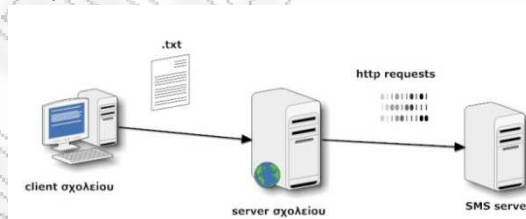
Γ) Εξατομικευμένο μήνυμα, για παράδειγμα «ΑΓΑΠΗΤΗ/Ε Κ. %VAR4% Η ΩΡΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΕΙΝΑΙ 16.30».

Η σύνθεση του τελικού μηνύματος πραγματοποιείται στην εφαρμογή SENDSMS, η οποία λειτουργεί ως στοιχείο διαχείρισης (administration component) σε λογισμικά διαχείρισης περιεχομένου, όπως τα Joomla και Elxis. Στην περίπτωση μας, χρησιμοποιήσαμε το Elxis (<http://www.elxis.org/>) για λόγους ασφαλείας. Το περιβάλλον του SENDSMS δίνεται στην Εικόνα 4-22. Η μεταβλητή %VAR3% καθορίζει τη στήλη των τηλεφώνων και η μεταβλητή %VAR2% καθορίζει το επώνυμο στην κλητική. Το αρχείο txt επιλέγεται και αποστέλλεται μέσω του μενού «Αναζήτηση». Η εφαρμογή δίνει, επίσης, και τη δυνατότητα μεμονωμένης αποστολής σε έναν παραλήπτη χωρίς τη σύνταξη αρχείου.

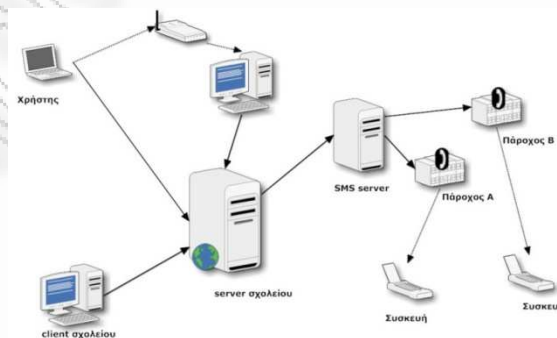


Εικόνα 4-22: Το περιβάλλον σύνθεσης αποστολής

Το στοιχείο SENDSMS στη συνέχεια αποστέλλει τα http requests στην εταιρεία Clickatell, η οποία και αναλαμβάνει να τα προωθήσει στους παροχείς υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας. Η όλη διαδικασία δίνεται σχηματικά στην Εικόνα 4-23, ενώ το πλήρες δίκτυο δίνεται στην Εικόνα 4-24.



Εικόνα 4-23: Σχηματική απεικόνιση της βασικής διαδικασίας αποστολής



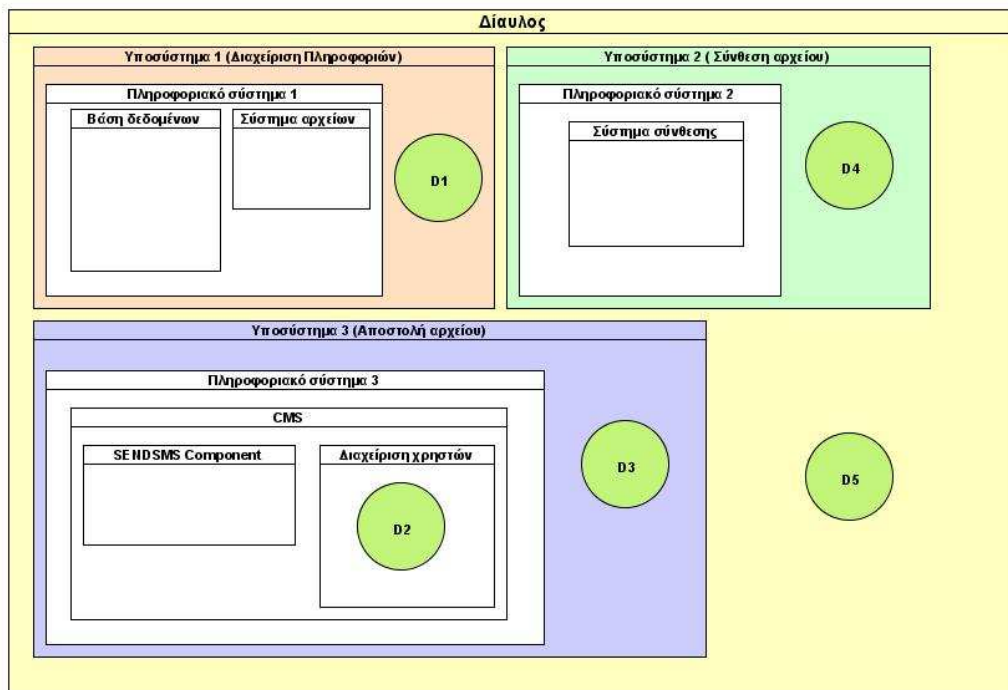
Εικόνα 4-24: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου της εφαρμογής Δίαυλος

4.10.2 Δομή και διαδικασίες μετασυστήματος

Καθορίστηκαν αρχικά οι βασικοί διαχειριστικοί ρόλοι με συγκεκριμένο τομέα ευθύνης και συγκεκριμένα καθήκοντα (Εικόνα 4-25).

- D1**→ Διαχειριστής υποσυστήματος πληροφοριών
- D2**→ Διαχειριστής χρηστών
- D3**→ Διαχειριστής πληροφοριακού συστήματος αποστολής
- D4**→ Διαχειριστής υποσυστήματος σύνθεσης
- D5**→ Συντονιστής

Οι διαχειριστικοί αυτοί ρόλοι δεν είναι απαραίτητο να καλύπτονται από διαφορετικά άτομα, ένα για κάθε ρόλο. Μπορεί ακόμη και ένα άτομο να έχει όλους τους ρόλους. Αυτό που είναι απαραίτητο είναι να εκπληρώνονται τα καθήκοντα του κάθε διαχειριστικού ρόλου, όπως αυτοί θα καθορίζονται από τις διαδικασίες.

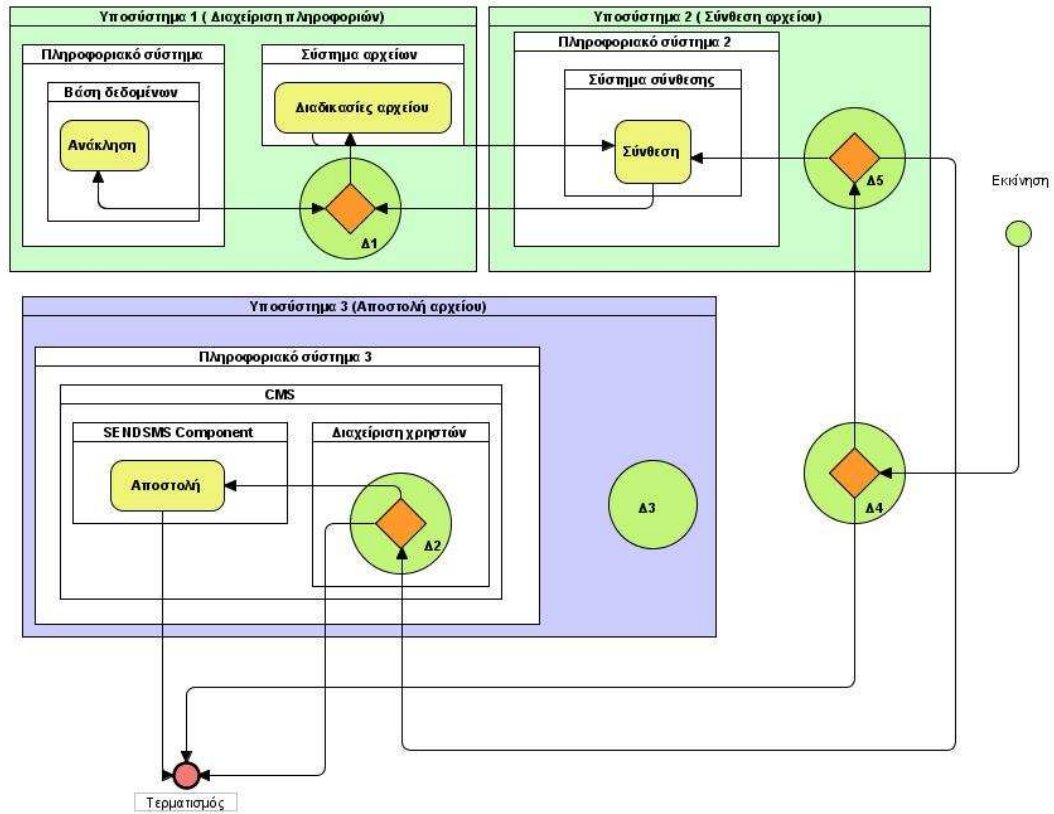


Εικόνα 4-25: Βασική δόμηση ρόλων του συστήματος SMS

Στη συνέχεια, η ομάδα σχεδιασμού κατέγραψε τις βασικές διαδικασίες λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος Δίαυλος. Οι διαδικασίες αποτυπώθηκαν γραφικά σε διάγραμμα DCSYM (Design and Control Systemic Methodology) + BPMN (Business Process Modeling Notation). Ενδεικτικά αναφέρουμε τη συνολική διαδικασία σύνθεσης και αποστολής SMS (Εικόνα 4-26).

Η παρουσίαση των διαδικασιών με την παραπάνω μορφή αποτελεί το συνεπαγωγικό πλέγμα της ομάδας παρέμβασης. Ο συνδυασμός DCSYM και BPMN δίνει πολύ περιγραφικούς χάρτες διαδικασιών. Για παράδειγμα στην Εικόνα 4-24 εμφανίζονται όχι μόνο οι διαδικασίες, αλλά και τα σημεία στο σύστημα στα οποία πραγματοποιούνται οι διαδικασίες. Ενδεικτικά, οι κόμβοι αποφάσεων υλοποιούνται από τους αντίστοιχους διαχειριστές. Ο διαχειριστής D4 λαμβάνει το αίτημα για την αποστολή SMS. Αφού αξι-

ολογήσει το αίτημα, το προωθεί στον Δ5 ή το απορρίπτει. Ο Δ5, ανάλογα με τη μορφή του μηνύματος (μαζικό ή μεμονωμένο), είτε προχωρά στη σύνθεση είτε ζητά από τον Δ2 πρόσβαση στο σύστημα αποστολής για άμεση αποστολή. Σε περίπτωση που θα επιλέξει τη σύνθεση, θα αναζητήσει στοιχεία από τη βάση δεδομένων και το σύστημα αρχείων, την ευθύνη του οποίου έχει ο Δ1.



Εικόνα 4-26: Βασική διαδικασία αποστολής SMS

РАНЕЕШНО ПЕРВА

5

Εργαλεία Συστημικού Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού

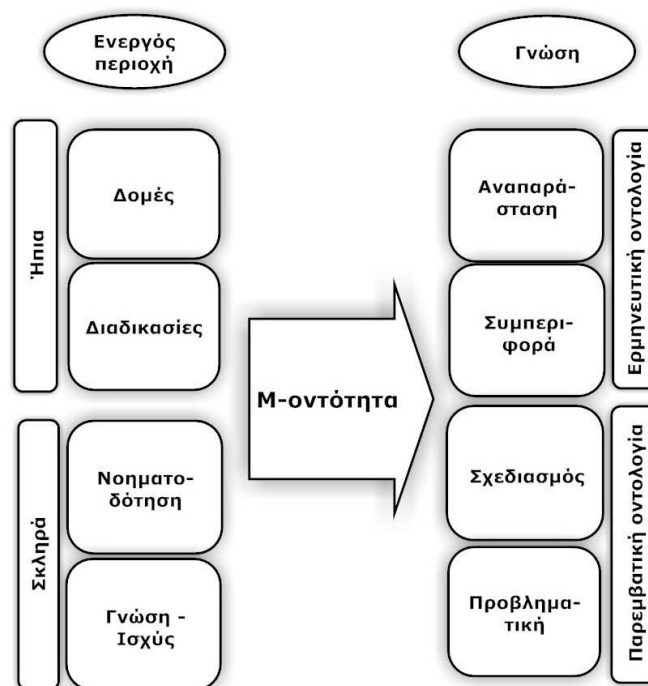
5.1 Εισαγωγή

Έχοντας θεμελιώσει τη συστημική πολυμεθοδολογία της εκπαιδευτικής παρέμβασης, θα προχωρήσουμε τώρα στη διερεύνηση των εργαλείων σχεδιασμού που είναι σε θέση να υποστηρίξουν τις δομημένες συζητήσεις, όπως απαιτεί η αντίστοιχη συστημική προσέγγιση (Εικόνα 5-1). Τα εργαλεία λογισμικού και οι κατάλληλες τεχνολογίες επικοινωνιών δίνουν πολύ μεγάλες δυνατότητες για τη διενέργεια παραγωγικών και εποικοδομητικών συζητήσεων σε πολλά επίπεδα, ατομικά και συλλογικά. Υπενθυμίζουμε ότι οι κυβερνητικές *P – συζητήσεις* οι οποίες έχουν ως στόχο την οικοδόμηση κοινών εννοιολογικών βάσεων μεταξύ των συμμετεχόντων είναι επαναληπτικές (recursive), με την έννοια ότι διενεργούνται μεταξύ ατόμων, ομάδων κοινών ενδιαφερόντων, κοινωνικών ομάδων, επιστημονικών ομάδων ή και εθνών. Αν και οι βασικές αρχές σε κάθε περίπτωση πραγματοποίησης *P – συζήτησης* παραμένουν ίδιες, η μηχανική οντότητα της συζήτησης μεταβάλλεται και συντίθεται, ανάλογα με την περίπτωση και τη σύνθεση της ομάδας.

Για παράδειγμα, μια συζήτηση η οποία πραγματοποιείται πρόσωπο με πρόσωπο έχει διαφορετική μηχανική οντότητα από μια συζήτηση η οποία πραγματοποιείται από απόσταση. Το ίδιο συμβαίνει, όταν η συζήτηση είναι ασύγχρονη ή περιλαμβάνει πάρα πολλά μέλη. Ένα συνέδριο το οποίο πραγματοποιεί μια επιστημονική ομάδα αποτελεί *P – συζήτηση* με πολύ διαφορετική μηχανική οντότητα σε σχέση με τη συζήτηση μιας ερευνητικής ομάδας η οποία έχει αναλάβει ένα έργο. Μια μαθησιακή συζήτηση σε μια σχολική ή πανεπιστημιακή τάξη έχει διαφορετική μηχανική οντότητα σε σχέση με μια αντίστοιχη συζήτηση η οποία πραγματοποιείται σε εικονικό περιβάλλον.

Η κατάλληλη τεχνολογική σύνθεση της μηχανικής οντότητας αποτελεί τη βάση κάθε επιτυχημένης *P – συζήτησης*. Πολλές συζητήσεις αποτυγχάνουν να λειτουργούν μαθησιακά, γιατί δεν διαθέτουν μια επαρκώς μελετημένη μηχανική οντότητα. Πολλά εκπαιδευτικά λογισμικά, για παράδειγμα, πάσχουν από ελλείψεις μηχανικές οντότη-

τες, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η μαθησιακή συζήτηση με τον μαθητή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι έχουν αδύναμο μηχανισμό γνωστικής αντανάκλασης, ακαθόριστη αντικειμενική γλώσσα ή συνεπαγωγικό πλέγμα με κενά, αμφισημίες και αντιφάσεις. Παράλληλα, μπορεί να στερούνται ρυθμιστικού ή ομοιοστατικού μηχανισμού. Παρόμοια φαινόμενα έχουμε και σε ομάδες σχεδιασμού ή παρέμβασης οι οποίες δεν έχουν ξεκαθαρίσει ποια θα είναι η αντικειμενική γλώσσα της συζήτησης, πώς θα πραγματοποιείται ο μεταέλεγχος της συζήτησης και πώς θα κατασκευάζεται το συνεπαγωγικό πλέγμα που θα αποτελεί και τη δημοσιευμένη γνώση της συζήτησης.



Εικόνα 5-1: Η συστημική προσέγγιση ως συζήτηση κατά Pask

Η σύνθεση του μηχανισμού μιας συζήτησης ακολουθεί, όπως έχουμε δει, το παρακάτω γενικό σχήμα:

- A) Καθορισμός των αντικειμενικών γλωσσών και μεταγλωσσών της συζήτησης
- B) Καθορισμός της τεχνολογικής βάσης του συστήματος γνωστικής αντανάκλασης
- Γ) Καθορισμός της τεχνολογικής βάσης του συνεπαγωγικού πλέγματος
- Δ) Καθορισμός μηχανισμού ρύθμισης και ομοιοστάσης.

Όταν σχεδιάζεται μια συζήτηση, θα πρέπει το παραπάνω σχήμα να αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία των κατάλληλων κριτηρίων επιλογής των απαραίτητων τεχνολογιών. Ενδεικτικά αναφέρουμε την περίπτωση των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης που λειτουργούν συγκροτημένα. Αυτές, συνήθως, διαθέτουν έναν κοινό μηχανισμό συζήτησης ο οποίος αποτελείται από κάποιο μέσο γνωστικής αντανάκλασης (συνήθως Forum, δωμάτια συνεργασίας, chat) και κάποιο μέσο συνεπαγωγικού πλέγματος (wiki, FAQ, tutorials, λεξικά κλπ). Συνήθως έχουν ιδιαίτερη θεματική ειδίκευση, με αποτέλεσμα οι αντικειμενικές γλώσσες να είναι συγκεκριμένες και να διαφυλάσ-

σονται από τα ίδια τα μέλη και τους moderators, ώστε οι συζητήσεις να μην εκφυλίζονται. Οι ομάδες αυτές είναι αυτοκινούμενες διερευνητικές, αν και ενδέχεται να υπάρχουν ομοιοστατικοί μηχανισμοί από τους υπευθύνους οι οποίοι ρυθμίζουν ζητήματα, όπως τα θέματα συζήτησης (domains), τα αντικείμενα συζήτησης (topics) και τις αντικειμενικές γλώσσες.

Μια Εικονική Κοινότητα η οποία έχει ως αντικείμενο συζήτησης την προώθηση της Συστημικής Δυναμικής στη σχολική τάξη, έχει τη δομή του Πίνακα 5-1 αναφορικά με τον μηχανισμό της.

Στοιχείο συζήτησης	Υλοποίηση
Αντικειμενικές γλώσσες	Παιδαγωγική, Συστημική Δυναμική, Γενική Θεωρία Συστημάτων
Μεταγλώσσες	Τεχνολογική και παιδαγωγική μεταγλώσσα
Γνωστική αντανάκλαση	Φόρουμ, δωμάτια συνεργασίας, on-line μοντελοποίηση και προσομοίωση με λογισμικό δυναμικής μοντελοποίησης
Συνεπαγωγικό πλέγμα	Λεξικό ορολογίας, κατάλογος δημοσιεύσεων, ψηφιακή βιβλιοθήκη έγκυρων μοντέλων, κατάλογος με κατάλληλα λογισμικά
Μηχανισμός ομοιόστασης και ρύθμισης	Ομάδα διοίκησης και επιστημονική ομάδα η οποία και καθορίζει κάποια θέματα - κλειδιά ή διευκολύνει την ανάδυση νέων θεμάτων

Πίνακας 5-1: Ενδεικτική δομή συστήματος P – συζήτησης

Όταν από τον μηχανισμό της συζήτησης απουσιάζουν κάποια από τα βασικά στοιχεία που καθιστούν τη συζήτηση μαθησιακή, τότε η συζήτηση διακόπτεται ή υποβιβάζεται. Για παράδειγμα, αν δεν υπάρχει συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο ορίζει και τα κομβικά σημεία συμφωνίας, **ενδέχεται η αύξηση της ποικιλομορφίας να οδηγήσει σε απεμπλοκή των πιο αδύναμων γνωστικά μελών.**

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε κάποια βασικά λογισμικά πακέτα τα οποία είναι σε θέση να λειτουργήσουν τόσο σε επίπεδο γνωστικής αντανάκλασης όσο και σε επίπεδο συνεπαγωγικού πλέγματος. Κάποια από αυτά διαθέτουν ξεκάθαρες αντικειμενικές γλώσσες δόμησης με αντίστοιχα συντακτικά. Οι αντικειμενικές γλώσσες των λογισμικών πακέτων είναι ικανές να συνδυαστούν δημιουργικά με τις αντικειμενικές γλώσσες των θεματικών συζητήσεων. Τα λογισμικά πακέτα τα οποία θα παρουσιάσουμε είναι τα παρακάτω:

- A) DCSYM** modeling platform
- B) Vensim PLE** modeling software
- Γ) Anylogic** modeling software
- Δ) CmapTools** concept mapping and ontology tools.

5.2 Βασικές αρχές της DCSYM

Η συστημική μεθοδολογία DCSYM (Design and Control Systemic Methodology) είναι μια μεθοδολογία αποτύπωσης η οποία παρέχει συνεπή διαγράμματα για εις βάθος ανάλυση δομών σε στρατηγικό επίπεδο, αλλά και σε επίπεδο διαδικασιών. Η DCSYM μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συζητήσεις παρέμβασης, για να δημιουργήσει τους αναγκαίους ισομορφισμούς με την πραγματικότητα. Η DCSYM έχει ισχυρές τεχνικές διαγραμμάτων που αποτελούν μια συνεπή συστημική γλώσσα επικοινωνίας και μπορεί να αποτελέσει παραγωγικό εργαλείο για τα μέλη μιας ομάδας που ερμηνεύουν το ίδιο σύστημα ή παρεμβαίνουν σε αυτό. Η DCSYM είναι περιγραφική, διαγραμματική και με ενσωματωμένη μαθηματική κωδικοποίηση. Παρέχει πλούσια δομική πληροφόρηση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δημιουργικό τρόπο, για να παραγάγει αποτελεσματική συστημική επικοινωνία, αναπαριστώντας δομές σε εύληπτη μορφή.

Η DCSYM πηγάζει από την ανάγκη για δομημένη προσέγγιση στον σχεδιασμό ενός συστήματος ή μιας παρέμβασης, ενώ ισχυρό της σημείο αποτελεί η ικανότητα αποσαφάτωσης των μοντέλων και ο εντοπισμός κενών, ασαφειών και αντιθέσεων. Η συνεισφορά της συζήτησης ως πλατφόρμας μοντελοποίησης είναι σημαντική, μιας και έχει την ικανότητα να οδηγεί τα αντικρουόμενα μέρη σε αναγκαστική σύνθεση και συμφωνία επί της δομής.

Η DCSYM βασίζεται στην ιδέα πως πολλαπλές και ετερογενείς πλευρές ενός συστήματος μπορεί να συνδυαστούν σε μία μόνο σφαιρική αναπαράσταση που μπορεί να προσεγγίσει την πραγματικότητα. Μόλις η πραγματικότητα γίνει αποδεκτή, ο σχεδιασμός του συστήματος, η παρέμβαση και η βελτίωσή του μπορεί να ξεκινήσουν. Η «αλήθεια του προβλήματος» είναι ο ακρογωνιαίος λίθος στο φιλοσοφικό πεδίο της DCSYM. Ο ερευνητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τη DCSYM, για να ξεδιπλώσει σταδιακά την αντικειμενική αναπαράσταση του συστήματος, διαδικασία που είναι η βάση για οποιαδήποτε συστημική ανάλυση.

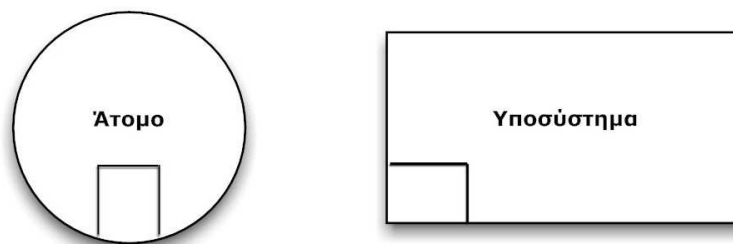
Η DCSYM μπορεί να λειτουργήσει τοπικά και ολικά σαν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων ή μια σημαντική διαδικασία στο σύστημα σχεδιασμού ή στο πεδίο επίλυσης προβλημάτων. Λίγες συστημικές μεθοδολογίες είναι τόσο ευέλικτες όσο η DCSYM. Οι περισσότερες είναι προσανατολισμένες είτε σε στρατηγικό επίπεδο είτε σε διαδικασίες είτε καθαρά προς την παρέμβαση.

Η DCSYM βασίζεται στις έννοιες «σύστημα», «υποσύστημα», «άτομο», «επικοινωνία» και «έλεγχος» και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να αποτυπώνει δομές και διαδικασίες. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που διαθέτει η μεθοδολογία αυτή είναι ότι τα αποτελέσματά της έχουν διάρκεια στον χρόνο. Πέρα από τον αρχικό σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται – που είναι η δόμηση μιας κατάστασης –, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια ως εργαλείο για λήψη αποφάσεων, αναδιοργάνωση και έλεγχο λειτουργιών μέσα σε έναν οργανισμό. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της DCSYM είναι ότι δεν επηρεάζεται από την υποκειμενικότητα του ερευνητή και κατορθώνει να φθάσει σε αντικειμενική περιγραφή του προβλήματος. Με την DCSYM ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να μπει σε λεπτομέρειες και να συνθέσει τα διαφορετικά μέρη του προβλήματος. Αυτό με τη σειρά του θα οδηγήσει στην ανίχνευση των λαθών και προτάσεις βελτίωσης.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα σχεδιαστικά στοιχεία της DCSYM μαζί με κάποια μικρά παραδείγματα τα οποία καλύπτουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν κατά την αποτύπωση μιας κατάστασης.

5.2.1 Στοιχείο

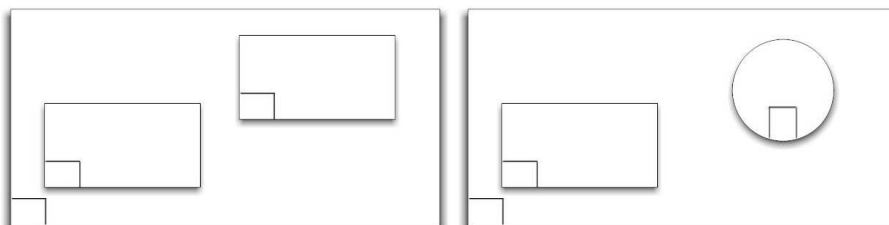
Ένα άτομο ή ένα υποσύστημα το οποίο μπορεί να ληφθεί ως ένα μοναδικό συστατικό τού συστήματος καλείται **στοιχείο**. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για τα στοιχεία είναι ο *κύκλος* για τα άτομα και το *ορθογώνιο* για τα υποσυστήματα. Στο κάθε στοιχείο σχεδιάζεται ένα μικρό τετράγωνο το οποίο φιλοξενεί έναν αριθμό που δηλώνει τη θέση του υποσυστήματος ή του ατόμου (Εικόνα 5-2):



Εικόνα 5-2: DCSYM αναπαράσταση ατόμου και υποσυστήματος

5.2.2 Μέρος του όλου

Ένα ή περισσότερα στοιχεία (άτομα ή υποσυστήματα) μπορεί να συνθέτουν ένα υποσύστημα ενός συστήματος (Εικόνα 5-3):



Εικόνα 5-3: Αναπαράσταση υποσυστημάτων και ατόμων μέσα σε σύστημα

5.2.3 Ολότητα

Είναι μια αναπόσπαστη οντότητα που συμβολίζεται με Ω και είναι η ένωση των ατόμων και των υποσυστημάτων του προβλήματος. Δηλαδή, ισχύει το εξής :

$$\Omega = I \cup S$$

[Σχέση 5-1]

όπου $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_k, \dots, i_n\}$, το υποσύνολο των ατόμων
και $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_k, \dots, s_n\}$, το υποσύνολο των υποσυστημάτων.

5.2.4 Επικοινωνία

Είναι η ροή πληροφορίας μεταξύ δύο τουλάχιστον υποσυστημάτων μέσα στο Ω . Η διάκριση των επικοινωνιών γίνεται με βάση τον τύπο ή το είδος τους. Τύποι που σχεδιάζονται με τόξα είναι μονοκατευθυνόμενοι και η ροή της πληροφορίας γίνεται μόνο προς τη μία κατεύθυνση, ενώ τύποι που σχεδιάζονται με ακμές δηλώνουν δι-κατευθυνόμενη επικοινωνία, δηλαδή η ροή της πληροφορίας γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Κάθε τύπος ολοκληρώνεται με την τιμή του η οποία είναι ένα από τα γράμματα που σημαίνουν τα εξής (Πίνακας 5-2):

P,p	Πιθανή διαμάχη (αυθόρμητη επικοινωνία σε κατάσταση διαμάχης)
C,c	Επικοινωνία (καλή επικοινωνία)
U,u	Σκόπιμη ενέργεια (καλή αναγκαία επικοινωνία)
G,g	Γενική αλληλεπίδραση ή επιρροή (αλληλεπίδραση χωρίς συγκεκριμένο λόγο επικοινωνίας)
D,d	Επικοινωνία με απόκλιση (ατελής επικοινωνία με αναπόφευκτη φθορά πληροφορίας)
Δ,δ	Επικοινωνία με σκόπιμη απόκλιση (ατελής αναγκαία επικοινωνία με αναπόφευκτη φθορά πληροφορίας)

Πίνακας 5-2: Κωδικοποίηση επικοινωνιών κατά Bowen

Κατά τη διαδικασία δόμησης ενός προβλήματος με τη μεθοδολογία DCSYM, είναι απαραίτητο να σχεδιαστούν τα διάφορα υποσυστήματα και άτομα του συστήματος, καθώς και οι μεταξύ τους σχέσεις. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό κάθε στοιχείο να τοποθετείται έτσι ώστε να φαίνεται ξεκάθαρα η θέση και ο ρόλος του μέσα στο Ω . Προκειμένου να γίνει αυτό με τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργείται σύγχυση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία του συστήματος και η θέση του κάθε στοιχείου να είναι μοναδική, χρησιμοποιείται, όπως είδαμε και παραπάνω, ένας αριθμός ο οποίος τοποθετείται μέσα στο στοιχείο σε ένα μικρό τετράγωνο. Η χωροθέτηση ενός στοιχείου συμβολίζεται με θ . Στη συνέχεια, δίνονται κάποια παραδείγματα στα οποία φαίνεται ο τρόπος απόδοσης κωδικού στο κάθε στοιχείο του συστήματος με βάση αυτόν τον αριθμό και καλύπτουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις για τη θέση που μπορεί να έχει ένα στοιχείο μέσα στο υπό μελέτη σύστημα.

5.2.5 Έλεγχος

Ο έλεγχος αναφέρεται στη ροή πληροφοριών ελέγχου από τον Controller στον Controlled. Η αξιολόγηση των καναλιών ελέγχου ακολουθεί τη σήμανση της αξιολόγησης των καναλιών επικοινωνίας με τους αντίστοιχους δείκτες να είναι κεφαλαία αντί πεζά γράμματα.

5.2.6 Βασικά στοιχεία

Είναι τα υποσυστήματα του Ω τα οποία δεν περιέχονται σε άλλα υποσυστήματα. Συμβολίζουμε με $\theta[j] = JS$, όπου JS σημαίνει ότι το βασικό υποσύστημα s_j είναι ένα υποσύστημα στη θέση j . Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 5-4) φαίνεται αυτή η περίπτωση.

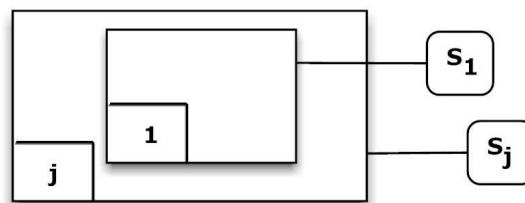


Εικόνα 5-4: Κωδικοποίηση βασικού υποσυστήματος

5.2.7 Μη βασικά στοιχεία

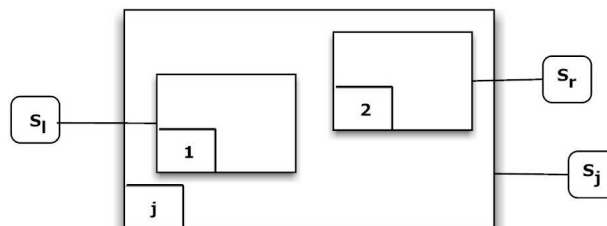
Είναι όλα τα στοιχεία του Ω τα οποία συμπεριλαμβάνονται σε άλλα στοιχεία. Έχουμε τις εξής υποπεριπτώσεις:

Έχουμε $\theta[l] = J1S$, που σημαίνει ότι το s_1 είναι το πρώτο υποσύστημα του υποσυστήματος που βρίσκεται στη θέση j και φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Εικόνα 5-5):



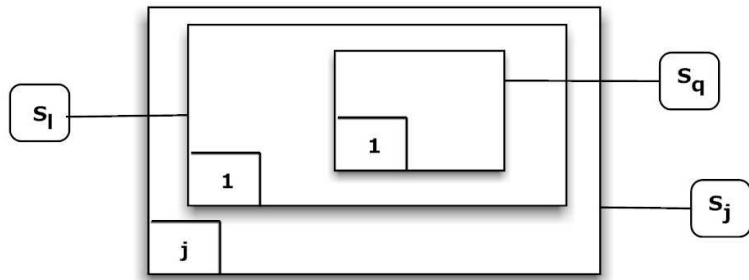
Εικόνα 5-5: Κωδικοποίηση μη βασικού υποσυστήματος

Έχουμε $\theta[l] = J1S$ και $\theta[r] = J2S$ και προκύπτει το παρακάτω σχήμα (Εικόνα 5-6):



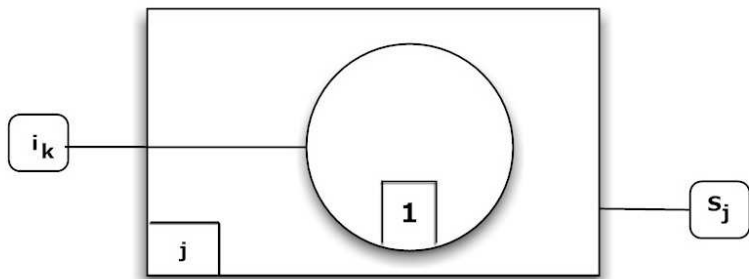
Εικόνα 5-6: Κωδικοποίηση δύο μη βασικών υποσυστημάτων

Έχουμε $\theta[q] = J11S$ που σημαίνει ότι το s_q είναι το πρώτο υποσύστημα του s_l , το οποίο είναι το πρώτο υποσύστημα του s_j στη θέση j (Εικόνα 5-7):



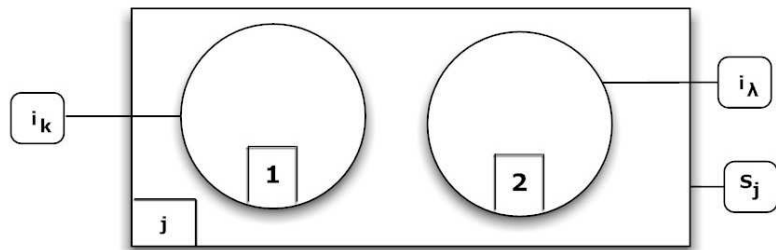
Εικόνα 5-7: Κωδικοποίηση πολλαπλών υποσυστημάτων

Έχουμε $\theta[k] = J1I$ που σημαίνει ότι το ik είναι το πρώτο άτομο του υποσυστήματος s_j στη θέση j (Εικόνα 5-8):



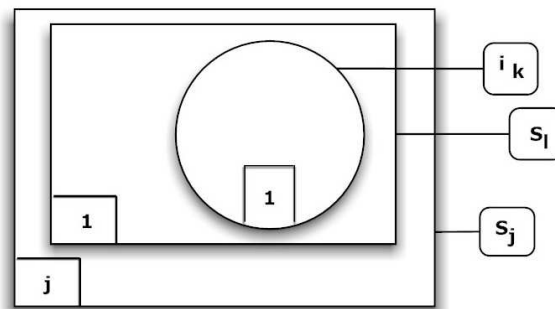
Εικόνα 5-8: Άτομο σε υποσύστημα

Έχουμε $\theta[k] = J1I$ και $\theta[\lambda] = J2I$ (Εικόνα 5-9):



Εικόνα 5-9: Δύο άτομα σε υποσύστημα

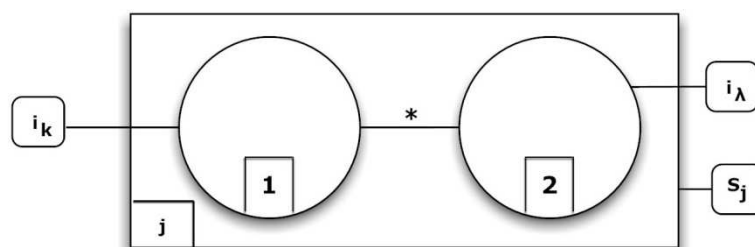
Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε το εξής: $\theta[k] = J11I$ που σημαίνει ότι το ik είναι το πρώτο άτομο του s_l το οποίο είναι το πρώτο υποσύστημα του υποσυστήματος s_j στη θέση j (Εικόνα 5-10).



Εικόνα 5-10: Πολλαπλή κωδικοποίηση

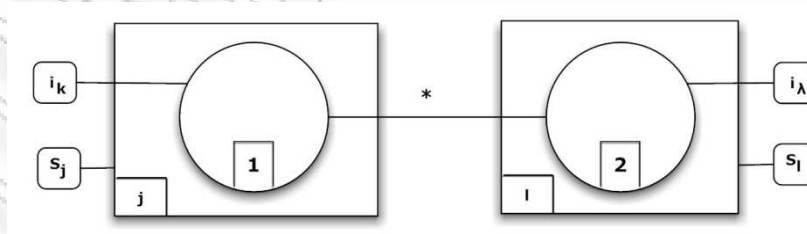
Στη συνέχεια, θα δοθούν κάποια παραδείγματα σχετικά με τις επικοινωνίες μεταξύ των υποσυστημάτων και των ατόμων. Τα παραδείγματα αυτά καλύπτουν και πάλι όλες τις πιθανές περιπτώσεις επικοινωνίας που μπορεί να προκύψουν. Έτσι έχουμε τα εξής παραδείγματα:

(α) Έχουμε την επικοινωνία $J1I * J2I$ που σημαίνει ότι το i_k και το i_l είναι το πρώτο και το δεύτερο, αντίστοιχα, άτομο του υποσυστήματος s_j και ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ τους. Το '*' είναι ένα από τα είδη επικοινωνίας που αναφέρθηκαν παραπάνω (Εικόνα 5-11):



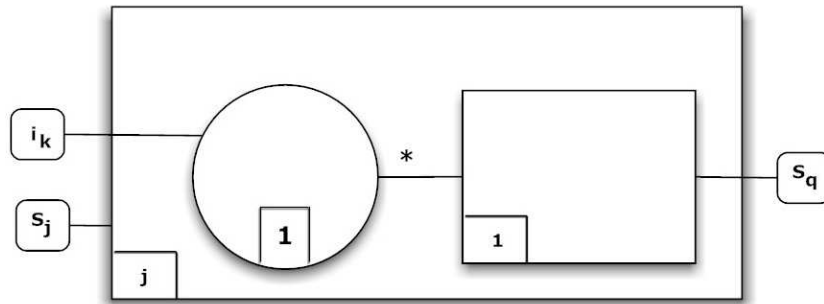
Εικόνα 5-11: Επικοινωνία μεταξύ ατόμων του ίδιου υποσυστήματος

(β) Έχουμε την επικοινωνία μεταξύ υποσυστημάτων μέσω των ατόμων i_k και i_l με τη σχέση $J1I * L2I$ η οποία φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Εικόνα 5-12):



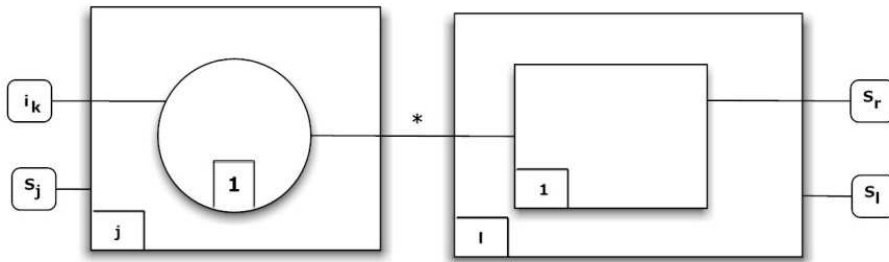
Εικόνα 5-12: Επικοινωνία μεταξύ ατόμων διαφορετικών υποσυστημάτων

(γ) Έχουμε επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος μέσα στο ίδιο υποσύστημα και συμβολίζεται με $J1I * L2I$ (Εικόνα 5-13):



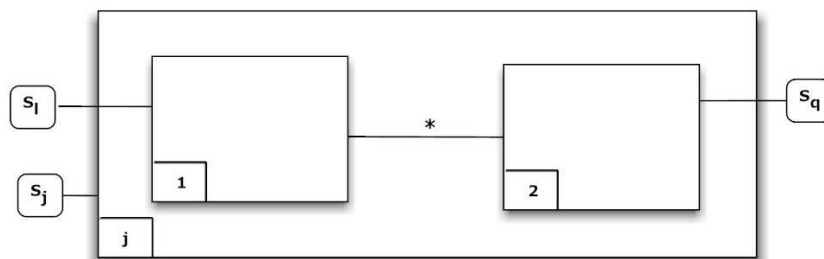
Εικόνα 5-13: Επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος

(δ) Έχουμε επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος διαφορετικών υποσυστημάτων και δηλώνεται με $J1I * L1S$ (Εικόνα 5-14):



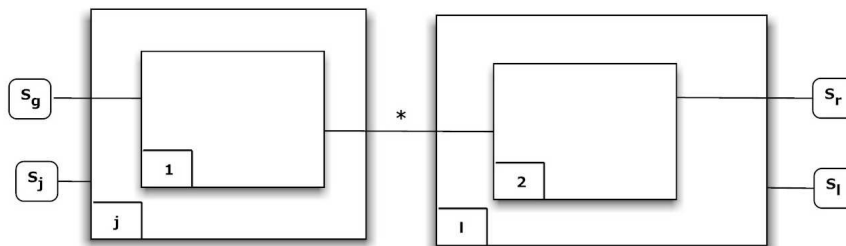
Εικόνα 5-14: Επικοινωνία μεταξύ ατόμου και υποσυστήματος διαφορετικών υποσυστημάτων

(ε) Έχουμε επικοινωνία μεταξύ υποσυστημάτων του ίδιου υποσυστήματος, $J1S * J2S$ (Εικόνα 5-15):



Εικόνα 5-15: Επικοινωνία μεταξύ υποσυστημάτων του ίδιου μη βασικού υποσυστήματος

(στ) Έχουμε επικοινωνία μεταξύ υποσυστημάτων διαφορετικού υποσυστήματος, $J1S * G1S$ (Εικόνα 5-16):



Εικόνα 5-16: Επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών υποσυστημάτων διαφορετικών μη βασικών υποσυστημάτων

5.2.8 Μήτρα επικοινωνιών

Η μήτρα επικοινωνιών είναι ένας κωδικοποιημένος πίνακας που παρουσιάζει το σύνολο των καναλιών επικοινωνίας μαζί με τις αξιολογήσεις τους.

5.2.9 Μήτρα ελέγχου

Η μήτρα ελέγχου είναι ένας κωδικοποιημένος πίνακας που παρουσιάζει το σύνολο των καναλιών ελέγχου μαζί με τις αξιολογήσεις τους. Τόσο η μήτρα επικοινωνιών όσο και η μήτρα ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω για μαθηματική επεξεργασία, όπως για παράδειγμα σε συνδυασμό με τη θεωρία γραφημάτων σε θέματα πυρήνων συνεκτικότητας, σταθερότητας κλπ.

5.2.10 Επίπεδα δομών και επικοινωνιών

Η DCSYM δίνει τη δυνατότητα να αναλύσουμε το γράφημα σε επίπεδα τα οποία, όταν συνδεθούν κατάλληλα, μας δίνουν το πλήρες σύστημα. Τα βασικά επίπεδα τα οποία έχουν ενδιαφέρον είναι αυτά της Εικόνας 5-17.

5.2.11 Διαδικασίες

Πρόκειται για διαδρομές στο διάγραμμα DCSYM οι οποίες περιγράφουν ροές γεγονότων ή/και πληροφοριών. Το σύνολο των γεγονότων αποτελούν μια διαδικασία.

Επίπεδο 1: Επίπεδο βασικών υποσυστημάτων

Πρόκειται για διάγραμμα DCSYM το οποίο παρουσιάζει μόνο τα βασικά υποσυστήματα της μορφής jS του Ω .

Επίπεδο 2: Επίπεδο μη βασικών υποσυστημάτων

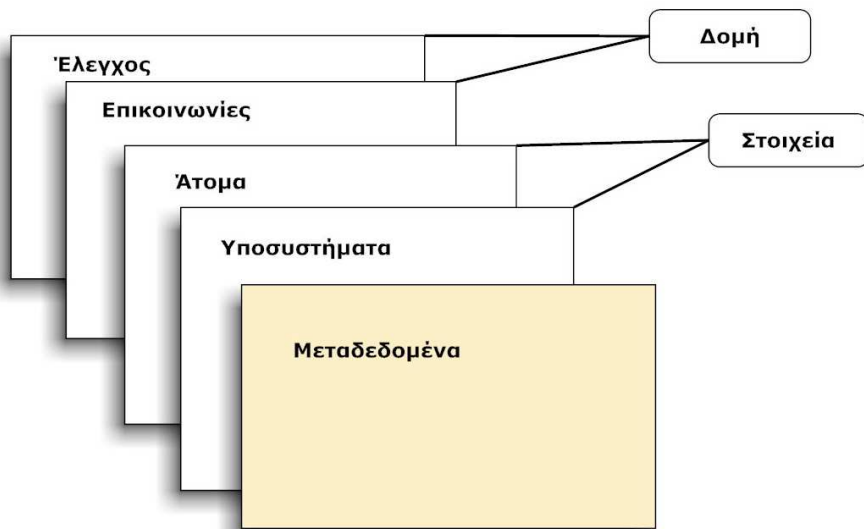
Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται υποσυστήματα των βασικών υποσυστημάτων.

Επίπεδο 3: Επίπεδο ατόμων

Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται τα άτομα με τις επικοινωνίες και τους ελέγχους.

Ταίριασμα επιπέδων

Ταίριασμα των επιπέδων είναι η διαδικασία με την οποία τα επίπεδα της DCSYM συνδυάζονται, ώστε να δώσουν το συνολικό διάγραμμα (Εικόνα 5-17):



Εικόνα 5-17: Επίπεδα DCSYM και ταίριασμα επιπέδων

5.2.12 Μαθηματικός φορμαλισμός της DCSYM

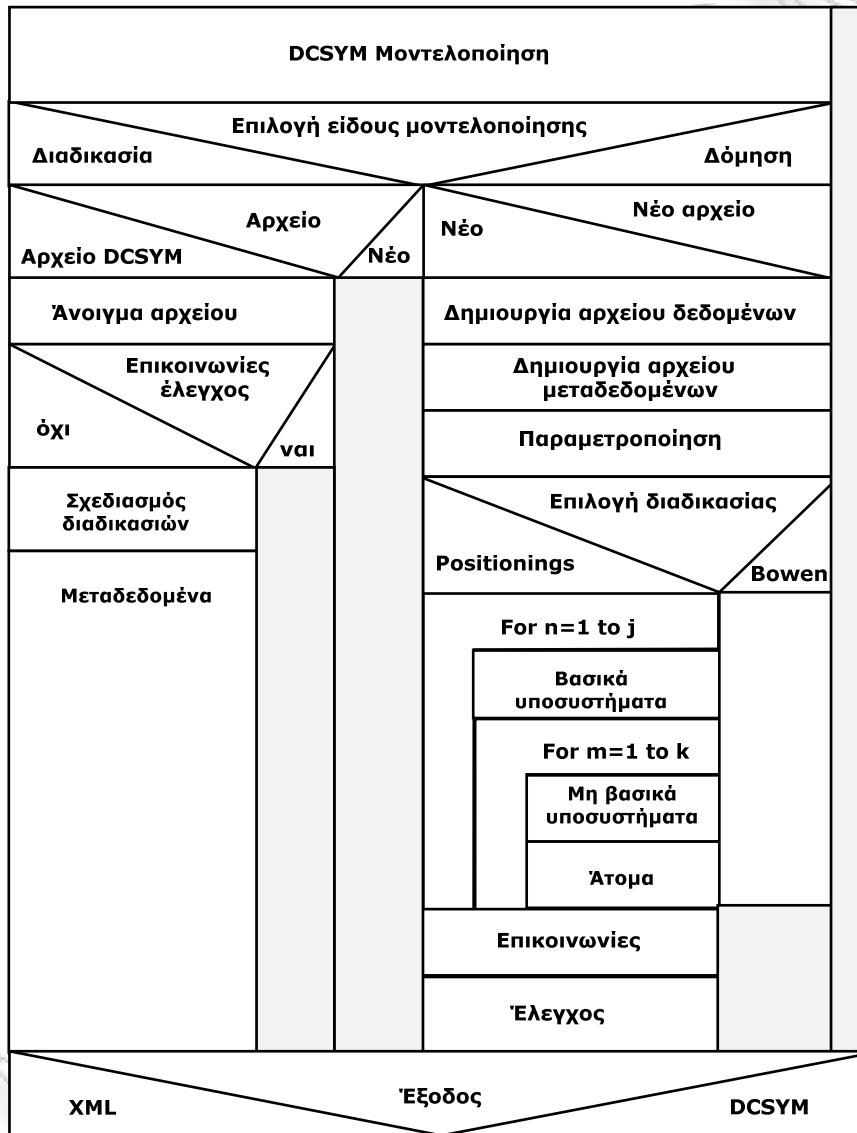
Κάθε στοιχείο ενός συστήματος Ω έχει τις συντεταγμένες του οι οποίες δίνονται από μια διάταξη της μορφής $[klm \dots n]S$ ή $[klm \dots n]I$ για υποσύστημα ή άτομο, αντίστοιχα. Η επικοινωνία από ένα στοιχείο σε ένα άλλο δηλώνεται με μια μαθηματική πρόταση της μορφής $[klm \dots n]S K > [k'l'm' \dots n']S$ ή $[klm \dots n]S < K [k'l'm' \dots n']S$ όπου K είναι ο χαρακτηρισμός του είδους της επικοινωνίας, ενώ είναι εμφανής και η ροή της επικοινωνίας. Η γενική επικοινωνία μεταξύ δύο στοιχείων περιγράφεται ως $[klm \dots n]S * [k'l'm' \dots n']S$. Η συντομογραφία αυτή απλά περιγράφει τη σύνδεση και όχι το είδος της.

5.3 DCSYM Modeling Tool

Προκειμένου να διευκολυνθεί η μαθησιακή συζήτηση μεταξύ των εκπαιδευτικών και των ειδικών αναφορικά με τη δόμηση πληροφοριακών συστημάτων και δη Εικονικών Κοινοτήτων, σχεδιάσαμε ένα πληροφοριακό σύστημα βασισμένο στη διαλεκτική μεθοδολογία DCSYM την οποία και παρουσιάσαμε αναλυτικά σε προηγούμενες παραγράφους. Στόχος του πληροφοριακού συστήματος είναι να δώσει τη δυνατότητα στα άτομα τα οποία συγκροτούν το σύστημα παρέμβασης να πραγματοποιούν τις γνωστικές τους αντανάκλασεις εύκολα και με ακρίβεια μέσω ενός εύκολου και διαισθητικού πληροφοριακού συστήματος.

Ο γενικός αλγόριθμος μοντελοποίησης με DCSYM παρουσιάζεται στην Εικόνα 5-18. Ο χρήστης επιλέγει αρχικά τον τύπο μοντελοποίησης, μοντελοποίηση διαδικασίας ή μοντελοποίηση δόμησης και επικοινωνιών. Εφόσον ο χρήστης επιλέξει τη μοντελοποίηση δόμησης, δημιουργεί αρχικά τα βασικά υποσυστήματα τα οποία και ονομάζει. Ανάλογα με το πληροφοριακό σύστημα, τοποθετεί ο ίδιος ή τοποθετούνται αυτόματα οι ανάλογες διευθύνσεις. Όπως τονίσαμε και στη εισαγωγή της παρούσας

εργασίας, η δημιουργία των υποσυστημάτων ανήκει στην κατηγορία των αποφάσεων που σχετίζονται με οροθετικές κρίσεις. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι στην ομάδα παρέμβασης πιθανόν είναι να γίνει εισήγηση εναλλακτικών οροθετήσεων των βασικών υποσυστημάτων.



Εικόνα 5-18: Nassi-Schneiderman διάγραμμα της εφαρμογής DCSYM modelling tool

Το λογισμικό υλοποίησης της DCSYM θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα να αναπτύσσονται παράλληλα περισσότερα από ένα μοντέλα τα οποία και θα τεθούν στη συνέχεια σε διαλογική συζήτηση. Εφόσον η ομάδα κατασταλάξει σε ένα κοινό αποδεκτό πρώτο επίπεδο βασικών υποσυστημάτων, θα πρέπει να προχωρήσει στο δεύτερο στάδιο μοντελοποίησης. Για παράδειγμα, κατά τη μοντελοποίηση της Εικονικής Κοινότητας όπου πραγματοποιήθηκε και η έρευνα της παρούσας εργασίας έγινε αρ-

κετή συζήτηση σχετικά με την τοποθέτηση των βασικών υποσυστημάτων ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τα όρια του ελέγχου (administration levels).

Στην επόμενη φάση, έχουμε την τοποθέτηση των υποσυστημάτων και των ατόμων. Συνήθως στη φάση αυτή δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις, ή για να το τοποθετήσουμε πιο σωστά, οι διαφοροποιήσεις μειώνονται με την αύξηση των επιπέδων δόμησης. Στο επόμενο στάδιο, τοποθετούνται τα κανάλια ελέγχου και οι χαρακτηρισμοί για κάθε κανάλι. Τέλος, τοποθετούνται τα κανάλια ελέγχου και αμφίδρομης επικοινωνίας.

Το τελικό μοντέλο στη συνέχεια αποθηκεύεται είτε ως μητρικό format της εφαρμογής είτε ως γενικότερο XML αρχείο. Στη δεύτερη περίπτωση είναι δυνατόν τα δεδομένα να διοχετευτούν και σε άλλες εφαρμογές μέσω σχετικών parser.

5.4 DCSYM και XML

Σε μια εποχή, όπως η σημερινή, όπου οι πληροφορίες παρέχονται κατά βάση μέσω του παγκόσμιου διαδικτύου, τα έγγραφα που διακινούνται πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμα, μεταφέρσιμα και ευέλικτα. Πρέπει, επίσης, να είναι ανεξάρτητα οποιουδήποτε συστήματος και περιεχομένου. Οι γενικευμένες γλώσσες που χρησιμοποιούνται έχουν τέτοια χαρακτηριστικά, παρέχοντας στα έγγραφα που παράγουν μια δυνατότητα η οποία δεν υπάρχει σε άλλες γλώσσες περιγραφής εγγράφων. Μια λύση στο πρόβλημα της προσβασιμότητας προσπάθησε να δώσει η HTML, όμως είναι αρκετά προβληματική και περιοριστική γλώσσα. Η XML, από την άλλη, έλυσε πολλά από τα προβλήματα που αντιμετώπισαν κατά καιρούς οι σχεδιαστές του web και είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη της XHTML, μιας ανασχεδιασμένης HTML με πολλές επιπρόσθετες ιδιότητες και λειτουργίες. Είναι σίγουρο πως θα χρησιμοποιείται για πολλά χρόνια, καθώς προσφέρει αποτελεσματικές και δυναμικές πολυμεσικές λύσεις.

Η γλώσσα XML αναπτύχθηκε από μια Ομάδα Εργασίας της XML κάτω από την κηδεμονία του διεθνούς οργανισμού World Wide Web Consortium (W3C) το 1996. Εδραιώθηκε από τον John Bosak της Sun Microsystems με την ενεργό συμμετοχή μιας XML Ομάδας Ειδικού Ενδιαφέροντος (που οργανώθηκε από τον Οργανισμό W3C).

Οι προσχεδιασμένοι στόχοι της XML είναι:

- ❖ Η XML να είναι εύχρηστη στο Internet
- ❖ Η XML να υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία από εφαρμογές
- ❖ Η XML να είναι συμβατή με την SGML
- ❖ Να είναι εύκολο να γράφονται προγράμματα που επεξεργάζονται XML έγγραφα
- ❖ Ο αριθμός των προαιρετικών χαρακτηριστικών στην XML να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρός, με ιδανικό επίπεδο το μηδέν
- ❖ Τα XML έγγραφα να είναι ευανάγνωστα
- ❖ Ο σχεδιασμός XML να προετοιμάζεται γρήγορα
- ❖ Ο σχεδιασμός XML να είναι τυπικός και περιεκτικός
- ❖ Τα XML έγγραφα να δημιουργούνται εύκολα
- ❖ Η περιεκτικότητα στον XML συμβολισμό είναι μικρής σημασίας.

5.5 DCSYM XSD: Ο πυρήνας της εφαρμογής διαχείρισης μοντέλων DCSYM

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε στη σωστή αποτύπωση της δομής δεδομένων σε αρχείο XLM. Η XML προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας γλωσσών δεδομένων σε κλειστά συστήματα γνώσης¹⁰⁶. Η εξασφάλιση της συμβατότητας απαιτεί τη δημιουργία του κατάλληλου συντακτικού, το οποίο και θα αποτελέσει τον προκαταβολικό οργανωτή των δεδομένων. Το συντακτικό αυτό οργανώνεται μέσω της δομής XSD η οποία και παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 5-3.

Αρχικά δημιουργήσαμε μια δομή δεδομένων την οποία ονομάσαμε DCSYMmodel. Κάθε μοντέλο DCSYM το οποίο θα δημιουργηθεί στο εξής θα πρέπει να είναι του τύπου DCSYMmodel. Προκειμένου να δοθεί δομή στο DCSYMmodel, δημιουργήθηκαν και οι παρακάτω δομές ή τύποι:

A) DCSYM Model: Το DCSYM Model είναι μια δομή δεδομένων η οποία αποτελεί και την υλοποίηση του στοιχείου model του XSD. Μελλοντικά το XSD είναι δυνατόν να επεκταθεί και με άλλους τύπους μοντέλων, όπως για παράδειγμα μοντέλα SD ή CLD.

B) Metadata: Τα μεταδεδομένα είναι απαραίτητα, γιατί πλαισιώνουν το μοντέλο με στοιχεία αρχειοθέτησης για βιβλιοθήκη μοντέλων, δωμάτια συνεργασιών κλπ. Τα μεταδεδομένα είναι φυσικά επεκτάσιμα και είναι δυνατόν να περάσουν στο XML από διαφορετικό πληροφοριακό σύστημα από αυτό το οποίο θα κατασκευάσει το μοντέλο. Με τον τρόπο αυτόν, είναι δυνατόν να προσθέτουμε ή να τροποποιούμε μεταδεδομένα ανεξάρτητα από αυτό καθαυτό το μοντέλο DCSYM. Βασικά πεδία των μεταδεδομένων είναι ο τίτλος, ο υπότιτλος, οι λέξεις κλειδιά, η ομάδα ανάπτυξης. Ιδιαίτερα για την περίπτωση συνεργατικής παραγωγής του μοντέλου προστέθηκαν και μεταδεδομένα αναφορικά με την τρέχουσα έκδοση του μοντέλου, την περιγραφή της περίπτωσης, αλλά και παρατηρήσεις της ομάδας ανάπτυξης.

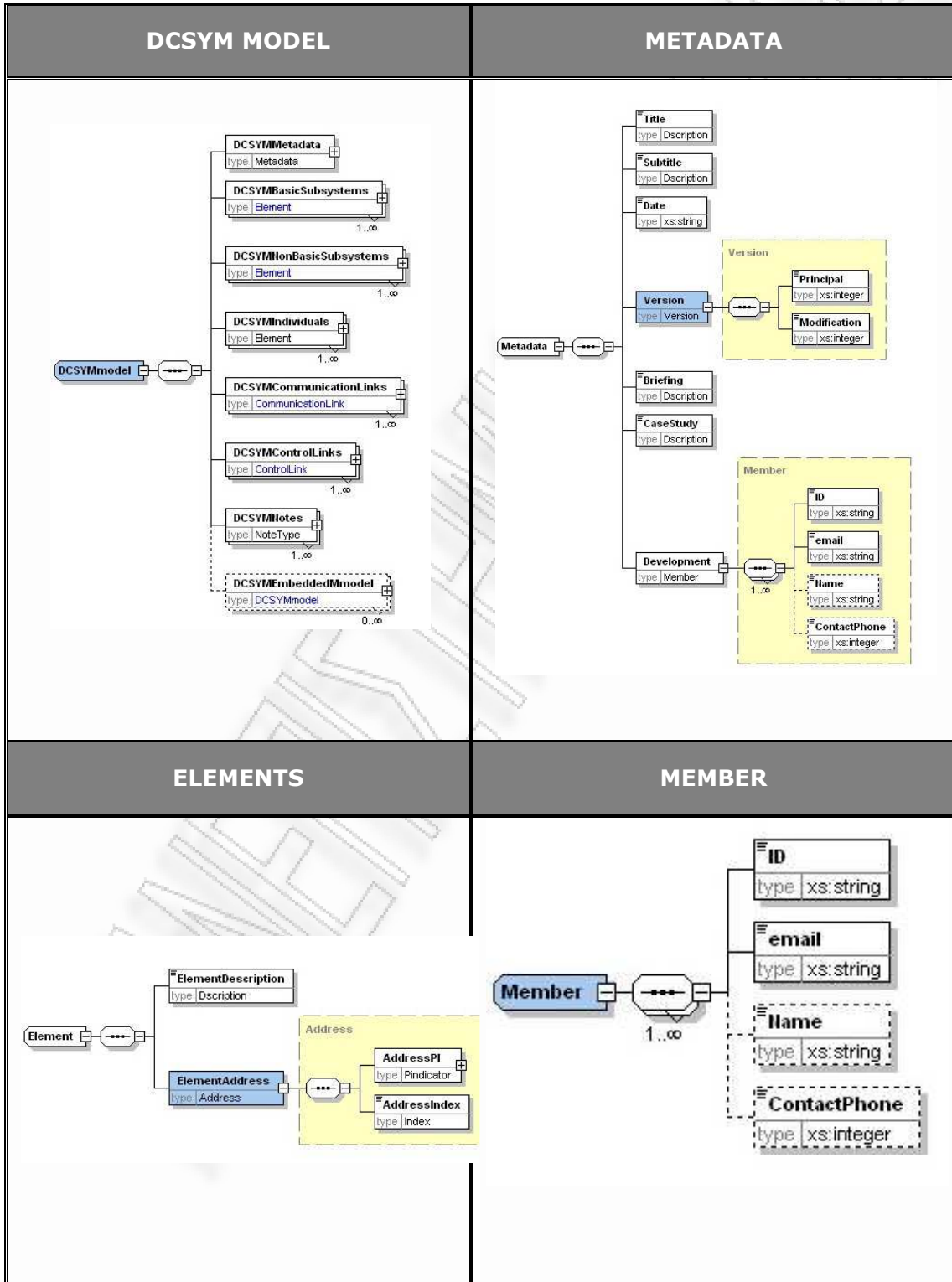
Γ) Address: Ο τύπος αυτός αποτελεί μια γενικευμένη διεύθυνση των στοιχείων που απαρτίζουν το μοντέλο. Αποτελείται από μια σειρά αριθμών το AddressIndex και ένα προσδιοριστικό AddressPI. Το AddressPI είναι μια σειρά επιλογών S=subsystem, I=individual, C=communication E=control. Η τυπική μορφή μιας διεύθυνσης είναι [Index] AddressPI. Για παράδειγμα, [123]S σημαίνει το υποσύστημα 3 του υποσυστήματος 2 του βασικού υποσυστήματος 1.

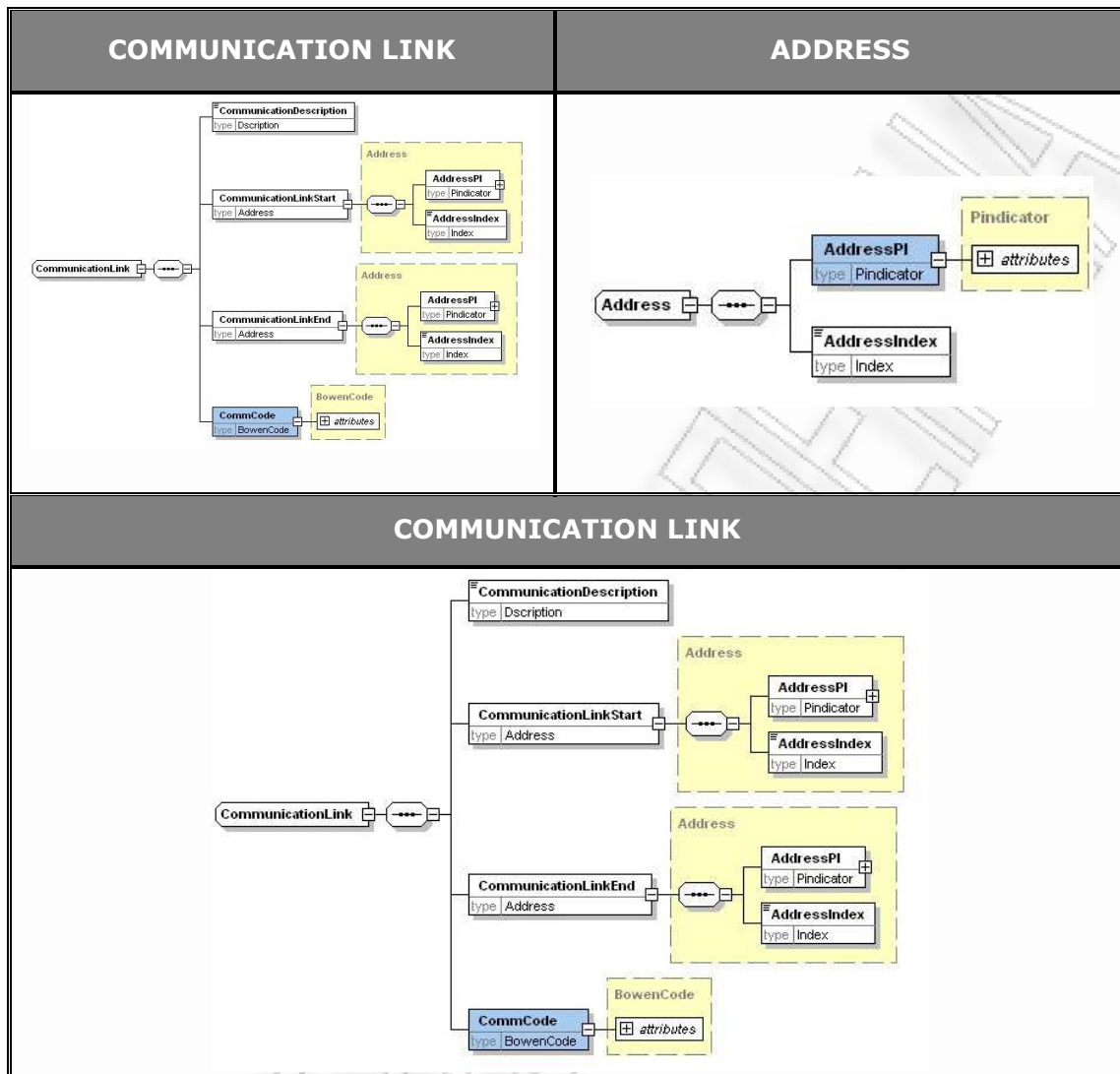
Δ) Element: Ο τύπος αυτός αφορά όλα τα στοιχεία της DCSYM: Βασικά υποσυστήματα, μη βασικά υποσυστήματα και άτομα. Τα στοιχεία διαφοροποιούνται με βάση τη μορφή της διεύθυνσής τους. Για παράδειγμα, το στοιχείο [1]S είναι βασικό, ενώ το στοιχείο [12]S είναι μη βασικό. Επομένως, ο μετασχηματισμός ενός μοντέλου σε δεδομένα μηχανής πραγματοποιείται μέσω των διευθύνσεων. Το Element είναι ένας σύνθετος τύπος και, εκτός από τη διεύθυνση, διαθέτει και ένα επίπεδο semantics που αποτελεί και την περιγραφή του.

Ε) CommunicationLink: Το CommunicationLink είναι ένας σύνθετος τύπος ο οποίος αποτελείται από τέσσερα πεδία: α) CommunicationDescription, που περιέχει τα semantics της επικοινωνιακής σύνδεσης, το CommunicationLinkStart, που περιέχει τη διεύθυνση του στοιχείου έναρξης της επικοινωνίας, το CommunicationLinkEnd, που περιέχει τη διεύθυνση του στοιχείου λήξης της επικοι-

¹⁰⁶ Για παράδειγμα η γλώσσα EML (Koper, 2004).

ωνίας, και το CommCode, το οποίο είναι το στοιχείο χαρακτηρισμού της επικοινωνιακής σύνδεσης με βάση τους χαρακτηρισμούς Bowen.





Πίνακας 5-3: Δομή XSD των μοντέλων DCSYM

Ε) **ControlLink**: Το ControlLink είναι ένας σύνθετος τύπος ο οποίος αποτελείται από πέντε πεδία: α) ControlDescription, που περιέχει τα semantics της επικοινωνιακής σύνδεσης, το ControlLinkStart, που περιέχει τη διεύθυνση του στοιχείου έναρξης του ελέγχου, το ControlLinkEnd, που περιέχει τη διεύθυνση του στοιχείου κατεύθυνσης του ελέγχου, το ControlCode, το οποίο είναι το στοιχείο χαρακτηρισμού σύνδεσης ελέγχου με βάση τους χαρακτηρισμούς Bowen, και το FeedbackCode, το οποίο περιέχει τον χαρακτηρισμό σύνδεσης του καναλιού ανατροφοδότησης του ελέγχου.

5.6 Ανάπτυξη των εφαρμογών διαχείρισης αρχείων XLD

Η πρώτη εφαρμογή διαχείρισης των αρχείων XLD, DCSYM XLD manager είναι μη γραφική εφαρμογή βασισμένη στην πλατφόρμα Altova Stylevision και έχει ως σκοπό τη δημιουργία XLD αρχείων μέσω του XSD συντακτικού (Εικόνα 5-19). Η εφαρμογή αυτή στοχεύει στον χρήστη ο οποίος επιθυμεί να δημιουργεί DCSYM μοντέλα χωρίς κατ' ανάγκη την υποστήριξη κάποιου γραφικού περιβάλλοντος. Ο χρήστης

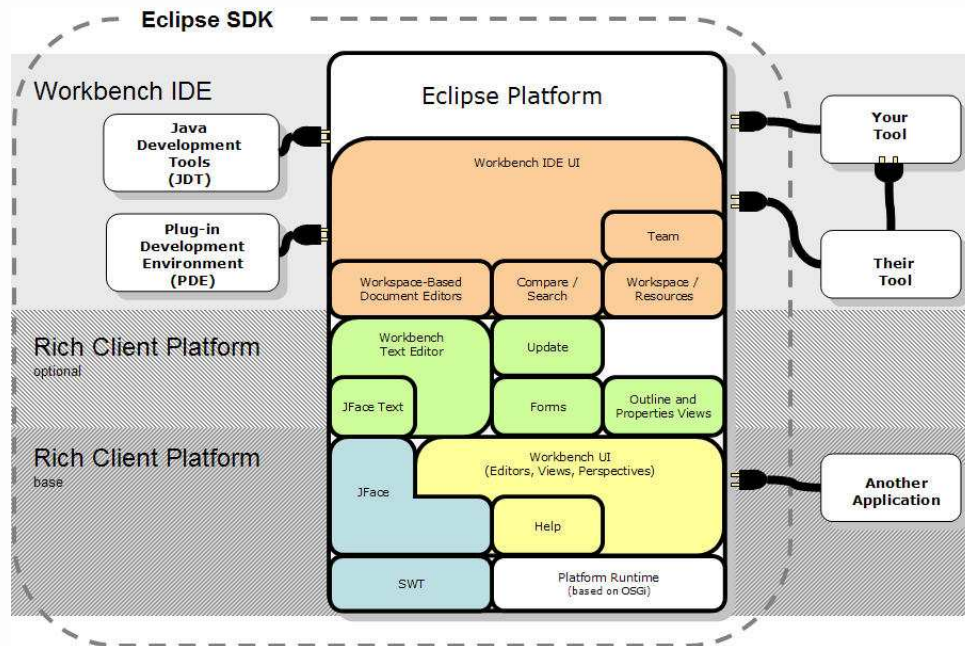
μπορεί να δημιουργεί έγκυρα αρχεία DCSYM εύκολα για ανταλλαγή ή αποθήκευση. Η εφαρμογή αυτή στερείται, όμως, δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης και διαλεκτικής χρήσης. Για τον λόγο αυτόν, προχωρήσαμε στην ανάπτυξη γραφικού περιβάλλοντος διαχείρισης αρχείων DCSYM(XLD).

DCSYMMetadata				
Title	Σχήμα διαχείρισης Εικονικής κοινότητας			
Subtitle	Βασικό σχήμα διαχείρισης			
Date	10/12/2008			
Version				
Briefing	Παρουσιάζεται το εντελώς απαραίτητο σχήμα			
CaseStudy	ΕΠΑΛ Πετρούπολης			
Development				
DCSYMBasicSubsystems (1)				
ElementDescrip...	ElementAddress			
1 Server sch.gr	ElementAddress			
	AddressPI	= PI S		
	AddressIndex	1		
DCSYMHonBasicSubsystems (2)				
ElementDescrip...	ElementAddress			
1 Domain	ElementAddress			
	AddressPI	= PI S		
	AddressIndex	11		
2 CMS	ElementAddress			
	AddressPI	= PI S		
	AddressIndex	12		
DCSYMIndividuals (3)				
ElementDescrip...	ElementAddress			
1 SuperAdmin	ElementAddress			
	AddressPI	= PI |		
	AddressIndex	11		
2 DomainAdmin	ElementAddress			
	AddressPI	= PI |		
	AddressIndex	111		
3 CMSAdmin	ElementAddress			
	AddressPI	= PI |		
	AddressIndex	121		
DCSYMCommunicationLinks (2)				
Communication...	CommunicationLinkStart	CommunicationLinkEnd	CommCode	
1 Επικοινωνία εντός Domain	CommunicationLinkStart	CommunicationLinkEnd	CommCode	
	AddressPI	AddressPI	= Code D	
	AddressIndex	AddressIndex	111 121	
2 Επικοινωνία με Server	CommunicationLinkStart	CommunicationLinkEnd	CommCode	
	AddressPI	AddressPI	= Code U	
	AddressIndex	AddressIndex	111 11	
DCSYMControlLinks (2)				
ControlDescrip...	ControlLinkStart	ControlLinkEnd	ControlCode	FeedBackCode
1 Server to Domain	ControlLinkStart	ControlLinkEnd	ControlCode	FeedBackCode Code=G
	AddressPI	AddressPI	= Code G	
	AddressIndex	AddressIndex	11 111	
2 Domain to CMS	ControlLinkStart	ControlLinkEnd	ControlCode	FeedBackCode Code=Δ
	AddressPI	AddressPI	= Code P	
	AddressIndex	AddressIndex	111 121	

Εικόνα 5-19: Δημιουργία αρχείων DCSYM χωρίς γραφικό περιβάλλον

5.7 Εφαρμογή DCSYM Modeling Tool

Η εφαρμογή DCSYM Modelling Tool είναι ένα γραφικό περιβάλλον διαχείρισης XLD αρχείων βασισμένη σε πλατφόρμα Eclipse (Εικόνα 5-20). Ο σκοπός της πλατφόρμας Eclipse είναι να παρασχεθούν οι απαραίτητες υπηρεσίες για τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού ενσωμάτωσης, τα οποία εφαρμόζονται ως πρόσθετα (plug-ins) του Eclipse. Αυτά περιλαμβάνουν τα σημεία επέκτασης που παρέχει σε άλλο πρόσθετο και τα σημεία επέκτασης από άλλο πρόσθετο τα οποία αυτό απαιτεί. Επειδή ο αριθμός των προσθέτων είναι ενδεχομένως μεγάλος, τα πρόσθετα δεν φορτώνονται παρά μόνον όταν πρέπει, για να ελαχιστοποιηθεί πραγματικά ο χρόνος εκκίνησης και οι απαιτήσεις πηγών.



Εικόνα 5-20: Δομή της πλατφόρμας Eclipse

Το βασικό σε αυτό το σημείο είναι η αρχιτεκτονική των προσθέτων και πώς αυτά λειτουργούν και αναπτύσσονται με τη χρήση PDE (Personal Development Environment). Ο χώρος εργασίας (Workspace) είναι αρμόδιος για τη διαχείριση των πόρων του χρήστη, οι οποίοι οργανώνονται σε ένα ή περισσότερα προγράμματα στο ανώτατο επίπεδο. Κάθε πρόγραμμα αντιστοιχεί σε ένα subdirectory του καταλόγου χώρου εργασίας του Eclipse (Workspace Directory). Κάθε πρόγραμμα μπορεί να περιέχει τα αρχεία και τους φακέλους.

Ο χώρος εργασίας διατηρεί ένα χαμηλού επιπέδου ιστορικό των αλλαγών σε κάθε πόρο. Αυτό καθιστά πιθανό το να ανατρέψει τις αλλαγές αμέσως, καθώς επίσης και να επανέλθει προηγούμενη αποθηκευμένη κατάσταση, ανάλογα με το πώς ο χρήστης έχει διαμορφώσει τις ρυθμίσεις ιστορικού. Αυτό το ιστορικό ελαχιστοποιεί, επίσης, τον κίνδυνο απώλειας πόρων. Επιπλέον, ο χώρος εργασίας είναι αρμόδιος, για να δηλώσει τα ενδιαφερόμενα εργαλεία για τις αλλαγές στους πόρους του χώρου εργασίας. Ο πάγκος εργασίας (Workbench) αποτελεί το γραφικό σημείο διεπαφής του Eclipse. Εκτός από την επίδειξη των γνωστών επιλογών και των ράβδων εργαλείων, οργανώνεται στις προοπτικές που περιέχουν τις όψεις και τους editors. Ένα από τα ξεχωριστά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του πάγκου εργασίας είναι ότι, αντίθετα από τις περισσότερες εφαρμογές της Java, μοιάζει και δίνει την εντύπωση μιας εγγενούς εφαρμογής. Αυτό συμβαίνει, επειδή χτίζεται, χρησιμοποιώντας το Standard Widget Toolkit (SWT) και JFace, ένα κουτί εργαλείων οθόνης διεπαφής που χτίζεται πάνω στο SWT. Το SWT στοχεύει άμεσα στο εγγενές σύστημα γραφικών του λειτουργικού συστήματος.

Το πρόσθετο υποστήριξης ομάδων διευκολύνει τη χρήση ενός συστήματος ελέγχου έκδοσης ή διαχείρισης διαμόρφωσης, για να διαχειριστεί τους πόρους στα προγράμματα ενός χρήστη και να καθορίσει τη ροή της δουλειάς η οποία είναι απαραίτητη

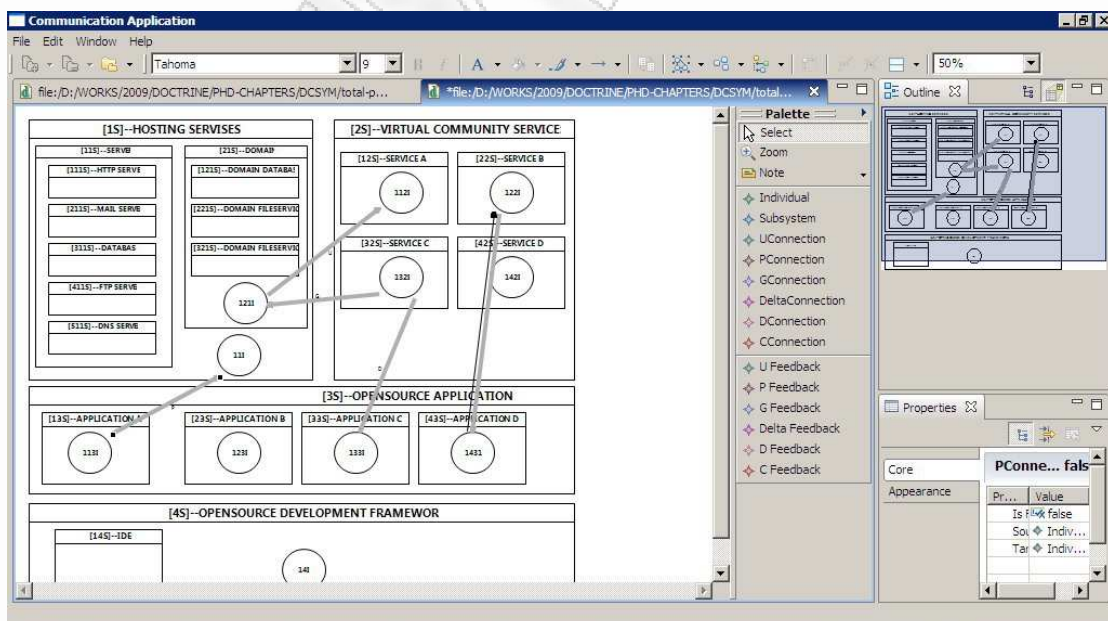
για την αποταμίευση και ανάκτηση από μια αποθήκη. Η πλατφόρμα Eclipse περιλαμβάνει έναν client για το Concurrent Versions System (CVS).

Αν και το Eclipse γράφεται σε Java και η δημοφιλέστερη χρήση του είναι ως ένα Java IDE, αυτό είναι γλώσσα ουδέτερη. Η υποστήριξη για την ανάπτυξη της Java παρέχεται από ένα πρόσθετο συστατικό, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ενώ πρόσθετα είναι διαθέσιμα και για άλλες γλώσσες, όπως C, C++, COBOL, και C#.

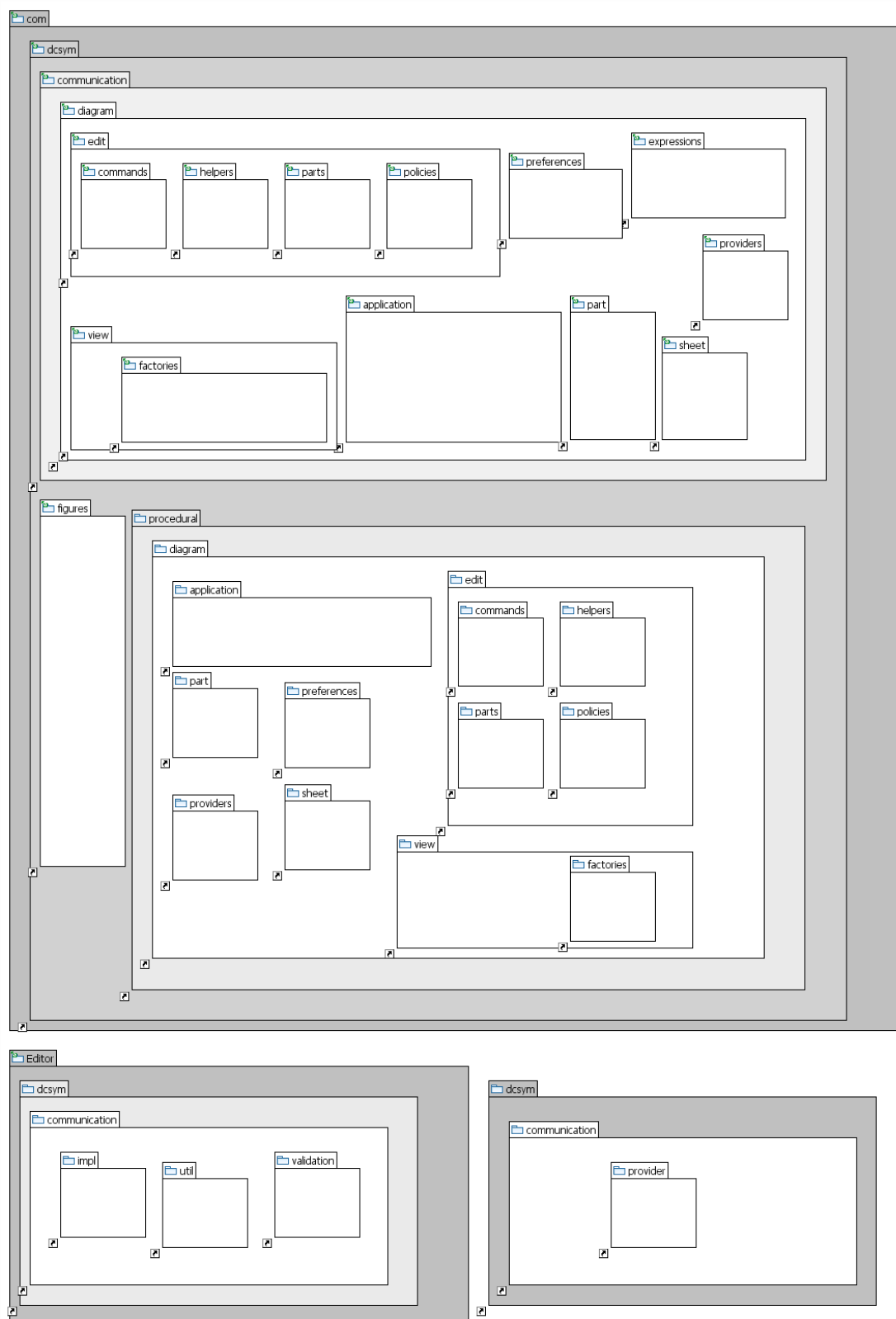
Η ανάπτυξη της εφαρμογής ως πρόσθετο (plug-in) εξασφαλίζει τη συμβατότητα με έναν πολύ μεγάλο αριθμό εφαρμογών, ενώ, παράλληλα, δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης της εφαρμογής σε πολλαπλά λειτουργικά περιβάλλοντα χρήσης. Η λειτουργία του λογισμικού ακολουθεί τον βασικό αλγόριθμο μοντελοποίησης σε DCSYM, όπως περιγράφηκε αναλυτικά στην Εικόνα 5-21. Αρχικά ο χρήστης αποφασίζει αν θα κατασκευάσει διάγραμμα επικοινωνίας ή διαδικασιών, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να ενεργοποιηθούν οι αντίστοιχες βιβλιοθήκες που θα υποστηρίξουν την καθεμιά μορφή μοντελοποίησης. Στη συνέχεια, προχωρά στη σύνθεση των διαγραμμάτων υποβοηθούμενος από πολλές λειτουργίες αυτοματισμού των γραφικών τα οποία εξασφαλίζει από την οικεία εφαρμογή του Eclipse.

Στην έκδοση που περιγράφουμε, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παραμετροποιήσει το διάγραμμά του αλλάζοντας σχεδιαστικά στοιχεία, όπως χρώμα και πάχος γραμμών, υφές, γραμματοσειρές και τις μορφή των συνδέσεων. Στη συνέχεια αποθηκεύει το αρχείο του διαγράμματος για μελλοντική αναφορά.

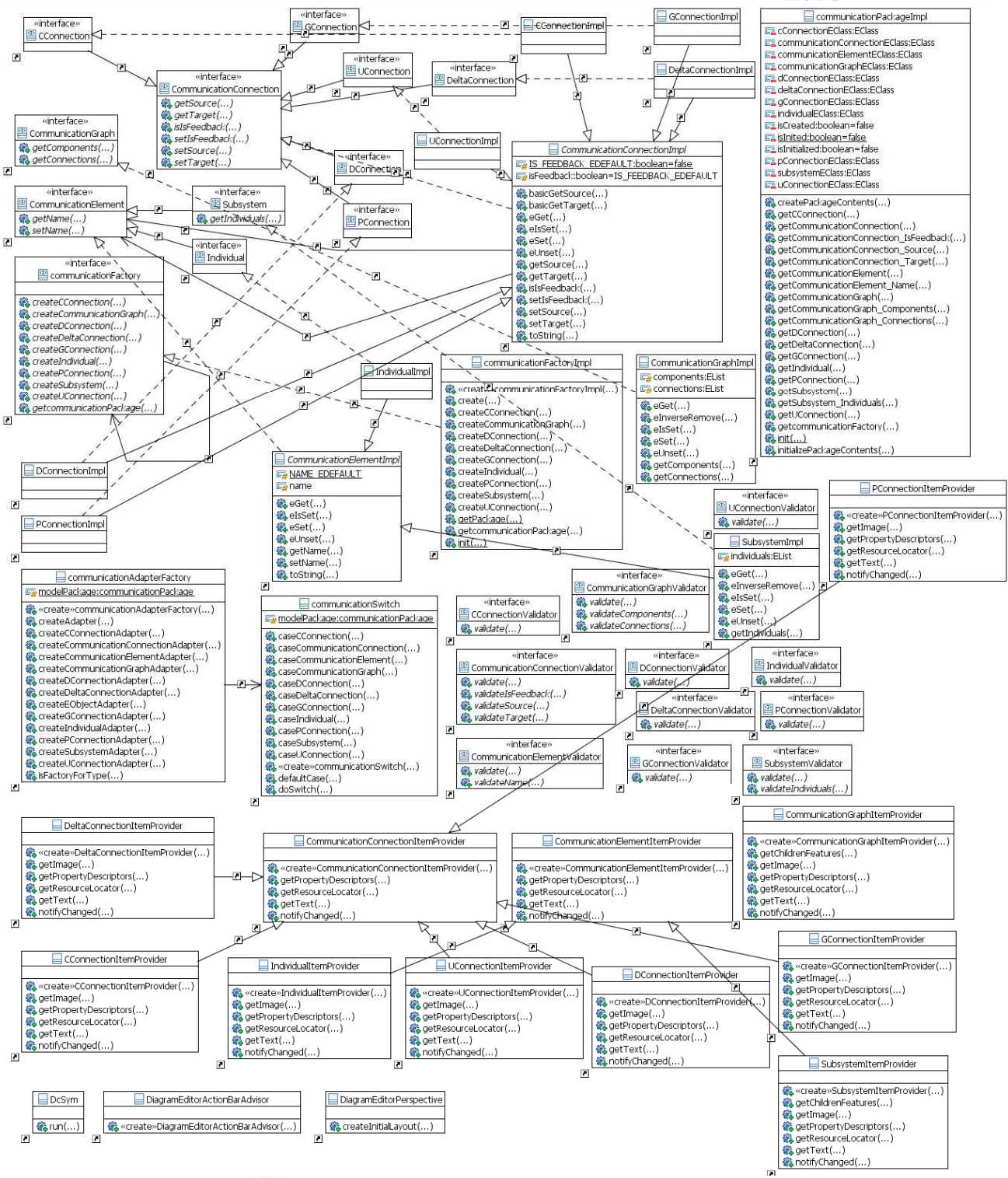
Τα βασικά υποσυστήματα του πρόσθετου της DCSYM δίνονται στην Εικόνα 5-22, ενώ στον Πίνακα 5-4 δίνονται ενδεικτικές δομές UML πακέτων του πρόσθετου της DCSYM.



Εικόνα 5-21: Το βασικό σύστημα διεπαφής της εφαρμογής DCSYM Modeling Tool



Εικόνα 5-22: Διάγραμμα της δομής του πρόσθετου DCSYM Modeling Tool



Πινάκας 5-4: Πυρήνας λειτουργιών του πρόσθετου DCSYM modelling tool

5.8 Η DCSYM ως εργαλείο σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων στην Εκπαίδευση

Η DCSYM είναι κατάλληλο εργαλείο για τη γνωστική αντανάκλαση των μελών μιας διαθεματικής ομάδας και μπορεί να οδηγήσει αποτελεσματικά τον ιδεατό σχεδιασμό σε επίπεδο δόμησης. Θα λέγαμε ότι μπορεί να υποστηρίξει Σ1-Σ5 συγκλίνουσες πλουραλιστικές, αλλά και Σ6 πολωμένες συζητήσεις.

Κάθε στοιχείο το οποίο προστίθεται στο διάγραμμα DCSYM είναι προϊόν συμφωνίας των συμμετεχόντων και ισοδυναμεί με κόμβο στο συνεπαγωγικό πλέγμα. Αν υπάρχει διαφωνία ως προς ένα αντικείμενο, τότε παράγονται εναλλακτικά μοντέλα έως ότου επέλθει συμφωνία. Σταδιακά και με τον τρόπο αυτόν παράγεται το δημόσιο μοντέλο το οποίο αποτελεί προϊόν συμφωνίας και ανήκει στο γνωστικό σύστημα της ομάδας. Εφόσον κριθεί απαραίτητο, το μοντέλο αυτό δύναται να αναθεωρηθεί σε επόμενες συζητήσεις ή να αποτελεί αντικείμενο διαρκούς μεταβολής και αλλαγής.

5.8.1 DCSYM στην πράξη - Σχεδιασμός Σχολικού Δικτύου

Η DCSYM εφαρμόστηκε στο 5ο ΣΕΚ Ιλίου με στόχο την αξιοποίηση παλιού υλικοτεχνικού εξοπλισμού και την επέκταση του διαδικτύου σε όλα τα γραφεία της σχολικής μονάδας, ώστε να υπάρχει πρόσβαση σε διαδικτυακές, αλλά και τοπικές υπηρεσίες. Η ομάδα η οποία ορίστηκε ως ομάδα παρέμβασης συνειδητοποίησε γρήγορα ότι το σύστημα προς σχεδιασμό είχε ευρύτερα όρια από ό,τι αρχικά είχε υπολογιστεί. Υπήρχε ανάγκη να ξανασχεδιαστεί η δομή του πληροφοριακού συστήματος της σχολικής μονάδας. Δημιουργήθηκε γι' αυτό μια ευρύτερη ομάδα παρέμβασης η οποία περιλάμβανε, εκτός από τα αρχικά τρία μέλη, και άλλα δύο μέλη του Συλλόγου Εκπαιδευτικών τα οποία εκπροσωπούσαν εκπαιδευτικούς οι οποίοι λειτουργούσαν σε ζώνες κρίσης και είχαν αυξημένες ανάγκες σε τεχνολογίες. Στόχος της νέας ομάδας παρέμβασης ήταν η παραγωγή του συστήματος αποφάσεων και της αντίστοιχης πορείας δράσης.

Η ομάδα παρέμβασης ακολούθησε την προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Πραγματοποίησε τρεις συναντήσεις και, αφού ξεπέρασε τα αρχικά στάδια της υψηλής ποικιλομορφίας, κατέληξε τελικά σε ένα διάγραμμα δομής και ένα σχέδιο υλοποίησης. Τα χαρακτηριστικά της συζήτησης δόμησης ήταν τα παρακάτω:

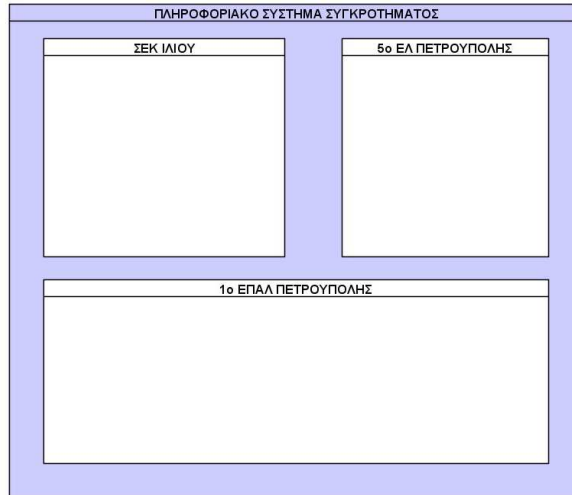
Αντικειμενικές γλώσσες	Η/Υ-Δίκτυα
Συνεπαγωγικό πλέγμα	DCSYM
Γνωστική αντανάκλαση	DCSYM
Ομοιόσταση - Ρύθμιση	Υπεύθυνος ομάδας

Πίνακας 5-5: Σχηματική δομή της P – συζήτησης για τον σχεδιασμό του σχολικού δικτύου

A) Παραγωγή των βασικών υποσυστημάτων

Η συζήτηση ξεκίνησε αρχικά με υψηλή ποικιλομορφία σχετικά με τη δόμηση των βασικών υποσυστημάτων, δεδομένου ότι υπήρχαν δύο διαφορετικές απόψεις: μία που ήταν υπέρ της δόμησης ανά διοικητική μονάδα και μία που αφορούσε τη δόμηση ανά λειτουργική μονάδα. Το όλο σχέδιο αφορούσε τρία σχολεία τα οποία συστε-

γάζονταν στο ίδιο κτίριο, οπότε επιλέχτηκε η λύση της διοικητικής δόμησης, για να μην υπάρχει αλληλεπικάλυψη σε θέματα συντήρησης και κόστους.



Εικόνα 5-23: Πρώτη φάση της συζήτησης: Παραγωγή του μοντέλου των βασικών υποσυστημάτων

Με τη δημιουργία του πρώτου επιπέδου δόμησης, δημιουργήθηκε, επίσης, και η πρώτη συμφωνία στο συνεπαγωγικό πλέγμα (Εικόνα 5-23).

Β) Παραγωγή των μη βασικών υποσυστημάτων

Στη συνέχεια, η ομάδα ασχολήθηκε με τον καθορισμό των λειτουργικών υποσυστημάτων μέσα στα βασικά διοικητικά υποσυστήματα.

Ως δόμηση των μη βασικών υποσυστημάτων επιλέχθηκε η λειτουργική δόμηση και όχι η διοικητική ή η δόμηση βάσει κτιριακής κατανομής. Η ομάδα, αφού δοκίμασε διάφορες δομές, κατέληξε στο να διαχωρίσει τη διοικητική από την εκπαιδευτική λειτουργία. Ο διαχωρισμός αυτός είχε ως αποτέλεσμα να αποκαλυφθεί μια ιδιαίτερα σημαντική ποικιλομορφία η οποία δεν ήταν εμφανής αρχικά. Το υποσύστημα της Εκπαίδευσης διαχωρίστηκε περαιτέρω σε τρία υποσυστήματα, το υποσύστημα της εκπαίδευσης των μαθητών, το υποσύστημα της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών και το υποσύστημα των παράπλευρων εξωδιδασκτικών δραστηριοτήτων.

Το τελευταίο υποσύστημα περιλάμβανε δράσεις στο πλαίσιο εκπαιδευτικών προγραμμάτων, όπως Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, ή επιδοτούμενων προγραμμάτων, όπως δράσεις ΕΠΕΑΕΚ. Περιλάμβανε, επίσης, και κάποιες αυτόνομες ερευνητικές ομάδες οι οποίες παρουσίαζαν αφανή δραστηριότητα. Μία ομάδα αφορούσε μετρήσεις Η/Μ ακτινοβολίας και μία άλλη την ανάπτυξη δεξιοτήτων Πληροφορικής.

Κατά τη δόμηση, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν όλες οι ομάδες σε όλες τις διοικητικές μονάδες, αλλά η κάθε μονάδα είχε τη δική της δομή. Για παράδειγμα, το Ενιαίο Λύκειο δεν διέθετε ένα διακριτό υποσύστημα περιφερειακής εκπαίδευσης, ενώ το ΣΕΚ δεν διέθετε υποσύστημα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Όταν σταθεροποιήθηκε η δομή, είχε τη μορφή της Εικόνας 5-24.

Β) Παραγωγή ρόλων

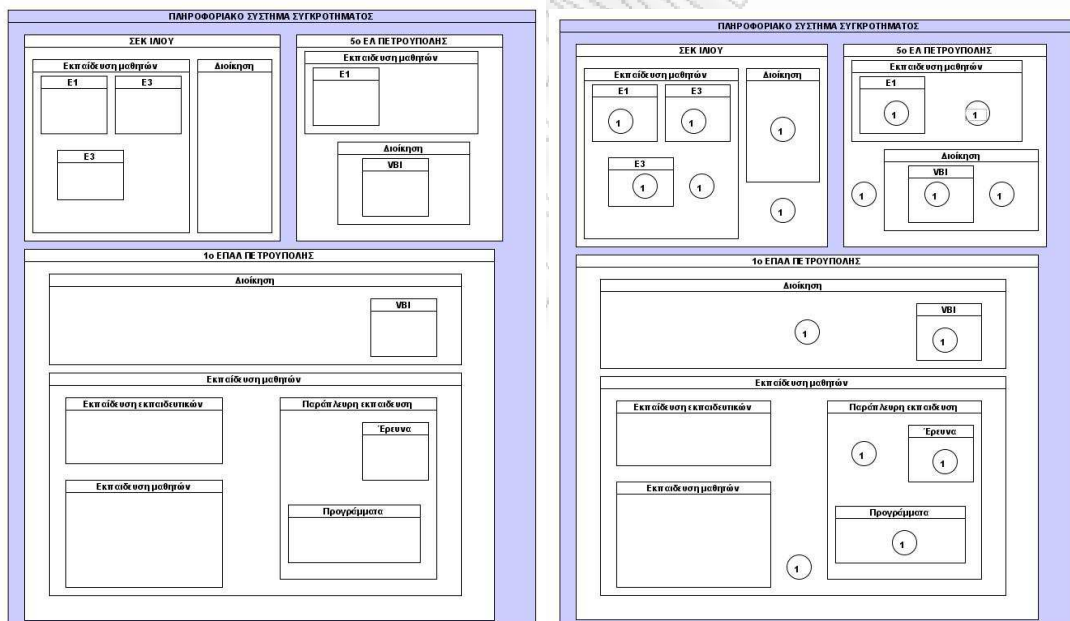
Στην επόμενη φάση καθορίστηκαν τα άτομα - ρόλοι, όπως αυτά είναι καταναμημένα στα υποσυστήματα (Εικόνα 5-25).

Γ) Δόμηση των επικοινωνιών

Στην τελευταία φάση, πραγματοποιήθηκε η μοντελοποίηση των επικοινωνιών σε επίπεδο δικτύων. Διαπιστώθηκε η εξάρτηση του ΕΠΑΛ από τα εργαστήρια του ΣΕΚ και η έλλειψη αυτόνομου δικτύου. Οι διοικητικοί Η/Υ ήταν ανεξάρτητοι. Με βάση την παραπάνω ανάλυση, πάρθηκαν οι παρακάτω διοικητικές αποφάσεις:

1. Δημιουργήθηκε ένα αυτόνομο δίκτυο για το υποσύστημα «παράπλευρη εκπαίδευση»
2. Δημιουργήθηκε ένα thin client δίκτυο για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στο διαδίκτυο, σε λογισμικό γραφείου και εξειδικευμένο λογισμικό
3. Οι διοικητικοί υπολογιστές έμειναν εκτός δικτύου για λόγους ασφαλείας
4. Τα δίκτυα εκπαίδευσης μαθητών έμειναν ως είχαν
5. Ο Η/Υ των εργαστηρίων Φυσικής ενσωματώθηκε στο δίκτυο του Γενικού Λυκείου

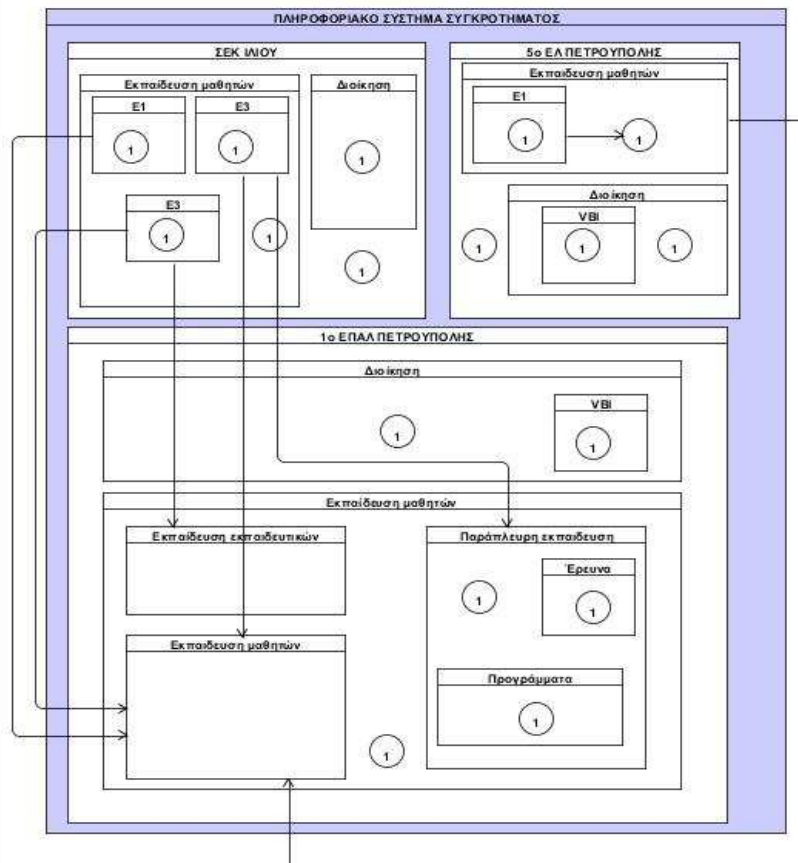
Μετά το πέρας του σχεδιασμού, η ομάδα διαλύθηκε. Παρέμειναν, όμως, τα μοντέλα για μελλοντική αναφορά και υλοποίηση.



Εικόνα 5-24: Δεύτερη φάση της συζήτησης: Παραγωγή του μοντέλου των μη βασικών υποσυστημάτων. Τρίτη φάση: Παραγωγή του επιπέδου ρόλων

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η τεχνολογική υλοποίηση ακολούθησε την εννοιολογική δόμηση. Δεν έχει νόημα να συζητήσουμε αν η μοντελοποίηση αυτή ήταν η καλύτερη δυνατή. Έχει αξία, όμως, να σημειώσουμε ότι η DCSYM εξασφάλισε την καλύτερη δυνατή σύνθεση των νοητικών αναπαραστάσεων των ατόμων σε μια συλλογική συμφωνημένη αναπαράσταση, σε μια κοινή συμφωνημένη οντολογία. Όπως σημειώνει και ο Minati (2008), η γνώση έχει να κάνει όχι με την ανακάλυψη της

μίας πραγματικής αναπαράστασης της ενεργού περιοχής, αλλά με τη δημιουργία της αποτελεσματικότερης δυνατής αναπαράστασης δεδομένων των συνθηκών, των ομάδων, των μέσων και των μεθοδολογιών. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική επιχειρεί να οργανώσει παρεμβάσεις που να εξασφαλίζουν την παραγωγή της καλύτερης δυνατής κοινής εννοιολογικής βάσης.



Εικόνα 5-25: Ενδεικτικοί ρόλοι στο πληροφοριακό σύστημα

5.9 Δυναμική μοντελοποίηση με το πληροφοριακό σύστημα Ventana Vensim PLE

Η Ventana Systems, A.E. του Χάρβαρντ της Μασαχουσέτης, διαμορφώθηκε το 1985 και ανέπτυξε μεγάλης κλίμακας μοντέλα προσομοίωσης που ενσωμάτωναν και την επιχείρηση και τα τεχνικά στοιχεία, για να λύσουν τα δύσκολα διοικητικά προβλήματα. Προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος ανάπτυξης ενός μοντέλου, η Ventana Systems άρχισε να δημιουργεί τη δική της γλώσσα προσομοίωσης. Αυτή η γλώσσα, που λέγεται Vensim, αναπτύχθηκε αρχικά ως επέκταση της PASCAL και έτσι τα μοντέλα αναπτύσσονταν σε Vensim. Κατόπιν το μοντέλο μεταγλωττιζόταν σε ένα πρόγραμμα σε PASCAL για την εκτέλεση. Μαζί με αυτήν τη μεταγλώττιση, μια βάση δεδομένων της δομής του μοντέλου αναπτυσσόταν για την επεξεργασία από ένα εξωτερικό πρόγραμμα και στη συνέχεια γραφόταν σε Lisp. Το προκύπτον σύστημα έτρεξε στο πλαίσιο του VMS λειτουργικού συστήματος της Digital Equipment

Corporation. Τα μοντέλα πλέον κατασκευάζονταν στη γλώσσα Vensim, και διορθώνονταν με την ενίσχυση των εργαλείων δομών των μοντέλων. Το Vensim 5 παρουσιάστηκε τον Φεβρουάριο του 2002. Αυτή είναι η πρώτη έκδοση του Vensim που έχει SyntheSim, δηλαδή δυνατότητα να προσομοιώνονται τα μοντέλα αρκετά γρήγορα, ώστε να μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα αμέσως. Αυτή η δυνατότητα, σαφώς, εξαρτάται από την ταχύτητα των σύγχρονων υπολογιστών, για να λειτουργήσει αποτελεσματικά. Με την έκδοση 5 παρέχεται πρόσβαση σε όλες τις αναπροσαρμογές ηλεκτρονικά μέσω του ιστοχώρου της Vensim. Η έκδοση 5.1, με την υποστήριξη βάσεων δεδομένων ODBC, παρουσιάστηκε τον Ιανουάριο του 2003. Η έκδοση 5.2 του Vensim, με το νέο εργαλείο έκδοσης αναφοράς, ανακοινώθηκε τον Αύγουστο του 2003. Η έκδοση 5.2a του Vensim, που παρουσιάστηκε τον Οκτώβριο του 2003, ενίσχυσε την έκδοση αναφοράς και βελτίωσε ουσιαστικά την απόδοση των συνδέσεων ODBC. Το Vensim είναι το περιβάλλον προσομοίωσης της Ventana (Ventana Simulation). Είναι ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα, για να αντιλαμβανόμαστε, να δημιουργούμε, να προσομοιώνουμε, να αναλύουμε, να βελτιστοποιούμε και να αναπτύσσουμε τα μοντέλα των δυναμικών συστημάτων. Το Vensim χρησιμοποιεί ένα περιβάλλον γεμάτο εργαλεία που συνδυάζει την απλότητα των οπτικών μοντέλων με την εύκολη πρόσβαση σε ένα πλήθος ισχυρών μοντέλων προσομοίωσης και εργαλείων ανάλυσης, παράγοντας μια θεαματική αύξηση στην ταχύτητα της εργασίας μας και την ποιότητα των αποτελεσμάτων μας.

Όπως είπαμε και παραπάνω, το Vensim χρησιμοποιείται για να αναπτυχθούν, να αναλυθούν και να «πακεταριστούν» υψηλής ποιότητας δυναμικά μοντέλα ανατροφοδότησης. Τα μοντέλα κατασκευάζονται γραφικά ή σε έναν συντάκτη κειμένων. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνουν δυναμικές λειτουργίες, δημιουργία σεναρίων, ανάλυση ευαισθησίας Monte Carlo, βελτιστοποίηση (optimization), επεξεργασία δεδομένων, διεπαφές εφαρμογής, και πολλά περισσότερα.

Συνοψίζοντας όλες τις διαμορφώσεις του Vensim που δημιούργησε η Ventana Systems, τα έτη που αναφέραμε παραπάνω, έχουμε (από την πιο απλή στην πιο πλούσια) τις Vensim PLE, Vensim PLE PLUS, Vensim Professional, Vensim DSS (Πίνακας 5-6).

Χαρακτηριστικά	PLE	PLE Plus	Pro	DSS
Γραφήματα	•	•	•	•
Πινακοποιημένα δεδομένα (Tabular Output (Tables))	•	•	•	•
Συγκριτικό «Τρέξιμο» (ανάμεσα σε δύο προσομοιώσεις)	•	•	•	•
Ηλεκτρονική Βοήθεια	•	•	•	•
Δημιουργία παιχνίτων		•	•	•
Προσομοιώσεις Ευαισθησίας (Monte Carlo)		•	•	•
Εξωτερικά Δεδομένα Εισόδου – Εξόδου (λογιστικό φύλλο κλπ.)		•	•	•
Συνδέσεις με δεδομένα σε πραγματικό χρόνο		•	•	•
Συναρτήσεις διακριτών γεγονότων (Discrete Event Functions)			•	•
Διάλογος ελέγχου προσομοίωσης			•	•
Προσομοίωση μέρους του μοντέλου			•	•
Εργαλεία προσαρμοσμένα από τον χρήστη (User-configurable Tools)			•	•

Πίνακας 5-6: Δομή της εφαρμογής Ventana Vensim

Ιστογράμματα			•	•
Προστασία με κωδικό			•	•
Βαθμονόμηση μοντέλων (Model Calibration) (optimization)			•	•
Πολιτική βελτιστοποίησης			•	•
Kalman Filtering			•	•
Διαγράμματα μπάρας (Bar Graphs)			•	•
Συνοπτικές Στατιστικές			•	•
Συντάκτης Κειμένων			•	•
Χρήση Μακροεντολών			•	•
ODBC Δυνατότητες				•
Venarpps, Προσομοιωτές πτήσης				•
Περιβάλλον Διεπαφής Venapp				•
Περιβάλλον διαγραμματικής διεπαφής (SyntheSim)	•	•	•	•
Ικανότητα να κοπούν δεσμοί ανάκλησης που είναι συνεχώς δραστήριοι με τη μέθοδο SyntheSim	•	•	•	•
Συντάκτης μοντέλων με Undo/Redo	•	•	•	•
Διαγράμματα αιτιότητας (Causal Loop Diagrams)	•	•	•	•
Διαγράμματα Ροής	•	•	•	•
Διαγράμματα Δένδρων (Tree Diagrams)	•	•	•	•
Εργαλείο Document	•	•	•	•
Αναγνώριση βρόχων (Loop Identification)	•	•	•	•
Συντάκτης Εξομοίωσης (Equation Editor)	•	•	•	•
Προεγκατεστημένες συναρτήσεις (Built-in Functions)	•	•	•	•
Έλεγχος Μονάδων	•	•	•	•
Αιτιώδης Ανίχνευση (Causal Tracing®)	•	•	•	•
Αντιπαραβολή με πραγματικά δεδομένα (Reality Check®)	•	•	•	•
Προσομοίωση	•	•	•	•
Ανταλλαγή Δυναμικών Δεδομένων				•
Εξωτερικές Συναρτήσεις				•
Μεταγλωττισμένα Μοντέλα (σε γλώσσα C)				•
Διαμόρφωση DLL				•

Πίνακας 5-6 (συνέχεια): Δομή της εφαρμογής Ventana Vensim

5.9.1 Συστημική Δυναμική και μοντελοποίηση εκπαιδευτικών δομών

Ο Hirsch (2007) θεωρεί ότι η Συστημική Δυναμική αποτελεί βασικό εργαλείο στην προσπάθεια κατανόησης της πολύπλοκης συμπεριφοράς των δυναμικών συστημάτων. Αρχικά το πεδίο της Συστημικής Δυναμικής περιοριζόταν στην ερμηνεία συστημάτων με λίγες οροθετικές κρίσεις, όπως τα συστήματα παραγωγής και τα οικοσυστήματα. Στην πορεία, όμως, εξελίχθηκε σε βαθμό που να είναι σε θέση να εστιάζει σε κοινωνικές οργανωσιακές και ενδοοργανωσιακές δομές. Αποτελεί πλέον ικανό εργαλείο στη μελέτη της σχεσιοδυναμικής βασικών κοινωνικών δομών, όπως οικογένειες, συστήματα Εκπαίδευσης και Εικονικές και Πραγματικές Κοινότητες.

Μια πολύ σημαντική εφαρμογή της Συστημικής Δυναμικής είναι η δυνατότητα πραγματοποίησης πειραμάτων μέσω προσομοίωσης, προκειμένου να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα αλλαγών. Ο Hirsch (2007) αναφέρει τα βασικά στάδια της ανάπτυξης της δυναμικής μοντελοποίησης. Θεωρεί ότι η δημιουργία μοντέλου είναι μια συλλογική και όχι ατομική διαδικασία (Πίνακας 5-7).

5.10 Δυναμική μοντελοποίηση του συστήματος μάθησης

Στο μοντέλο αυτό, παρουσιάζεται η λειτουργία της μάθησης ως δυναμικής διαδικασίας μείωσης της ποικιλομορφίας και δημιουργίας της νοητικής αναπαράστασης. Το μοντέλο διακρίνει μεταξύ του μηχανισμού της αναπαράστασης και της προσομοίωσης, με τον μηχανισμό της προσομοίωσης να ανατροφοδοτεί τον μηχανισμό επιλογής και αναπαράστασης.

Στάδιο	Ενέργειες
Στάδιο 1 Καθορισμός της ομάδας	Στο στάδιο αυτό, συγκροτείται η ομάδα η οποία θα πραγματοποιήσει τη μοντελοποίηση. Μια τέτοια ομάδα θα πρέπει να είναι διαθεματική όπου ο συστημικός ερευνητής θα αποτελεί και τον συντονιστή. Η διαθεματική ομάδα αποτελεί μαθησιακή ομάδα και θα πρέπει να οργανώνεται στη βάση της Pask - συζήτησης ή του ιδεατού σχεδιασμού
Στάδιο 2 Συλλογή δεδομένων ¹⁰⁷	Καθορίζονται τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα ή και μίγμα των δύο. Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιούνται πραγματικά δεδομένα, αυτά είναι συνήθως με τη μορφή χρονοσειρών. Μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η ποσοτικοποίηση των ποιοτικών γραφημάτων. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα σχεδιάζουν ποιοτικά τις εξαρτήσεις των μεταβλητών και ο συστημικός ερευνητής αναλαμβάνει να τις ποσοτικοποιήσει με διάφορες μαθηματικές διαδικασίες και να τις εισαγάγει στο μοντέλο
Στάδιο 3 Δημιουργία του μοντέλου	Στο στάδιο αυτό, δημιουργείται το μοντέλο με τη χρήση ειδικού λογισμικού. Συνήθως δημιουργείται ένα CLD μοντέλο πρώτα, προκειμένου να οδηγήσει το SF μοντέλο. Καθορίζεται, επίσης, και το μαθηματικό υπόβαθρο που θα οδηγεί το SF μοντέλο
Στάδιο 4 Προσομοίωση	Το στάδιο αυτό είναι ίσως το πιο σημαντικό, μιας και θα παραχθεί ο χώρος των φάσεων του συστήματος. Η έξοδος του μοντέλου είναι χρονοσειρές για κάθε μεταβλητή. Η μεθοδολογία της Συστημικής Δυναμικής διαφέρει σημαντικά από τη στατιστική μοντελοποίηση, μιας και η έμφαση είναι στη δυναμική συμπεριφορά των μεταβλητών και όχι στη στατιστική σημαντικότητά τους
Στάδιο 5 Πειραματισμός	Στο στάδιο αυτό, πραγματοποιούνται τα πειράματα αναφορικά με τις εξόδους του μοντέλου. Παράλληλα, γίνονται βελτιώσεις και τροποποιήσεις στα μοντέλα. Η διαδικασία σταματά, όταν η ομάδα αποφασίσει ότι η δυναμική μοντελοποίηση της προσφέρει γνωστική επάρκεια

Πίνακας 5-7: Στάδια δυναμικής μοντελοποίησης και προσομοίωσης

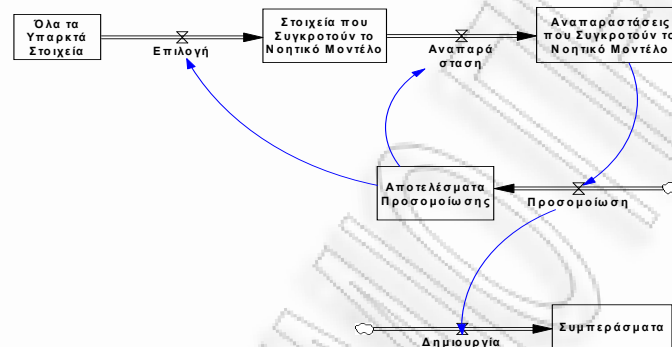
Ο μηχανισμός της προσομοίωσης αναπαριστά ουσιαστικά τη γνωστική αντανάκλαση. Στο μοντέλο της Εικόνας 5-26 δεν υπάρχουν στοιχεία διαλόγου και επικοινωνίας. Αυτά προστίθενται στο μοντέλο της Εικόνας 5-27. Στο αναβαθμισμένο μοντέλο βλέπουμε ότι έχουμε μεταφορά στοιχείων από τα αποτελέσματα της γνωστικής αντανάκλασης σε άλλη νοητική οντότητα. Στο τελευταίο μοντέλο (Εικόνα 5-28) προ-

¹⁰⁷ Βλ. και Peterson, 1980· Sterman, 2000.

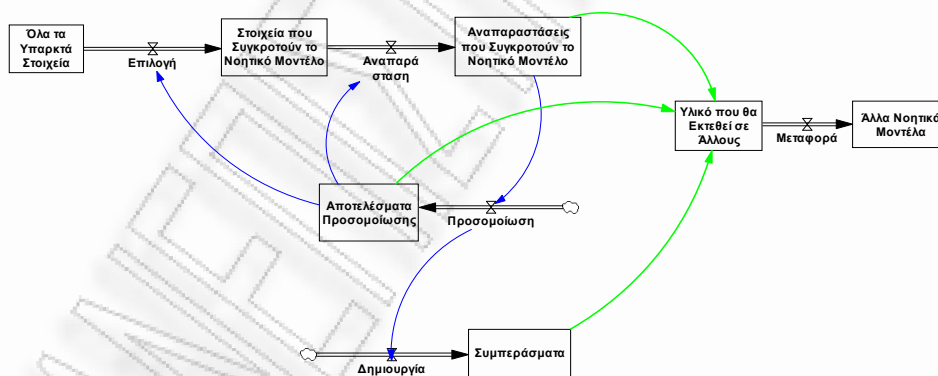
στέθηκε μηχανισμός υλοποίησης και ανατροφοδότησης από άλλες γνωστικές οντότητες.

Το συμπέρασμα είναι ότι η μάθηση ως επιλογή των στοιχείων που θα εισέλθουν στο γνωστικό σύστημα μεταελέγχεται τόσο από την αντανάκλαση στην πραγματικότητα όσο και από την αντανάκλαση στα γνωστικά συστήματα άλλων νοητικών οντοτήτων.

Πολύ εύγλωπτα και εύληπτα παρουσιάζονται οι δύο βασικές συνιστώσες της μάθησης. Η μία συνιστώσα αφορά την εποικοδομητική μάθηση και η άλλη την κοινωνικογνωστική μάθηση.



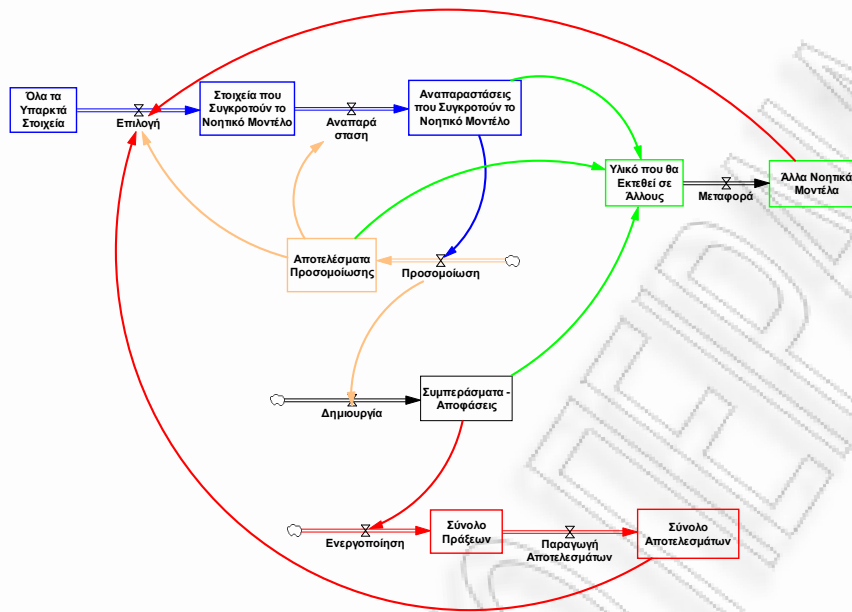
Εικόνα 5-26: Δυναμικό μοντέλο μάθησης όπου παρουσιάζεται μερική γνωστική αντανάκλαση



Εικόνα 5-27: Δυναμικό μοντέλο μάθησης όπου παρουσιάζεται μερική γνωστική αντανάκλαση και κοινωνικογνωστικά στοιχεία

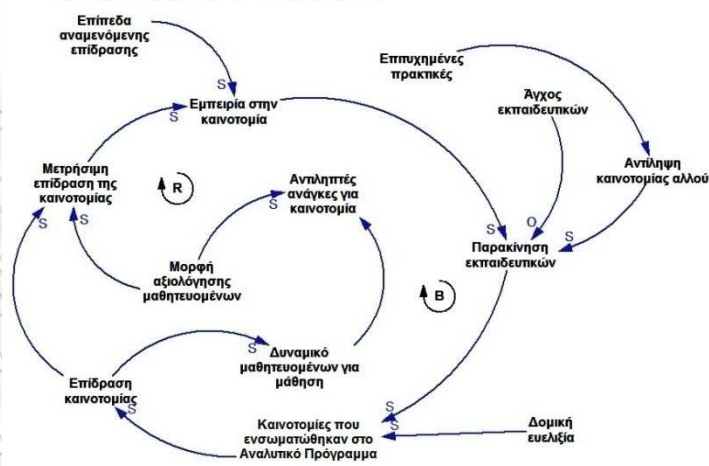
5.10.1 Δυναμική μοντελοποίηση στρατηγικών αλλαγών στην Εκπαίδευση

Παρουσιάζουμε στο σημείο αυτό ένα στρατηγικό μοντέλο αλλαγής για την εισοδο των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Hirsch, 2007). Το μοντέλο αυτό επιχειρεί να δώσει μια συστημική - δυναμική ερμηνεία στη δυσκολία που παρουσιάζεται στην υιοθέτηση των ΤΠΕ και γενικότερα της καινοτομίας στην Εκπαίδευση.



Εικόνα 5-28: Πλήρες δυναμικό μοντέλο με κοινωνικογνωστικό μεταέλεγχο και γνωστική αντανάκλαση δύο φάσεων

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η παραγωγή του μοντέλου, όπως άλλωστε και κάθε παραγωγή μοντέλου, αντιπροσωπεύει και την ερμηνευτική της ομάδας η οποία και επεξεργάζεται το μοντέλο. Το μοντέλο το οποίο παρουσιάζουμε ως παράδειγμα δημιουργήθηκε με τη συμβολή του J. Forrester ο οποίος και συνέταξε την ομάδα εργασίας. Υπό μια έννοια, αντιπροσωπεύει το συνεπαγωγικό πλέγμα της μαθησιακής συζήτησης της ομάδας που δημιουργήθηκε για τον σκοπό αυτό.

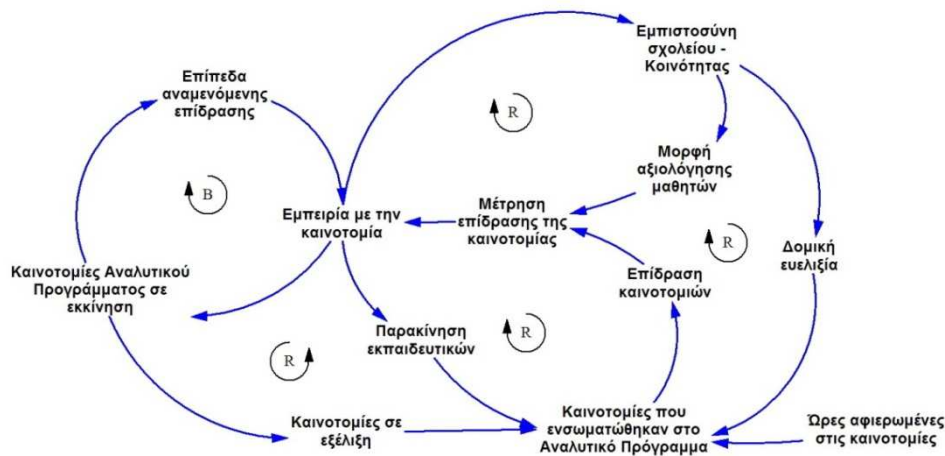


Εικόνα 5-29: Πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα δυναμικής μοντελοποίησης

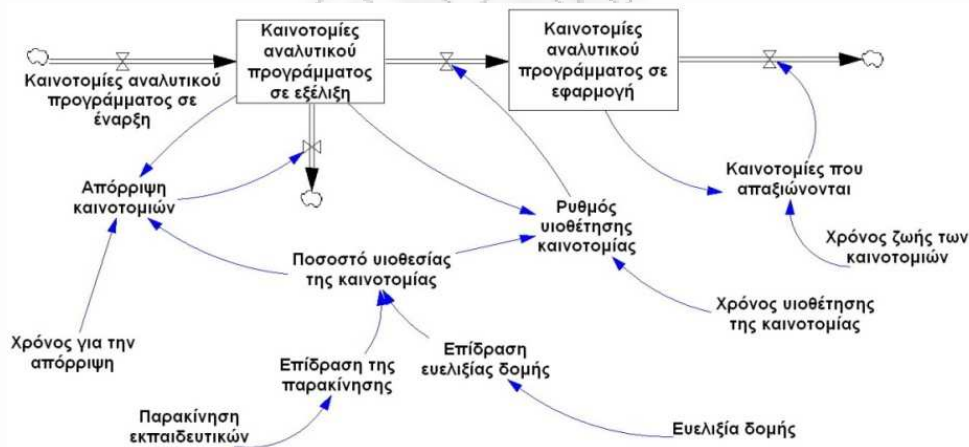
Σε πρώτη φάση, πραγματοποιείται η διαπραγμάτευση αναφορικά με την αντικειμενική γλώσσα της συζήτησης. Γίνεται διαπραγμάτευση για έννοιες, όπως «καινοτομί-

α», «απόρριψη», «απόδοση», οι οποίες παρουσιάζουν αμφισημίες, ώστε να αποτελούν κοινή δημόσια γνώση. Σε δεύτερη φάση, οργανώνεται το πρώτο δοκιμαστικό μοντέλο (Εικόνα 5-29). Στο μοντέλο αυτό πολύ εύγλωττα διαφαίνεται η ενεργοποίηση των εκπαιδευτικών ως βασικούς παράγοντας διάδοσης των καινοτομιών, όπως επίσης και η αποθάρρυνσή τους ως βασικός ανασταλτικός παράγοντας.

Στο επόμενο στάδιο, το βασικό μοντέλο εμπλουτίζεται με περισσότερες δυναμικές συμπεριφορές (Εικόνα 5-30).



Εικόνα 5-30: Πλήρες δυναμικό μοντέλο σε CLD κωδικοποίηση



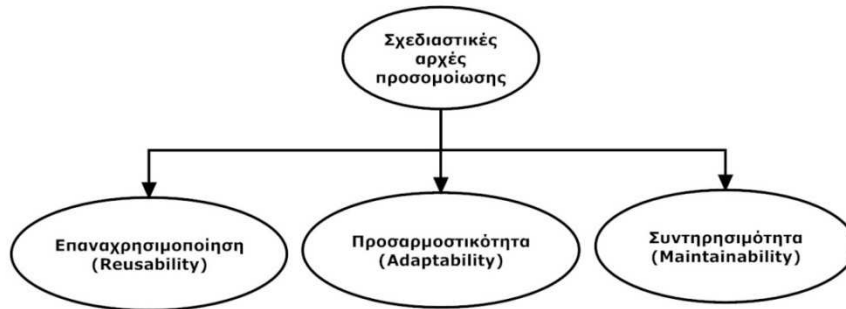
Εικόνα 5-31: Μετάφραση του CLD δυναμικού μοντέλου σε SF μοντέλο

Η Εικόνα 5-31 αποτελεί τη μετάφραση του βασικού μοντέλου από κωδικοποίηση CLD σε κωδικοποίηση SF.

5.11 Αντικειμενοστρεφής προσομοίωση και ο προσομοιωτής Anylogic

Ως αντικείμενο θεωρείται η δομή δεδομένων που έχει τη δυνατότητα να διατηρεί τις δικές της ιδιωτικές μεταβλητές και μεθόδους ή διαδικασίες, κρυφές από τα άλλα αντικείμενα. Τα αντικείμενα καθιστούν εφικτή την καλύτερη μοντελοποίηση οντοτήτων του πραγματικού κόσμου και ο προσομοιωτής είναι σε θέση να αναπαραστήσει

με ρεαλιστικό τρόπο πραγματικά συστήματα. Ο προγραμματιστής ανιχνεύει τις βασικές οντότητες ενός δοσμένου συστήματος προς μοντελοποίηση, αναπτύσσει τις αντίστοιχες κλάσεις, μέσω των οποίων θα αναπαρασταθούν στο μοντέλο, και ορίζει τον τρόπο με τον οποίο το εκάστοτε αντικείμενο της κλάσης θα αλληλεπιδρά με τα άλλα αντικείμενα. Έτσι, κατά τη διάρκεια της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης ενός συστήματος, τα βήματα - κλειδιά είναι: ο καθορισμός των κλάσεων και των αντικειμένων, ο καθορισμός των ιδιοτήτων και των λειτουργιών των αντικειμένων, η αναγνώριση και η επισήμανση των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων που συντελούνται και, τέλος, η ομαδοποίηση των αντικειμένων. Η αντικειμενοστρεφής σχεδίαση επιτρέπει την ταχεία διαμόρφωση και προσομοίωση μεγάλων συστημάτων εξαιτίας της ευκολίας κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης και χρειάζεται μερικές ειδικές τεχνικές προσομοίωσης, όπως ένα καλά ορισμένο πλαίσιο (framework) που να διαχειρίζεται τους μηχανισμούς ελέγχου της εκάστοτε προσομοίωσης. Κατά συνέπεια, σε μια εφαρμογή προσομοίωσης που βασίζεται σε γεγονότα, μερικές σημαντικές έννοιες που πρέπει να ενσωματωθούν στην Αρχή Προσομοίωσης είναι, (Εικόνα 5-22):



Εικόνα 5-32: Σχεδιαστικές Αρχές Προσομοίωσης

- Οι οντότητες (entities), οι οποίες αντιπροσωπεύονται από ενεργά αντικείμενα
- Ένα γεγονός που αντιπροσωπεύει μια αλλαγή στην κατάσταση ενός αντικειμένου και έτσι συγχρονίζει τις ενέργειες δύο οντοτήτων ή μεταφέρει τα μηνύματα μεταξύ τους. Συνεπώς, η διαχείριση ειδικών καταλόγων στους οποίους είναι καταχωρισμένα τα γεγονότα είναι μεγίστης σημασίας στον σχεδιασμό της προσομοίωσης.
- Ο χρόνος προσομοίωσης, ο οποίος είναι ένα λογικό ρολόι που ενημερώνεται από τα γεγονότα
- Άλλες δομές δεδομένων, υπεύθυνες για την έναρξη, τη διεξαγωγή και τη λήξη της προσομοίωσης.

5.11.1 Το λογισμικό AnyLogic

Το AnyLogic αποτελεί ένα εργαλείο μοντελοποίησης και προσομοίωσης που αναπτύχθηκε από την εταιρεία XJ Technologies. Είναι εφοδιασμένο με γλώσσα μοντελοποίησης γραφικών και ταυτόχρονα επιτρέπει στον χρήστη να επεκτείνει τα μοντέλα προς προσομοίωση, χρησιμοποιώντας την αντικειμενοστρεφή γλώσσα προγραμματισμού Java. Η τελευταία έκδοση είναι η AnyLogic 6 και κυκλοφόρησε το 2007. Η πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη περιβαλλόντων των μοντέλων είναι η Eclipse που έχει υιοθετηθεί από κορυφαίες επιχειρήσεις ως πλατφόρμα επιχειρησιακής εφαρμογής. Είναι συμβατό με τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα (Windows, Mac, Linux, etc.) και προσφέρει το πλεονέκτημα της ομαδικής εργασίας.

Αυτό υποδηλώνει ότι είναι εφικτό ένα μεγάλο πρόγραμμα να χωριστεί σε επιμέρους τμήματα εκ των οποίων έκαστο να αναπτύσσεται από διαφορετικούς ανθρώπους και ταυτόχρονα να ενημερώνεται το σύνολο. Τη στιγμή που αποτελεί εργαλείο προσομοίωσης διαδικασιών και συστημάτων, βρίσκει εφαρμογή στους παρακάτω τομείς: αγορά και ανταγωνισμός, υγειονομικά θέματα, δομικές κατασκευές, αλυσίδα ανεφοδιασμού, Logistics, επιχειρησιακές διαδικασίες, στρατιωτικά θέματα, διαχείριση έργου και κινδύνου.

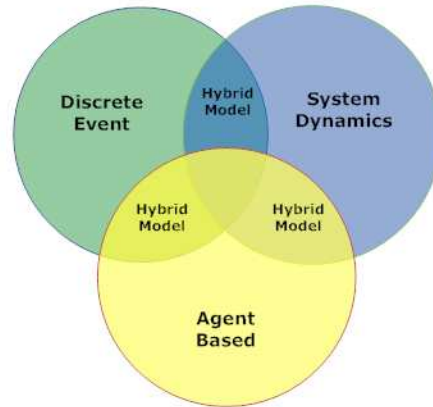
Ο αλληλεπιδραστικός χαρακτήρας και η δυνατότητα εισαγωγής γραφικών, που το AnyLogic παρέχει, καθιστούν εφικτή την εισαγωγή ποικίλων γραφικών σχημάτων και ελέγχων, όπως λόγου χάρη ολισθαίνοντες ρυθμιστές, κουμπιά, εισαγωγές κειμένων, καθώς ταυτόχρονα επιτρέπει τη χρήση εικόνων και την εισαγωγή CAD. Όλα αυτά μπορεί να προσάψουν στο μοντέλο προσομοίωσης εξελικτική και ιεραρχική δομή. Έτσι, η σφαιρική παρακολούθηση μιας οποιασδήποτε διαδικασίας βάσει κάποιων ορισμένων δεικτών μπορεί να συνυπάρχει με λεπτομερείς αναπαραστάσεις συγκεκριμένων και εξειδικευμένων επιμέρους λειτουργιών της. Ραβδογράμματα, ιστογράμματα, διαγράμματα σωρών, χρονικές πλοκές και κυκλικά διαγράμματα αποτελούν κάποια από τα αντικείμενα που το AnyLogic περιέχει για ανάλυση δεδομένων και επιχειρησιακή έρευνα, με σκοπό την αποτελεσματική επεξεργασία και απεικόνιση δεδομένων που μεταβάλλονται δυναμικά κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Ο χρήστης δύναται να καθορίσει σύνθετες δομές δεδομένων, πολύπλοκους αλγορίθμους και εξωτερικές συνδέσεις μέσω της αντικειμενοστρεφούς γλώσσας προγραμματισμού Java που το AnyLogic παρέχει. Αυτό σημαίνει ότι, όποτε κρίνεται απαραίτητο, ο χρήστης μπορεί να επεκτείνει τη λειτουργικότητα του AnyLogic, προσθέτοντας κομμάτια κώδικα Java, ο οποίος δίνει ουσιαστικά απεριόριστη ευελιξία. Μετά την ολοκλήρωση του μοντέλου προς προσομοίωση, ο χρήστης εκτελεί πιθανοκρατικά σενάρια σε αυτό. Το AnyLogic, εκτός από τη λειτουργία της προσομοίωσης, διαθέτει και την ικανότητα συγκρίσεων (compare runs), μεταβολής παραμέτρων (parameter variation), ανάλυσης ευαισθησίας (sensitivity analysis), βελτιστοποίησης (optimization), ολοκλήρωσης Monte Carlo και καθορισμού του τύπου του πειράματος (custom type experiments). Το AnyLogic περιλαμβάνει τη νεότερη έκδοση της Java με τον βελτιστοποιητή OptQuest™ της Εταιρείας OptTek, INC., ο οποίος είναι ειδικά σχεδιασμένος για να μπορεί να «συνεργάζεται» με μοντέλα προσομοίωσης, να μπορεί να υποστηρίξει βελτιστοποιήσεις υπό συνθήκες αβεβαιότητας και, τέλος, να επιτρέπει στον χρήστη να κρίνει και να συγκρίνει το μοντέλο του βάσει ιστορικών δεδομένων.

Το AnyLogic, ως λογισμικό προσομοίωσης, παρέχει την εξής καινοτομία: την ανεξάρτητη και συνδυασμένη χρήση των μεθόδων: Διακριτού Γεγονότος (Discrete Event), Δυναμικής Συστημάτων (System Dynamics), Βάσει Πρακτόρων (Agent-Based) (Εικόνα 5-33).

5.11.2 Μοντελοποίηση Διακριτού Γεγονότος

Ο κόσμος που μας περιβάλλει χαρακτηρίζεται για τη δυναμική που διαθέτει και τη συνέχεια που τον διέπει. Η πλειοψηφία των διαδικασιών που πραγματοποιούνται, συντελούνται βάσει συνεχών αλλαγών. Παρόλ' αυτά, όταν επιχειρούμε να αναλύσουμε αυτές τις διαδικασίες από τη σκοπιά της Πληροφορικής, είναι ωφέλιμο πολλές φορές να εξαγάγουμε από αυτό το συνεχές πλέγμα αλλαγών και τροποποιήσεων

μόνο μερικές «σημαντικές στιγμές», τα «γεγονότα», όπως αποκαλούνται κατά τη διάρκεια της ζωής των συστημάτων.



Εικόνα 5-33: Τρόποι Μοντελοποίησης και Προσομοίωσης

Την απόπειρα να αναπαραστήσουμε - μοντελοποιήσουμε τις διαδικασίες πραγματικού χρόνου με «γεγονότα» την αποκαλούμε Μοντελοποίηση Διακριτού Γεγονότος (Discrete Event Modeling). Η Μοντελοποίηση Διακριτού Γεγονότος (Discrete Event Modeling) υποστηρίζεται πλήρως από το λογισμικό προσομοίωσης AnyLogic. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εξετάσουμε τη διαδικασία μεταφοράς ενός πακέτου δεδομένων πάνω σε ένα δίκτυο, θα μπορούσαμε να τη μοντελοποιήσουμε, χρησιμοποιώντας τα εξής δύο γεγονότα: την αποστολή και τη λήψη. Η μεταφορά δεδομένων θα αντιστοιχιστεί με τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ της αποστολής και της λήψης. Το AnyLogic παρέχει, επιπρόσθετα, τη δυνατότητα δημιουργίας και εισαγωγής γραφικών στα μοντέλα Διακριτού Γεγονότος. Έτσι, η μεταφορά δεδομένων θα μπορούσε να αναπαρασταθεί από ένα δέμα που να μεταφέρεται πάνω σε ένα σωλήνα. Το εκάστοτε «γεγονός», στα μοντέλα που παράγει το AnyLogic, χρειάζεται μηδέν χρόνο για να εκτελεστεί, είναι ατομικό (δεν αλληλεπιδρά με κανένα άλλο εκτελούμενο γεγονός) και μπορεί να συμβάλει στην αλλαγή του μοντέλου με το να προκαλέσει την εκτέλεση άλλων γεγονότων. Όταν στο AnyLogic φορτώνεται ένα Μοντέλο Διακριτού Γεγονότος, ο χρόνος παίρνει τη μορφή ακολουθίας γεγονότων και το πρόγραμμα εκτελείται με τη μεταφορά από το ένα γεγονός στο άλλο. Εάν αρκετά γεγονότα έχουν προγραμματιστεί να συμβούν την ίδια χρονική στιγμή, τότε αυτά εκτελούνται το ένα μετά το άλλο (σειριακά) σε κάποια οποιαδήποτε σειρά. Στις περιπτώσεις που η σειρά εκτέλεσης έχει καταλυτικό ρόλο, θα πρέπει ο χρήστης να μεριμνήσει κατά τη διάρκεια δημιουργίας του μοντέλου, ώστε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης να μην εξαρτώνται από τον εκάστοτε υπολογιστή που μπορεί να φορτωθούν. Στο πιο απλό και χαμηλό επίπεδο προσομοίωσης του AnyLogic, τα γεγονότα μπορεί να σχεδιαστούν με δύο τύπους αντικειμένων: Γεγονότα (Events) και Διαγράμματα Μετάβασης (Statecharts). Υπάρχει εντούτοις, μια Βιβλιοθήκη, η Enterprise Library, που απαρτίζεται από υψηλότερου επιπέδου αντικείμενα και δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα κατασκευής σχεδίων διακριτών γεγονότων που βρίσκουν εφαρμογή στις μοντελοποιήσεις στις οποίες κεντρικό ρόλο διαδραματίζουν οι διαδικασίες (process-centric modeling).

5.11.3 Τύποι γεγονότων: στατικά και δυναμικά γεγονότα

Υπάρχουν δύο (2) τύποι γεγονότων: το στατικό γεγονός (event) και το δυναμικό γεγονός (dynamic event). Και οι δύο τύποι γεγονότων είναι αρμόδιοι για τον προγραμματισμό ενεργειών που είναι καθορισμένες από τον χρήστη. Συνήθως χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση καθυστερήσεων και διακοπών. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τύπων γεγονότων έγκειται στο ότι το δυναμικό γεγονός αυτοδιαγράφεται μετά την εκτέλεσή του, εν αντιθέσει με το γεγονός το οποίο διατηρείται και μπορεί να εκτελεστεί εκ νέου. Εντούτοις, το AnyLogic παρέχει τη δυνατότητα να συνυπάρχουν ταυτόχρονα πολλά αντίτυπα του εκάστοτε δυναμικού γεγονότος στο μοντέλο, έτσι ώστε, ακόμα κι όταν κάποιο απαλείφεται, τα αντίγραφα του να παραμένουν και να είναι σε θέση να εκτελεστούν όσες φορές κι αν χρειαστεί.

Στατικό Γεγονός (Event)

Για τον προγραμματισμό κάποιας ενέργειας με στατικό γεγονός, είναι απαραίτητο να καθοριστεί το πότε θα συμβεί και το τι ενέργεια θα πρέπει να πραγματοποιήσει. Το πότε θα πραγματοποιηθεί, εξαρτάται από τον τύπο πυροδότησης που ο χρήστης ορίζει μεταξύ των εξής τριών τύπων: γνωστής στιγμής (timeout), όπου το γεγονός πραγματοποιείται σε μία γνωστή εκ των προτέρων χρονική στιγμή· υπό συνθήκη (boolean condition): όταν η συνθήκη που έχει εισαγάγει ο χρήστης ισχύει, το γεγονός πραγματοποιείται· ρυθμού (rate): εάν ο χρήστης καθορίσει ένα γεγονός να συμβαίνει βάσει ρυθμού, τότε αυτό θα πραγματοποιείται περιοδικά ανάλογα με τον καθορισμένο ρυθμό. Για παράδειγμα, αν ο ρυθμός καθοριστεί ίσος με 3, το γεγονός θα εμφανιστεί κατά μέσο όρο 3 φορές στη μονάδα του χρόνου. Το τι ενέργεια θα εκτελεί το εκάστοτε γεγονός προσδιορίζεται από τον χρήστη μέσω του κώδικα Java που το διέπει.

Δυναμικό Γεγονός (Dynamic Event)

Τα δυναμικά γεγονότα χρησιμοποιούνται, για να σχεδιάσουν οποιονδήποτε αριθμό ταυτόχρονων και ανεξάρτητων γεγονότων. Για παράδειγμα, ένα κανάλι επικοινωνίας που είναι σε θέση να διαβιβάσει έναν αυθαίρετο αριθμό μηνυμάτων ταυτόχρονα, μπορεί να μοντελοποιηθεί, χρησιμοποιώντας δυναμικά γεγονότα όπου το εκάστοτε γεγονός αντιστοιχεί σε καθένα μήνυμα του διαύλου επικοινωνίας. Αναφορικά με την ενέργεια που οφείλει το γεγονός να επιτελέσει, η διαδικασία είναι όμοια με αυτή του στατικού γεγονότος. Κώδικας Java χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των λειτουργιών του δυναμικού γεγονότος.

Διαγράμματα Μετάβασης (Statecharts)

Χρησιμοποιώντας τα γεγονότα στη μοντελοποίηση και προσομοίωση διαδικασιών, είναι σαφές ότι ορισμένες φορές παρουσιάζεται η ανάγκη να καθοριστούν ορισμένες πιο πολύπλοκες συμπεριφορές, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να αναπαρασταθούν με τα στατικά ή/και δυναμικά γεγονότα. Τα διαγράμματα μετάβασης είναι τα κατάλληλα σε αυτές τις περιπτώσεις, αφού για ορισμένα αντικείμενα η χρονική σειρά πραγματοποίησης συγκεκριμένων γεγονότων είναι τόσο σημαντική. Τα διαγράμματα αυτά περιέχουν τόσο την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο όσο και τη μετάβαση που πρέπει να πραγματοποιήσουν. Οι μεταβάσεις προκαλούνται από καθορισμένες από τον χρήστη συνθήκες και η εκτέλεση των πρώτων μπορεί να επιφέρει αλλαγή κατάστασης η οποία να ενεργοποιεί διαφορετικό σύνολο μεταβάσεων. Η εσωτερική αναπαράσταση των καταστάσεων εντός της δομής Statechart μπορεί να είναι ιεραρχική, δηλαδή να περιέχει και άλλες καταστάσεις και μεταβάσεις.

5.11.4 Μοντελοποίηση βάσει πρακτόρων

Οι χρήστες που σχεδιάζουν και προγραμματίζουν τους πράκτορες του μοντέλου οφείλουν να προσδιορίσουν τις ενεργές οντότητες, ποιοι και τι θα αποτελούν τους πράκτορες (που μπορεί να είναι άνθρωποι, επιχειρήσεις, προγράμματα, προτερήματα, οχήματα, πόλεις, προϊόντα κ.λπ.), να καθορίσουν τη συμπεριφορά τους και το περιβάλλον στο οποίο ενεργούν και τέλος τις ενδεχόμενες μεταξύ του συνδέσεις, ώστε να είναι σε θέση να προσομοιώσουν τα μοντέλα τους. Ο πράκτορας αποτελεί τη βασική μονάδα σε ένα μοντέλο που απαρτίζεται από πράκτορες. Το σύνολο των πρακτόρων μαζί με το περιβάλλον που κινούνται και αλληλεπιδρούν αποτελεί ένα Agent-Based μοντέλο. Σε καθέναν πράκτορα αποδίδεται ένα σύνολο κανόνων βάσει του οποίου καθορίζεται αν και πώς αλληλεπιδρά με τους υπολοίπους. Η σφαιρική συμπεριφορά του μοντέλου - συστήματος προκύπτει ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων πολλών μεμονωμένων συμπεριφορών των πρακτόρων.

Το AnyLogic, εκτός από τις Μοντελοποιήσεις Διακριτού Γεγονότος και Δυναμικής Συστήματος, υποστηρίζει και τη Μοντελοποίηση που βασίζεται σε πράκτορες. Αρκεί ο χρήστης να προσδιορίσει τη φύση του υπό μελέτη συστήματος και στη συνέχεια να επιλέξει το κατάλληλο είδος προσομοίωσης. Αν καταλήξει στη Μοντελοποίηση βάσει πρακτόρων, το AnyLogic, αφήνει στη διακριτική ευχέρεια και τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη το πλεονέκτημα να προγραμματίσει όπως εκείνος επιθυμεί τις ενέργειες και τη συμπεριφορά του κάθε πράκτορα. Παράλληλα, του δίνει τη δυνατότητα να καθορίσει και την ιεραρχία που υπάρχει μεταξύ των πρακτόρων που απαρτίζουν το μοντέλο του. Λόγου χάρη, σε ένα υποθετικό σύστημα - μοντέλο που απεικονίζει ένα οργανισμό, θα υπάρχουν οι πράκτορες - υπάλληλοι οι οποίοι θα καλούνται να επικοινωνούν με τους πελάτες - πράκτορες της επιχείρησης. Έτσι, στο μοντέλο αναπαρίσταται η ιεραρχική δομή των υπαλλήλων μιας πραγματικής επιχείρησης. Η προσέγγιση, χρησιμοποιώντας τη Μοντελοποίηση βάσει πρακτόρων, είθισται να χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος πεδίων. Συχνά χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση και προσομοίωση κοινωνικών και οικονομικών συστημάτων, πληθυσμών (εδώ ως πράκτορας θα μπορούσε να οριστεί μια οικογένεια, ένας πολίτης ή ακόμα και ένας ψηφοφόρος), αλυσίδων ανεφοδιασμού (υποψήφιος πράκτορας θα μπορούσε να ήταν μια επιχείρηση) κτλ.

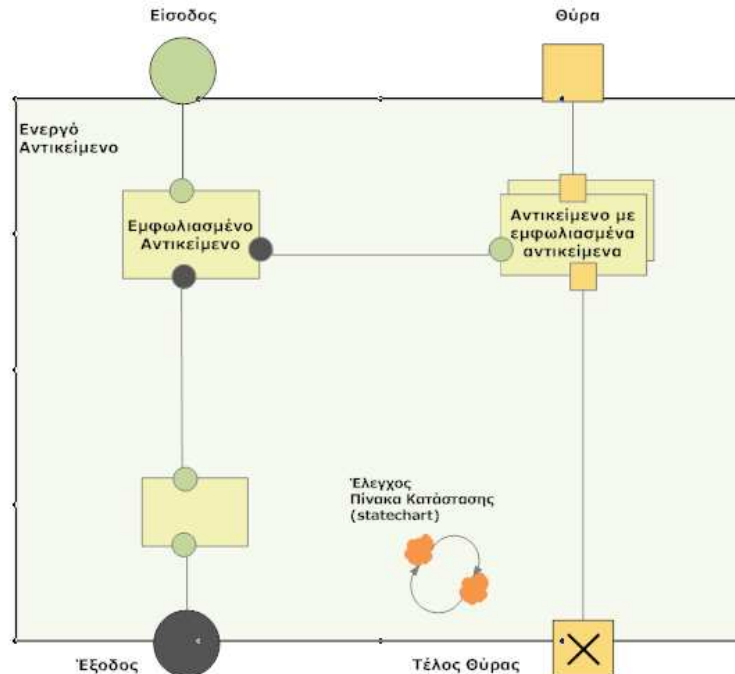
Έχοντας ο χρήστης ορίσει τους πράκτορες και φυσικά το ευρύτερο περιβάλλον, το μοντέλο είναι έτοιμο για προσομοίωση και ικανό να φανερώσει τη γενικότερη συμπεριφορά των στοιχείων του, ακόμα κι αν δεν υπάρχει γνώση για τη σφαιρική συμπεριφορά του συστήματος. Το AnyLogic είναι το μοναδικό εργαλείο προσομοίωσης που επιτρέπει τη δημιουργία ευέλικτων μοντέλων με πράκτορες, αφού τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιβάλλον τους. Ταυτόχρονα, υποστηρίζει όλες τις ευρύτερα γνωστές και χρησιμοποιούμενες συμπεριφορές πρακτόρων, όπως διαγράμματα μετάβασης (state charts), σύγχρονο και ασύγχρονο προγραμματισμό (synchronous and asynchronous scheduling).

5.11.5 Γενικά για τα υβριδικά συστήματα

Ένα μεγάλο ποσοστό των συστημάτων που δημιουργούνται για σκοπούς μοντελοποίησης και προσομοίωσης διέπεται από συμπεριφορές τόσο συνεχούς όσο και διακριτού χρόνου. Στην πραγματικότητα, οποιοδήποτε σύστημα αλληλεπιδρά με

τον φυσικό κόσμο εμπίπτει σε αυτό το ποσοστό. Για να είναι εφικτή η μοντελοποίηση τέτοιων συστημάτων και το αποτέλεσμα της προσομοίωσης να είναι ακριβές και αξιόπιστο, κρίθηκε απαραίτητη η ύπαρξη μιας εκτελέσιμης γλώσσας που να περιγράφει με φυσικό τρόπο αυτήν την υβριδική συμπεριφορά και μιας μηχανής που να δύναται να προσομοιώνει διακριτά γεγονότα με την παρεμβολή συνεχών διαδικασιών. Υπάρχουν διάφορα εργαλεία, εμπορικά και ακαδημαϊκά, που είναι ικανά να μοντελοποιούν και να προσομοιώνουν συστήματα με μικτή συμπεριφορά (συνεχούς και διακριτού χρόνου), τα επονομαζόμενα υβριδικά συστήματα. Το λογισμικό προσομοίωσης AnyLogic, που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, υποστηρίζει πλήρως μοντελοποιήσεις τέτοιων συστημάτων.

Εκτός από τις τυποποιημένες ιδιότητες των UML διαγραμμάτων κατάστασης και μετάβασης, είναι δυνατόν να προστεθεί ένα σύνολο διαφορικών και αλγεβρικών εξισώσεων στους (υβριδικούς) πίνακες κατάστασης (statecharts) με μια απλή ή/και σύνθετη κατάσταση ενός πίνακα κατάστασης. Ταυτόχρονα, υπάρχει η δυνατότητα να καθοριστεί μια συνθήκη επί των συνεχών μεταβαλλόμενων μεταβλητών, ώστε να πυροδοτείται μια νέα μετάβαση. Το ενεργό σύνολο εξισώσεων και διαδικασιών πυροδότησης (triggers) καθορίζεται από την επικρατούσα απλή κατάσταση και όλα τα περιεχόμενα αυτής. Το παράδειγμα του υβριδικού πίνακα κατάστασης που απεικονίζεται στην Εικόνα 5-34 είναι ένα απλό μοντέλο ενός αντικειμένου που επιταχύνεται κατακόρυφα προς τα άνω, έως ότου αποκτήσει την ταχύτητα V_{max} , και έπειτα ακολουθεί καθοδική πορεία λόγω της βαρύτητας, μέχρι να αγγίξει το έδαφος ($Y \leq 0$), όπου και παύει να υπάρχει.



Εικόνα 5-34: Διάγραμμα δομής του AnyLogic, χρησιμοποιώντας UML-RT (UML-Real Time) με συνεχείς συνδέσεις

5.12 Οντολογίες και εννοιολογική χαρτογράφηση

Η εννοιολογική χαρτογράφηση είναι μια πολύ σημαντική τεχνική για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά ανάπτυξη πε-

ριεχομένου ή διαδικτυακών περιβαλλόντων (Hughes και Hay, 2001). Η χρήση εννοιολογικών χαρτών παραπέμπει στην οικοδόμηση γνώσης και δύναται να χρησιμοποιηθεί σε διαθεματικές ομάδες.

Σύμφωνα με τον Barker (2008), η εννοιολογική χαρτογράφηση αποτελεί μια σημαντική τεχνική διαλογικής διερεύνησης της γνώσης πριν από τη δημιουργία των επιχειρησιακών οντολογιών. Κατά τη γνώμη του, βασίζεται στις βασικές αρχές της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων, όπως είναι η ιεραρχία και ο ισομορφισμός. Οι Chou (2008) και McAleese (1999) θεωρούν ότι η νοητική χαρτογράφηση αποτελεί βασικό κονστρουκτιβιστικό εργαλείο της συστημικής προσέγγισης.

O Cantu (2007) συνδέει τη χρήση των εννοιολογικών χαρτών με τη νοηματική μάθηση του Ausubel (1978), ενώ ο Wu (2004) αναλύει τις κονστρουκτιβιστικές τους δυνατότητες.

Τα διαγράμματα συνιστούν μια ιδιαίτερη γλώσσα επικοινωνίας η οποία βασίζεται συνήθως σε ένα μικρό αλλά συνεκτικό σύστημα συμβόλων και κανόνων με το οποίο μπορεί να κατασκευάσει κανείς λογικές δομές και συσχετίσεις. Τα διαγράμματα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της ατομικής μάθησης, διότι, ανάλογα με την περίπτωση, έχουν τη δυνατότητα να αποτυπώνουν και να προβάλλουν οπτικά κάποιες πολύπλοκες γνωστικές δομές οι οποίες θα ήταν δύσκολο να παρουσιαστούν με συμβατικούς λεκτικούς τρόπους επικοινωνίας. Επιταχύνουν με τον τρόπο αυτόν την αντίληψη, διευκολύνοντας, παράλληλα, τα άτομα εκείνα που έχουν αυξημένες ικανότητες στην οπτική πρόσληψη των πληροφοριών. Παράλληλα, η χρήση των διαγραμμάτων προάγει τη συμμετοχή και τη συλλογική μάθηση, μιας και ο χειρισμός τους δεν απαιτεί ιδιαίτερες λεκτικές ικανότητες. Έχει αποδειχθεί, επίσης, ότι τα διαγράμματα συμβάλλουν στην εγρήγορση, αυξάνοντας τη μαθησιακή ετοιμότητα κατά την παρουσίαση του γνωστικού αντικειμένου.

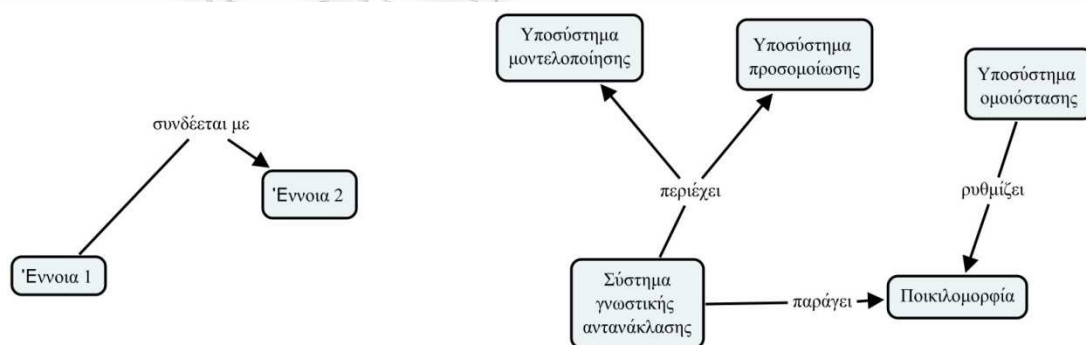
Ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί διάφορα είδη διαγραμμάτων, τα πιο συνηθισμένα από τα οποία είναι: τα δένδροειδή - κλαδικά διαγράμματα, τα οποία χρησιμοποιούνται, συνήθως, στην περιγραφή ιεραρχικών δομών, τα διαγράμματα ροής, τα οποία παρουσιάζουν διαδικασίες, τα διαγράμματα δικτύων, τα διαγράμματα Venn, οι μήτρες, τα διαγράμματα πίτας, οι χρονικές σειρές, τα σχηματικά διαγράμματα Φυσικής, Χημείας, Γεωμετρίας κλπ. Σε κάθε περίπτωση, τα διαγράμματα αποτελούν σημαντικό βοήθημα στην παρουσίαση της γνώσης, αλλά και στην κινητοποίηση της σκέψης προς μια κατεύθυνση την οποία θα ονομάζαμε διαγραμματική σκέψη (diagrammatic thinking), η οποία, τελευταία, αποτελεί σημαντικό ερευνητικό θέμα. Πολύ σημαντική συμβολή τόσο στη διαγραμματική αναπαράσταση όσο και στη διαγραμματική σκέψη έχει ο σύγχρονος δικτυακός Η/Υ, ο οποίος, διαθέτοντας δυνατότητες αναπαράστασης σε δύο ή τρεις διαστάσεις, δημιουργεί πολύ λειτουργικά περιβάλλοντα κατασκευής, διαχείρισης και ανταλλαγής διαγραμμάτων.

Μια ιδιαίτερη κατηγορία διαγραμματικής απεικόνισης είναι οι εννοιολογικοί χάρτες (Novak, 1984). Σκοπός τους είναι η δόμηση γνωστικών οντολογιών με δομικές μονάδες τις έννοιες και τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Η δημιουργία οντολογιών είναι μια από τις πιο σημαντικές γνωστικές ικανότητες του σύγχρονου ανθρώπου, ο οποίος έρχεται σε επαφή με έναν τεράστιο όγκο αδόμητης πληροφορίας. Η ικανότητα διαγραμματικής αναπαράστασης της γνώσης και η συσχετιζόμενη με αυτή ικανότητα δημιουργίας οντολογιών πρέπει να καλλιεργηθούν συστηματικά στους νέους

μαθητές, καθώς είτε ήδη έχουν είτε πρόκειται στο μέλλον να έχουν μια μόνιμη σχέση γνώσης με το διαδίκτυο.

Η εννοιολογική χαρτογράφηση ανακαλύφθηκε το 1972, προκειμένου να διευκολυνθούν οι ερευνητές στην παρουσίαση των μεταβολών που υφίστανται τα γνωστικά μοντέλα των μαθητών κατά την πορεία της μάθησης. Ο Novak, πρωτεργάτης στη μελέτη και αξιοποίηση των νοητικών χαρτών, πρότεινε το 1977 τις έννοιες ως βασικά στοιχεία οικοδόμησης των νοητικών μοντέλων, τις οποίες όρισε ως «αντιληπτές κανονικότητες σε γεγονότα ή αντικείμενα στις οποίες αποδίδουμε ένα όνομα». Όρισε, επίσης, τη διασύνδεση δύο ή περισσοτέρων εννοιών ως πρόταση η οποία αποτελεί τη βασική νοητική μονάδα. Στη συνέχεια, όρισε τους εννοιολογικούς χάρτες ως γραφικές απεικονίσεις εννοιών και προτάσεων σε δύο διαστάσεις. Τα βασικά δομικά στοιχεία της προτεινόμενης γραφικής απεικόνισης είναι οι έννοιες, οι οποίες αναπαρίστανται με κύκλους ή τετράγωνα, και οι συνδυαστικές σχέσεις οι οποίες αναπαρίστανται με τόξα στα οποία κωδικοποιούνται σύντομες περιγραφές (συνδυαστικές φράσεις). Στην Εικόνα 5-35 αναπαρίσταται μια βασική εννοιολογική πρόταση η οποία αποτελείται από δύο έννοιες συνδεδεμένες με ένα τόξο σχέσης στο οποίο κωδικοποιείται σύντομη περιγραφή της σχέσης.

Αν και απλή, η μεθοδολογία οικοδόμησης που πρότεινε ο Novak χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε πολλές πλευρές της μάθησης και εκπαίδευσης, όπως αξιολόγηση, αποτύπωση της υπάρχουσας γνώσης των μαθητών, παρουσίαση νέων γνωστικών αντικειμένων στους μαθητές, κωδικοποίηση γνώσης, διδασκαλία της κριτικής σκέψης, συλλογική μάθηση, οργάνωση πολύπλοκου μαθησιακού περιεχομένου και εμπλουτισμού της παραδοσιακής διδασκαλίας. Από πλευράς Παιδαγωγικής, οι νοητικοί χάρτες αποτελούν εφαρμογή των παιδαγωγικών προτάσεων των Ausubel, Vygotsky και Piaget. Από λειτουργικής πλευράς, οι νοητικοί χάρτες είναι εποπτικό εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού και, σύμφωνα με τα λόγια του Novak, όπως κάθε νέα τεχνολογία, δεν πρόκειται να λύσει τα προβλήματα του εκπαιδευτικού, μπορεί, όμως, να συμβάλει σημαντικά στην εφαρμογή της οικοδόμησης γνώσης, εφόσον ο εκπαιδευτικός εφαρμόζει τον κονστрукτιβισμό ως βασική παιδαγωγική του κατεύθυνση (Novak, 2004).



Εικόνα 5-35: Σχηματική κωδικοποίηση διασύνδεσης εννοιών

Τα τελευταία δώδεκα χρόνια, το Ινστιτούτο IHMC (Institute for Human and Machine Cognition) μετά από πρωτοβουλία των Novak και Cañas ανέπτυξε το λογισμικό SmartTools (Novak, 2004), στοχεύοντας στο να δημιουργήσει ένα δικτυακό περιβάλλον ατομικής, αλλά και συλλογικής ανάπτυξης νοητικών χαρτών. Το λογισμικό αυτό στην ατομική αλλά και δικτυακή του έκδοση προσφέρεται δωρεάν και είναι

ευρύτατα γνωστό και διαδεδομένο σε όλον τον κόσμο λόγω της απλότητας και λειτουργικότητάς του, αλλά και των δυνατοτήτων διαδικτυακής συνεργασίας που προσφέρει. Στην τελευταία του έκδοση, απέκτησε και δυνατότητες κωδικοποίησης οντολογιών, οδεύοντας, έτσι, σε πιο οργανωμένη και τυπική παρουσίαση της γνώσης. Βασισμένες στις ιδέες του Novak πολλές εταιρείες ανέπτυξαν λογισμικά εννοιολογικής χαρτογράφησης, όπως το Inspiration. Παράλληλα, αναπτύχθηκαν και άλλες τεχνικές εννοιολογικής χαρτογράφησης, όπως οι νοητικοί χάρτες του T. Buzan. Οι νοητικοί χάρτες αποτελούνται από μια κεντρική έννοια γύρω από την οποία σχεδιάζονται 5-10 έννοιες που σχετίζονται με την κεντρική και αυτό συνεχίζεται επαναληπτικά.

Η ραγδαία ανάπτυξη των υπολογιστών διατηρεί ζωντανό ένα πολύ σημαντικό πεδίο έρευνας σχετικά με την οπτικοποίηση και τη γραφική δόμηση των γνωστικών μοντέλων, των εννοιών, αλλά και των οντολογιών και αδόμητων πληροφοριών. Από το ερευνητικό αυτό πεδίο αναμένονται πολύ σημαντικά γνωστικά εργαλεία στο μέλλον.

5.12.1 Η νοητική χαρτογράφηση ως εργαλείο γνωστικής αντανάκλασης

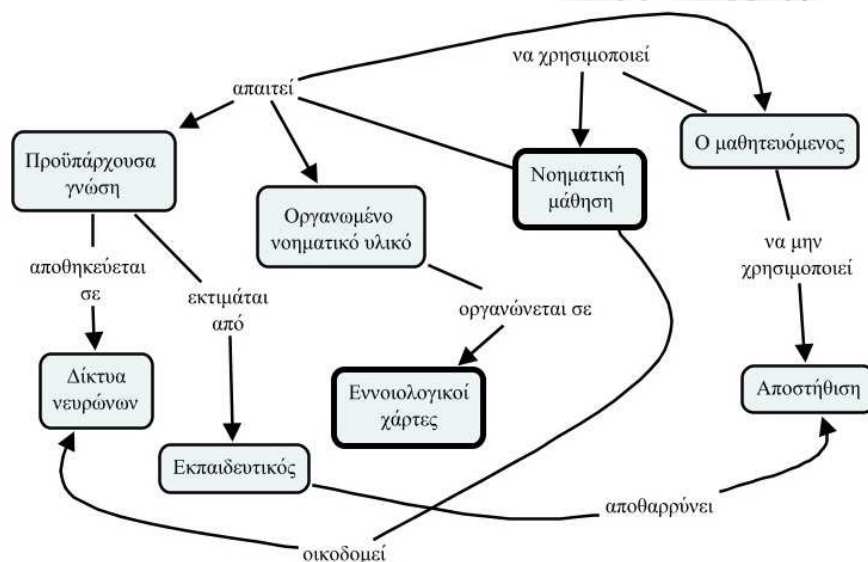
Σύμφωνα με τους Gilbert και Driscoll (2002), η εννοιολογική χαρτογράφηση αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο της συνεργατικής μάθησης. Επιτρέπει στα άτομα τα οποία συμμετέχουν σε κάποια μαθησιακή ομάδα να κατασκευάζουν με ακρίβεια τις γνωστικές τους αντανάκλασεις πριν από το στάδιο της διαπραγμάτευσης και της κατασκευής του τελικού και συμφωνημένου συνεπαγωγικού πλέγματος. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ευρήματα για απευθείας διασύνδεση των νοητικών χαρτών των μελών με τον σκοπό ή τον στόχο της μαθησιακής ομάδας.

Η παρουσίαση των γνωστικών αναπαραστάσεων με τη χρήση νοητικών χαρτών παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου και αποσφαλμάτωσης λανθασμένων ή ελλιπών εννοιολογικών δεσμών, μια διαδικασία η οποία βελτιώνει σημαντικά τη διαδικασία της επικοινωνίας και σύγκλισης. Η σωστή και συλλογική αποσφαλμάτωση είναι δυνατόν να αποκαλύψει εμμονές, σκοπιμότητες και στερεότυπα τα οποία αποτελούν βασικούς αναστολείς σε περιπτώσεις συνεργατικής μάθησης, όπως για παράδειγμα ο σχεδιασμός συστημάτων.

Η χρήση της εννοιολογικής χαρτογράφησης αποτελεί και σημαντικό εργαλείο σκόπιμης και ελεγχόμενης ατομικής μάθησης, μιας και σχετίζεται άμεσα με το Μοντέλο Νοηματικής Μάθησης του Ausubel (1963). Το μοντέλο αυτό έχει διαμορφωθεί στη βάση της θεωρίας του Ausubel (1963) περί ουσιαστικής λεκτικής μάθησης και επίσης στους προβαλλόμενους απ' αυτόν προκαταβολικούς οργανωτές (Εικόνα 5-36). Οι διδακτικές θέσεις του Ausubel συνιστούν τον αντίποδα της ανακαλυπτικής μάθησης, της εμπειρικά αποκτώμενης μάθησης και της ανοικτής παιδείας. Πρόκειται για λεκτικώς παρεχόμενη μάθηση (διδάσκεται κάτι από τον εκπαιδευτή).

Κατά τον Ausubel, η ουσιαστική μάθηση δεν προκύπτει από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο εργασίας, αλλά συναρτάται με τον μαθητή και το υλικό μάθησης. Δηλαδή, η ουσιαστική μάθηση επιτυγχάνεται, όταν ο εκπαιδευόμενος έχει μια ορισμένη γνωστική υποδομή και το υλικό προς μάθηση έχει το στοιχείο της καταληπτότητας. Επομένως, δεν έχει σημασία αν η γνώση αποκτάται με ανακάλυψη ή λαμβάνεται έτοιμη. Στη μάθηση το κλειδί βρίσκεται στην ικανότητα να συνδεθεί η νέα ύλη με την υπάρχουσα γνωστική δομή του εκπαιδευόμενου. Αν, δηλαδή, η νέα γνώση

συνδεθεί κατάλληλα με τις προηγούμενες γνώσεις του εκπαιδευόμενου, η μάθηση είναι ουσιαστική και στέρεη. Η θέση ότι ο εκπαιδευόμενος - ακροατής βρίσκεται σε κατάσταση παθητικότητας δεν γίνεται δεκτή από τον Ausubel, ο οποίος μιλάει για ενεργητική παραληπτική μάθηση, όταν οι εκπαιδευόμενοι ενδιαφέρονται για το διδασκόμενο αντικείμενο. Επομένως, η παραληπτική μάθηση είναι ουσιαστική και σταθερή, αρκεί η νέα ύλη να συσχετιστεί με τη συγκεκριμένη γνωστική δομή του κάθε εκπαιδευόμενου χωριστά. Ο εκπαιδευτής επιβάλλεται να διδάξει στους εκπαιδευόμενους τους δυνατούς τρόπους συσχετισμού του νέου γνωστικού υλικού με τη γνωστική τους δομή. Για τον συσχετισμό αυτό, βασικός παράγοντας είναι οι λεγόμενοι «προκαταβολικοί οργανωτές», που συνιστούν ένα πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα, το οποίο παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους πριν από το παραδοτέο μαθησιακό υλικό και δημιουργεί το αναγκαίο υπόβαθρο για τη νέα γνώση. Ο Ausubel χαρακτηρίζει τους προκαταβολικούς οργανωτές ως «νοητική σκαλωσιά» της νέας γνώσης.



Εικόνα 5-36: Εννοιολογικός χάρτης της νοηματικής μάθησης

Σύγχρονες μελέτες, όπως αυτή του Lee (2005), δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στη γνωστική αξιοποίηση των νοητικών χαρτών ως κονστрукτιβιστικού, αλλά και γνωστικού εργαλείου.

Οι Jonassen και Ionas (2008) αναγνωρίζουν την αξία των νοητικών χαρτών, αλλά θεωρούν πως περιορίζουν τη σκέψη σε αιτιοκρατική διασύνδεση. Θεωρούν πως θα πρέπει να αξιοποιηθούν συστημικά εργαλεία προσομοίωσης, όπως τα Stella, iThink και Vensim, προκειμένου η εννοιολογική χαρτογράφηση να εμπλουτιστεί με συστημικά στοιχεία και να βελτιωθεί η ποιότητα της αιτιοκρατικής σκέψης.

Οι Oliver και Hannafin (2001) θεωρούν ότι η εννοιολογική χαρτογράφηση βελτιώνει τη γνωστική ανατανάκλαση ιδιαίτερα σε ζητήματα πολύπλοκων δικτύων και υπερσυνδέσεων εννοιών.

Ο Hay (2008) μιλά για διαλογική ανάπτυξη εννοιολογικών χαρτών, θεωρώντας τους εννοιολογικούς χάρτες ως σημαντικό εργαλείο καταγραφής της σταθεροποιημένης - συμφωνημένης γνώσης σε διαλεκτικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

Τον συσχετισμό της συνεργατικής μάθησης και της εννοιολογικής χαρτογράφησης ερευνά και ο Psycharis (2008) σε ομάδες εκπαιδευτικών.

Οι Shen, Richardson και Fox (2003) θεωρούν ότι οι νοητικοί χάρτες αποτελούν πολύ σημαντικό εργαλείο για την οπτικοποίηση πολύπλοκων νοητικών λειτουργιών που συντελούν στον σχηματισμό της συλλογικής γνώσης σε συνεργατικά περιβάλλοντα.

Οι Weideman και Kritzinger (2003) δίνουν μια άλλη διάσταση, θεωρώντας ότι οι νοητικοί χάρτες αποτελούν πολύ σημαντικό οπτικό σύστημα διεπαφής μεταξύ των ανθρώπινων και ηλεκτρονικών συστημάτων, ιδιαίτερα σε συστήματα διαχείρισης ψηφιακών μέσων, όπως είναι οι ψηφιακές βιβλιοθήκες. Στην ίδια γραμμή σκέψης βρίσκεται και ο Naeve (2001), αναπτύσσοντας τις απόψεις του για τον σημασιολογικό ιστό.

Ο Ford (2004) συνδέει λειτουργικά τους εννοιολογικούς χάρτες με το συνεπαγωγικό πλέγμα του Gordon Pask, ενώ διασύνδεση της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης με την εννοιολογική χαρτογράφηση πραγματοποιεί και ο Whitaker (2007).

Οι Hay και Kinchin (2006) αποδίδουν στους εννοιολογικούς χάρτες πολύ σημαντικές ιδιότητες γνωστικής ανατανάκλασης σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο. Θεωρούν ότι η εννοιολογική χαρτογράφηση, αν και δείχνει απλή διαδικασία λόγω κυρίως των πολύ απλών κανόνων που τη διέπουν, αποδεικνύεται στην πράξη απαιτητική και επίπονη εργασία.

Οι Lee και Nelson (2005), πραγματοποιώντας μια επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η βασική δεξιότητα στην επίλυση προβλημάτων αποτελεί η σωστή εννοιολογική αναπαράσταση της γνώσης. Παραπέμποντας σε πληθώρα ερευνητικών δεδομένων υποδεικνύουν το νοηματικό δίκτυο των εννοιολογικών χαρτών ως το σημαντικότερο εργαλείο οπτικής αναπαράστασης της γνώσης σε περιβάλλον επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων. Οι Lee και Nelson (2005) ισχυρίζονται πως η κινητοποίηση των ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων, οι οποίες ενεργοποιούνται στην επίλυση προβλημάτων, καλλιεργούνται ιδιαίτερα με την κονστрукτιβιστική ανάπτυξη εννοιολογικών χαρτών και όχι με τη στατική απομνημόνευσή τους.

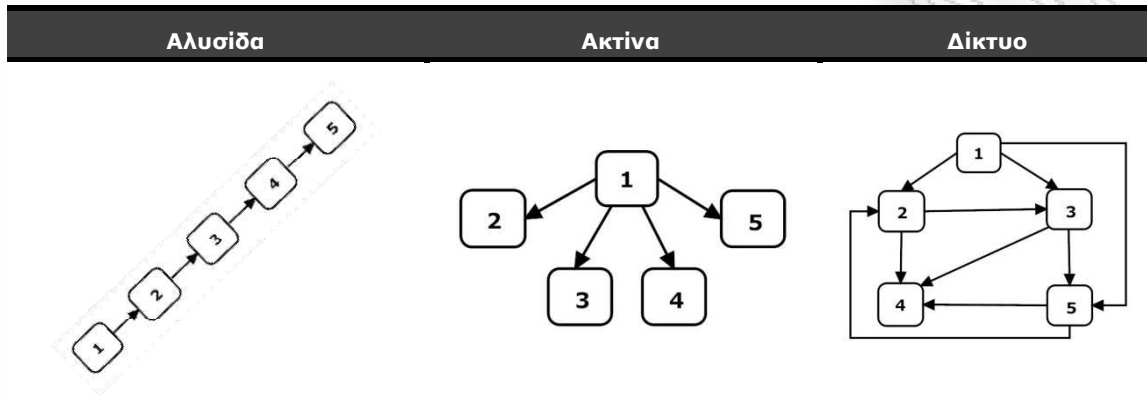
Ο Mishra (2002) θεωρεί ότι οι εννοιολογικοί χάρτες αποτελούν σημαντικό οργανωτή της δικτυακής γνώσης, ενώ οι McGill et al. (2005) συνδέουν τους εννοιολογικούς χάρτες με δικτυακές υποδομές τύπου wiki. Ο Tsai (2004) κατατάσσει τους εννοιολογικούς χάρτες στα μεταγνωστικά εργαλεία της επιστημολογικής αξιοποίησης του διαδικτύου. Ο Motiwalla (2007) εντάσσει τους εννοιολογικούς χάρτες ως βασικό εργαλείο στο M-learning (Mobile learning).

Ο Komis (2002) διαπιστώνει την αποτελεσματικότητα των εννοιολογικών χαρτών στην οδήγηση της διαδικτυακής συνεργατικής μάθησης. Θεωρεί ότι οι ερευνητές θα πρέπει να δώσουν ιδιαίτερο βάρος στην εξερεύνηση της δυναμικής των εννοιολογικών χαρτών ως ενεργοποιητών της εικονικής συνεργατικής μάθησης.

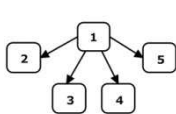
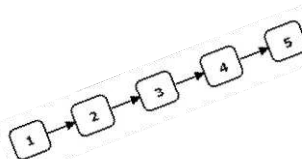
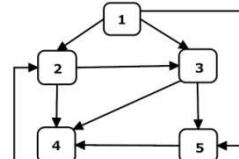
5.12.2 Ανάπτυξη, οργάνωση και διαχείριση εννοιολογικών χαρτών

Οι Hay και Kinchin (2006), από τους πολύ σημαντικούς ερευνητές των εννοιολογικών χαρτών, έχοντας κατηγοριοποιήσει τους εννοιολογικούς χάρτες, καθόρισαν δι-

αδικασίες ανάπτυξης, διόρθωσης και εξέλιξής τους. Στον Πίνακα 5-8 αναπαρίστανται τα τρία βασικά είδη νοητικών χαρτών. Στον Πίνακα 5-9 έχουμε τους βασικούς τελεστές σχηματισμού των εννοιολογικών χαρτών: ιεραρχία, προσθήκη, διαγραφή και διασύνδεση εννοιών.



Πίνακας 5-8: Μορφές εννοιολογικών χαρτών (Hay και Kinchin, 2006)

	Ακτίνα	Αλυσίδα	Δίκτυο
Δομή			
Ιεραρχία εννοιών	Απλό επίπεδο	Πολλαπλά επίπεδα αλλά τις περισσότερες φορές ακατάλληλα	Διάφορα επίπεδα
Προσθήκη εννοιών	Οι προσθήκες στην κεντρική έννοια δεν επηρεάζουν τις υπόλοιπες	Δυσκολεύουν την προσθήκη εννοιών στην αρχή	Εξαρτάται από τις εναλλακτικές διαδρομές
Διαγραφή εννοιών	Δεν επηρεάζουν τη δομή του χάρτη	Διακόπτουν τη ροή των εννοιών	
Διασύνδεση εννοιών	Συνήθως απλή	Συνήθως σύνθετη	Απαιτεί τεχνική ορολογία

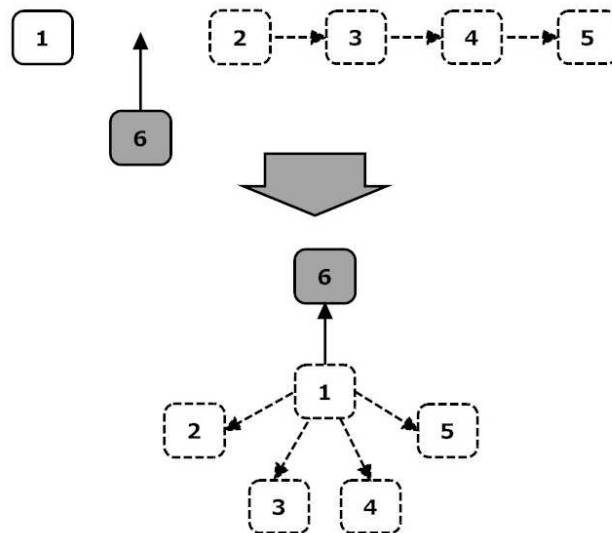
Πίνακας 5-9: Τελεστές εννοιών σε εννοιολογικούς χάρτες (Hay και Kinchin, 2006)

Οι Hay και Kinchin (2006) αναφέρουν δύο βασικές διαδρομές εξέλιξης ενός εννοιολογικού χάρτη: τη δομική και την τοπολογική εξέλιξη. Στη δομική εξέλιξη προστίθενται νέες έννοιες και συνδέσεις με αποτέλεσμα την επέκταση του εννοιολογικού χάρτη. Στην τοπολογική εξέλιξη πραγματοποιείται επαναδιάταξη των υπάρχοντων εννοιών.

Οι Hay και Kinchin (2006) αναφέρουν ως πιο συνηθισμένες μετασυστημικές διαμορφώσεις των εννοιολογικών χαρτών τον μετασχηματισμό των ακτινωτών διαγραμμάτων σε αλυσίδες. Ο μετασχηματισμός των αλυσίδων σε δίκτυα είναι σχετικά σπάνιος. Αυτό συμβαίνει, γιατί πολύ δύσκολα ο σειριακός συλλογισμός δύναται να μετατραπεί σε συλλογισμό ικανό να παραγάγει τις απαραίτητες διασυνδέσεις. Το ενδιάμεσο στάδιο του μετασχηματισμού των αλυσιδωτών χαρτών σε δικτυακούς χάρτες περνά από τους ακτινωτούς σχηματισμούς. Πολλές φορές αυτός ο μετασχηματισμός είναι αυθόρμητος, οπότε έχουμε την ανάδυση νέων τοπολογιών, όπως χαρακτηριστικά δείχνει η Εικόνα 5-37.

Η συνεργατική και διαλογική διερεύνηση βοηθά ιδιαίτερα στον μετασχηματισμό των εννοιολογικών χαρτών προς ολοένα και πιο αντιπροσωπευτικές οντολογίες. Η δυνατότητα συνδυασμού πολλών και διαφορετικών γνωστικών δομών ενεργοποιεί δυναμικές μετασυστημικών μεταβάσεων, όπως χαρακτηριστικά δείχνει η Εικόνα 5-38. Η αυθόρμητη αναδιαμόρφωση των εννοιολογικών χαρτών, κάτι ιδιαίτερα συχνό στη διαλογική μάθηση, είναι σε θέση να αποκαλύψει κρυφές εννοιολογικές δομές και αρχέτυπα. Στην ατομική μάθηση τέτοιες δομές συνήθως είτε δεν αποκαλύπτονται ποτέ είτε απλά αποβάλλονται.

Η ανάπτυξη εννοιολογικών χαρτών σε συνεργατικά περιβάλλοντα είναι μια εξελικτική διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιούνται δομικοί και τοπολογικοί μετασχηματισμοί είτε σκόπιμα είτε ως προϊόν ανάδυσης έως ότου επιτευχθεί συναίνεση σχετικά με την οντολογία η οποία είναι πιο κοντά στην αλήθεια της ομάδας. Σε ατομικό επίπεδο, η ανάπτυξη δικτυακών οντολογιών προάγει τη δικτυακή σκέψη η οποία με τη σειρά της ενεργοποιεί τη δυνατότητα ευελιξίας στη δόμηση, κατάρρευση και ανασυγκρότηση οντολογιών.



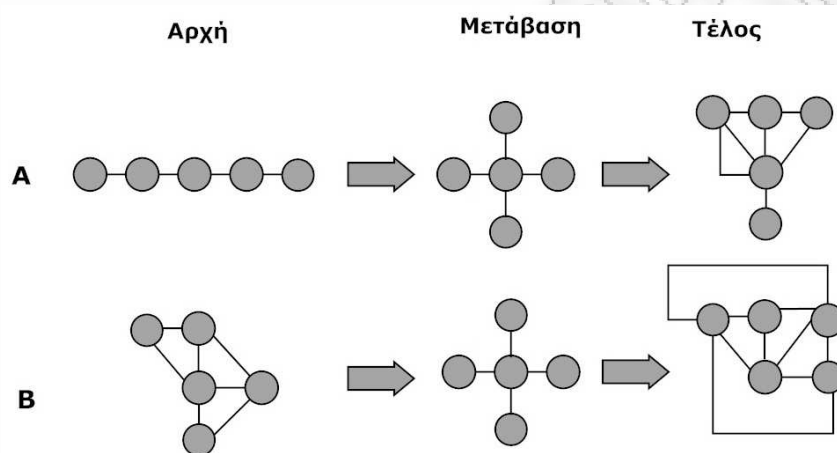
Εικόνα 5-37: Μετασχηματισμός της τοπολογίας εννοιολογικού χάρτη (Hay και Kinchin, 2006)

Η παραπάνω ανάλυση δίνει κάποιες βασικές κατευθυντήριες γραμμές αναφορικά με την ανάπτυξη νοητικών χαρτών σε διαλογικά περιβάλλοντα. Η βασική στόχευση θα πρέπει να είναι στον εξελικτικό μετασχηματισμό της τοπολογίας των εννοιολογικών χαρτών παρά στην παραγωγή της καλύτερης δυνατής εννοιολογικής αναπαράστασης από την αρχή.

Όπως ήδη τονίσαμε, η παραγωγή εννοιολογικών χαρτών είναι μια επίπονη δυναμική διαδικασία η οποία διακατέχεται από συστημικά στοιχεία αυτοοργάνωσης και ανάπτυξης και ως τέτοια απαιτεί να υποστηρίζεται από δυναμικά και ευέλικτα λογισμικά.

5.12.3 Εννοιολογική χαρτογράφηση με το λογισμικό CmapTools

Το προτεινόμενο λογισμικό για την ανάπτυξη, οργάνωση και διαχείριση εννοιολογικών χαρτών είναι το CmapTools το οποίο παραλαμβάνεται δωρεάν και χωρίς υποχρέωση από τη διεύθυνση <http://cmap.ihmc.us/>. Είναι γραμμένο σε Java και, κατά την εγκατάστασή του, εγκαθιστά και το Runtime Environment της Java. Η δημιουργία εννοιολογικού χάρτη πραγματοποιείται με πολύ απλά και διαισθητικά βήματα.



Εικόνα 5-38: Δομικός μετασχηματισμός της τοπολογίας εννοιολογικού χάρτη (Hay και Kinchin, 2006)

Το πρόγραμμα CmapTools δίνει τη δυνατότητα συνδυασμού εννοιολογικών χαρτών με τη λειτουργία ενσωμάτωσης που διαθέτει. Με βάση τη λειτουργία αυτή, μπορούμε να ομαδοποιήσουμε οποιαδήποτε περιοχή ενός εννοιολογικού χάρτη σε μία μόνο συνολική έννοια, την οποία μπορούμε να αναδιπλώσουμε ή να εμφανίσουμε κατά βούληση. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να συμπυκνώσουμε και να οργανώσουμε μεγάλους εννοιολογικούς χάρτες. Οι εννοιολογικοί χάρτες που δημιουργούνται με το CmapTools μπορεί εύκολα να οργανωθούν σε βιβλιοθήκες εννοιών όπου μπορεί να αποθηκεύονται, να ενημερώνονται και να επικαιροποιούνται. Η λειτουργία είναι παρόμοια με αυτήν της διαχείρισης αρχείων των λειτουργικών συστημάτων.

Η αποθήκευση του νοητικού χάρτη πραγματοποιείται στην οικεία διαμόρφωση της μορφής .cmap. Το πρόγραμμα, όμως, έχει μια πολύ μεγάλη ευελιξία στην εξαγωγή των νοητικών χαρτών και σε άλλες διαμορφώσεις, όπως εικόνα jpg, αρχείο pdf, Postscript, XML, Scalable vector format κλπ. Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα της βιντεοσκόπησης της διαδικασίας δημιουργίας ενός νοητικού χάρτη σε αρχείο avi και της προβολής του για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Τέλος, είναι δυνατή η δημιουργία παρουσιάσεων. Το λογισμικό CmapTools σχεδιάστηκε, ώστε να παρέχει ένα επαρκές ευέλικτο και φιλικό περιβάλλον, το οποίο θα επέτρεπε και θα ενθάρρυνε τη συνεργασία και ανταλλαγή στη δόμηση γνωστικών μοντέλων μέσω νοητικών χαρτών (Cañas, 2003). Για τον λόγο αυτό, το CmapTools αναπτύχθηκε σε δύο επίπεδα: επίπεδο CmapClient και επίπεδο CmapServer. Το CmapClient αφορά τη μεμο-

νωμένη εφαρμογή η οποία τρέχει στον προσωπικό υπολογιστή και στην οποία έχουμε αναφερθεί εκτενώς.

Το SmartServer είναι λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε, προκειμένου να καθίσταται δυνατή η συλλογική ανάπτυξη νοητικών χαρτών από ομάδες απομακρυσμένων χρηστών με κοινά ενδιαφέροντα. Το SmartServer είναι λογισμικό επικοινωνίας το οποίο δημιουργεί εννοιολογικούς χώρους (places). Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στους εννοιολογικούς χώρους για τους οποίους έχει επαρκή δικαιώματα. Η είσοδος στους εννοιολογικούς χώρους πραγματοποιείται εύκολα μέσω απλής διάδρασης από το πρόγραμμα διαχείρισης εννοιολογικών χαρτών.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

6

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών

Την τελευταία δεκαετία, ιδιαίτερη άνθηση και διάδοση γνωρίζει η συνεργατική μάθηση μέσω της δημιουργίας στο διαδίκτυο οργανωμένων Κοινοτήτων Μάθησης που ονομάζονται **Εικονικές Κοινότητες Μάθησης (ΕΚΜ)**, γνωστές και με τους όρους **Ηλεκτρονικές Κοινότητες Μάθησης** και **Ψηφιακές Κοινότητες Μάθησης**. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε τεχνολογίες διαδικτύου οι οποίες εξασφαλίζουν πολύ ικανοποιητικά επίπεδα ροής γνώσης και επικοινωνίας. Προσπερνώντας τους χωροχρονικούς και άλλους περιορισμούς της πραγματικής συνεργατικής μάθησης, οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης είναι σε θέση, με τη βοήθεια των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, να συμβάλουν στη διαδικτυακή ανταλλαγή ρητής και άρρητης γνώσης με σύγχρονο ή ασύγχρονο τρόπο, επιτυγχάνοντας, όμως, αποτελέσματα στον πραγματικό χώρο. Αν και υπάρχουν κανόνες, κυρίως διαχειριστικής φύσης, οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης αναπτύσσονται και λειτουργούν ακολουθώντας τα οργανικά συστημικά πρότυπα της ανάδυσης και αυτοοργάνωσης. Αποκτούν έτσι πολύ μεγάλη ευελιξία στην ανάπτυξη, αλλά και τη διαχείριση συλλογικής - οργανωσιακής γνώσης και μάθησης. Σύμφωνα με τον Li (2002), η συνεργατική μάθηση αποτελεί ίσως τη μεγαλύτερη συνεισφορά της τεχνολογίας στον τομέα της μάθησης. Σημειώνει, επίσης, ότι πάνω από 1000 έρευνες έχουν μελετήσει την επίδραση της συνεργατικής μάθησης στο ατομικό προφίλ των συμμετεχόντων, με πολύ θετικά ευρήματα. Τελικά, ίσως η απάντηση στο βασικό ερώτημα της εκπαιδευτικής - παιδαγωγικής χρήσης των ΤΠΕ βρίσκεται στην ανάπτυξη δυναμικών δικτύων συνεργατικής μάθησης, τα οποία, κατά τον Roberts (2004), υπάρχουν ήδη από το 1924 σε πολύ διαφορετικό μέγεθος και πολύ διαφορετική τεχνολογική βάση. Η Stevenson (2004) αναφέρει την ύπαρξη **άτυπων δικτύων** εκπαιδευτικών αναφορικά με τη συνεργασία σε ζητήματα νέων τεχνολογιών. Σημειώνει δε, ότι τα δίκτυα αυτά έχουν πολύ πιο ισχυρή επίδραση συγκριτικά με διάφορες μορφές εκπαίδευσης και επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στις νέες τεχνολογίες. Διαπιστώνει, επίσης, ότι είναι σχετικά ανεξερεύνητη η φύση των δικτύων αυτών. Οι MaKinster et al. (2006) σημειώνουν τη συστημική φύση του φαινομένου της μάθησης και παραγωγής γνώσης στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης. Οι ερευνητές διαπιστώνουν ότι η γνώση εκφράζει την ενεργό σύνδεση του ατόμου με το περιβάλλον της Κοινότητας. Η σκέψη και η

γνώση μπορεί να κατανοηθούν καλύτερα ως χαρακτηριστικά τόσο του ατόμου όσο και του περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιείται το άτομο. Σε συστήματα όπως οι Εικονικές Κοινότητες φθίνει δραστικά η έννοια του ατόμου ως απομονωμένου γνωστικού συστήματος. Απαιτούνται δυναμικότερα και συστημικότερα μοντέλα συμπαραγωγής της γνώσης.

Οι Parr και Ward (2006) θεωρούν ότι η ανάπτυξη των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης στην Εκπαίδευση αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην προώθηση των ΤΠΕ στην καθημερινότητα των εκπαιδευτικών. Αναγνωρίζουν, όμως, ότι η τεχνολογική αυτή καινοτομία θα χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη υπερβολή έως ότου διευκρινιστεί η ακριβής συμβολή και λειτουργία της.

Πολλοί ερευνητές αναγνωρίζουν ότι οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ως φορείς αλλαγών (change agents: Parr και Ward, 2006). Οι Venezky και Davis (2002) θεωρούν τις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης περισσότερο ως βασικό μοχλό προώθησης της παιδαγωγικής αλλαγής παρά ως εργαλείο ΤΠΕ.

Οι Paulus και Roberts (2006) θεωρούν ότι οι συζητήσεις που υλοποιούνται στο πλαίσιο της εικονικής συνεργασίας είναι πολύ πιο αποδοτικές σε σχέση με τις συζητήσεις που πραγματοποιούνται πρόσωπο με πρόσωπο.

Η Spa (2005) θεωρεί ότι οι Κοινότητες αποτελούν την κοιτίδα ανάπτυξης του επιστημονικού μυαλού και οι συζητήσεις και γνωστικές ανακλάσεις που επιτυγχάνονται σε αυτές είναι απόλυτα αναγκαίες για την πορεία προς μια συμφωνημένη επιστημονική αλήθεια. Θεωρεί ότι οι Εικονικές Κοινότητες διαθέτουν πολύ μεγάλο δυναμικό παραγωγής γνώσης έξω από το πλαίσιο της επίσημης φορμαλιστικής Εκπαίδευσης και έρευνας. Προχωρά μάλιστα στην υπόθεση ότι οι Εικονικές Κοινότητες μπορεί να αποτελέσουν τον κυρίαρχο μηχανισμό παραγωγής χρηστικής γνώσης και μάθησης. Στην κυβερνητική γλώσσα οι υποθέσεις της Spa (2005) δύναται να διατυπωθούν ως εξής: οι Εικονικές Κοινότητες μπορεί να αποτελέσουν τα βασικά πεδία πραγμάτευσης των λειτουργικών οντολογιών οι οποίες αποτελούν **τη συμφωνημένη - δόκιμη γνώση**, ενώ μέσω της διαδικασίας των διαδοχικών γνωστικών ανακλάσεων των μελών με την Κοινότητα επιτυγχάνεται η ευθυγράμμιση ατόμου - Κοινότητας η οποία χαρακτηρίζεται ως **μάθηση**.

Στο παραπάνω πλαίσιο, προτείνεται στην εργασία αυτή η δημιουργία ΕΚΜ στον χώρο των Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, η οποία θα εξυπηρετεί τους παρακάτω στόχους:

A- ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ❖ Η μοντελοποίηση του σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών, αλλά και της σχολικής τάξης ως μαθησιακών κυβερνητικών οντοτήτων "**P – οντότητα, M – οντότητα**"
- ❖ Η ανάπτυξη τεχνολογικά εμπλουτισμένων **M – οντοτήτων** και η ανταλλαγή εμπειριών από την εφαρμογή τους
- ❖ Ο σχεδιασμός και η πειραματική λειτουργία υβριδικών **M – οντοτήτων**, οι οποίες λειτουργούν σε κλειστές οργανωσιακά, αλλά ανοιχτές πληροφοριακά παιδαγωγικές οντότητες

- ❖ Η επικοινωνία των εκπαιδευτικών οι οποίοι λειτουργούν παιδαγωγικές και μηχανικές οντότητες σε ζώνες κρίσης, με σκοπό την ανταλλαγή ρητής και άρρητης γνώσης
- ❖ Η διευκόλυνση των εκπαιδευτικών οι οποίοι επιθυμούν να αναβαθμίσουν τις παιδαγωγικές και μηχανικές οντότητες, ώστε να λειτουργούν σε περιβάλλοντα αυξημένης ποικιλομορφίας
- ❖ Η παροχή υποστήριξης στην παραδοσιακή **M – οντότητα** του σχολικού εργαστηρίου
- ❖ Η δημιουργία υποδομής για την ανάπτυξη εποικοδομητικών μαθησιακών συζητήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών μέσω δωματίων συζήτησης
- ❖ Η παραγωγή αντικειμενικών γλωσσών L_i για την ανάπτυξη παραγωγικών **P – συζητήσεων**
- ❖ Η δημιουργία οργανωμένων συνεπαγωγικών πλεγμάτων αναφορικά με θέματα και αντικείμενα που έχουν σχέση με τις μαθησιακές συζητήσεις των εκπαιδευτικών στο σχολικό περιβάλλον
- ❖ Η δημιουργία βιβλιοθήκης εκπαιδευτικού υλικού, δοκιμασμένου στην πράξη, με σκοπό την υποστήριξη ανεπτυγμένων τεχνολογικά ή και μεταβατικών **M – οντοτήτων**
- ❖ Η δημιουργία δυνατότητας εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών πάνω σε θέματα τεχνολογικής αναβάθμισης των μαθησιακών συζητήσεων: εικονικό εργαστήριο, εικονικά πειράματα, προσομοίωση, δυναμική προσομοίωση και μοντελοποίηση, ρομποτική, πειράματα με αισθητήρες, προγραμματισμός και ανάπτυξη εφαρμογών κλπ.

B- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ❖ Η ανάπτυξη τεχνολογικής βάσης για Εικονική Κοινότητα Μάθησης μηδενικού κόστους, βασισμένης σε ανοιχτό λογισμικό και φιλοξενία σε εξυπηρετητές του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου
- ❖ Η διερεύνηση της βιωσιμότητας μιας Εικονικής Κοινότητας η οποία δημιουργείται με το μοντέλο της μαθησιακής συζήτησης και λειτουργεί με δομές Οργανωσιακής Κυβερνητικής
- ❖ Η εφαρμογή της συστημικής πολυμεθοδολογίας της Προοδευτικής Μείωσης της Ποικιλομορφίας για τον σχεδιασμό μιας διαφορετικής προσέγγισης στη διαδικτυακή επικοινωνία.

Γ- ΕΥΡΥΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ❖ Η ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου για τη δημιουργία Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης σε άλλους πυρήνες ειδικού ενδιαφέροντος, όπως αυτές των εκπαιδευτικών Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ή εκπαιδευτικών που ασχολούνται με προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης κλπ.
- ❖ Η προώθηση του κυβερνητικού μοντέλου των μαθησιακών συζητήσεων ως κατάλληλου για τη διασύνδεση των παραδοσιακών μαθησιακών συζητήσεων με νέα τεχνολογικά εργαλεία
- ❖ Η διερεύνηση της δυνατότητας ανάπτυξης συλλογικής συνείδησης ως σταθεροποίησης και ενσωμάτωσης στον ατομικό γνωστικό μηχανισμό ενός κοινού συνεπαγωγικού πλέγματος το οποίο παράγεται σε εικονικό περιβάλλον.

6.1 Πραγματικές και Εικονικές Κοινότητες Μάθησης

Κοινότητα θεωρείται «μια ομάδα ανθρώπων με κοινά ενδιαφέροντα που ζουν σε ορισμένη περιοχή» ή «ένα σύνολο ανθρώπων με κοινά, κυρίως επαγγελματικά ενδιαφέροντα που συμβιώνουν στο πλαίσιο μιας ευρύτερης κοινωνίας» (Merriam-Webster, 2004). Ορίζεται ως Κοινότητα ένα δυναμικό σύνολο ανθρώπων που επικοινωνούν, συνδέονται, μοιράζονται κοινές πρακτικές, έχουν κοινές αξίες, εξαρτώνται ο ένας από τον άλλο, λαμβάνουν αποφάσεις από κοινού, συνεισφέρουν από κοινού στην ανάπτυξη της συλλογικότητάς τους και αντιλαμβάνονται την Κοινότητα ως υπερκείμενη των επιμέρους σχέσεων τους (Palloff και Pratt, 1999). **Μαθησιακή Κοινότητα** είναι ένα σύνολο ανθρώπων με κοινές ιδέες και ιδανικά οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους και συνεργάζονται με σκοπό τη μάθηση (Kowch και Schwier, 1997). Σε μια Μαθησιακή Κοινότητα, τα μέλη μαθαίνουν το ένα από το άλλο μέσω συνεργατικών διεργασιών και αλληλεπίδρασης. Στο περιβάλλον μιας Μαθησιακής Κοινότητας προάγεται ο συνεργατικός τρόπος μάθησης μέσω συζητήσεων, ατομικών ή ομαδικών επιστημονικών ερευνών, εκπόνησης ομαδικών εργασιών και συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων. Μια Μαθησιακή Κοινότητα αναπτύσσεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο μαθησιακό περιβάλλον, αλλά διαφοροποιείται ουσιαστικά από αυτό. Το μαθησιακό περιβάλλον παρέχει έναν «τόπο» όπου μπορεί κανείς να εξερευνήσει, να μάθει και να δημιουργήσει νέα γνώση. Οι Cook και Friend (1991) μιλούν για άτυπες συνεργατικές ομάδες ως αυτόνομες ομάδες με εθελοντικά μέλη που συνεργάζονται προς έναν κοινό στόχο. Ο Wenger (1998) προσθέτει και το στοιχείο της βιωσιμότητας ως στοιχείο των άτυπων ομάδων συνεργασίας.

Οι Μαθησιακές Κοινότητες υποστηρίζουν την προσωπική και επαγγελματική ανάπτυξη των μελών τους μέσα από τη διαρκή δημιουργία νέας γνώσης (Wenger, 1998). Κρίσιμο δεν είναι τόσο το περιεχόμενο της γνώσης που δημιουργείται, αλλά ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται, μέσα από την αλληλεπίδραση και τον εποικοδομητικό διάλογο μεταξύ των μελών της Κοινότητας. Τα χαρακτηριστικά των Μαθησιακών Κοινοτήτων μπορεί να ποικίλουν σε παραπάνω από μία διαστάσεις, καθώς μπορεί, για παράδειγμα, να χαρακτηριστούν απλά Προγράμματα Προσφοράς Μαθημάτων από Απόσταση (On-line Courses) ή ακόμα Κοινότητες Μάθησης (Learning Communities: Palloff και Pratt, 1999) ή Κοινότητες Πρακτικών (Communities of Practice: Wegner, 1998). Οι Κοινότητες μπορεί, επιπλέον, να διέπονται από αυστηρούς και προκαθορισμένους κανόνες ή, αντίθετα, μπορεί τα μέλη της Κοινότητας να συμμετέχουν σε κάποιον βαθμό στη διαχείριση και σε αποφάσεις που αφορούν στην πορεία του προγράμματος (Manca, Persico και Sarti, 2003· Vonderwell, 2003). Υπάρχουν, επίσης, Κοινότητες συνεκτικές, με μικρό αριθμό μελών, καθώς και χαλαρά συνδεδεμένες με μεγάλο αριθμό μελών (Rogers, 2000).

Οι Carroll et al. (2003) σχετίζουν τις Μαθησιακές Κοινότητες με το γενικότερο ζήτημα των Μαθησιακών Οργανισμών και της βασικής διαδικασίας της διαχείρισης γνώσης. Θεωρούν ότι ένα σύστημα διαχείρισης γνώσης περιέχει τρία διακριτά υποσυστήματα: τη Μαθησιακή Κοινότητα, το αποθετήριο υλικού και τον μηχανισμό παραγωγής και ενσωμάτωσης της γνώσης στο πραγματικό σύστημα. Οι Μαθησιακές Κοινότητες είναι συνήθως Εικονικές, μιας και σε πραγματικό επίπεδο υπάρχουν σοβαροί αναστολείς οι οποίοι εμποδίζουν την ανάπτυξη παραγωγικών μαθησιακών συζητήσεων. Οι Carroll et al. (2003) σημειώνουν τρεις πολύ σημαντικούς αναστολείς που

λειτουργούν στο πραγματικό πεδίο: α) τη μη προώθηση της διαχείρισης γνώσης από τους οργανισμούς, β) την κυρίαρχη κουλτούρα της απόκρυψης γνώσης, και γ) την ύπαρξη χωροχρονικών περιορισμών που εμποδίζουν την ανταλλαγή γνώσης.

Οι Εικονικές Μαθησιακές Κοινότητες αποτελούν ένα πολύ σημαντικό εργαλείο διαχείρισης γνώσης. Στην Εκπαίδευση συνήθως αυτοργανώνονται γύρω από κάποιο μη δομημένο ή ημιδομημένο πεδίο γνώσης το οποίο επιχειρούν να οντολογήσουν οργανώνοντας κατάλληλες μαθησιακές συζητήσεις.

Κατά τους Barab et al. (2001), η ανάπτυξη των Εικονικών Κοινοτήτων σηματοδοτεί τη μεταστροφή του παραδείγματος μάθησης από το διδαξιακό στο συστημικό - κοινωνικογνωστικό μοντέλο. Το κλασικό διδαξιακό μοντέλο είναι πιθανόν επαρκές για την εκμάθηση απλών και γραμμικών ικανοτήτων. Αποδεικνύεται όμως ανεπαρκές, όταν χρησιμοποιείται για την προώθηση ανώτερων επιπέδων μάθησης της δημιουργικής και καινοτόμου σκέψης. Η δημιουργικότητα και η καινοτομία είναι πιο πιθανό να ξεπηδήσουν ως συμπεριφορά καλά οργανωμένων Μαθησιακών Κοινοτήτων.

Ο Preece (2000) αναφέρει τα παρακάτω ως συστατικά των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης: α) άνθρωποι οι οποίοι πραγματοποιούν τις αναγκαίες αλληλεπιδράσεις στην προσπάθεια να ικανοποιήσουν τις γνωστικές τους ανάγκες και να εκπληρώσουν τους ρόλους τους· β) ένας κοινός στόχος ο οποίος λειτουργεί ως βασικός ενεργοποιητής· γ) πολιτικές και διαδικασίες· δ) υπολογιστικά συστήματα τα οποία και υποστηρίζουν όλες τις παραπάνω δραστηριότητες.

Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν emphaticά τον διαχωρισμό του τεχνολογικού από το ανθρώπινο στοιχείο στις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης (π.χ. Riel, 1996· Di Petta, 1998). Το τεχνολογικό στοιχείο παρέχει το δυναμικό υλοποίησης των κατάλληλων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, αλλά σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί τον πυρήνα των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης. Η Κυβερνητική προσέγγιση την οποία και υποστηρίζουμε στην παρούσα εργασία εισάγει την έννοια της μαθησιακής συζήτησης όπου η τεχνολογία διαχωρίζεται λειτουργικά αλλά όχι οργανικά από το ανθρώπινο και γνωστικό στοιχείο των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης.

6.2 Τύποι Μαθησιακών Κοινοτήτων

Οι Μαθησιακές Κοινότητες κατηγοριοποιούνται σε διαφορετικούς τύπους, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν. Περιγράφονται έξι βασικοί τύποι Μαθησιακών Κοινοτήτων (Kowch και Schwier, 1997· Kim, 2000):

Κοινότητες Σχέσεων (Communities of Relationship), οι οποίες προάγουν δεσμούς και διασυνδέσεις μεταξύ των ανθρώπων. Οι δεσμοί βασίζονται σε μια κοινή έννοια, ζήτημα ή πρόβλημα και δίνεται έμφαση στις σχέσεις μεταξύ των συμμετεχόντων, οι οποίες χαρακτηρίζονται από αφοσίωση, εμπιστοσύνη και κοινές αξίες. Παραδείγματα τέτοιων Κοινοτήτων είναι διάφορες ομάδες υποστήριξης γυναικών στο Διαδίκτυο, το «The Cancer Survivors Network» και το «Adoption.org».

Κοινότητες Τόπου (Communities of Place), τα μέλη των οποίων μοιράζονται ένα κοινό περιβάλλον ή μια τοποθεσία, όχι φυσικά αλλά ηλεκτρονικά. Αυτό δημιουργεί ένα αίσθημα ασφάλειας και σιγουριάς. Υπάρχουν πολλοί διαδικτυακοί τόποι που μεταφορικά θα μπορούσε να θεωρηθούν φυσικά περιβάλλοντα συνάντησης, όπως για

παράδειγμα το «The JASON Project», το οποίο επιτρέπει σε καθηγητές και μαθητές να λάβουν μέρος εικονικά σε αποστολές σε διάφορα μέρη του πλανήτη.

Κοινότητες Πνεύματος (Communities of Mind), οι οποίες βασίζονται σε κάποιον κοινό σκοπό, σε κοινές αξίες και ιδανικά ή σε κοινά ενδιαφέροντα ή επαγγέλματα. Κύριο χαρακτηριστικό των Κοινοτήτων Πνεύματος, οι οποίες ενδυναμώνουν την αφοσίωση στον συνάνθρωπο, είναι ότι τα μέλη του μοιράζονται ιδέες και στις διαπροσωπικές τους σχέσεις και μέσω της τεχνολογίας. Κοινότητες Πνεύματος συνιστούν οι Ακαδημαϊκές Κοινότητες, όπου ερευνητές συνέρχονται και ασχολούνται με κάποιο κοινό ζήτημα ή πρόβλημα.

Κοινότητες Μνήμης (Communities of Memory), οι οποίες βασίζονται στο κοινό παρελθόν ή στην κοινή αίσθηση της ιστορίας που έχουν τα μέλη τους. Τέτοιες Κοινότητες συνδέουν ανθρώπους που σε διαφορετική περίπτωση θα ήταν μόνοι και λειτουργούν ως σημείο εστίασης για την ερμηνεία και την κατανόηση των ιστορικών γεγονότων. Παράδειγμα τέτοιας Κοινότητας είναι το «Holocaust Survivors Network» και το «BBCi Community of History».

Δημογραφικές Κοινότητες (Demographic Communities), των οποίων τα μέλη συνδέονται λόγω κοινής ηλικίας, φυλής, εθνικότητας ή φύλου. Παραδείγματα τέτοιων κοινοτήτων είναι οι «Africana», «Sandarbha» και «SeniorNet».

Κοινότητες δραστηριοτήτων (Communities of Activity), οι οποίες εστιάζουν σε κοινά ενδιαφέροντα των μελών τους για επενδύσεις, διακόσμηση ή χόμπι. Τέτοιες Κοινότητες είναι οι «The Crafter's Community» και «The Internet Chess Club».

Σήμερα εμφανίζεται ολοένα αυξανόμενος αριθμός **Κοινοτήτων Πρακτικής** (Communities of Practice), οι οποίες δημιουργούνται μέσα σε μεγάλους οργανισμούς με σκοπό τη διάδοση και την κοινοποίηση γνώσεων στο πλαίσιο της επαγγελματικής (επαν)εκπαίδευσης. Εργαζόμενοι με εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία μοιράζονται τη γνώση τους με συναδέλφους τους που επιθυμούν νέες γνώσεις στο πλαίσιο της ανάπτυξης του ανθρωπίνου δυναμικού.

6.2.1 Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης ως Δίκτυα και Ομάδες Εργασίας

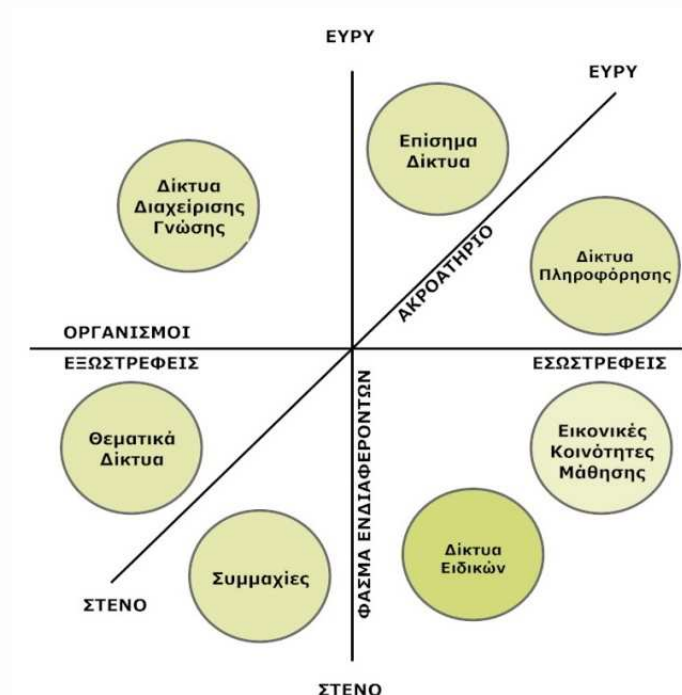
Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης είναι κατά τους Creech και Willard (2001) **δίκτυα εργασίας** προσανατολισμένα στην επίτευξη σκοπών που:

- απαιτούν ουσιαστική δέσμευση των ατόμων
- βασίζονται στην εμπειρία, όχι απλά στο ενδιαφέρον.

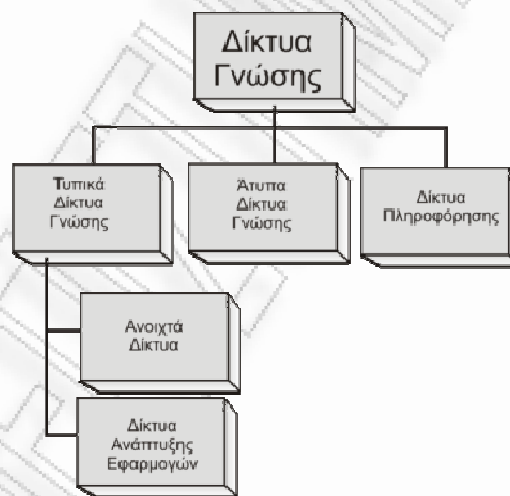
Είναι διακλαδικά δίκτυα και διαχέονται σε μεγάλο εύρος περιοχών και βασικός στόχος τους είναι να αναπτύξουν και να ενδυναμώσουν τα μέλη τους, **βελτιστοποιώντας και διευρύνοντας την ικανότητα επικοινωνίας.**

Η ταξινόμια των Creech και Willard (2001) δίνει μια αίσθηση της τοποθέτησης της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης σε σχέση με άλλα συνηθισμένα δίκτυα (Εικόνες 6-1 και 6-2).

Μια άλλη κοινωνική διάσταση των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης είναι αυτή των ομάδων εργασίας. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τυπικές ομάδες εργασίας και οι βασικές τους διαστάσεις (Εικόνα 6-3).



Εικόνα 6-1: Δίκτυα Συνεργασίας



Εικόνα 6-2: Μορφές δικτύων γνώσης

6.2.2 Βασικές Μαθησιακές Αρχές των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης

Η ολιστική - συστημική προσέγγιση του φαινομένου της μάθησης έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολύ δυναμικών ταξινομιών της γνώσης, αλλά και πολύ λειτουργικών θεωριών ατομικής και οργανωσιακής μάθησης. Για να θεμελιώσουμε τη μάθηση σε επίπεδο Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης, θα παρουσιάσουμε την ταξινόμηση της γνώσης του Boisot (1997), το μοντέλο ανταλλαγής γνώσης των Nonaka - Takeushi (1995), όπως επίσης και στοιχεία από τη Θεωρία Οργανωσιακής Μάθησης.

Ο λόγος ύπαρξης των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης έγκειται κυρίως στην ικανότητά τους να εξασφαλίζουν την ικανοποιητική κυκλοφορία εκείνης της μορφής

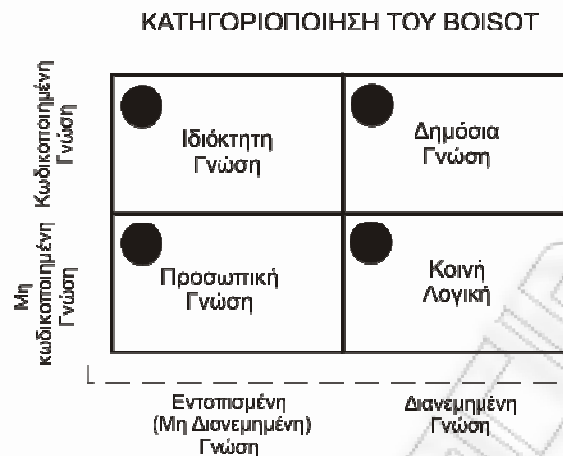
γνώσης που χαρακτηρίζεται από ασάφεια, δυσκολία στη ρητή έκφρασή της και τη δόμηση σε γνωστές μορφές κωδικοποίησης και μετάδοσης, όπως είναι η προφορική και η γραπτή επικοινωνία.

ΕΚΜ	Ανάπτυξη Κοινοτήτων Δημιουργία και ανταλλαγή γνώσης	Άτομα που επιλέγονται μεταξύ τους	Δέσμευση και εγγύτητα με την ομάδα	Όσο υπάρχει ενδιαφέρον για τη διατήρηση της ομάδας
Τυπικές Εργασιακές Ομάδες	Παροχή προϊόντος ή υπηρεσίας	Όλοι όσοι αναφέρονται στον αρχηγό της ομάδας	Εργασιακές απαιτήσεις και κοινός στόχος	Μέχρι την επόμενη αναδιοργάνωση
Ομάδες Έργου	Διεκπεραίωση συγκεκριμένης εργασίας	Εργαζόμενοι που έχουν οριστεί από την ανώτερη διοίκηση	Για τους σκοπούς του έργου	Μέχρι την ολοκλήρωση του έργου
Άτυπα Δίκτυα	Συλλογή και διανομή επιχειρησιακής πληροφορίας	Φίλοι και γνωστοί από τον οργανισμό	Αμοιβαίες ανάγκες	Όσοι άνθρωποι έχουν έναν λόγο σύνδεσης
	Σκοπός	Μέλη	Συνδεδειγμένοι Κρίκοι	Χρονική Διάρκεια

Εικόνα 6-3: Κατηγοριοποίηση ομάδων κατά Wenger και Snyder (2000)

Είναι γνωστό πως πολλές από τις ικανότητές μας σε διάφορα πεδία, όπως αθλητισμός, οδήγηση, κατασκευές κλπ., δεν μπορούμε να τις περιγράψουμε με ρητό, κατηγορηματικό τρόπο. Οι ίδιες οδηγίες κατασκευής ενός πειράματος, για παράδειγμα, δεν εκτελούνται με τον ίδιο τρόπο από δύο ανεξάρτητους εργαστηριακούς καθηγητές. Η ρητή γνώση (επίσημες οδηγίες) αναμιγνύεται με την άρρητη, ασαφή και μη εντοπισμένη γνώση της εμπειρίας, δίνοντας πολλές φορές απρόσμενα διαφορετικά αποτελέσματα. Το ζητούμενο από όλα τα μοντέλα Οργανωσιακής Γνώσης είναι η δημιουργία εκείνου του περιβάλλοντος το οποίο θα ευνοεί την ανταλλαγή αυτής της μορφής ασαφούς γνώσης και ενίοτε τη μετατροπή της σε ρητή, διανεμημένη γνώση. Σε μια Κοινότητα Μάθησης με θέμα την εργαστηριακή διδασκαλία αυτό θα σημαίνει ότι καλές πρακτικές, διαπιστώσεις, τεχνικές, εμπειρίες θα μπορούσε να κυκλοφορούν, να δοκιμάζονται, να διαμορφώνονται και σταδιακά να μετατρέπονται σε ρητή, δηλωτική, καταγεγραμμένη γνώση, ικανή να διαχέεται και να διαμοιράζεται σε όλα τα μέλη της Κοινότητας.

Το μοντέλο του Boisot (1987) διακρίνει δύο σημαντικά χαρακτηριστικά της γνώσης: τη διάχυση και την κωδικοποίηση. Ο Boisot (1987) χρησιμοποιεί τον όρο «κωδικοποιημένη γνώση» (Codified), για να αναφερθεί σε γνώση που είναι συστηματικά προετοιμασμένη για τη διάχυσή της. Ο όρος «μη κωδικοποιημένη γνώση» (Uncodified) χρησιμοποιείται για γνώση που δεν έχει προετοιμαστεί, προκειμένου να διαχυθεί (π.χ. εμπειρία).



Εικόνα 6-4: Κατηγοριοποίηση της γνώσης κατά Boisot (1987)

Αντιστοίχως, ο όρος «διανεμημένη γνώση» χρησιμοποιείται για γνώση που είναι έτοιμη προς διάχυση. Στη μήτρα της Εικόνας 6-4 βλέπουμε τις τέσσερις μορφές γνώσης που είναι σε θέση να διαχειρισθεί μια Εικονική Κοινότητα Μάθησης:

α) Ιδιόκτητη Γνώση: κωδικοποιημένη αλλά όχι διανεμημένη γνώση. Σε αυτήν την περίπτωση, η γνώση είναι κωδικοποιημένη, αλλά παραμένει περιορισμένη σε έναν πολύ μικρό πληθυσμό ανθρώπων.

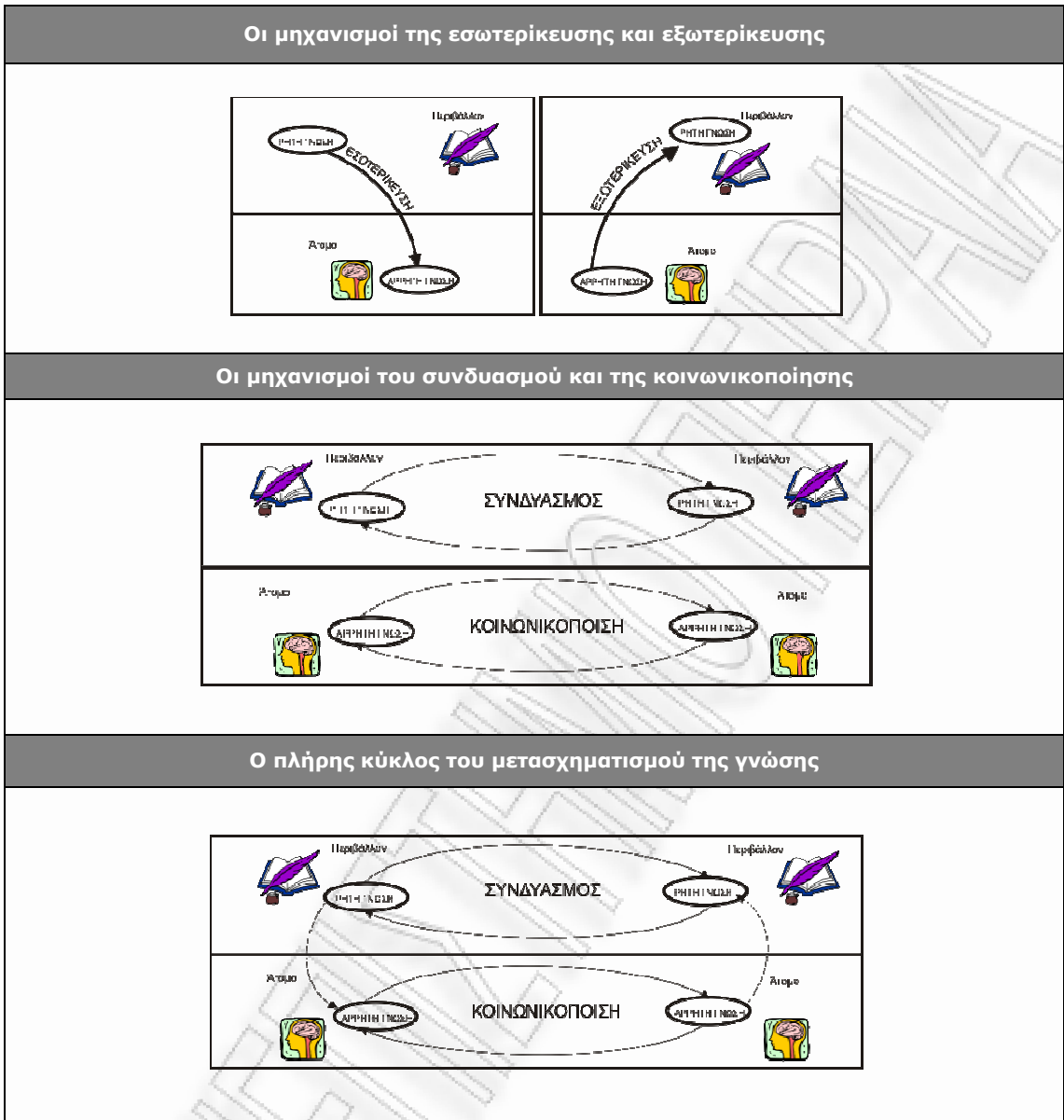
β) Προσωπική γνώση: μη κωδικοποιημένη και μη διανεμημένη γνώση. Σε αυτήν την περίπτωση, περιλαμβάνονται αντιλήψεις, εσωτερικεύσεις, εμπειρίες, στάσεις κλπ.

γ) Δημόσια Γνώση: κωδικοποιημένη και διανεμημένη γνώση. Σε αυτήν την περίπτωση, περιλαμβάνονται βιβλία, επιστημονικές εκδόσεις, περιοδικά, βιβλιοθήκες κλπ.

δ) Γνώση κοινής λογικής: μη κωδικοποιημένη και σχετικά διανεμημένη γνώση. Αυτού του είδους η γνώση θεωρείται από τον Boisot ότι αποτελεί προϊόν σταδιακής οικοδόμησης μέσω μιας διαδικασίας κοινωνικοποίησης.

6.2.3 Το μοντέλο μετασχηματισμού της γνώσης των Nonaka και Takeuchi

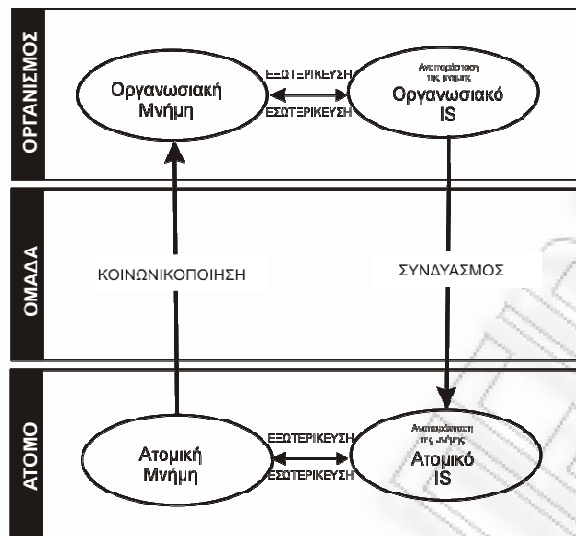
Η βασική παραδοχή του μοντέλου Nonaka και Takeuchi (1995) είναι πως η γνώση συντίθεται από άρρητα (tacit) και ρητά (explicit) συστατικά. Με βάση τη θέση του Polanyi, η άρρητη γνώση ορίζεται ως η μη εκφρασμένη γνώση, η διαισθητικά επηρεαζόμενη και η μη καταγεγραμμένη. Αντιθέτως, η ρητή γνώση είναι εκφρασμένη και αποτυπωμένη γνώση. Η προσέγγιση των Nonaka και Takeuchi, διακρίνει τέσσερις καταστάσεις μέσω των οποίων γίνεται ένας δυναμικός μετασχηματισμός από μια μορφή γνώσης σε άλλη. Έτσι, μέσω της διαδικασίας της κοινωνικοποίησης επέρχεται ο μετασχηματισμός της άρρητης γνώσης σε νέα άρρητη γνώση, ενώ με τη διαδικασία της εξωτερίκευσης επέρχεται η τροποποίησή της σε ρητή. Επίσης, το μοντέλο παραδέχεται ότι η ρητή γνώση μετασχηματίζεται σε νέα ρητή γνώση μέσω του μηχανισμού του συνδυασμού, ενώ μέσω της διαδικασίας της εσωτερίκευσης μετατρέπεται σε άρρητη γνώση (Πίνακας 6-1). Οι μετασχηματισμοί αυτοί είναι δυνατόν να επιτευχθούν μόνο μέσα στο πλαίσιο Οργανισμών ή Κοινοτήτων που χαρακτηρίζονται Μαθησιακοί.



Πίνακας 6-1: Πίνακας των μετασχηματισμών γνώσης κατά Nonaka και Tacheuchi

6.2.4 Η Εικονική Κοινότητα Μάθησης ως Μαθησιακός Οργανισμός

Ο Μαθησιακός Οργανισμός αποτελεί μια συστημική προσέγγιση των μηχανισμών δημιουργίας, κατανομής και διάχυσης γνώσης και πληροφορίας στα άτομα μιας Κοινότητας ή ενός Οργανισμού. Στο πλαίσιο του Μαθησιακού Οργανισμού (Learning Organisation), η αντιληπτική ικανότητα και το γνωστικό δυναμικό των ατόμων μετασχηματίζεται ποιοτικά μέσα από συνεισφορές στην ομάδα ή στον οργανισμό. Πραγματοποιείται με τον τρόπο αυτό υπέρβαση και επέκταση της ατομικής μάθησης και μετατροπή της, μέσω κυρίως των μηχανισμών της κοινωνικοποίησης, σε οργανωσιακή μάθηση (Εικόνα 6-5).

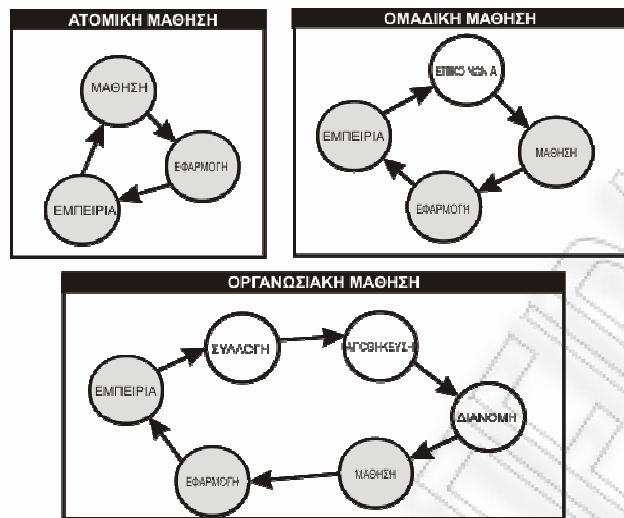


Εικόνα 6-5: Ένα μοντέλο οργανωσιακής μάθησης για τις ΕΚΜ

Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης είναι Μαθησιακές Κοινότητες όπου με τη χρήση των ΤΠΕ είναι δυνατόν να επιτυγχάνονται όλοι οι μετασχηματισμοί γνώσης οι οποίοι και θα εξασφαλίζουν τη διάχυση και κατανομή της γνώσης και τη δημιουργία οργανωσιακής μνήμης (Εικόνα 6-6).

Οι μορφές εκμάθησης στις ΕΚΜ περιλαμβάνουν πολλά στυλ μάθησης, καθώς οι συμμετέχοντες μπορούν ταυτόχρονα να κουβεντιάζουν σύγχρονα (Chat), να βρίσκουν υλικό μέσα από το διαδίκτυο, να παίρνουν μέρος σε ασύγχρονες συζητήσεις (Forum), να βλέπουν βίντεο, να ακούν μουσική κλπ. Το στυλ μάθησης της νέας χιλιετίας είναι ανεξάρτητο από ηλικίες και περιλαμβάνει τις εξής δεξιότητες:

- ❖ Άνεση στη χρήση των πολυμεσικών και διαδικτυακών μαθησιακών περιβαλλόντων
- ❖ Συλλογική κατασκευή γνώσης βασισμένης σε υπάρχον διανεμημένο υλικό, σύμφωνα με τη θεωρία του Κοινωνικού - Συλλογικού Δομισμού
- ❖ Ισορροπία ανάμεσα σε διάφορα στυλ μάθησης (εμπειρική, καθοδηγητική, συλλογική σκέψη), χρησιμοποιώντας τη στρατηγική της αυτοοργανώσιμης μάθησης
- ❖ Έκφραση συλλογιστικών διαδικασιών σε διάφορα επίπεδα: είτε συλλογικά, όπως για παράδειγμα οι διαδικτυακές συζητήσεις, είτε ατομικά, όπως για παράδειγμα η κατασκευή ενός προγράμματος
- ❖ Συλλογικός σχεδιασμός των μαθησιακών εμπειριών με εξατομικευμένη εργασία σύμφωνα με τις ανάγκες, τις ιδιαιτερότητες και τις προτιμήσεις του εκπαιδευτικού
- ❖ Συνεργατική και ατομική αξιολόγηση βασισμένη στα μοντέλα της αθροιστικής αξιολόγησης και αξιολόγησης της διαδικασίας, με στόχο την αναγνώριση των περαιτέρω δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού και την παροχή της κατάλληλης βοήθειας για την περαιτέρω εξέλιξή του.



Εικόνα 6-6: Από την ατομική στην οργανωσιακή μάθηση

Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης είναι από τη φύση τους Μαθησιακοί Οργανισμοί (Learning Organizations) και για τον λόγο αυτό μεγάλο μέρος της τεχνολογικής τους υποδομής αναλώνεται στη διαχείριση της γνώσης την οποία διαθέτουν και παράγουν. Ειδικότερα οι Εικονικές Κοινότητες είναι δυνατόν να βοηθήσουν ιδιαίτερα στην προαγωγή ενός κλίματος διαχείρισης ατομικής και συλλογικής γνώσης στα σύγχρονα σχολεία, όπως επισημαίνουν οι Carroll et al. (2003).

6.3 Θεωρίες σχηματισμού ομάδων στο πλαίσιο των Εικονικών Κοινοτήτων

Οι Waltonen-Moore et al. (2006) παρουσιάζουν μια σειρά μοντέλων για τον σχηματισμό των ομάδων στο πλαίσιο των πραγματικών Κοινοτήτων τα οποία έχουν ισχύ και για Εικονικές Κοινότητες:

Α) Μοντέλο του Tuckman (1965): Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει τα παρακάτω στάδια ως σειριακή διαδικασία σχηματισμού λειτουργικών ομάδων: σχηματισμός (forming), κλυδωνισμός (storming), κανονικοποίηση (norming), απόδοση (performing). Στην πορεία, οι **Tuckman και Jensen (1977)** πρόσθεσαν στον κύκλο ζωής της Κοινότητας και το στάδιο του τερματισμού (adjourning)

Β) Μοντέλο του McClure (1998): Το μοντέλο αυτό είναι μη γραμμικό και προτείνει επτά στάδια: προσχηματισμός (preforming), ένωση (unity), αποσύνδεση (disunity), σύγκρουση (conflict/confrontation), δυσαρμονία (disharmony), αρμονία (harmony) και απόδοση (performing)

Γ) Μοντέλο του Schutz (1966): Το μοντέλο αυτό είναι ανάδρομο κυκλικό και ονομάζεται μοντέλο των Θεμελιωδών Διαπροσωπικών Σχέσεων (Fundamental Interpersonal Relationships Orientation FIRO). Σύμφωνα με το μοντέλο, καθώς οι ομάδες ολοκληρώνονται ως οντότητες θα πρέπει να ικανοποιούν τρεις βασικές ανάγκες των μελών: αφοσίωση (affection), έλεγχο (control) και ένταξη (inclusion)

Δ) Μοντέλο του Wenger (2000): Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η ανάπτυξη μιας Κοινότητας περνά από πέντε στάδια: το δυναμικό στάδιο (potential), το στάδιο του

συνασπισμού (coalescence), το στάδιο ωρίμανσης (mature), το ενεργό στάδιο (active) και το στάδιο της αποσύνθεσης (disperse).

6.4 Σχεδιασμός και υλοποίηση Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης

Έχουν προταθεί διάφορες αρχές για τον σχεδιασμό Μαθησιακών Κοινοτήτων. Θεωρείται (Preece, 2000) ότι τα περισσότερα ζητήματα σχεδιασμού μιας Μαθησιακής Κοινότητας εμπίπτουν είτε στη «χρησιμότητά» της (usability: λειτουργικός σχεδιασμός του εικονικού περιβάλλοντος) είτε στην «κοινωνική διάστασή» της (sociability: κοινωνική, τυπική και νομική σχέση μεταξύ των συμμετεχόντων), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-2.

ΧΡΗΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ
Διάλογος αλληλεπίδρασης	Πολιτική αποδοχής μελών
Πλοήγηση	Κώδικες συμπεριφοράς
Εγγραφή	Ασφάλεια
Αντιπροσώπευση συμμετεχόντων	Διαφύλαξη απορρήτου
Μορφή μηνυμάτων	Πνευματική ιδιοκτησία
Αρχεία	Ελευθερία λόγου
Εργαλεία υποστήριξης	Συντονιστές

Πίνακας 6-2: Διαστάσεις σχεδιασμού Μαθησιακών Κοινοτήτων

Στάδιο	Λειτουργίες
Αξιολόγηση των αναγκών των χρηστών και της Κοινότητας	Σκοπός, άνθρωποι, δραστηριότητες, αλληλεπίδραση και πολιτική
Επιλογή της τεχνολογίας και σχεδιασμός της κοινωνικής διάστασης της Κοινότητας	Ρόλοι, μέγεθος της Κοινότητας, διαφύλαξη απορρήτου, ασφάλεια κλπ.
Σχεδιασμός, εφαρμογή και δοκιμή των προτύπων	Τεχνολογίες
Επιμέλεια λεπτομερειών σχετικών με τη χρηστικότητα και την κοινωνική διάσταση	Περιβάλλοντα διεπαφής και διάδρασης
Υποδοχή και συντήρηση της Κοινότητας	Αξιοπιστία, φήμη κλπ.

Πίνακας 6-3: Στάδια ανάπτυξης Μαθησιακών Κοινοτήτων

Εντοπίζονται τα παρακάτω στάδια ανάπτυξης Μαθησιακών Κοινοτήτων (Preece, 2000), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-3. Αντίστοιχα, προτείνεται η προσέγγιση της «κοινωνικής οικοδόμησης» (social scaffolding) με οικοδόμηση των Μαθησιακών Κοινοτήτων βάσει των παρακάτω αρχών (Kim, 2000):

α) Αποσαφήνιση και διατύπωση του σκοπού: οι Κοινότητες δημιουργούνται, όταν καλύπτουν μια διαρκή ανάγκη των ανθρώπων

β) Οικοδόμηση ευέλικτων και επεκτάσιμων τόπων συνάντησης: μια Κοινότητα αποκτά ρίζες: άνθρωποι από οπουδήποτε με έναν κοινό σκοπό συναντώνται και αρχίζουν να επικοινωνούν

γ) Δημιουργία εξελίξιμων προφίλ μελών με νόημα: τα μέλη γνωρίζονται μεταξύ τους μέσα από τα προφίλ τους, τα οποία εξελίσσονται και επικαιροποιούνται

δ) Σχεδιασμός μιας ποικιλίας ρόλων: παροχή καθοδήγησης σε νέα μέλη και ευκαιρίες ηγεσίας, ιδιοκτησίας και ανάπτυξης εμπορικής δραστηριότητας σε πιο έμπειρα μέλη

ε) Ανάπτυξη μιας ισχυρής ηγεσίας: οι ηγέτες της Κοινότητας υποδέχονται επισκέπτες, ενθαρρύνουν νέα μέλη, διδάσκουν, απαντούν σε ερωτήσεις και επιλύουν προβλήματα

στ) Ενθάρρυνση της κατάλληλης συμπεριφοράς: ανάπτυξη βασικών κανόνων συμμετοχής και συστημάτων για την επιβολή και την εξέλιξη των προτύπων της Κοινότητας

ζ) Κυκλικές Δράσεις: θέσπιση τακτικών online δράσεων και βοήθεια στα μέλη να αναπτύξουν και να πραγματοποιήσουν τις δικές τους δράσεις

η) Ενσωμάτωση πρακτικών της ζωής της Κοινότητας: «εορτασμός» σημαντικών κοινωνικών και ατομικών επιτευγμάτων

θ) Διευκόλυνση υποομάδων που οργανώνονται από μέλη: παροχή τεχνολογίας που επιτρέπει στα μέλη να δημιουργήσουν και να χειριστούν υποομάδες.

Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη Μαθησιακών Κοινοτήτων παίζουν οι διαχειριστές - συντονιστές, οι οποίοι διευκολύνουν τη δημιουργία της Κοινότητας, θέτοντας κανόνες, μεριμνώντας για την εφαρμογή τους, συνεισφέροντας σε υλικό και συντονίζοντας τις συζητήσεις. Εξίσου σημαντικά, όμως, είναι τα ίδια τα μέλη της Κοινότητας, τα οποία με τη συνεισφορά τους συμβάλλουν στη δημιουργία νέας γνώσης και στη διατήρηση της Κοινότητας (Palloff και Pratt, 1999· Porterfield, 2001). Τέλος, επισημαίνονται πέντε βιώματα των μελών των Μαθησιακών Κοινοτήτων (Goodfellow, 2003):

α) Το αίσθημα του ανήκειν, δηλαδή η ενσυνείδητη συμμετοχή στην Κοινότητα, που συνοδεύεται από αίσθημα εμπιστοσύνης

β) Η διαμόρφωση μιας κοινωνικής δικτύωσης, δηλαδή η ανάπτυξη ενός δικτύου δεσμών διαφορετικής έντασης μεταξύ των μελών, η οποία καταδεικνύεται και από τον τρόπο με τον οποίο τα μέλη αλληλεπιδρούν και μοιράζονται κοινούς πόρους (software, πηγές, δεδομένα, σχόλια, συμβουλές)

γ) Η διαμόρφωση κοινού λόγου μεταξύ των μελών, δηλαδή ύφους και ορολογίας, συντομεύσεων επικοινωνίας και γενικά κοινού κώδικα

δ) Η εμφάνιση κάποιων μορφών κοινωνικού ελέγχου, κυρίως με σκοπό την αποτροπή ανεπιθύμητων συμπεριφορών, είτε με έλεγχο από τον συντονιστή, ο οποίος μεριμνά για την τήρηση των κανόνων, είτε μέσω προτύπων συμπεριφοράς που επιβάλλονται εσωτερικά, από τα ίδια τα μέλη της ομάδας

ε) Μια χαρακτηριστική «πορεία» που διανύουν τα μέλη της Κοινότητας, η οποία ξεκινά από την απόδειξη του γνήσιου ενδιαφέροντός τους για την Κοινότητα και καταλήγει στην ενεργό συμμετοχή και στην προαγωγή των σκοπών της Κοινότητας.

Η επιτυχία μιας Μαθησιακής Κοινότητας συνίσταται στη δυνατότητα των μελών της για συνεργασία και από κοινού παραγωγή νέας γνώσης. Ως δείκτες επιτυχούς λειτουργίας μιας Μαθησιακής Κοινότητας μπορεί να θεωρηθούν η ενεργός αλληλεπίδραση και η από κοινού χρήση πόρων από τους εκπαιδευόμενους, η συνεργατική μάθηση, η οποία καταδεικνύεται από σχόλια που απευθύνονται από τον έναν εκπαιδευόμενο στον άλλο, οι έννοιες που δομούνται από κοινού μέσω

συμφωνιών ή αμφισβήτησης, και, τέλος, οι εκφράσεις συμπαράστασης μεταξύ των εκπαιδευομένων, καθώς και η βούληση για κριτική αξιολόγηση της δουλειάς των άλλων (Palloff και Pratt, 1999).

Επισημαίνονται, επίσης, οι ακόλουθες αναγκαίες συνθήκες για την επιτυχημένη λειτουργία μιας Μαθησιακής Κοινότητας (Kowch και Schwier, 1997), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-4.

Συνθήκη	Περιγραφή
Διαπραγμάτευση (Negotiation)	Οι Μαθησιακές Κοινότητες οικοδομούνται γύρω από ένα κεντρικό θέμα, ιδέα ή σκοπό, αλλά οι αρχές σχεδίασης δεν επιβάλλονται εξωτερικά. Οι σκοποί, οι προθέσεις και το πρωτόκολλο αλληλεπίδρασης καθορίζονται από τους συμμετέχοντες στην Κοινότητα. Η πρόσβαση είναι ανοικτή και απεριόριστη, ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε συμμετέχοντα
Οικειότητα (Intimacy)	Οι συμμετέχοντες μπορούν να πετύχουν ικανοποιητικά επίπεδα οικειότητας με άλλα μέλη της Κοινότητας, και μπορούν να επιλέξουν το κατάλληλο επίπεδο οικειότητας για κάθε σχέση στο πλαίσιο της Κοινότητας. Η ανωνυμία είναι δυνατή, αλλά με την πάροδο του χρόνου είναι απίθανο κάποιος συμμετέχων να επιλέξει να παραμείνει για πάντα ανώνυμος
Δέσμευση (Commitment)	Η ποιότητα της συμμετοχής εξαρτάται από τη δέσμευση των μελών ως ατόμων και ως ολότητας και καθορίζεται από τις κοινές αξίες της Κοινότητας. Η δυναμική της δέσμευσης πρέπει να είναι ισχυρή για να διατηρήσει τη συμμετοχή στην Κοινότητα σε επιθυμητά επίπεδα. Συνήθως η ισχυρή δέσμευση οδηγεί στην ανάπτυξη ισχυρότερων Κοινοτήτων
Συμμετοχή (Engagement)	Οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν και ο καθένας μπορεί να διευθύνει τη συζήτηση ελεύθερα και εποικοδομητικά. Η συμμετοχή πρέπει να έχει αμεσότητα και να μην καθυστερεί σημαντικά. Η αλληλεπίδραση πρέπει να είναι ζωηρή και να βασίζεται στην επιρροή μεταξύ των συμμετεχόντων παρά στις σχέσεις δύναμης. Η τεχνολογία πρέπει να προσφέρει κίνητρα για συμμετοχή στα μέλη της Κοινότητας

Πίνακας 6-4: Αναγκαίες συνθήκες για την επιτυχία των Εικονικών Κοινοτήτων

	Χαμηλή πρόσβαση	Υψηλή πρόσβαση
Όγκος Πληροφοριών	Μικρός	Μεγάλος
Είδος πληροφοριών	Μόνο δημόσιο περιεχόμενο	Όλο το περιεχόμενο
Οργάνωση πληροφοριών	Έλλειψη δυναμικής διασύνδεσης	Γενικευμένη χρήση δυναμικής διασύνδεσης
Δράση επί των πληροφοριών	Επιλεκτική	Γενικευμένη
Ανατροφοδότηση	Όχι	Ναι (σε πολλά κανάλια)

Πίνακας 6-5: Κριτήρια προσβασιμότητας

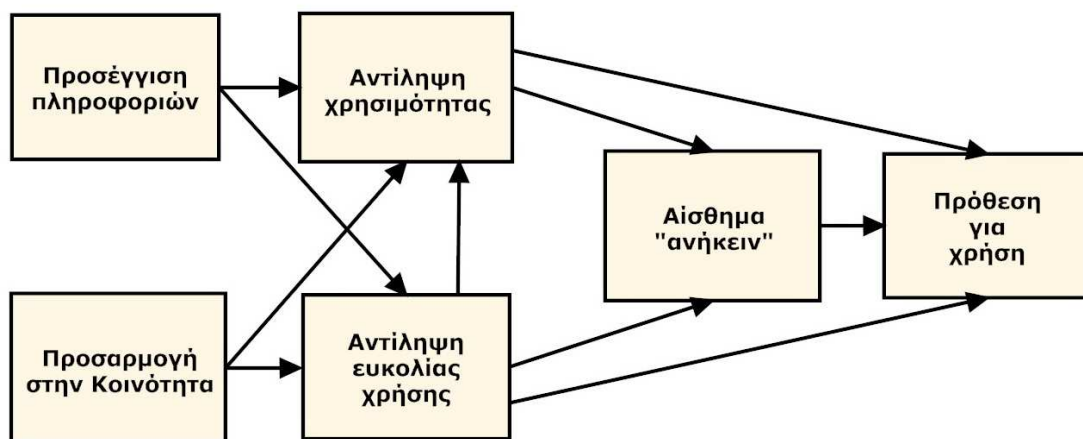
	Χωρίς προσαρμογή	Στατική προσαρμογή	Δυναμική προσαρμογή
Αναζήτηση	Όχι	Ναι	Ναι
Βοηθήματα πλοήγησης	Όχι	Ναι	Ναι
Βοηθήματα παρακολούθησης δραστηριοτήτων χρηστών	Όχι	Όχι	Ναι
Δημιουργία δυναμικών HTML	Όχι	Όχι	Ναι
Δημιουργία ατομικού προφίλ	Όχι	Όχι	Ναι
Δημιουργία - Παραμετροποίηση προσωπικής σελίδας	Όχι	Ναι	Ναι

Πίνακας 6-6: Κριτήρια Προσαρμοστικότητας

Θα λέγαμε ότι οι παραπάνω παρατηρήσεις δεν απέχουν ιδιαίτερα από τις βασικές θέσεις της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Η επιτυχημένη εμπλοκή ενός χρήστη με μια Κοινότητα, εικονική ή πραγματική, είναι στη βάση της μαθησιακή και μάλιστα εποικοδομητική. Το βασικό κυβερνητικό κριτήριο στην περίπτωση αυτή αφορά τη δυνατότητα δημιουργίας ενός **μαθησιακού κυκλώματος ή διαφορετικά, μιας μαθησιακής συζήτησης**. Ο χρήστης έχει την ανάγκη να πραγματοποιεί τη δική του γνωστική αντανάκλαση και να αλληλεπιδρά με τα γνωστικά συστήματα των άλλων χρηστών, αλλά και με το ολικό γνωστικό σύστημα της ίδιας της Κοινότητας.

6.5 Μοντελοποίηση του χρήστη στις Εικονικές Κοινότητες

Ο Τεο (2003) δίνει μεγάλη βάση σε δύο πολύ βασικές παραμέτρους εμπλοκής του χρήστη στην Εικονική Κοινότητα, **την προσβασιμότητα** και την **προσαρμοστικότητα**.



Εικόνα 6-7: Βιωσιμότητα Εικονικής Κοινότητας, Τεο (2003)

Η προσβασιμότητα έχει να κάνει με την ευκολία πρόσβασης στην πληροφορία, ενώ η προσαρμοστικότητα αξιολογεί την ποιότητα της εμπλοκής του χρήστη με την Κοινότητα. Ο Teo (2003) δημιουργεί και σειρά κριτηρίων αναφορικά με αυτές τις δύο ιδιότητες (Πίνακες 6-5 και 6-6). Παράλληλα, συνδέει τις δύο βασικές παραμέτρους της εμπλοκής του χρήστη με τη βιωσιμότητα της Κοινότητας μέσω του μοντέλου της Εικόνας 6-7.

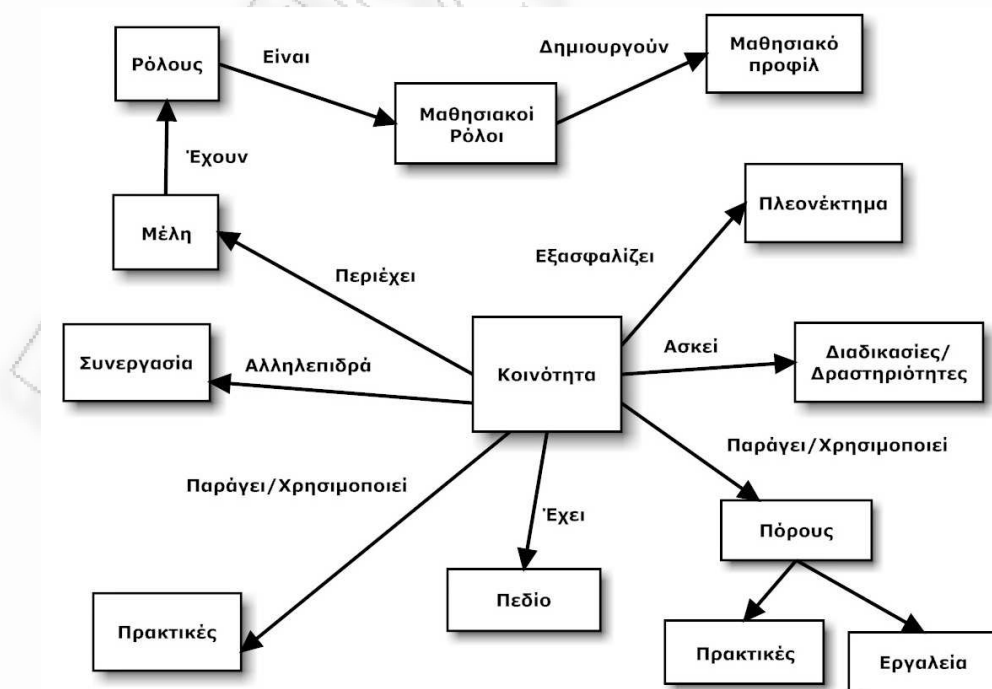
Η Vidou (2006) προτείνει ένα νοητικό πλέγμα των μοντέλων που σχετίζονται με μια Εικονική Κοινότητα (Εικόνα 6-8). Η θέση του χρήστη στο παραπάνω μοντέλο δίνεται στην Εικόνα 6-9.

6.6 Τεχνολογική Βάση των Εικονικών Κοινοτήτων

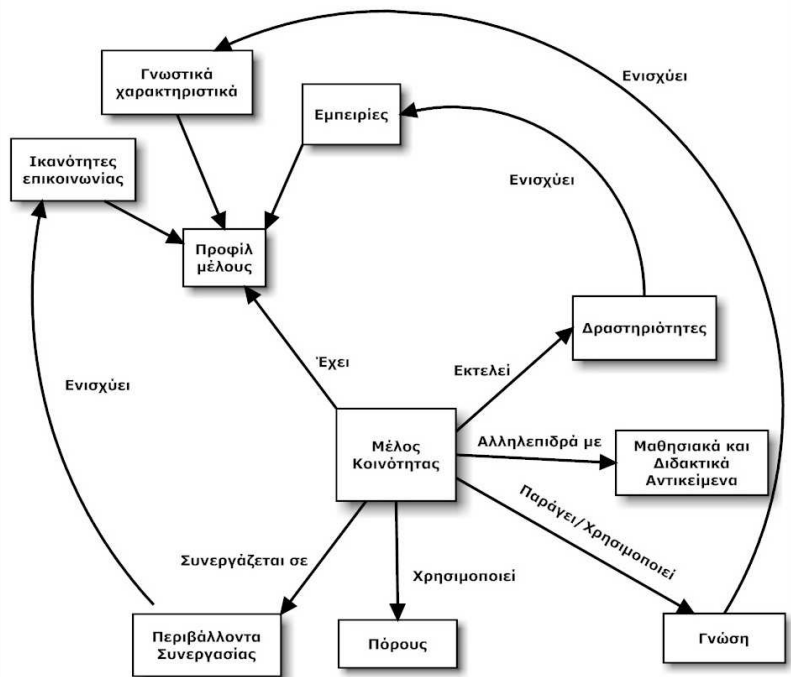
6.6.1 Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου

Βασικά χαρακτηριστικά ενός Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου ανοιχτού λογισμικού είναι σε γενικές γραμμές τα ακόλουθα:

- ❖ Φιλικός και εύκολος τρόπος διαχείρισης
- ❖ Ευέλικτη, ανοικτή και προσαρμόσιμη αρχιτεκτονική
- ❖ Μεγάλη ποικιλία από στοιχεία ανοιχτού και εμπορικού λογισμικού, καθώς και επεκτάσεις
- ❖ Ενεργές Κοινότητες ανά τον κόσμο
- ❖ Ανεξαρτησία του περιεχομένου από την εμφάνιση με χρήση templates
- ❖ Μεγάλο φάσμα εφαρμογών, από προσωπικές ιστοσελίδες μέχρι ηλεκτρονικά καταστήματα.

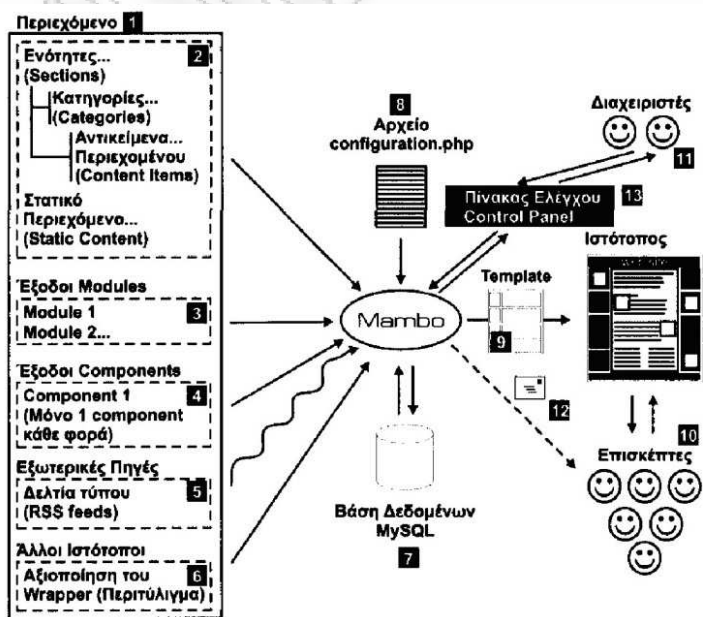


Εικόνα 6-8: Μοντέλα τα οποία σχετίζονται με τις Εικονικές Κοινότητες (Vidou, 2006)



Εικόνα 6-9: Το μοντέλο του χρήστη στην Εικονική Κοινότητα (Vidou, 2006)

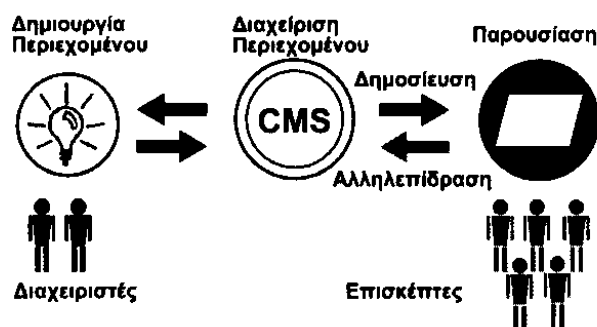
Το σύστημα διαχείρισης ενός τυπικού CMS, όπως τα Mambo και Joomla, είναι εύκολο στη χρήση και εκτός από κείμενο μπορεί να δεχθεί εικόνες, Flash και άλλο πολυμεσικό διαδικτυακό υλικό. Όλα αυτά μέσα από τον φυλλομετρητή, χωρίς να απαιτείται γνώση HTML, CSS, JavaScript ή ό,τι άλλο χρειαζόταν μέχρι τώρα, για να έχει κανείς αντίστοιχα αποτελέσματα. Ο διαχειριστής του συστήματος είναι σε θέση να έχει τον απόλυτο έλεγχο, από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου και χωρίς τη χρήση ειδικών εφαρμογών και γνώσεων (Εικόνα 6-10 και 6-11).



Εικόνα 6-10: Δομή Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου

Τα πιο σημαντικά από τα χαρακτηριστικά του CMS:

- ❖ Χρήση βάσης δεδομένων MySQL για την οδήγηση του ιστότοπου
- ❖ Πλήρως διαχειριζόμενες ενότητες περιεχομένου, προϊόντων, ειδήσεων, υπηρεσιών
- ❖ Δημιουργία και συντήρηση του πληροφοριακού συστήματος από ένα ή περισσότερα άτομα. Με τη χρήση δικαιωμάτων είναι δυνατός ο έλεγχος και ο καθορισμός των αρμοδιοτήτων του κάθε ατόμου
- ❖ Πλήρης έλεγχος της εμφάνισης του συστήματος διεπαφής με τη χρήση προτύπων εμφάνισης (templates) που διαχωρίζουν πλήρως το περιεχόμενο από τον τρόπο παρουσίασης
- ❖ Μεταφορά εικόνων και αρχείων πολυμέσων μέσα από το ίδιο το CMS, χωρίς την ανάγκη χρήσης άλλων εφαρμογών
- ❖ Υποστήριξη Forum, δημοσκοπήσεων, συστήματος αξιολόγησης, ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης και δεκάδων άλλων εφαρμογών
- ❖ Υποστηρίζεται σε περιβάλλοντα Linux, Unix, Windows, FreeBSD, MacOSX server, Solaris και AIX
- ❖ Ενσωματωμένο σύστημα SEF (Search Engine Friendly) για καλύτερη κατάταξη στις μηχανές αναζήτησης
- ❖ Κανένας περιορισμός στον όγκο του περιεχομένου: όσες ενότητες, άρθρα, τμήματα και σελίδες χρειάζεται η Κοινότητα
- ❖ Βιβλιοθήκη Πολυμέσων όπου αποθηκεύονται όλα τα αρχεία PNGs, PDFs, DOCs, XLSs, GIFs και JPEGs
- ❖ Αποστολή της τρέχουσας σελίδας μέσω email όπου θέλει ο επισκέπτης
- ❖ Αυτόματη εκτύπωση του περιεχομένου που βλέπει ο επισκέπτης, με το πάτημα ενός κουμπιού
- ❖ Ενσωματωμένοι WYSIWYG επεξεργαστές κειμένου, παρόμοιοι με το Ms-Word.



Εικόνα 6-11: Σχηματική παράσταση λειτουργίας Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου

6.6.2 Τεχνολογίες διαχείρισης μαθησιακού περιεχομένου

Η οργανωμένη ασύγχρονη μάθηση είναι μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες και υπηρεσίες της ΕΚΜ. Τα μέλη της Κοινότητας που έχουν τον ρόλο του εκπαιδευτή, αλλά και εξωτερικοί εκπαιδευτές εκτός Κοινότητας, οργανώνουν μέσω της πλατφόρμας σειρές μαθημάτων με σκοπό την ανταλλαγή μάθησης μεταξύ των εκπαιδευ-

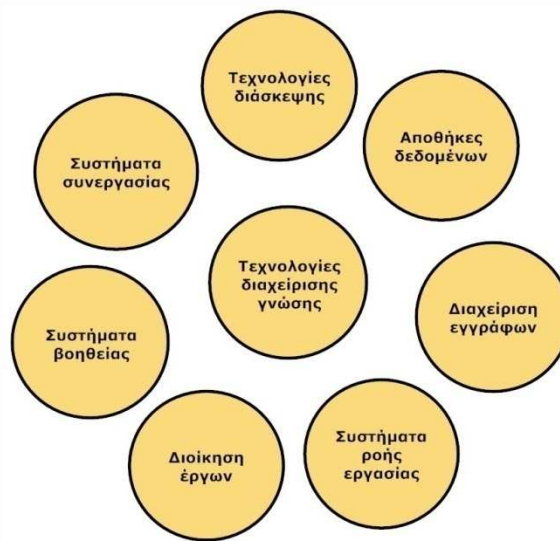
ομένων και των μελών της Κοινότητας που παίζουν τον ρόλο των εκπαιδευομένων, η οποία πραγματοποιείται ανεξαρτήτως χρόνου και τόπου. Οι λόγοι για τους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ασύγχρονο περιεχόμενο είναι οι ακόλουθοι:

- ❖ Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να εξετάσουν το περιεχόμενο σύμφωνα με το πρόγραμμά τους
- ❖ Οι εκπαιδευόμενοι ελέγχουν την ιεραρχία των θεμάτων κατά την οποία εξετάζεται το περιεχόμενο
- ❖ Το ασύγχρονο περιβάλλον είναι πολύ χρήσιμο για όσους μαθαίνουν καλύτερα σκεπτόμενοι για το περιεχόμενο και γι' αυτούς που μπορούν να δουλέψουν στον δικό τους χρόνο και να ακολουθήσουν οδηγίες
- ❖ Το ασύγχρονο περιβάλλον υποστηρίζει διάφορες μορφές μάθησης με δυνατότητα επιλογής της πιο κατάλληλης λύσης ως προς το περιεχόμενο
- ❖ Η ενσωμάτωση παρέχει στους εκπαιδευτικούς ευελιξία
- ❖ Η πολυαισθητηριακή προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους εκπαιδευόμενους που κάνουν χρήση διαφόρων στυλ μάθησης κι έτσι μπορούν να αφομοιώσουν και να εφαρμόσουν τη γνώση
- ❖ Η αυτοέκφραση και ενεργός μάθηση ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων στη διαδικασία της μάθησης
- ❖ Το ασύγχρονο περιβάλλον βελτιώνει την κριτική σκέψη των εκπαιδευομένων
- ❖ Διευκολύνει τις Συνεργατικές Δεξιότητες Μάθησης και Επικοινωνίας μέσω της διάδρασης και της αλληλεπίδρασης
- ❖ Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να μάθουν στον δικό τους χρόνο σε ένα ασφαλές περιβάλλον (εξατομίκευση)
- ❖ Η τεχνολογία μπορεί να κάνει τη μάθηση ευχάριστη και σχετική με τα ενδιαφέροντα των εκπαιδευτικών (παρώθηση).

6.6.3 Επεκτάσεις και προσθήκες στα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου, Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης

Η διαχείριση της γνώσης ως μεθοδολογία απαιτεί μια πολύ στέρεη τεχνολογική βάση. Για τον λόγο αυτό, στο βασικό επίπεδο της στρατηγικής θεώρησης της διαχείρισης της γνώσης συναντούμε την τεχνολογία. Οι κυριότερες Τεχνολογίες Διαχείρισης Γνώσης είναι οι παρακάτω:

- ❖ **Αποθήκες Δεδομένων** (Data Warehouses)
- ❖ **Συστήματα Διαχείρισης Εγγράφων** (Document Management Systems)
- ❖ **Συστήματα Διαχείρισης Ροής Εργασίας** (Workflow Management Systems)
- ❖ **Συστήματα Συνεργασίας και Επικοινωνίας** (Group Support - Collaboration Systems)
- ❖ **Εργαλεία Επιχειρηματικής Ευφυΐας** (Business Intelligence Tools)
- ❖ **Ενδοεπιχειρηματικά Δίκτυα** (Business Intranets)
- ❖ **Μηχανές Αναζήτησης** (Search Engines)
- ❖ **Συστήματα Οπτικοποίησης** (Visualization Systems)
- ❖ **Τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης** (Artificial Intelligence Technologies) που περιλαμβάνουν ευφυείς τεχνικές ανάλυσης κειμένου, διαχείρισης προφίλ και μεσολαβητών.



Εικόνα 6-12: Τεχνολογίες Διαχείρισης Γνώσης

Οι τεχνολογίες αυτές αντιμετωπίζονται ως δομικά συστατικά (components) τα οποία αξιοποιούνται για την προώθηση των σκοπών της διαχείρισης, συνθέτοντας ολοκληρωμένες λύσεις. Με αυτήν τη συλλογιστική, τα τελικά προϊόντα που διατίθενται ως εφαρμογές διαχείρισης της γνώσης εμφανίζονται στην αγορά με διάφορους τίτλους, όπως:

- ❖ **Ολοκληρωμένα Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης** (Integrative Knowledge Management Systems)
- ❖ **Διαλογικά Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης** (Interactive Knowledge Management systems)
- ❖ **Μεταμηχανές Αναζήτησης** (meta Search Engines)
- ❖ **Σουίτες Διαχείρισης Γνώσης** (KM suites)
- ❖ **Υποστηρικτές Κοινοτήτων** (Community Builders)
- ❖ **Αποθήκες Γνώσης** (Knowledge Repositories)
- ❖ **Επιχειρηματικά Portals** (Corporate Portals), **Πλατφόρμες Ηλεκτρονικής Μάθησης** (e-learning Platforms)
- ❖ **Βάσεις Δεξιοτήτων** (Skills Databases)
- ❖ **Εκτεταμένα Συστήματα Διαχείρισης Σχέσεων με πελάτες** (Customer Relationship Management Systems)
- ❖ **Συστήματα Προώθησης Γνώσης** (Knowledge Push).

Ταυτόχρονα, οι τεχνολογικές αυτές λύσεις επηρεάζουν, αλλά και επηρεάζονται από θεωρητικές προσεγγίσεις, αλλά και ειδικότερες συνθέσεις Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης. Το αλληλένδετο της τεχνολογίας και των θεωρητικών μεθοδολογιών στην περίπτωση της διαχείρισης της γνώσης είναι αυτονόητο και απαιτεί προσαρμογή στους ειδικότερους στόχους της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης. Όμως, στη βάση όλων των θεωρητικών εννοιών, η Διαχείριση της Γνώσης, η Οργανωσιακή Μάθηση και η Οργανωσιακή Μνήμη αποτελούν το κρίσιμο τρίπτυχο. Αυτές οι έννοιες, αν αντιμετωπιστούν από τη σκοπιά της συστημικής θεώρησης, έχουν άμεση αναφορά σε πολύ συγκεκριμένα συστήματα που είναι ταυτόχρονα τεχνικοκοινωνικά:

- ❖ **Πληροφοριακό Σύστημα Οργανωσιακής Μνήμης** (Organizational Memory Information System)
- ❖ **Σύστημα Οργανωσιακής Μνήμης** (Organizational Memory System)
- ❖ **Σύστημα Συναλλακτικής Μνήμης** (Transactive Memory System)
- ❖ **Επιχειρησιακό Κανάλι Γνώσης** (Enterprise Knowledge Medium)
- ❖ **Οργανωσιακή Βάση Γνώσης** (Organizational Knowledge Base).

Επιχειρώντας μια ακόμη πιο οργανωμένη οντολόγηση των διαθέσιμων τεχνολογιών, καταλήγουμε στο γράφημα της Εικόνας 6-12 και στον Πίνακα 6-7.

Αποθήκες Δεδομένων (Data Warehouses)
<p>Πρόκειται για τις γνωστές τεχνολογίες που αποτελούν ποιοτική εξέλιξη των παραδοσιακών προσεγγίσεων στις βάσεις δεδομένων. Εξασφαλίζουν προηγμένους μηχανισμούς εξόρυξης (mining) των αποθηκευμένων δεδομένων. Παρέχουν, επίσης, εξ ορισμού μια ολοκληρωμένη εικόνα των ποικίλων δεδομένων που συναντώνται σε έναν οργανισμό μέσα από τη συνένωση ποικίλων υπομονάδων αποθήκευσης. Σε ένα περιβάλλον διαχείρισης της γνώσης, οι τεχνολογίες αυτές εξασφαλίζουν εν μέρει την απαιτούμενη υποδομή με τρόπο αξιόπιστο και λειτουργικό. Επιπρόσθετα, επιτρέπουν προηγμένες τεχνικές αποκάλυψης της γνώσης, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό, στον βαθμό που η διαχείριση της γνώσης αποσκοπεί στη μέγιστη δυνατή χρησιμότητα των αποθηκευμένων πόρων.</p>
Διαχείριση Εγγράφων (Document Management)
<p>Οι ποικίλες θεωρητικές προσεγγίσεις της διαχείρισης της γνώσης εντοπίζουν ως φορέα (container) της γνώσης, εκτός των άλλων, και κάθε είδους δομημένο έγγραφο (structured document) το οποίο, όμως, σε ένα διαχειριστικό περιβάλλον οφείλει να εμπλουτιστεί με σημασιολογία και μεταδεδομένα ικανά να του επιτρέπουν την πολύμορφη αξιοποίησή του. Ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν, πέραν των τυπικών προσεγγίσεων, και εφαρμογές που απευθύνονται στη διαχείριση multimedia εγγράφων. Κλασικό παράδειγμα εφαρμογών διαχείρισης γνώσης αυτού του τύπου αποτελούν διάφορες εφαρμογές για τον ιατρικό τομέα π.χ. κωδικοποίηση ιατρικού αρχείου με ψηφιοποιημένο υλικό επεμβάσεων, παθήσεων, συμπτωμάτων κλπ.</p>
Ροή Εργασίας (Workflow)
<p>Σε ένα εργασιακό περιβάλλον όπου η αντιστοίχιση και η παρακολούθηση της ροής εργασίας είναι αποφασιστικός παράγοντας για τη διασφάλιση της επιτυχίας, οι συγκεκριμένες εφαρμογές επιτρέπουν αυξημένο έλεγχο, παρακολούθηση και αναθεώρηση εργασιακών καθηκόντων. Κρίσιμο ζητούμενο στα συστήματα αυτά είναι η διασφάλιση της δρομολόγησης των εγγράφων κατά απαίτηση και από άλλους χρήστες πλην των «ιδιοκτητών» τους.</p>
Διοίκηση Έργου (Project Management)
<p>Η Διοίκηση Έργου απαιτεί μια πολύ συστηματική υποστήριξη σε τεχνολογικές υποδομές. Για την περιοχή αυτή υπάρχουν ποικίλες εφαρμογές με κλιμακούμενη πολυπλοκότητα και δυνατότητες. Οι ποικιλόμορφες απαιτήσεις της διαχείρισης των έργων απαιτούν λειτουργικότητες που κυμαίνονται από χρηματοοικονομική διαχείριση μέχρι παρακολούθηση χρονοδιαγραμμάτων. Μέσα από τις εφαρμογές της κατηγορίας αυτής είναι δυνατή η διαχείριση των ποικίλων δραστηριοτήτων και των διαθέσιμων πόρων σε οποιοδήποτε επιχειρηματικό πλαίσιο.</p>
Ενδοεπιχειρηματικά Δίκτυα (Intranets)
<p>Τα ενδοεπιχειρηματικά δίκτυα αποτελούν τις πλέον διαδεδομένες εφαρμογές διαχείρισης γνώσης. Ο διττός χαρακτήρας τους, το γεγονός δηλαδή ότι διαθέτουν αποθήκες γνώσης, ό-</p>

πως επίσης και μία ή περισσότερες Κοινότητες χρηστών, παρέχει όλες τις προϋποθέσεις για την εφαρμογή στρατηγικών διαχείρισης γνώσης που αφορούν τόσο tacit όσο και explicit γνώση.

Συστήματα Βοηθείας (Helpdesks)

Τα Γραφεία Βοηθείας αποτελούν μια ουσιαστική κατηγορία εφαρμογών στους σύγχρονους οργανισμούς όπου η υποστήριξη πελατών ή ποικίλων ενδιαφερομένων αποτελεί μια παράμετρο κρίσιμης αποτελεσματικότητας. Ο σωστός σχεδιασμός των συστημάτων αυτών επιτρέπει την υπέρβαση προβλημάτων με την πρόταση συγκεκριμένων λύσεων. Σκεφτείτε π.χ. την περίπτωση μιας e-banking εταιρείας που μέσω ενός τέτοιου συστήματος διαχειρίζεται τις σχέσεις της με τους χρήστες των ποικίλων τραπεζικών της υπηρεσιών.

Εργαλεία Συνεργασίας (Groupware)

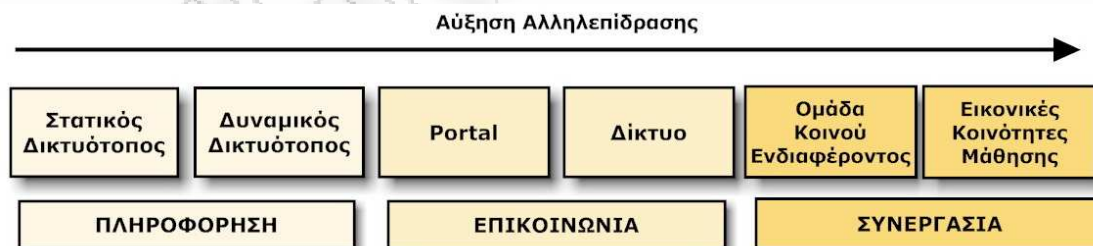
Οι εφαρμογές αυτές αφορούν συστήματα διευκόλυνσης της συνεργατικής διεκπεραίωσης εργασιών και χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής στο περιβάλλον της δικτυακής επιχείρησης όπου η παραδοσιακή θεώρηση της εργασίας έχει κατά πολύ διευρυνθεί και κατακερματισθεί.

Διάσκεψη (Web-Conferencing)

Οι Τεχνολογίες Διάσκεψης αποτελούν νέα αλληλεπιδραστικά εργαλεία που προωθούν τη διαλεκτική και τα οποία, λόγω των αυξημένων δυνατοτήτων και του εύρους των σημερινών δικτύων, δίνουν ουσιαστικές απαντήσεις σε on-line συνομιλίες και συζητήσεις για επιχειρηματικούς σκοπούς. Ολοκληρωμένες αίθουσες τηλεδιάσκεψης με δυνατότητα διασύνδεσης με πολλούς αντίστοιχους χώρους αποτελούν ιδιαίτερη πρόκληση για το ιδιόμορφο γεωγραφικό ψηφιδωτό της ελληνικής επικράτειας.

Πίνακας 6-7: Τεχνολογίες Διαχείρισης Γνώσης

Ο σχεδιασμός του κατάλληλου πληροφοριακού συστήματος για την ΕΚΜ θα πρέπει να διευκολύνει τη λειτουργία της Κοινότητας ως Μαθησιακού Οργανισμού, οργανισμού δηλαδή όπου επιτυγχάνεται ο μετασχηματισμός της ατομικής γνώσης, ρητής και άρρητης, σε κατανεμημένη οργανωσιακή γνώση. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει το πληροφοριακό σύστημα να εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή αλληλεπίδραση και διάδραση μεταξύ των μελών της Κοινότητας.



Εικόνα 6-13: Διαβάθμιση τεχνολογιών σε σχέση με την ένταση της αλληλεπίδρασης

Οι τεχνολογίες επικοινωνίας ως προς τον βαθμό αλληλεπίδρασης που προσφέρουν διαβαθμίζονται σύμφωνα με την Εικόνα 6-13. Ο κλασικός δικτυότοπος που είναι και ο πλέον διαδεδομένος τρόπος δικτυακής έκφρασης στην ελληνική Εκπαίδευση (site σχολείων, ΕΚΦΕ, site Γραφείων κλπ.) είναι στατικός και δεν ικανοποιεί παρά μόνο στοιχειώδεις ανάγκες πληροφόρησης χωρίς τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης. Οι δυναμικοί δικτυότοποι και τα portal είναι επίσης διαδεδομένα μέσα διαδικτυακής παρουσίας για διάφορες υπηρεσίες οι οποίες προσφέρουν, εκτός από την απλή πλη-

ροφόρηση, κάποιες επιπλέον δυνατότητες μονόδρομης αλληλεπίδρασης, αλλά και δυνατότητες σχηματισμού ομάδων. Με την εξάπλωση της ευρυζωνικότητας εμφανίζονται τοπικής κλίμακας δίκτυα και ομάδες ενδιαφέροντος τα οποία, όμως, με την κατάλληλη υποδομή μπορεί να εξελιχθούν σε Κοινότητες Μάθησης. Ο συνδυασμός δικτυακών τεχνολογιών μπορεί να δημιουργήσει το κατάλληλο υπολογιστικό σύστημα το οποίο θα είναι ικανό να καλύψει τις ανάγκες για δυναμική αλληλεπίδραση και επικοινωνία.

6.6.4 Εικονικές Κοινότητες Μάθησης και Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης

Θα πρέπει να κάνουμε μια σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των Εικονικών Περιβαλλόντων Μάθησης VLE's (Virtual Learning Environments) και των Εικονικών Κοινοτήτων. Τα Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης έχουν υιοθετηθεί σχεδόν από το σύνολο των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων ως γραμμικά υποκατάστατα μη γραμμικών δυναμικών περιβαλλόντων μάθησης. Σύμφωνα με τον Rushby (2005), εκδότη του *British Journal of Educational Technology*, τα Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης, τα οποία χαρακτηρίζονται από απόλυτη γραμμικότητα, αποτελούν παρωδία του αρχικού οράματος της ηλεκτρονικής μάθησης. Οι Εικονικές Κοινότητες παρόλα αυτά δεν αποτελούν γραμμικό περιβάλλον μάθησης, μιας και η κοινωνική δικτύωση δημιουργεί μη προβλέψιμες μαθησιακές διαδρομές, υλοποιώντας μια πληθώρα από μαθησιακά σενάρια. Ειδικότερα για την Κοινότητα την οποία περιγράφουμε σε αυτή την εργασία υπάρχει η δυνατότητα υλοποίησης μη γραμμικών σεναρίων, όπως για παράδειγμα το να γίνει κάποιος διαχειριστής οπότε επεκτείνει τη μάθησή του σε ΤΠΕ μέσω της εφαρμογής σε περιβάλλον διαχείρισης ή να συμμετάσχει σε πλατφόρμα συνεργασίας όπου συμμετέχει σε συνεργατική συμπαραγωγή γνώσης.

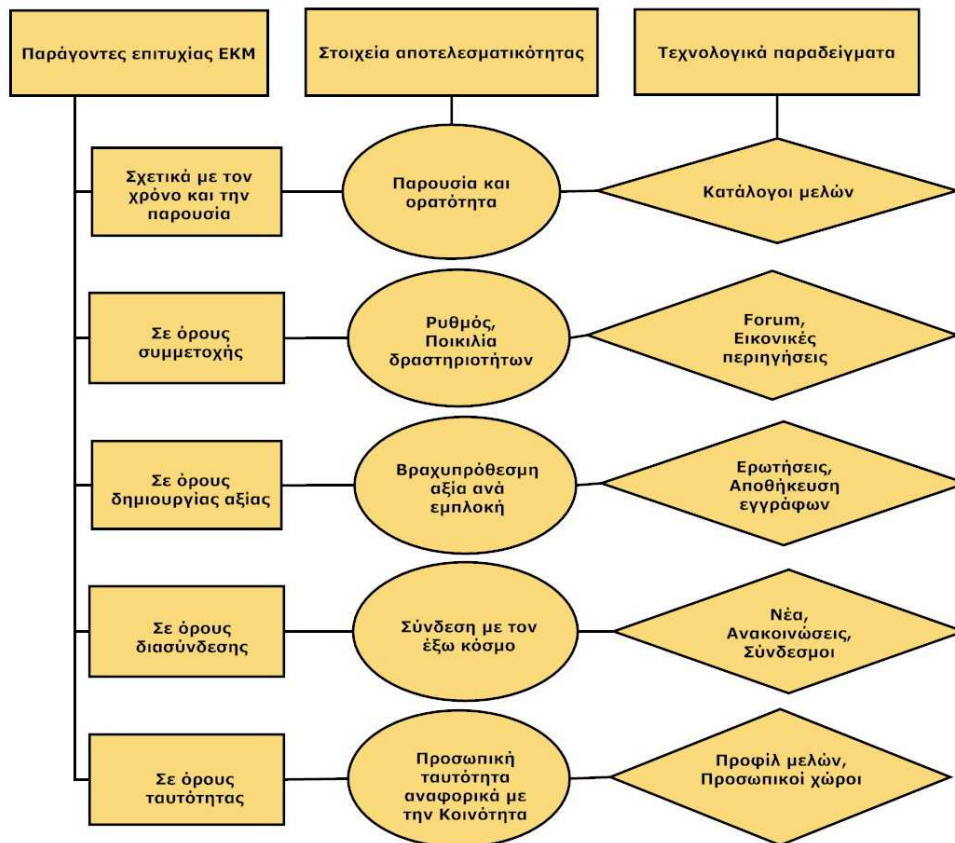
6.7 Αξιολόγηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης

Αποτελεί πραγματικά κρίσιμο ζήτημα η επιτυχία της σύστασης και λειτουργίας μιας Εικονικής Κοινότητας Μάθησης. Σε αυτό το θέμα έχουν γίνει πολλές εισηγήσεις. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι απόψεις του Wenger (1998) που έχουν μετασχηματιστεί σε δύο κατατοπιστικά γραφήματα (Εικόνες 6-14 και 6-15). Επίσης στον Πίνακα 6-8 παρουσιάζουμε ευρεστικές παραμέτρους επιτυχίας Εικονικής Κοινότητας.

Με βάση τον Wenger (1998), στις γενικές κατηγορίες παραγόντων που σχετίζονται με την επιτυχία μιας Κοινότητας Πρακτικής περιλαμβάνονται:

Οι παράγοντες οι σχετικοί με τον χρόνο και την παρουσία των μελών. Είναι κρίσιμη για την Κοινότητα η συμμετοχή των μελών της και η τακτική παρουσία στις εργασίες της και στις επιμέρους εκδηλώσεις. Δεν αρκεί δηλαδή η εγγραφή κάποιου ως μέλους σε μια Κοινότητα, αλλά η ουσιαστική ωφέλεια επιτυγχάνεται με την υποκίνηση για ενεργητική συμμετοχή του.

Η αποτελεσματικότητα σε όρους συμμετοχής. Για την προώθηση αυτού του είδους της αποτελεσματικότητας είναι πολύ ουσιαστική η παροχή ποικιλίας δραστηριοτήτων στα μέλη, η περιοδικότητα των εκδηλώσεων και η διασφάλιση της αποτελεσματικότητας της εμπλοκής των μελών σε αυτές.



Εικόνα 6-14: Σχήμα αξιολόγησης ΕΚΜ



Εικόνα 6-15: Κύκλος ζωής Εικονικής Κοινότητας

Ευρεστική παράμετρος	Περιγραφή
Ευκολία πλοήγησης	Αναφέρεται στην ευκολία με την οποία το μέλος της Κοινότητας περιηγείται τις θεματικές ενότητες του πληροφοριακού συστήματος
Ενεργητική εμπλοκή	Αναφέρεται στη δυνατότητα να εμπλακεί το μέλος στις δραστηριότητες της Εικονικής Κοινότητας
Γνωστική αντανάκλαση	Αναφέρεται στις δυνατότητες που δίνει το πληροφοριακό σύστημα στην έκφραση του μέλους
Ποικιλομορφία αλληλεπιδράσεων	Το μέτρο της ποικιλομορφίας των τρόπων με τους οποίους είναι σε θέση να αλληλεπιδράσει το μέλος με άλλα μέλη της Κοινότητας
Ποικιλομορφία πολυμέσων	Πόσα και ποια πολυμέσα αξιοποιούνται από το σύστημα
Λειτουργικότητα υλικού	Είναι το υλικό που παρέχεται λειτουργικό, αξιόπιστο και εφαρμόσιμο στην πράξη;
Ανάπτυξη πρωτοβουλιών	Η ευκολία με την οποία δύναται ένα μέλος να αναπτύξει και να υλοποιήσει πρωτοβουλίες στο πλαίσιο της Εικονικής Κοινότητας
Ανατροφοδότηση	Ο βαθμός στον οποίο δέχεται και δίνει ανατροφοδότηση σχετικά με τις δικές του δραστηριότητες και τις δραστηριότητες άλλων μελών

Πίνακας 6-8: Βασικές ευρεστικές παράμετροι αξιολόγησης πληροφοριακών συστημάτων Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης

Η αποτελεσματικότητα σε όρους αξίας. Ανεξάρτητα από το αν η Κοινότητα είναι τυπική ή άτυπη, πάντα η συμμετοχή πρέπει να γίνεται αντιληπτή ως μια διαδικασία αξίας για τους συμμετέχοντες. Μάλιστα η αξία αυτή πρέπει να αποδεικνύεται τόσο σε βραχυπρόθεσμη βάση όσο και σε μακροπρόθεσμη. Με την έννοια της βραχυπρόθεσμης αξίας, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε κάθε μεμονωμένο γεγονός της εμπλοκής του μέλους στα δρώμενα της Κοινότητας, ενώ σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα η αξία αποτελεί πιο ποιοτικό μετασχηματισμό, όπως δέσμευση στην αποστολή της Κοινότητας και όχι ευκαιριακή υποχρέωση.

Η αποτελεσματικότητα σε όρους διασυνδέσεων. Ένας από τους κύριους στόχους των Κοινοτήτων είναι και η διεύρυνση των δεσμών τους με τον έξω κόσμο, με το πεδίο που αφορά ο σκοπός δημιουργίας τους και με την προώθηση της βαρύτητάς τους στην επιρροή σημαντικών αποφάσεων. Για τον λόγο αυτό, η αποτελεσματικότητα πρέπει να συνοψίζει και τέτοιους παράγοντες που τεκμηριώνουν ότι η Κοινότητα δεν αποτελεί μια κλειστή λέσχη, αλλά μια κοινωνική οργάνωση με βαρύνοντα ρόλο.

Η αποτελεσματικότητα σε όρους ταυτότητας. Η μέριμνα για την ταυτότητα και την κουλτούρα της Κοινότητας δεν πρέπει να αγνοεί την αξιοποίηση της ατομικής οντότητας των μελών που τη συνθέτουν.

Η αποτελεσματικότητα σε όρους συμμετοχής στην Κοινότητα. Σε αυτό το επίπεδο ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην προώθηση των σχέσεων των μελών και στη δυνατότητα διάκρισης επιπέδων μελών με διαφορετικά δικαιώματα.

Η αποτελεσματικότητα σε όρους ανάπτυξης της Κοινότητας. Κύριο θέμα είναι η εξέλιξη της Κοινότητας σε όρους ωριμότητας και η διαρκής ανάπτυξη της υποδομής της Κοινότητας.

Επιμέρους δείκτες που συνεκτιμούμε είναι:

Η Συγκέντρωση - Λήψη (GET) πληροφορίας στον Οργανισμό σε καθημερινή βάση. Ποικίλες πηγές γνώσης, διάφορα σημεία παραγωγής νέας γνώσης, αλλά και εισαγωγής γνώσης από το περιβάλλον περιπλέκουν την κατάσταση. Η ολοκλήρωση ετερόκλητων εφαρμογών επιχειρηματικής ευφυΐας, σε συνδυασμό με τη διαχείριση του περιεχομένου τόσο σε ψηφιακή όσο και σε παραδοσιακή μορφή δημιουργούν ένα συνεχές στην κλιμάκωση της ωριμότητας του οργανισμού να συγκεντρώσει πληροφορίες και γνώση που διακινούνται εντός των ορίων του, αλλά και εξωτερικά.

Η Χρήση (USE) της γνώσης για την παραγωγή αξίας. Η τεχνολογική υποδομή της διαχείρισης της γνώσης είναι εκ των προτέρων προσανατολισμένη στην αξιοποίηση της γνώσης. Η έννοια της αποθήκης δεν ταιριάζει στην απόδοση του ακριβούς νοήματος στην περίπτωση της διαχείρισης της γνώσης. Φυσικά το αυτονόητο ζητούμενο είναι με ποιον τρόπο η γνώση αξιοποιείται κατ' απαίτηση από πολλούς χρήστες και με ποιον τρόπο η χρήση της γνώσης προωθείται μέσα από στρατηγικές Push & Pull, εννοώντας με αυτόν τον όρο ότι οι απαιτήσεις συγκεκριμένων στρατηγικών επιλογών της Διοίκησης διευκολύνουν τη διάχυση της γνώσης στον Οργανισμό.

Η Μάθηση (LEARN), με την αξιοποίηση της γνώσης που παράχθηκε. Η μάθηση υπό αυτήν την οπτική γωνία αποτελεί έναν ποιοτικό μετασχηματισμό της αξιοποίησης της γνώσης. Με τη μάθηση, το αποτέλεσμα της αξιοποίησης γίνεται μόνιμο στον βαθμό που θεωρητικά δημιουργεί νέες νόρμες συμπεριφοράς που δύσκολα τροποποιούνται ή τουλάχιστον μετασχηματίζονται με την υποστήριξη νέων ροών γνώσης. Η μάθηση κεφαλαιοποιεί την αξία της γνώσης που παράχθηκε, βελτιώνοντας την ευελιξία, αλλά και υποστηρίζοντας τη λήψη των αποφάσεων.

Η Συνεισφορά (CONTRIBUTE), με τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας της γνώσης στους δυνητικούς της χρήστες. Μια τέτοια διαδικασία διασυνδέεται άμεσα με τις διόδους πρόσβασης της γνώσης και με την ανάπτυξη μιας υποδομής ικανής να παράσχει άμεσες ή έμμεσες αναφορές σε πηγές γνώσης. Η εξασφάλιση πρόσβασης έχει πολύ σημαντική πρακτική συνεισφορά για τις στρατηγικές διαχείρισης της γνώσης και για τη μετουσίωσή τους σε λειτουργικές πρακτικές. Η διαθεσιμότητα της γνώσης δεν είναι απλά μια φραστική διατύπωση, αφού συνδέεται άμεσα με δύσκολα θέματα, όπως η κωδικοποίηση, η συσκευασία και η λήψη μέριμνας για τη διαθεσιμότητα ποικίλων μορφών γνώσης.

Η Αξιολόγηση (ASSESS) της υπάρχουσας γνώσης. Η γρήγορη απαξίωση της γνώσης και η διαρκής τεχνολογική εξέλιξη ασκούν μια διαρκή πίεση στη διαχείριση της γνώσης σε έναν Οργανισμό. Για τον λόγο αυτό, η διαπίστωση γνωστικών ελλειμμάτων αποτελεί το εναρκτήριο σημείο για την αναζήτηση πηγών που θα καλύψουν το διαπιστωμένο έλλειμμα.

Η Διατήρηση (SUSTAIN) που αφορά τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη διαθεσιμότητα μιας βάσης δεδομένων. Φυσικά, μια τέτοια παράμετρος δεν είναι τόσο αυτονόητη στον βαθμό που μια σειρά από επιμέρους ζητήματα απαιτούν απάντηση.

Για παράδειγμα: «Ποια τεχνολογική πλατφόρμα θα αποτελέσει τον κορμό, με ποιον τρόπο θα συνεργάζονται επιμέρους εφαρμογές και ποια πρότυπα θα επιτρέψουν τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων;»

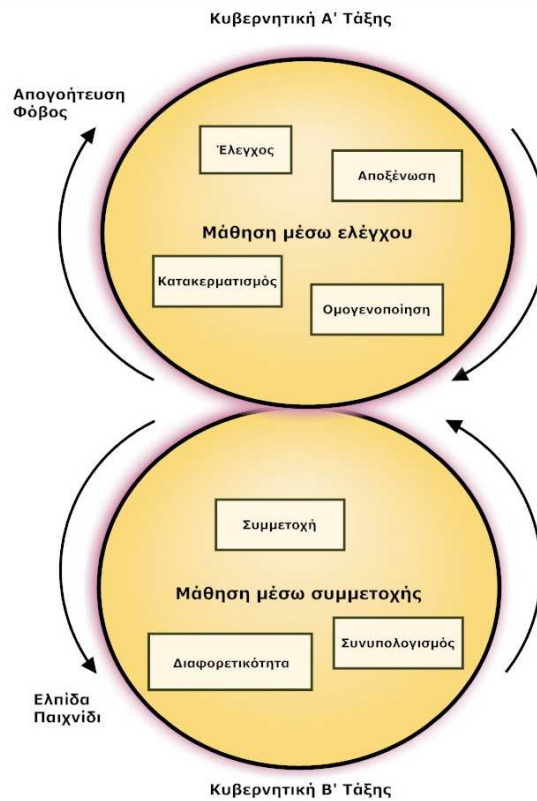
Η Απαλλαγή (DIVEST) από ανεπίκαιρη και απαξιωμένη γνώση. Η διαδικασία αυτή σπάνια τίθεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Συνοψίζει, ωστόσο, πολύ ουσιαστικές ενέργειες. Η πολυπλοκότητα του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και η ταχύτητα των εξελίξεων δημιουργεί την απαίτηση συνεχούς ανανέωσης της γνώσης, όχι μόνο σε τομείς τεχνολογιών αιχμής, όπως η Πληροφορική, αλλά και σε χώρους που επηρεάζονται έμμεσα από τη συμβολή της τεχνολογίας.

Το παραπάνω εργαλείο αξιολόγησης δεν αρκείται σε μια γενική περιγραφή ορισμένων κρίσιμων εννοιών. Σκοπός του είναι μέσα από ένα συστηματικό ερωτηματολόγιο να αναδείξει επιμέρους όψεις του τρόπου με τον οποίο αξιοποιείται η διαχείριση της γνώσης στον Οργανισμό. Μερικές ενδεικτικές εκφράσεις που καταγράφουν τις στάσεις είναι και οι ακόλουθες. Η παραδοχή πως ένα Σύστημα Διαχείρισης Γνώσης είναι ένα πληροφοριακό σύστημα, με κάποιες όμως ιδιαιτερότητες, αποτελεί μια υπόθεση εργασίας που δεν απέχει από την πραγματικότητα. Υπό αυτήν την έννοια, η πλούσια βιβλιογραφία για το θέμα της αξιολόγησης των πληροφοριακών συστημάτων μπορεί να αναχθεί και στην περίπτωση της αξιολόγησης των Συστημάτων Διαχείρισης της Γνώσης. Η αξιολόγηση ενός πληροφοριακού συστήματος μπορεί να γίνει με διάφορα κριτήρια, καθένα εκ των οποίων εκφράζει και μια γενικότερη φιλοσοφία για το τι αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας ενός πληροφοριακού συστήματος. Το συμπέρασμα από την επισκόπηση των επιμέρους προσεγγίσεων είναι ότι ένα πληροφοριακό σύστημα έχει έντονα κοινωνικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζονται κατά περίπτωση από το επιχειρηματικό ή εργασιακό πλαίσιο στο οποίο είναι ενταγμένο. Υπό αυτήν τη σκοπιά, τα πληροφοριακά συστήματα δεν αντιμετωπίζονται ως μονολιθική σύνοψη συνδυασμού τεχνολογιών αιχμής, αλλά ως οικοσυστήματα όπου άνθρωποι, διαδικασίες και τεχνολογία αλληλεπιδρούν δυναμικά.

Η έννοια της αξιολόγησης στα πληροφοριακά συστήματα δεν είναι μονοδιάστατη. Η ολοκλήρωση ανθρώπων, τεχνολογίας και επιχειρηματικών διαδικασιών διευρύνει το πεδίο της αξιολόγησης. Σε αυτό το πλαίσιο, η απόδοση των επιμέρους συστημάτων δεν προσμετράται μόνο σε τεχνικούς όρους, αλλά για την περίπτωσή μας ανάγεται σε επίπεδο εκπαιδευτικής αξίας. Αν μιλούσαμε για τεχνολογική απόδοση ή απόδοση συστημάτων, κάτι τέτοιο θα μπορούσε εύκολα να ποσοτικοποιηθεί, ορίζοντας μετρικές σχετικές με τους πόρους του συστήματος (χρήση μνήμης, επεξεργαστή, χρόνος απόκρισης κλπ). Πρέπει να γίνει κατανοητό πως η αξιολόγηση των πληροφοριακών συστημάτων σπάνια σε διοικητικό επίπεδο ανάγεται σε πολύ λεπτομερειακό τεχνικό επίπεδο. Ο συνήθης κύκλος ζωής του λογισμικού αποτελεί ένα εργαλείο παρακολούθησης της διαδικασίας ανάπτυξης ενός συστήματος και μπορεί να προσδιορίσει και επιμέρους μεθοδολογίες αξιολόγησης. Ο Evans (2003) προτείνει εννέα ευρεστικά αναφορικά με την αξιολόγηση της διαδραστικότητας των ηλεκτρονικών περιβαλλόντων. Η διαδραστικότητα αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο λειτουργίας των περιβαλλόντων αυτών. Παρουσιάζουμε τα ευρεστικά του Evans προσαρμοσμένα για Εικονική Κοινότητα (Πίνακας 6-8).

6.8 Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών, βασικά ερευνητικά δεδομένα

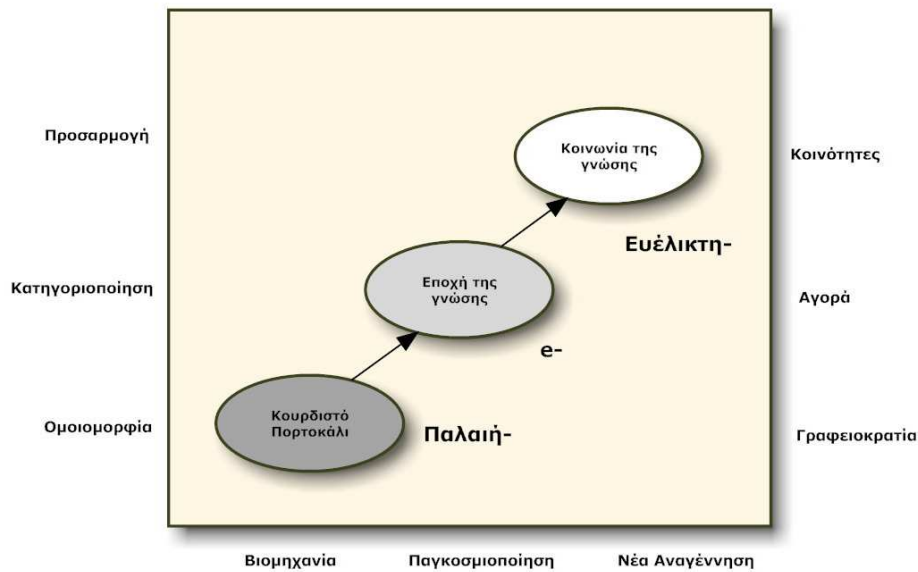
Ο Carneiro (2007) παρουσιάζει το συστημικό αρχέτυπο της σύγχρονης μάθησης μέσω της δυναμικής ισορροπίας, όπως αυτή εμφανίζεται στην Εικόνα 6-16.



Εικόνα 6-16: Ισορροπία των δύο βασικών διαδικασιών μάθησης (Carneiro, 2007)

Οι Εικονικές Κοινότητες αποτελούν νεοσύστατη σχετικά μαθησιακή δομή η οποία αναδύθηκε παρά σχεδιάστηκε κεντρικά. Από μαθησιακής πλευράς, θα λέγαμε ότι αντιπροσωπεύει το τρίτο και ουσιαστικότερο στάδιο εξέλιξης προς την κοινωνία της γνώσης, όπως χαρακτηριστικά περιγράφεται στην Εικόνα 6-17. Στόχος είναι η ανάπτυξη δεξιοτήτων, αλλά και δυνατοτήτων με ευέλικτο και ανθρώπινο τρόπο. Αποτελεί ένα από τα λίγα μαθησιακά σχήματα το οποίο διαφεύγει από αυτό που θα χαρακτηρίζαμε *competency-based learning* με μια έμφαση προς το *capability-based learning* (Phelps, 2005).

Ο Hung (2005) θεωρεί ότι οι Μαθησιακές Κοινότητες αποτελούν ένα εξελισσόμενο συνεχές προσομοίωσης, συμμετοχής και συναποφασισμένων αλληλεπιδράσεων. Θεωρεί, επίσης, ότι η βασική εστίαση θα πρέπει να είναι στις διαδικασίες και όχι αυτά καθαυτά τα αποτελέσματα της Κοινότητας, τα οποία τις περισσότερες φορές είναι άτυπα και μη μετρήσιμα. Συνηγορώντας σε αυτό, θα λέγαμε ότι το όλο οργανωτικό σχήμα της Εικονικής Κοινότητας είναι εθελοντικό με έμφαση στην κοινωνική δικτύωση. Η επίτευξη του σκοπού της Κοινότητας θα γίνει πρωτίστως μέσα από την πολύ καλή οργάνωση των λειτουργιών των υποσυστημάτων και την εξασφάλιση της ποιότητας των εικονικών επικοινωνιών.



Εικόνα 6-17: Η θέση των Κοινοτήτων Μάθησης στη μετάβαση από τη μάθηση της βιομηχανικής εποχής στην κοινωνία της γνώσης (Carneiro, 2007)

Οι Εικονικές Κοινότητες δείχνουν να παρέχουν ένα υποστηρικτικό περιβάλλον για συνεργατική μάθηση (McGill, 2005· Sclater, Grierson, Ion, MacGregor, 2001· Shaikh, Macauley, 2001· Sikkell, Gommer, van der Veen, 2002). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι, βέβαια, η σωστή οργάνωση του πληροφοριακού συστήματος ως ενός μεγάλου αποθετηρίου υλικού το οποίο είναι σε θέση να μοιράζονται τα μέλη της Κοινότητας. Σημαντική είναι, επίσης, και η δυνατότητα της προσέγγισης του υλικού από οποιοδήποτε σημείο και οποιαδήποτε χρονική στιγμή, ώστε να είναι ουσιαστικά ενταγμένο στη πραγματική ροή εργασιών των μελών.

Σύμφωνα με τις έρευνες της Allan (2006), οι Εικονικές Κοινότητες δύναται να επηρεάσουν τις ατομικές μαθησιακές καμπύλες και να υποστηρίξουν ανοιχτά κοινωνικά μοντέλα μάθησης, όπως το γενικότερο μοντέλο της διά βίου μάθησης και το μοντέλο της δικτυακής μάθησης.

Τα βασικά δραστικά στοιχεία της μάθησης η οποία πραγματοποιείται σε Εικονικές Κοινότητες μπορεί να κατανοηθούν στο πλαίσιο μιας Pask - συζήτησης. Η Allan (2006) αναφέρει σχετικά: γνωστική αντανάκλαση, κοινή γλώσσα και κοινή νοηματοδότηση.

Ισοδύναμο με την Κυβερνητική θεωρητικό πλαίσιο για το μαθησιακό δυναμικό των Εικονικών Κοινοτήτων αποτελεί και η Θεωρία της Εγγύτατης Προσέγγισης του Vygotsky. Σύμφωνα με την Allan (2005), ο βασικός λόγος για τον οποίο θα ενταχθεί κάποιος σε μια Κοινότητα Μάθησης είναι η αύξηση του δυναμικού του στην ερμηνευτική και επίλυση προβλημάτων στο πλαίσιο κάποιας συγκεκριμένης ενεργού περιοχής.

Η Allan παρουσιάζει τα βασικά δομικά στοιχεία τα οποία πρέπει να διαθέτει μια Κοινότητα Μάθησης (Πίνακας 6-9). Θεωρεί ότι στόχος μιας Κοινότητας Μάθησης είναι η συμβολή στην επίλυση καθημερινών προβλημάτων μέσω μιας σύνδεσης της προσωπικής γνώσης με τη γνώση της Κοινότητας και την επιστημονική γνώση.

Εργαλείο	Περιγραφή
Αρθρογραφία	Δυνατότητα συγγραφής στατικού άρθρου
Συζήτηση	Γραμμική παρουσίαση συζητήσεων με προσθήκη σχολίων
Δημιουργική λύση προβλημάτων	Πρόκειται για εργαλεία ειδικά σχεδιασμένα, προκειμένου να συμβάλουν στην επίλυση προβλημάτων, για παράδειγμα εργαλεία καταγισμού ιδεών
Ερωτήσεις προς ειδικούς	Εργαλεία τα οποία θέτουν εξειδικευμένες ερωτήσεις προς ειδικούς
Ψηφιακή βιβλιοθήκη υλικού	Ψηφιακό αποθετήριο υλικού το οποίο είναι διαθέσιμο στα μέλη της Κοινότητας
Λίστα υπερσυνδέσεων	Δομημένη λίστα με υπερσυνδέσεις
Πολυμέσα	Δυνατότητα αξιοποίησης εικόνας, ήχου και βίντεο
Επεκτασιμότητα	Δυνατότητα προσθήκης επιπλέον σελίδων

Πίνακας 6-9: Βασικά δομικά στοιχεία της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης

Η σύνδεση αυτή πραγματοποιείται μέσα στη Ζώνη Εγγύτατης Προσέγγισης με την κατάλληλη υποβοήθηση από την τεχνολογία. Η Κοινότητα Μάθησης δεν έχει κάποιο προκατασκευασμένο αναλυτικό πρόγραμμα να διεκπεραιώσει και για τον λόγο αυτό δεν έχει και μετρήσιμα μαθησιακά αποτελέσματα. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχει σαφή μαθησιακό προσανατολισμό. Αντιθέτως, τα μέλη μαθαίνουν, μετασχηματίζοντας άρρητη γνώση σε ρητή σε όλα τα επίπεδα, τόσο σε επιστημονικό όσο και στο καθαρά διαχειριστικό της ίδιας της Κοινότητας.

Παρόλη την εξάπλωση των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης, υπάρχει αρκετή ασάφεια σχετικά με τη χρησιμότητά τους στην Εκπαίδευση. Οι Schlager και Fusco (2003) αναφέρουν ότι πολλά θέματα που αφορούν τις Κοινότητες Μάθησης στην Εκπαίδευση δεν έχουν διευκρινιστεί, όπως για παράδειγμα η σχέση της συμμετοχής στις Κοινότητες αυτές με την κάλυψη πραγματικών καθημερινών τοπικών αναγκών. Πολλοί ερευνητές αναφέρουν, επίσης, τη διαπίστωση ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν γενικά την τάση να μοιράζονται γνώσεις, εμπειρίες και πρακτικές, παράγοντας που δεν διευκολύνει τη συμμετοχή σε Κοινότητες Μάθησης. Οι Avery και Carlsen (2001) πραγματοποίησαν εκτεταμένη έρευνα πάνω στις Κοινότητες Μάθησης των Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών. Αναφέρουν ότι οι Κοινότητες Μάθησης αποδείχθηκαν ιδιαίτερα χρήσιμες για τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν εργαστηριακές Φυσικές Επιστήμες, γιατί τους βοηθούν στην αντιμετώπιση των πολύπλοκων καταστάσεων της εργαστηριακής διδασκαλίας, αλλά και γιατί τους ενθαρρύνουν στο να αναπτύσσουν ομαδοσυνεργατικές τεχνικές μάθησης.

Αναφέρουν, επίσης, ότι πολλές Κοινότητες Μάθησης με θέμα τις Φυσικές Επιστήμες αποτέλεσαν άριστα πεδία διαθεματικής προσέγγισης και συζήτησης πάνω σε νέα εκπαιδευτικά προγράμματα. Οι Palinscar, Magnusson, Marano, Ford και Brown, 1998

αναφέρουν ότι η συμμετοχή σε Κοινότητες Μάθησης αλλάζει το επαγγελματικό προφίλ των εκπαιδευτικών προς πιο συμμετοχικά πρότυπα διδασκαλίας.

Η βασική παιδαγωγική θεώρηση των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης των εκπαιδευτικών βασίζεται στη Συνεργατική Μάθηση Ενηλίκων και τρεις βασικούς παιδαγωγικούς άξονες που έχουν να κάνουν με τη γνώση, την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ταυτότητα. Ειδικότερα, όσον αφορά στον παράγοντα «γνώση» δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού και μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Χρονάκη, 2003· Lemke, 1997). Ο επιστημονικός συλλογισμός διασφαλίζεται, όταν στο μοντέλο μάθησης υποστηρίζεται η ενεργός, διερευνητική και πειραματική προσέγγιση, κάτι που θα γίνεται μέσα από τις κατάλληλες ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες (εργασίες), την έρευνα και αξιολόγηση των διαθέσιμων εργαλείων και λογισμικών, την κατασκευή, τον πειραματισμό και την οπτικοποίηση των ιδεών.

Οι μεταγνωστικές δεξιότητες είναι οι δεξιότητες που ελέγχουν τη χρήση της γνώσης και δημιουργούν το υπόβαθρο για τη γνωστική επεξεργασία. Στις ΕΚΜ εκπαιδευτικών δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη της δεξιότητας ανάλυσης της πληροφορίας, στην εκμάθηση στρατηγικών πλοήγησης και εύρεσης της πληροφορίας στο διαδίκτυο και σε Βάσεις Δεδομένων, στην ερμηνεία και την αναδόμηση της πληροφορίας, στον αναλογισμό, στο συλλογικό «χτίσιμο» μιας Βάσης Γνώσεων.

Όσον αφορά στον παράγοντα «κοινωνική αλληλεπίδραση», δίνεται έμφαση στη σύμπραξη και την αλληλεπίδραση με άλλα άτομα και γνωστικά εργαλεία. Η σύμπραξη έχει να κάνει με τη διαμόρφωση κοινών στόχων μέσα από μια προσπάθεια επίλυσης κοινά αποδεκτών προβλημάτων (Palloff και Pratt, 1999· Wegner, 1998· Χρονάκη, 2003). Δεν αρκεί να συμμετέχει κάποιος σε μια ομάδα εργασίας, αλλά να αισθάνεται ότι ανήκει σε αυτήν, ότι συνεισφέρει ενεργά στην καθιέρωση των στόχων και στη διαμόρφωση της αποκτηθείσας γνώσης.

Στις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών διαμορφώνονται οι κανόνες λειτουργίας από κοινού, τίθενται οι στόχοι πάλι από κοινού, οι εργασίες που θα δίνονται θα προέρχονται από πραγματικά και όχι υποθετικά προβλήματα, οι ομάδες θα δημιουργούνται με βάση τα κοινά ενδιαφέροντα και τους κοινούς στόχους και η σύνθεση και αποσύνθεση των ομάδων εργασίας θα γίνεται με δυναμικό τρόπο. Η μάθηση θα επιτυγχάνεται μέσω της αλληλεπίδρασης με γνωστικά εργαλεία και γνωστικά ωριμότερα άτομα (Vygotsky, 1978), όπως πιο έμπειρους εκπαιδευτικούς, πιο ικανούς τεχνικά χρήστες, ακαδημαϊκούς, καθώς και ειδικούς επιστήμονες - συνεργάτες της Κοινότητας.

Τέλος, όσον αφορά τον παράγοντα «ταυτότητα», έμφαση δίνεται στην έκφραση κριτικής και συστημικής σκέψης εντός της Κοινότητας και στην ανάπτυξη δημιουργικότητας, αισθητικής (Χρονάκη, 2003) και δεοντολογίας. Η ύπαρξη κριτικής και συστημικής σκέψης σε ένα τεχνολογικό περιβάλλον είναι αναγκαία για να μη μετατραπούν οι χρήστες σε παθητικούς αποδέκτες, αλλά και για την αύξηση της συμμετοχής τους στα δρώμενα (Freire, 1993).

Στις Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών, δίνεται έμφαση στην υποστήριξη ανοιχτών συζητήσεων, την ανατροφοδότηση και τον διάλογο, την εφαρμογή και αξιολόγηση πολλών εναλλακτικών λύσεων και μεθόδων, τον αναλογισμό των στόχων, της χρήσης, των μεθόδων ακόμα και των εργαλείων και των τεχνολογιών, στην ελεύθερη έκφραση και την ομαδική και ατομική δημιουργία «έργων» και «ερ-

γασιών» με περιεχόμενο αισθητικά αξιολογήσιμο, όπως για παράδειγμα συγκεκριμένες ιστοσελίδες με εκπαιδευτικό περιεχόμενο (Warren, 2002).

Το βασικότερο, όμως, χαρακτηριστικό των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης Εκπαιδευτικών είναι η παραγωγή πραγματικών παρεμβάσεων. Η ύπαρξη πραγματικού αποτελέσματος είναι και η αιτία ύπαρξης των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης. Στόχος των Κοινοτήτων είναι η βελτίωση της διδακτικής και παιδαγωγικής θέσης του εκπαιδευτικού μέσω του κύκλου της οργανωσιακής γνώσης. Η ύπαρξη πραγματικού αποτελέσματος είναι ίσως το ένα πιο ισχυρό κριτήριο της επιτυχίας μιας Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών. Όπως ειπώθηκε στην αρχή, ο εκπαιδευτικός που συμμετέχει σε μια Εικονική Κοινότητα Μάθησης δεν ταυτίζεται με το εικονικό τεχνολογικό περιβάλλον επικοινωνίας και μάθησης. Ο βασικός του προσανατολισμός είναι η παιδαγωγική και εκπαιδευτική πραγματικότητα την οποία θα πρέπει να τιθασει. Η Κοινότητα Μάθησης η οποία χρησιμοποιεί ένα εικονικό πεδίο αλληλεπιδράσεων θα εμπλουτίσει τις γνώσεις του εκπαιδευτικού μέσω του κύκλου οργανωσιακής μάθησης στην οποία θα συμμετέχει.

Οποιαδήποτε προσπάθεια εμπλοκής των εκπαιδευτικών σε εικονικά συνεργατικά περιβάλλοντα θα πρέπει να έχει ρεαλιστικές προσδοκίες, έχοντας ως δεδομένο την προβληματική γενικά σύνδεση των ΤΠΕ με την Εκπαίδευση (Raynolds, 2003). Μετά από μια εποχή υπερπροσδοκιών, η πίεση για τη μεταμοντερνοποίηση του σχολείου δείχνει να καταλαγιάζει προς όφελος πιο ολιστικών προσεγγίσεων. Οι Εικονικές Κοινότητες δύναται να παίξουν ένα διακριτικό, αλλά συνάμα σημαντικό ρόλο στην αντίληψη των δυναμικών των νέων τεχνολογιών από τους εκπαιδευτικούς. Όπως σημειώνει ο Godisson (2003), το παιδαγωγικό δυναμικό των ΤΠΕ εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο με τον οποίο τις αντιλαμβάνεται ο εκπαιδευτικός. Οι Εικονικές Κοινότητες ως κοινωνικά πεδία δύναται να αποκαλύψουν το παιδαγωγικό δυναμικό των ΤΠΕ και πιθανούς δημιουργικούς συνδυασμούς που δεν είναι στο πλαίσιο της επίσημης πολιτικής.

Οι αυτόνομες Εικονικές Κοινότητες έχουν, σύμφωνα με τον Clark (2003), τη δύναμη να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ των εκπαιδευτικών με διαφορετικό υπόβαθρο στον χώρο των ΤΠΕ. Εκπαιδευτικοί με σημαντική αυτομόρφωση ή μετεκπαίδευση στις ΤΠΕ δύναται να παίξουν ηγετικό ρόλο στην προώθηση των ΤΠΕ μέσω των Εικονικών Κοινοτήτων (Khine, 2003). Οι Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών είναι σε θέση να προωθήσουν το συναδελφικό μοντέλο (peer to peer) διάχυσης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.¹⁰⁸ Η ίδια η χρήση του διαδικτύου ως μέσου επικοινωνίας και κοινωνικής δικτύωσης θα βοηθήσει ιδιαίτερα στην εξοικείωση με το παγκόσμιο αυτό μέσο επικοινωνίας, κάτι που, όπως σημειώνει η Gibson (2004), υπολείπεται ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες. Αν και σε γενικές γραμμές οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν θετικά το διαδίκτυο, πολλοί λίγοι έχουν καταφέρει και υπό ιδιαίτερες συνθήκες να το εντάξουν στον παιδαγωγικό και εκπαιδευτικό τους μηχανισμό.

Η μελέτη της περίπτωσης της Εικονικής Κοινότητας του ΕΚΦΕ Αγ. Αναργύρων δύναται να αποκαλύψει ιδιαίτερες πτυχές της κοινωνικής δικτύωσης των εκπαιδευτικών τόσο σε επίπεδο σχεσιοδυναμικής όσο και στο επίπεδο της μεταοργάνωσης του ίδιου του πληροφοριακού συστήματος που στηρίζει την Κοινότητα. Όπως σημειώνει η Tearle (2003), η μελέτη περιπτώσεων στην Εκπαιδευτική Πληροφορική μπορεί να

¹⁰⁸ Peer Mentorship Model, (Coupal, 2004).

είναι πολύ χρηστική τόσο για τους επαγγελματίες της Εκπαιδευτικής Πληροφορικής όσο και για τους ερευνητές.



Εικόνα 6-18: Τύποι Εικονικών Κοινοτήτων Εκπαιδευτικών (Bottino, 2007)

Κοινότητες Εκπαιδευτικών ιδρύονται τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με την Bottino (2007), πολλές από αυτές είναι καλά δομημένες και συντηρούνται από κρατικές δαπάνες ή χορηγούς, ενώ άλλες είναι πιο χαλαρές και είναι αυτοοργανωνόμενες. Βασικός σκοπός των Κοινοτήτων αυτών είναι να εξοικειώσουν τον εκπαιδευτικό με τις ΤΠΕ και να αναπτύξουν κατάλληλες πρακτικές και παιδαγωγικές. Χαρακτηριστικό των αυτοοργανωνόμενων Κοινοτήτων είναι η πολύ υψηλή θεματική εστίαση. Στην Εικόνα 6-18 παρουσιάζεται η ταξινόμηση των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης Εκπαιδευτικών. Η Bottino αναφέρει το παράδειγμα της Κοινότητας Cabrinews η οποία ασχολείται με την προώθηση του λογισμικού cabri στη διδασκαλία των μαθητών. Η διαχείριση των αυτοοργανωνόμενων Κοινοτήτων είναι πιο χαλαρή σε σχέση με τις καλά οργανωμένες Κοινότητες, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν συχνά τεχνικά προβλήματα και προβλήματα ασφάλειας. Γενικά οι Κοινότητες Εκπαιδευτικών είναι σχετικά ομοιογενείς, πράγμα το οποίο καλλιεργεί την αίσθηση του «ανήκειν». Ένα άλλο εύρημα είναι ότι η συμμετοχικότητα είναι γενικά ασταθής και δεν έχει ένα κανονιστικό σχήμα. Παρατηρείται, επίσης, το φαινόμενο κάποιοι από την ομάδα να επωμίζονται τον ρόλο του ηγέτη.

Σημαντικό μέρος της σχετικής βιβλιογραφίας αναφέρει ότι οι πιο αποτελεσματικές μορφές επαγγελματικής ανάπτυξης για τους εκπαιδευτικούς, ιδιαίτερα αναφορικά με τις ΤΠΕ, είναι αυτές οι οποίες επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να εμπλακεί σε περιβάλλοντα γνωστικής αντανάκλασης.

Ανασταλτικοί παράγοντες στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών	
1	Απροθυμία για το μοίρασμα πόρων
2	Έλλειψη αυτοπεποίθησης
3	Απροθυμία για την ανταλλαγή απόψεων μέσω κειμένου - Προτίμηση παραδοσιακών μέσων επικοινωνίας
4	Υποβάθμιση της ανάγκης για γνωστική συζήτηση - αντανάκλαση
5	Αίσθηση μονιμότητας του κειμένου
6	Έλλειψη κατάλληλων τεχνολογικών υποδομών
7	Έλλειψη εμπειρίας ΤΠΕ
8	Έλλειψη χρόνου

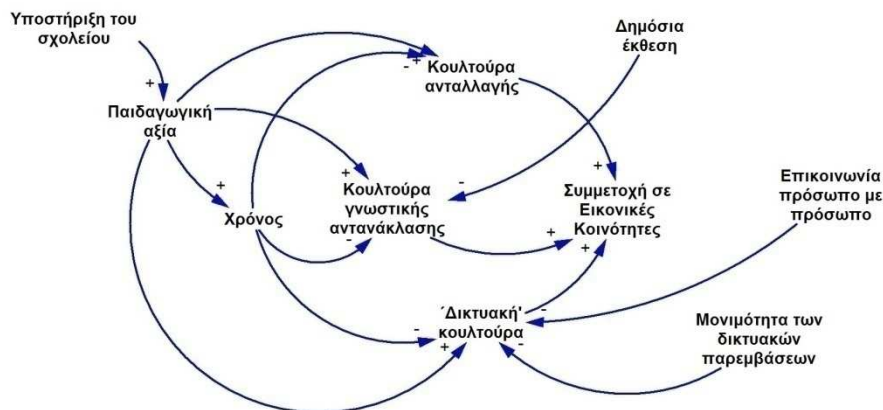
Πίνακας 6-10: Ανασταλτικοί παράγοντες στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών

Τέτοια περιβάλλοντα είναι, για παράδειγμα, οι Εικονικές Κοινότητες όπου ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να ανταλλάσσει εμπειρίες με άλλους εκπαιδευτικούς που έχουν παρόμοιες γνωστικές αναζητήσεις (Bodzin et al., 2000· Ferry et al., 2000· Herrington et al., 2000). Τα περιβάλλοντα αυτά ενθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς να αναλάβουν τόσο τον κόπο όσο και το ρίσκο της μετάβασης από τη **ζώνη σύμβασης** στη **ζώνη κρίσης** (Putnam και Borko, 2000).

Οι Carr και Chambers (2006) δίνουν μια άλλη ενδιαφέρουσα άποψη για την αναγκαιότητα των Εικονικών Κοινοτήτων. Θεωρούν ότι αποτελούν σημαντικές πηγές αποδείξεων επιτυχημένων πρακτικών. Η δημιουργία τέτοιων πηγών είναι η βάση της στρατηγικής βελτίωσης των σχολείων μέσω πραγματικών ενδείξεων και αποδείξεων (Evidence Based School Improvement).

Οι Carr και Chambers (2006), πραγματοποιώντας μία εις βάθος ανάλυση σε Εικονικές Κοινότητες, σημειώνουν τον μικρό βαθμό συμμετοχής, ο οποίος είναι περίπου 30% και από αυτό το ποσοστό το 60% ενδιαφέρεται για αναζήτηση πληροφοριών πάνω σε διαχειριστικά θέματα στο επιχειρησιακό πεδίο (Kovaric και Bolt, 2000) και μόνο το 18% αξιοποιεί τις Εικονικές Κοινότητες στο διανοητικό πεδίο (Kovaric και Bolt, 2000). Οι Carr και Chambers επισημαίνουν τους βασικούς λόγους για τους οποίους οι Εικονικές Κοινότητες έχουν αυτό το μοτίβο συμπεριφοράς ή διαφορετικά τους λόγους για τους οποίους ο χώρος των φάσεων των Εικονικών Κοινοτήτων παρουσιάζει αυτές τις καταστάσεις (Πίνακας 6-10).

Οι Fusco (2000) και Stevenson (2004) αναφέρουν τον χρόνο ως το μεγαλύτερο εμπόδιο χρήσης Εικονικών Κοινοτήτων από τους εκπαιδευτικούς. Στην Εικόνα 6-19 παρουσιάζεται ένα δυναμικό μοντέλο αλληλοσυσχετισμών μεταξύ κεντρικών παραμέτρων χρησιμότητας των Εικονικών Κοινοτήτων, όπως εντοπίστηκαν από τον Carr (2006).



Εικόνα 6-19: Σχηματική αναπαράσταση των βασικών εμποδίων στη συμμετοχή σε Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών (προσαρμογή από Carr, 2006)

Γίνεται αμέσως αντιληπτό ότι η συμμετοχή σε Εικονικές Κοινότητες είναι συνυφασμένη με τρεις βασικές συμπεριφορικές νόρμες ή κουλτούρες: την κουλτούρα ανταλλαγής, την κουλτούρα γνωστικής αντανάκλασης και τη δικτυακή κουλτούρα. Η κουλτούρα ανταλλαγής καθορίζει τον βαθμό στον οποίο ο εκπαιδευτικός θα ανταλλάσσει παιδαγωγικό υλικό με συναδέλφους του.

Η κουλτούρα γνωστικής αντανάκλασης έχει να κάνει με τη διάθεση του εκπαιδευτικού να αποκαλύψει μεθοδολογίες, περιστατικά και περιπτώσεις από τις μαθησιακές συζητήσεις τις οποίες ενορχηστρώνει. Η δικτυακή κουλτούρα, τέλος, αφορά τη στάση του απέναντι σε ζητήματα, όπως δημόσια έκθεση, γραπτή αναφορά θέσεων και απόψεων και ασύγχρονη επικοινωνία. Και οι τρεις αυτές στάσεις του εκπαιδευτικού μεταελέγχονται σε μεγάλο βαθμό από τη γενικότερη κουλτούρα του σχολείου στο οποίο υπάγεται ο εκπαιδευτικός. Η συμμετοχή σε μια Εικονική Κοινότητα, σχετίζεται άμεσα με τη μεταστροφή των κυρίαρχων στάσεων των εκπαιδευτικών, όπως παρουσιάστηκαν πιο πάνω.

Αν και γενικά οι Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών έχουν σχετικά χαμηλή χρησιμότητα, εντούτοις θεωρούνται ένα νέο μέσο με πολλές ανερχόμενες δυνατότητες. Γενικά απαιτείται να αναθεωρηθεί όλο το πλαίσιο δημιουργίας και ανάπτυξης των Εικονικών Κοινοτήτων και να αναζητηθούν καινούρια μοντέλα πιο κοντά στις πραγματικές ανάγκες των εκπαιδευτικών.

Ο Kalogiannakis (2004) αναφέρεται σε Εικονική Κοινότητα καθηγητών Φυσικής η οποία δημιουργήθηκε στη Γαλλία με σκοπό την υποστήριξη των εκπαιδευτικών οι οποίοι αναβαθμίζουν τις παιδαγωγικές τους αναφορικά με τις νέες ΤΠΕ. Επισημαίνει ότι η διδασκαλία είναι μια ατομική εργασία. Διεθνώς έχει παρατηρηθεί ότι οι εκπαιδευτικοί δεν ανταλλάσσουν τις πηγές τους ούτε εκθέτουν εύκολα δημόσια τις απόψεις τους. Επιπλέον, πολύ σπάνια παρακολουθούν διδασκαλίες άλλων εκπαιδευτικών και ανταλλάσσουν παιδαγωγικές παρατηρήσεις. Οι Εικονικές Κοινότητες είναι ίσως οι μόνες υποδομές οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον οργανωσιακής μάθησης και ανταλλαγής ρητής και άρρητης γνώσης.

Πίνακας δραστηριοτήτων υψηλής ποικιλομορφίας
Πραγματοποίηση κλασικών εργαστηριακών διατάξεων επίδειξης
Πραγματοποίηση κλασικών εργαστηριακών διατάξεων σε ομάδες
Πραγματοποίηση μετρητικών διατάξεων με σύγχρονα συστήματα Logger
Προβολές πολυμεσικού υλικού
Επεξεργασία μετρήσεων με λογιστικά φύλλα
Επεξεργασία μετρήσεων με μαθηματικά πακέτα (Matlab, Mathcad)
Πραγματοποίηση παρουσιάσεων PowerPoint
Χρήση λογισμικού μοντελοποίησης (Vensim, microworlds)
Χρήση λογισμικού προσομοίωσης (Interactive physics)
Χρήση εικονικού εργαστηρίου
Χρήση συστημάτων ρομποτικής
Διαχείριση μικροεφαρμογών Java applets, flash, shockwave
Δομημένη αναζήτηση στο διαδίκτυο
Σχεδιαστικά προγράμματα, όπως visio, cad
Μαθήματα υποβοηθούμενα από το διαδίκτυο
Teleconferencing
Δημιουργία μικροδιδασκαλιών
Δημιουργία και συντήρηση δυναμικών δικτυακών ιστοσελίδων
Δημιουργία και συντήρηση βάσεων δεδομένων με εργαστηριακό υλικό, κωδικούς, manual
Δημιουργία νέων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων
Συντήρηση εργαστηριακού υλικού
Οργάνωση ημερίδων
Διαχείριση εργαστηριακού υλικού
Προετοιμασία για τη συμμετοχή σε εκθέσεις πειραματικών δραστηριοτήτων
Προετοιμασία για τη συμμετοχή σε διαγωνισμούς εντός και εκτός Ελλάδας

Πίνακας 6-11: Δραστηριότητες υψηλής ποικιλομορφίας

Το συναδελφικό μοντέλο φαίνεται να διαγράφεται ως το κυρίαρχο μοντέλο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών σε ζητήματα νέων τεχνολογικών περιβαλλόντων. Το μεγάλο του πλεονέκτημα είναι ότι δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής δοκιμασμένης στην πράξη ρητής και άρρητης γνώσης (Garcia, 2009). Η μεγάλη του δυσκολία έγκειται στη δυσκολία επινόησης και υλοποίησης των κατάλληλων τεχνολογικών πλατφορμών, αν και, με βάση τα έως τώρα δεδομένα, η κυρίαρχη τάση ευνοεί τις αμφίδρομες δικτυακές πλατφόρμες. Όπως σημειώνει η Garcia (2009), στον τομέα των τεχνολογικών υλοποιήσεων των κοινωνικών δικτύων συνεργασίας και μάθησης εκπαιδευτικών, η γνώση που κατέχουμε είναι κατακερματισμένη και αδόμητη με έντονα στοιχεία ανάδυσης και μορφογένεσης. Είναι σχετικά δύσκολο να τυποποιηθούν οι διάφορες τεχνολογικές προσεγγίσεις με τρόπο, ώστε να προκύψει μια γενικώς αποδεκτή «αποτελεσματική» πλατφόρμα συνεργασίας και μάθησης εκπαιδευτικών. Ανε-

ξάρτητα από την τεχνολογική υλοποίηση, μια τέτοια πλατφόρμα θα πρέπει να είναι σε θέση (Garcia, 2009)¹⁰⁹:

- A) Να διευκολύνει τη διαδικτυακή, σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία των εκπαιδευτικών
- B) Να επιτρέπει την παραγωγή ρητής γνώσης και την ανταλλαγή άρρητης γνώσης
- Γ) Να δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού παιδαγωγικών μοτίβων τα οποία να είναι σε θέση να επεκτείνουν την παραδοσιακή τάξη προς νέα τεχνολογικά περιβάλλοντα.

Οι Omale et al. (2009) επισημαίνουν ιδιαίτερα την κοινωνική διάσταση των περιβαλλόντων συνεργασίας και μάθησης. Συγκεκριμένα, σημειώνουν την ανάγκη των ατόμων να καθιστούν αισθητή και αντιληπτή την παρουσία τους στα περιβάλλοντα αυτά. Η ανάγκη αυτή οδηγεί στην ανάπτυξη πολύπλοκων τρισδιάστατων SL (Second Life) περιβαλλόντων τα οποία διαθέτουν εντυπωσιακές ικανότητες προσομοίωσης των πραγματικών κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Η Stevenson (2004) διαπιστώνει ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετέχουν σε άτυπες Κοινότητες συνεργασίας θεωρούν το μέσο αυτό ως σημαντικότερο συγκριτικά με την οργανωμένη μάθηση στο πλαίσιο της επαγγελματικής επιμόρφωσης, ιδιαίτερα σε θέματα τεχνολογικών υλοποιήσεων στην εκπαιδευτική πράξη. Στο ίδιο πνεύμα, ο Clark (2003) διαπιστώνει την τεράστια σημασία των συνεργατικών συζητήσεων των εκπαιδευτικών στην επαγγελματική τους ανάπτυξη. Επιπλέον, η Stevenson σημειώνει ως σημαντικό πλεονέκτημα των συνεργατικών περιβαλλόντων τη δυνατότητα αντιμετώπισης εξειδικευμένων ζητημάτων και ιδιαίτερων προβλημάτων των εκπαιδευτικών. Δέχεται, επίσης, την αυθόρμητη ανάδυση ως ενδογενή στη φύση των άτυπων Κοινοτήτων των εκπαιδευτικών, ενώ παράλληλα ισχυρίζεται ότι οι άτυπες Κοινότητες συνεργασίας δεν εξαρτώνται από την επικρατούσα εκπαιδευτική κουλτούρα. Ο Osterman (1990) επισημαίνει σχετικά ότι πολύ μεγάλη συμβολή στην επιτυχία των εκπαιδευτικών έχουν τα άτυπα συνεργατικά περιβάλλοντα και οι γνωστικές ανακλάσεις που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο τους. Ένα πολύ σημαντικό εύρημα της ερευνητικής προσπάθειας της Stevenson είναι η τάση των συμμετεχόντων στις άτυπες Κοινότητες να ενσωματώνουν τις μαθησιακές συζητήσεις που πραγματοποιούνται στις Κοινότητες στην καθημερινή τους εργασία. Ο Pennington (2002) αναφέρει σημαντικές ενδείξεις για την επίδραση των άτυπων εκπαιδευτικών Κοινοτήτων στην εξέλιξη των εκπαιδευτικών.

Αναφορικά με τη θεματολογία των άτυπων Κοινοτήτων συνεργασίας και μάθησης η Stevenson (2004) επισημαίνει δύο βασικούς άξονες:

- α) ζητήματα σχετικά με το αναλυτικό πρόγραμμα
- β) ζητήματα σχετικά με υλοποιήσεις των νέων τεχνολογιών,

ενώ αναφορικά με τους ρόλους, διαπιστώνει την ύπαρξη ρόλων, όπως αυτοί των απλών συναδέλφων, των ειδικών στις νέες τεχνολογίες και των άτυπων τεχνολογικών ηγετών. Ο Ruopp (1993) αναφέρει στη βασική θεματολογία των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών ζητήματα όπως η πρόσβαση σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο, ιδέες για την καλύτερη υλοποίηση του αναλυτικού προγράμματος, ενώ δεν λείπει και η ανάπτυξη καινοτομίας κυρίως μέσω συνεργατικών εγχειρημάτων.

¹⁰⁹ Με βάση έρευνα σε πλατφόρμα συνεργασίας με εκπαιδευτικούς από όλη την Ευρώπη.

Οι Nicholson και Bond (2003) και Mason (2000) διαπιστώνουν τη σημασία των άτυπων Κοινοτήτων εκπαιδευτικών στην επαγγελματική ανάπτυξη των νέων μελών της εκπαιδευτικής Κοινότητας.

Οι Sherry και Chero (2004) επισημαίνουν τη σημασία των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης και Συνεργασίας Εκπαιδευτικών για την έγχυση της τεχνολογίας στο σύγχρονο σχολείο. Αναφέρουν ως πολύ σημαντικές επιδράσεις την αναγνώριση του ρόλου της τεχνολογίας από τους συμμετέχοντες στις Εικονικές Κοινότητες και την ανάπτυξη τρόπων ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στο αναλυτικό πρόγραμμα.

Τη σημασία της εικονικής σύγχρονης και ασύγχρονης συνεργασίας επισημαίνουν οι Kurtts et al. (2005). Διαπιστώνουν ότι κυρίως η ασύγχρονη επικοινωνία έχει μια βαθιά διαμορφωτική επίδραση στους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς. Σημειώνουν επίσης ως παράγοντες επιτυχίας των Εικονικών Κοινοτήτων την τεχνολογία, τη σύνθεση των ομάδων, τα εγχειρήματα, τη διαχείριση, τις ατομικές διαφορές και την ατομική υπευθυνότητα.

Η εκπαιδευτική κοινότητα πειραματίζεται ιδιαίτερα σε τεχνολογικά μίγματα τα οποία θα παράγουν τεχνολογικές πλατφόρμες οι οποίες δεν θα αναπαράγουν απλά τις μαθησιακές αλληλεπιδράσεις της πραγματικότητας, αλλά θα αναδύουν νέες δυναμικές ευκαιρίες συλλογικής μάθησης.

Οι Hew και Hara (2007) θεωρούν ότι **ο πυρήνας της επαγγελματικής εξέλιξης** των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις ΤΠΕ είναι η ανταλλαγή γνώσης με τη μορφή υλικού, πρακτικών εφαρμογών και μεθόδων. Οι Heron και Hammond (2001) θεωρούν ως βάση της διαρκούς επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών **την καλή κυκλοφορία ρητής και άρρητης γνώσης** μεταξύ των εκπαιδευτικών. Αναφορικά με τη μεταφορά ρητής – κωδικοποιημένης γνώσης στους εκπαιδευτικούς εφαρμόζονται πολλές τεχνικές, όπως για παράδειγμα επιμορφώσεις σε πραγματικά και εικονικά περιβάλλοντα, εργαστήρια Πληροφορικής, σεμινάρια κλπ. Οι τεχνικές αυτές πάσχουν ιδιαίτερα σε ό,τι έχει σχέση με τη μεταφορά άρρητης εμπειρικής γνώσης, η ανταλλαγή της οποίας στο πλαίσιο κατάλληλων επίσημων ή άτυπων κοινωνικών δικτύων αποτελεί τον **βασικό καταλύτη αλλαγής των εκπαιδευτικών σε ζητήματα τεχνολογίας** (Schlanger και Fusco, 2003). Σύμφωνα με τον Gragner (2002), η συμμετοχή σε άτυπα κοινωνικά δίκτυα ικανοποιεί τις άμεσες ανάγκες και επιθυμίες του εκπαιδευτικού, δημιουργώντας ένα κλίμα παροχής γνώσης “Just-in-Time” σε αντίθεση με το κλίμα παροχής γνώσης “Just-in-Case” το οποίο δημιουργούν οι κάθε είδους επιμορφώσεις.

Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι η κουλτούρα των εκπαιδευτικών δεν ευνοεί την ανταλλαγή γνώσης, μιας και οι εκπαιδευτικοί τείνουν να εργάζονται σε απομόνωση (Ciborra και Patriota, 1998). Αποτέλεσμα αυτού είναι η σχετικά δύσκολη ροή και διάχυση γνώσης (Szulanski, 1996). εξιστόρηση ή η ανοιχτή ερώτηση. Παράλληλα, θα πρέπει να ικανοποιούνται και τα τέσσερα βασικά κίνητρα συμμετοχής σε Εικονικές Κοινότητες Μάθησης, όπως τα διατύπωσαν οι Batson et al. (2002): α) εγωκεντρισμός, β) αλτρουισμός, γ) κοινωνικότητα, δ) ιδεαλισμός. Το εγωκεντρικό κίνητρο ενεργοποιεί άτομα τα οποία επιθυμούν να κερδίσουν από τις δραστηριότητες της Κοινότητας. Το κέρδος δεν είναι κατ’ ανάγκη υλικό, αλλά συνίσταται συνήθως σε φήμη και αναγνώριση. Δίδεται έτσι στη βιβλιογραφία πολύ μεγάλη σημασία **στον**

τρόπο με τον οποίο θα επιτευχθεί η ενεργοποίηση της ανταλλαγής γνώσης μεταξύ των εκπαιδευτικών παρά στην τεχνολογική υποδομή αυτή καθαυτήν βάσει της οποίας θα καταστεί δυνατή αυτή η ανταλλαγή (Boisot και Griffiths, 1999).

Οι Sharratt και Usoro (2003) θεωρούν τη συζήτηση ως τον πυρήνα της ανταλλαγής γνώσης στο πλαίσιο της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης. Είναι για τον λόγο αυτό απαραίτητο η τεχνολογική υποδομή της Εικονικής Κοινότητας να είναι σε θέση να υποστηρίξει όσο το δυνατόν περισσότερα συλ συζήτησης, όπως για παράδειγμα η.

Κίνητρο	Στόχος	Δραστηριότητα στην ομάδα
Εγωκεντρισμός	Προσωπικό όφελος	Administrator - Ηγέτης ομάδας
Αλτρουισμός	Όφελος των μελών	Δημιουργία υλικού - Administrator
Συλλογικότητα	Όφελος της Κοινότητας	Moderator - Administrator wiki
Ιδεαλισμός	Προώθηση αρχών	Συνεισφορά υλικού

Πίνακας 6-12: Βασικά κίνητρα συμμετοχής σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης

Το αλτρουιστικό κίνητρο ενεργοποιεί άτομα τα οποία επιθυμούν να ωφελήσουν άλλα άτομα της Κοινότητας κατά προτεραιότητα σε σχέση με τα ίδια. Τα άτομα τα οποία κινητοποιούνται από αυξημένη αίσθηση κοινωνικότητας και ομαδικότητας επιθυμούν το όφελος της Κοινότητας ως σύνολου. Τέλος, οι ιδεαλιστές προωθούν μέσω της Κοινότητας τις θεμελιώδεις αρχές τους. Οι Batson et al. (2002) διαφοροποιούν τον αλτρουισμό από τη συλλογικότητα, μιας και η προτεραιότητα στον αλτρουισμό είναι η ωφέλεια του ατόμου μέσω των δραστηριοτήτων της ομάδας, ενώ στη συλλογικότητα ενδιαφέρει η Κοινότητα ως όλον μέσω των δραστηριοτήτων των μελών. Οι ιδεαλιστές κινούνται από μια αίσθηση αμοιβαιότητας. Θεωρούν ότι πρέπει να συνεισφέρουν στην Κοινότητα, εφόσον έχουν χρησιμοποιήσει υλικό της κοινότητας.

Οι Hew και Hara (2007) συγκεντρώνουν τις βασικές δραστηριότητες σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης Εκπαιδευτικών (Πίνακας 6-13). Θεωρούν ότι μια Εικονική Κοινότητα Εκπαιδευτικών θα πρέπει να διαθέτει τέτοια τεχνολογική υποδομή, ώστε να είναι διευκολύνεται η περαίωση των δραστηριοτήτων αυτών.

Οι Hew και Hara (2007) σημειώνουν τη **συλλογικότητα** ως τον βασικό ενεργοποιητή συμμετοχής στις Εικονικές Κοινότητες, ενώ βασικοί **αναστολείς** είναι ο περιορισμένος χρόνος και η έλλειψη γνώσης πάνω στις νέες τεχνολογίες. Οι ίδιοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι ψηλά στην ιεραρχία των ενεργοποιητών είναι η αμοιβαιότητα και ο αλτρουισμός, ενώ πιο χαμηλά είναι τα εγωκεντρικά κίνητρα, όπως το προσωπικό όφελος και η φήμη. Χαμηλά, επίσης, είναι και η ανωνυμία ως κίνητρο συμμετοχής.

Οι West και Graham (2007) σημειώνουν ότι οι Εικονικές Κοινότητες αποτελούν την **πύλη προς μία από τις σημαντικότερες τεχνολογικές καινοτομίες** του αιώνα μας, την ανάπτυξη της κοινωνικής δικτύωσης με βασικό όχημα επικοινωνίας το διαδίκτυο. Σημειώνουν ότι οι άνθρωποι σχετίζονται λίγο - πολύ με κάποια Κοινότητα Μάθησης με την οποία αναπτύσσουν μαθησιακή σχέση, καλλιεργώντας έτσι την ατομική τους ταυτότητα. Στη συστημική ορολογία θα λέγαμε ότι οι άνθρωποι βρίσκο-

νται σε μαθησιακή συζήτηση με μία ή περισσότερες μαθησιακές Κοινότητες όπου και οριοθετούνται μέσω των κατάλληλων γνωστικών ανακλάσεων.

Δραστηριότητα	Περιγραφή
Έκκληση	Έκκληση για ιδέες, πληροφορίες και συνεισφορά
Αναγνώριση	Αναγνώριση βοήθειας ή συνεισφοράς
Διαχείριση	Διαχειριστικές δραστηριότητες με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία της τεχνολογικής υποδομής
Ανακοίνωση	Ενημερωτική ανακοίνωση με στόχο όλη την Κοινότητα ή και ειδικότερες ομάδες ενδιαφέροντος
Διευκρίνιση	Διευκρινιστικές ερωτήσεις πάνω σε ένα αντικείμενο συζήτησης
Συνεισφορά	Συνεισφορά υλικού και γνώσης

Πίνακας 6-13: Βασικές δραστηριότητες σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης (Hew και Hara, 2007)

Οι West και Graham (2007) θεωρούν ότι η κοινωνική δικτύωση αναπτύσσεται **παράλληλα με την μετάβαση από το πρότυπο μάθησης της βιομηχανικής εποχής στο πρότυπο μάθησης της εποχής της πληροφορίας**. Το βασικό χαρακτηριστικό της μάθησης της εποχής της πληροφορίας είναι η πρόσβαση στη μαζική πληροφόρηση. Η επισήμανση αυτή των West και Graham θα μπορούσε να διατυπωθεί στη συστημική γλώσσα ως εξής: Η μετάβαση στην εποχή της πληροφορίας σηματοδοτείται με δραματική αύξηση των διαθέσιμων πληροφοριών που θα πρέπει να μετασχηματιστούν σε λειτουργική γνώση με παράλληλη αύξηση της πολυπλοκότητας που αντιμετωπίζει το μανθάνον άτομο. Το μανθάνον άτομο έχει ανάγκη από εξασθενητές ποικιλομορφίας οι οποίοι θα απλουστεύσουν την πορεία του προς τη γνώση. Οι Εικονικές Κοινότητες αποτελούν τον σημαντικότερο ίσως εξασθενητή ποικιλομορφίας στην πορεία του ατόμου στα μονοπάτια της δικτυακής γνώσης.

Οι Glazer et al. (2005) σημειώνουν την πολύ περιορισμένη επιτυχία των επιμορφώσεων των εκπαιδευτικών πάνω στις ΤΠΕ με τεχνικές τύπου σεμιναρίων, εξαιτίας της αδυναμίας τους να διευκολύνουν τη μεταφορά άρρητης εμπειρικής γνώσης. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η διάχυση της χρήσης των ΤΠΕ δύναται να επιτευχθεί μόνο μέσω των κατάλληλων υποδομών συνεργατικής μάθησης. Συγκεντρώνοντας παρεμφερείς έρευνες οι Glazer et al. (2005) διαπιστώνουν ότι η διάθεση τεχνολογικών εργαλείων και η εκπαίδευση πάνω στη χρήση τους πολύ σπάνια αλλάζει το γραμμικό μοτίβο χρήσης της τεχνολογίας προς όφελος του συστημικού μοντέλου της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στον παιδαγωγικό μηχανισμό του εκπαιδευτικού. Οι εκπαιδευτικοί τείνουν να είναι πιο δεκτικοί, όταν η μάθησή τους υποστηρίζεται από κάποια Κοινότητα Μάθησης όπου είναι δυνατόν να αντλούν πετυχημένες πρακτικές από συναδέλφους τους.

Οι Εικονικές Κοινότητες δύναται να συνεισφέρουν στην προσπάθεια του εκπαιδευτικού για τη δημιουργία ανώτερων παιδαγωγικών μηχανισμών με τη βοήθεια που είναι σε θέση να προσφέρουν, ώστε να υπερκεραστούν σημαντικοί αναστολείς οι οποίοι έχουν σχέση με βασικές παιδαγωγικές παραδοχές οι οποίες παρουσιάζουν ασυμβατότητα με τη χρήση των νέων τεχνολογιών (Ertmer, 2005). Η τροποποίηση

και αναβάθμιση της παιδαγωγικής προσέγγισης των εκπαιδευτικών μπορεί να επιταχυνθεί δραματικά μέσω των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης όπου ο εκπαιδευτικός δύναται να συναντήσει νέες αποτελεσματικές παιδαγωγικές. Στη γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, οι Εικονικές Κοινότητες δύναται να λειτουργήσουν ως πεδία σχεδιασμού και δοκιμής κατάλληλων ***M – και P – οντοτήτων***.

Οι Reeves et al. (2005) θεωρούν ότι η εικονική συνεργασία αποτελεί ένα συναρπαστικό όραμα για την ανάπτυξη ανώτερης τάξης μάθησης από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς. Επισημαίνουν όμως και την απόκλιση του οράματος από την πράξη όπου η βασική έρευνα αδυνατεί ακόμη να παραγάγει την απαραίτητη γνώση υλοποίησης και λειτουργίας Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης. Οι Reeves et al. (2005) θεωρούν ότι ένας από τους βασικούς αναστολείς της ανάπτυξης αποτελεσματικής Εικονικής Συνεργασίας είναι η τεχνολογία που χρησιμοποιείται η οποία τις περισσότερες φορές βασίζεται σε εμπορικά πακέτα, όπως το WEBCT και το BLACKBOARD τα οποία αδυνατούν να υποστηρίξουν αυθεντικές συλλογικές δραστηριότητες, γιατί προάγουν την επαναληψιμότητα και την τυποποίηση. Οι ερευνητές επισημαίνουν ότι οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης στρέφονται γύρω από **αυθεντικά προβλήματα** και ζητήματα παιδαγωγικής πρακτικής. Το λογισμικό υλοποίησης των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης θα πρέπει να υποστηρίζει τη λειτουργία της Κοινότητας γύρω από **αυθεντικά εκπαιδευτικά προβλήματα**. Στη γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, η παραπάνω επισήμανση εκφράζει την αναγκαιότητα να παράγει το πληροφοριακό σύστημα **εκείνη την ποικιλομορφία** η οποία είναι αναγκαία, ώστε η μαθησιακή συζήτηση να προσεγγίζει αυθεντικά προβλήματα και ζητήματα.

Ο Kirschner (2004) συνηγορεί υπέρ της συνεργατικής μάθησης, επισημαίνοντας ότι το μοντέλο της ατομικής απόκτησης γνώσης δεν ταιριάζει στη σύγχρονη πολύπλοκη και παγκόσμια κοινωνία. Σημειώνει ότι τα σημερινά προβλήματα είναι παθογενώς δομημένα (ill structured) και κακοήθη (wicked) και μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο μέσω αυθεντικής συνεργασίας για την παραγωγή των κατάλληλων για κάθε περίπτωση οντολογιών. Αναφορικά με την απαιτούμενη τεχνολογία, θεωρεί ότι έχουμε πλέον όλα τα αναγκαία εργαλεία τόσο εμπορικά όσο και σε πλατφόρμες ελεύθερου λογισμικού, ώστε να συνθέσουμε το κατάλληλο τεχνολογικό περιβάλλον για κάθε περίπτωση πραγματικής και εικονικής συνεργασίας.

Ο Kirschner (2004) θεωρεί ότι η διασύνδεση κοινωνικών πρακτικών και τεχνολογίας είναι ένα συστημικό ζήτημα, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την κυβερνητική άποψη για την αναζήτηση **κατάλληλων ανθρωποτεχνολογικών οντοτήτων** ικανών να οδηγήσουν τη συνεργατική μάθηση. Σημειώνει, επίσης, την έλλειψη ενός επαρκούς μαθησιακού μοντέλου ικανού να παρέχει τις κατάλληλες ερμηνευτικές για το φαινόμενο της εικονικής σύγχρονης και ασύγχρονης συνεργασίας. Ο ίδιος ερευνητής ισχυρίζεται ότι κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση περιβαλλόντων Εικονικών Κοινοτήτων συνδυάζονται σύγχρονες τεχνολογίες με παραδοσιακές οντολογίες μάθησης και συνεργασίας με αποτέλεσμα την πολύ συχνή αποτυχία τέτοιων εγχειρημάτων.

Η Spa (2004) διαπιστώνει ότι στις σύγχρονες καλά οργανωμένες και ελεγχόμενες Κοινότητες τα μέλη ολοένα και περισσότερο παρουσιάζουν τον πραγματικό τους εαυτό, αποκλίνοντας από παλαιότερες τάσεις για δημιουργία εικονικών προσωπικο-

τήτων (και μάλιστα πολλές φορές σε πολλαπλές εκδόσεις). Η τάση πλέον των μελών να χρησιμοποιούν και να ανταλλάσσουν πραγματικά στοιχεία υποδηλώνει τη δυναμική ενσωμάτωση του εικονικού περιβάλλοντος στην ατομική πραγματικότητα. Οι McKenna et al. (2002) σημειώνουν ότι η παλαιότερη τάση των χρηστών να έλκονται από το οργανωμένο χάος των Κοινοτήτων όπου κυριαρχούσε η ανωνυμία και οι επίπλαστες ταυτότητες, υποχωρεί προς όφελος της τάσης των χρηστών να χρησιμοποιούν την πραγματική τους ταυτότητα στην προσπάθειά τους να επεκτείνουν τα όρια και τις δυνατότητες της πραγματικότητας την οποία βιώνουν.

Η Lock (2006) διαπιστώνει ότι οι πολυπλοκότητες και οι απαιτήσεις που έφερε ο νέος αιώνας λειτούργησαν ως καταλύτης για την ανάπτυξη των δικτυακών τεχνολογιών και των παραγώνων δικτυακών συστημάτων μάθησης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μόνιμη και μη αντιστρεπτή πορεία προς γενίκευση της χρήσης των δικτυακών τεχνολογιών σε πολλές παραδοσιακές δραστηριότητες. Ο σημαντικότερος ίσως τομέας εφαρμογής αυτών των τεχνολογικών επαναστάσεων στην Εκπαίδευση αποτελεί ο τομέας της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών, ένας τομέας όπου οι Εικονικές Κοινότητες δείχνουν να παίρνουν τη σκυτάλη από τους παραδοσιακούς διδακτικούς τρόπους εκπαίδευσης και μετεκπαίδευσης.

Η ερευνήτρια επισημαίνει τη σχετική αποτυχία των παραδοσιακών μορφών επιμόρφωσης και τεχνολογικής μετεκπαίδευσης των εκπαιδευτικών η οποία και πυροδότησε την αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων επαγγελματικής εξέλιξης. Οι βασικοί παράγοντες αποτυχίας του παραδοσιακού μοντέλου είναι: α) η χρήση γενικού επιμορφωτικού υλικού, β) η χρήση του μοντέλου μετάδοσης γνώσης από τους ειδικούς προς τους εκπαιδευτικούς, γ) η αδυναμία προσαρμογής σε ατομικές περιπτώσεις, δ) η απόκλιση της παρεχόμενης γνώσης από την πραγματικότητα της σχολικής τάξης, και ε) ο προκαθορισμός των σεναρίων χρήσης της παρεχόμενης γνώσης σε τυποποιημένες περιπτώσεις. Οι Εικονικές Κοινότητες έρχονται να καλύψουν τις αδυναμίες του παραδοσιακού μοντέλου επιμόρφωσης, δημιουργώντας **τις κατάλληλες γέφυρες με την πραγματικότητα**.

Το νέο μοντέλο επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών απαιτεί αυξημένη συστημικότητα από την πλευρά του εκπαιδευτικού. Ο σύγχρονος εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι σε θέση να καθορίζει τη διατύπωση των προβλημάτων τα οποία θα διερευνήσει, τις πηγές γνώσης και εμπειρίας τις οποίες θα πρέπει να αναζητήσει και τη στρατηγική παρέμβασης την οποία θα πρέπει να σχεδιάσει. Κατά τον Peery (2004) η εξατομίκευση αποτελεί πλέον την ουσία της ανάπτυξης των εκπαιδευτικών.

Οι παραπάνω επισημάνσεις, εφόσον μεταφραστούν στη συστημική αντικειμενική γλώσσα και κατόπιν γενίκευσης, μετασχηματίζουν το πρόβλημα σε **πρόβλημα κατασκευής ενός «πασκιανού» μαθησιακού πράκτορα ο οποίος θα διαθέτει κατάλληλες M – και P – οντότητες ικανές να οδηγούν αποτελεσματικά τη συλλογική μάθηση σε τεχνολογικό περιβάλλον Web 2.0**. Η αξιοποίηση των τεχνολογικών υλοποιήσεων Web 2.0 αποτελεί σημαντική προτεραιότητα για την Εκπαίδευση, μιας και τα περιβάλλοντα αυτά είναι ανθρωποκεντρικά, κονστρουκτιβιστικά και κοινωνικογνωστικά (Churchill, 2009).

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται ολοκληρωμένα τα αποτελέσματα έρευνας πάνω στη στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στις Εικονικές Κοινότητες

6.9 Μελέτη περίπτωσης: Σχεδιασμός και υλοποίηση Εικονικής Κοινότητας Μάθησης για εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών

Με βάση την ερμηνευτική που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 3, διαπιστώσαμε ότι μπορούμε να χωρίσουμε τον χώρο των φάσεων των εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αναλογικά με τη χρήση ΤΠΕ σε τέσσερις ζώνες ποικιλομορφίας.

Τις ζώνες αυτές τις ονομάσαμε «Ζώνη Σύμβασης Ι», «Ζώνη Κρίσης Ι», «Ζώνη Σύμβασης ΙΙ» και «Ζώνη Κρίσης ΙΙ».

Η δημιουργία της Εικονικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σκοπεύει να συγκροτήσει μια αυτοοργανωνόμενη ομάδα εκπαιδευτικών οι οποίοι έχουν ήδη ή σκοπεύουν να δημιουργήσουν ***M – οντότητες*** στις ζώνες κρίσης τόσο σε επίπεδο αναλυτικού προγράμματος όσο και σε εξωδίδακτικό επίπεδο. Η προτεινόμενη Εικονική Κοινότητα Μάθησης Εκπαιδευτικών ανήκει σε αυτά που θα χαρακτηρίζαμε ως ***υβριδικά περιβάλλοντα*** με την έννοια ότι αποτελούν κατά βάση ένα μίγμα πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, δίνοντας έτσι ιδιαίτερη δυναμική στις κοινωνικές μαθησιακές διαδικασίες (Motteram, 2006· Rhee, 2007· Davies, 2005). Οι εκπαιδευτικοί που ανήκουν στην ευρύτερη Κοινότητα έχουν τη δυνατότητα να συναντώνται σε τακτά χρονικά διαστήματα στους χώρους του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί διαθέτουν κατά βάση ***P – οντότητες*** δυναμικών χρηστών (power users) με επίπεδα διαλόγου L0-L1, ενώ αρκετοί είναι και προγραμματιστές με επίπεδα διαλόγου L2-L3. Σχεδόν όλοι έχουν πραγματοποιήσει τη μετάβαση πληροφόρηση→προσαρμογή, ενώ αρκετοί επιθυμούν να επιχειρήσουν τη μετάβαση σε μετασχηματισμό. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί έχουν συνειδητά επιλέξει να αυξήσουν την ποικιλομορφία των παιδαγωγικών τους οντοτήτων, προκειμένου να αποκτήσουν δυναμική για πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις. Η αύξηση αυτή των μαθησιακών καταστάσεων περνά μέσα από τη χρήση του σύγχρονου σχολικού εργαστηρίου και των σύγχρονων ΤΠΕ.

Με άλλα λόγια, οι εκπαιδευτικοί αυτοί είτε πέρασαν από τη Ζώνη Σύμβασης στη Ζώνη Κρίσης είτε επιχειρούν το άλμα, εντατικοποιώντας τη χρήση του σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών και των αντίστοιχων ΤΠΕ. Η επιπλέον ποικιλομορφία που εισήγαγαν στις τάξεις τους προέρχεται κυρίως από εργαστηριακές δραστηριότητες σε συνδυασμό με επιλεγμένες για τις Φυσικές Επιστήμες ΤΠΕ. Στον Πίνακα 6-11 αναφέρονται ενδεικτικές τέτοιες δραστηριότητες.

Η πολιτεία, θέλοντας να διευκολύνει το πέρασμα από μαθησιακά περιβάλλοντα χαμηλής ποικιλομορφίας σε περιβάλλοντα με υψηλή ποικιλομορφία, δημιούργησε τους παρακάτω υποστηρικτικούς θεσμούς (Πίνακας 6-14):

- Α) Τον θεσμό του ΕΚΦΕ (Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών)
- Β) Τον θεσμό του ΥΣΕΦΕ (Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών)
- Γ) Τον θεσμό του Σχολικού Συμβούλου.

Το Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών λειτουργεί με 15/ήμερες προαιρετικές συναντήσεις των ενδιαφερομένων εκπαιδευτικών οι οποίοι και αποτελούν ένα χαλαρό επικοινωνιακό δίκτυο. Το μειονέκτημα των συναντήσεων είναι ότι πραγματοποιείται ανά ειδικότητα (Φυσικοί, Χημικοί, Βιολόγοι), με αποτέλεσμα να μην αναπτύσσονται ιδιαίτερες δυναμικές. Το ΕΚΦΕ λειτουργεί συνήθως ανά περιφέρεια με 100-150 εκπαιδευτικούς στην αρμοδιότητά του, διαθέτει δικό του εξοπλισμό και υ-

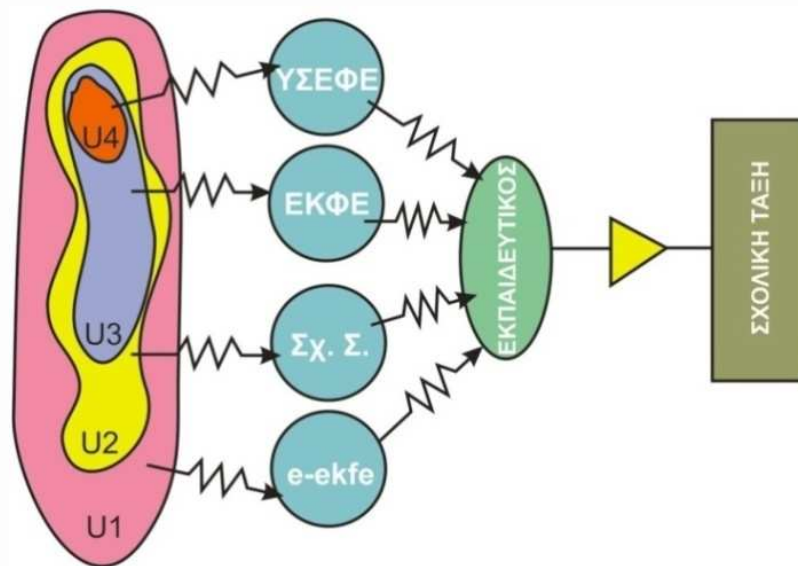
λικοτεχνική υποδομή. Στελεχώνεται από εκπαιδευτικούς, ενώ δεν προβλέπεται η απασχόληση κάποιου ειδικού σε θέματα Πληροφορικής. Ο Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών είναι κάποιος από τους υπηρετούντες εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών στο εκάστοτε σχολείο ο οποίος αναλαμβάνει τη διατήρηση της λειτουργικότητας και τη διευκόλυνση της χρήσης του εργαστηρίου από τους υπόλοιπους εκπαιδευτικούς του κλάδου. Ο Σχολικός Σύμβουλος έχει υποστηρικτικό ρόλο, προσανατολισμένο στην Παιδαγωγική και τη μεταφορά του αναλυτικού προγράμματος.

ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών)
Διαδικασίες πειραματικών διατάξεων Φύλλα εργασίας Χρήση συστημάτων Logger Επιμόρφωση πάνω σε νέα εργαστηριακά όργανα Επιμόρφωση πάνω σε λογισμικό μοντελοποίησης και προσομοίωσης
ΥΣΕΦΕ (Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών)
Διαχείριση εργαστηριακού υλικού Συντήρηση εργαστηριακού υλικού Προγραμματισμός εργαστηρίου
ΣΧΟΛΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ
Προτάσεις οργάνωσης της διδασκαλίας στη Ζώνη Κρίσης I Παιδαγωγική αξιοποίηση του σχολικού εργαστηρίου Γενικότερες προσεγγίσεις
ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ
Χώρος οργανωσιακής μάθησης Χώρος ανταλλαγής Πύλη εισόδου Πεδίο εξέλιξης Συνεργατικό και συνεργασιακό περιβάλλον¹¹⁰

Πίνακας 6-14: Βασικοί εξασθενητές ποικιλομορφίας στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού ΦΕ

Η πρώτη μας διαπίστωση είναι ότι ο εκπαιδευτικός που επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί στη Ζώνη Κρίσης έχει να αντιμετωπίσει υψηλή ποικιλομορφία, ακόμη κι αν λειτουργούν καλά οι θεσμοθετημένοι εξασθενητές πολυπλοκότητας. Η Εικόνα 6-22 παρουσιάζει τον λειτουργικό ρόλο των υποστηρικτικών θεσμών ως εξασθενητών ποικιλομορφίας. Θα θέλαμε να επισημάνουμε, όμως, ότι οι ίδιοι αυτοί θεσμοί λειτουργούν αντίστροφα ως ενισχυτές ποικιλομορφίας για τον δημιουργικό εκπαιδευτικό. Για παράδειγμα, αν κάποιος παρακολουθήσει μια υποδειγματική εργαστηριακή άσκηση στο Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών, τότε αποκτά οργανωμένη γνώση, αποβάλλοντας μεγάλο μέρος της ποικιλομορφίας που θα αντιμετώπιζε, αν κατασκεύαζε ο ίδιος την άσκηση χωρίς καθοδήγηση. Αν παρακολουθήσει, όμως, μια παρουσίαση εικονικών πειραμάτων, τότε το Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών λειτουργεί ως ενισχυτής ποικιλομορφίας, προσφέροντάς του πρόσθετες δυνατότητες για υλοποίηση μαθησιακών καταστάσεων στις μαθησιακές του συζητήσεις.

¹¹⁰ Για τον διαχωρισμό των εννοιών «cooperation» και «collaboration», βλ. και Hudson (2006).



Εικόνα 6-20: Αναπαράσταση των θεσμοθετημένων εξασθενητών ποικιλομορφίας που έχει στη διάθεσή του ο εκπαιδευτικός ΦΕ

Σύμφωνα με την Εικόνα 6-20, ο εκπαιδευτικός κινείται σε τέσσερα περιβάλλοντα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-15.

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να συνθέσει ***M* – οντότητες** οι οποίες θα είναι σε θέση να υποστηρίξουν τις συζητήσεις στη Ζώνη Κρίσης όπου θα κινηθεί. Οι αναβαθμισμένες ***M* – οντότητες** θα είναι σε θέση να **παραγάγουν** πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις. Με τον τρόπο αυτό, ο εκπαιδευτικός για τη σχολική του τάξη λειτουργεί ως **ενισχυτής ποικιλομορφίας**, παράγοντας νέες μαθησιακές και διδακτικές καταστάσεις οι οποίες θα λειτουργήσουν πάνω σε νέες ***M* – οντότητες** και κατ' επέκταση σε νέες ***π* – οντότητες**. Με τον τρόπο αυτό, ο εκπαιδευτικός δημιουργεί τη μετάβαση:

$$\langle P - individual, M - individual \rangle 1 \rightarrow \langle P - individual, M - individual \rangle 2$$

U1	Περιβάλλον σχολικού εργαστηρίου
U2	Τεχνικό περιβάλλον εργαστηριακών ασκήσεων
U3	Παιδαγωγικό και εκπαιδευτικό περιβάλλον εργαστηρίου
U4	Ευρύτερο τεχνολογικό περιβάλλον

Πίνακας 6-15: Τα βασικά περιβάλλοντα του εκπαιδευτικού Φυσικών Επιστημών

Στην προσπάθεια αυτή χρειάζεται εξασθενητές πολυπλοκότητας οι οποίοι δίδονται στον Πίνακα 6-16.

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η Εικονική Κοινότητα Μάθησης έχει έναν απόλυτα λειτουργικό ρόλο στην παραπάνω ερμηνευτική, πέρα βέβαια από το γεγονός ότι ενεργοποιεί

ένα σύγχρονο συνεργατικό κοινωνικό δίκτυο με σκοπό την αξιοποίηση της άρρητης γνώσης με τη χρήση νέων δικτυακών τεχνολογιών (McLoughlin, 2002). Παράλληλα, ο συνδυασμός του πραγματικού ΕΚΦΕ με το εικονικό δημιουργεί μια πολύ δυναμική προσέγγιση στην προώθηση εξελιγμένων *M – οντοτήτων* (Chuang, 2002). Θα ήταν σκόπιμο να επισημάνουμε σε αυτό το σημείο και τις σημαντικές δυσκολίες ενσωμάτωσης ενός πληροφοριακού συστήματος στη ροή εργασιών (Zolingen, 2000).

Η Κοινότητα των εκπαιδευτικών που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος Εικονικής Κοινότητας είναι η Κοινότητα στην οποία υπάγεται το Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Αγ. Αναργύρων. Πρόκειται για Κοινότητα 250 εκπαιδευτικών Φυσικών επιστημών από 80 σχολεία στη Διεύθυνση Δ.Ε. Γ' Αθήνας.

ΥΣΕΦΕ Υπεύθυνος Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών	U4
ΕΚΦΕ Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών	U3
Σχολικός Σύμβουλος	U2
Εικονική Κοινότητα e-ekfe	U1

Πίνακας 6-16: Πίνακας βασικών εξασθενητών ποικιλομορφίας για τον εκπαιδευτικό ΦΕ

6.10 Πρώτη φάση της παρέμβασης: προετοιμασία της *P – συζήτησης*

Στην πρώτη φάση της συνολικής παρέμβασης για τη δημιουργία της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης καθορίστηκαν οι βασικές γενικές οροθετικές κρίσεις αναφορικά με την Εικονική Κοινότητα. Οι αρχικές συζητήσεις είχαν ως βασικό σκοπό τη δημιουργία μιας κοινής συμφωνημένης αντικειμενικής γλώσσας επικοινωνίας *L* η οποία και θα αποτελούσε τη βάση για την παραγωγή των συνεπαγωγικών πλεγμάτων στην πορεία της προσέγγισης.

6.10.1 Καθορισμός αντικειμενικών γλωσσών

Προκειμένου να διευκολυνθεί η συζήτηση, καθορίστηκαν οι παρακάτω αντικειμενικές γλώσσες:

- Α) Γλώσσα Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής L_0
- Β) Γλώσσα Πληροφορικής L_1
- Γ) Γλώσσα Παιδαγωγικής L_2

6.10.2 Διαδικασία δημιουργίας αντικειμενικών γλωσσών

Θα επισημάνουμε ότι σε όλη τη διαδικασία της ανάλυσης χρησιμοποιούμε την έννοια και τον συμβολισμό της πρωτογλώσσας του Pask, προκειμένου να διατηρήσουμε τις πρωταρχικές έννοιες προστατευμένες από τη φυσική γλώσσα. Θέλουμε με άλλα λόγια να αποφύγουμε τον εκφυλισμό εννοιών, όπως «έννοια», «αντικείμε-

νο», «διαδικασία», με απώτερο στόχο τη διατήρηση της σήμανσής τους στο πλαίσιο της Θεωρίας Συζητήσεων.

Αρχικά θεωρούμε τον κάθε συμμετέχοντα σε μια συζήτηση ως διατεταγμένο ζεύγος

$$\langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$$

Η δημιουργία της κάθε γλώσσας απαιτεί τον καθορισμό των θεμάτων και των αντικειμένων T κάθε θέματος. Κάθε γλώσσα καλύπτει μια συγκεκριμένη θεματολογία και ένα σύνολο αντικειμένων T . Μία έννοια αναφορικά με το αντικείμενο T ορίζεται ως:

$$\text{Con}_A T$$

Η έννοια αυτή έχει διαφορετική υπόσταση στην $P - \text{οντότητα}$ του κάθε συμμετέχοντα:

$$\text{Con}_A T, \text{Con}_B T, \dots, \text{Con}_n T$$

Οι παραλλαγές δεν είναι εμφανείς στην απλή μη δομημένη συζήτηση, μιας και κανείς δεν μπορεί να δει την εσωτερική εκτέλεση της έννοιας στη $M - \text{οντότητα}$. Αν, όμως, επιχειρήσουμε να μετατρέψουμε την έννοια σε διαδικασία, χρησιμοποιώντας τον τελεστή Ap ή Ex , τότε ο κάθε συμμετέχων θα παραγάγει μια εσωτερική διαδικασία υλοποίησης της έννοιας. Θα έχουμε δηλαδή:

$$Ap(\text{Con}_A T) \Rightarrow TA$$

$$Ap(\text{Con}_B T) \Rightarrow TB$$

·

·

$$Ap(\text{Con}_n T) \Rightarrow Tn$$

Ή πιο συνοπτικά:

$$\langle \text{Con}_A T, TA \rangle$$

$$\langle \text{Con}_B T, TB \rangle$$

$$\langle \text{Con}_n T, Tn \rangle$$

Στην Εικόνα 6-21 παρουσιάζουμε Μαθησιακή συζήτηση κωδικοποιημένη στην πρωτογλώσσα της Θεωρίας Συζητήσεων.

Η εξωτερίκευση της έννοιας σε ρητό επίπεδο πραγματοποιείται με τους τελεστές περιγραφής και διαδικασιών:

$$\text{Con}_A^+(TA) \Rightarrow DB(TA) \text{ [Description Builder]}$$

$$\text{Con}_A^-(TA) \Rightarrow PB(TA) \text{ [Procedure builder]}$$

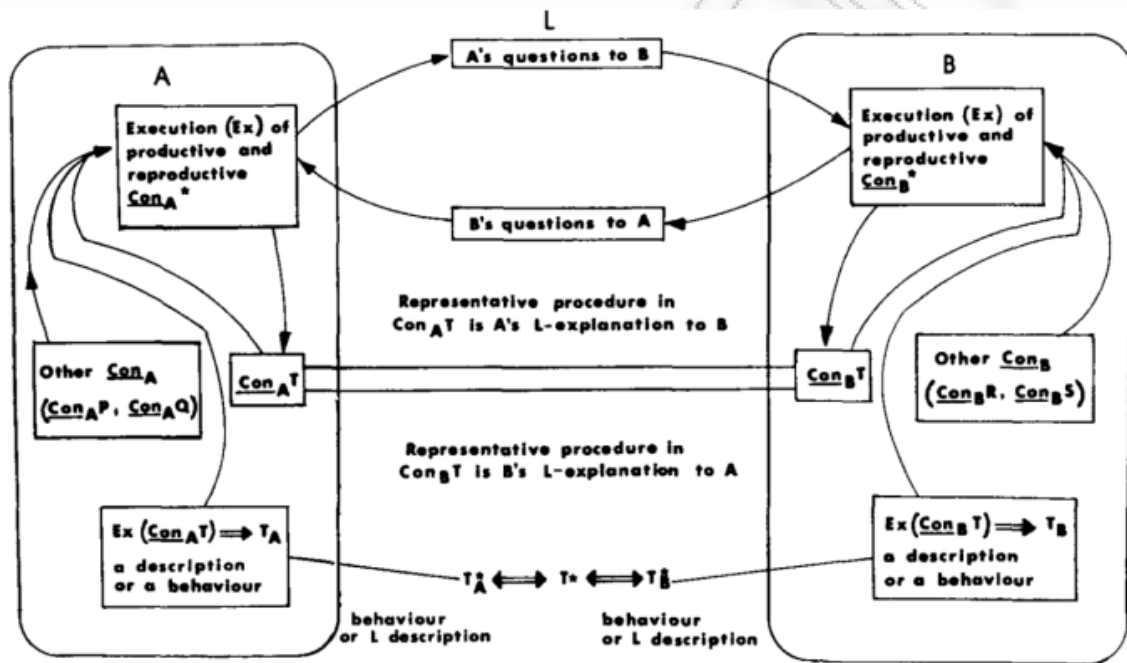
Απώτερος στόχος της τεχνικής αντικειμενικής γλώσσας επικοινωνίας είναι η δημιουργία του παρακάτω συνόλου:

$$\{ \langle \text{Con}_e T_i, T_{ie} \rangle, \}$$

Το σύνολο αυτό περιέχει τις έννοιες και τις υλοποιήσεις τους που θα αποτελέσουν και την αντικειμενική γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ των μελών της Κοινότητας. Η υλοποίηση της κάθε έννοιας μπορεί να αναλυθεί σε μία περιγραφή και μία διαδικασία ανάλογα με τον τελεστή που θα χρησιμοποιήσουμε:

$$\text{Con}_e^+(T_{ie}) \Rightarrow \text{DB}(T_{ie})$$

$$\text{Con}_e^-(T_{ie}) \Rightarrow \text{PB}(T_{ie})$$



Εικόνα 6-21: Μαθησιακή συζήτηση κωδικοποιημένη στην πρωτογλώσσα της Θεωρίας Συζητήσεων (Pask, 1996)

Η δημιουργία της αντικειμενικής γλώσσας αποτελεί μια συζήτηση και πραγματοποιείται με βάση τις αρχές της Θεωρίας Συζητήσεων. Σκοπός της δημιουργίας των γλωσσών είναι η αποτροπή ανάμιξης με τη φυσική γλώσσα κατά τη νοηματοδότηση των εννοιών (Pangaro, 2001). Στο παράδειγμα που ακολουθεί παρουσιάζουμε ένα στοιχείο της τεχνικής γλώσσας επικοινωνίας, την έννοια «http server».

Θεωρούμε τη συζήτηση με θέμα την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας. Στο θέμα αυτό, μια βασική έννοια είναι και η έννοια του «http server». Εφόσον επιθυμούμε η έννοια αυτή να ορισθεί ως δημόσια και να μετατραπεί από άρρητη - εσωτερική σε ρητή - ευσταθή, θα πρέπει να την θέσουμε σε συζήτηση. Αφού πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες γνωστικές αντανakλάσεις, έχουμε τη σταθεροποίηση της έννοιας:

$$\text{Con}_e T_i = \text{http server} = \text{http server}_{\text{software}} + \text{httpserver}_{\text{hardware}}$$

Παρατηρούμε ότι με τη συζήτηση η έννοια διασπάστηκε σε δύο άλλες έννοιες. Αν η έννοια έμμενε άρρητη, τότε κατά τη διάρκεια της συζήτησης θα είχαμε διαφορετική

υλοποίηση σε κάθε συμμετέχοντα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η δυνατότητα σταθεροποίησης της έννοιας.

Στη συνέχεια υλοποιούμε κάθε έννοια ξεχωριστά:

$Ap(Con_e T_i) = Ap(http\ Server_{software}) \Rightarrow$ *εξυπηρέτηση http requests*

$Ap(Con_e T_i) = Ap(http\ Server_{hardware})$

\Rightarrow *παρέχει το φυσικό περιβάλλον στο http Server_{software}*

Προχωράμε στη χρήση περιγραφικού τελεστή και τελεστή διαδικασιών για κάθε υλοποίηση:

$Con_e^+(T_i e) = Con_e^+(παρέχει\ το\ φυσικό\ περιβάλλον\ στο\ http\ Server_{software})$

$\Rightarrow DB(T_i e)$

$= PB(παρέχει\ το\ φυσικό\ περιβάλλον\ στο\ http\ Server_{software})$

$= Software(OS) + hardware$

$Con_e^-(T_i e) = Con_e^-(εξυπηρέτηση\ http\ requests) \Rightarrow PB(T_i e)$

$= PB(εξυπηρέτηση\ http\ requests)$

$= Δέχεται\ το\ http\ request$

$+ αναζητά\ το\ αντίστοιχο\ αρχείο\ στον\ Φυσικό\ του\ χώρο$

$+ επεξεργάζεται\ τα\ δικαιώματα + υλοποιεί\ το\ http\ request$

Παρατηρούμε ότι οι έννοιες είναι πλέον **δημόσιες**. Η έννοια αυτή θα καλείται δημόσια έννοια σε αντίθεση με τις «**ιδιωτικές έννοιες**» που αφορούν τον κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά. Η σύγκλιση των ιδιωτικών εννοιών σε συμφωνημένες δημόσιες έννοιες καλείται **σταθεροποίηση των εννοιών**. Στην πραγματικότητα, πιθανόν να μην έχουμε ποτέ απόλυτα ευσταθείς τις έννοιες, αλλά να χρειάζεται να τις αναβαθμίζουμε τακτικά.

Θα θέλαμε στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε ότι η διαδικασία δημοσιοποίησης μιας έννοιας περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω στάδια τα οποία όμως δεν είναι απαραίτητο να είναι λεκτικά. Μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν και διαγράμματα, εφόσον είναι πιο περιγραφικά και συνοπτικά σε σχέση με τον γραπτό λόγο.

6.10.3 Αντικειμενική Γλώσσα Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής L_0

Για τον σχηματισμό της γλώσσας της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, χρησιμοποιήθηκαν οι έννοιες του τρίτου κεφαλαίου και επιπλέον:

$Con_e(Ιδεατός\ Σχεδιασμός)$

$Con_e(Μοντέλο)$

$Con_e(Ιδεατό\ Μοντέλο)$

$Con_e(Διαδικασία\ Υλοποίησης)$

$Con_e(Εξιδανίκευση)$

$Con_e(Κυκεώνας)$

$Con_e(Σύστημα\ αποφάσεων)$

Con_e (Σύστημα απόδοσης πόρων)

Con_e (Υποσύστημα ελέγχου και ρύθμισης)

Con_e (Χρονοδιάγραμμα)

Con_e (Καταγραφή)

Θυμίσουμε ότι ο τελεστής **Con** (Conceptualise) ουσιαστικά συγκεντρώνει ένα σύνολο από διαδικασίες σε έναν σταθερό γνωστικό ελκυστή, την **έννοια**. Η παράμετρος στην παρένθεση πριν σταθεροποιηθεί σε έννοια είναι ένα «θέμα». Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η οντολογική θεώρηση των γλωσσών **Ln**, θα δούμε τη διαδικασία εξελικτικά.

Θεωρούμε, για παράδειγμα, το θέμα «**διαχειριστής**». Ο εννοιολογικός τελεστής συγκεντρώνει τις διαδικασίες σχετικά με τον διαχειριστή και δημιουργεί την έννοια **Con_A(διαχειριστής)**. Η έννοια αυτή είναι ιδιωτική έως ότου γίνει θέμα συζήτησης, οπότε και δημοσιοποιείται μαζί με όλες τις έννοιες **Con_Z(διαχειριστής)**. Η συζήτηση θα παραγάγει μια συμφωνία σχετικά με τη δημόσια έννοια **Con_e(διαχειριστής)**. Η υλοποίηση της έννοιας καλείται και **προϊόν της έννοιας** και γράφεται **Ap(Con_eS₁)** και σημαίνει την εφαρμογή του τελεστή υλοποίησης στον εννοιολογικό τελεστή ο οποίος εφαρμόζεται στο θέμα που αποτελείται από μια σειρά διαδικασιών.

Καθεμιά έννοια έχει μια συμφωνημένη υλοποίηση ένα **συμφωνημένο προϊόν**. Ενδεικτικά:

$$Ap(\text{ιδεατός σχεδιασμός}) = Ap(Con_e(\text{μοντέλο})) + Con_eS_3 + Con_eS_4$$

$$Ap(Con_eS_3) \Rightarrow DCSYM \text{ diagramm για το ιδανικό σύστημα στο μέλλον}$$

$$Ap(Con_eS_2) \Rightarrow DCSYM \text{ diagramm για το σύστημα τώρα}$$

$$Ap(Con_eS_4) \Rightarrow Con_eS_7 + Con_eS_8 + Con_eS_9 + Con_eS_{10}$$

$$Ap(Con_eS_{11}) \Rightarrow Concept \text{ map} + CLD \text{ diagrams}$$

$$Ap(Con_eS_6) \Rightarrow CDL \text{ διάγραμμα της πολυπλοκότητας}$$

Εάν τώρα επιθυμούμε, μπορούμε να εφαρμόσουμε τους περιγραφικούς ή διαδικαστικούς τελεστές στην υλοποίηση των εννοιών. Για παράδειγμα:

$$Con_e^-(Ex(Con_eS_{11})) = PB(Concept \text{ map} + CLD \text{ diagrams})$$

$$= \text{Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη στο CMAPTools}$$

$$+ \text{Δημιουργία CLD διαγραμμάτων στο Vensim}$$

$$Con_e^+(Ex(Con_eS_3)) = DB(DCSYM \text{ diagramm}) = DCSYM \text{ LAYERS}$$

$$Con_e^-(Ap(Con_eS_3))$$

$$= PB(DCSYM \text{ diagramm για το ιδανικό σύστημα στο μέλλον})$$

$$= \text{Δημιουργία επιπέδου υποσυστημάτων στο DCSYM Case Tool}$$

$$+ \text{Δημιουργία επιπέδου ατόμων στο DCSYM Case Tool}$$

$$+ \text{Δημιουργία επιπέδου επικοινωνιών στο DCSYM Case Tool}$$

$$+ \text{Δημιουργία επιπέδου ελέγχου στο DCSYM Case Tool}$$

Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν τις δημόσιες έννοιες, χωρίς πλέον να υπάρχει κίνδυνος παρανόησης. Ας υποθέσουμε, για παράδειγμα, ότι η έννοια **Ιδεατός Σχεδιασμός** δεν γινόταν δημόσια έννοια με τη διαδικασία που περιγράψαμε πριν. Ο καθένας που τη χρησιμοποιούσε θα είχε και διαφορετική εικόνα, συναίσθημα, ερμηνεία και υλοποίηση. Άλλος θα την ερμήνευε ως ουτοπικό σχεδιασμό, άλλος ή άλλη θα πίστευε ότι είναι μια ελεύθερη διαδικασία όπου ο καθένας εκφράζει τις επιθυμίες του για το μέλλον. Μόλις η έννοια έγινε δημόσια, απέκτησε μια κοινή σημασία για όλους, με κοινή υλοποίηση, κοινή περιγραφή της υλοποίησης και κοινή διαδικασία για την υλοποίηση. *Η δομημένη καταγραφή της έννοιας διατηρεί μια αυστηρότητα στη διατύπωση και προφυλάσσει από το να νοηματοδοτηθεί μέσω της φυσικής γλώσσας και της κοινής λογικής.* Επίσης, η ύπαρξη δημοσίων εννοιών προφυλάσσει την ομάδα από την επικράτηση κάποιων ιδιωτικών εννοιών.

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε δύο εννοιολογικούς χάρτες οι οποίοι παρήχθησαν με σταθεροποιημένες έννοιες αναφορικά με την Εκπαιδευτική Κυβερνητική και τη συστημική προσέγγιση εν γένει (Εικόνες 6-22 και 6-23).

6.10.4 Αντικειμενική Γλώσσα Παιδαγωγικής L_1

Η ανάπτυξη μιας αντικειμενικής γλώσσας παιδαγωγικής L_1 κρίθηκε απαραίτητη, προκειμένου να συντονιστούν τα νοητικά μοντέλα των εμπλεκομένων και να παραχθεί με τον τρόπο αυτό ένα συνολικό ρεπερτόριο συμφωνημένων εννοιών πάνω στο οποίο θα στηριχτεί η δημιουργία του τεχνολογικού συστήματος. Είναι γενικά γνωστό στη βιβλιογραφία ότι η επικοινωνία εκπαιδευτικών και τεχνικών της Πληροφορικής είναι γενικά προβληματική, γεγονός το οποίο σε μεγάλο βαθμό οφείλεται και στην έλλειψη μιας κοινής αντικειμενικής γλώσσας ή έστω αμοιβαίας γνώσης των σημείων αλληλοεπικάλυψης των αντικειμενικών γλωσσών.

Προβληματική είναι επίσης και η συζήτηση εκπαιδευτικών πάνω σε παιδαγωγικά θέματα λόγω της ανάμιξης της αντικειμενικής γλώσσας με τη φυσική μεταγλώσσα L^* . Για να δημιουργήσουμε μαθησιακή συζήτηση, θα έπρεπε να κατασκευάσουμε την αντικειμενική γλώσσα L_1 .

Επιλέξαμε να χτίσουμε ένα συνεπαγωγικό πλέγμα, λαμβάνοντας υπόψη το συστημικό - οργανωτικό κομμάτι της παιδαγωγικής γλώσσας. Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο παρήχθη δίδεται στην Εικόνα 6-24.

Η πρώτη μας παρατήρηση πάνω στο συνεπαγωγικό πλέγμα αφορά τη λειτουργικότητά του και τον μικρό βαθμό ασάφειας και αμφισημίας. Έννοιες, όπως «Παιδαγωγική», «τεχνολογία», «μαθησιακή οντότητα», «μαθησιακές δραστηριότητες», αποκτούν σαφές επιχειρησιακό νόημα. Είναι δυνατόν να εκφέρονται σκέψεις με υψηλό βαθμό αντικειμενικότητας και σύγκλισης.

Ας πάρουμε για παράδειγμα τον συλλογισμό: *«Το εργαστήριο Φυσικών Επιστημών είναι μια μαθησιακή οντότητα μέσα στην οποία πραγματοποιούνται εκπαιδευτικές δραστηριότητες με σκοπό την παραγωγή μαθησιακών καταστάσεων. Η χρήση της τεχνολογίας αυξάνει το δυναμικό παραγωγής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με παράλληλη αύξηση των μαθησιακών καταστάσεων ιδιαίτερα στην περιοχή της κον-*

στρουκτιβιστικής μάθησης. Αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη γνωστικών αντανάκλασεων που δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν στην παραδοσιακή κλειστή τάξη. Η αύξηση των μαθησιακών καταστάσεων συνοδεύεται από αύξηση της ποικιλομορφίας και ταυτόχρονη αύξηση των αναγκών ρύθμισης και ομοιοστάσης. Η μηχανική οντότητα του εργαστηρίου ΦΕ είναι διαφορετική από αυτήν της κλειστής σχολικής τάξης, με αποτέλεσμα να υποστηρίζονται διαφορετικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες και να ενεργοποιούνται διαφορετικές και πλουσιότερες μαθησιακές καταστάσεις. Ο εκπαιδευτικός, όμως, μπορεί να μην είναι σε θέση να λειτουργήσει σωστά ως ομοιοστάτης και ρυθμιστής, με αποτέλεσμα να αποφεύγει τη μαθησιακή οντότητα του σχολικού εργαστηρίου. Έτσι, με τον τρόπο αυτό χάνει μια ευκαιρία να κάνει το άλμα από τη Ζώνη Σύμβασης στη Ζώνη Κρίσης.» Ο συλλογισμός αυτός έχει πολύ μεγαλύτερη ερμηνευτική δύναμη σε σχέση με συλλογισμούς οι οποίοι σε μεγάλο βαθμό ελέγχονται από τη φυσική γλώσσα: «Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να πηγαίνει τα παιδιά στο εργαστήριο, προκειμένου να τους δίνεται η ευκαιρία να λειτουργούν με την εμπειρία πέρα από το καθαρά εννοιολογικό μάθημα. Παρατηρείται, όμως, μια αύξηση του επιπέδου δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα πολλοί εκπαιδευτικοί να μην είναι σε θέση να διαχειριστούν σωστά την τάξη. Αποτέλεσμα είναι να εγκαταλείπουν το σχολικό εργαστήριο, στερώντας από τους μαθητές πλούσια εμπειρία.» Ο συλλογισμός αυτός είναι πολύ φτωχός, κυρίως λόγω της υπερβολικής χρήσης της φυσικής γλώσσας.

Η αντικειμενική γλώσσα την οποία δημιουργήσαμε πολύ γρήγορα προσανατόλισε όλα τα άτομα της ομάδας παρέμβασης, ενώ αποτέλεσε πλέον στοιχείο του συστήματος παρέμβασης και της συζήτησης.

Έστω η έννοια $Con_A(\text{Μαθησιακή οντότητα})$. Η έννοια αυτή, όταν πλέον σταθεροποιείται, συνδέεται με τις έννοιες $Con_A(\text{Στρατηγική})$, $Con_A(\text{Τεχνολογία})$. Με τον τρόπο αυτό, κλειδώνουν εναλλακτικές και αμφίσημες λογικές προτάσεις. Για παράδειγμα, ο εμπλεκόμενος Κ μπορεί να εσωτερικεύσει την έννοια ως εξής:

$Ap(Con_K(\text{μαθησιακή οντότητα}))$

$\stackrel{L1}{\Rightarrow}$ Υλοποίηση μιας στρατηγικής μάθησης με τη χρήση τεχνολογίας

Εναλλακτικές, αλλά ισοδύναμες υλοποιήσεις είναι:

$Ap(Con_K(\text{μαθησιακή οντότητα})) \stackrel{L1}{\Rightarrow}$ Υλοποίηση μιας μαθησιακής συζήτησης

Παρατηρούμε ότι στη δεύτερη υλοποίηση απουσιάζει η έννοια της τεχνολογίας, μιας και είναι ενσωματωμένη στην έννοια της μαθησιακής συζήτησης:

$Ap(Con_K(\text{μαθησιακή συζήτηση})) \stackrel{L1}{\Rightarrow} \langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$

6.10.5 Αντικειμενική Γλώσσα πληροφορικής L_2

Η σταθεροποίηση της γλώσσας των ΤΠΕ αποτέλεσε ίσως μία από τις πιο δύσκολες προσπάθειες, μιας και ο κάθε συμμετέχων είχε πολύ διαφορετικές νοητικές υλοποιήσεις αναφορικά με το εύρος και τη χρηστικότητα των ΤΠΕ. Η ανάπτυξη ενός συνεπαγωγικού πλέγματος το οποίο θα δημιουργεί μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας κρίθηκε αναγκαία, πριν την προσπάθεια σχεδιασμού.

Το αποτέλεσμα της συζήτησης δίδεται στην Εικόνα 6-25. Είναι χαρακτηριστικό ότι η δημιουργία του συνεπαγωγικού πλέγματος συνέβαλε στην αποσταθεροποίηση βασικών εννοιών και τη σταθεροποίησή τους σε ένα λειτουργικό πλαίσιο αναφορικά με τον σχεδιασμό της Εικονικής Κοινότητας. Τέτοιες έννοιες είναι για παράδειγμα οι έννοιες «τεχνολογική υποδομή», «εφαρμογή», «υπηρεσία» και «ανθρώπινος παράγοντας». Ο διαχωρισμός αυτών των εννοιών έδωσε μια πολύ διαφορετική Εικόνα της Εικονικής Κοινότητας. Επίσης, βοήθησε στη μετατόπιση της προσοχής από τις τεχνολογίες στις υπηρεσίες. Αυτό αποτέλεσε και το βασικό σημείο συμφωνίας των μελών της ομάδας, ο σχεδιασμός δηλαδή των υπηρεσιών πριν από τις τεχνολογίες.

6.10.6 Ανάπτυξη του μοντέλου της Εικονικής Κοινότητας

Έχοντας πλέον δημιουργήσει τις βασικές αντικειμενικές γλώσσες, προχωρήσαμε στη δημιουργία του ιδεατού μοντέλου. Το πρώτο πράγμα που διαπιστώνουμε είναι ότι δημιουργείται μια νέα δημόσια έννοια, η έννοια της Εικονικής Κοινότητας η οποία αρχικά ήταν ιδιωτική και ανάλογα με την περίπτωση η έμφαση δινόταν στο τεχνολογικό, το επιστημονικό ή κοινωνικό manifestation:

$Con_e(\text{Εικονική Κοινότητα})$

Με τη νέα προσέγγιση, διαπιστώθηκε ότι η Εικονική Κοινότητα είναι ένα στοχοθετικό σύστημα και η υλοποίηση της έννοιας, $Ap(Con_e(\text{Εικονική Κοινότητα}))$, έχει άμεση σχέση με τους σκοπούς της Εικονικής Κοινότητας.

Ορίστηκε δε:

$Ap(Con_e(\text{Εικονική Κοινότητα}))$

\Rightarrow Παροχή υπηρεσιών στους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών που δραστηριοποιούνται στη ζώνη υψηλής ποικιλομορφίας

Παρατηρούμε ότι η έννοια της Εικονικής Κοινότητας ορίζεται πλέον μέσα από τις αντικειμενικές γλώσσες L_0, L_1, L_2 .

Όλοι όσοι συμμετείχαν στον σχεδιασμό είχαν πλέον την ίδια αναπαράσταση για την έννοια «Εικονική Κοινότητα». Εφαρμόζοντας τον περιγραφικό και διαδικαστικό τελεστή, έχουμε τα παρακάτω:

$$\begin{aligned} & Con_e^-(Ap(Con_e(Εικονική Κοινότητα))) \\ &= PB \left(\begin{array}{c} \text{Παροχή υπηρεσιών στους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών που} \\ \text{δραστηριοποιούνται στη ζώνη υψηλής ποικιλομορφίας} \end{array} \right) \\ &= \text{Διαδικασίες λειτουργίας των υπηρεσιών} \\ &+ \text{Διαδικασίες οργάνωσης και διαχείρισης των υπηρεσιών} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Con_e^+(Ap(Con_e(Εικονική Κοινότητα))) \\ &= DB \left(\begin{array}{c} \text{Παροχή υπηρεσιών στους εκπαιδευτικούς ΠΕ04 που} \\ \text{δραστηριοποιούνται} \\ \text{στη ζώνη υψηλής ποικιλομορφίας} \end{array} \right) \\ &= \text{Υπηρεσίες} + \text{Τεχνολογίες} \end{aligned}$$

Η έννοια Εικονική Κοινότητα είναι ισόμορφη με τη δομημένη οντότητα:

$$\{ \langle Con_e P_1, Ap(Con_e P_1) \rangle, Con_e^-(Ap(Con_e P_1)), \\ (Ap(Con_e P_1)), \dots, Con_e^*(Ap(Con_e P_1)) \} Con_e^+$$

όπου $Con_e^*(Ex(Con_e P_1))$ είναι επιπλέον τελεστές που μπορεί να δημιουργήσουμε.

Η προσέγγιση του Pask δημιουργεί μια πολύ καλή μεταφορά: η Εικονική Κοινότητα έχει τη δομή μαθησιακής οντότητας $\langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$ όπου η $P - \text{οντότητα}$ αφορά τους ανθρώπους, την κουλτούρα, τη γνώση, τις επικοινωνίες και την οργάνωση, ενώ η $M - \text{οντότητα}$ αφορά τη «μηχανή» μέσω της οποίας λειτουργεί η $M - \text{οντότητα}$. Αφορά δηλαδή το σύνολο των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών που υποστηρίζουν τη λειτουργία της $P - \text{οντότητας}$. Μπορούμε, λοιπόν, να αναβαθμίσουμε την περιγραφή της υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας:

$$\begin{aligned} & Con_e^+(Ap(Εικονική Κοινότητα)) \\ &= DB \left(\begin{array}{c} \text{παροχή υπηρεσιών στους εκπαιδευτικούς που} \\ \text{δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον υψηλής ποικιλομορφίας} \end{array} \right) = \\ & \langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle \end{aligned}$$

Με τον τρόπο αυτό, ενοποιούμε τη συνεισφορά του ανθρωπίνου παράγοντα και της τεχνολογίας σε μια ενιαία ανθρωποτεχνολογική οντότητα. Σε όλη τη φάση του σχεδιασμού δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόηση ότι η σχεδιαζόμενη Εικονική Κοινότητα θα αποτελούσε έναν χώρο μαθησιακής συζήτησης μεταξύ των μελών της Εικονικής Κοινότητας. Αυτό πρακτικά σήμαινε ότι η Εικονική Κοινότητα θα έπρεπε να έχει μία γενικευμένη $P - \text{οντότητα}$ και μία διακριτή $M - \text{οντότητα}$. Βέβαια, στη διάρκεια του σχεδιασμού πολλές φορές χάθηκε η ισορροπία κυρίως προς την πλευρά της τεχνολογίας. Υπήρχε γενικά μια πίεση για την ενσωμάτωση τεχνολογιών οι

οποίες δεν είχαν κάποια άμεση σχέση με τη μαθησιακή συζήτηση η οποία θα λάμβανε μέρος, ενώ άλλες φορές γινόταν πρόταση να επεκταθεί η *P – οντότητα* της Κοινότητας με γνωστικό περιεχόμενο το οποίο δεν ήταν σε θέση να χειριστεί η *M – οντότητα* της Κοινότητας. Τελικά, η όλη προσπάθεια βρήκε το σημείο ισορροπίας στη διαμόρφωση ενός συνεκτικού συστήματος $\langle P - οντότητα, M - οντότητα \rangle$.

6.11 Σχεδιασμός και υλοποίηση της παρέμβασης

Ο σχεδιασμός και η δημιουργία μιας Εικονικής Κοινότητας τόσο σε οργανωτικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο κρίθηκε ως πολύπλοκη ενεργός περιοχή. Σύμφωνα με τον Νόμο της Απαραίτητης Ποικιλομορφίας, θα έπρεπε να δημιουργηθεί ένα σύστημα παρέμβασης ικανό να διαχειριστεί την ποικιλομορφία του συστήματος.

Σύστημα παρέμβασης	Στόχος	Επίπεδα ποικιλομορφίας	Χρονική διάρκεια	Μέλη ομάδας παρέμβασης
Σ5 (Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με πλουραλιστική ομάδα)	Ιδεατός σχεδιασμός υπηρεσιών και πλατφόρμας πληροφοριακού συστήματος	Πολλές και διαφορετικές οροθετικές κρίσεις - Πολλές εναλλακτικές διαμορφώσεις	2 μήνες	7
Σ4 (Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με ομοφωνία)	Σχεδιασμός και υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος - Συστήματα ασφαλείας	Λιγότερες διαμορφώσεις - Λειτουργία στα όρια που καθορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο	3 μήνες	7
Σ2 (Απλή ενεργός περιοχή με πλουραλιστική ομάδα)	Διαχείριση εκπαιδευτικού περιεχομένου	Πολλές και διαφορετικές οροθετικές κρίσεις αναφορικά με την αξιολόγηση και την ταξινόμηση	6 μήνες	5
Σ1 (Απλή ενεργός περιοχή με ομοφωνία)	Διαχείριση τελικού πληροφοριακού συστήματος	Η ποικιλομορφία έχει πέσει αρκετά και παραμένει μόνο η ποικιλομορφία διαχείρισης	7 μήνες	4

Πίνακας 6-17: Διαδοχικές διαμορφώσεις της ομάδας παρέμβασης

Σύστημα Παρέμβασης	Μεθοδολογίες	Παραγωγή γνώσης
Σ5 (Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με πλουραλιστική ομάδα)	CT + SSM CT + SAST	Εννοιολογικό συνεπαγωγικό πλέγμα (CmapTools)
Σ4 (Πολύπλοκη ενεργός περιοχή με ομοφωνία)	CT + VSM CT + CLD CT + SF	Δομικό συνεπαγωγικό πλέγμα (DCSYM)
Σ2 (Απλή ενεργός περιοχή με πλουραλιστική ομάδα)	CT + DCSYM	Συνεπαγωγικό πλέγμα εκπαιδευτικού υλικού (οντολογία)
Σ1 (Απλή ενεργός περιοχή με ομοφωνία)	CT + DCSYM	Συνεπαγωγικό πλέγμα διαδικασιών διαχείρισης (DCSYM)

Πίνακας 6-18: Διαμορφώσεις ομάδας παρέμβασης και αντίστοιχες μεθοδολογίες

Η ομάδα παρέμβασης η οποία δημιουργήθηκε επιλέχθηκε ώστε να έχει πλουραλιστική σύνθεση: ένας ειδικός σε τεχνολογίες διαδικτύου, δύο επιμορφωτές σε θέματα εργαστηρίου ΦΕ, δύο εκπαιδευτικοί της Κοινότητας, ένας ειδικός σε ζητήματα Εκπαίδευσης και Παιδαγωγικής και ένας ειδικός σε θέματα δικτύων. Η ομάδα αυτή πραγματοποίησε οκτώ προγραμματισμένες συναντήσεις σε διάστημα δέκα μηνών, όσο δηλαδή διήρκεσε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης. Στη συνέχεια, η ομάδα μειώθηκε στα πέντε μέλη με τακτικότερες συναντήσεις για άλλους οκτώ μήνες.

Αναφορικά με την ταξινόμια TSI, η αρχική ομάδα χαρακτηρίστηκε ως ομάδα Σ4 (πολύπλοκη ενεργός περιοχή με πλουραλιστικό σύστημα παρέμβασης). Όταν η ποικιλομορφία μειώθηκε, η ομάδα μετασχηματίστηκε σε Σ2 και στη συνέχεια σε Σ1 (Πίνακες 6-17 και 6-18).

6.12 Πρώτη φάση του σχεδιασμού: παραγωγή πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος (Πολυμεθοδολογία: CT + SSM, CT + SAST)

Στη φάση αυτή, η ομάδα παρέμβασης έχει σχηματισμό Σ5 με ιδιαίτερα αυξημένη ποικιλομορφία. Θα πρέπει να πραγματοποιήσει τις βασικές και σημαντικές οροθετικές κρίσεις οι οποίες θα οδηγήσουν στην παραγωγή του **πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος** το οποίο αποτελεί και την πρώτη βασική γνωστική σύνθεση η οποία και θα καθοδηγήσει την υπόλοιπη συζήτηση.

Ο καθορισμός του πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του εργαλείου οροθετικών κρίσεων του Ulrich (Πίνακας 6-19). Το εργαλείο αυτό είναι κατάλληλο για τη διάγνωση τυχόν πολώσεων στην ομάδα παρέμβασης. Η ταύτιση των οροθετικών κρίσεων στο «είναι» και στο «όφειλε» αποτέλεσε ένδειξη ότι στην ομάδα σχεδιασμού δεν υπήρχαν πολωτικά κέντρα.

6.12.1 Καθορισμός βασικών οροθετικών κρίσεων υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας

Η τεχνολογική πλατφόρμα υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας αποφασίστηκε να έχει τρία βασικά χαρακτηριστικά:

- A) Βασίζεται σε ανοιχτό λογισμικό
- B) Έχει ανοιχτή αρχιτεκτονική
- Γ) Υποστηρίζει την Αρχή της Επαναχρησιμοποίησης.

Η ομάδα παρέμβασης παρήγαγε το πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα της Εικόνας 6-26. Παρακάτω θα αναπτύξουμε σε συντομία τις τρεις αυτές βασικές αρχές, όπως καθορίστηκαν στις συναντήσεις της ομάδας παρέμβασης.

6.12.2 Ανοιχτό λογισμικό – ελεύθερο λογισμικό

Σύμφωνα με τον Rooij (2007), τα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα στρέφονται στο ανοιχτό λογισμικό, προκειμένου να οργανώσουν τα πληροφοριακά τους συστήματα, κυρίως λόγω κόστους, αλλά και της γενικότερης παιδαγωγικής τους υφής. Σημαντική παρατήρηση του ερευνητή είναι ότι, παρά την πλατιά αποδοχή του ανοιχτού λογισμικού, έχουν γίνει σχετικά λίγα βήματα αναφορικά με τρία πολύ των συστημάτων ανοιχτού λογισμικού: τη διαχείριση - ρύθμιση, τη δημιουργία διαδικασιών - κανονι-

σμών, την ασφάλεια και την ανάγκη αποθέματος τεχνολογικά ενεργών μελών. Ο Lin (2005) σημειώνει, επίσης, ότι το LMS λογισμικό με ανοιχτό πυρήνα πλεονεκτεί έναντι αντίστοιχων εμπορικών λογισμικών.σημαντικά ζητήματα

Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»	
Ποιος είναι ο πραγματικός ωφελούμενος της συστημικής παρέμβασης, αυτός δηλαδή που πραγματικά ωφελείται από την παρέμβαση σε σχέση με αυτόν που επωμίζεται κόστος αλλά δεν ωφελείται;	Ο πραγματικά ωφελούμενος είναι ο εκπαιδευτικός ο οποίος συνδέεται ενεργά με την Κοινότητα είτε σε επίπεδο διαχείρισης είτε σε επίπεδο παραγωγής και ανάπτυξης
Ποιος είναι ο πραγματικός σκοπός της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις πραγματικές επιπτώσεις και όχι από τις δηλώσεις;	Η υποστήριξη των εκπαιδευτικών οι οποίοι είναι έτοιμοι να πραγματοποιήσουν σημαντικά τεχνολογικά άλματα αναβάθμισης των μαθησιακών τους συζητήσεων
Ποιο είναι το ενδογενές μέτρο της επιτυχίας της παρέμβασης, όπως προκύπτει από τις επιπτώσεις της παρέμβασης;	Η παραγωγή ικανού αριθμού μαθησιακών αντικειμένων και η μεταφορά τους σε επίπεδο σχολικής τάξης
Ποιος είναι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός δηλαδή που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το μέτρο επιτυχίας της παρέμβασης;	Ο βασικός λήπτης αποφάσεων είναι η ομάδα διαχείρισης
Ποιοι παράγοντες επιτυχούς σχεδιασμού και υλοποίησης ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων;	Ο λήπτης αποφάσεων ελέγχει την τεχνολογική υλοποίηση
Ποιες συνθήκες δεν ελέγχονται από τον λήπτη αποφάσεων, αποτελούν δηλαδή γι' αυτόν περιβάλλον;	Η αξιοπιστία των εξυπηρετητών του ΠΣΔ, οι ανεξέλεγκτες και στοχευόμενες κακόβουλες επιθέσεις
Ποιος πραγματικά ορίζεται ως σχεδιαστής στην παρέμβαση;	Σχεδιαστής της παρέμβασης είναι η ομάδα παρέμβασης
Ποιος χαρακτηρίζεται ως ειδικός; Ποιος είναι ο πραγματικός ρόλος του;	Ο ειδικός είναι μέλος της ομάδας παρέμβασης και ο ρόλος του καθορίζεται από τη λειτουργία της ομάδας
Ποιος παρέχει την εγγύηση επιτυχίας της παρέμβασης στους εμπλεκόμενους;	Η διαλεκτική λειτουργία της ομάδας σχεδιασμού
Ποιος από τους εμπλεκόμενους εκπροσωπεί αυτούς που θα επηρεαστούν από την παρέμβαση; Ποιοι είναι αυτοί που θα επηρεαστούν, χωρίς να συμμετέχουν;	Οι μαθητές δεν εκπροσωπούνται στην ομάδα παρέμβασης
Δίνεται στους επηρεαζομένους η ευκαιρία να απελευθερωθούν από την κυριαρχία των ειδικών ή οι ειδικοί καθορίζουν τι είναι σωστό γι' αυτούς; Με άλλα λόγια, αυτοί που επηρεάζονται από την παρέμβαση είναι το μέσον για σκοπούς άλλων ή έχουν τη δυνατότητα να αυτοκαθορίζονται;	Ναι, στα πλαίσια της συζήτησης
Σε ποιο σύστημα παραδοχών βασίζεται η παρέμβαση; Περιέχονται μόνο παραδοχές των εμπλεκόμενων;	Η παρέμβαση βασίζεται στις βασικές αρχές της συστημικής προσέγγισης

Πίνακας 6-19: Οροθετικές κρίσεις στο «είναι»

Βασικά χαρακτηριστικά ανοιχτού λογισμικού	
4	Καμία διάκριση σε βάρος ατόμων ή ομάδων: η άδεια χρήσης δεν επιτρέπεται να βλάπτει κάποιο άτομο ή κάποια ομάδα ατόμων.
5	Κανένας περιορισμός ως προς το πεδίο εφαρμογής: το πεδίο εφαρμογής του λογισμικού δεν επιτρέπεται να περιορίζεται από την άδεια χρήσης.
6	Επαναδιανομή της άδειας χρήσης: τα δικαιώματα που αποκτώνται πρέπει να περιέρχονται σε όλα τα άτομα που αποκτούν το λογισμικό, χωρίς αυτά να χρειάζεται να εφοδιαστούν με επιπρόσθετη άδεια χρήσης.
7	Η άδεια χρήσης δεν επιτρέπεται να περιορίζεται σε ένα ορισμένο πακέτο λογισμικού: τα δικαιώματα που αποκτώνται από ένα πρόγραμμα δεν πρέπει να εξαρτώνται από το αν το πρόγραμμα είναι μέρος ενός πακέτου λογισμικού. Αν το πρόγραμμα αφαιρεθεί από το πακέτο, τότε αυτό σαν επακόλουθο δεν πρέπει να έχει τον περιορισμό των δικαιωμάτων.
8	Η άδεια χρήσης δεν επιτρέπεται να εμποδίζει τη συνδιανομή του λογισμικού μαζί με άλλα λογισμικά: η άδεια χρήσης δεν πρέπει να περιορίζει τη διανομή του λογισμικού μαζί με άλλα προγράμματα (π.χ. να μην αναγκάζει τα άλλα προγράμματα να είναι ανοιχτού κώδικα).
9	Η άδεια χρήσης πρέπει να είναι ουδέτερη τεχνολογίας: κανένας όρος της άδειας χρήσης δεν πρέπει να βασίζεται σε μια ορισμένη τεχνολογία, τρόπο ή διεπαφή.

Πίνακας 6-20 (συνέχεια): Βασικά χαρακτηριστικά ανοιχτού λογισμικού

Οι τέσσερις ελευθερίες του ελεύθερου λογισμικού	
1	Η ελευθερία να χρησιμοποιεί κανείς το πρόγραμμα για οποιονδήποτε σκοπό.
2	Η ελευθερία να κατανοεί κανείς πώς λειτουργεί το πρόγραμμα και πώς μπορεί να το προσαρμόσει στις δικές του απαιτήσεις. Για την απόκτηση αυτής της ελευθερίας, βασική προϋπόθεση είναι η πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα.
3	Η ελευθερία να διανέμει κανείς αντίγραφα με στόχο να βοηθήσει τους συνανθρώπους του.
4	Η ελευθερία να βελτιώνει κανείς το πρόγραμμα και να δημοσιοποιεί τις βελτιώσεις, έτσι ώστε να ωφελείται ολόκληρη η Κοινότητα από αυτές. Για την απόκτηση αυτής της ελευθερίας, βασική προϋπόθεση είναι η πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα.

Πίνακας 6-21: Οι ελευθερίες του ανοιχτού λογισμικού

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε (Πίνακας 6-22) συνοπτικά τους πέντε συχνότερους τύπους αδειών χρήσης λογισμικού, τους οποίους κατέγραψαν οι Lerner και Tirole (2002):

Τύπος	Περιγραφή
Δημόσιας Κυριότητας (Public Domain)	Η άδεια χρήσης Δημόσιας Κυριότητας (Public Domain) είναι η ασθενέστερη μορφή άδειας χρήσης και δεν πιστοποιήθηκε από την Πρωτοβουλία Ανοικτού Κώδικα. Επειδή δεν υπάρχουν καθόλου συγγραφικά δικαιώματα ή περιορισμοί επαναδιανομής ή χρήσης του λογισμικού, μπορεί να αμφισβητηθεί, αν η άδεια χρήσης Δημόσιας Κυριότητας μπορεί να χαρακτηριστεί ως άδεια χρήσης.
BSD	Το λογισμικό το οποίο ανήκει στον τύπο του BSD (Open Source Initiative, 2003b) μπορεί βασικά να χρησιμοποιείται απεριόριστα. Ο κώδικας μπορεί να συμπεριληφθεί σε εμπορικά προϊόντα και δεν υπάρχει υποχρέωση επαναδιανομής του πηγαίου κώδικα. Μόνο μια υπενθύμιση των πνευματικών δικαιωμάτων των (αρχικών) υπευθύνων ανάπτυξης και η αναφορά του Πανεπιστημίου του Berkeley (μόνο στην αυθεντική άδεια χρήσης του BSD) πρέπει να υπάρχει στις διανομές τόσο του μεταγλωττισμένου όσο και του πηγαίου κώδικα, όπως και μέσα στα προγράμματα στα οποία συμπεριλήφθηκαν τμήματα του λογισμικού.
Καλλιτεχνική Άδεια	Η βασική ιδέα της Καλλιτεχνικής Άδειας (Artistic License) είναι ότι παρέχει στον συγγραφέα ένα είδος «καλλιτεχνικού ελέγχου» της ανάπτυξης του λογισμικού. Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν και να αναπαραγάγουν το λογισμικό απεριόριστα. Οι συγγραφείς συνεχίζουν να διατηρούν το δικαίωμα να αποφασίζουν για τη συνέχιση της ανάπτυξης.
GPL	Η άδεια χρήσης GPL (τα αρχικά του General Public License - Γενική Δημόσια Άδεια), η οποία διατυπώθηκε για πρώτη φορά στο έργο GNU από το Ίδρυμα του Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation), ανήκει στην τάξη των αυστηρά περιοριστικών αδειών χρήσης. Ίσως να είναι η πιο διαδεδομένη άδεια χρήσης ανοικτού κώδικα. Όπως και στις άλλες άδειες χρήσης, υπάρχει υποχρέωση δημοσιοποίησης του πηγαίου κώδικα και το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιείται ελεύθερα, να επαναδιανέμεται και να τροποποιείται. Οι ειδικοί κανονισμοί της άδειας χρήσης GPL χαρακτηρίζονται συχνά και αυτοί ως «Copyleft». Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα λογισμικού του τύπου GPL είναι το λειτουργικό σύστημα Linux.
LGPL	Ο συντάκτης της άδειας χρήσης LGPL (τα αρχικά του Lesser Public License, Λιγότερο Δημόσιας Άδειας) είναι, ακριβώς όπως και για το GPL, το έργο GNU. Αυτή η άδεια χρήσης είναι με ελάχιστες διαφορές όμοια με τη GPL. Αναπτύχθηκε κυρίως για βιβλιοθήκες συναρτήσεων ή/και αντικειμένων. Τα προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούν αυτές τις βιβλιοθήκες δεν θεωρούνται παραγόμενα έργα και δεν υπόκεινται στους περιορισμούς του.

Πίνακας 6-22: Μορφές άδειας ελεύθερου λογισμικού

Το ΕΛΛΑΚ (Ελεύθερο Λογισμικό, Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα) παραδοσιακά χαιρεί μεγάλης εκτίμησης σε ερευνητικούς και ακαδημαϊκούς κύκλους. Από το 2000 παρατηρείται διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον και από την πλευρά των επιχειρήσεων, αλλά και του ευρύτερου δημοσίου τομέα. Για τον λόγο αυτό, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες με καθαρά τεχνοοικονομικά κριτήρια για τις δυνατότητες του ΕΛΛΑΚ. Σε όλες αυτές τις έρευνες εξετάζονται οι δυνατότητες των πλέον γνωστών εφαρμογών ΕΛΛΑΚ με τις αντίστοιχες εμπορικές εφαρμογές λογισμικού κλειστού

κώδικα. Τα σημαντικότερα σημεία στα οποία το ΕΛΛΑΚ διαφοροποιείται από το εμπορικό - κλειστό λογισμικό είναι τα εξής:

Ασφάλεια: Το ΕΛΛΑΚ θεωρείται εξίσου ασφαλές, αν όχι πιο ασφαλές από το εμπορικό λογισμικό, λόγω του ότι ο πηγαίος κώδικάς του είναι διαθέσιμος. Αυτό σημαίνει ότι πιθανά προγραμματιστικά σφάλματα που προκαλούν κενά ασφαλείας τα οποία τελικά εκμεταλλεύονται κακόβουλοι χρήστες, για να αποκτήσουν πρόσβαση σε ένα υπολογιστικό σύστημα, είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν σε ΕΛΛΑΚ από ό,τι σε εμπορικό λογισμικό. Ο λόγος που παρατηρείται το φαινόμενο αυτό είναι ότι τέτοιου είδους προγραμματιστικά σφάλματα είναι πιθανόν να διαφύγουν την προσοχή, μιας μικρής ομάδας επαγγελματιών προγραμματιστών που είναι επιφορτισμένη με τον έλεγχο ενός προϊόντος, αλλά είναι σαφώς λιγότερο πιθανόν να συμβεί κάτι τέτοιο, όταν τον κώδικα σαρώνουν εκατοντάδες προγραμματιστές, όπως συμβαίνει με τις δημοφιλείς εφαρμογές ΕΛΛΑΚ. Συνεπώς, όσοι περισσότεροι προγραμματιστές ασχολούνται με μια εφαρμογή, τόσο πιθανότερο είναι να εντοπίσουν προβλήματα και ατέλειες. Τα παραπάνω ισχύουν στην περίπτωση που θεωρήσουμε ότι τα κενά ασφαλείας είναι ακούσια. Σε ορισμένες περιστάσεις εισάγονται σε ένα πρόγραμμα σκόπιμα «κερκόπορτες» (backdoors), ώστε ο προγραμματιστής ή η εταιρεία που το κατασκεύασε να διατηρήσουν πρόσβαση σε αυτό. Ειδικότερα όταν το λογισμικό χρησιμοποιείται για λειτουργίες που σχετίζονται με κρίσιμα εθνικά θέματα ή επεξεργάζεται προσωπικά δεδομένα ή προχωρεί σε κατατάξεις και αξιολογήσεις πολιτών είναι σημαντικό να υπάρχει ο πηγαίος κώδικας, έτσι ώστε να μπορεί να ελεγχθεί και να εξακριβωθεί από εταιρείες, οργανισμούς ή επιστήμονες με αντικείμενο την ασφάλεια, τι ακριβώς κάνει το εκτελέσιμο πρόγραμμα. Είναι λογικό ότι κάθε σοβαρή εταιρεία που παράγει εμπορικό λογισμικό δεν θα θέλει τα δικά της προγράμματα να διαθέτουν «κερκόπορτες». Ωστόσο, χωρίς τη διάθεση του πηγαίου κώδικα δεν είναι δυνατόν να αποδειχθούν οι καλές προθέσεις της και η αντοχή της απέναντι στις πιέσεις που ενδεχομένως να δεχθεί από άλλες κυβερνήσεις ή Οργανισμούς.

Κόστος: Το συνολικό κόστος ενός προγράμματος ή μιας εφαρμογής, δηλαδή το κόστος απόκτησης αδειών χρήσης συν το κόστος της συντήρησης και υποστήριξής του, είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος η οποία έχει πάντα βαρύνουσα σημασία κατά τη διαδικασία της επιλογής του. Για το εμπορικό λογισμικό τα πράγματα είναι αρκετά ξεκάθαρα, καθώς το κόστος αγοράς των αδειών χρήσης σχεδόν πάντα περιλαμβάνει την ανάλογη τεχνική υποστήριξη. Το εμπορικό λογισμικό υποστηρίζεται επισήμως από την κατασκευάστρια εταιρεία του, η οποία αναλαμβάνει να επιλύσει και όλα τα προβλήματα που μπορεί να ανακύψουν κατά τη διάρκεια χρήσης του λογισμικού. Η αντιμετώπιση των προβλημάτων περιλαμβάνει συνήθως την τηλεφωνική υποστήριξη του πελάτη και σε ορισμένες περιπτώσεις την επίσκεψη τεχνικού στις εγκαταστάσεις του πελάτη, για να επιλύσει τα όποια προβλήματα ανακύψουν. Επίσης, η εταιρεία που παράγει το λογισμικό αναλαμβάνει να διαθέτει τις κατάλληλες αναβαθμίσεις του προϊόντος της, όταν αυτό αντιμετωπίζει κενά ασφαλείας ή άλλες αστοχίες, για κάποιο προκαθορισμένο διάστημα. Στο ΕΛΛΑΚ υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις που μπορεί να ακολουθηθούν σε θέματα υποστήριξης, καθώς το λογισμικό διατίθεται δωρεάν. Η πρώτη είναι η αγορά υποστήριξης από κάποια εταιρεία, η οποία αναλαμβάνει να επιλύει απορίες και προβλήματα που μπορεί να ανακύψουν με τη χρήση μιας εφαρμογής ΕΛΛΑΚ, όπως ακριβώς γίνεται με το εμπορικό λογισμικό. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μια εταιρεία παροχής υποστή-

ριξης δύσκολα θα μπορέσει να δημιουργήσει διορθωτικό κώδικα για πιθανά κενά ασφαλείας ή άλλα σοβαρά προβλήματα της υποστηριζόμενης εφαρμογής, εάν δεν συμμετέχει ενεργά στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης εφαρμογής. Φυσικά οι υπηρεσίες υποστήριξης χρεώνονται κανονικά και είναι ένα κόστος που πρέπει να υπολογιστεί κατά την επιλογή του ΕΛΛΑΚ.

Ο εναλλακτικός τρόπος για τη λήψη υποστήριξης βασίζεται στην Κοινότητα των χρηστών του ΕΛΛΑΚ. Οι δεσμοί που αναπτύσσονται μεταξύ των προγραμματιστών και των χρηστών ΕΛΛΑΚ ή των έμπειρων χρηστών ΕΛΛΑΚ με τους λιγότερο έμπειρους είναι ιδιαίτερα ισχυροί. Σε αυτές τις Κοινότητες θεωρείται υποχρέωση η αλληλοβοήθεια μεταξύ των μελών. Η ανάπτυξη διορθωτικού κώδικα και αναβαθμίσεων για κενά ασφαλείας είναι συνήθως άμεση. Οι περισσότερες ανεξάρτητες έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα δημοφιλή προγράμματα ΕΛΛΑΚ διορθώνουν τα κενά ασφαλείας ή όποια άλλα προβλήματα προκύπτουν αρκετά πιο γρήγορα από ό,τι συμβαίνει σε αντίστοιχες εφαρμογές εμπορικού λογισμικού. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για την επίλυση αποριών ή την παροχή τεκμηρίωσης, τα οποία αντιμετωπίζονται ιδιαίτερα γρήγορα από τις κοινότητες ΕΛΛΑΚ. Φυσικά, παρότι οι μέχρι στιγμής χρόνοι απόκρισης και η υποστήριξη που παρέχουν οι Κοινότητες ΕΛΛΑΚ στα μέλη τους είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά, δεν υπάρχει καμιά εγγύηση ότι η παρούσα ποιότητα υποστήριξης θα διατηρηθεί και στο μέλλον ή ότι θα ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις. Συνεπώς, είναι πιθανόν να υπάρχουν προβλήματα τα οποία να μην γίνεται να αντιμετωπιστούν εύκολα από τις κοινότητες ΕΛΛΑΚ, τις οποίες φυσικά κανένας δεν μπορεί να αναγκάσει να στρέψουν την προσοχή τους προς αυτά. Ένα πρώτο βασικό συμπέρασμα στην επιλογή ΕΛΛΑΚ λογισμικού είναι η ύπαρξη Κοινότητας Υποστήριξης.

Ο χώρος της Εκπαίδευσης, αλλά και της έρευνας αποτελεί προνομιακή περιοχή για το ΕΛΛΑΚ. Τα περισσότερα Πανεπιστημιακά και Τεχνολογικά Ιδρύματα της χώρας βασίζουν σημαντικό μέρος της υποδομής τους στο ΕΛΛΑΚ, είτε για την υποστήριξη της υποδομής τους μέσω δικτυακών εξυπηρετητών, προγραμμάτων δρομολόγησης, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου κλπ., είτε για τις εκπαιδευτικές τους δραστηριότητες. Ειδικότερα σε τμήματα όπου ασχολούνται με θέματα Πληροφορικής, τα εργαλεία ΕΛΛΑΚ είναι ιδιαίτερα δημοφιλή, καθώς προσφέρουν τη δυνατότητα στους νεαρούς επιστήμονες να εντρυφήσουν καλύτερα στις αρχές της Τεχνολογίας Λογισμικού, καθώς διαθέτουν πλήρη πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα και μπορούν να πειραματιστούν με αυτόν. Για καθαρά ερευνητικές εφαρμογές, το ΕΛΛΑΚ αποτελεί την κύρια μορφή ανάπτυξης λογισμικού, διότι επιτρέπει την εύκολη συνεργασία και ανταλλαγή λογισμικού μεταξύ ερευνητικών ομάδων, χωρίς να απαιτείται έγκριση ή άλλες χρονοβόρες διαδικασίες. Επιπρόσθετα, πολλές ερευνητικές εργασίες βασίζονται στην τροποποίηση υπάρχοντων προγραμμάτων ΕΛΛΑΚ, ώστε αυτά να υλοποιούν νέα χαρακτηριστικά στοχευόμενα στην επίλυση ερευνητικών προβλημάτων. Επίσης, το γνωστό λειτουργικό σύστημα GNU/Linux που βασίζεται σε ΕΛΛΑΚ είναι εγκατεστημένο στη συντριπτική πλειονότητα των υπερυπολογιστών που χρησιμοποιούνται από τα διάφορα Ερευνητικά Κέντρα και Πανεπιστήμια.

Οι ανάγκες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε θέματα λογισμικού μπορεί να καλυφθούν από ειδικές διανομές του GNU/Linux, οι οποίες είναι κατάλληλα διαμορφωμένες για σχολεία και περιέχουν πλήθος εκπαιδευτικών εφαρμογών, καθι-

στώντας τες ιδανικές για τα εργαστήρια Πληροφορικής σε Γυμνάσια και Λύκεια. Σημαντικό πλεονέκτημα για τη χρήση του ΕΛΛΑΚ στην Εκπαίδευση αποτελεί το χαμηλό κόστος του, τόσο σε επίπεδο απόκτησης του λογισμικού όσο και στο επίπεδο της δυνατότητας που παρέχει για την αξιοποίηση πεπαλαιωμένου υλικού.

6.12.3 Ανοιχτή αρχιτεκτονική

Τα σύγχρονα συστήματα Πληροφορικής δεν είναι πλέον απομονωμένες νησίδες πληροφοριών, αλλά συνεργάζονται μεταξύ τους τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η συνεργατικότητα των συστημάτων είναι εφικτή μέσω κοινά αποδεκτών προτύπων που προδιαγράφουν τις τεχνικές λεπτομέρειες επικοινωνίας μεταξύ τους. Υπό αυτό το πρίσμα, η σχεδίαση και υλοποίηση των σύγχρονων συστημάτων Πληροφορικής απαιτεί μια περισσότερο συνθετική προσέγγιση που θα λαμβάνει υπόψη της το περιβάλλον στο οποίο αυτά καλούνται να λειτουργήσουν και θα επιτρέπει την πολύπλευρη αξιοποίησή τους, ακόμα και εκτός του φορέα για τον οποίο αναπτύσσονται.

Γενικά, με τον όρο «αρχιτεκτονική» αναφερόμαστε στη βασική οργάνωση ενός συστήματος, όπως αυτή αποτυπώνεται στα συστατικά του, στις σχέσεις μεταξύ τους, αλλά και με το περιβάλλον τους, καθώς και στις αρχές που διέπουν τον σχεδιασμό και την εξέλιξη του όλου συστήματος. Μια αρχιτεκτονική θα χαρακτηρίζεται ως «ανοιχτή», όταν προωθεί την ελευθερία επιλογών στα συστατικά που απαρτίζουν ένα πληροφορικό σύστημα και επιτρέπει ή ακόμα και ευνοεί τη σύνθεση της προσφορότερης λύσης από εναλλάξιμα συστατικά. Σημαντικό χαρακτηριστικό μιας ανοιχτής αρχιτεκτονικής είναι και η δυνατότητα πολλαπλής αξιοποίησης των δεδομένων και παρεχομένων λειτουργιών ενός πληροφορικού συστήματος με τρόπους που πιθανόν δεν είναι γνωστοί κατά τη στιγμή παγίωσης των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδίδει ευελιξία στο σύστημα και του επιτρέπει να ανταποκρίνεται με επιτυχία στις μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές ανάγκες του φορέα που λειτουργεί. Το μοντέλο της ανοιχτής αρχιτεκτονικής έχει ακολουθηθεί στην υλοποίηση πληθώρας συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση.

Αντίστοιχα, ως *κλειστή* χαρακτηρίζεται η αρχιτεκτονική που δεσμεύει ή που δεν επιτρέπει την ελεύθερη επιλογή των τεχνολογικών συνιστωσών που απαρτίζουν ένα πληροφορικό σύστημα. Ίδιον μιας κλειστής αρχιτεκτονικής είναι η δυστοκία επικοινωνίας συστήματος – περιβάλλοντος με τρόπους που δεν έχουν προβλεφθεί εκ των προτέρων. Ένα τέτοιο σύστημα, αν και μπορεί να καλύπτει πλήρως τους σκοπούς για τους οποίους σχεδιάστηκε τη στιγμή της αρχικής λειτουργίας του, δεν προσαρμόζεται εύκολα στις αναπόφευκτες αλλαγές του περιβάλλοντος.

Η αποτελεσματική σύνθεση πληροφορικών συστημάτων στη βάση μιας ανοιχτής αρχιτεκτονικής προϋποθέτει ένα περιβάλλον που θα ευνοεί την ανάπτυξη πολλαπλών προσεγγίσεων. Το περιβάλλον αυτό, συντίθεται από τα καθιερωμένα πρότυπα, που επιτρέπουν την ανάπτυξη εναλλακτικών συνιστωσών και από ένα κανονιστικό πλαίσιο που θα αποτρέπει τη δημιουργία τεχνολογικών στεγανών.

Τα πρότυπα δημιουργούν ένα ουδέτερο τεχνολογικό περιβάλλον που επιτρέπει την εστίαση στα επιχειρησιακά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ένα πληρο-

φοριακό σύστημα και αποθαρρύνει την τεχνολαγνεία, τη μονοσήμαντη προσκόλλησή, δηλαδή, σε τεχνολογικές λεπτομέρειες και συγκεκριμένα προϊόντα. Επιπλέον, τα πρότυπα επιτρέπουν την απρόσκοπτη επικοινωνία με άλλα πληροφοριακά συστήματα, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία τόσο για τον φορέα εντός του οποίου λειτουργούν όσο και για τη χώρα γενικότερα. Το συχνότερα προβαλλόμενο επιχείρημα υπέρ της υιοθέτησης συστημάτων ανοιχτής αρχιτεκτονικής είναι η μείωση του κόστους που συνεπάγεται αυτή. Τρεις παράγοντες συνθέτουν το κόστος ενός πληροφορικού συστήματος: το αρχικό κόστος κτήσης (αγοράς), το κόστος συντήρησης του λογισμικού και τέλος το σχετιζόμενο με τις επιχειρησιακές λειτουργίες του (προσαρμογή στις νομοθετικές διατάξεις, επαύξηση δυνατοτήτων του κλπ). Τα συστήματα ανοιχτής αρχιτεκτονικής, ιδιαίτερα όσα αναπτύσσονται με βάση το ΕΛΛΑΚ, μπορεί να μειώσουν σημαντικά τους δύο πρώτους παράγοντες κόστους (κτήσης και συντήρησης), καθώς, αφενός μεν πολλά διατίθενται με συμβολικό ή και μηδενικό αντίτιμο, αφετέρου δε η αναβάθμιση σε νέες εκδόσεις είναι και αυτή χωρίς κόστος. Το κόστος που σχετίζεται με τις επιχειρησιακές λειτουργίες των πληροφορικών συστημάτων βαίνει μακροπρόθεσμα μειούμενο, καθώς η ανοιχτή φύση των συστημάτων επιτρέπει την ανάπτυξη τεχνογνωσίας από τους φορείς που τα διαχειρίζονται κάτι που θα τους επιτρέψει να υλοποιήσουν με ίδιους πόρους κάποιες από τις προσαρμογές, ενώ η χρήση προτύπων για τη λειτουργία τους επιτρέπει την αντικατάσταση τμημάτων τους με άλλα που παρέχουν τη ζητούμενη λειτουργικότητα χωρίς πολυέξοδες διαδικασίες μετάπτωσης. Πέραν του κόστους, σημαντικά οφέλη αποκομίζονται και από τα λοιπά χαρακτηριστικά των συστημάτων ανοιχτής αρχιτεκτονικής, όπως είναι η αυξημένη ασφάλεια, η ευρωστία που παρέχουν και η ευκολία προσαρμογής στις εκάστοτε συνθήκες, προτέρημα ιδιαίτερα σημαντικό στη σημερινή διαδικτυακή πραγματικότητα. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι άμεσο αποτέλεσμα του τρόπου υλοποίησης των συστημάτων αυτών, ο οποίος διέπεται από τις αρχές της διαφάνειας και της ενδελεχούς μελέτης των συστατικών τους από την Κοινότητα. Επίσης, η προσήλωση των συστημάτων αυτών στα διεθνώς ακολουθούμενα πρότυπα, διευκολύνει τη συνεργασία των πληροφορικών συστημάτων μεταξύ τους, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη εκτέλεση των εργασιών που απαιτούν συντονισμό ενεργειών.

Η επίδραση των προτύπων δεν περιορίζεται στην απρόσκοπτη συνεργασία των συστημάτων μεταξύ των διαφόρων λειτουργιών (κάθετη συνεργασία), αλλά επεκτείνεται και στη δυνατότητα πολλαπλής αξιοποίησης των δεδομένων εντός της ίδιας λειτουργίας μέσω διαφορετικού λογισμικού (οριζόντια συνεργασία), επιτρέποντας την αξιοποίηση των στοιχείων και με τρόπους που δεν ήταν εφικτοί την ώρα σύνθεσης της λύσης. Τέλος, η κατά τεκμήριο απρόσκοπτη συνεργασία μεταξύ τους επιταχύνει την ένταξη σε παραγωγική λειτουργία τέτοιου λογισμικού, καθώς οι τριβές που εμφανίζονται είναι κατά πολύ μικρότερες.

Τα αποτελέσματα της υιοθέτησης συστημάτων ανοιχτής αρχιτεκτονικής θα πρέπει να εξετάζονται, λαμβάνοντας υπόψη τη γενικότερη επίπτωση στην οικονομία της χώρας και τα οφέλη που θα εξασφαλιστούν. Τα συστήματα αυτά, καθώς χαρακτηρίζονται από διαφάνεια, επιτρέπουν την εις βάθος μελέτη τους από κάθε ενδιαφερόμενο. Έτσι η χρήση τους δημιουργεί προστιθέμενη αξία μέσω της επαύξησης της παραμένουσας τεχνογνωσίας στη χώρα, αλλά και μπορεί να αξιοποιηθεί

σε άλλα έργα και δράσεις. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε ενίσχυση της παραγωγικής ικανότητας της χώρας και βοηθά στην απεξάρτησή της από συγκεκριμένους προμηθευτές, προστατεύοντας την αυτονομία της.

6.12.4 Διαλειτουργικότητα

Ο όρος διαλειτουργικότητα (interoperability) αναφέρεται στη δυνατότητα ενός συστήματος ή προϊόντος να λειτουργεί μαζί με άλλα συστήματα ή προϊόντα, χωρίς να απαιτείται κάποια ειδική ενέργεια από πλευράς του χρήστη, για να επιτευχθεί αυτή η «συνεργασία». Για να είναι δυνατόν να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα μεταξύ συσκευών και συστημάτων, όταν μάλιστα αυτά προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές, είναι απαραίτητο κατ' αρχάς να έχει οριστεί καλώς ο τρόπος που αναμένεται να συνεργάζονται οι διάφορες συσκευές μεταξύ τους, και να αποδοθεί ρόλος σε κάθε διαφορετικό είδος συσκευών και συστημάτων.

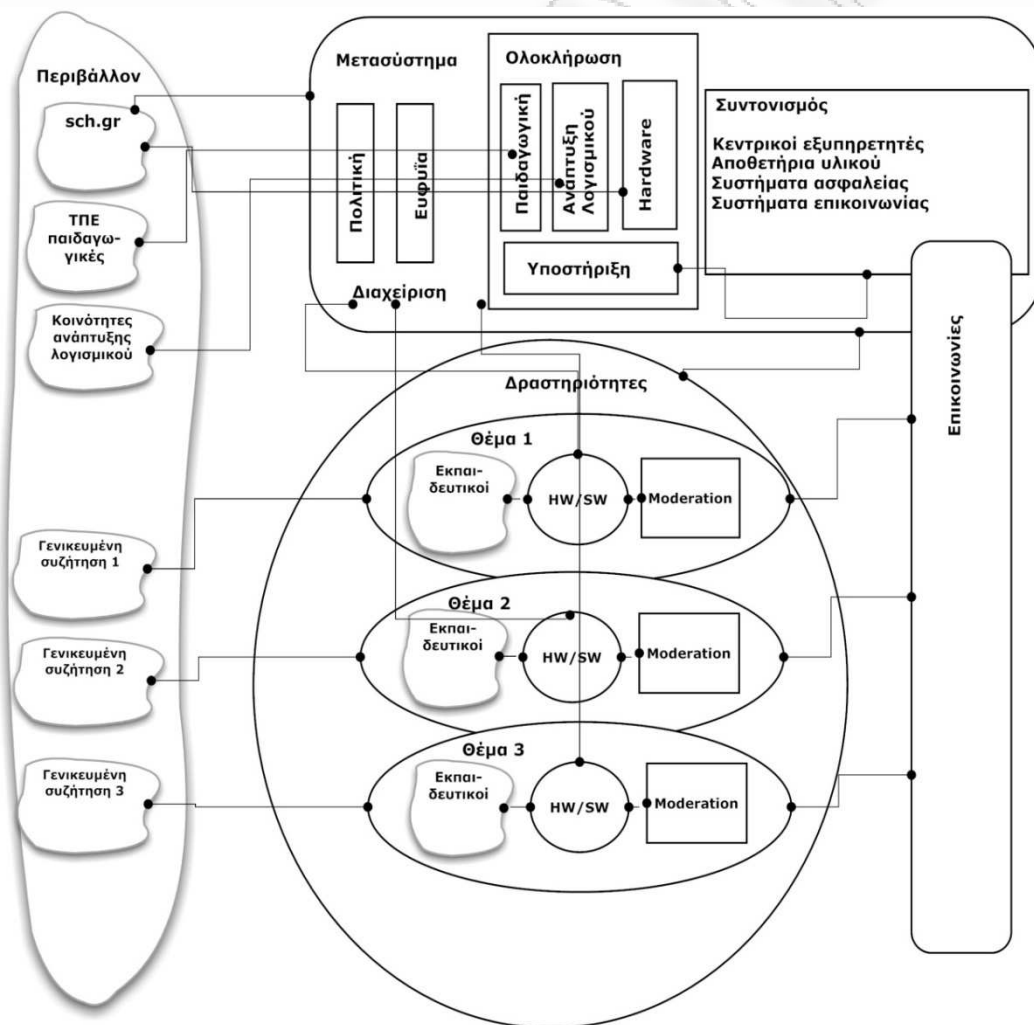
Για κάθε λοιπόν απώτερο (ολοκληρωμένο) σύστημα θα πρέπει να υπάρχει μια αρχιτεκτονική γνωστή σε όσους ενδιαφέρονται να κατασκευάσουν τμήματα του όλου συστήματος και κατά το δυνατόν αποδεκτή από όλους τους ενδιαφερομένους. Σε αυτό το θέμα, λοιπόν, η διαλειτουργικότητα συνδέεται άμεσα με την ύπαρξη ανοικτών αρχιτεκτονικών, στις οποίες καθορίζεται η θέση και ο ρόλος του κάθε υποσυστήματος. Επίσης, για να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα είναι απαραίτητο να υπάρχουν κάποιοι κανόνες (πρωτόκολλα) που καθορίζουν με ποιον τρόπο γίνεται η επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων και ποια μορφή έχουν οι πληροφορίες που ανταλλάσσονται, ώστε να είναι δυνατή η ερμηνεία τους από όλα τα συνεργαζόμενα υποσυστήματα και η χρήση των πληροφοριών αυτών. Οι κανόνες αυτοί και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας θα πρέπει να είναι και σαφώς καθορισμένα και γνωστά σε όλους τους κατασκευαστές. Δηλαδή, η σχετική τεκμηρίωση θα πρέπει να είναι διαθέσιμη, είτε δωρεάν είτε σε προσιτές τιμές, ώστε κανένας ενδιαφερόμενος να μην αποκλείεται από τη δυνατότητα υλοποίησής τους.

Σε αυτό το θέμα, η διαλειτουργικότητα συνδέεται άμεσα με την ύπαρξη πρωτοκόλλων και προτύπων (standards) που να είναι ευρύτερα αποδεκτά. Καθώς, μάλιστα, αρκετά από τα πρότυπα εξελίσσονται με τον χρόνο (για να καλύπτουν τις νέες ανάγκες, αλλά και τις νέες δυνατότητες), για να είναι δυνατή η συνεχιζόμενη υποστήριξη της διαλειτουργικότητας από πολλούς κατασκευαστές, είναι προτιμότερο τα πρότυπα τα οποία ορίζουν την εκάστοτε διαλειτουργικότητα να είναι ανοικτά και να μην ελέγχονται από μερίδα της αγοράς, όπως συμβαίνει με μερικά από τα de facto πρότυπα.

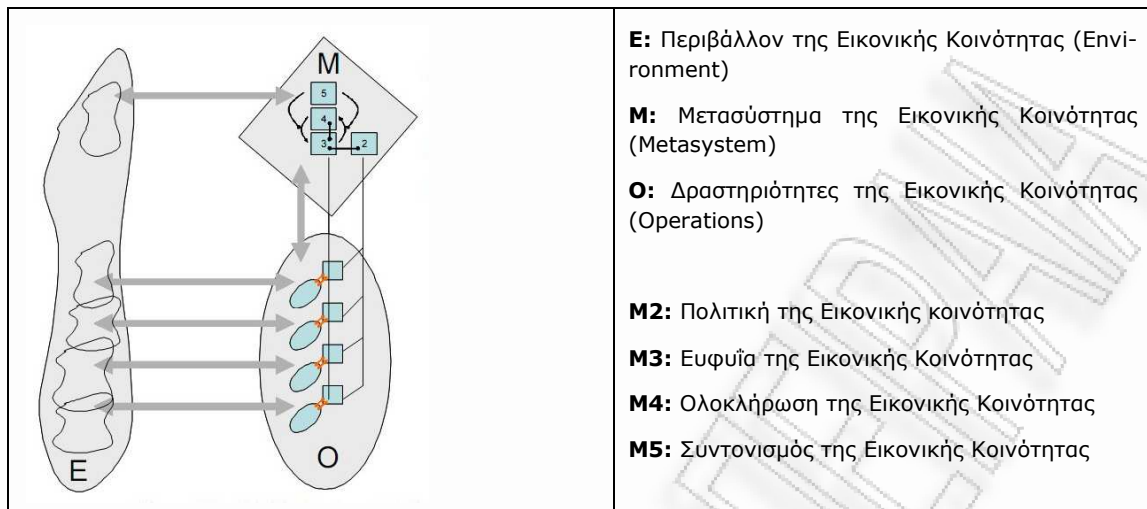
6.13 Δεύτερη φάση του σχεδιασμού : παραγωγή βασικής δομής του συστήματος (Πολυμεθοδολογία: Θεωρία Συστημάτων + VSM, Σύστημα Σ4)

Στη δεύτερη φάση, αυτή η ομάδα παρέμβασης έχει σχηματισμό Σ4 με σχετικά ελεγχόμενη ποικιλομορφία. Στη φάση αυτή δημιουργείται η **πρωταρχική δομή** του πληροφοριακού συστήματος. Χρησιμοποιούμε για τον λόγο αυτό τη μεθοδολογία VSM, ώστε να εντοπίσουμε τη βέλτιστη δυνατή δόμηση μέσα στο οροθετικό πλαίσιο που καθορίστηκε στην προηγούμενη φάση. Η μοντελοποίηση με τη βοήθεια της VSM επιτρέπει περαιτέρω μείωση της ποικιλομορφίας με την οργανική τμηματοποίηση της ολικής δομής. Στον Πίνακα 6-23 παρουσιάζονται τα τρία βασικά υποσυστή-

ματα της βιώσιμης μοντελοποίησης. Το υποσύστημα O των λειτουργιών παράγει τα περισσότερα αποτελέσματα σε συμφωνία με τους σκοπούς και τους στόχους του συνολικού συστήματος. Το μετασύστημα M υπηρετεί το υποσύστημα λειτουργιών O , εξασφαλίζοντας συνοχή, συντονισμό, σταθερότητα και σχεδιασμό, προκειμένου να συνεχίσει η ύπαρξη του οργανισμού στο μέλλον. Τόσο το μετασύστημα M όσο και το υποσύστημα O των λειτουργιών θα πρέπει να είναι σε εμπλοκή με το περιβάλλον. Στην περίπτωση της Εικονικής Κοινότητας, το περιβάλλον είναι οι εκπαιδευτικοί, οι υπόλοιπες Εικονικές Κοινότητες Φυσικών Επιστημών, το περιβάλλον των προγραμματιστών ανοιχτού λογισμικού, το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο, το Σχολικό Εργαστήριο, οι Σχολικές Μονάδες, οι Κοινότητες Παραγωγής Λογισμικού για το Σχολικό Εργαστήριο κλπ. Κατά τη διάρκεια της VSM μοντελοποίησης, θα πρέπει να εντοπιστούν τα υποσυστήματα $M2$, $M3$, $M4$, $M5$ και οι αντίστοιχες λειτουργίες και πολιτικές ευφύιας, ολοκλήρωσης και συντονισμού (Εικόνα 6-27).



Εικόνα 6-27: VSM δόμηση της Εικονικής Κοινότητας



Πίνακας 6-23: VSM μοντελοποίηση της πρωταρχικής δομής της Εικονικής Κοινότητας

Η μοντελοποίηση με VSM έδωσε πολύ σοβαρές σχεδιαστικές γραμμές:

- A) Αναγνωρίστηκε η ανάγκη της δημιουργίας μιας ξεχωριστής διαχειριστικής δομής
- B) Αναγνωρίστηκε η ανάγκη ανάπτυξης πλούσιων επικοινωνιακών καναλιών
- Γ) Διαπιστώθηκε η ανάγκη ομαδοποίησης των εκπαιδευτικών. Η τελευταία αυτή διαπίστωση οδήγησε στη συνέχεια στην κατασκευή πλατφόρμας εικονικών δωματίων συνεργασίας.

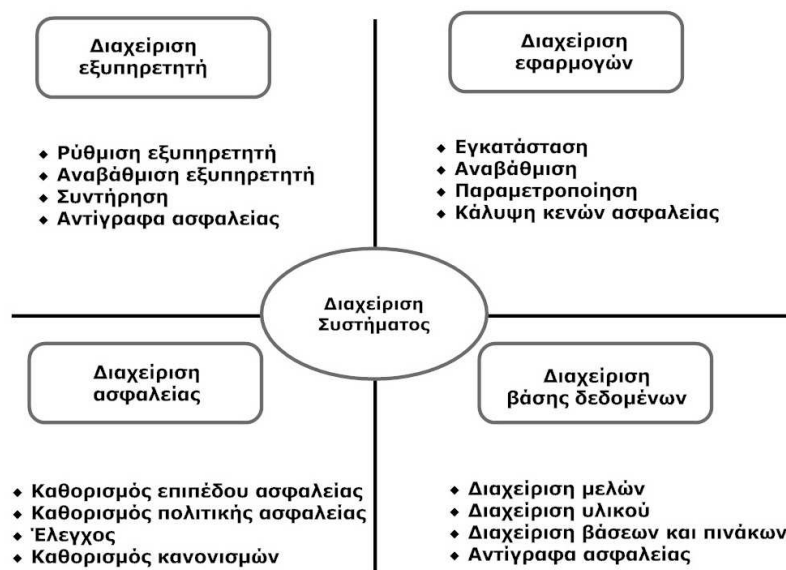
6.13.1 Δομή διαχείρισης και διαδικασίες λήψης αποφάσεων στην Εικονική Κοινότητα Μάθησης

Η ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού διαχειριστικού σχήματος ικανού να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα της Εικονικής Κοινότητας αποτέλεσε βασικό σημείο συζήτησης. Το ζήτημα της διαχείρισης των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τους ερευνητές (Berge, 1995· Salmon, 2004· White, 2004· Wang, 2008). Υπάρχει μια γενική κατεύθυνση η οποία υποδεικνύει δύο βασικούς διαχειριστικούς ρόλους: τους διαχειριστές του συστήματος (Administrators) και τους διαχειριστές περιεχομένου (Moderators). Ένας τρίτος ρόλος, αυτός του εμπυχωτή - διευκολυντή (Facilitator) δείχνει να είναι απαραίτητος (Wang, 2008). Θεωρούμε ότι ο λόγος του εμπυχωτή μπορεί να ενσωματωθεί στον ρόλο του διαχειριστή περιεχομένου (ΔΠ). Ο Wang (2008) διακρίνει τέσσερις βασικές συνιστώσες στον ρόλο του διαχειριστή περιεχομένου: διανοητικός - παιδαγωγικός ρόλος, κοινωνικός ρόλος, διαχειριστικός ρόλος και τεχνικός ρόλος (Εικόνα 6-28(α)). Η διαχείριση συστήματος έχει διαφορετική δομή η οποία ορίστηκε από την ομάδα στην Εικόνα 6-28(β). Την ομάδα σχεδιασμού απασχόλησε ιδιαίτερα η δυνατότητα των διαχειριστών να λαμβάνουν αποφάσεις, ώστε να παράγουν τις κατάλληλες παρεμβάσεις. Αν και τα μέλη της Εικονικής Κοινότητας του ΕΚΦΕ Αγ. Αναργύρων έχουν τη δυνατότητα της συνάντησης σε πραγματικό χώρο, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει πρόβλεψη για τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων σε εικονικό επίπεδο. Η ύπαρξη ενός εικονικού χώρου ασύγχρονης λήψης αποφάσεων κρίθηκε αναγκαία από την ίδια τη φύση του εκπαιδευτικού επαγ-

γέλματος και τις δυνατότητες αλλαγής χώρου εργασίας η οποία αναπόφευκτα οδηγεί σε σταδιακή διασπορά των μελών της διαχειριστικής ομάδας.



Εικόνα 6-28(α): Ανάλυση ρόλων στη διαχείριση περιεχομένου



Εικόνα 6-28(β): Ανάλυση ρόλων στη διαχείριση συστήματος

Προκειμένου να μειωθεί η ποικιλομορφία κατά τη λήψη αποφάσεων, κρίθηκε αναγκαία η καταγραφή και αυτοματοποίηση κεντρικών διαδικασιών αναφορικά με τη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος (Παράγραφος 6.16). Απομονώθηκαν, έτσι, ζητήματα τα οποία δεν δύνανται να αυτοματοποιηθούν λόγω των απαιτούμενων οροθετικών κρίσεων. Τέτοια ζητήματα είναι:

A) Η προσθαφαίρεση θεμάτων P – συζήτησης. Η προσθήκη ή η αφαίρεση θεμάτων συζήτησης προκαλεί την αναδιαμόρφωση του συνεπαγωγικού πλέγματος και κατ' επέκταση της γνωσιακής βάσης που διαχειρίζεται η Κοινότητα.

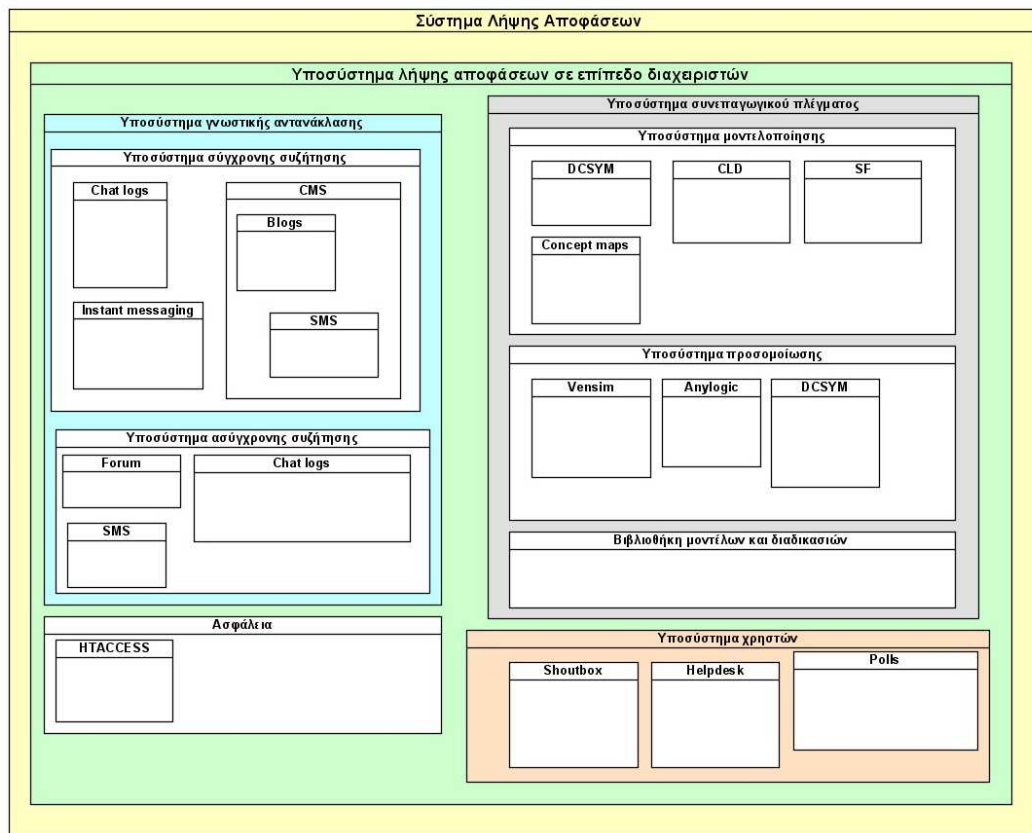
B) Η αλλαγή παραμέτρων της τεχνολογικής βάσης. Η αλλαγή τεχνολογικών παραμέτρων της αυτοοργανωνόμενης και αυτοδιοικούμενης Εικονικής Κοινότητας αποτελεί μια δύσκολη απόφαση, μιας και οδηγεί σε αναπόφευκτη αναβάθμιση των διαδικασιών της Εικονικής Κοινότητας. Αν και πραγματοποιήθηκε πολύ προσεκτική επιλογή του λογισμικού ανοιχτού κώδικα κατά τη φάση του σχεδιασμού, ώστε να διαθέτει αρκετό δυναμικό εξέλιξης, ενδέχεται στην πορεία, ιδιαίτερα όταν συντρέχουν λόγοι ασφαλείας, να πραγματοποιηθεί μερική ή και ολική αλλαγή της τεχνολογίας.

Γ) Η επέκταση ή η συρρίκνωση της βάσης χρηστών. Η επέκταση της Εικονικής Κοινότητας μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των αναγκών σε διαχειριστικό δυναμικό το οποίο δεν είναι πάντα διαθέσιμο. Απαιτείται στην περίπτωση αυτήν η λήψη διαχειριστικών αποφάσεων αναφορικά με την τμηματοποίηση της διαχείρισης ή την αλλαγή του διαχειριστικού σχήματος.

Δ) Η αξιολόγηση, διαχείριση, διαφύλαξη και αξιοποίηση της γνωσιακής βάσης. Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης, εφόσον σχεδιασθούν και υλοποιηθούν σωστά, αποτελούν πολύ σημαντικούς χώρους οργανωσιακής μάθησης. Η παραγόμενη ρητή γνώση η οποία αποτελεί και το συνεπαγωγικό πλέγμα της P – *οντότητας* της Κοινότητας θα πρέπει διαρκώς να αξιολογείται και να αναδιαμορφώνεται, ώστε να διαθέτει ένα υψηλό δυναμικό χρήσης και αξιοποίησης από τους εκπαιδευτικούς. Η διαχείριση της παραγόμενης γνώσης, αν και είναι ευθύνη των διαχειριστών περιεχομένου, πολλές φορές απαιτεί τη συμβολή όλων των διαχειριστών σε κατάλληλο περιβάλλον αποφάσεων.

Ε) Η αξιολόγηση του συνόλου της ανατροφοδότησης από τους χρήστες του συστήματος. Ένα τεχνολογικά ολοκληρωμένο σύστημα, όπως αυτό που παρουσιάζουμε στο τρέχον Κεφάλαιο, δίνει τη δυνατότητα εκτενούς ανατροφοδότησης από τους χρήστες προς τους διαχειριστές. Η ανατροφοδότηση αυτή έχει διάφορες μορφές, όπως αξιολόγηση άρθρων, συμμετοχή σε shoutbox, σχολιασμός σε blog, σχολιασμός σε φόρουμ, σχολιασμός σε guestbook ή απευθείας αποστολή σχολίων στους διαχειριστές. Η αξιολόγηση του συνόλου της ανατροφοδότησης και η παραγωγή των κατάλληλων στρατηγικών και πολιτικών απαιτούν κατάλληλες διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Στην ορολογία του Μοντέλου Βιωσιμότητας του Beer, βασικό σχεδιαστικό μέλημα της ομάδας σχεδιασμού αποτέλεσε η υλοποίηση ενός **υβριδικού μετασυστήματος** το οποίο θα λειτουργούσε αποτελεσματικά τόσο σε πραγματικό όσο και σε εικονικό περιβάλλον, σύγχρονα και ασύγχρονα. Είναι εμφανές ότι ο τεχνολογικός πυρήνας λειτουργίας της Εικονικής Κοινότητας, όπως περιγράφεται στην Παράγραφο 6.15.2, δεν καλύπτει τις ανάγκες λήψης αποφάσεων σε εικονικό επίπεδο. Αναπτύχθηκε για τον λόγο αυτόν ένα σύστημα εικονικών δωματίων συνεργασίας και λήψης αποφάσεων με ανεπτυγμένες τεχνολογίες το οποίο και θα αναλάμβανε τη διευκόλυνση των λειτουργιών του υβριδικού μετασυστήματος της Εικονικής Κοινότητας.



Εικόνα 6-29: Διαμόρφωση συστήματος λήψης αποφάσεων

Στην Εικόνα 6-29 παρουσιάζουμε τη διαμόρφωση του συστήματος λήψης αποφάσεων της Εικονικής Κοινότητας. Τα μέλη τα οποία συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να καταθέτουν τις οροθετικές τους κρίσεις είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα. Οι οροθετικές κρίσεις εν συνεχεία θα πρέπει να μοντελοποιούνται σε κατάλληλη διαγραμματική γλώσσα, προκειμένου να είναι δυνατή η συμπαραγωγή του συστήματος αποφάσεων. Το σύστημα αποφάσεων θα αποτελεί το συνεπαγωγικό πλέγμα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης του συνεπαγωγικού πλέγματος, ώστε αυτό να αποτελεί ρητή οργανωσιακή γνώση της Κοινότητας. Είναι απαραίτητο για τον λόγο αυτόν η ύπαρξη βιβλιοθήκης μοντέλων όπου θα κωδικοποιούνται οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Petrusel, 2009).

6.14 Τρίτη φάση του σχεδιασμού: Διερεύνηση της συμπεριφοράς του συστήματος (Πολυμεθοδολογία: ΘΣ + CLD + SF)

Στην τρίτη φάση, επιχειρούμε τη δυναμική μοντελοποίηση του συστήματος. Ακολουθώντας δυναμική Vehrulst, έχουμε:

$$\text{ρυθμός εμπλοκής} = g(P - C)P = g^* \left(1 - \frac{P}{C}\right)P = g^*P - g^*P^2/C$$

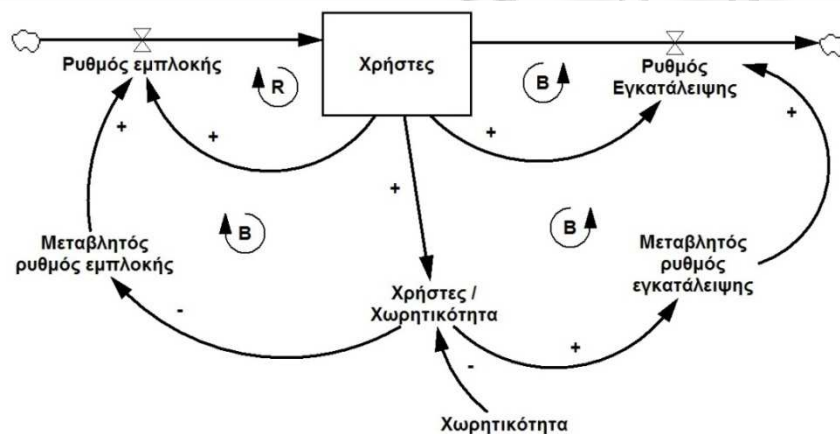
όπου C είναι η χωρητικότητα, P ο πληθυσμός και g ο κλασματικός ρυθμός ο οποίος εξαρτάται από τη χωρητικότητα και τον πληθυσμό, και g^* ο μέγιστος κλασματικός ρυθμός, ο οποίος και ισχύει, όταν ο πληθυσμός είναι πολύ μικρός.

Η δυναμική μοντελοποίηση δίνει έναν γραμμικό όρο $-g^*P$ και έναν μη γραμμικό όρο g^*P^2/C ο οποίος ενεργοποιείται, καθώς το σύστημα πλησιάζει τη χωρητικότητα C .

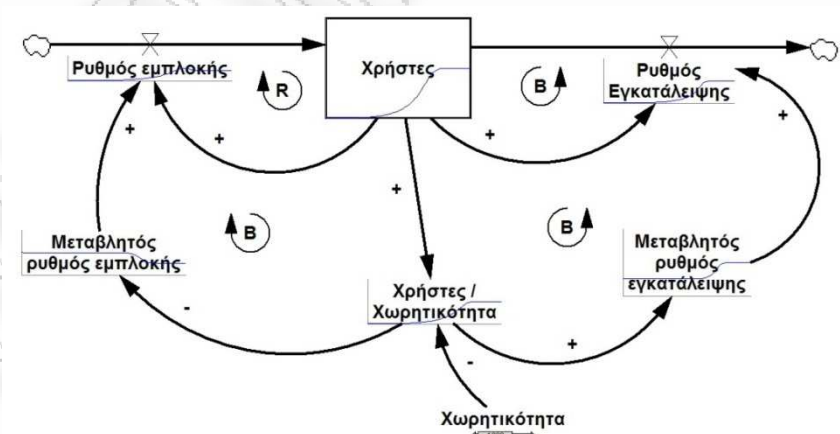
Η λύση της διαφορικής δίνει:

$$P(t) = \frac{C}{1 + \left[\frac{C}{P(0)} - 1\right] \exp(-g^*t)}$$

Το δυναμικό μοντέλο έχει τη μορφή της Εικόνας 6-30.



Εικόνα 6-30: Δυναμικό μοντέλο χρηστών στην Εικονική Κοινότητα



Εικόνα 6-31: Προσομοίωση δυναμικού μοντέλου

Η επίλυση του μοντέλου δίνει τα γραφήματα της Εικόνας 6-31. Δύο πολύ σημαντικές παράμετροι οι οποίες αναδύονται από το δυναμικό μοντέλο είναι η χωρητικότητα χρηστών, η οποία καθορίζει και το μέγεθος της ανάπτυξης της Κοινότητας, και ο

αριθμός των ενεργών χρηστών που δύναται να υποστηρίξει η Κοινότητα. Με δεδομένη τεχνολογική υποδομή παρατηρούμε ότι ο αριθμός των χρηστών σταθεροποιείται.

6.15 Τέταρτη φάση του σχεδιασμού: Δημιουργία δομής υποσυστημάτων και διαδικασιών (Πολυμεθοδολογία: ΘΣ + DCSYM)

Έχοντας πραγματοποιήσει τις οροθετικές κρίσεις των προηγούμενων σταδίων, η ομάδα σχεδιασμού καταλήγει τελικά στη φάση της δόμησης. Η δόμηση έχει, στη φάση αυτή, τρεις βασικούς άξονες, τη δόμηση της *P – οντότητας* της μαθησιακής συζήτησης της Εικονικής Κοινότητας, τη δόμηση της *M – οντότητας* της Εικονικής Κοινότητας και τη δόμηση του μηχανισμού ομοιοστάσης, ελέγχου και διαχείρισης της Εικονικής Κοινότητας. Οι τρεις αυτές δομές θα αποτελέσουν και το συνεπαγωγικό πλέγμα της οργάνωσης της Κοινότητας, δηλαδή τη ρητή, σταθεροποιημένη και συμφωνημένη γνώση της Κοινότητας στο οργανωσιακό επίπεδο.

6.15.1 Δόμηση της *P – οντότητας* της Κοινότητας

Η δόμηση της *P – οντότητας* της Κοινότητας συνίσταται ουσιαστικά στον καθορισμό των θεμάτων και αντικειμένων (topics) της μαθησιακής συζήτησης την οποία και θα διεκπεραιώσει η Κοινότητα. Ο καθορισμός των αντικειμένων της Κοινότητας αποτελεί, όπως εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς, μια από τις σοβαρότερες σχεδιαστικές διαδικασίες, μιας και θα καθορίσει και τον όλο χαρακτήρα - κουλτούρα της Κοινότητας.

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

Στην κατηγορία αυτή, οι συζητήσεις αφορούν την οργάνωση και διαχείριση του σχολικού εργαστηρίου και του εξοπλισμού του. Ενδεικτικά θέματα είναι τα παρακάτω:

- ❖ Καταγραφή των εργαστηριακών οργάνων
- ❖ Οργάνωση και τακτοποίηση του εργαστηριακού υλικού
- ❖ Ενσωμάτωση νέων παραλαβών εργαστηρίου
- ❖ Οργάνωση πληροφοριακού συστήματος εργαστηρίου
- ❖ Συντήρηση και service εργαστηριακών οργάνων
- ❖ Οδηγοί λειτουργίας των εργαστηριακών οργάνων
- ❖ Κανόνες ασφαλούς λειτουργίας των εργαστηριακών οργάνων
- ❖ Γενικότεροι κανόνες λειτουργίας
- ❖ Νομοθεσία που διέπει τη λειτουργία του εργαστηρίου
- ❖ Απογραφές, προγραμματισμός λειτουργίας του εργαστηρίου
- ❖ Διαθεματική αξιοποίηση του εργαστηρίου
- ❖ Καθήκοντα και υποχρεώσεις Υπευθύνου Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών
- ❖ Ημερολόγιο και workflow του εργαστηρίου
- ❖ Βάση δεδομένων με όλα τα εκπαιδευτικά όργανα
- ❖ Τεχνολογία φωτογράφισης και βιντεοσκόπησης εργαστηριακών ασκήσεων
- ❖ Βιντεοσκόπηση μικροσκοπήσεων

Πίνακας 6-24: Βασικά αντικείμενα της *P – συζήτησης*

Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικών Επιστημών

Στην κατηγορία αυτή, οι συζητήσεις αφορούν τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων στο σχολικό εργαστήριο με ενδεικτική θεματολογία:

- ❖ Καταγραφή των υποχρεωτικών εργαστηριακών ασκήσεων ανά τάξη και ειδικότητα
- ❖ Πρότυπη οργάνωση της πειραματικής διάταξης και εναλλακτικές επιλογές
- ❖ FAQ και TROUBLESHOOTING αναφορικά με τις εργαστηριακές ασκήσεις
- ❖ Πρότυπα σύνολα δεδομένων για τις εργαστηριακές ασκήσεις
- ❖ Φύλλα εργασίας για χρήση κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου
- ❖ Εργαστηριακοί οδηγοί
- ❖ Εικονικά πειράματα και αξιοποίησή τους
- ❖ Πειράματα με συστήματα αισθητήρων
- ❖ Συνδυαστικά πειράματα με αξιοποίηση πολλών τεχνολογιών
- ❖ Λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων
- ❖ Εξ αποστάσεως εργαστηριακές ασκήσεις

Προεκτάσεις Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Διδασκαλία

Η ενότητα αυτή αφορά τεχνολογικές επεκτάσεις που διευκολύνουν τη διδασκαλία· αφορά ζητήματα που είναι δυνατόν να υλοποιηθούν σε κατάλληλα εξοπλισμένες αίθουσες ή στο ίδιο το εργαστήριο.

- ❖ Χρήση applets στη διδασκαλία δύσκολων εννοιών Φυσικών Επιστημών
- ❖ Χρήση προσομοίωσης στη διδασκαλία
- ❖ Χρήση προγραμμάτων παρουσίασης
- ❖ Βιβλιοθήκη Applets
- ❖ Βιβλιοθήκη προσομοιώσεων
- ❖ Βιβλιοθήκη εκπαιδευτικών video
- ❖ Βιβλιοθήκη παρουσιάσεων
- ❖ Βιβλιοθήκη φωτογραφιών

Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Η ενότητα αυτή αφορά ευρύτερα θέματα εκπαιδευτικής τεχνολογίας από την εκπαιδευτική πραγματικότητα του εκπαιδευτικού Φυσικών Επιστημών:

- ❖ Προσομοίωση και μοντελοποίηση
- ❖ Σχεδιαστικά προγράμματα
- ❖ Editors Μαθηματικών και Χημείας
- ❖ Τεχνολογία δημιουργίας φύλλων εργασίας
- ❖ Οργάνωση συστήματος προβολής

Οργανωσιακή μάθηση

Η οργανωσιακή μάθηση αναφέρεται σε οργανωμένη μάθηση αναφορικά με:

- ❖ Τεχνολογία μετρήσεων
- ❖ Ανάπτυξη εφαρμογών
- ❖ Ορολογία Αγγλικών
- ❖ Δεξιότητες ΤΠΕ
- ❖ Διαχείριση εργαστηρίου

Συνεργασίες

Ο τομέας της οργανωσιακής μάθησης αφορά ευρύτερες συνεργασίες μεταξύ εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών

- ❖ Συνεργασία σε επίπεδο έρευνας, δημοσιεύσεων και τεχνογνωσίας
- ❖ Συνεργασία σε επίπεδο έργων και προγραμμάτων
- ❖ Συνεργασία σε επίπεδο ανταλλαγών και διασύνδεσης εργαστηρίων
- ❖ Συνεργασία σε επίπεδο διαθεματικής αξιοποίησης του εργαστηρίου
- ❖ Συνεργασίες με σχολεία του εξωτερικού για εργαστηριακά θέματα και ανταλλαγή τεχνογνωσίας

Πίνακας 6-24 (συνέχεια): Βασικά αντικείμενα της P – συζήτησης

Λειτουργία Εικονικής Κοινότητας

Η συζήτηση αυτή αφορά γενικότερα θέματα λειτουργίας της Εικονικής Κοινότητας:

- ❖ Κανονισμοί λειτουργίας
- ❖ Διαδικασίες: Διαμόρφωση και καταγραφή
- ❖ Διαχειριστικοί ρόλοι και επάνδρωσή τους
- ❖ Εκπαίδευση διαχειριστών και κυκλική εναλλαγή τους
- ❖ Τεχνολογίες επικοινωνίας

Τεχνολογίες M – οντότητας Εικονικής Κοινότητας

Η συζήτηση αυτή αφορά ειδικότερα θέματα λειτουργίας:

- ❖ Διαχείριση Domain
- ❖ Διαχείριση και αναβάθμιση CMS
- ❖ Βάση δεδομένων
- ❖ Σχεδιασμός και διαχείριση βιβλιοθηκών
- ❖ On-line παρουσίαση περιεχομένου

Ασφάλεια Πληροφοριακού Συστήματος

Η συζήτηση αυτή αφορά ειδικότερα θέματα λειτουργίας:

- ❖ Ασφάλεια σε επίπεδο Domain
- ❖ Ασφάλεια σε επίπεδο εφαρμογών – αναβαθμίσεις ασφαλείας
- ❖ Ασφάλεια σε επίπεδο χρήστη – κανονισμοί ασφαλείας

Γενική Θεματολογία

Στην ενότητα αυτή υπάρχει γενική θεματολογία αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες

Πίνακας 6-25: Βασικά μετα-αντικείμενα της P – συζήτησης

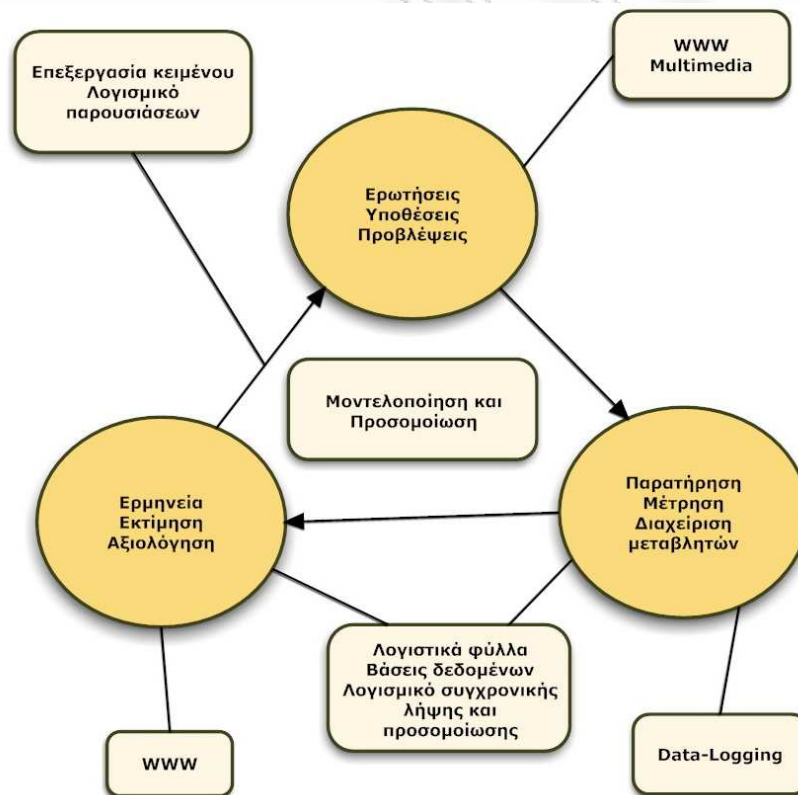
Η ομάδα παρέμβασης, συγκεντρώνοντας τις οροθετικές κρίσεις των προηγούμενων σχεδιαστικών βημάτων, αποφάσισε ότι η θεματολογία της Εικονικής Κοινότητας θα

έπρεπε να κινείται γύρω από τον σχεδιασμό και την υποστήριξη τεχνολογικά εξελιγμένων *M – οντοτήτων*. Ορίστηκαν, λοιπόν, ενδεικτικές θεματολογίες (Πίνακες 6-24 και 6-25). Παράλληλα, ορίστηκαν και μετα-αντικείμενα τα οποία σχετίζονται με την οργάνωση και λειτουργία της Κοινότητας.

Η ανάπτυξη της θεματολογίας της Κοινότητας ακολουθεί το μοντέλο της κυκλικής διαδικασίας των Φυσικών Επιστημών του McFarlane (2000).

6.15.2 Δόμηση της *M – οντότητας* της Εικονικής Κοινότητας

Η *M – οντότητα* της Εικονικής Κοινότητας αποτελείται από όλες τις τεχνολογίες που θα υποστηρίξουν τη δημιουργία της *P – οντότητας* της Εικονικής Κοινότητας. Θα θέλαμε εδώ να τονίσουμε τη σημαντική διαφορά της συστημικής προσέγγισης σε σχέση με την τεχνολογιοκεντρική προσέγγιση. Στη συστημική προσέγγιση διαχωρίζουμε την *P – οντότητα* από τη *M – οντότητα*. Διαχωρίζουμε, δηλαδή, τις διαδικασίες οργανωσιακής μάθησης που αποτελούν την *P – οντότητα* από την τεχνολογία της Κοινότητας που αποτελεί τη *M – οντότητα*.



Εικόνα 6-32: Ένα μοντέλο σύνδεσης ΤΠΕ με τη βασική επιστημονική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών, LaVelle et al. (2003)

Θεωρούμε, δηλαδή, ότι η οργανωσιακή μάθηση, όπως αυτή καθορίστηκε μέσω του ιδεατού σχεδιασμού, είναι δυνατόν να υλοποιηθεί σε διαφορετικές *M – οντότητες*, σε διαφορετικά δηλαδή τεχνολογικά περιβάλλοντα και με διαφορετικά συστήματα διεπαφής, δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά εξελίσσονται και μεταλλάσσονται διαρκώς (Chou, 2003). Με βάση τον ιδεατό σχεδιασμό, προέκυψαν διάφορες κατευθύνσεις υλοποίησης της *M – οντότητας*.

- M* – **οντότητα** σε ιδιωτικό εξυπηρετητή
- M* – **οντότητα** ανοιχτού λογισμικού σε φιλοξενία
- M* – **οντότητα** σε πλατφόρμα κινητής τηλεφωνίας
- M* – **οντότητα** σε τοπικό σχολικό δίκτυο
- M* – **οντότητα** στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο

Επιλέχτηκε ως πιο βιώσιμη η δημιουργία της *M* – **οντότητας** στο περιβάλλον του Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου. Ο λόγος γι' αυτήν την επιλογή ήταν η επιθυμία δημιουργίας ενός πρωτοτύπου το οποίο θα είναι απόλυτα συμβατό με την τεχνολογική υποδομή του Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου, με στόχο τη χρήση της υποδομής για τη δημιουργία Εικονικών Κοινοτήτων και από άλλες ομάδες ενδιαφέροντος. Βέβαια, στην πορεία του ιδεατού σχεδιασμού και αφού η Κοινότητα μπήκε στην πρώτη φάση λειτουργίας της, δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ανάπτυξη και άλλων στοιχείων, όπως υποδομές συνεργασίας και υποδομές ανάπτυξης λογισμικού. Σταδιακά, η τεχνολογική υποδομή της Εικονικής Κοινότητας επεκτάθηκε αρκετά. Αυτό αύξησε την πολυπλοκότητα της όλης εφαρμογής με ταυτόχρονη αύξηση της ποικιλομορφίας που απαιτείται, ώστε αυτή η εφαρμογή να είναι χρηστική στην τάξη, αλλά και στο εργαστήριο. Με άλλα λόγια, η Εικονική κοινότητα, για να είναι χρηστική από τους εκπαιδευτικούς, θα έπρεπε να είναι σε θέση να παράγει πολλά σενάρια χρήσης (Εικόνα 6-30), κάποια από τα οποία είναι ανοιχτά. Ενδεικτικά σενάρια χρήσης τα οποία και θα έπρεπε να παράγει η *M* – **οντότητα** της Εικονικής Κοινότητας είναι:

A- Σενάρια αναφορικά με την οργάνωση και διαχείριση του σχολικού εργαστηρίου

- ❖ Η αναζήτηση κωδικών εποπτικών οργάνων, αλλά και αντιπροσωπειών, προκειμένου να γίνει κάποια παραγγελία για το σχολικό εργαστήριο
- ❖ Η αναζήτηση των γραφειοκρατικών κανόνων που έχουν οριστεί για τη λειτουργία του ΣΕΦΕ
- ❖ Η αναζήτηση εγχειριδίων οργάνων
- ❖ Η αναζήτηση σχεδίων οργάνωσης των εργαστηρίων και κωδικοποίησης των οργάνων
- ❖ Η αναζήτηση προτύπων για τη δημιουργία ημερολογίων χρήσης οδηγών ασφαλείας κλπ.
- ❖ Η αναζήτηση συμπλήρωσης στατιστικών στοιχείων για τις ανάγκες των ΕΚΦΕ
- ❖ Η δυνατότητα υποβολής ερωτήσεων είτε ανοιχτών προς όλη την Κοινότητα είτε κλειστών προς το ΕΚΦΕ για θέματα λειτουργίας του εργαστηρίου.

B- Διδακτικά και Παιδαγωγικά σενάρια

- ❖ Η παρουσίαση video μιας εργαστηριακής άσκησης την οποία δεν πρόλαβε λόγω συγκυριών να πραγματοποιήσει ο εκπαιδευτικός
- ❖ Η παρουσίαση ενός applet σε συνδυασμό με κάποια παρουσίαση για την υποστήριξη ενός δύσκολου εννοιολογικού σημείου στην τάξη
- ❖ Η σύγκριση σειρών δεδομένων από συναφή πειράματα και ο προσδιορισμός πειραματικών σφαλμάτων ή διαφοροποιήσεων

- ❖ Η εκτύπωση και το μοίρασμα εργαστηριακών οδηγιών για την υποστήριξη κάποιας εργαστηριακής άσκησης
- ❖ Η χρήση φύλλου εργασίας ή σχεδίου μαθήματος το οποίο προέρχεται από συνεισφορά
- ❖ Η υπόδειξη τρόπων παιδαγωγικής αξιοποίησης του διαδικτύου ως επιστημολογικού εργαλείου¹¹¹.

Γ- Σενάρια προσωπικής ανάπτυξης και προώθησης των ΤΠΕ

- ❖ Η παρακολούθηση κάποιου οδηγού διδασκαλίας για τη χρήση κάποιου εργαστηριακού οργάνου καινούριας τεχνολογίας
- ❖ Η παρακολούθηση οδηγού μοντελοποίησης και προσομοίωσης φυσικών φαινομένων, αλλά και σχολικών ασκήσεων
- ❖ Η συμμετοχή σε δωμάτια συνεργασίας
- ❖ Η παρακολούθηση οδηγού ανάληψης διαχειριστικού ρόλου.

Δ- Σενάρια κοινωνικής δικτύωσης

- ❖ Η δημιουργία ομάδων ενδιαφέροντος για την ευρύτερη αξιοποίηση του σχολικού εργαστηρίου
- ❖ Η δημιουργία ομάδων συνεργασίας για τη δημιουργία προτάσεων για προγράμματα
- ❖ Η δημιουργία ομάδων για την προώθηση τύπων πειραμάτων, όπως το εικονικό πείραμα, το πείραμα με αισθητήρες, τα ρομποτικά πειράματα και τα πειράματα εξ αποστάσεως
- ❖ Η δημιουργία ομάδων προώθησης της μοντελοποίησης και της προσομοίωσης στο σχολικό εργαστήριο κλπ.
- ❖ Η προώθηση της συνεργασίας μεταξύ εργαστηρίων και σχολείων για την ανταλλαγή τεχνογνωσίας.

Με βάση τα παραπάνω, διαφαίνεται ότι ένα πληροφοριακό σύστημα το οποίο πραγματικά θα στοχεύει στις ανάγκες της Κοινότητας θα πρέπει να διαθέτει μια ποικιλομορφία τουλάχιστον αντίστοιχη με την ποικιλομορφία των σεναρίων χρήσης του. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το πληροφοριακό του σύστημα θα πρέπει να διαθέτει μια σύνθεση τεχνολογιών οι οποίες θα μπορούν να διαχειριστούν την αναμενόμενη ποικιλομορφία. Βέβαια, η αύξηση της ποικιλομορφίας απαιτεί την αντίστοιχη ανάπτυξη του συστήματος ελέγχου και ρύθμισης, ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα της Κοινότητας. Με άλλα λόγια, η τεχνολογική επέκταση θα πρέπει να συνοδεύεται με αντίστοιχη επέκταση της διαχείρισης και του ελέγχου, ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα. Στην Εικόνα 6-33 παρουσιάζεται η βασική δομή της **M – οντότητας** της Εικονικής Κοινότητας.

Το πληροφοριακό σύστημα το οποίο και αποτελεί τη **M – οντότητα** της Εικονικής Κοινότητας αποτελείται από τα βασικά υποσυστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-26.

¹¹¹ Βλ. και προσέγγιση του Tsai (2001).

Το Βασικό Υποσύστημα Διαχειριστή περιέχει όλα τα εργαλεία και τις διαδικασίες των διαχειριστών. Τα εργαλεία αυτά αφορούν τη συντήρηση, την αναβάθμιση και τον έλεγχο.

6.15.3 11S Βασικό Υποσύστημα Διαχειριστή

Το Βασικό Υποσύστημα των Εφαρμογών Διαχειριστή έχει τα παρακάτω μη βασικά υποσυστήματα (Πίνακας 6-27).

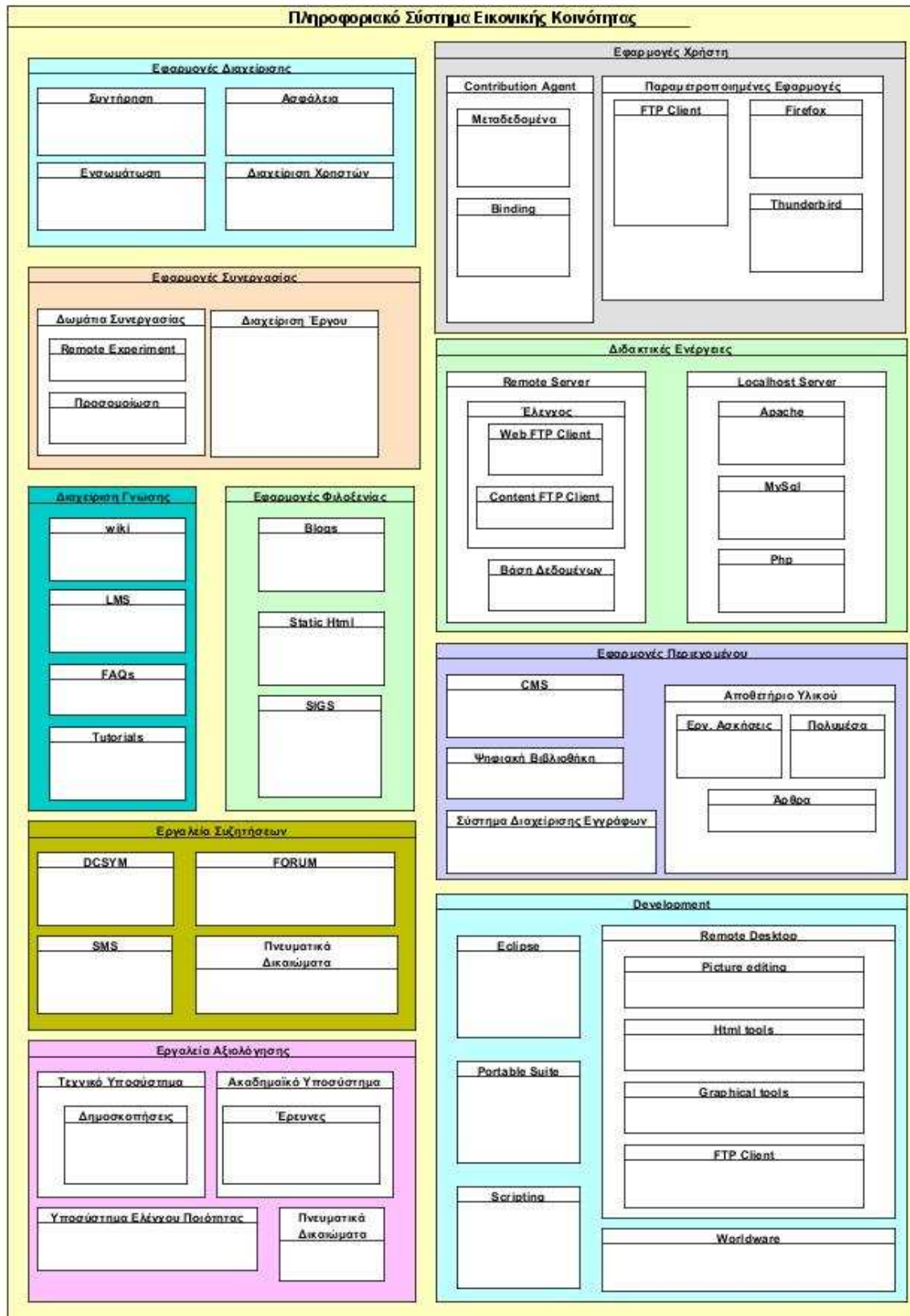
Κωδικός	Υποσύστημα
1.1S	Βασικό Υποσύστημα Διαχειριστή
1.2S	Βασικό Υποσύστημα Χρήστη
1.3S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Συνεργασίας
1.4S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Φιλοξενίας
1.5S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Εξυπηρετητή
1.6S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Περιεχομένου
1.7S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Διαχείρισης Γνώσης
1.8S	Βασικό Υποσύστημα Διαλογικών Εργαλείων
1.9S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Ανάπτυξης
1.10S	Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Αξιολόγησης

Πίνακας 6-26: Βασικά υποσυστήματα *Μ-οντότητας* της Εικονικής Κοινότητας

Κωδικός	Υποσύστημα
1.1.1S	Μη Βασικό Υποσύστημα Συντήρησης
1.1.2S	Μη Βασικό Υποσύστημα Ασφαλείας
1.1.3S	Μη Βασικό Υποσύστημα Ενσωμάτωσης
1.1.4S	Μη Βασικό Υποσύστημα Διαχείρισης Χρηστών
1.1.5S	Μη Βασικό Υποσύστημα Ελέγχου και Αξιολόγησης
1.1.5.1S	115-Μη Βασικό Υποσύστημα Ελέγχου και Αξιολόγησης Υλικού
1.1.5.2S	115-Μη Βασικό Υποσύστημα Διαχειριστικού Ελέγχου και Αξιολόγησης Συστήματος

Πίνακας 6-27: Μη βασικά υποσυστήματα διαχειριστή

Το **Υποσύστημα Συντήρησης** αναλαμβάνει τις διαδικασίες συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος. Οι διαδικασίες αυτές αφορούν τον συγχρονισμό μεταξύ τοπικού και απομακρυσμένου συστήματος αναφορικά με τα αρχεία όσο και με τη βάση δεδομένων. Με τον συγχρονισμό εξασφαλίζεται ο ύψιστος βαθμός ασφαλείας για τα δεδομένα του πληροφοριακού συστήματος, μιας και το ίδιο σύστημα υπάρχει αυτούσιο τόσο στον απομακρυσμένο όσο και στον τοπικό εξυπηρετητή. Το **Υποσύστημα Ασφαλείας** περιέχει διαδικασίες ασφαλείας, όπως ανέβασμα και κατέβασμα του πληροφοριακού συστήματος με τον εντοπισμό διαρροής ασφαλείας, διαφορικό έλεγχο των αρχείων, έλεγχο πρόσβασης μέσω IP, έλεγχο των καταγραφών των προσπαθειών παραβίασης SQL injection κλπ.



Εικόνα 6-33: DCSYM παρουσίαση της *M – οντότητας* της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης

Το **Υποσύστημα Ενσωμάτωσης** αναλαμβάνει την πολύ σημαντική λειτουργία της ενσωμάτωσης νέων εφαρμογών ανοιχτού λογισμικού στο πληροφοριακό σύστημα. Η ενσωμάτωση νέων εφαρμογών στο πληροφοριακό σύστημα είναι μια διαδικασία με πολύ αυστηρό πρωτόκολλο υλοποίησης. Η λανθασμένη ενσωμάτωση λογισμικού μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ολόκληρο το πληροφοριακό σύστημα και να οδηγήσει σε αστάθειες. Μια πολύ σημαντική λειτουργία του Υποσυστήματος Ενσωμάτωσης είναι η αναβάθμιση και εγκατάσταση προσθηκών ασφαλείας. Το ανοιχτό λογισμικό, όπως γνωρίζουμε, είναι εξελισσόμενο λογισμικό. Οι Κοινότητες των χρηστών ανακαλύπτουν διαρκώς κενά ασφαλείας τα οποία και αναλαμβάνει να καλύψει η Κοινότητα των προγραμματιστών. Ο χρυσός κανόνας του ανοιχτού λογισμικού απαιτεί να πραγματοποιούνται όλες οι αναβαθμίσεις εκείνες οι οποίες θα εξασφαλίσουν τη μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια του πληροφοριακού συστήματος.

Το **Υποσύστημα Διαχείρισης Χρηστών** αναλαμβάνει την απόδοση των δικαιωμάτων στους χρήστες. Καθορίζει ομάδες χρηστών και αναβαθμίζει ή υποβαθμίζει τα δικαιώματα χρήσης τους.

Το **Υποσύστημα Ελέγχου και Αξιολόγησης Υλικού** αναλαμβάνει την κρίση του υλικού το οποίο και αποστέλλεται προς δημοσίευση στην Εικονική Κοινότητα και τη γενικότερη αξιολόγηση της λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας. Οι διαχειριστές του συστήματος ελέγχουν το υλικό και απαιτούν την τροποποίησή του, ώστε αυτό να συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές δημοσίευσης. Παράλληλα, οι διαχειριστές αναλαμβάνουν και τον γενικότερο έλεγχο και την αξιολόγηση της λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος αναφορικά με τη λειτουργικότητα, την ποιότητα των συζητήσεων, την κυκλοφορία της ρητής και άρρητης γνώσης, την ταχύτητα απόκρισης, τη συμβατότητα κλπ. Το υποσύστημα ελέγχου και αξιολόγησης περιλαμβάνει δύο υποσυστήματα: το υποσύστημα αξιολόγησης υλικού και το υποσύστημα αξιολόγησης του συστήματος της Εικονικής Κοινότητας.

6.15.4 12S Βασικό Υποσύστημα Χρήστη

Το Βασικό Υποσύστημα του Χρήστη έχει τα παρακάτω μη βασικά υποσυστήματα (Πίνακας 6-28):

Κωδικός	Υποσύστημα
1.2.1S	Υποσύστημα Συνεισφοράς
1.2.1.1S	121-Μεταδεδομένα Συνεισφοράς
1.2.1.2S	121-Δημιουργία Αντικειμένου Συνεισφοράς
1.2.2S	Παραμετροποιημένες Εφαρμογές
1.2.2.1S	122-FTP Client
1.2.2.2S	122-Firefox
1.2.2.3S	122-Thunderbird

Πίνακας 6-28: Μη βασικά υποσυστήματα χρήστη

Το **Υποσύστημα Συνεισφοράς** (Contribution Agent) αποτελείται από τις διαδικασίες και τις εφαρμογές οι οποίες αφορούν την αποστολή υλικού προς την Εικονική Κοινότητα. Για λόγους ασφαλείας, αλλά και λόγω περιορισμών της φιλοξενίας του

Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου, αποφασίστηκε η αποφυγή της άμεσης συνεισφοράς μέσω φυλλομετρητή και επιλέχθηκε η λύση της χρήσης FTP server, ανεξάρτητου από το sch.gr όπου και θα γίνεται η συνεισφορά του υλικού. Οι διαχειριστές αναλαμβάνουν τον έλεγχο και την ανάρτηση του υλικού στο πληροφοριακό σύστημα της Εικονικής Κοινότητας. Το βασικό εργαλείο στο Υποσύστημα Συνεισφοράς είναι ο πράκτορας συνεισφοράς ο οποίος είναι μια desktop εφαρμογή η οποία κι αναλαμβάνει να υλοποιήσει αυτόματα όλες τις διαδικασίες συνεισφοράς. Το Υποσύστημα Συνεισφοράς έχει δύο διακριτά υποσυστήματα, το Υποσύστημα Διαχείρισης Μεταδεδομένων, το οποίο αναλαμβάνει να συνθέσει τα μεταδεδομένα της συνεισφοράς, και το Υποσύστημα Διασύνδεσης (Binding) το οποίο αναλαμβάνει να συνθέσει την αποστολή του υλικού. Τα μεταδεδομένα του υλικού καθορίζονται από την Κοινότητα, ακολουθώντας εν μέρει το πρότυπο LOM (Learning Objects metadata)¹¹² δημιουργώντας το COM (Content Object Metadata).

Το **Υποσύστημα των παραμετροποιημένων εφαρμογών** περιέχει προ-παραμετροποιημένες εφαρμογές οι οποίες έχουν προσαρμοστεί, ώστε να είναι απόλυτα συμβατές με το πληροφοριακό σύστημα. Πρόκειται για εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού οι οποίες έχουν μετατραπεί σε φόρητες και έχουν παραμετροποιηθεί, ώστε να περιέχουν τις κατάλληλες προσθήκες (plugins), ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη συμβατότητα. Το υποσύστημα αυτό περιέχει ως μη βασικά απαραίτητα υποσυστήματα τον φυλλομετρητή Firefox και το πρόγραμμα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου Thunderbird, όπως επίσης και κατάλληλο FTP client, όπως ο Filezilla.

6.15.5 13S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Συνεργασίας

Το Βασικό Υποσύστημα των Εργαλείων Συνεργασίας έχει την παρακάτω δομή (Πίνακας 6-29).

Κωδικός	Υποσύστημα
1.3.1S	Διαχείριση Έργου
1.3.2S	Δωμάτια Συνεργασίας
1.3.2.1S	132-Remote Experiment
1.3.2.2S	132-Προσομοίωση

Πίνακας 6-29: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων συνεργασίας

Το **Υποσύστημα Διαχείρισης Έργου** αναλαμβάνει να δημιουργήσει την υποδομή συνεργασίας συνδυαστικού έργου μεταξύ εκπαιδευτικών.

Τα δωμάτια συνεργασίας είναι ανεξάρτητες οντότητες οι οποίες λειτουργούν αυτόνομα ως υποδομές Pask - συζητήσεων, προκειμένου να αναπτυχθούν εξειδικευμένες συζητήσεις πάνω σε ιδιαίτερα θέματα της Κοινότητας. Στην Εικονική Κοινότητα του ΕΚΦΕ Αγ. Αναργύρων τα δωμάτια συνεργασίας έχουν θεματολογία, όπως το απομακρυσμένο πείραμα, το εικονικό πείραμα, το πείραμα με συγχρονική λήψη και απεικόνιση, Java applets, προσομοίωση, διαχείριση κλπ.

¹¹² Για περισσότερα για το LOM, βλ. και Mwanza, 2005.

6.15.6 14S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Φιλοξενίας

Το Βασικό Υποσύστημα των Εργαλείων Φιλοξενίας έχει την παρακάτω δομή (Πίνακας 6-30).

Κωδικός	Υποσύστημα
1.4.1S	Blogs
1.4.2S	Static Html
1.4.3S	Profiles

Πίνακας 6-30: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων φιλοξενίας

Το πληροφοριακό σύστημα της Εικονικής Κοινότητας θα πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει και εσωτερική φιλοξενία σε ομάδες ενδιαφέροντος, είτε με τη μορφή στατικών Html σελίδων είτε με τη μορφή δυναμικών Blog. Παράλληλα, θα πρέπει να είναι σε θέση για εκτενή παραμετροποίηση των χρηστών.

6.15.7 15S Βασικό υποσύστημα εργαλείων εξυηρητητή

Το Βασικό Υποσύστημα των Εργαλείων Εξυηρητητή έχει την ακόλουθη δομή (Πίνακας 6-31).

Παρατηρούμε ότι η ομάδα αυτή των υποσυστημάτων εξυηρητεί δύο βασικές ανάγκες, αυτήν της ανάπτυξης πλήρους τοπικού εξυηρητητή και αυτήν της επικοινωνίας με τον απομακρυσμένο εξυηρητητή. Η επικοινωνία με τον απομακρυσμένο εξυηρητητή πραγματοποιείται κυρίως με FTP, ενώ η ανάπτυξη τοπικού εξυηρητητή περιλαμβάνει τον πλήρη έλεγχο σε όλα τα επίπεδα.

Κωδικός	Υποσύστημα
1.5.1S	Απομακρυσμένος Εξυηρητητής
1.5.2S	Τοπικός Εξυηρητητής
1.5.1.1S	151-FTP
1.5.1.2S	151-Βάση Δεδομένων
1.5.1.1.1S	1511-Web FTP Client
1.5.1.1.2S	1512-Content FTP Client
1.5.2.1S	152-Apache
1.5.2.2S	152-MySql
1.5.2.3S	152-Php

Πίνακας 6-31: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων εξυηρητητή

6.15.8 16S Βασικό Υποσύστημα Περιεχομένου

Το Βασικό Υποσύστημα Περιεχομένου έχει τη δομή που φαίνεται στον Πίνακα 6-32. Στο Βασικό Υποσύστημα Περιεχομένου δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατά το δυνατόν ευθυγράμμιση του περιεχομένου με το αναλυτικό πρόγραμμα. Η ευθυγράμμιση αυτή κρίνεται απαραίτητη, εφόσον το σύστημα θα αξιοποιηθεί στην Εκπαίδευση, ώστε να αποκτήσει σαφείς παιδαγωγικές προεκτάσεις (Hall, 2002). Το αποθετήριο υλικού και η ψηφιακή βιβλιοθήκη αποτελούν τα κεντρικά σημεία αναφοράς του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας (Aalst, 2006). Ο Barker (2008) ισχυρίζεται ότι το κέντρο μιας Εικονικής Κοινότητας Μάθησης είναι η ψηφιακή βιβλιοθήκη και οι διαδικασίες γύρω από αυτήν. Εντάσσει δε την ψηφιακή βιβλι-

οθήκη στα Ηλεκτρονικά Συστήματα Υποστήριξης Απόδοσης (Electronic Performance Support Systems).

Κωδικός	Υποσύστημα
1.6.1S	Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου
1.6.2S	Ψηφιακή Βιβλιοθήκη
1.6.3S	Αποθετήριο Υλικού (Repository)
1.6.3.1S	163-Εργαστηριακές Ασκήσεις
1.6.3.2S	163-Πολυμέσα
1.6.3.3S	163-Άρθρα
1.6.4	Σύστημα Διαχείρισης Εγγράφων

Πίνακας 6-32: Μη βασικά υποσυστήματα περιεχομένου

6.15.9 17S Βασικό Υποσύστημα Διαχείρισης Γνώσης

Το Βασικό Υποσύστημα Διαχείρισης της ρητής γνώσης της Κοινότητας περιλαμβάνει τα παρακάτω υποσυστήματα (Πίνακας 6-33).

Κωδικός	Υποσύστημα
1.7.1S	Wiki
1.7.2S	LMS
1.7.3S	FAQS
1.7.4S	Tutorials

Πίνακας 6-33: Μη βασικά υποσυστήματα διαχείρισης γνώσης

Η wiki αποτελεί ίσως το κεντρικό σημείο απόθεσης της ρητής γνώσης της Κοινότητας. Το LMS (Learning Management System), Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης, αποτελεί τη βάση για οργανωμένη γνώση βασισμένη σε αναλυτικό πρόγραμμα, ενώ τα FAQs (Frequently Asked Questions) και τα Tutorials αποτελούν εναλλακτικούς τρόπους οργάνωσης της ρητής και συμφωνημένης γνώσης της Κοινότητας.

6.15.10 18S Βασικό Υποσύστημα Εργαλείων Συζητήσεων

Το Υποσύστημα των Εφαρμογών Συζήτησης και Επικοινωνίας περιλαμβάνει τα παρακάτω υποσυστήματα (Πίνακας 6-34).

Κωδικός	Υποσύστημα
181S	DCSYM
182S	SMS
183S	FORUM
184S	Έρευνες

Πίνακας 6-34: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων συζητήσεων

Στο υποσύστημα αυτό δύναται μελλοντικά να προστεθούν και διαλεκτικά συστήματα λήψης αποφάσεων, όπως το Cogniscope ή το e-delfi (Chou, 2002).

6.15.11 19S Βασικό Υποσύστημα Ανάπτυξης¹¹³

Το Βασικό Υποσύστημα Ανάπτυξης Εφαρμογών έχει την παρακάτω δομή (Πίνακας 6-35).

Το Υποσύστημα Ανάπτυξης υποστηρίζει τη δημιουργία εφαρμογών εσωτερικά, από μέλη της Κοινότητας. Η ανάπτυξη εφαρμογών πρέπει να αποτελεί μια βασική υπηρεσία της Εικονικής Κοινότητας, προάγοντας τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν τη μετάβαση από το επίπεδο του χρήστη στο επίπεδο του προγραμματιστή. Με την έννοια «worldware integration», εννοούμε λογισμικό ευρείας χρήσης το οποίο και ενσωματώνεται στην πλατφόρμα, για παράδειγμα το λογισμικό MS Office (Deacon, 2004). Η απομακρυσμένη επιφάνεια εργασίας δίνει πρόσβαση σε εμπορικά προγράμματα τα οποία δεν είναι δυνατόν να υποκατασταθούν με λογισμικό ανοιχτού κώδικα.

Κωδικός	Υποσύστημα
191S	Πολυδύναμη Πλατφόρμα Ανάπτυξης Διαδικτυακού Λογισμικού (Eclipse)
192S	Φορητή Πλατφόρμα Ανάπτυξης Λογισμικού (Portable Suite)
193S	Πλατφόρμα Scripting
194S	Απομακρυσμένη Επιφάνεια Εργασίας (Remote Desktop)
1941S	194-Επεξεργασία Εικόνας
1942S	194-Εργαλεία Html
1943S	194-Εργαλεία Γραφικών
1944S	194-Εργαλεία FTP
195S	Worldware Integration

Πίνακας 6-35: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων ανάπτυξης

6.15.12 1.10S Βασικό Υποσύστημα Αξιολόγησης

Το βασικό υποσύστημα αξιολόγησης έχει την παρακάτω δομή (Πίνακας 6-36):

Κωδικός	Υποσύστημα
1.10.1S	Μη Βασικό Υποσύστημα Αξιολόγησης Τεχνικού Υποσυστήματος
1.10.2S	Μη Βασικό Υποσύστημα Αξιολόγησης Ακαδημαϊκού Υποσυστήματος
1.10.3S	Μη Βασικό Υποσύστημα Ελέγχου Ποιότητας
1.10.4S	Μη Βασικό Υποσύστημα Πνευματικών Δικαιωμάτων
1.10.1.1S	1101S-Υποσύστημα Δημοσκοπήσεων
1.10.2.1S	1101S-Υποσύστημα Ερευνών

Πίνακας 6-36: Μη βασικά υποσυστήματα αξιολόγησης

Το Υποσύστημα Αξιολόγησης είναι αναπόσπαστο σύστημα της Εικονικής Κοινότητας και υλοποιείται μέσω συστήματος δημοσκοπήσεων και ηλεκτρονικής έρευνας (Moss, 2002). Η αξιολόγηση περιλαμβάνει διάφορες διαστάσεις, όπως την ποιότητα του περιεχομένου, τη χρηστικότητα, την αξιοπιστία της τεχνολογικής υλοποίησης και την τήρηση των αρχών των πνευματικών δικαιωμάτων.

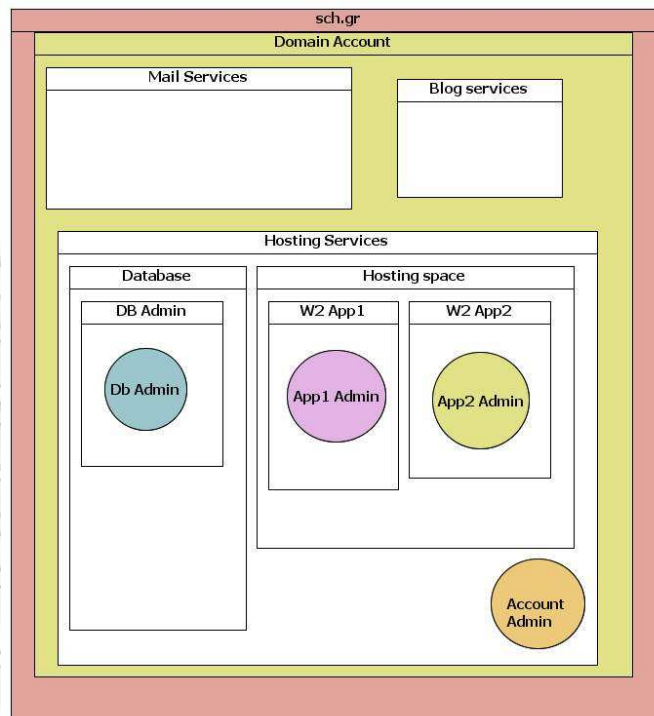
¹¹³ Βλ. και Peel (2001).

6.15.13 Το περιβάλλον της *M* – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας

Πριν προχωρήσουμε στην ανάπτυξη μιας πρότασης υλοποίησης της *M* – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας, θα πρέπει να εξετάσουμε το περιβάλλον στο οποίο θα αναπτυχθεί η τεχνολογική υποδομή της Εικονικής Κοινότητας. Για τον μηδενισμό του κόστους, αλλά και για λόγους αξιοπιστίας και βασικής εξυπηρέτησης, επιλέχθηκε, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, η ανάπτυξη της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης με φιλοξενία στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (Εικόνα 6-34). Η επιλογή αυτή συνοδεύεται από αρκετούς περιορισμούς, όπως η δημιουργία μίας μόνο βάσης δεδομένων, η μόνιμη λειτουργία σε κατάσταση ασφαλείας (PHP safe mode on) και η αδυναμία διαχείρισης σε επίπεδο domain, περιορισμοί οι οποίοι θα πρέπει να ξεπεραστούν, προκειμένου να επιτευχθεί η απρόσκοπτη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος. Στον Πίνακα 6-37 δίνεται η βασική δομή του περιβάλλοντος φιλοξενίας του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου. Η αναβάθμιση έγινε πρόσφατα με τα νέα χαρακτηριστικά¹¹⁴ να κρίνονται επαρκή για τη φιλοξενία σύγχρονων εφαρμογών web2.

Λειτουργικό	SunOS w
http server	Apache 2
Database	MySQL 5
Php	Php 5
Χώρος	250MB- 1GB

Πίνακας 6-37: Βασική διαμόρφωση του συστήματος φιλοξενίας του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου



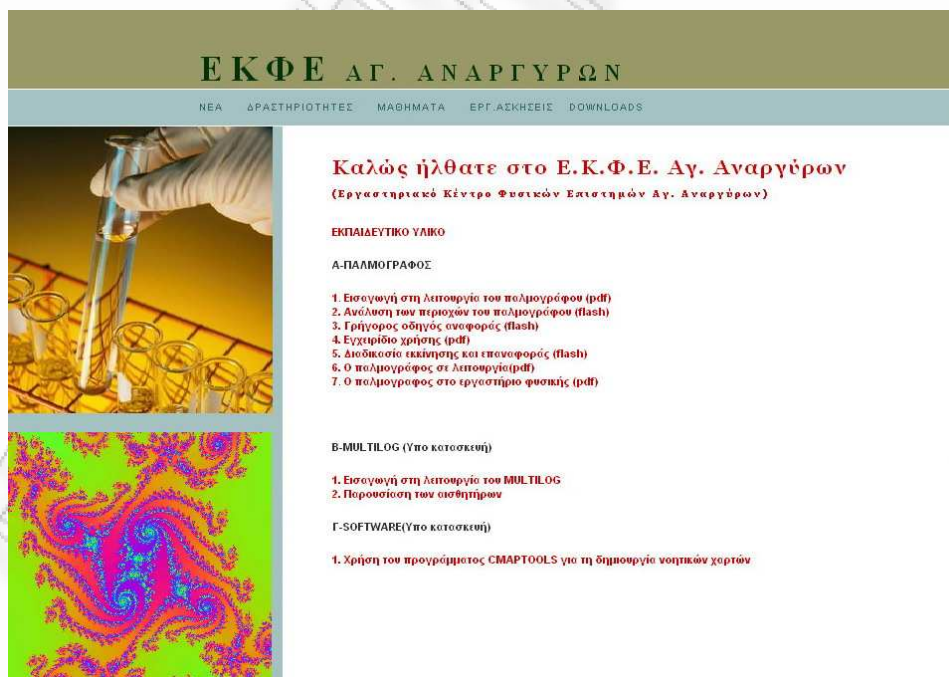
Εικόνα 6-34: Βασική δομή του της φιλοξενίας στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο

¹¹⁴ Τα προηγούμενα χαρακτηριστικά αφορούσαν στατικούς (30MB χώρος χωρίς βάση δεδομένων) δικτυότοπους που δεν ήταν επαρκείς για τις ανάγκες web2.

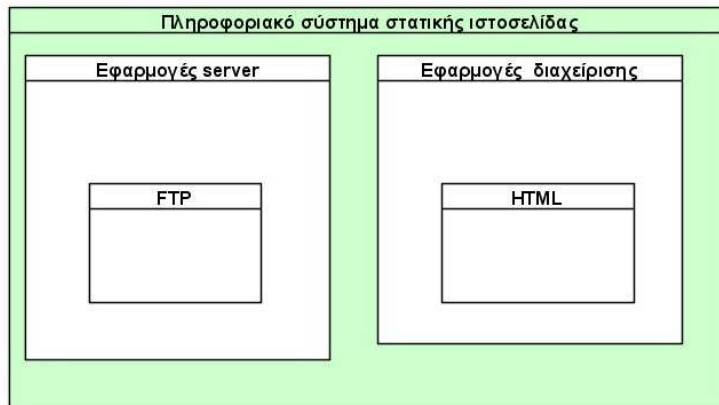
6.15.14 Υλοποίηση της *M* – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας

Ο τεχνολογικός μηχανισμός της Εικονικής Κοινότητας εξελίχθηκε σε βάθος χρόνου 18 μηνών, με σημείο έναρξης τον Μάρτιο του 2007. Η ομάδα σχεδιασμού είχε αρχικά αποφασίσει τη φιλοξενία της Κοινότητας στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο. Η διαμόρφωση, όμως, των server του ΠΣΔ ήταν πολύ χαμηλή για τις ανάγκες της Εικονικής Κοινότητας. Δεν διέθετε PHP5 και ο χώρος στο σύστημα αρχείων ήταν μόνο 30MB. Με αυτές τις προδιαγραφές δημιουργήθηκε ένα πολύ απλό στατικό πληροφοριακό σύστημα (Εικόνες 6-35 και 6-36) χωρίς βάση δεδομένων και με πολύ λίγα στοιχεία αλληλεπίδρασης. Παρείχε πολύ λίγες υπηρεσίες με πιο σημαντική την υποστήριξη πάνω στις υποχρεωτικές εργαστηριακές ασκήσεις του προέβλεπε το αναλυτικό πρόγραμμα.

Η ομάδα σχεδιασμού αποφάσισε στη συνέχεια να περάσει στη δημιουργία δυναμικού πληροφοριακού συστήματος με πυρήνα το Mambo CMS. Αποφάσισε, επίσης, τη φιλοξενία σε εμπορικό server με εύρος φιλοξενίας τα 250 MB. Διατηρήθηκε, παράλληλα, και το στατικό πληροφοριακό σύστημα. Το δυναμικό πληροφοριακό σύστημα δημιουργήθηκε, ενώ επανασχεδιάστηκαν οι ρόλοι που απαιτούνταν για τη διαχείρισή του. Η δημιουργία του πληροφοριακού συστήματος αυτής της φάσης κρίθηκε ως μεταβατική, έως ότου το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο αναβαθμίσει τις υποδομές του. Στις Εικόνες 6-37 και 6-38, αντίστοιχα, παρουσιάζονται η εξωτερική σελίδα και η δομή του πληροφοριακού συστήματος.

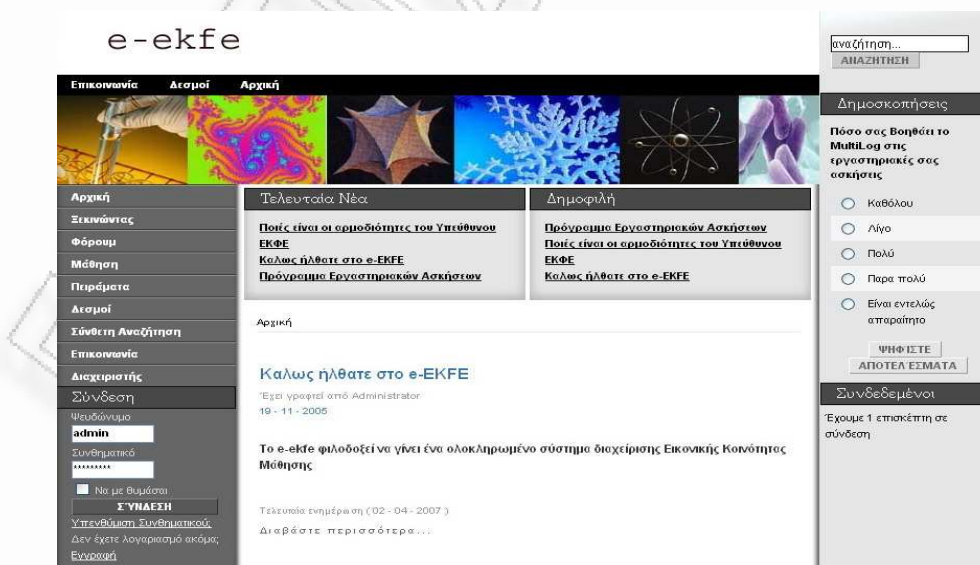


Εικόνα 6-35: Στατικό πληροφοριακό σύστημα. Η πρώτη προσπάθεια της Εικονικής Κοινότητας

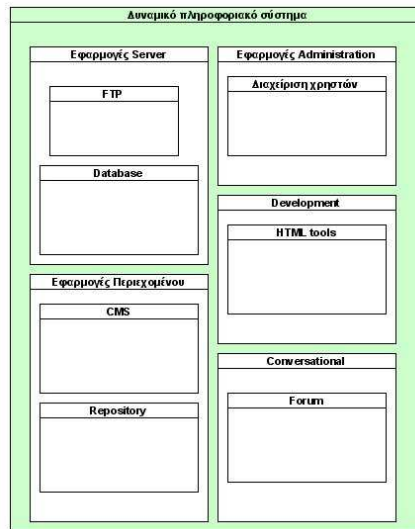


Εικόνα 6-36: DCSYM αποτύπωση της πρώτης εφαρμογής της Εικονικής Κοινότητας

Ορίστηκε και εδώ ένας βασικός διαχειριστής, ενώ αποφασίστηκε από την ομάδα σχεδιασμού η αλλαγή του ονόματος από ΕΚΦΕ Αγ. Αναργύρων σε e-ekfe, προκειμένου να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην αυτονομία της Κοινότητας. Η λειτουργία της Κοινότητας εκτός ΠΣΔ είχε αρκετά προβλήματα με βασικό πρόβλημα την ασφάλεια. Το λογισμικό είχε κενά ασφαλείας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το downtime του site τόσο, ώστε να μην είναι πλέον λειτουργικό. Η πρώτη αυτή εμπειρία με δυναμικά πληροφοριακά συστήματα προβλημάτισε την ομάδα σχεδιασμού η οποία και αποφάσισε να παραμείνει στο ανοιχτό λογισμικό, αλλά να δώσει ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα οργάνωσης - λειτουργίας και ασφάλειας. Τον Δεκέμβριο του 2007, αποφασίζει να δημιουργήσει την τρίτη γενιά πληροφοριακού συστήματος, αυτή τη φορά στο ΠΣΔ, το οποίο στο μεταξύ είχε αυξήσει το όριο από 30->100->250MB χωρητικότητα, η οποία θεωρήθηκε ικανοποιητική, αναβαθμίζοντας παράλληλα και το λογισμικό των εξυπηρετητών, ενώ πρόσθεσε και λειτουργίες βοήθειας και υποστήριξης.



Εικόνα 6-37: Κεντρική σελίδα του πρώτου δυναμικού πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας



Εικόνα 6-38: DCSYM δομή του δυναμικού πληροφοριακού συστήματος

Στην τρίτη αυτή φάση, επιλέχθηκε το ELXIS CMS ως Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου. Το Elxis είναι μια παραλλαγή του Mambo το οποίο αναπτύχθηκε από ελληνική ομάδα και το οποίο είχε δώσει ιδιαίτερη έμφαση σε ζητήματα ασφαλείας.

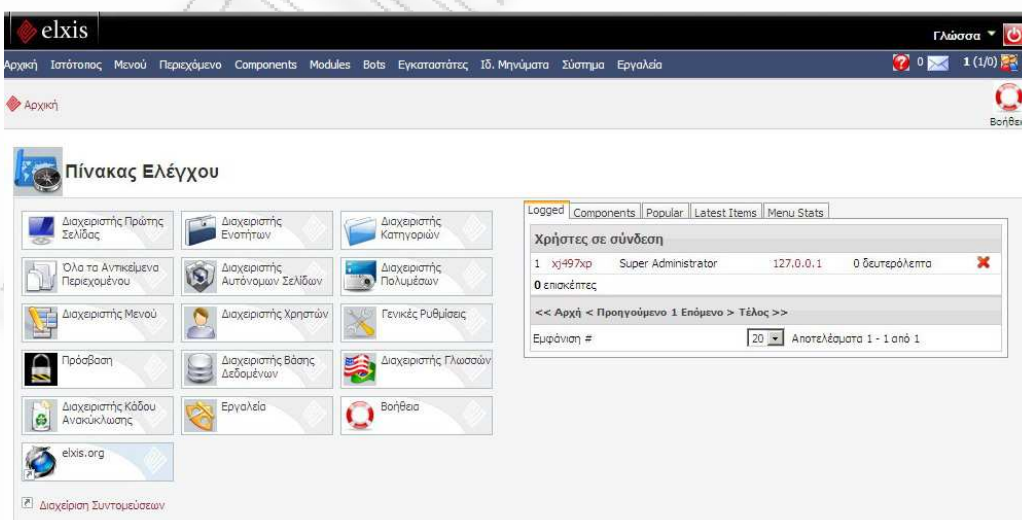
Εικόνα 6-39: Κεντρική σελίδα του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας βασισμένη σε Elxis CMS

Η τρίτη αυτή γενιά της Εικονικής Κοινότητας σχεδιάστηκε με πολύ μεγάλη προσοχή και αρκετές φιλοδοξίες ιδιαίτερα μετά την αναβάθμιση του ΠΣΔ σε PHP5 και 400MB χώρο φιλοξενίας και τη διαφαινόμενη αναβάθμιση σε 1GB με πολλαπλές βάσεις δεδομένων. Η ανάπτυξη της τρίτης έκδοσης του πληροφοριακού συστήματος ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2007 και μπήκε πλέον σε λειτουργία τον Οκτώβριο του 2008

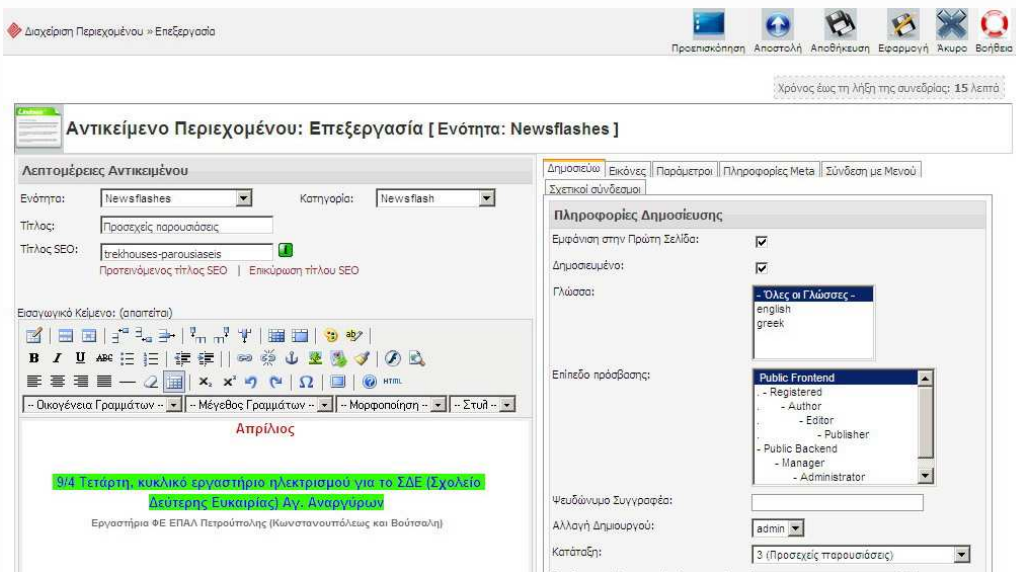
(Εικόνα 6-39). Η ομάδα σχεδιασμού αποφάσισε να εγκαταλείψει το όνομα e-ekfe και να επαναφέρει το όνομα με βάση το ΕΚΦΕ στο οποίο υπάγεται. Δύο παράγοντες συνέβαλαν σε αυτήν την απόφαση: πρώτα το γεγονός ότι η Εικονική Κοινότητα επιθυμούσε να παραμείνει τοπικά εντοπισμένη, για να διατηρήσει την ταυτότητά της. Το e-ekfe θεωρήθηκε, με βάση τα παραπάνω, ως άτυπη περιγραφή της Κοινότητας. Ο δεύτερος παράγοντας αφορούσε την εστίαση της Κοινότητας αναφορικά με το περιεχόμενο, δεδομένου ότι το ΕΚΦΕ έδινε το ακριβές στίγμα του περιεχομένου της Κοινότητας: περιεχόμενο αναφορικά με την αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών και στην εμπλουτισμένη σχολική τάξη Φυσικών Επιστημών.

6.15.15 Δομή Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου (ΣΔΠ ή CMS συστήματος)

Τα τελευταία χρόνια έχουν γνωρίσει ιδιαίτερη ανάπτυξη τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου τα οποία βασίζονται σε ανοιχτό λογισμικό και διανέμονται δωρεάν. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται για την υψηλή τους ποιότητα και αξιοπιστία. Παράλληλα, δίνουν ελευθερία στον χρήστη να επεμβαίνει στον κώδικα και να πραγματοποιεί τις αναγκαίες αλλαγές, προσαρμογές και διαμορφώσεις. Τα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου αποτελούν μια από τις λίγες περιπτώσεις όπου το λογισμικό ανοιχτού κώδικα επικράτησε και μάλιστα με διαφορά απέναντι σε αντίστοιχα εμπορικά λογισμικά. Βέβαια, το αντιστάθμισμα του μηδενικού κόστους είναι αρκετά υψηλό και συμπυκνώνεται σε δύο λέξεις: ασφάλεια και διαχείριση. Το άτομο ή η ομάδα η οποία θα βασίσει τις διαδικτυακές του δραστηριότητες σε Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου ανοιχτού λογισμικού θα πρέπει να δημιουργήσει ένα πολύ ικανό υποσύστημα ασφαλείας και διαχείρισης, προκειμένου να αντισταθμίσει την έλλειψη υποστήριξης. Στην περίπτωση των εμπορικών ΣΔΠ, το λογισμικό προσφέρεται μαζί με τη φιλοξενία, με πλήρη υποστήριξη, αλλά με πολύ υψηλό ως απαγορευτικό κόστος για περιπτώσεις ομάδων, όπως αυτή την οποία πραγματευόμαστε στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 6-40: Σελίδα διαχείρισης ELXIX CMS



Εικόνα 6-41: Κειμενογράφος ELXIS CMS

Η ομάδα παρέμβασης αποφάσισε ανάμεσα στις πολλές διαθέσιμες λύσεις να επιλέξει το ELXIS CMS το οποίο είναι ένα πολυγλωσσικό Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου προσαρμοσμένο απόλυτα στην ελληνική γλώσσα με πλήρη υποστήριξη κωδικοποίησης UTF-8. Παράλληλα, το Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου ELXIS CMS έχει αναπτυχθεί από ελληνική ομάδα ανάπτυξης λογισμικού, ενώ έχει πολύ καλή φήμη αναφορικά με τη διαχείριση ζητημάτων ασφαλείας. Διαθέτει πολύ εξελιγμένες τεχνολογίες, όπως το πλήρως γραφικό περιβάλλον (Εικόνα 6-40), wysiwyg κειμενογράφους (Εικόνα 6-41), υποστήριξη AJAX, WEB2 εφαρμογές κλπ. Τα βασικά λειτουργικά στοιχεία του Elxis CMS δίνονται στον Πίνακα 6-38.

Βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά του ELXIS CMS	
Ανοικτού Κώδικα	Όλος ο κώδικας είναι ανοικτός και προσπελάσιμος.
Φιλικό προς τον Χρήστη	Εύκολο για τους νέους χρήστες και ισχυρό για τους έμπειρους διαχειριστές.
Πολυγλωσσικό	Το περιεχόμενο μπορεί να συνυπάρχει σε πολλαπλές γλώσσες. Ο χρήστης επιλέγει τη γλώσσα της προτίμησής του.
Απλή και Εκτεταμένη Όψη	Διαθέτει τη δυνατότητα να λειτουργεί τόσο σε απλή όσο και σε προχωρημένη διαμόρφωση.
Εύκολο Σύστημα Διεπαφής	Το σύστημα διεπαφής είναι εύκολο και κατανοητό.
Επεκτάσιμο	Υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης πολλών επεκτάσεων (Component, Module, Bot, Template) που αυξάνουν σημαντικά τη λειτουργικότητα Elxis CMS.
Διαχειριστής Γλωσσών	Ο διαχειριστής γλωσσών εξυπηρετεί τις γλώσσες του Δημόσιου Τμήματος (Front-End) και της Διαχείρισης (Back-End). Το Elxis είναι πολυγλωσσικό τόσο στο δημόσιο τμήμα όσο και στη διαχείριση.
UTF-8.	Το Elxis χρησιμοποιεί πλήρως την κωδικοποίηση UTF-8.

Ισχυρή Υποστήριξη SEF URL	SEF (Search Engines Friendly) URL σημαίνει URL που είναι φιλικά προς τις μηχανές αναζήτησης. Το Elxis διαθέτει έναν εξελιγμένο μηχανισμό που παράγει φιλικά προς τις μηχανές αναζήτησης URL.
SEO	SEO (Search Engines Optimization) σημαίνει Βελτιστοποίηση για Μηχανές Αναζήτησης. Μπορεί να οριστούν τα META λέξεις κλειδιά και META περιγραφές για κάθε αντικείμενο περιεχομένου.
Τεχνολογία Ajax	Η τεχνολογία Ajax χρησιμοποιείται σε κρίσιμα τμήματα της Διαχείρισης του Elxis, ώστε να επιταχύνει τις διαδικασίες.
Αυτόματες Μεταφράσεις	Πρόκειται για ένα δυνατό χαρακτηριστικό των πολυγλωσσικών ιστότοπων. Δίνει τη δυνατότητα μετάφρασης του περιεχομένου από τη μία γλώσσα σε άλλες
Εκτεταμένη Χρήση Προτύπων	Η εμφάνιση του ιστότοπου ελέγχεται από πρότυπα, διαχωρίζοντας την εμφάνιση από τα δεδομένα. Το Elxis χρησιμοποιεί τρεις τύπους προτύπων. Πρότυπα ιστότοπου, πρότυπα διαχείρισης και πρότυπα για τις οθόνες σύνδεσης.
Κειμενογράφος WYSIWYG	Προσθήκη ή επεξεργασία περιεχομένου, χρησιμοποιώντας τον ενσωματωμένο κειμενογράφο WYSIWYG.
Διαχειριστής Πρόσβασης	Διαχείριση των δικαιωμάτων των ομάδων χρηστών. Δημιουργία νέων ομάδων χρηστών.
Ισχυρός Διαχειριστής Πολυμέσων	Υποστηρίζονται οι παρακάτω τύποι αρχείων : <ul style="list-style-type: none"> • Εικόνες (gif, jpg, png, bmp, jpeg), • Video (mpg, avi, wmv, mov, flv, mpeg, asf, rm, nsv, xvid), • Ήχος (mp3, wav, mid, ram, wma, ogg, aac), • Άλλο (doc, xls, csv, ppt, swf, pdf, txt, zip, tar, rar, gz, tgz).
SoftDisk	Ελέγχει διάφορες πλευρές της λειτουργικότητας του Elxis CMS. Το SoftDisk είναι ένα μοναδικό σύστημα που σχεδιάστηκε, έχοντας υπόψη του τους διαχειριστές και τους προγραμματιστές. Ο κάθε διαχειριστής μπορεί να ορίζει τις δικές του παραμέτρους διαχείρισης του Elxis CMS.
Γέφυρες	Οι Γέφυρες είναι ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό του Elxis που του επιτρέπει να χρησιμοποιεί τρίτες εφαρμογές σαν να είναι μέρος του Elxis.
Διαχειριστής Βάσεων Δεδομένων	Επιτρέπει τη διαχείριση της βάσης δεδομένων και ιδιαίτερα την εισαγωγή, την εξαγωγή και λήψη αντιγράφων ασφαλείας μέσα από το ίδιο το σύστημα.
Προφίλ Χρηστών	Κάθε χρήστης έχει το δικό του προφίλ το οποίο συντίθεται από προκαθορισμένα και πρόσθετα πεδία. Είναι δυνατόν να ορισθούν όσα και όποιου τύπου πρόσθετα πεδία θεωρείται απαραίτητο να περιλαμβάνονται στο προφίλ ενός χρήστη.
Φίλτρα	Το Elxis παρέχει έναν ευέλικτο μηχανισμό για την αναζήτηση του εμφανιζόμενου περιεχομένου στη διαχείριση. Είναι δυνατόν να δημιουργείται φίλτρο για σχεδόν κάθε χαρακτηριστικό του περιεχομένου.
Εργαλεία	Είναι ειδικές λειτουργίες που είναι διαθέσιμες μόνο στους διαχειριστές και τους βοηθούν, ανάμεσα σε άλλα πράγματα, να ασφαλίσουν, συντηρήσουν και ενημερώσουν τους ιστότοπους τους.
Στατιστικά	Παρέχει βασικά στατιστικά δεδομένα για τον ιστότοπο.
Διαχειριστής Κάδου Ανακύκλωσης	Το διαγραμμένο περιεχόμενο μετακινείται πρώτα στον κάδο ανακύκλωσης. Στη συνέχεια, μπορεί να διαγραφεί μόνιμα με ασφάλεια.
Διαχειριστής Μενού	Ειδικό πρόγραμμα για τη δημιουργία και τη διαχείριση μενού σε πολλαπλά επίπεδα.
Αρχειοθέτηση	Δίδεται δυνατότητα αρχειοθέτησης παλαιού περιεχομένου.
Οργάνωση Περιεχομένου	Το περιεχόμενο οργανώνεται (Ενότητες, Κατηγορίες, Αντικείμενα Περιεχομένου και Αυτόνομες Σελίδες) για εύκολη πλοήγηση και συντήρηση.
Μαζική Αλληλογραφία (Mass Mail)	Μαζική αποστολή αλληλογραφίας στους εγγεγραμμένους χρήστες.

Δελτία Τύπου (News Feeds)	Δυνατότητα σύνδεσης με πηγές πληροφοριών και παρουσίασή τους στον ιστότοπο.
Διαχείριση Υποβληθέντος Περιεχομένου	Υπάρχει η δυνατότητα διαχείρισης περιεχομένου που υποβάλλεται από τους χρήστες.
Διαχειριστής Module	Υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης, απεγκατάστασης και δημιουργία νέων modules.
Πολυγλωσσική Online Βοήθεια	Πολυγλωσσικές οθόνες βοήθειας και συμβουλές.
Πολυγλωσσικό Περιεχόμενο	Το Elxis είναι ένα αυθεντικά πολυγλωσσικό Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου που χρησιμοποιεί κωδικοποίηση UTF-8. Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας περιεχομένου για όλες τις εγκατεστημένες γλώσσες. Μπορεί να υπάρχουν διαφορετικά μενού και αντικείμενα μενού βάσει της γλώσσας που χρησιμοποιείται. Υπάρχει η ελευθερία επιλογής της δομής των περιεχομένων βάσει της γλώσσας που χρησιμοποιείται.
Γρήγορο	Οι ιστότοποι φορτώνουν ταχύτερα.
Σχεδιασμός βασισμένος σε CSS	Τα διανεμόμενα template βασίζονται σε CSS.
Υποστήριξη YAML Template	Το Elxis υποστηρίζει σχέδια και templates με τη χρήση του YAML.
Ευέλικτα Modules	Εμφάνιση modules ακριβώς όπου ορίζονται.
Εύκολη Πλοήγηση	Παρέχεται η δυνατότητα δημοσίευσης όσων μενού χρειάζεται. Υποστηρίζει και δυναμικά μενού.
Σχετικό Περιεχόμενο	Κάθε άρθρο μπορεί να έχει λίστα με σχετικούς συνδέσμους.
Εξαγωγή Άρθρων ως RTF	Δημιουργεί αρχεία RTF από τα άρθρα και μπορούμε να τα αποθηκεύσουμε στον υπολογιστή. Στη συνέχεια, μπορούμε να τα ανοίξουμε με OpenOffice ή το Ms Word για επεξεργασία.
Εκτύπωση και Αποστολή Άρθρων	Υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης ή αποστολής των άρθρων.
Δημοσκοπήσεις	Εμφάνιση δημοσκοπήσεων.
Επίπεδα Πρόσβασης και Περιεχόμενο	Μπορούμε να επιλέξουμε το περιεχόμενο που θα εμφανίζεται βάσει του επιπέδου πρόσβασης που έχει ο χρήστης.
Περιτύλιγμα (Wrapper)	Εμφάνιση περιεχομένου από άλλες εφαρμογές ή από άλλους ιστότοπους χρησιμοποιώντας περιτύλιγμα.
Αξιολόγηση Περιεχομένου	Δίδεται η δυνατότητα στους χρήστες να αξιολογήσουν το περιεχόμενο.
Εισαγωγή και Κυρίως Κείμενο	Τα άρθρα χωρίζονται σε εισαγωγικό και κυρίως κείμενο. Υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης της εισαγωγής και προαιρετική εμφάνιση του βασικού κειμένου.
Φόρμες Επαφής	Χρησιμοποιούμε τις φόρμες επαφής για να επιτρέψουμε στους χρήστες να επικοινωνούν με τους διαχειριστές.
Σύνδεσμοι	Εμφανίζει λίστες από συνδέσμους, οργανωμένους σε κατηγορίες.
Υποβολή Περιεχομένου από Χρήστες	Οι χρήστες μπορούν να υποβάλουν περιεχόμενο. Το περιεχόμενο ελέγχεται από τους διαχειριστές, πριν δημοσιευθεί.
Διαχείριση του Προφίλ	Τα μέλη μπορούν να διαχειρίζονται το προφίλ τους.

Βελτιστοποιημέ νη Cache	Χρησιμοποιεί Cache για την επιτάχυνση του ιστότοπου.
Ελεγχόμενο Υποσέλιδο	Η προσαρμογή του υποσέλιδου του ιστότοπου γίνεται με απλή τροποποίηση ενός αρχείου
Οθόνες Σύνδεσης	Το Elxis υποστηρίζει προσαρμοσμένες οθόνες σύνδεσης.
Ευέλικτη Εμφάνιση Περιεχομένου	Το διαθέσιμο περιεχόμενο είναι δυνατόν να εμφανίζεται με διάφορες μορφές, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τον τρόπο που οργανώνεται το περιεχόμενο του Elxis. Κάποιες από τις πιο συνηθισμένες επιλογές είναι: <ul style="list-style-type: none"> • Εμφάνιση Blog ■ Εμφάνιση με τη μορφή Πίνακα • Εμφάνιση Ενότητας • Εμφάνιση Κατηγορίας • Εμφάνιση ενός Αντικειμένου • Εμφάνιση Component • Αυτόνομες Σελίδες.
Rss feeds	Υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοσίας δικτύων με νέα από την Κοινότητα.
Video	Πλήρης υποστήριξη ενσωματωμένου video.
You tube	Πλήρης υποστήριξη ενσωματωμένου YouTube video.

Πίνακας 6-38: Βασικά χαρακτηριστικά ELXIS CMS

6.15.16 Ανάπτυξη πλατφόρμας συνεργασίας ως στοιχείου (component) του Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου

Αν και η ζήτηση για διαδικτυακή συνεργασία κινήθηκε σε πολύ μικρά επίπεδα, κάτι αναμενόμενο για Κοινότητα Εκπαιδευτικών, η ομάδα παρέμβασης θεώρησε ότι η ανάπτυξη ενός **στοιχείου συνεργασίας** θα αποτελέσει μια σημαντική προσθήκη στο πληροφοριακό σύστημα της Κοινότητας το οποίο βασίζεται σε Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου. Το στοιχείο της Εικονικής Συνεργασίας το οποίο αναπτύχθηκε χρησιμοποιεί τη βάση δεδομένων και την ψηφιακή βιβλιοθήκη του μητρικού συστήματος, αλλά είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητο. Η βασική του δομή ακολουθεί τη δομή μιας τυπικής Pask - συζήτησης. Διαθέτει ξεχωριστό τμήμα για τη **γνωστική αντανάκλαση και αλληλεπίδραση** και ξεχωριστό τμήμα **για τη δημιουργία του συνεπαγωγικού πλέγματος**. Το τμήμα της γνωστικής αντανάκλασης διαθέτει σύστημα άμεσης συζήτησης (chat) με δυνατότητα αποθήκευσης των συζητήσεων σε txt αρχείο. Παράλληλα, διαθέτει και forum για ασύγχρονη συζήτηση. Έχει τη δυνατότητα άμεσης αποστολής email για την ειδοποίηση μέλους, όπως επίσης και τη δυνατότητα αποστολής SMS προς μέλος ή ομάδα μελών. Η εγγραφή στο σύστημα πραγματοποιείται μετά από συνεννόηση με τον διαχειριστή ο οποίος και αποδίδει όνομα χρήστη και συνθηματικό. Η πλατφόρμα συνεργασίας έχει δωμάτια συνεργασίας τα οποία είναι ξεκλειδωτά με την έννοια ότι μπορεί ο οποιοσδήποτε κάτοχος πρόσβασης να περιηγείται και να παρακολουθεί ελεύθερα τις δραστηριότητες των άλλων δωματίων. Η επιλογή αυτή έγινε, προκειμένου να διευκολύνεται χωρίς περιορισμούς η επικοινωνία των μελών που συνεργάζονται.

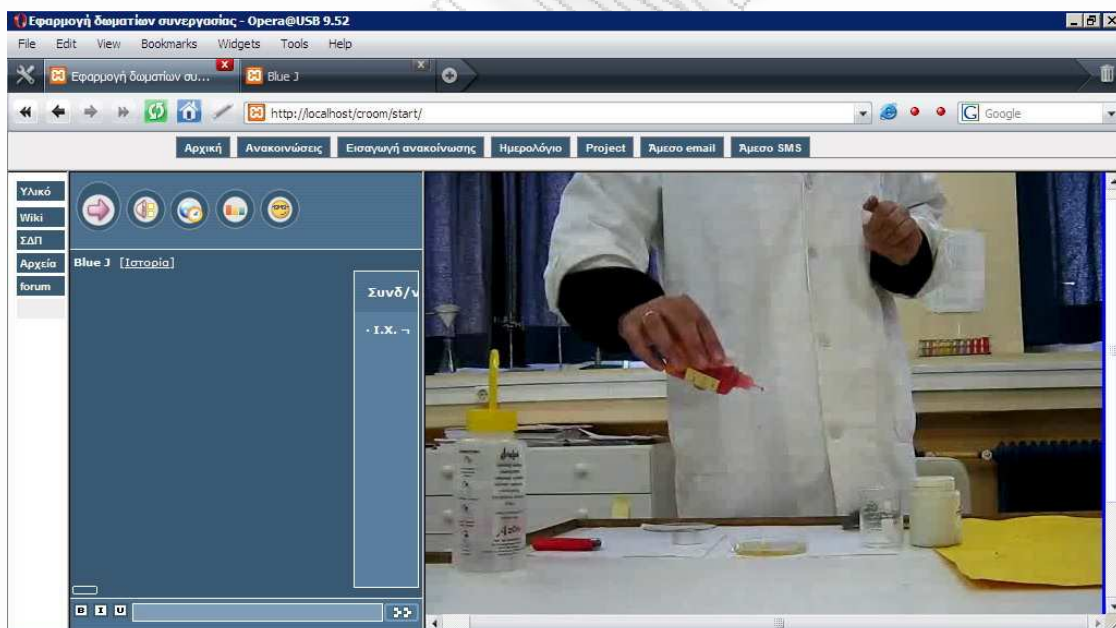
6.15.17 Σύγχρονη συνεργασία και παραγωγή γνώσης

Η σύγχρονη συνεργασία δίνει τη δυνατότητα στην ομάδα συνεργασίας να χρησιμοποιεί ελεύθερα όλους τους πόρους της Εικονικής Κοινότητας, είτε πρόκειται για πο-

λυμένα (Εικόνα 6-43) είτε πρόκειται για κείμενο (Εικόνα 6-44), και να καταγράψει τη συμφωνημένη γνώση σε wiki σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 6-42).



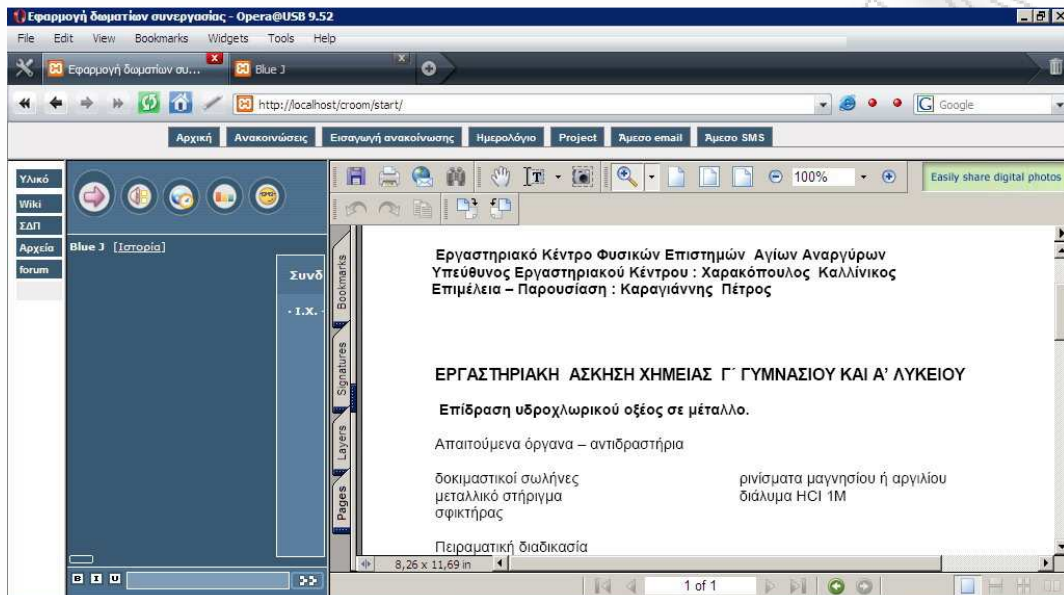
Εικόνα 6-42: Σχηματική απεικόνιση της εφαρμογής γνωστικής αντανάκλασης (αριστερά) και της εφαρμογής συνεπαγωγικού πλέγματος (δεξιά)



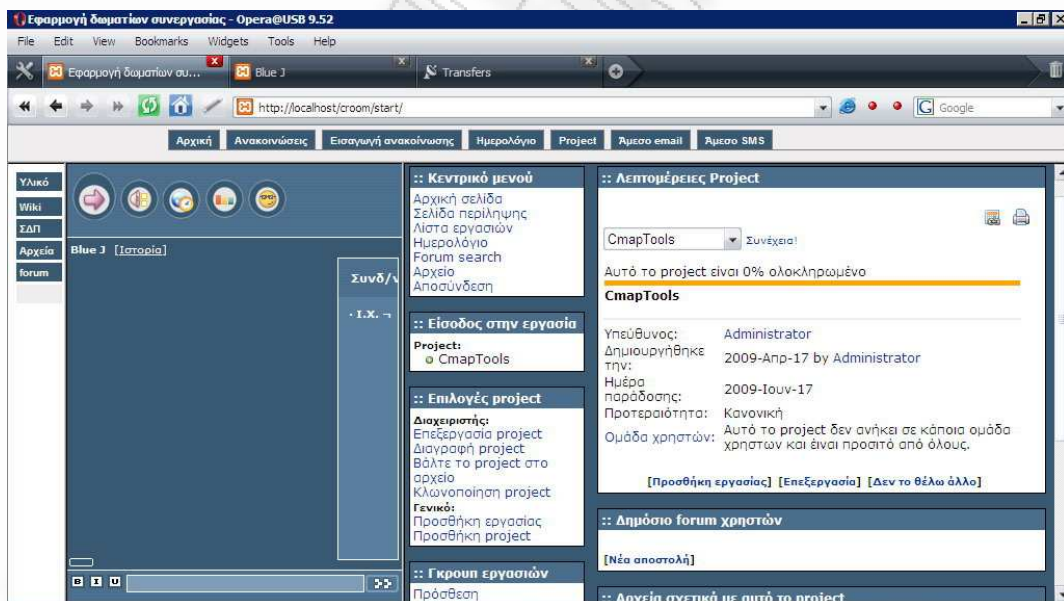
Εικόνα 6-43: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με video από τη βιβλιοθήκη υλικού

Με τον τρόπο αυτό έχουμε υλοποίηση των φάσεων της συζήτησης και της παραγωγής του συνεπαγωγικού πλέγματος. Στις περιπτώσεις που το αρχείο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί online είναι δυνατή η ανάκτησή του μέσα από το σύστημα διαχείρισης αρχείων του συστήματος (Εικόνα 6-44). Δίδεται, επίσης, η δυνατότητα μέσα από το ίδιο σύστημα διαχείρισης αρχείων να υποβάλλονται αρχεία και να ανταλλάσσονται μεταξύ των εκπαιδευτικών.

6.15.18 Σύγχρονη και ασύγχρονη συνεργασία με τη μορφή διαχείρισης έργου

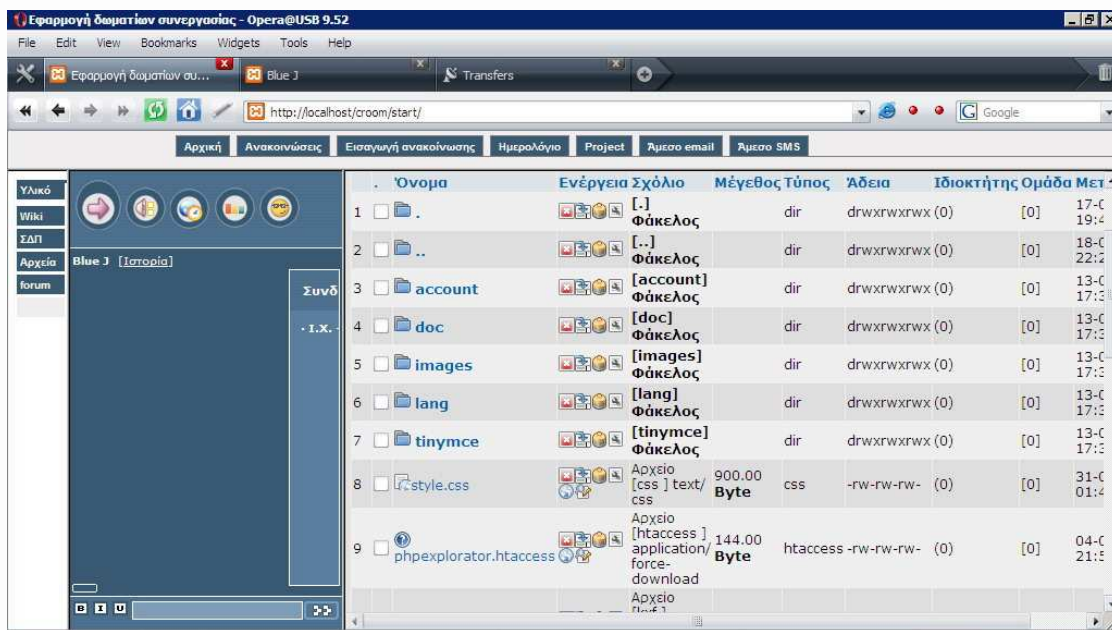


Εικόνα 6-44: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με αρχείο κειμένου από τη βιβλιοθήκη υλικού



Εικόνα 6-45: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με το Υποσύστημα Διαχείρισης Έργου

Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα ασύγχρονης συνεργασίας μέσω module διαχείρισης έργου (Εικόνα 6-45). Το module διαχείρισης έργου είναι πολύ ισχυρό και δίνει τη δυνατότητα για οργάνωση και συντονισμό της ομάδας με ημερολόγιο εργασιών, χρονοδιαγράμματα, δικό της σύστημα αρχείων και δικό της φόρουμ.



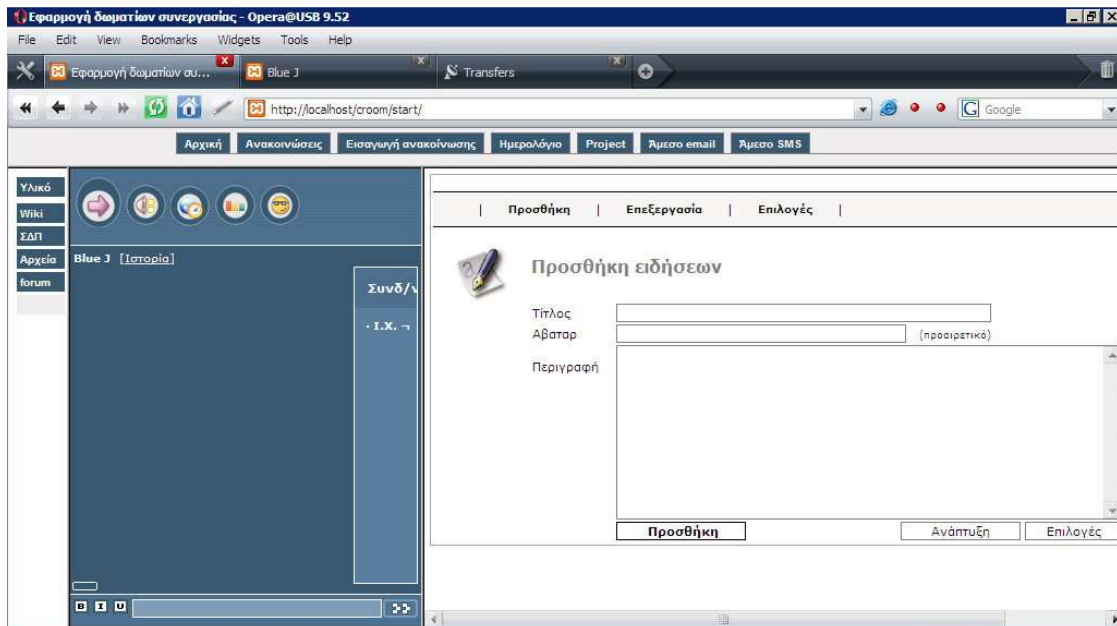
Εικόνα 6-46: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με το Υποσύστημα Διαχείρισης Αρχείων

6.15.19 Υποσυστήματα Επικοινωνίας



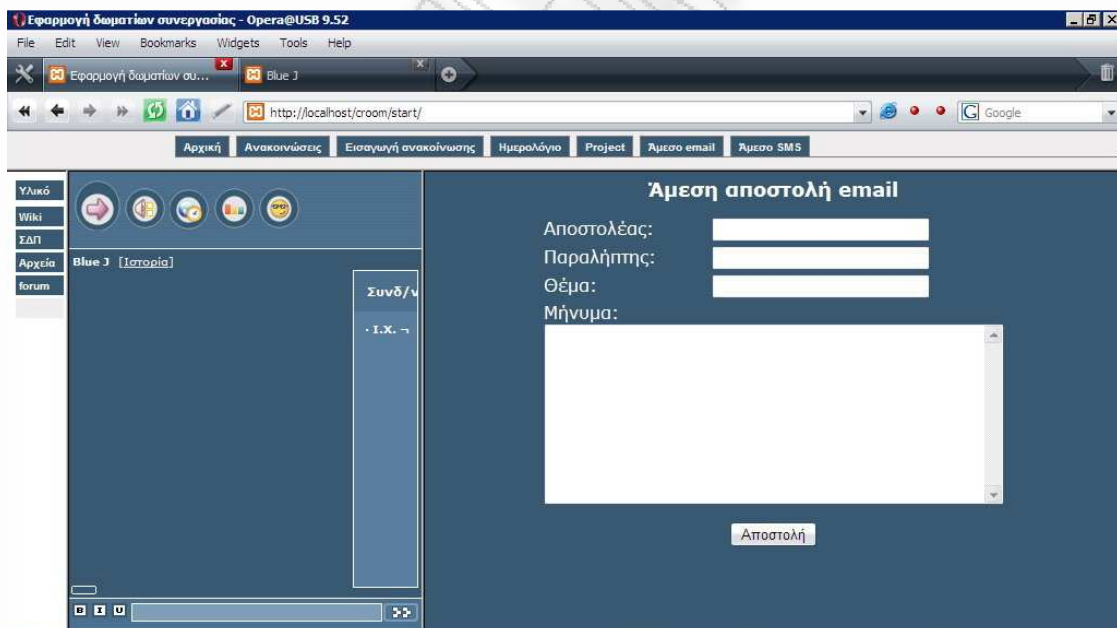
Εικόνα 6-47: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό με Υποσύστημα Ανακοινώσεων

Το Σύστημα Συνεργασίας υποστηρίζεται από μερικά πολύ ισχυρά επικοινωνιακά εργαλεία. Το πρώτο εργαλείο είναι ένα **Σύστημα Ανακοινώσεων** (Εικόνα 6-47) το οποίο χρησιμοποιείται για την επικοινωνία όλων των μελών που συμμετέχουν στην πλατφόρμα συνεργασίας. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την άμεση επικοινωνία όλων των εκπαιδευτικών είτε για ενημέρωση είτε για αναζήτηση βοήθειας, συνεργατών, υλικού κλπ. Το κάθε μέλος έχει πρόσβαση στη διαχείριση του συστήματος (Εικόνα 6-46).



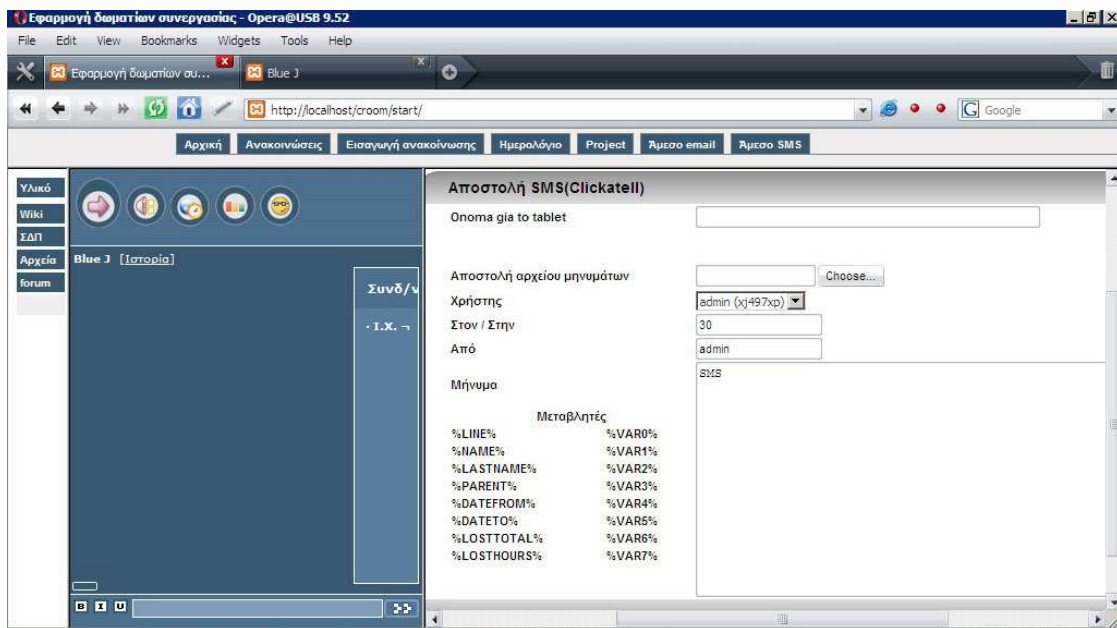
Εικόνα 6-48: Άμεση συγγραφή και δημοσίευση ανακοινώσεων

Το δεύτερο εργαλείο δίνει τη δυνατότητα άμεσης αποστολής email για την ειδοποίηση μέλους (Εικόνα 6-49).



Εικόνα 6-49: Το Υποσύστημα Άμεσης Αποστολής email

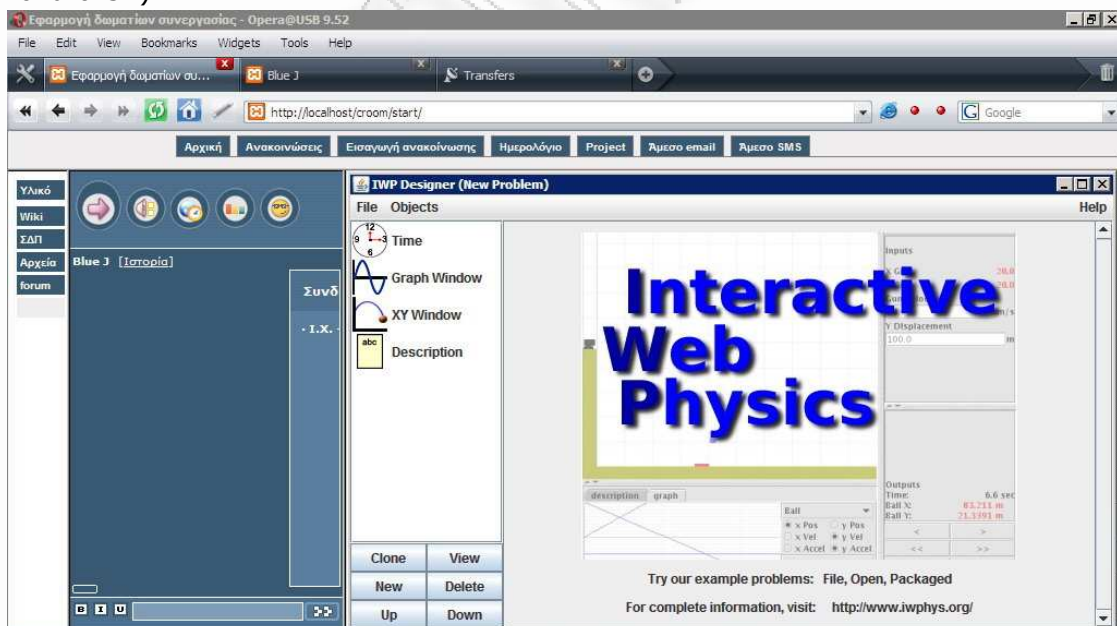
Το τρίτο εργαλείο επικοινωνίας επιτρέπει την άμεση αποστολή SMS (Εικόνα 6-50). Λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων, τα δωμάτια συνεργασίας πιθανώς να είναι άδεια. Με το σύστημα SMS, δίνεται η δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης μέλους με ταυτόχρονη κλίση για συνεργασία.



Εικόνα 6-50: Άμεση Αποστολή SMS

6.15.20 Συνεργασία για τη δημιουργία διδακτικών αντικειμένων

Το σύστημα συνεργασίας δίνει τη δυνατότητα παραγωγής διδακτικών αντικειμένων. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να συνεργαστεί με το σύστημα προσομοίωσης IWP (Interactive Web Physics) για την παραγωγή java applets για διδακτική χρήση (Εικόνα 6-51).



Εικόνα 6-51: Το Υποσύστημα Συζήτησης σε συνδυασμό τον Προσομοιωτή IWP

6.15.21 Ενσωμάτωση του Στοιχείου Συνεργασίας στο Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου

Η ενσωμάτωση του Στοιχείου Συνεργασίας στο Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου πραγματοποιείται με τη χρήση XML αρχείου. Το αρχείο αυτό διαχειρίζεται τέσσερις ομάδες πληροφοριών:

Α) Μεταδεδομένα του στοιχείου. Τα μεταδεδομένα περιλαμβάνουν πληροφορίες αναφορικά με τον συγγραφέα, τα πνευματικά δικαιώματα, την άδεια χρήσης κλπ.

Β) Δομή μενού του στοιχείου. Εδώ καθορίζεται το σύστημα μενού μέσω του οποίου θα πραγματοποιείται ο έλεγχος του στοιχείου από την εφαρμογή διαχείρισης του Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου.

Γ) Δομή αρχείων του στοιχείου. Στην περιοχή αυτή καταγράφονται όλα τα αρχεία τα οποία θα ενσωματωθούν στο Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου.

Με τον παραπάνω τρόπο το στοιχείο ενσωματώνεται στο Σύστημα Διαχείρισης περιεχομένου και ο έλεγχός του πραγματοποιείται μέσω του βασικού συστήματος διαχείρισης του Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου.

6.15.22 Δομημένος σχεδιασμός συστήματος ελέγχου και διαχείρισης του Πληροφοριακού Συστήματος της Εικονικής Κοινότητας

Έχοντας σχεδιάσει και υλοποιήσει τη *M – οντότητα* της Εικονικής Κοινότητας και με βάση τη θεματολογία που σχεδιάστηκε για την *P – οντότητα*, η ομάδα παρέμβασης προχώρησε στον σχεδιασμό των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας.

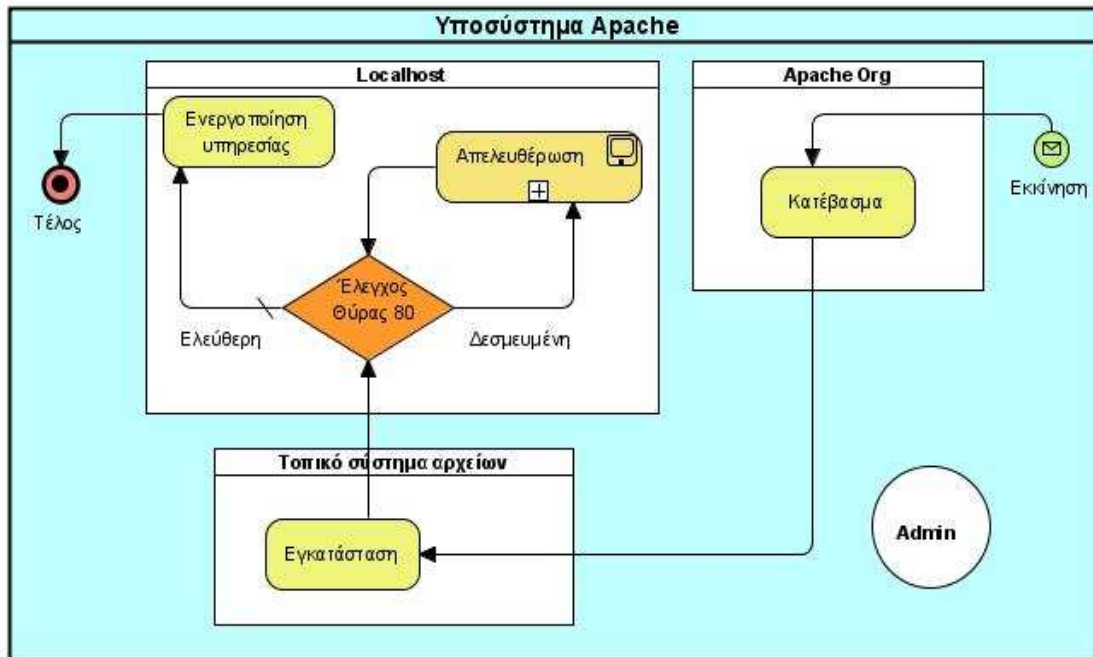
6.15.22.1 Καθορισμός διαδικασιών

Η αναπαράσταση των διαδικασιών της Εικονικής Κοινότητας αποτελεί ένα πολύ σημαντικό οργανωτικό ζήτημα. Έχοντας λύσει το πρόβλημα της αναπαράστασης της δομής της Εικονικής Κοινότητας με τη χρήση της DCSYM ως διαγραμματικής γλώσσας επικοινωνίας, προχωρήσαμε στη χρήση της DCSYM στην αναπαράσταση των διαδικασιών. Κρίθηκε απαραίτητο να επεκταθεί η σημειολογία της DCSYM με την προσθήκη μιας σειράς συμβόλων τα οποία θα περιγράφουν τη σειριακή τοποθέτηση των ενεργειών που συνθέτουν μια διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήσαμε μια διαγραμματική γλώσσα αποτύπωσης διαδικασιών της Εικονικής Κοινότητας.

6.15.22.2 Η Διαγραμματική Γλώσσα Αποτύπωσης Διαδικασιών (ΔΓΑΔ)

Για την αναπαράσταση των διαδικασιών χρησιμοποιούμε συνδυασμό των γραφικών περιβαλλόντων DCSYM και BPMN (Business process Modeling Notation).

Ο συνδυασμός των δύο δίνει ένα πολύ εύληπτο εννοιολογικά αποτέλεσμα, όπως χαρακτηριστικά δείχνει η Εικόνα 6-52. Η μοντελοποίηση με βάση το BPMN έχει τη δυνατότητα χειρισμού πολύπλοκων διαδικασιών. Η ανάγκη για την αναπαράσταση των διαδικασιών με σχηματικό τρόπο προέρχεται κατευθείαν από την αντιμετώπιση της όλης διαδικασίας της ανάπτυξης της Εικονικής Κοινότητας ως μαθησιακής συζήτησης.



Εικόνα 6-52: Σχηματική αναπαράσταση εγκατάστασης Apache

Οι διαδικασίες θα έπρεπε να είναι προϊόν οργανωσιακής μάθησης, ώστε να αποτελούν ρητά εκφρασμένη γνώση της Κοινότητας. Με τον διαγραμματικό τρόπο παρουσίασης και τη δυνατότητα χειρισμού των μοντέλων δίνεται η δυνατότητα βελτίωσης και εξέλιξης των διαδικασιών. Παράλληλα δημιουργείται και μια τεχνική γλώσσα L1 για την έκφραση των διαδικασιών, η οποία είναι βελτιστοποιημένη αναφορικά με την περιγραφική της δυνατότητα.

Τα γραφικά μοντέλα των διαδικασιών δύναται εν συνεχεία να εκφραστούν με διάφορους τρόπους όπως:

- ❖ Λεκτικές περιγραφές (για τη δημιουργία εγχειριδίων)
- ❖ XML περιγραφές (για τη χρήση από λογισμικό προσομοίωσης)
- ❖ Υλοποιήσεις λογισμικού
- ❖ Ανάπτυξη μαθησιακής συζήτησης αναφορικά με τις διαδικασίες της Εικονικής Κοινότητας.

Η χρήση γραφημάτων για την παρουσίαση των διαδικασιών διευκολύνει την επικοινωνία, ενώ ενεργοποιεί τη διαγραμματική σκέψη η οποία, όπως έχει τονιστεί, απευθύνεται σε πολύ μεγαλύτερο κοινό. Τέλος, η χρήση μιας διαγραμματικής γλώσσας με ιδιαίτερο συντακτικό διευκολύνει τη διαδικασία της γνωστικής αντανάκλασης, εξασφαλίζοντας τη χρήση μόνο σταθερών εννοιών ως βάση ανάπτυξης συλλογιστικών περιγραφών.

Παρακάτω παρουσιάζουμε τα βασικά δομικά στοιχεία της διαγραμματικής γλώσσας αποτύπωσης διαδικασιών (ΔΓΑΔ) της Εικονικής Κοινότητας (Πίνακας 6-39).

Σχήμα ΔΓΑΔ	Ερμηνεία
	Βασικό υποσύστημα
	Μη βασικό υποσύστημα
	Άτομο
	Έργο
	Κόμβος
	Μη βασική διαδικασία
	Γεγονός έναρξης
	Γεγονός λήξης
	Δεδομένα
	Περιγραφή
	Ενδιάμεσο γεγονός

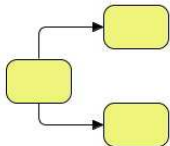
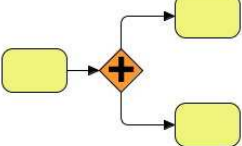
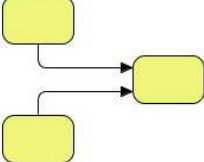
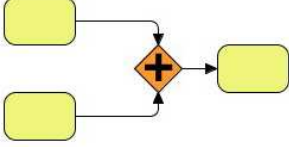
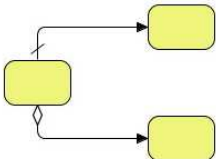
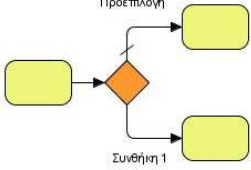
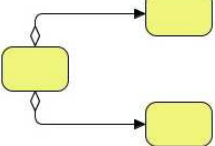
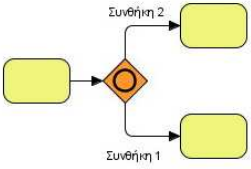
Πίνακας 6-39: Σχηματική απεικόνιση της αντικειμενικής γλώσσας αναπαράστασης διαδικασιών

Το βασικό υποσύστημα, το μη βασικό υποσύστημα και το άτομο αποτελούν βασικά συστατικά στοιχεία της DCSYM συστημικής δόμησης. Το **έργο** (task) αποτελεί τη βασική δομική μονάδα των διαδικασιών. Το έργο είναι θεμελιώδες και δεν αναλύεται σε άλλα υποέργα αλλά σε ενέργειες. Για παράδειγμα, η «ενεργοποίηση υπηρεσίας Apache» αναλύεται σε επιμέρους ενέργειες και αποτελεί βασικό έργο. Αν ένα έρ-

γο αναλύεται σε επιμέρους υποέργα, τότε θα ονομάζεται **μη βασική διαδικασία ή εμφωλιασμένη διαδικασία (sub-process)** και θα συμβολίζεται με αντίστοιχο σύμβολο, το οποίο και εκφράζει την ύπαρξη εσωτερικής δομής.

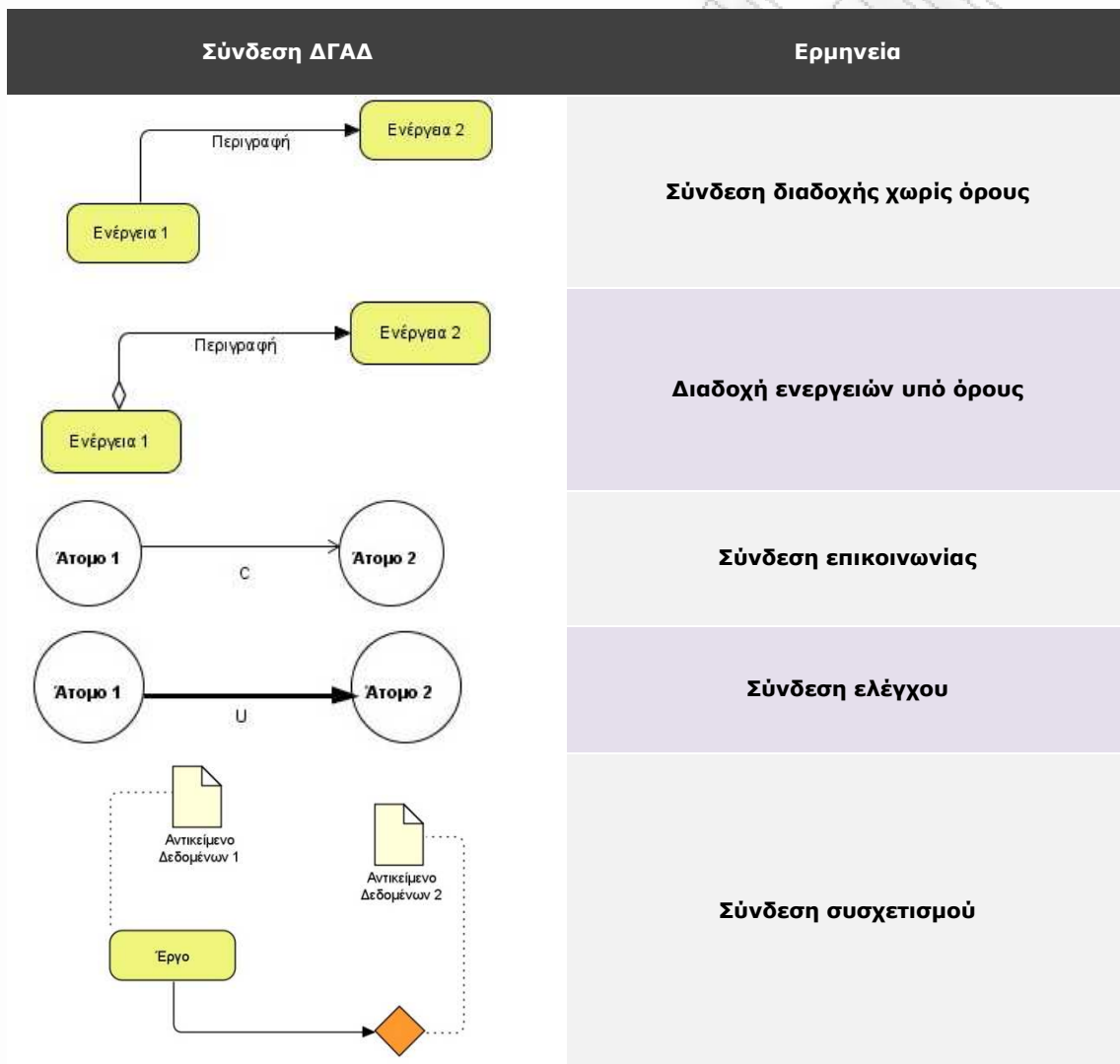
Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ έργου και μη βασικής διαδικασίας εξαρτάται από το βαθμό ανάλυσης τον οποίο έχουμε αποφασίσει. Μερικά έργα ρουτίνας, όπως για παράδειγμα η λήψη αντιγράφου ασφαλείας της βάσης δεδομένων, μπορεί να θεωρηθεί ως έργο και να μην αναλυθεί περαιτέρω, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σε διαφορετικούς διαχειριστές να πράξουν κατά βούληση. Αν όμως θέλουμε το έργο «λήψη αντιγράφου ασφαλείας της βάσης δεδομένων» να έχει μια κοινή υλοποίηση για όλους τους διαχειριστές, τότε θα πρέπει να περιγραφεί ως διαδικασία. Σε κάθε περίπτωση, η απόφαση εξαρτάται από τις ειδικότερες συνθήκες της μοντελοποίησης. Ο **κόμβος** αποτελεί σημείο συνάντησης δύο ή περισσότερων ροών έργων. Σε ένα κόμβο ενώνονται, διαχωρίζονται ή επιλέγονται έργα. Εφόσον ένα έργο διαχωρίζεται σε δύο, τότε μιλάμε για **κόμβο διαχωρισμού** (Πίνακας 6-40). Αν τα έργα ενώνονται, τότε ο κόμβος θα ονομάζεται **κόμβος συγχώνευσης**. Σε έναν κόμβο απόφασης η ροή της διαδικασίας καθορίζεται από κάποια δεδομένα τα οποία εισέρχονται στον κόμβο. Διακρίνουμε δύο ειδών αποφάσεις στο σημείο αυτό: την απόφαση χωρίς συνθήκες και την απόφαση με συνθήκες.

Στην πρώτη περίπτωση, υπάρχει μια προεπιλεγμένη διαδρομή διαδικασίας και μια εναλλακτική. Σε κανονικές συνθήκες, επιλέγεται η προεπιλεγμένη ροή. Αν όμως ενεργοποιηθεί κάποια συνθήκη, αλλάζει η ροή και επιλέγεται εναλλακτική διαδρομή.

Κόμβος ΔΓΑΔ	Ερμηνεία	
		Κόμβος διαχωρισμού
		Κόμβος σύνδεσης
		Κόμβος απόφασης
		Κόμβος απόφασης OR

Πίνακας 6-40: Κόμβοι διακλάδωσης

Στην απόφαση **χωρίς συνθήκες** επιλέγεται ανάλογα με τα δεδομένα μια από τις εναλλακτικές διαδρομές. Σε αυτήν την περίπτωση, οι εναλλακτικές ροές δύναται να είναι περισσότερες από δύο. Στη ΔΑΔΓ υπάρχουν τρία είδη **γεγονότων**: τα γεγονότα έναρξης της διαδικασίας, τα γεγονότα λήξης της διαδικασίας και τα ενδιάμεσα γεγονότα. Τα γεγονότα έναρξης σηματοδοτούν την έναρξη της διαδικασίας, ενώ τα γεγονότα λήξης σηματοδοτούν τη λήξη των διαδικασιών. Τα ενδιάμεσα γεγονότα συμβαίνουν ανάμεσα στην έναρξη και τη λήξη και επηρεάζουν τη ροή των διαδικασιών.



Πίνακας 6-41: Ερμηνεία βασικών συνδέσεων

Τα **αντικείμενα δεδομένων** περιέχουν δεδομένα τα οποία δεν επηρεάζουν άμεσα τη ροή των διαδικασιών, αλλά προσφέρουν πληροφορίες σχετικά με τα έργα και τα αποτελέσματά τους.

Οι **περιγραφές** είναι στοιχεία τα οποία συνδέονται με συνδέσμους συσχετισμού με οποιοδήποτε στοιχείο του μοντέλου.

Στην ΔΑΓΔ υπάρχουν τέσσερα είδη συνδέσμων: η **επικοινωνία**, όπως αυτή ορίστηκε στη DCSYM, ο **έλεγχος**, η **σύνδεση διαδοχής** και η **σύνδεση συσχετισμού**.

Η σύνδεση ροής αναφέρεται στη χρονική διαδοχή των έργων και διακρίνεται στη **σύνδεση χωρίς όρους** και στη **σύνδεση με συνθήκη**. Όπως φαίνεται στον πίνακα 6-41, υπάρχει διαφοροποίηση στον συμβολισμό μεταξύ της διαδοχής με όρους και χωρίς όρους.

Στο σημείο αυτό, θα θέλαμε να παρατηρήσουμε ότι, αν και οι συμβολισμοί αναφορικά με τις συνδέσεις μοιάζουν, δεν είναι δυνατόν να υλοποιηθεί σύνδεση επικοινωνίας μεταξύ των στοιχείων BPMN, όπως επίσης δεν είναι δυνατόν να υλοποιηθεί σύνδεση επικοινωνίας μεταξύ των στοιχείων της DCSYM. Η σύνδεση συσχετισμού παριστάνεται με μια διακεκομμένη γραμμή και εκφράζει τον απλό συσχετισμό μεταξύ στοιχείων του μοντέλου. Ο συσχετισμός επιτρέπεται μεταξύ όλων των στοιχείων εκτός των κόμβων.

6.16 Οργάνωση και αποτύπωση των διαδικασιών

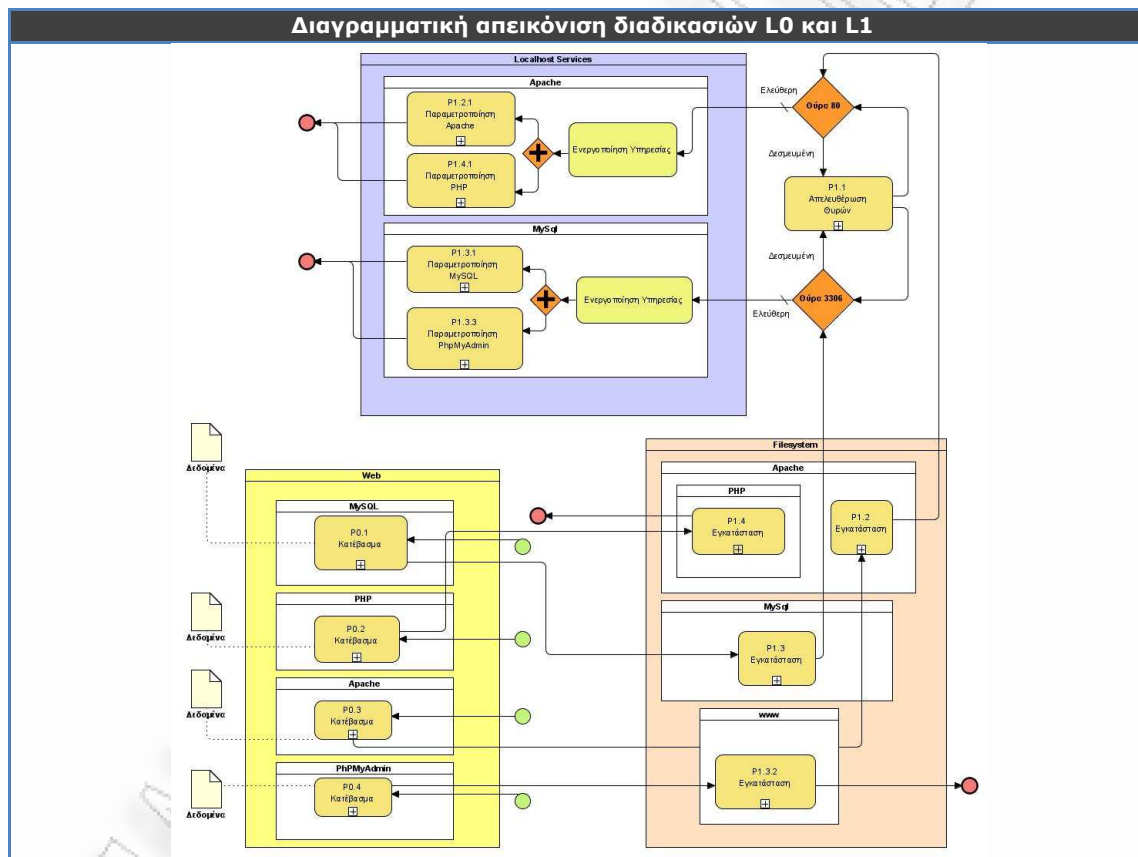
Οι διαδικασίες της Εικονικής Κοινότητας οργανώθηκαν σε ομάδες (Πίνακας 6-42). Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των διαδικασιών.

Ομάδα	Περιγραφή
Ομάδα L	Δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή (TE)
Ομάδα I	Εγκατάσταση πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)
Ομάδα S	Συγχρονισμός τοπικού εξυπηρετητή με απομακρυσμένο εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE-AE)
Ομάδα J	Εγκατάσταση συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού
Ομάδα CA	Διαδικασίες προσαρμογής του ΠΣ-ΣΔΠ
Ομάδα CC	Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού
Ομάδα U	Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)
Ομάδα A	Διαδικασίες ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος
Ομάδα AD	Οι διαδικασίες ασφαλείας του συστήματος φιλοξενίας (ΣΦ)
Ομάδα AP	Οι διαδικασίες ασφάλειας του πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ-ΣΔΠ)
Ομάδα M	Διαδικασίες μεταφοράς του πληροφοριακού συστήματος
Ομάδα N	Διαδικασίες λειτουργίας του πληροφοριακού συστήματος σε τοπικό δίκτυο
Ομάδα Y	Διαδικασίες διαχείρισης περιεχομένου της Εικονικής Κοινότητας
Ομάδα Z	Διαδικασίες διαχείρισης χρηστών
Ομάδα ZC	Γενικές διαδικασίες διαχείρισης συμμετοχής χρηστών
Ομάδα ZD	Ειδικές διαδικασίες ομάδων διαχείρισης χρηστών
Ομάδα D	Διαδικασίες διαχειριστών
Ομάδα SEO	SEO (Search Engine Optimization)
Ομάδα KM	Διαχείριση γνώσης της Κοινότητας

Πίνακας 6-42: Βασικές ομάδες διαδικασιών

6.16.1 Ομάδα L : Δημιουργία Τοπικού Εξυπηρετητή (TE)

Ο τοπικός εξυπηρετητής αποτελεί είδωλο του πραγματικού εξυπηρετητή και δημιουργείται σε υπολογιστή ο οποίος είναι εκτός σύνδεσης (off-line). Η δημιουργία του τοπικού (Localhost) εξυπηρετητή κρίνεται απαραίτητη για τους παρακάτω λόγους: Α) Δίνει τη δυνατότητα δοκιμών των αναβαθμίσεων και των προσθηκών ασφαλείας (patches) σε τοπικό επίπεδο, πριν υλοποιηθούν στον πραγματικό server. Β) Δίνεται η δυνατότητα ασφαλών δοκιμών προγραμμάτων ανοιχτού λογισμικού, προκειμένου να ελεγχθούν ασυμβατότητες και να βρεθούν λύσεις διασύνδεσης. Γ) Διευκολύνεται η μεταφορά όλης της τεχνολογικής υποδομής της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης σε άλλον εξυπηρετητή. Οι διαδικασίες της δημιουργίας τοπικού εξυπηρετητή παρουσιάζονται στους Πίνακες 6-43 και 6-44.



Πίνακας 6-43: Ομάδα L: Διαγραμματική απεικόνιση διαδικασιών L0 και L1

Ομάδα L : Δημιουργία Τοπικού Εξυπηρετητή (TE)

L0 Λήψη απαραίτητων αρχείων

- L0.1 Λήψη MySQL
- L0.2 Λήψη PHP
- L0.3 Λήψη Apache
- L0.4 Λήψη PhpMyAdmin

L1	Διαδικασία δημιουργίας TE L1.1 Απελευθέρωση των θυρών 80, 443, 3306 L1.2 Εγκατάσταση υπηρεσίας Apache L1.2.1 Παραμετροποίηση υπηρεσίας Apache L1.3 Εγκατάσταση υπηρεσίας MySQL L1.3.1 Παραμετροποίηση υπηρεσίας MySQL L1.3.2 Εγκατάσταση προγράμματος διαχείρισης της βάσης δεδομένων L1.3.3 Καθορισμός χρηστών και δικαιωμάτων χρήσης root L1.4 Εγκατάσταση PHP L1.4.1 Παραμετροποίηση PHP L1.5 Εγκατάσταση πρόσθετων (Perl, Filezilla, Mercury κλπ) L1.5.1 Απελευθέρωση των αναγκαιών θηρών για τις πρόσθετες υπηρεσίες
L2	Λειτουργία TE L2.1 Απελευθέρωση των θυρών 80, 443, 3306 L2.2 Ενεργοποίηση υπηρεσίας Apache L2.3 Ενεργοποίηση υπηρεσίας MySQL L2.4 Ενεργοποίηση πρόσθετων υπηρεσιών L2.5 Έλεγχος λειτουργίας υπηρεσιών L2.6 Κατάργηση υπηρεσιών TE

Πίνακας 6-44: Ομάδα L: Δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή (TE)

6.16.2 Ομάδα I : Εγκατάσταση πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)

Η ομάδα διαδικασιών της εγκατάστασης του ΠΣ-ΣΔΠ χαρτογραφεί τις απαραίτητες ενέργειες εγκατάστασης του ΣΔΠ τόσο σε επίπεδο τοπικού εξυπηρετητή όσο και σε επίπεδο απομακρυσμένου εξυπηρετητή. Οι σχετικές διαδικασίες δίδονται στους Πίνακες 6-45 και 6-46.

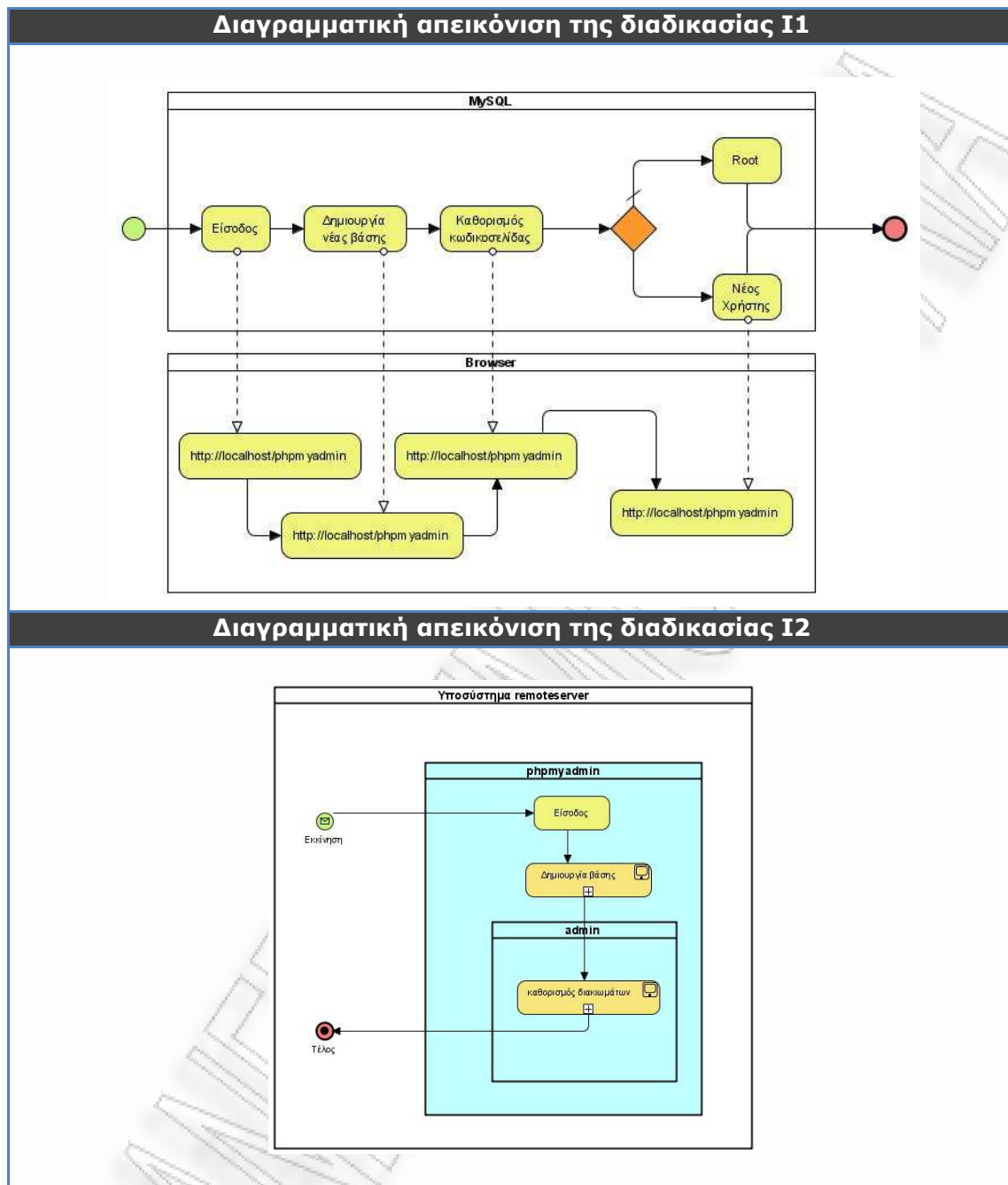
Ομάδα I : Εγκατάσταση Πληροφοριακού Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)

I1	Δημιουργία βάσης δεδομένων στον TE I1.1 Ενεργοποίηση TE (Διαδικασία L2) I1.2 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhnmyadmin I1.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων I1.4 Καθορισμός κωδικοσελίδας I1.5 Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών
I2	Εγκατάσταση της εφαρμογής ΠΣ-ΣΔΠ στον TE I2.1 Διαδικασία L2 I2.2 Λήψη αρχείων ΣΔΠ I2.3 Μεταφορά των αρχείων στην κατάλληλη θέση ¹¹⁵ I2.4 Παραμετροποίηση του αρχείου ρυθμίσεων

¹¹⁵ Συνήθως hhttpdocs ή httdpcs.

	<p>I2.5 Εγκατάσταση της εφαρμογής I2.5 Ελληνοποίηση της εφαρμογής εφόσον αυτό είναι δυνατόν I2.6 Έλεγχος λειτουργίας της εφαρμογής στον ΤΕ</p>
I3	<p>Δημιουργία FTP επικοινωνίας με το ΑΕ</p> <p>I3.1 Επιλογή και εγκατάσταση του κατάλληλου FTP client I3.2 Παραμετροποίηση και επίτευξη επικοινωνίας</p>
I4	<p>Δημιουργία βάσης δεδομένων ΠΣ-ΣΔΠ στον ΑΕ</p> <p>I4.1 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhnmyadmin- στον ΑΕ I4.2 Δημιουργία βάσης δεδομένων I4.3 Καθορισμός κωδικοσελίδας I4.4 Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών</p>
I5	<p>Άμεση εγκατάσταση ΠΣ-ΣΔΠ στον ΑΕ</p> <p>I5.1 Μεταφορά των αρχείων εγκατάστασης ΠΣ-ΣΔΠ ΣΤΟΝ ΑΕ με FTP I5.2 Καθορισμός δικαιωμάτων χρήσης των φακέλων, υποφακέλων και αρχείων I5.3 Εγκατάσταση I5.4.1 Παραμετροποίηση για τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων I5.4.2 Παραμετροποίηση προκειμένου να ληφθούν υπόψη ιδιαίτερες παράμετροι του server αναφορικά με apache και php (phpsafemode registerglobals κλπ.)</p>
I6	<p>Έμμεση εγκατάσταση ΠΣ-ΣΔΠ στον ΑΕ</p> <p>I6.1 Δημιουργία βάσης δεδομένων ΤΕ (Διαδικασία I1) I6.2 Εγκατάσταση της εφαρμογής ΠΣ-ΣΔΠ στον ΤΕ (Διαδικασία I2) I6.3 Δημιουργία FTP επικοινωνίας με το ΑΕ (Διαδικασία I3) I6.4 Μεταφορά συστήματος αρχείων από τον ΤΕ στον ΑΕ I6.5 Καθορισμός δικαιωμάτων CHMOD των αρχείων και φακέλων I6.5.1 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των φακέλων σε 755 I6.5.2 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων σε 644 I6.5.3 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων /tmp και /cache σε 777 I6.6 Δημιουργία βάσης δεδομένων ΠΣ-ΣΔΠ στον ΑΕ (Διαδικασία I4) I6.7 Συγχρονισμός βάσης δεδομένων ΤΕ-ΣΕ I6.8 Έλεγχος λειτουργίας</p>
I7	<p>Εγκατάσταση επιπλέον στοιχείων (Components)</p> <p>I7.1 Ενεργοποίηση ΤΕ (Διαδικασία L2) I7.2 Εκκίνηση ΣΔΠ σε ΤΕ I7.3 Είσοδος στη διαχείριση ΣΔΠ I7.4 Εγκατάσταση του στοιχείου I7.5 Δημιουργία FTP επικοινωνίας με το ΑΕ (Διαδικασία I3) I7.6 Συγχρονισμός συστήματος αρχείων ΤΕ→ΑΕ (Διαδικασία S1) I7.7 Καθορισμός δικαιωμάτων CHMOD I7.8 Συγχρονισμός βάσης δεδομένων ΤΕ→ΑΕ (Διαδικασία S2) I7.9 Έλεγχος λειτουργίας</p>

Πίνακας 6-45: Ομάδα I : Εγκατάσταση πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)



Πίνακας 6-46: Ομάδα S: Συγχρονισμός τοπικού εξυπηρετητή με απομακρυσμένο εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE→AE)

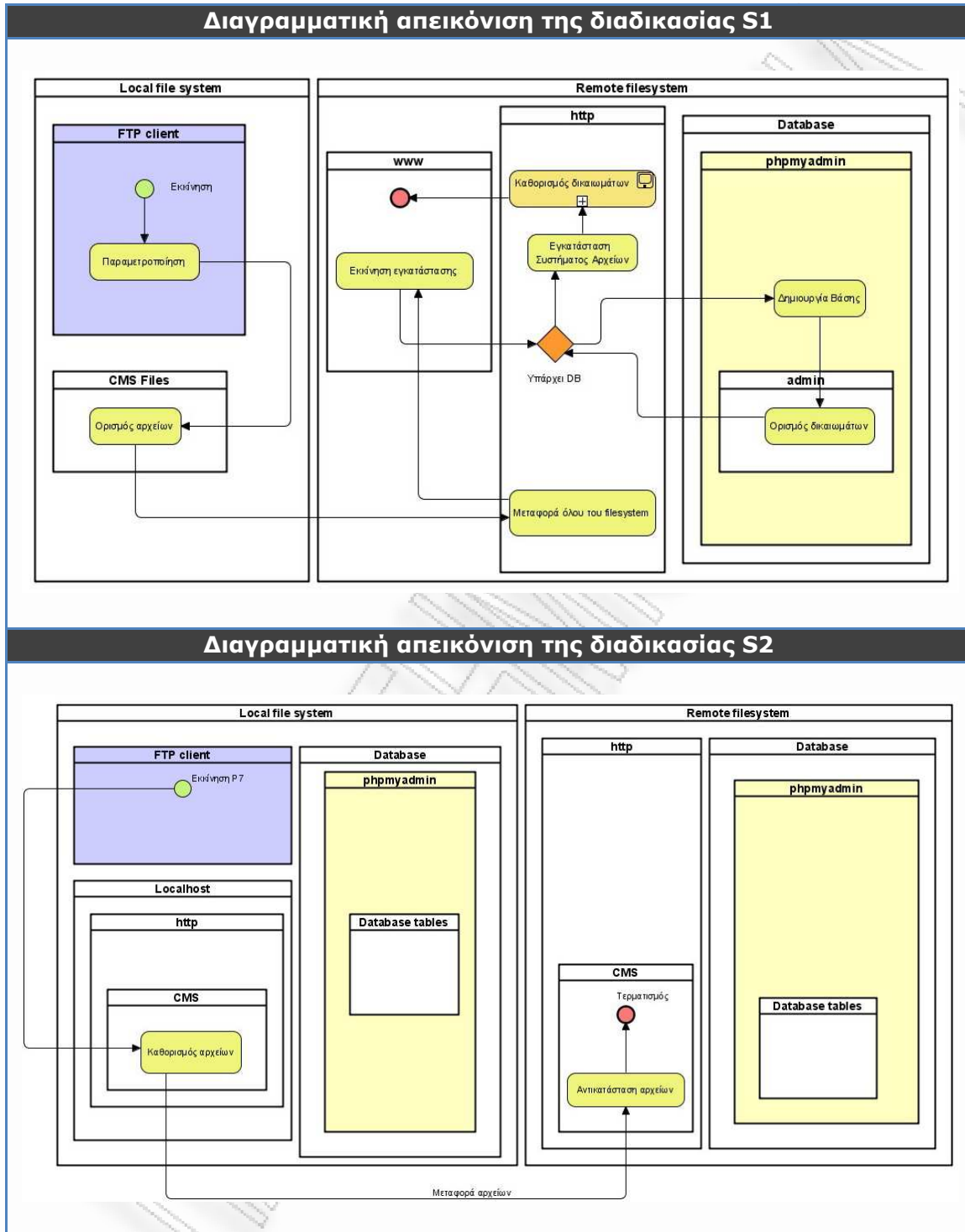
6.16.3 Ομάδα S: Συγχρονισμός Τοπικού Εξυπηρετητή με Απομακρυσμένο Εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE-AE)

Ο συγχρονισμός του τοπικού εξυπηρετητή με τον απομακρυσμένο εξυπηρετητή είναι απαραίτητος σε περιπτώσεις όπου γίνεται αναβάθμιση ή αποκαθίσταται κάποια βλάβη στο λογισμικό του απομακρυσμένου εξυπηρετητή.

Ομάδα S : Συγχρονισμός Τοπικού Εξυπηρετητή με Απομακρυσμένο Εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE-AE)	
S1	Συγχρονισμός συστήματος αρχείων TE→AE S1.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας TE-AE (διαδικασία I3) S1.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού TE→ AE S1.3 Επιλογή αρχείων μονόδρομου συγχρονισμού TE→ AE S1.4 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων στον AE S1.4.1 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των φακέλων σε 755 S1.4.2 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων σε 644 S1.4.3 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων /tmp και /cache σε 777
S2	Συγχρονισμός συστήματος αρχείων AE→TE S2.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας TE-AE (διαδικασία I3) S2.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού AE→ TE S2.3 Επιλογή αρχείων μονόδρομου συγχρονισμού AE→ TE
S3	Διαφορικός συγχρονισμός συστήματος αρχείων AE↔TE S3.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας TE-AE (διαδικασία I3) S3.2 Ενεργοποίηση διαφορικού συγχρονισμού
S4	Συγχρονισμός Βάσεων δεδομένων TE→AE S4.1 Ενεργοποίηση TE (Διαδικασία L2) S4.2 Εκκίνηση ΣΔΠ σε TE S4.3 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhpmysadmin- στον TE S4.3 Επιλογή των πινάκων των σχετικών με την εφαρμογή στον TE S4.2 Δημιουργία και αποθήκευση φακέλου .sql S4.3 Εκκίνηση ΣΔΠ σε AE S4.3 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhpmysadmin- στον AE S4.2 Δημιουργία και αποθήκευση φακέλου .sql
S5	Συγχρονισμός Βάσεων δεδομένων AE→TE S5.1 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhpmysadmin- στον AE S5.2 Επιλογή των πινάκων των σχετικών με την εφαρμογή στον AE S5.3 Δημιουργία και αποθήκευση αρχείου .sql S5.4 Ενεργοποίηση TE (Διαδικασία L2) S5.5 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως rhpmysadmin- στον TE S5.6 Εισαγωγή αρχείου .sql

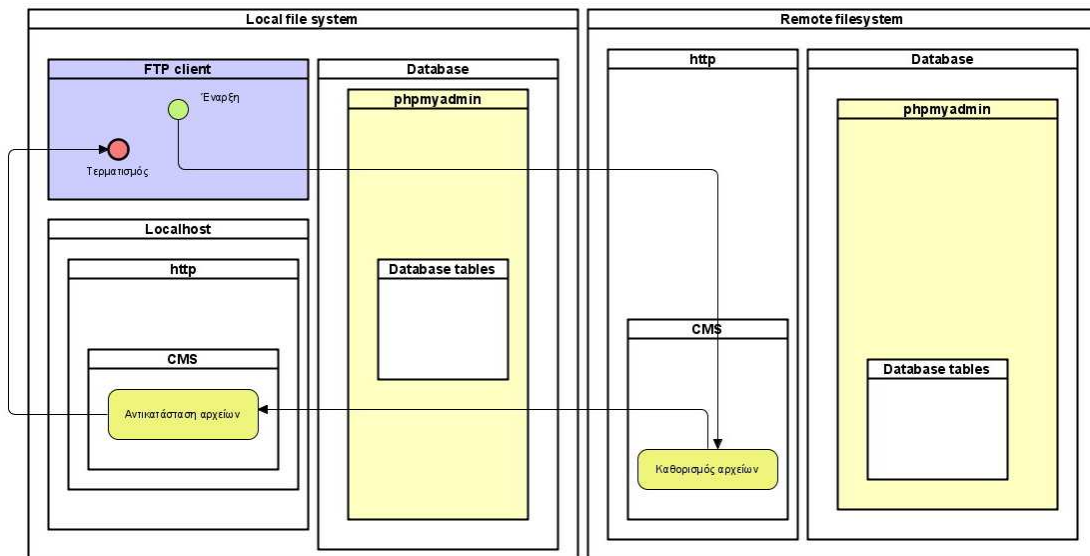
Πίνακας 6-47: Ομάδα S: Συγχρονισμός τοπικού εξυπηρετητή με απομακρυσμένο εξυπηρετητή (συγχρονισμός TE→AE)

Στον συγχρονισμό το σύστημα αρχείων στον τοπικό εξυπηρετητή αποτελεί το σύστημα αρχείων αναφοράς. Κάθε εγκατάσταση του πληροφοριακού συστήματος σε απομακρυσμένο εξυπηρετητή θα πρέπει να γίνεται με βάση τον τοπικό εξυπηρετητή. Με τον τρόπο αυτό, έχει κανείς τον απόλυτο έλεγχο του ανοιχτού λογισμικού. Οι σχετικές διαδικασίες συγχρονισμού δίδονται στους Πίνακες 6-47, 6-48 και 6-49.

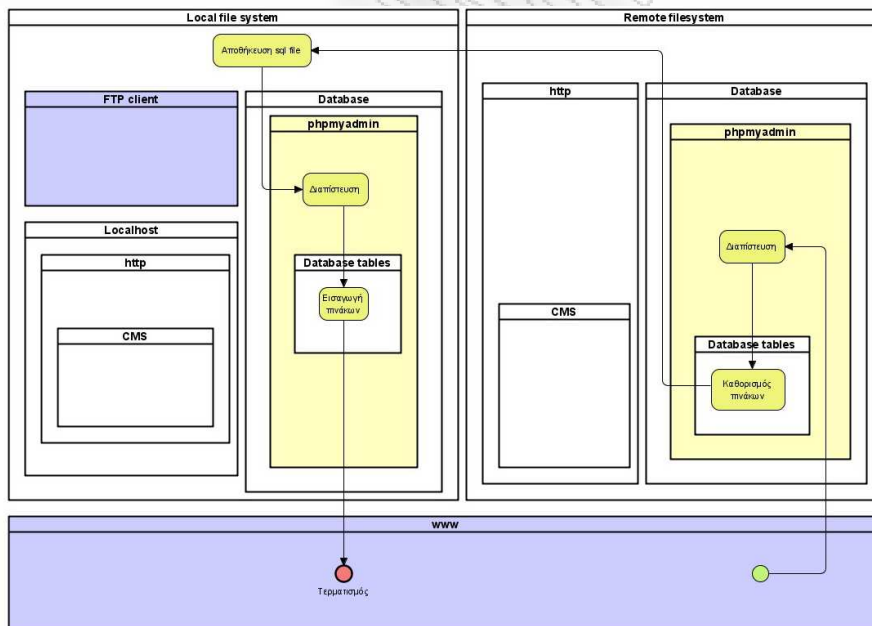


Πίνακας 6-48: Ομάδα S: Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S1 και S2

Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S3



Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S4



Πίνακας 6-49: Ομάδα S: Διαγραμματική απεικόνιση της διαδικασίας S3 και S4

Συγχρονισμό μπορούμε να κάνουμε και κάθε φορά που επιθυμούμε να ελέγξουμε για εγκατάσταση παρασιτικού λογισμικού στον απομακρυσμένο εξυπηρετητή. Με διαφορετικό έλεγχο των συστημάτων αρχείων στον τοπικό και τον απομακρυσμένο εξυπηρετητή είναι δυνατόν να εντοπίσουμε τα πρόσθετα αρχεία που έχουν εγκατασταθεί χωρίς τη δική μας συναίνεση.

6.16.4 Ομάδα J : Εγκατάσταση συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού

Στον Πίνακα 6-50 παρουσιάζονται οι διαδικασίες της εγκατάστασης συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού. Το σύστημα αυτό είναι προαιρετικό και απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς οι οποίοι επιχειρούν να κατακτήσουν το στάδιο του προγραμματισμού. Μέσω του συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού δίδεται η δυνατότητα παρέμβασης στο ανοιχτό λογισμικό των εφαρμογών. Μια σημαντική εφαρμογή αποτελεί η ελληνοποίηση των συστημάτων διεπαφής κάποιων προγραμμάτων ή η διόρθωση και τροποποίηση του ελληνικού συστήματος διεπαφής σε άλλα που διαθέτουν τέτοιο.

Ομάδα J : Εγκατάσταση συστήματος ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού	
J0	Ενεργοποίηση συστήματος για λειτουργία JAVA J0.1 Λήψη JAVA SDK, JRE J0.2 Εγκατάσταση JAVA SD, JRE J0.3 Λήψη JAD decompiler J0.4 Εγκατάσταση JAD decompiler
J1	Εγκατάσταση και λειτουργία πλατφόρμας eclipse J1.1 Λήψη αρχείων J1.2 Εκκίνηση πρώτης φοράς και παραμετροποίηση J1.2 Καθορισμός χώρου εργασίας (workspace)
J2	Προσθήκη πρόσθετων στοιχείων eclipse J2.1 Προσθήκη PHP editor plugin J2.2 Προσθήκη JAD plugin
J3	Εγκατάσταση πρόσθετων προγραμμάτων ανάπτυξης και διαχείρισης λογισμικού J3.1 Εγκατάσταση GIMP photoeditor J3.2 Εγκατάσταση Notepad++ J3.3 Εγκατάσταση Autoit3 J3.3 Εγκατάσταση Firefoxportable
J4	Λειτουργία πλατφορμών ανάπτυξης J3.1 Λειτουργία πλατφόρμας eclipse J3.2 Λειτουργία πλατφόρμας Autoit J3.3 Λειτουργία πλατφόρμας html

Πίνακας 6-50: Ομάδα C : Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού

6.16.5 Ομάδα CA : Διαδικασίες προσαρμογής και παραμετροποίησης ΠΣ-ΣΔΠ

Οι διαδικασίες της ομάδας CA οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-51 αφορούν την προσαρμογή των παραμέτρων περιβάλλοντος του ΣΔΠ, ώστε να είναι συμβατό με το περιβάλλον του εξυπηρετητή. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται κατά την εγκατάσταση και τις περισσότερες φορές δεν μεταβάλλονται. Αν αλλάξουν παράμετροι στον εξυπηρετητή ή στο πρόγραμμα, θα πρέπει να γίνει σχετική επέμβαση.

Ομάδα CA : Διαδικασίες ρύθμισης και παραμετροποίησης ΠΣ-ΣΔΠ	
CA1	<p>Προκαταρκτικές ενέργειες</p> <p>CA1.1 Ενεργοποίηση πλατφόρμας html (Διαδικασία J3) CA1.1.1 Ενεργοποίηση editor notepad++ CA1.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού ΑΕ→ ΤΕ (Διαδικασία S3) CA1.3 Επιλογή αρχείου configuration.php CA1.4 Φόρτωση του αρχείου configuration.php στο notepad++</p>
CA1	<p>Ρυθμίσεις ιστοτόπου</p> <p>CA1.1 Ενεργοποίηση, απενεργοποίηση δημοσίου τμήματος ιστοτόπου CA1.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_offline CA1.2 Μήνυμα απενεργοποίησης CA1.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_offline_message CA1.3 Μήνυμα σφάλματος συστήματος CA1.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_error_message CA1.4 Όνομα ιστοτόπου CA1.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_sitename CA1.5 Components συστήματος πρόσβασης CA1.5.1 Μεταβλητή \$mosConfig_access CA1.6 Χρήση εικόνων ασφαλείας CA1.6.1 Μεταβλητή \$mosConfig_captcha CA1.7 Διαχωρισμός μελών – μη μελών CA1.7.1 Μεταβλητή \$mosConfig_shownoauth CA1.8 Εγγραφή μελών CA1.8.1 Μεταβλητή \$mosConfig_allowUserRegistration CA1.9 Ενεργοποίηση λογαριασμών με email CA1.9.1 Μεταβλητή \$mosConfig_useractivation CA1.10 Χρήση διαδικασίας αποσφαλμάτωσης CA1.10.1 Μεταβλητή \$mosConfig_debug CA1.11 Μήκος λίστας CA1.11.1 Μεταβλητή \$mosConfig_list_limit CA1.12 Χρήση εικονιδίου αγαπημένων CA1.12.1 Μεταβλητή \$mosConfig_favicon</p>
CA2	<p>Ρυθμίσεις εντοπιότητας</p> <p>CA2.1 Προκαθορισμένη γλώσσα CA2.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_alang CA2.2 Διαφορά ώρας CA2.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_offline_offset CA2.3 Εντοπιότητα</p>

	CA2.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_locale
CA3	<p>Ρυθμίσεις περιεχομένου</p> <p>CA3.1 Συνδεδεμένοι τίτλοι</p> <p>CA3.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_link_title</p> <p>CA3.2 Σύνδεσμος διαβάστε περισσότερα</p> <p>CA3.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_readmore</p> <p>CA3.3 Αξιολόγηση αντικειμένων</p> <p>CA3.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_vote</p> <p>CA3.4 Ονόματα συγγραφέων</p> <p>CA3.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hideAuthor</p> <p>CA3.5 Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας</p> <p>CA3.5.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hideCreateDate</p> <p>CA3.6 Ημέρα και ώρα τροποποίησης</p> <p>CA3.6.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hideCreateDate</p> <p>CA3.7 Επιτυχίες</p> <p>CA3.7.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hits</p> <p>CA3.8 Δυνατότητα εμφάνισης συμβόλου RTF</p> <p>CA3.8.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hideRtf</p> <p>CA3.9 Δυνατότητα εμφάνισης συμβόλου PDF</p> <p>CA3.9.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hidePDF</p> <p>CA3.10 Δυνατότητα εμφάνισης συμβόλου εκτύπωσης</p> <p>CA3.10.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hidePrint</p> <p>CA3.11 Δυνατότητα εμφάνισης συμβόλου email</p> <p>CA3.11.1 Μεταβλητή \$mosConfig_hide_email</p> <p>CA3.12 Εμφάνιση πίνακα περιεχομένου</p> <p>CA3.12.1 Μεταβλητή \$mosConfig_multipage_toc</p> <p>CA3.13 Δυνατότητα εμφάνισης πλήκτρου επιστροφής</p> <p>CA3.13.1 Μεταβλητή \$mosConfig_back_button</p> <p>CA3.14 Εμφάνιση κουμπιών πλοήγησης</p> <p>CA3.14.1 Μεταβλητή \$mosConfig_item_navigation</p>
CA4	<p>Ρυθμίσεις βάσης δεδομένων</p> <p>CA4.1 Φιλοξενητής</p> <p>CA4.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_host</p> <p>CA4.2 Όνομα χρήστη</p> <p>CA4.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_user</p> <p>CA4.3 Συνθηματικό χρήστη</p> <p>CA4.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_password</p> <p>CA4.4 Όνομα βάσης δεδομένων</p> <p>CA4.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_db</p>
CA5	<p>Ρυθμίσεις εξυπηρετητή</p> <p>CA5.1 Απόλυτη διαδρομή</p> <p>CA5.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_absolute_path</p> <p>CA5.2 Ενεργός ιστότοπος</p> <p>CA5.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_live_site</p> <p>CA5.3 Μυστική λέξη</p> <p>CA5.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_secret</p> <p>CA5.4 Δυνατότητα συμπίεσης gzip</p> <p>CA5.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_gzip</p> <p>CA5.5 Αναφορά σφάλματος</p> <p>CA5.5.1 Μεταβλητή \$mosConfig_error_reporting</p> <p>CA5.6 Εξομοιωτής Register Globals</p> <p>CA5.6.1 Μεταβλητή \$mosConfig_register_globals</p>

CA6	<p>Ρυθμίσεις μεταδεδομένων</p> <p>CA6.1 Γενική meta-περιγραφή του δικτυακού τόπου CA6.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_MetaDesc CA6.2 Γενικές λέξεις κλειδιά CA6.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_Metakeys CA6.3 Μετατίτλος CA6.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_MetaTitle CA6.4 Μετασυγγραφέας CA6.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_MetaAauthor</p>
CA7	<p>Ρυθμίσεις Αλληλογραφίας</p> <p>CA7.1 Ταχυδρομητής CA7.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_mailer CA7.2 Αποστολή αλληλογραφίας από CA7.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_mailfrom CA7.3 Όνομα αποστολέα CA7.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_fromname CA7.4 Μετασυγγραφέας CA7.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_MetaAauthor CA7.5 Πιστοποίηση SMTP CA7.5.1 Μεταβλητή \$mosConfig_smtppauth CA7.6 Χρήστης SMTP CA7.6.1 Μεταβλητή \$mosConfig_smtppuser CA7.7 Κωδικός SMTP CA7.7.1 Μεταβλητή \$mosConfig_smtppass CA7.8 Φιλοξενητής SMTP CA7.8.1 Μεταβλητή \$mosConfig_smtphost</p>
CA8	<p>Στατιστικά</p> <p>CA8.1 Ενεργοποίηση στατιστικών CA8.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_enable_stats CA8.2 Καταγραφή εμφανίσεων ανά ημέρα CA8.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_log_items CA8.3 Καταγραφή λέξεων από την αναζήτηση CA8.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_enable_log_searches</p>
CA9	<p>SEO</p> <p>CA9.1 Φιλικά στις μηχανές αναζήτησης URL CA9.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_sef CA9.2 Δυναμικοί τίτλοι σελίδων CA9.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_pagetitles</p>
CA10	<p>Ρυθμίσεις FTP</p> <p>CA10.1 Ενεργοποίηση FTP CA10.1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_ftp CA10.2 Φιλοξενητής FTP CA10.2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_ftp_user CA10.3 Κωδικός πρόσβασης CA10.3.1 Μεταβλητή \$mosConfig_ftp_pass CA10.4 Θύρα FTP</p>

	CA10.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_ftp_port CA10.4 Διαδρομή FTP Root CA10.4.1 Μεταβλητή \$mosConfig_ftp_root
CA11	Διαδικασίες τερματισμού παραμετροποίησης CA1.1 Αποθήκευση τροποποιημένου configuration.php CA1.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού ΑΕ→ΤΕ (Διαδικασία S3) CA1.3 Αποστολή του αρχείου στο root του τόπου φιλοξενίας

Πίνακας 6-51: Ομάδα CA: Διαδικασίες ρύθμισης και παραμετροποίησης ΠΣ-ΣΔΠ

6.16.6 Ομάδα CC: Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού

Στον Πίνακα 6-52 παρουσιάζονται οι διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού. Το ανοιχτό λογισμικό συνήθως απαιτεί κάποιες παρεμβάσεις ως επί το πλείστον μικρής κλίμακας, προκειμένου να προσαρμοστεί απόλυτα στις ανάγκες μας. Οι επεμβάσεις αφορούν συνήθως στοιχεία του συστήματος διεπαφής, όπως κωδικοσελίδες και πρότυπα παρουσίασης.

Ομάδα CC : Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού	
CC1	Εγκατάσταση και λειτουργία πλατφόρμας eclipse (Διαδικασία ομάδας J)
CC2	Τροποίηση μη συμβατού κώδικα CC2.1 Εντοπισμός μη συμβατού κώδικα ¹¹⁶ CC2.2 Χρήση editor ή IDE για την τροποποίηση και τη δημιουργία patch CC2.3 Δοκιμή σε επίπεδο localhost CC2.4 Μεταφορά του τροποποιημένου αρχείου στον remote server και αντικατάσταση
CC3	Ενσωμάτωση localisation ή Ελληνοποίηση CC3.1 Ενσωμάτωση Ελληνοποίησης CC3.2 Ελληνοποίηση ενσωματωμένου Locale script CC3.3 Δημιουργία binary αρχείου
CC4	Προσαρμογή skin ή template
CC5	Ενσωμάτωση άλλων στοιχείων

Πίνακας 6-52: Ομάδα CC : Διαδικασίες προσαρμογής του κώδικα ανοιχτού λογισμικού

¹¹⁶ Συνήθως πρόκειται για κώδικα όπου δεν γίνεται αναφορά της σωστής κωδικοσελίδας για την ελληνική γλώσσα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να επέμβουμε και να τον τροποποιήσουμε, ώστε να είναι συμβατός. Η τροποποίηση πραγματοποιείται με τη χρήση editor.

6.16.7 Ομάδα AD: Οι διαδικασίες ασφαλείας του συστήματος φιλοξενίας ΣΦ

Από τις πιο σημαντικές διαδικασίες του OSA-CMS δυναμικού πληροφοριακού συστήματος είναι η ανάπτυξη διαδικασιών ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος. Οι σχετικές διαδικασίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-53.

ΟΜΑΔΑ AD: Οι διαδικασίες ασφαλείας του συστήματος φιλοξενίας ΣΦ	
AD1	<p>Καθορισμός των δικαιωμάτων σε επίπεδο .htaccess</p> <p>AD1.1 Καθορισμός μπλοκαρισμένων IP AD1.2 Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών AD1.3 Καθορισμός περαιτέρω κανόνων πρόσβασης AD1.4 κατασκευή αρχείου .htaccess</p>
AD2	<p>Καθορισμός ειδικών οδηγιών προς Apache</p> <p>AD2.1 κατασκευή αρχείου .htaccess με οδηγίες για τον Apache</p>
AD3	<p>Καθορισμός των ασφαλών δικαιωμάτων σε υποφακέλους , φακέλους και αρχεία στον βασικό server</p> <p>AD3.1 Πραγματοποίηση FTP σύνδεσης με το ΑΕ AD3.2 Καθορισμός ελάχιστου δυνατού CHMOD για τους φακέλους και τα αρχεία AD3.3.1 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των φακέλων σε 755 AD3.3.2 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων σε 644 AD3.3.3 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων /tmp και /cache σε 777</p>
AD4	<p>Διαδικασία κλειδώματος ΠΣ-ΣΔΠ για συντήρηση ή έλεγχο</p> <p>AD4.1 Δημιουργία .htaccess υψηλής ασφαλείας AD4.2 Μεταφορά .htaccess υψηλής ασφαλείας, στη βάση του χώρου φιλοξενίας AD4.3 Αντικατάσταση υπάρχοντος .htaccess με το .htaccess υψηλής ασφαλείας</p>
AD5	<p>Διαδικασία ξεκλειδώματος ΠΣ-ΣΔΠ</p> <p>AD5.1 Διαγραφή .htaccess υψηλής ασφαλείας AD5.2 Μεταφορά .htaccess κανονικού επιπέδου ασφαλείας</p>
AD6	<p>Διαφορικός έλεγχος αρχείων</p> <p>AD6.1 Πραγματοποίηση συγχρονισμού (διαδικασία S3) AD6.2 Εντοπισμός ανανεώσεων AD6.3 Εξέταση των ανανεώσεων και χαρακτηρισμός τους</p>
AD7	<p>Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας</p> <p>AD7.1 Συγχρονισμός S2 και μεταφορά όλου του συστήματος αρχείων AD7.2 Συγχρονισμός S5 και μεταφορά αρχείου SQL</p>

AD8	Αποκατάσταση αντιγράφων ασφαλείας AD8.1 Συγχρονισμός S1 και μεταφορά αρχείων σε AE AD8.2 Αποκατάσταση CHMOD δικαιωμάτων AD8.3 Συγχρονισμός S4 και αποκατάσταση της βάσης AD8.4 Έλεγχος της σωστής λειτουργίας της εφαρμογής
AD9	Έλεγχος δομής συστήματος αρχείων AD9.1 Συγχρονισμός S2 και μεταφορά όλου του συστήματος αρχείων AD9.2 Έλεγχος συστήματος αρχείων AD9.3 Έλεγχος για κακόβουλα αρχεία AD9.4 Καθάρισμα του συστήματος αρχείων
AD10	Έλεγχος περιβάλλοντος PHP
AD10	Έλεγχος στατιστικών στοιχείων AD10.1 Λήψη και επεξεργασία στατιστικών κινήσεων του τόπου φιλοξενίας
AD11	Αποστολή και λήψη αρχείου .htaccess AD11.1 Σύνδεση με FTP (Διαδικασία I3) AD11.2 Αποστολή αρχείου .htaccess στην κατάλληλη θέση AD11.3 Λήψη και επισκόπηση αρχείου .htaccess
AD12	Καθορισμός χρόνου ζωής συνεδρίας AD12.1 Σύνδεση με διαχείριση AD12.2 Σύνδεση με Γενικές Ρυθμίσεις AD12.3 Αλλαγή CHMOD του αρχείου configuration.php σε δυνατότητα εγγραφής (777) AD12.4 Ορισμός κατάλληλης τιμής για τη ζωή συνεδρίας AD12.5 Επαναφορά CHMOD σε κατάσταση ασφαλείας (644)
AD13	Ασφαλές κλειδί φακέλων AD13.1 Δημιουργία .htaccess υψηλής ασφαλείας AD13.2 Μεταφορά .htaccess υψηλής ασφαλείας φακέλου της εφαρμογής πχ. φάκελος Administrator AD13.3 Αντικατάσταση υπάρχοντος .htaccess με το .htaccess υψηλής ασφαλείας

Πίνακας 6-53: ΟΜΑΔΑ Α: Οι διαδικασίες ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος

Η βασική στρατηγική σε πρώτη φάση καθορίζεται από τον συνδυασμό CHMOD και κανόνων .htaccess. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε να δημιουργήσουμε έναν φάκελο μη προσβάσιμο από εξωτερικές κλήσεις http, μπορούμε να δημιουργήσουμε .htaccess αρχείο με κανόνα deny from all και να το τοποθετήσουμε μέσα στον φάκελο που προστατεύουμε. Ο Apache, πριν εκπληρώσει την κλήση, είναι υποχρεωμένος να «διαβάσει» το .htaccess και να ενεργήσει ανάλογα. Με τους κανόνες .htaccess είναι δυνατόν να δημιουργήσουμε μια ολοκληρωμένη στρατηγική ασφα-

λείας για το δικτυακό πληροφοριακό σύστημα (Πίνακας 6-54). Η δημιουργία των κατάλληλων .htaccess αρχείων δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω τριών εναλλακτικών δρόμων: α) αυτόματα, μέσω ειδικού λογισμικού· β) αυτόματα, μέσω ειδικών δικτυοτόπων· γ) χειροκίνητα, μέσω editor. Η αναζήτηση αρχείων .htaccess γίνεται ιεραρχικά:

```
/.htaccess
/www/.htaccess
/www/htdocs/.htaccess
/www/htdocs/example/.htaccess
```

Περιγραφή	Κώδικας
Κλειδίωμα δικτυότου με κωδικό	<pre>AuthType Basic AuthName "Password Required" AuthUserFile /www/passwords/password.file AuthGroupFile /www/passwords/group.file Require Group admins</pre>
Ενεργοποίηση SSI	<pre>Options +Includes AddType text/html shtml AddHandler server-parsed shtml Εναλλακτικά AddType text/html .shtml AddHandler server-parsed .shtml Options Indexes FollowSymLinks Includes</pre>
Δυνατότητα εκτέλεσης CGI	<pre>Options +ExecCGI AddHandler cgi-script cgi pl</pre>
Περιορισμένη πρόσβαση για ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος	<pre>AuthName "SiteName Administration" AuthUserFile /home/sitename.com/.htpasswd AuthType basic Require valid-user Order deny,allow Deny from all Allow from 24\.205\.23\.222 Allow from w3.org htmlhelp.com Allow from googlebot.com Satisfy Any</pre>
Απαιτείται www	<pre>Options +FollowSymLinks RewriteEngine On RewriteBase / RewriteCond %{REQUEST_URI} !^/robots\.txt\$ RewriteCond %{HTTP_HOST} !^www\.example\.com\$ [NC] RewriteRule ^(.*)\$ http://www.example.com/\$1 [R=301,L]</pre>
Επιλεκτική αναδρομολόγηση	<pre>ErrorDocument 403 http://www.someothersite.com Order deny,allow Deny from all Allow from 24.33.65.6</pre>
Επιλεκτική εκτέλεση λογισμικού	<pre>AddHandler cgi-script .php .pl .py .jsp .asp .htm .shtml .sh .cgi Options -ExecCGI</pre>

Προστασία από υποκλοπές εύρους	<pre> RewriteEngine on RewriteCond %{HTTP_REFERER} !^\$ RewriteCond %{HTTP_REFERER} !^http://(www\.)?YourSite\.com/.*\$ [NC] RewriteRule \.(gif|jpg)\$ - [F] </pre>
Αποτροπή εμφάνισης λίστας αρχείου	<pre> IndexIgnore * IndexIgnore *.gif *.jpg </pre>
Αναδρομολόγηση από yoursite.com σε www.yoursite.com	<pre> RewriteEngine On RewriteCond %{HTTP_HOST} ^YourSite\.com [nc] RewriteRule (.*?) http://www.YourSite.com/\$1 [R=301,L] </pre>
Απλή αναδρομολόγηση	<pre> Redirect /OldDir/old.html http://site.com/NewDir/new.html Redirect /link http://www.MerchantDomain.com/affil.cgi?12345 </pre>
Διακοπή πρόσβασης σε συγκεκριμένες ώρες	<pre> ptions +FollowSymLinks RewriteEngine On RewriteBase / # If the hour is 16 (4 PM) Then deny all access RewriteCond %{TIME_HOUR} ^16\$ RewriteRule ^.*\$ - [F,L] </pre>
SEO optimization of links	<pre> Options +FollowSymLinks RewriteEngine On RewriteBase / RewriteRule !\.(html|php)\$ - [S=4] RewriteRule ^([_]*)([_]*)([_]*)([_]*)(.*)\$ \$1-\$2-\$3-\$4-\$5 [E=uscor:Yes] RewriteRule ^([_]*)([_]*)([_]*)(.*)\$ \$1-\$2-\$3-\$4 [E=uscor:Yes] RewriteRule ^([_]*)([_]*)(.*)\$ \$1-\$2-\$3 [E=uscor:Yes] RewriteRule ^([_]*)(.*)\$ \$1-\$2 [E=uscor:Yes] RewriteCond %{ENV:uscor} ^Yes\$ RewriteRule (.*?) http://d.com/\$1 [R=301,L] </pre>
Διακοπή prefetching	<pre> RewriteEngine On SetEnvIfNoCase X-Forwarded-For .+ proxy=yes SetEnvIfNoCase X-moz prefetch no_access=yes # block pre-fetch requests with X-moz headers RewriteCond %{ENV:no_access} yes RewriteRule .* - [F,L] </pre>
GET and PUT	<pre> RewriteEngine On RewriteBase / RewriteCond %{REQUEST_METHOD} !^(GET|PUT) RewriteRule .* - [F] </pre>
Αναζήτηση κωδικού στο querystring	<pre> RewriteEngine On RewriteBase / RewriteCond %{QUERY_STRING} !passkey RewriteRule ^/logged-in/(.*)\$ /login.php [L] </pre>
Δικαίωμα μόνο στην εκτέλεση php	<pre> RewriteEngine On RewriteBase / RewriteCond %{THE_REQUEST} ^[A-Z]{3,9}\ /((^/)+)/.*\ HTTP [NC] RewriteRule .* - [F,L] </pre>

Αυτόματος καθορισμός γλώσσας	<pre>RewriteCond %{HTTP:Accept-Language} ^.*(de|es|fr|it|ja|ru|en).*\$ [NC] RewriteRule ^(.*)\$ - [env=prefer-language:%1]</pre>
Περιορισμός πρόσβασης καταλόγου	<pre>AuthUserFile /home/auth/.htpasswd AuthGroupFile /home/auth/.htgroups AuthType Basic AuthName "LWS"</pre> <p>Η δομή των καταλόγων είναι η παρακάτω</p> <pre>/home/mysite/public_html/.htaccess /home/mysite/auth/.htpasswd/ /home/mysite/auth/.htgroups/</pre>

Πίνακας 6-54: Ενδεικτικά τμήματα κώδικα επικοινωνίας με τον Apache για τον καθορισμό της πρόσβασης

Παράλληλα, σημαντικές παρεμβάσεις ασφαλείας αποτελούν η απόδοση δικαιωμάτων πρόσβασης στα επιμέρους αρχεία στο σύστημα αρχείων του απομακρυσμένου εξυπηρετητή, ο διαφορικός έλεγχος του συστήματος αρχείων τοπικού και απομακρυσμένου εξυπηρετητή και ο έλεγχος των στατιστικών των http requests.

6.16.8 Ομάδα AP: Οι διαδικασίες ασφαλείας του πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ-ΣΔΠ)

Στον Πίνακα 6-55 παρουσιάζονται επιπλέον διαδικασίες ασφαλείας οι οποίες έχουν σχέση με το ΣΔΠ ειδικότερα. Το ΣΔΠ το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε όλες της φάσεις της ανάπτυξης της ΕΚΜ είναι το ELXIS CMS το οποίο διαθέτει εξελιγμένα στοιχεία ασφαλείας μέσω παραμετροποιήσιμου εσωτερικού firewall (Πίνακας 6-56).

ΟΜΑΔΑ AP: Οι διαδικασίες ασφαλείας του πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ-ΣΔΠ)	
AP1	Εκκαθάριση cache AP1.1 Σύνδεση με ΑΕ με FTP AP1.2 Καθαρισμός του φακέλου
AP2	Εκκαθάριση προχείρου AP2.1 Σύνδεση με ΑΕ με FTP AP2.2 Καθαρισμός του φακέλου
AP3	Έλεγχος αποτροπής SQL injection AP3.1 Σύνδεση με ΑΕ με FTP AP3.2 Προβολή του αρχείου /administrator/tools/defender/logs/log.txt AP3.3 Σύνδεση με πίνακα διαχειριστή/elxisdefender AP3.4 Ρύθμιση web application firewall με τη δημιουργία κατάλληλου συστήματος φίλτρων και κανόνων (elxisdefender) AP3.5 Δοκιμή ασφαλείας και ταχύτητας

AP4	Έλεγχος αποτροπής DoS-Floodattack AP2.1 Πραγματοποίηση συγχρονισμού AP2.2 Εντοπισμός ανανεώσεων και σύγκριση με Filesystem της εφαρμογής AP2.3 Εξέταση των ανανεώσεων και χαρακτηρισμός τους
AP5	Έλεγχος αποτροπής XSS AP5.1 Σύνδεση με ΑΕ με FTP AP5.2 Προβολή του αρχείου /administrator/tools/defender/logs/log.txt AP5.3 Σύνδεση με πίνακα διαχειριστή/elxisdefender AP5.4 Ρύθμιση web application firewall με τη δημιουργία κατάλληλου συστήματος φίλτρων και κανόνων (elxisdefender) AP5.5 Δοκιμή ασφαλείας και ταχύτητας
AP6	Έλεγχος components AP3.1 Συγχρονισμός σε επίπεδο αρχείων και ενημέρωση του Localhost AP3.2 Συγχρονισμός σε επίπεδο βάσης δεδομένων και μεταφορά της βάσης δεδομένων του Remote Server AP3.3 Ενσωμάτωση της βάσης δεδομένων στο Localhost AP3.4 Έλεγχος της σωστής λειτουργίας της εφαρμογής σε επίπεδο Localhost
AP	Έλεγχος δικαιωμάτων αρχείων AP3.1 Συγχρονισμός σε επίπεδο αρχείων και ενημέρωση του Localhost AP3.2 Συγχρονισμός σε επίπεδο βάσης δεδομένων και μεταφορά της βάσης δεδομένων του Remote Server AP3.3 Ενσωμάτωση της βάσης δεδομένων στο Localhost AP3.4 Έλεγχος της σωστής λειτουργίας της εφαρμογής σε επίπεδο Localhost

Πίνακας 6-55: ΟΜΑΔΑ Α: Οι διαδικασίες ασφαλείας και συντήρησης του πληροφοριακού συστήματος

Το **Flood attack** είναι επίθεση που εντάσσεται στην κατηγορία επιθέσεων Denial of Service (DoS) και σκοπό έχει να οδηγήσει στη κατάρρευση ενός συστήματος ή δικτύου, εξαιτίας του πολύ μεγάλου αριθμού αιτήσεων εξυπηρέτησης που δέχεται. Οι αιτήσεις προέρχονται από πακέτα δεδομένων που ξεκινούν μη ολοκληρωμένες συνδέσεις, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξυπηρετηθούν οι κανονικές. Βέβαια σε αυτήν την περίπτωση, οι αιτήσεις δεν είναι από πραγματικούς χρήστες, αλλά από κακόβουλα scripts. Η υπερφόρτωση ενός εξυπηρετητή με αιτήσεις που δεν μπορεί να εξυπηρετηθούν, οδηγεί στην κατάρρευση του συστήματος, τη μη διαθεσιμότητα του ιστότοπου, αλλά και όλου του εξυπηρετητή, και άρα και στην «επιτυχία» της επίθεσης DoS. Το εργαλείο FloodBlocker αναλαμβάνει την προστασία από τέτοιας μορφής κακόβουλες επιθέσεις (Εικόνα 6-53).

Το **SQL injection** είναι μία τεχνική επίθεσης που εκμεταλλεύεται τον ελλιπή έλεγχο των δεδομένων που εισάγονται από τον χρήστη και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ερωτημάτων προς τη βάση δεδομένων. Ο κακόβουλος hacker μπορεί σε αυτή την περίπτωση να δώσει αντί για την αναμενόμενη παράμετρο, ένα κομμάτι κώδικα που θα έχει καταστροφικά αποτελέσματα στη βάση δεδομένων ή που απλά θα

υποκλέψει δεδομένα. Το Elxis διαθέτει ειδικό εργαλείο, το Elxis Defender, προκειμένου να αποτρέπει τέτοιες κακόβουλες επιθέσεις.

Εργαλεία: FloodBlocker

Εγκατεστημένα Εργαλεία

- Υπολογιστής**
Χρήσιμος υπολογιστής βασισμένος σε javascript
- Αλλαγή αδειών χρήσης**
Αλλάζει τις άδειες χρήσης σε ένα αρχείο ή κατάλογο
- Εκκαθάριση Cache**
Καθαρίζει το κατάλογο της προσωρινής μνήμης (cache) από τα αντικείμενα και τις εικόνες που περιέχει.
- Elxis Defender**
Elxis Defender protects your Elxis site against XSS and SQL injection attacks. Defender is also an IP blocker/check tool.

Ρυθμίσεις προστασίας υπερχειλίσης (FloodBlocker)

Ενεργοποιημένο: Ναι / Όχι

Χρονικό διάκενο: Χρονικό διάκενο εκτέλεσης σε δευτερόλεπτα. Προκαθορισμένη τιμή: 1800 δευτ. (30 λεπτά)

Λήξη αρχείου καταγραφής: Μετά από πόσα δευτερόλεπτα να θεωρείται το αρχείο καταγραφής ως παλιό; Η προκαθορισμένη τιμή είναι 7200 δευτ. (2 ώρες)

Κανόνες υπερχειλίσης

Διάκενο (δευτερόλεπτα)	Όριο (αιτήσεις)
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="10"/>
<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="30"/>
<input type="text" value="300"/>	<input type="text" value="50"/>
<input type="text" value="3600"/>	<input type="text" value="200"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ενας συσχετιζόμενος πίνακας {ΔΙΑΚΕΝΟΥ} => {ΟΡΙΟΙ}, όπου {ΟΡΙΟΙ} είναι ο αριθμός των επιτρεπόμενων αιτήσεων (έλικς) κατά την διάρκεια {ΔΙΑΚΕΝΟΥ} δευτερολέπων. Χρησιμοποιήστε όσα ζευγή κανόνων επιθυμείτε. Ενδεικτικοί κανόνες:

- κανόνες 1: 10 => 10 (μέγιστο 10 αιτήσεις σε 10 δευτ.)
- κανόνες 2: 60 => 30 (μέγιστο 30 αιτήσεις σε 60 δευτ.)
- κανόνες 3: 300 => 50 (μέγιστο 50 αιτήσεις σε 300 δευτ.)
- κανόνες 4: 3600 => 200 (μέγιστο 200 αιτήσεις σε 1 ώρα)

Μέγιστο 6 κανόνες

Εικόνα 6-53: Ρυθμίσεις Firewall για επιθέσεις πλημμυρίδας

Το **XSS** είναι συντομογραφία του cross-site scripting. Οι επιθέσεις XSS εκμεταλλεύονται ένα κενό ασφαλείας των δυναμικά δημιουργούμενων σελίδων. Κατά τη διάρκεια της επίθεσης, στέλνεται στη web εφαρμογή ένα script το οποίο ενεργοποιείται, όταν διαβάζεται από τον φυλλομετρητή ενός ανυποψίαστου χρήστη ή από μία εφαρμογή η οποία δεν είναι προστατευμένη από τέτοιου είδους επιθέσεις. Καθώς οι δυναμικές εφαρμογές, όπως το Elxis, βασίζονται στην ανατροφοδότηση από τον χρήστη, ένας κακόβουλος χρήστης μπορεί να εισαγάγει ένα καταστροφικό script στη σελίδα, κρύβοντάς το μέσα στα κανονικά requests. Μετά από μία επιτυχημένη επίθεση, ο κακόβουλος hacker μπορεί να αλλάξει τις ρυθμίσεις των χρηστών, να μολύνει τα cookies με κώδικα, να αποκτήσει πρόσβαση σε απαγορευμένες περιοχές, κλπ.

SELECT UNION	UNION SELECT	BENCHMARK(	ASCII(	SUBSTRING(
CONCAT(	CONCAT (	CONCAT_WS	CHAR(	INNER JOIN
FROM elx_	' OR '	" OR "	INSERT(	INSERT (
LEFT JOIN	RIGHT JOIN	JOIN elx_	SELECT *	FIELD(
DROP elx_	alert(	alert (	SUBSTRING_INDEX(	FIND_IN_SET(
DROP ekfegathin-db1	SELECT IF	ekfegathin-db1.elx_	mosConfig_	ADODB
ENCODE(	MD5(	UNION ALL	'--	/**/

Πίνακας 6-56: Κανόνες κατασκευής φίλτρων firewall σε επίπεδο εφαρμογής

Το Elxis, όπως και όλα σχεδόν τα ΣΔΠ, χρησιμοποιεί τον κατάλογο **/cache** για να αποθηκεύει τα αρχεία που δημιουργούνται, όταν είναι ενεργοποιημένο το σύστημα προσωρινής μνήμης. Το σύστημα αυτό βοηθά τον ιστότοπο να ανταποκρίνεται ταχύτερα, καθώς μπορεί ν' ανακτήσει δεδομένα από αυτήν, χωρίς να χρειαστεί να επαναλάβει τα ερωτήματα (queries) προς τη βάση δεδομένων. Με το καιρό όμως μπορεί να συσσωρευτούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων οι οποίες καταλήγει να έχουν αρνητική αντί για θετική επίδραση στην απόδοση του ιστότοπου. Παράλληλα,

είναι δυνατόν να αποτελεί και εστία συσσώρευσης κακόβουλων scripts. Είναι λοιπόν απαραίτητο να πραγματοποιείται περιοδική εκκένωση του καταλόγου.

Οι διαδικασίες ασφαλείας που αναφέρονται στο σημείο αυτό εξαρτώνται περισσότερο από το λογισμικό του ΣΔΠ και από τις κατάλληλες ενέργειες του διαχειριστή. Το Elxis CMS χρησιμοποιεί ένα ειδικό εργαλείο για τη διαχείριση των παραπάνω ζητημάτων γύρω από το εργαλείο αυτό, το ElxisDefender (Εικόνα 6-54). Το εργαλείο αυτό είναι ένα από τα πιο χρήσιμα, αλλά και ταυτόχρονα σύνθετα. Είναι υπεύθυνο για τη **θωράκιση του ιστότοπου και την προστασίας του από κακόβουλες επιθέσεις**. Χρησιμοποιείται για την προστασία από επιθέσεις τύπου **XSS** και **SQL injection**, για το **μπλοκάρισμα** συγκεκριμένων IP διευθύνσεων, αλλά και για τον ορισμό διευθύνσεων IP που θα έχουν **δικαίωμα πρόσβασης** στη διαχείριση ή/και στο δημόσιο τμήμα του Elxis. Για τη λειτουργία και για τις ρυθμίσεις του, χρησιμοποιεί μία σειρά από αρχεία. Αυτά είναι:

/administrator/tools/defender/config.php: Είναι το αρχείο στο οποίο αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις. Θα πρέπει να είναι εγγράψιμο, για να αποθηκευθούν οι ρυθμίσεις. Μετά, θα πρέπει να οριστεί ως μη εγγράψιμο.

/administratorAools/defender/logs/ip.txt: Το αρχείο στο οποίο καταγράφονται οι μπλοκαρισμένες διευθύνσεις IP. Θα πρέπει να είναι εγγράψιμο μόνο κατά την ενημέρωσή του.

Φίλτρα

1.	DEL	mosConfig_
2.	DEL	CONCAT(
3.	DEL	DROP
4.	DEL	ENCODE(

Βοήθεια

Ο Υπερασπιστής είναι άχρηστος χωρίς φίλτρα. Για να προσθέσετε ένα νέο φίλτρο, πληκτρολογήστε τη λέξη ή φράση που θέλεται να φιλτράρετε στο πεδίο προσθήκης και πατήστε **Add**. Μην σας απασχολεί αν θα γράψετε κεφαλαίους ή μικρούς χαρακτήρες. Πατήστε **DEL** για να αφαιρέσετε ένα φίλτρο από τη λίστα.

Εικόνα 6-54: Ρυθμίσεις Firewall για επιθέσεις XSS, SQL injections

Υπερασπιστής Elxis :: Μενού

#	IP	Ημερομηνία	Φίλτρα
1	87.203.73.36 [GEO 1] [GEO 2]	Saturday, 01 November 2008 18:43:04	mosConfig_
2	85.74.0.208 [GEO 1] [GEO 2]	Thursday, 26 February 2009 18:55:01	mosConfig_

Εικόνα 6-55: Δύο κακόβουλες επιθέσεις XSS καταγεγραμμένες από το Elxis Defender

/administrator/tools/defender/logs/allowed.txt: Το αρχείο στο οποίο καταγράφονται οι επιτρεπόμενες διευθύνσεις IP. Θα πρέπει να είναι εγγράψιμο μόνο κατά την ενημέρωσή του.

/administrator/tools/defender/logs/log.txt: Αρχείο στο οποίο καταγράφονται οι επιθέσεις. Η καταγραφή γίνεται μόνο όταν η επιλογή «Καταγραφή Επιθέσεων» είναι ενεργοποιημένη. Θα πρέπει να είναι εγγράψιμο (Εικόνα 6-53).

/administrator/tools/defender/logs/offline.txt: Το αρχείο αυτό περιέχει το κείμενο που εμφανίζεται αντί του ιστότοπου, όταν αυτός τίθεται προσωρινά εκτός λειτουργίας λόγω επίθεσης.

/administrator/tools/defender/logs/range.txt: Περιέχει τις περιοχές των φραγμένων IP διευθύνσεων. Θα πρέπει να είναι εγγράψιμο μόνο κατά τη φάση των ρυθμίσεων.

/administrator/tools/defender/logs: Ο κατάλογος στον οποίο περιέχονται τα παραπάνω αρχεία.

6.16.9 Ομάδα U: Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)

Στον Πίνακα 6-57 παρουσιάζονται οι διαδικασίες αναβάθμισης του ανοιχτού λογισμικού. Το ανοιχτό λογισμικό είναι λογισμικό με πολύ γρήγορη εξέλιξη. Πολλές φορές παρουσιάζονται γενικευμένες αναβαθμίσεις οι οποίες μπορεί και να ξεπερνούν τις δύο φορές τον χρόνο.

ΟΜΑΔΑ U: Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)	
U1	<p>Παρακολούθηση της Κοινότητας Χρηστών της OSA για την ανακάλυψη exploits</p> <p>U4.1 Εντοπισμός της Κοινότητας Χρηστών U4.2 Ενημέρωση για βασικά exploits</p>
U2	<p>Εξάλειψη των exploits με την εφαρμογή καταλλήλων patches</p> <p>U5.1 Δημιουργία ή απόκτηση των Patches U5.2 Ενσωμάτωση και δοκιμή σε επίπεδο Localhost U5.3 Ενημέρωση σε επίπεδο remote server U5.4 Αν η απειλή είναι σοβαρή, κλείδωμα με .htaccess της εφαρμογής για πολύ περιορισμένη πρόσβαση</p>
U3	<p>Εγκατάσταση της αναβάθμισης</p> <p>U5.1 Απόκτηση της αναβάθμισης U5.2 Αντίγραφο ασφαλείας της βάσης δεδομένων σε επίπεδο Localhost U5.2 Ενσωμάτωση και δοκιμή σε επίπεδο Localhost U5.3 Αντίγραφο ασφαλείας της βάσης δεδομένων σε επίπεδο remote U5.3 Ενημέρωση σε επίπεδο remote server</p>

Πίνακας 6-57: ΟΜΑΔΑ U: Διαδικασίες αναβάθμισης πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (ΠΣ-ΣΔΠ)

Τις περισσότερες φορές εμφανίζονται αναβαθμίσεις ασφαλείας. Οι αναβαθμίσεις κατασκευάζονται από την Κοινότητα η οποία έχει αναλάβει την εξέλιξη του λογισμικού και ανακοινώνονται σε σχετικούς δικτυότοπους. Η ευθύνη ενσωμάτωσής τους στο εγκατεστημένο λογισμικό βαραίνει τους διαχειριστές του συστήματος. Στην περίπτωση που μελετάμε, οι διαδικασίες οι οποίες έχουμε κατασκευάσει προβλέπουν την εγκατάσταση των αναβαθμίσεων σε επίπεδο Τοπικού Εξυπηρετητή και εν συνεχεία συγχρονισμό με τον Απομακρυσμένο Εξυπηρετητή.

6.16.10 Ομάδα Μ: Οι διαδικασίες μεταφοράς ΠΣ-ΣΔΠ σε άλλον απομακρυσμένο εξυπηρετητή

Η μεταφορά του πληροφοριακού συστήματος από έναν εξυπηρετητή σε άλλον είτε για λόγους ασφαλείας είτε για λόγους ταχύτητας είτε για άλλους λειτουργικούς λόγους απαιτεί την ανάπτυξη μιας αξιόπιστης σειράς διαδικασιών. Οι διαδικασίες αυτές δεν είναι γενικευμένες, ενώ κάθε Κοινότητα καθορίζει τις δικές της, ανάλογα με την τεχνογνωσία την οποία διαθέτει, αλλά και άλλες ειδικότερες συνθήκες. Οι προτεινόμενες διαδικασίες δίδονται στον Πίνακα 6-58:

ΟΜΑΔΑ Μ: Οι διαδικασίες μεταφοράς ΠΣ-ΣΔΠ σε άλλον απομακρυσμένο εξυπηρετητή (ΑΕ)	
M1	Έλεγχος περιβάλλοντος νέου απομακρυσμένου εξυπηρετητή M1.1 Έλεγχος έκδοσης php M1.2 Έλεγχος έκδοσης MySQL M1.3 Έλεγχος έκδοσης Apache
M2	Συγχρονισμός παλαιού ΑΕ → ΤΕ M2.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας ΤΕ-ΑΕ (διαδικασία I3) M2.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού ΑΕ → ΤΕ M2.3 Επιλογή αρχείων μονόδρομου συγχρονισμού ΑΕ → ΤΕ M2.4 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως phpmyadmin- στον ΑΕ M2.5 Επιλογή των πινάκων των σχετικών με την εφαρμογή στον ΑΕ M2.6 Δημιουργία και αποθήκευση αρχείου .sql
M3	Συγχρονισμός ΤΕ → Νέο ΑΕ M2.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας ΤΕ-ΑΕ (διαδικασία I3) M2.2 Ενεργοποίηση μονόδρομου συγχρονισμού ΤΕ → ΑΕ M2.3 Επιλογή αρχείων μονόδρομου συγχρονισμού ΤΕ → ΑΕ M2.4 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων και φακέλων στον ΑΕ M2.4.1 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των φακέλων σε 755 M2.4.2 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων των αρχείων σε 644 M2.4.3 Καθορισμός CHMOD δικαιωμάτων /tmp και /cache σε 777 M2.5 Ενεργοποίηση ΤΕ (Διαδικασία L2) M2.6 Εκκίνηση ΣΔΠ σε ΤΕ M2.7 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως phpmyadmin- στον ΤΕ M2.8 Επιλογή των πινάκων των σχετικών με την εφαρμογή στον ΤΕ M2.9 Δημιουργία και αποθήκευση φακέλου .sql M2.10 Εκκίνηση ΣΔΠ σε ΑΕ M2.11 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως phpmyadmin- στον ΑΕ

	M2.12 Δημιουργία και αποθήκευση φακέλου .sql
M3	Προσαρμογή ΠΣ-ΣΔΠ στον νέο ΑΕ M3.1 Δημιουργία FTP συνεδρίας ΤΕ-ΑΕ (διαδικασία I3) M3.2 Άνοιγμα αρχείου configuration.php M3.3 Τροποποίηση M3.3.1 \$mosConfig_user M3.3.2 \$mosConfig_password M3.3.3 \$mosConfig_db M3.3.4 \$mosConfig_absolute_path M3.3.5 \$mosConfig_live_site M3.3.6 \$mosConfig_cachepath

Πίνακας 6-58: ΟΜΑΔΑ Μ: Οι διαδικασίες μεταφοράς ΠΣ-ΣΔΠ σε άλλο απομακρυσμένο εξυπηρετητή

6.16.11 Ομάδα Ν: Οι διαδικασίες λειτουργίας δυναμικού δικτυακού λογισμικού OSA σε τοπικό intranet

Ακολουθώντας τις διαδικασίες του Πίνακα 6-59, μπορούμε να εγκαταστήσουμε το λογισμικό του ΣΔΠ στον τοπικό εξυπηρετητή.

ΟΜΑΔΑ Ν: Οι διαδικασίες λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος ΣΔΠ σε τοπικό δίκτυο	
N1	Διαδικασία δημιουργίας τοπικού εξυπηρετητή N1.1 Απελευθέρωση των θυρών 80, 443, 3306 N1.2 Εγκατάσταση υπηρεσίας Apache N1.2.1 Παραμετροποίηση υπηρεσίας Apache N1.3 Εγκατάσταση υπηρεσίας MySQL N1.3.1 Παραμετροποίηση υπηρεσίας MySQL N1.3.2 Εγκατάσταση προγράμματος διαχείρισης της βάσης δεδομένων N1.3.2 Καθορισμός χρηστών και δικαιωμάτων χρήσης root N1.4 Εγκατάσταση PHP N1.4.1 Παραμετροποίηση PHP N1.5 Εγκατάσταση πρόσθετων (Perl, Filezilla, Mercury κλπ.) N1.5.1 Απελευθέρωση των αναγκαίων θηρών για τις πρόσθετες υπηρεσίες
N2	N2 Έλεγχος προσβασιμότητας
N3	Δημιουργία βάσης δεδομένων στον ΤΕ N3.1 Ενεργοποίηση ΤΕ (Διαδικασία L2) N3.2 Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως phpmyadmin N3.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων N3.4 Καθορισμός κωδικοσελίδας N3.5 Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών
N4	Εγκατάσταση της εφαρμογής ΠΣ-ΣΔΠ στον ΤΕ N4.1 Διαδικασία L2

N4.2 Λήψη αρχείων ΣΔΠ
 N4.3 Μεταφορά των αρχείων στην κατάλληλη θέση¹¹⁷
 N4.4 Παραμετροποίηση του αρχείου ρυθμίσεων
 N4.5 Εγκατάσταση της εφαρμογής
 N4.5 Ελληνοποίηση της εφαρμογής, εφόσον αυτό είναι δυνατόν
 N4.6 Έλεγχος λειτουργίας της εφαρμογής στον TE

Πίνακας 6-59: ΟΜΑΔΑ N: Οι διαδικασίες λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος ΣΔΠ σε τοπικό δίκτυο

6.16.12 Ομάδα U: Διαδικασίες διαχείρισης χρηστών

Οι διαδικασίες των Πινάκων 6-60 και 6-61 αφορούν τη διαχείριση των χρηστών.

ΟΜΑΔΑ ZC: Γενικές διαδικασίες διαχείρισης συμμετοχής χρηστών.	
ZC1	Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών σε επίπεδο χώρου φιλοξενίας ZC1.1 Καθορισμός δικαιωμάτων σε επίπεδο χώρου φιλοξενίας με τη χρήση αρχείου .htaccess
ZC2	Καθορισμός δικαιωμάτων χρηστών σε επίπεδο εφαρμογής ZC2.1 Καθορισμός δικαιωμάτων σε επίπεδο χώρου εφαρμογής
ZC3	Καθορισμός και έλεγχος λογαριασμών χρηστών ZC2.1 Καθορισμός και έλεγχος λογαριασμών χρηστών
ZC4	Έλεγχος και αποδοχή κυκλοφορίας μηνυμάτων σε επίπεδο εφαρμογής ZC2.1 Καθορισμός και έλεγχος λογαριασμών χρηστών

Πίνακας 6-60: ΟΜΑΔΑ U: Διαδικασίες διαχείρισης χρηστών

ΟΜΑΔΑ ZD: Ειδικές διαδικασίες ομάδων διαχείρισης χρηστών	
ZD1	Δημιουργία ομάδας ανάπτυξης και εξέλιξης ZD1.1 Καθορισμός κοινής πλατφόρμας CVS eclipse ZD1.2 Δημιουργία ομάδας σε sourceforge.net ZD1.1 Καθορισμός portable πλατφόρμας ανάπτυξης
ZD2	Δημιουργία ομάδας διαχειριστών ZD2.1 Καθορισμός διαδικασίας εισόδου διαχειριστή ZD2.2 Καθορισμός διαδικασίας εκπαίδευσης διαχειριστή ZD2.3 Καθορισμός διαδικασίας εξόδου διαχειριστή

Πίνακας 6-61: ΟΜΑΔΑ ZD: Ειδικές διαδικασίες ομάδων διαχείρισης χρηστών

¹¹⁷ Συνήθως hhttpdocs ή httpdocs.

6.16.13 Ομάδα Υ: Διαδικασίες διαχείρισης περιχομένου

Οι διαδικασίες του Πίνακα 6-62 αναφέρονται στις διαδικασίες διαχείρισης του περιχομένου.

ΟΜΑΔΑ Υ: Διαδικασίες διαχείρισης περιχομένου	
Υ1	Διαδικασίες ενημερωτικού υλικού Υ1.1 Σύνδεση με περιοχή διαχείρισης του ΠΣ-ΣΔΠ Υ1.2 Καθορισμός των θεματικών αντικειμένων περιχομένου Υ1.3 Ενημέρωση των αντικειμένων περιχομένου
Υ2	Διαδικασίες εκπαιδευτικού υλικού Υ2.1 Καθορισμός ασφαλούς subdomain για την τοποθέτηση του πρωτογενούς υλικού Υ2.2 Δημιουργία υποσυστήματος αρχείων Υ2.3 Δημιουργία σύνδεσης FTP Υ2.4 Δημιουργία contribution agent Υ2.4.1 Ανάπτυξη contribution agent Υ2.4.2 Παραμετροποίηση contribution agent Υ2.4.3 Διάθεση για μεταφόρτωση του contribution agent Υ2.5 Έλεγχος υλικού (screening) Υ2.5.1 Έλεγχοι ασφαλείας Υ2.5.2 Έλεγχοι ακεραιότητας Υ2.5.3 Έλεγχοι συμβατότητας Υ2.5.4 Έλεγχοι ποιότητας Υ2.6 Ενσωμάτωση στο υλικό της ψηφιακής βιβλιοθήκης της Κοινότητας
Υ3	Διαδικασία συνεισφοράς περιχομένου Υ3.1 Δημιουργία αρχείου XML με τα μεταδεδομένα της αποστολής Υ3.2 Δημιουργία filesystem της αποστολής Υ3.3 Ενσωμάτωση των αρχείων Υ3.4 Συμπίεση του filesystem Υ3.5 Αποστολή συμπιεσμένου αρχείου Υ3.6 Μεταφόρτωση CA Υ3.7 Δημιουργία του πακέτου υλικού Υ3.8 Αποστολή υλικού

Πίνακας 6-62: ΟΜΑΔΑ C: Διαδικασίες διαχείρισης περιχομένου

6.16.14 Ομάδα D: Διαδικασίες διαχειριστή

Οι διαδικασίες του Πίνακα 6-63 αναφέρονται σε διαδικασίες έναρξης, αλλαγής ή κατάρτησης διαχειριστή.

ΟΜΑΔΑ D: Διαδικασίες διαχειριστή	
D1	Διαδικασίες διαχειριστή Καθορισμός πεδίου ρύθμισης του διαχειριστή
D2	Σύνδεση με δημόσιο τμήμα υπηρεσίας D2.1 Καθορισμός τρόπου σύνδεσης, φυλλομετρητής, παραμετροποίηση φυλλομετρητή κλπ.
D3	Λήψη και ενεργοποίηση VCAA
D4	Αποκατάσταση κωδικού ΠΣ-ΣΔΠ D4.1 Πρόσβαση στη βάση δεδομένων του ΠΣ-ΣΔΠ D4.2 Αναζήτηση του πίνακα των χρηστών D4.3 Προσδιορισμός του λογαριασμού του υπερδιαχειριστή D4.4 Διαγραφή Hash MD5 κρυπτογραφημένου κωδικού D5.5 Σύνδεση με online functions http://www.onlinefunctions.com/function/md5.htm D5.6 Παραγωγή νέου κωδικού και κρυπτογράφηση του D5.7 Καταγραφή στον λογαριασμό του υπερδιαχειριστή
D5	Οργάνωση PAP
D6	Σύνδεση με υπηρεσία διαχείρισης D6.1 Σύνδεση στην υπηρεσία διαχείρισης D6.2 Επιβεβαίωση αυθεντικότητας
D7	Έλεγχος συστήματος φιλοξενίας εφαρμογής P3A D7.1 Επισκόπηση πόρων του συστήματος D7.2 Επισκόπηση διαδικασιών του συστήματος
D8	Αποστολή άμεσου SMS για την ενημέρωση των υπολοίπων διαχειριστών D8.1 Σύνδεση με τον εξυπηρετητή SMS D8.2 Σύνθεση αρχείου μηνυμάτων D8.2 Αποστολή μηνύματος

Πίνακας 6-63: ΟΜΑΔΑ A: Διαδικασίες διαχειριστή

Το πρώτο βασικό σημείο στη διαμόρφωση των διαδικασιών σε επίπεδο διαχειριστή είναι ο καθορισμός του συνόλου των διαδικασιών επί των οποίων έχει τη δυνατότητα παρέμβασης ο διαχειριστής. Το σύνολο των διαδικασιών X_i επί των οποίων έχει έλεγχο ο διαχειριστής καλείται πεδίο F του διαχειριστή. Ο κάθε διαχειριστικός ρόλος έχει το δικό του πεδίο, ενώ ο υπερδιαχειριστής έχει ως πεδίο το σύνολο όλων των πεδίων. Ο κάθε διαχειριστικός ρόλος δεν αντιστοιχεί σε ένα ξεχωριστό πρόσωπο. Εάν η κοινότητα είναι σχετικά μικρή, είναι δυνατόν το ίδιο πρόσωπο να κατέχει περισσότερους του ενός διαχειριστικούς ρόλους.

Παρακάτω αναφέρουμε βασικούς διαχειριστικούς ρόλους και το πεδίο ρύθμισης καθενός (Πίνακας 6-64). Ο υπερδιαχειριστής έχει πρόσβαση σε όλες τις διαδικασίες. Ο διαχειριστής εφαρμογής έχει πρόσβαση σε όλες τις διαδικασίες που αφορούν το ΠΣ-

ΣΔΠ, αλλά δεν δύναται να κάνει μεταφορά του ΠΔ-ΣΔΠ σε άλλον εξυπηρετητή ή και να αλλάξει πολιτικές ασφάλειας. Δύναται όμως να πραγματοποιεί όλους τους απαραίτητους συγχρονισμούς, προκειμένου να διατηρεί το σύστημά του σε τοπικό δίκτυο και να πειραματίζεται με αυτό. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να κλείσει το ΠΣ-ΣΔΠ, εάν παρατηρήσει κάτι το ύποπτο σε θέματα ασφαλείας. Ο διαχειριστής ασφαλείας έχει πρόσβαση σε όλες τις διαδικασίες ασφαλείας τόσο σε επίπεδο χώρου φιλοξενίας όσο και σε επίπεδο εφαρμογής. Δύναται, για παράδειγμα, να πραγματοποιεί όλους τους αναγκαίους συγχρονισμούς και ελέγχους ασφαλείας, όπως επίσης και να κατασκευάζει τα ανάλογα .htaccess αρχεία, αλλά και τους κανόνες του τείχους προστασίας (Firewall). Ο διαχειριστής υλικού είναι υπεύθυνος για τις διαδικασίες ελέγχου του υλικού που υποβάλλεται στην Κοινότητα, όπως επίσης και για την ταξινόμησή του στην ψηφιακή βιβλιοθήκη του υλικού της Εικονικής Κοινότητας.

		L	I	S	J	C	U	AD	AP	M	N	Y	ZC	ZD	D	SEO	KM
ΥΔ	Υπερδια – χειριστής	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ΔΕ	Διαχ. εφαρμογής	•	•	•	•	•	•		•								
ΔΑ	Διαχ. ασφαλείας			•				•	•								
ΔΥ	Διαχ. υλικού											•					•
ΔΧ	Διαχ. χρηστών												•	•			
D	Developer	•	•	•	•	•	•							•			

Πίνακας 6-64: Πίνακας πεδίων ρύθμισης διαχειριστών

6.16.15 Ομάδα SEO: Διαδικασίες SEO

Η ενεργοποίηση της εμφάνισης φιλικών προς τις μηχανές αναζήτησης URL στο Elxis CMS είναι πολύ εύκολη (Πίνακας 6-65). Απαιτούνται μονάχα δύο βήματα:

1. Μετάβαση στις γενικές ρυθμίσεις στη διαχείριση του Elxis 2008 και στην καρτέλα «SEO». Πραγματοποιείται επιλογή «Προχωρημένο SEO» ως τον τύπο SEF URL Αποθηκεύστε τις γενικές ρυθμίσεις του Elxis. 2. Στον πηγαίο κατάλογο του Elxis στο δημόσιο τμήμα γίνονται οι παρακάτω αλλαγές στο αρχείο .htaccess: Options - Indexes +FollowSymLinks RewriteBase /YourElxisDirectory Αν το Elxis βρίσκεται στον πηγαίο κατάλογο του ιστότοπου, πρέπει να γίνει: RewriteBase / Αν είναι σε έναν υποκατάλογο: RewriteBase /το όνομα του καταλόγου

ΟΜΑΔΑ SEO: SEO	
SEO	CA1 Φιλικά στις μηχανές αναζήτησης URL CA1.1 Μεταβλητή \$mosConfig_sef CA2 Δυναμικοί τίτλοι σελίδων CA2.1 Μεταβλητή \$mosConfig_pagetitles CA3 Διαμόρφωση κατάλληλου .htaccess

Πίνακας 6-65: ΟΜΑΔΑ SEO: Διαδικασίες SEO

6.16.16 Ομάδα KM: Διαδικασίες διαχείρισης γνώσης

Η διαχείριση της γνώσης αποτελεί ίσως τον πυρήνα των λειτουργιών της Εικονικής Κοινότητας. Από πλευράς διαδικασιών και με γνώμονα τις βασικές αρχές της Θεωρίας Συζητήσεων, οι διαδικασίες διαχείρισης γνώσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν τρεις πολύ διακριτές ενότητες (Πίνακας 6-66).

A) Καθορισμός των αντικειμενικών γλωσσών. Οι αντικειμενικές γλώσσες που είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν σε επίπεδο Εικονικής Κοινότητας είναι σε τρία βασικά επίπεδα (Πίνακας 6-67).

B) Καθορισμός των μεθόδων και μορφών γνωστικής αντανάκλασης. Το σύστημα γνωστικής αντανάκλασης αφορά τις ευκαιρίες γνωσιακής επικοινωνίας μεταξύ των μελών της Κοινότητας. Δεν νοείται Εικονική Κοινότητα χωρίς ένα σαφές και διακριτό τέτοιο σύστημα. Στην περίπτωση της Εικονικής Κοινότητας την οποία αναπτύσσουμε, ακολουθούμε την προσέγγιση των δωματίων συνεργασίας τα οποία αποτελούν οντότητες οι οποίες οργανώνονται γύρω από κάποια πλατφόρμα γνωστικής αντανάκλασης (Πίνακας 6-68).

Γ) Δημιουργία συνεπαγωγικών πλεγμάτων. Τα συνεπαγωγικά πλέγματα αποτελούν τη δημόσια και συμφωνημένη γνώση της Κοινότητας. Αυτά έχουν διάφορες μορφές (Πίνακας 6-69).

ΟΜΑΔΑ KM: Διαδικασίες διαχείρισης γνώσης	
KM1	Αντικειμενικές γλώσσες
	KM1.1 Καθορισμός αντικειμενικών γλωσσών της λειτουργίας του ΠΣ
	KM1.1.1 L0→ Αντικειμενική γλώσσα ΠΣ-ΣΔΠ
	KM1.1.1 L1→ ΤΠΕ-παιδαγωγική
	KM1.1.1 L2→ Αντικείμενα (Φυσική – Χημεία – Βιολογία)
	KM1.2 Δημιουργία γνωστικού χάρτη των αντικειμενικών γλωσσών
KM2	Γνωστική αντανάκλαση (ανταλλαγή ρητής – άρρητης γνώσης)
	KM2.1 Καθορισμός σημείων αλληλεπίδρασης χρηστών και διευκόλυνσης της γνωστικής αντανάκλασης
	KM2.1.1 Καθορισμός δωματίων συνεργασίας
	KM2.2 Καθορισμός πλατφόρμας μοντελοποίησης
	KM2.2.1 Καθορισμός πλατφόρμας DCSYM
	KM2.2.2 Καθορισμός πλατφόρμας IWP
	KM2.3 Καθορισμός πλατφόρμας προσομοίωσης
	KM2.4 Καθορισμός πλατφόρμας ανάπτυξης
	KM2.4.1 Καθορισμός πλατφόρμας eclipse
	KM2.4.1.1 Λήψη πλατφόρμας eclipse
	KM2.4.1.1 Εγκατάσταση JDK -JRE
	KM2.4.1.2 Παραμετροποίηση της πλατφόρμας
	KM2.4.1.3 Προσθήκη IDE
	KM2.4.2 Καθορισμός πλατφόρμας Autoit3

	<p>KM2.4.2.2 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση SciTE</p> <p>KM2.4.2.3 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση KODA</p> <p>KM2.4.3 Καθορισμός πλατφόρμας HTML</p> <p>KM2.4.3.1 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση notepad++</p> <p>KM2.4.3.2 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση GIMP</p> <p>KM2.4.3.3 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση HTML editor</p>
KM3	<p>Συνεπαγωγικό πλέγμα (ρητή γνώση)</p> <p>KM3.1 Καθορισμός ψηφιακής βιβλιοθήκης της Κοινότητας</p> <p>KM3.1.1 Δημιουργία δομής της ψηφιακής βιβλιοθήκης</p> <p>KM3.1.2 Ενσωμάτωση στο ΠΣ-ΣΔΠ</p> <p>KM3.1.3 Λήψη αντιγράφων ασφαλείας της ψηφιακής βιβλιοθήκης (Ομάδα S)</p> <p>KM3.2 Διαχείριση εγγράφων της Κοινότητας</p> <p>KM3.3 Διαχείριση μονάδων μάθησης και εκπαίδευσης της Κοινότητας (learning modules)</p> <p>KM3.3.1 Διαχειριστικές μονάδες μάθησης</p> <p>KM3.3.2 Μονάδες μάθησης ΠΣ-ΣΔΠ</p> <p>KM3.3.3 Μονάδες μάθησης ΤΠΕ</p> <p>KM3.3.4 Διάφορες μονάδες μάθησης</p>

Πίνακας 6-66: ΟΜΑΔΑ Ο: Διαδικασίες διαχείρισης γνώσης

Γλώσσα	Περιγραφή	Ενδεικτικές έννοιες
L0	Αντικειμενική γλώσσα ΠΣ-ΣΔΠ	Πληροφοριακό σύστημα, εξυπηρετητής, τείχος προστασίας, κλήσεις εξυπηρετητή, πολιτικές ασφαλείας, XSS, πλημμυρίδες, περιοχή διαχείρισης, δημόσιο τμήμα, δικαιώματα χρήστη, FTP, βιβλιοθήκη υλικού, διαχείριση, διαχειριστικά πεδία
L1	Αντικειμενική γλώσσα ΤΠΕ Παιδαγωγικής	Μαθησιακή συζήτηση, σύστημα γνωστικής αντανάκλασης, σύστημα μοντελοποίησης, σύστημα προσομοίωσης, ρητή, άρρητη γνώση, κύκλος γνώσης, σταθερές – ασταθείς γνώσεις, κατανόηση ως συμφωνία, οικοδόμηση γνώσεων κλπ.
L2	Επιστημονικά αντικείμενα και εργαστήριο	Συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης, εικονικό πείραμα, ιδεατό πείραμα, εργαστηριακή άσκηση, applets, μικροδιδασκαλίες, εκτέλεση έννοιας listing έννοιας

Πίνακας 6-67: Ενδεικτικές αντικειμενικές έννοιες της Εικονικής Κοινότητας

Πλατφόρμα γνωστικής αντανάκλασης	Αντικείμενο συζήτησης	Λογισμικό
DCSYM	Δόμηση πληροφοριακών συστημάτων	DCSYM multiagent modeling platform
Concept mapping	Δημιουργία συνεπαγωγικών πλεγμάτων - νοητικών χαρτών	Cmap Tools DCSYM multiagent modeling platform

IWP	Διαδικτυακή και διαδραστική μοντελοποίηση Φυσικής με παράλληλη δημιουργία εκτελέσιμων applets	IWP
Συστημική Δυναμική	Ανάπτυξη δυναμικών προσομοιώσεων και μοντελοποιήσεων	Vensim PLE Anylogic
Πλατφόρμα eclipse	Ανάπτυξη λογισμικού σε JAVA Επεξεργασία κώδικα Ελληνοποίηση κώδικα Επεξεργασία HTML κώδικα	Eclipse Php plugin MyEclipse
Πλατφόρμα autoit	Ανάπτυξη λογισμικού αυτοματοποίησης	Autoit 3 platform
π – οντότητα → ΣΕΦΕ	Ανάπτυξη οργανωτικών δομών με εφαρμογή στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Χρήση πλατφόρμας ΣΣΛΑ (Σύστημα Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης) Multilog με λογισμικό Multilab. Παράλληλα αναπτύσσονται συζητήσεις για αυτοματισμό εργαστηριακών ασκήσεων, σχεδίαση νέων τεχνολογικά εξελιγμένων εργαστηριακών ασκήσεων, καταγραφή ασκήσεων με video και captivate κλπ.	Multilog Multilab Excel Captivate
π – οντότητα → Τεχνολογικά ανεπτυγμένη σχολική τάξη	Εδώ πραγματοποιείται συζήτηση με θέμα την τεχνολογική εξέλιξη της παραδοσιακής τάξης με βελτιώσεις όπως: χρήση PowerPoint, μοντελοποίηση και προσομοίωση με κατάλληλο λογισμικό, editors (μαθηματικοί, Χημείας, Βιολογίας κλπ.), πακέτα συγγραφής σημειώσεων, πακέτα δημιουργίας δοκιμασιών Hotpotatoes κλπ.)	Powerpoint Interactive physics Modellus IWP Hotpotatoes
π – οντότητα → σχολική τάξη σε ambient computing	Εδώ αναπτύσσονται συζητήσεις αναφορικά με την παραδοσιακή τάξη εμποτισμένη σε περιβάλλον ambient computing	Mobile computing Netbook applications
π – οντότητα → project based	Εδώ αναπτύσσονται συζητήσεις αναφορικά με την παιδαγωγική οντότητα που απαιτείται στη ζώνη II όπου αναπτύσσονται ομάδες έργου	Project management platforms SMS platforms WEB2 and social networking
Έρευνες- δημοσκοπήσεις	Γίνεται έρευνα αναφορικά με θέματα της Κοινότητας	limesurvey

Πίνακας 6-68: Ενδεικτικά «δωμάτια» γνωστικής αντανάκλασης της Εικονικής Κοινότητας

6.17 Αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης

Όπως έχουμε αναφέρει διεξοδικά, το ανοιχτό λογισμικό πλεονεκτεί σε σχέση με το εμπορικό λογισμικό σε πολλά σημεία και γενικά θεωρείται λογισμικό καλύτερης ποιότητας και λειτουργικότητας σε σχέση με το αντίστοιχο εμπορικό με το επιπλέον πλεονέκτημα του μηδενικού κόστους κτήσης. Τα παραπάνω ισχύουν ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις διαδικτυακές εφαρμογές, όπως τα CMS. Βέβαια υπάρχει ένα σοβαρό μειονέκτημα το οποίο διακινδυνεύει σχεδόν στο σύνολό τους τα πλεονεκτήματα του ανοιχτού λογισμικού και ιδιαίτερα των CMS ανοιχτού λογισμικού. Το μειονέκτημα

αφορά τη διαχείρισή τους και το συνεπαγόμενο διαχειριστικό κόστος. Καμία σοβαρή επένδυση σε λειτουργίες ανοιχτού λογισμικού δεν θα πρέπει να παραβλέπει το σοβαρό ζήτημα της διαχείρισης και το σύμφυτο ζήτημα της ασφάλειας. Αναφορικά με τις Εικονικές Κοινότητες, καμιά πρόταση υλοποίησης ανοιχτού λογισμικού δεν θα πρέπει να αγνοεί το ζήτημα της διαχείρισης και ασφάλειας. Σε προηγούμενο σημείο στην εργασία μας αναφερθήκαμε στη διαγραμματική αντικειμενική γλώσσα των διαδικασιών (ΔΓΑΔ) και την καταγραφή τους μέσω της γλώσσας αυτής, προκειμένου να είναι εύκολη η δημιουργία μαθησιακής συζήτησης με το διαχειριστικό τμήμα της Εικονικής Κοινότητας. Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε μια μεθοδολογία αυτοματοποίησης των διαδικασιών αυτών για περιβάλλον Windows. Στόχος μας είναι η παραγωγή λογισμικού το οποίο θα εξασφαλίζει την αυτοματοποίηση επιλεγμένων διαδικασιών.

Συνεπαγωγικό πλέγμα	Περιγραφή
Βιβλιοθήκη υλικού	<p>Η βιβλιοθήκη αποδεκτού και συμφωνημένου υλικού αποτελεί το κεντρικό συνεπαγωγικό πλέγμα της Κοινότητας. Η βιβλιοθήκη αυτή περιέχει υλικό από συνεισφορές σε διάφορους τομείς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μοντέλα (DCSYM, Vensim, Anylogic, IP, Modellus κλπ) • Προτάσεις παρουσιάσεων PowerPoint • Applets • Video από πραγματικές εκπαιδευτικές καταστάσεις • Πολυμέσα
Αποθετήριο εγγράφων	Περιέχει χρήσιμα έγγραφα της Κοινότητας, όπως για παράδειγμα στατιστικά, οδηγούς ασφαλείας, manual, τεχνικά δελτία, οδηγούς κλπ.
Γνωστικοί χάρτες	Πρόκειται για νοητικούς χάρτες υλοποιημένους σε SmartTools
Βάσεις δεδομένων	Οι βάσεις δεδομένων της Κοινότητας περιέχουν κυρίως πληροφορίες για το υλικό του εργαστηρίου και για τις εργαστηριακές ασκήσεις των ΣΕΦΕ
Μαθησιακές μονάδες (Tutorials)	Οι μαθησιακές μονάδες παρέχουν μάθηση πάνω σε θέματα όπως : Νέα όργανα του Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών Νέο λογισμικό Χρήση της Εικονικής Κοινότητας κλπ.
Wiki	Στη wiki της Κοινότητας αναπτύσσεται σε μορφή συνεπαγωγικού πλέγματος η ρητή γνώση της Κοινότητας

Πίνακας 6-69: Ενδεικτικά «δωμάτια» γνωστικής αντανάκλασης της Εικονικής Κοινότητας

Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

A) Εξασφαλίζει ομοιογενή αντιμετώπιση ζητημάτων, όπως η λήψη αντιγράφων ασφαλείας. Στα συστήματα ανοιχτού λογισμικού υπάρχουν διάφορες εναλλακτικές διαδικασίες τις οποίες δύναται να υιοθετήσουν οι διαχειριστές. Οι διαδικασίες αυτές, αν και δύνανται να έχουν το ίδιο τελικό αποτέλεσμα, δεν είναι ισοδύναμες από άποψη ασφαλείας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η αυτοματοποίηση δημιουργεί πρότυπα διαδικασιών τα οποία ελέγχονται καλύτερα.

Β) Μειώνει τα ενδεχόμενα λάθη διαχείρισης τα οποία διακινδυνεύουν την ακεραιότητα του πληροφοριακού συστήματος της Κοινότητας. Η διερεύνηση της συμπεριφοράς των διαχειριστών αποκάλυψε σοβαρά λάθη στους παρακάτω τομείς:

Γ) Διευκολύνει την αλλαγή των διαχειριστών. Η στενή παρακολούθηση της Εικονικής Κοινότητας υπέδειξε την ανεπάρκεια των διαχειριστών ως ένα από τα πιο σοβαρά ζητήματα των Εικονικών Κοινοτήτων. Οι διαχειριστές σε μεγάλο βαθμό δεν δύνανται να ανταποκριθούν στα καθήκοντά τους και εγκαταλείπουν τη διαχείριση για διάφορους λόγους. Το λογισμικό «αυτοματοποίηση των διαδικασιών» μπορεί να δοθεί σε νέο διαχειριστή ο οποίος και δύναται να συνεχίσει τη διαχείριση χωρίς ιδιαίτερο χρόνο εκκίνησης.

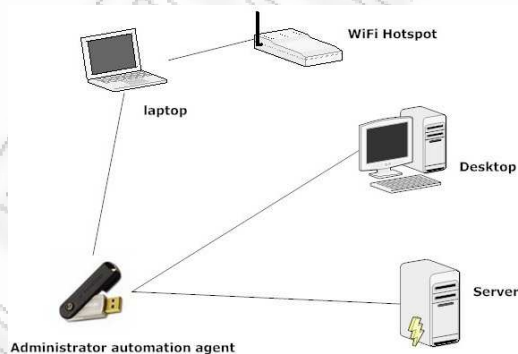
Δ) Μειώνει τις απαιτήσεις σε διαχειριστικό χρόνο. Είναι αλήθεια ο χρόνος αποτελεί το μεγαλύτερο ίσως εμπόδιο στην ανάπτυξη διαδικτυακής κουλτούρας από την πλευρά των εκπαιδευτικών. Είναι δύσκολο για τον εκπαιδευτικό να πειστεί να μετατρέψει πολύτιμο παιδαγωγικό χρόνο σε διαδικτυακό χρόνο και ειδικά για την περίπτωση που μελετάμε, σε διαχειριστικό χρόνο. Ένας από τους βασικούς στόχους της αυτοματοποίησης των διαδικασιών είναι η μείωση του συνολικού χρόνου διεκπεραίωσης της διαχειριστικής λειτουργίας. Στον Πίνακα 6-70 παρουσιάζουμε ενδεικτικούς συγκριτικούς χρόνους διεκπεραίωσης διαχειριστικής διαδικασίας με ή χωρίς το λογισμικό αυτοματοποίησης. Οι χρόνοι αυτοί αναφέρονται σε ευρυζωνική σύνδεση 1MBS και για το χρονικό διάστημα 9-11 πμ και 5-10μμ στο ΠΣΔ. Οι τιμές αυτές αποτελούν τυπικές τιμές για μια σχολική μονάδα στην Ελλάδα.

	Διαδικασία	Μέσος χρόνος χωρίς αυτοματισμό	Μέσος χρόνος με VCAA
1	Ενεργοποίηση localhost server	70-100s	25-60s
2	Σύνδεση στο πρόγραμμα διαχείρισης CMS	90-150s	45-120s
3	Κλειδωμα administration filesystem	140-230s	80-110s
4	Λήψη αντιγράφου ασφαλείας της βάσης δεδομένων	300-500s	210-340s
5	Συγχρονισμός Remote-localhost	320-500s	200-400s
6	Κλειδωμα δικτυακού τόπου	70-100	35-60
7	Ενημέρωση για τα logs του δικτυακού τόπου	70-100	40-70
8	Λήψη αντιγράφου ασφαλείας του file-system	300-500	200-400
9	Αποκατάσταση χαμένου κωδικού διαχειριστή	700-1000	500-700
10	Αποκατάσταση Βάσης δεδομένων στον Remote server	300-500	200-350

Πίνακας 6-70: Συγκριτικοί χρόνοι διαχειριστικών με και χωρίς λογισμικό αυτοματοποίησης

Ε) Αφαιρεί από τον διαχειριστή όλες τις επίπονες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες διαχείρισης, αφήνοντας περιθώριο για εστίαση σε δημιουργικές διαδικασίες. Οι επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, ιδιαίτερα αυτές οι οποίες έχουν σχέση με την ασφάλεια, είναι κουραστικές και επίπονες, αν μάλιστα οι κωδικοί δεν είναι αποθηκευμένοι σε cookies. Η εφαρμογή VCAA αναλαμβάνει να διεκπεραιώσει τις διαδικασίες στο παρασκήνιο χωρίς να ενοχλεί τον διαχειριστή.

ΣΤ) Απελευθερώνει τον διαχειριστή από τοπικούς και χρονικούς περιορισμούς αναφορικά με την εκτέλεση των διαχειριστικών του καθηκόντων. Το σημείο αυτό είναι πολύ σημαντικό για την περίπτωση της Εικονικής Κοινότητας την οποία μελετάμε. Οι εκπαιδευτικοί διαχειριστές όντες μη επαγγελματίες δεν διαθέτουν συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα απασχόλησης με τα διαχειριστικά τους καθήκοντα. Επιθυμούν για τον λόγο αυτό να διαθέτουν τη δυνατότητα της ευελιξίας, να μπορούν δηλαδή να διεκπεραιώνουν τα καθήκοντά τους από το σπίτι, το σχολείο ή και άλλους ουδέτερους χώρους (Εικόνα 6-56). Οι εφαρμογές αυτοματισμού τρέχουν από φορητό αποθηκευτικό μέσο, δεν απαιτούν εγκατάσταση και δεν πραγματοποιούν καμία απολύτως αλλαγή στον υπολογιστή στον οποίο θα τρέξουν. Επίσης, δεν αφήνουν κανένα ίχνος στο οικείο υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό δεν διακινδυνεύεται η ακεραιότητα της διαχείρισης. Παράλληλα, δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε το γεγονός ότι πολλοί από τους διαχειριστές δεν διαθέτουν ευρυζωνική σύνδεση στο σπίτι τους. Μπορούν με τη χρήση του VCAA (Virtual Community Administration Agent) να πραγματοποιήσουν τις διαχειριστικές εργασίες σε οποιοδήποτε σημείο ευρυζωνικής σύνδεσης.



Εικόνα 6-56: Σχηματική αναπαράσταση των δυνατών συνδέσεων της εφαρμογής διαχείρισης

Ζ) Δίνει τη δυνατότητα στον διαχειριστή να εξοικειωθεί με τα περιβάλλοντα διαχείρισης και σταδιακά να αποκτά αυτάρκεια, ώστε να λειτουργεί τις διαδικασίες χωρίς το σύστημα αυτοματισμού ή να χρησιμοποιεί το σύστημα αυτοματισμού σε όποιο γνωστικό επίπεδο επιθυμεί. Αν ο διαχειριστής είναι έμπειρος και το επιθυμεί, μπορεί να διεκπεραιώσει τα διαχειριστικά του καθήκοντα χωρίς τη χρήση του VCAA.

Η) Δίνει τη δυνατότητα σε άτομα τα οποία δεν ανήκουν στην Εικονική Κοινότητα να διαχειρίζονται διαδικασίες της Εικονικής Κοινότητας. Άτομα τα οποία δεν ανήκουν στην Εικονική Κοινότητα δύναται να αποτελέσουν αποτελεσματικούς διαχειριστές αρκεί να ακολουθούν πιστά τις διαδικασίες της Εικονικής Κοινό-

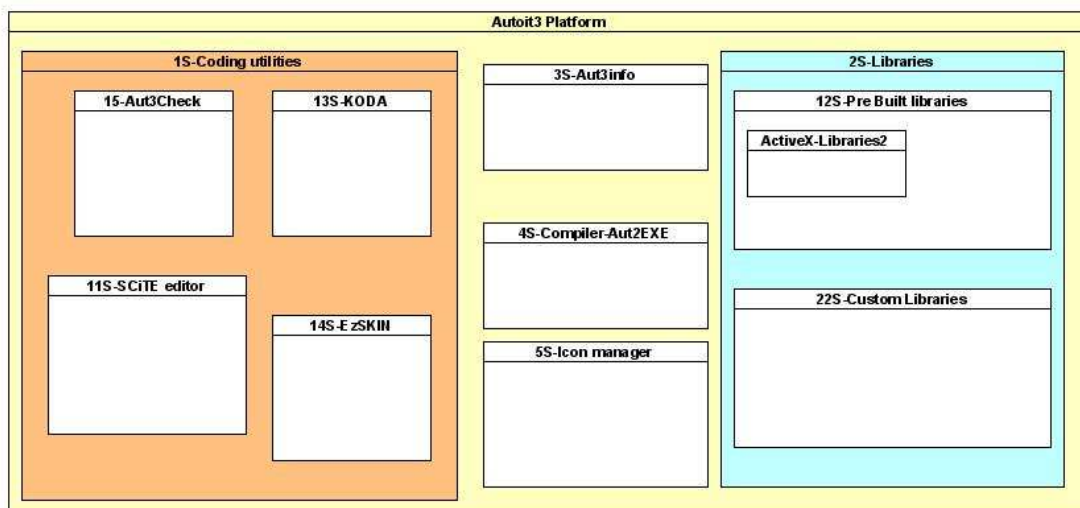
τητας και να μην αποκλίνουν από αυτές σε βαθμό που θα δημιουργηθούν κενά ασφαλείας. Η εφαρμογή VCAA εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό τη συμμόρφωση με τις διαδικασίες.

6.18 Το λογισμικό VCAA

Το λογισμικό VCAA αυτοματοποιεί απλά και αποτελεσματικά οποιαδήποτε επαναλαμβανόμενη διαχειριστική διαδικασία, ενώ διαθέτει μια πληθώρα από σημαντικές ιδιότητες: α) είναι επεκτάσιμο, β) δεν απαιτεί εγκατάσταση, γ) είναι συμβατό με όλες τις εκδόσεις windows, δ) δίνει τη δυνατότητα επιλογής των δορυφορικών προγραμμάτων, ε) διαθέτει αυτόνομες βιβλιοθήκες και δυνατότητα ανάπτυξης προσαρμοσμένων βιβλιοθηκών, στ) υποστηρίζεται από πλατφόρμα ανάπτυξης η οποία έχει φορητή δομή και δύναται να ενεργοποιείται από οποιονδήποτε Η/Υ με λειτουργικό Windows, και ζ) έχει πολύ απλή καμπύλη μάθησης.

6.18.1 Η πλατφόρμα ανάπτυξης Autoit3

Η πλατφόρμα ανάπτυξης Autoit3 έχει τη δομή της Εικόνας 6-57:



Εικόνα 6-57: DCSYM Διάγραμμα της πλατφόρμας Autoit3

Υποσύστημα 1S: Σύστημα γραφής κώδικα. Το σύστημα αυτό περιέχει τέσσερα υποσυστήματα τα οποία είναι υποβοηθητικά στη γραφή του κώδικα.

Υποσύστημα 11S: SCiTE editor: Πρόκειται για τον βασικό editor της πλατφόρμας (Εικόνα 6-58). Όπως κάθε editor, η χρήση του δεν είναι υποχρεωτική. Διαθέτει όμως μια σειρά από βοηθητικά στοιχεία συγγραφής κώδικα τα οποία επιταχύνουν την ανάπτυξη εφαρμογών:

- Έλεγχος σύνταξης
- Αυτόματη χρωματική κωδικοποίηση
- Αυτόματη μορφοποίηση
- Αυτόματη τακτοποίηση του κώδικα
- Αποσφαλμάτωση κώδικα.


```

81
82
83 $ListView1 = EsSkin_GUICtrlCreateListView(" Εξυπηρέτησης", 44, 124, 206, 166, -1, BitOR($WS_EX_CLIENTEDGE,$WS_EX_GRIDLINES))
84 GUICtrlSendMessage(-1, WM_LBUTTONDOWN, 0, 200)
85 GUICtrlSetFont(-1, 9, 800, 0, "MS Sans Serif")
86 $ListView1_0 = GUICtrlCreateListViewItem("Επεξεργαστής", $ListView1)
87 $ListView1_1 = GUICtrlCreateListViewItem("Τοπικός-Localhost Εξυπηρέτησης", $ListView1)
88 $ListView1_2 = GUICtrlCreateListViewItem("Απομακρυσμένος-sch.gr", $ListView1)
89 $ListView1_3 = GUICtrlCreateListViewItem("Απομακρυσμένος-ekm.gr", $ListView1)
90 $ListView1_4 = GUICtrlCreateListViewItem("Απομακρυσμένος-cle.gr", $ListView1)
91 $ListView1_5 = GUICtrlCreateListViewItem("SMS", $ListView1)
92 $ListView2 = EsSkin_GUICtrlCreateListView("Υπηρεσίες", 256, 124, 241, 165, -1, BitOR($WS_EX_CLIENTEDGE,$WS_EX_GRIDLINES))
93 GUICtrlSendMessage(-1, WM_LBUTTONDOWN, 0, 200)
94 GUICtrlSetFont(-1, 9, 800, 0, "MS Sans Serif")
95 $ListView2_0 = GUICtrlCreateListViewItem("Διαχείριση κερμάτων-δημοσκοπήσεων", $ListView2)
96 $ListView2_1 = GUICtrlCreateListViewItem("CMS", $ListView2)
97 $ListView2_2 = GUICtrlCreateListViewItem("WIKI", $ListView2)
98 $ListView2_3 = GUICtrlCreateListViewItem("FORUM", $ListView2)
99 $ListView2_4 = GUICtrlCreateListViewItem("Εύστημα διαχείρισης αρχείων", $ListView2)
100 $ListView2_5 = GUICtrlCreateListViewItem("IMS", $ListView2)
101 $ListView2_6 = GUICtrlCreateListViewItem("SMS", $ListView2)
102 $ListView2_7 = GUICtrlCreateListViewItem("SMS", $ListView2)
103
104 ; EsSkinCreateButton( "text", left, top [, width [, height [, Style [, ExStyle [, Icon = -1 [, File = "shell32.dll" ]]]]]])
105
106 ; If the parameter ExStyle = $WS_EX_SNAPOGRID (0x00080000),
107 ; you can cross the coordinates limit in the top of the window, imposed by the Menu and the ToolBar buttons.
108 $Button1 = EsSkinCreateButton("Επιλογή", 44, 336, 205, 33, 0)
109 $Button2 = EsSkinCreateButton("Επιλογή", 256, 336, 245, 33, 0)
110 $Edit1 = EsSkin_GUICtrlCreateEdit("", 44, 296, 205, 33, $ES_WANTRETURN)
111 EsSkinCtrlSetData(-1, "")

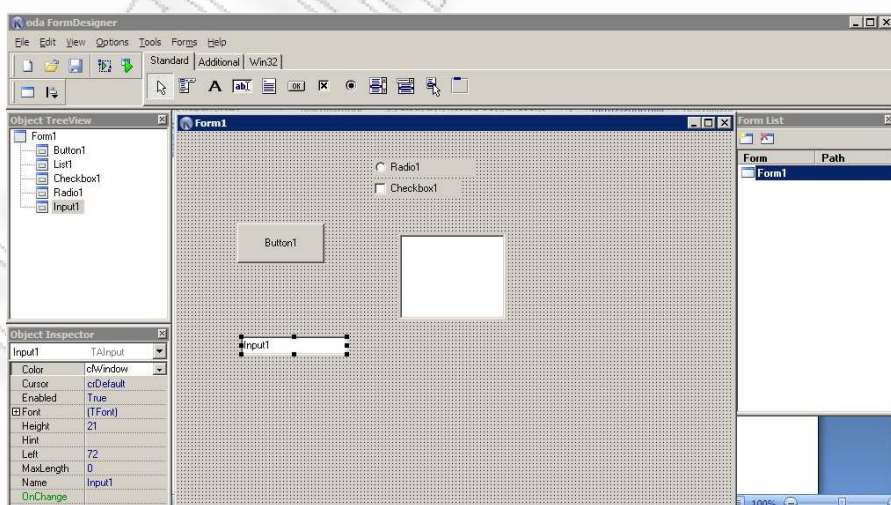
```

Εικόνα 6-58: Ο editor της πλατφόρμας Autoit3

Υποσύστημα 12S: Aut3Check: Σύστημα παροχής πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον εκτέλεσης.

Υποσύστημα 13S: KODA: Εφαρμογή δημιουργίας περιβαλλόντων διεπαφής (Εικόνα 6-59). Η εφαρμογή αυτή διαθέτει αυτόματα κώδικα Autoit με βάση τη γραφική σύνθεση του περιβάλλοντος διεπαφής.

Υποσύστημα 14S: EzSKIN: Πρόγραμμα διαχείρισης GUI. Με το πρόγραμμα αυτό μπορούμε να κατασκευάσουμε συστήματα διεπαφής τα οποία διαχωρίζονται από τα κλασικά σχήματα διεπαφής των Windows.



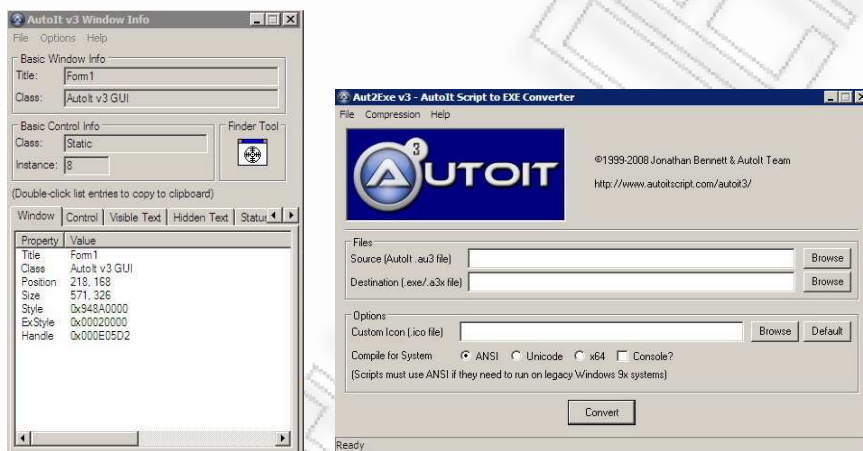
Εικόνα 6-59: Δημιουργία εικόνων διεπαφής με το πρόγραμμα KODA

Υποσύστημα 2S: Βιβλιοθήκες. Η πλατφόρμα Autoit έχει μια πληθώρα βιβλιοθηκών για τη δημιουργία πρακτικά οποιουδήποτε προγράμματος αυτοματισμού σε περιβάλλον Windows.

Υποσύστημα 21S: Προκατασκευασμένες βιβλιοθήκες. Πρόκειται για βιβλιοθήκες που είναι προεγκατεστημένες στο σύστημα.

Υποσύστημα 22S: Εξατομικευμένες βιβλιοθήκες. Πρόκειται για βιβλιοθήκες τις οποίες κατασκευάζει ο χρήστης για τις δικές του ανάγκες.

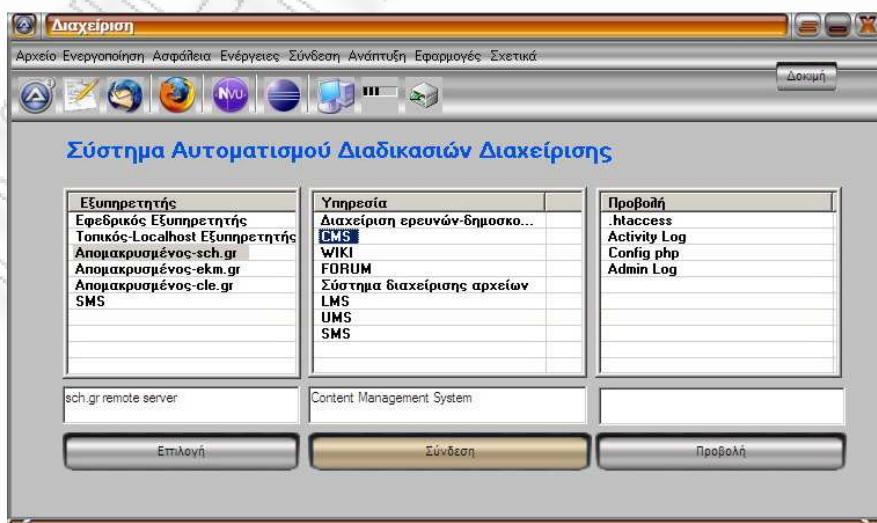
Υποσύστημα 3S: Aut3Info. Πρόκειται για ειδική εφαρμογή η οποία πληροφορεί τον χρήστη για τις κλάσεις των εφαρμογών που είναι ενεργοποιημένες. Η γνώση των κλάσεων αυτών είναι απαραίτητη για τον αυτοματισμό των αντίστοιχων εφαρμογών (Εικόνα 6-60).



Εικόνα 6-60: Τα εργαλεία Aut3info και Aut2EXE

6.18.2 Η κεντρική εφαρμογή VCAA

Η κεντρική εφαρμογή VCAA δίνει τη δυνατότητα στον διαχειριστή να ελέγχει όλες τις μικροεφαρμογές (modules) οι οποίες και είναι υπεύθυνες για την αυτοματοποίηση των ανάλογων διαδικασιών (Εικόνα 6-61):



Εικόνα 6-61: Κεντρική οθόνη διεπαφής του VCAA

Στη κεντρική οθόνη ο διαχειριστής βλέπει τις πολύ βασικές διαδικασίες, όπως είναι η σύνδεση με κάποιον εξυπηρετητή για την εξακρίβωση της κατάστασης μιας εφαρμογής, η την κλήση βασικών αρχείων πληροφόρησης, όπως είναι τα αρχεία ασφαλείας και τα αρχεία διαμόρφωσης. Τα πρωταρχικά σενάρια τα οποία υλοποιεί η εφαρμογή VCAA χωρίς την ενεργοποίηση μικροεφαρμογών δίνονται στον Πίνακα 6-71:

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Σύνδεση με το δημόσιο τμήμα υπηρεσίας σε ΑΕ	Έλεγχος λειτουργίας και κατάσταση του δημόσιου τμήματος	D2.1
Σύνδεση με το δημόσιο τμήμα υπηρεσίας σε ΤΕ	Δοκιμή προσθηκών, αναβαθμίσεων κλπ.	L3-D2.1
Έλεγχος αρχείου ασφαλείας σε ΑΕ	Έλεγχος παραμέτρων αρχείου ασφαλείας	AD11.3
Έλεγχος αρχείου τείχους προστασίας ΣΔΠ	Έλεγχος κακόβουλων ενεργειών	AD10.1

Πίνακας 6-71: Βασικά σενάρια υλοποίησης της εφαρμογής αυτοματισμού

6.18.3 Οι Μικροεφαρμογές της κεντρικής εφαρμογής VCAA

Στον πίνακα 6-72 παραθέτουμε τις βασικές μικροεφαρμογές της κεντρικής εφαρμογής VCAA.

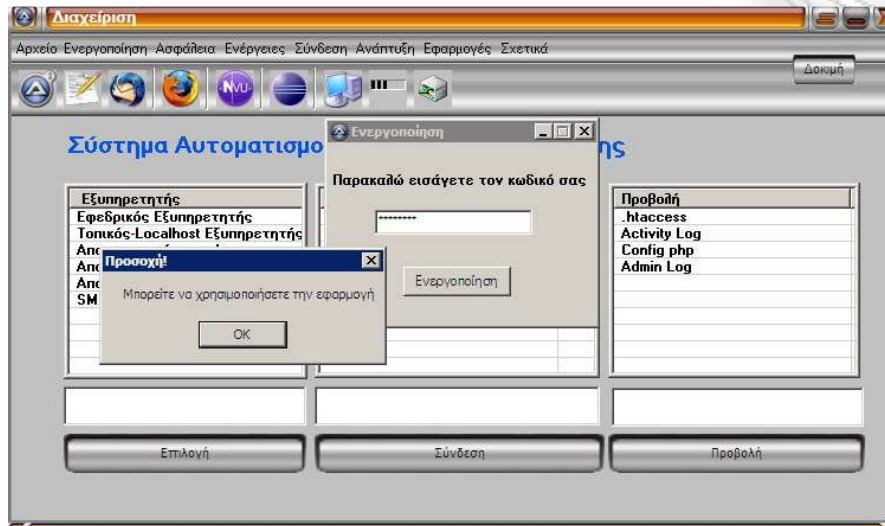
6.18.3.1 Μικροεφαρμογές πλατφόρμας VCAA	
1	Μικροεφαρμογή επαλήθευσης χρήστη-διαχειριστή
2	Μικροεφαρμογή δημιουργίας ΤΕ
3	Μικροεφαρμογή συγχρονισμού
4	Μικροεφαρμογή άμεσης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης υπηρεσίας
5	Μικροεφαρμογή αυτόματης σύνδεσης με backend υπηρεσίας
6	Μικροεφαρμογή ανάπτυξης λογισμικού
7	Μικροεφαρμογές ελέγχου του συστήματος φιλοξενίας
8	Μικροεφαρμογή αποστολής SMS
9	Μικροεφαρμογή σύνθεσης και αποστολής περιεχομένου
10	Μικροεφαρμογή αποκατάστασης κωδικού διαχειριστή
11	Μικροεφαρμογή πρόσληψης πληροφοριών για παρακολούθηση κενών ασφαλείας

Πίνακας 6-72: Κατάλογος μικροεφαρμογών του συστήματος αυτοματοποίησης

6.18.4 Μικροεφαρμογή επαλήθευσης χρήστη

Η μικροεφαρμογή επαλήθευσης (Εικόνα 6-62) αναλαμβάνει να επαληθεύσει το χρήστη ως διαχειριστή προκειμένου να του δώσει τη δυνατότητα χρήσης της εφαρ-

μογής. Η επαλήθευση πραγματοποιείται μέσω κωδικού. Αν ο κωδικός είναι σωστός, ο χρήστης μπορεί να κάνει χρήση της εφαρμογής. Στην αντίθετη περίπτωση, η εφαρμογή κλείνει αυτόματα. Ο κωδικός του χρήστη είναι ενσωματωμένος στην εφαρμογή και δεν γίνεται να αλλάξει. Ο κωδικός καθορίζεται από τον υπερδιαχειριστή του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης.



Εικόνα 6-62: Στιγμιότυπο από τη διαδικασία επαλήθευσης μέσω της μικροεφαρμογής επαλήθευσης

6.18.5 Μικροεφαρμογή δημιουργίας Τοπικού Εξυπηρετητή (Localhost server)

Η μικροεφαρμογή αυτή η οποία ενεργοποιείται μέσα από το μενού της εφαρμογής VCAA έχει ως σκοπό την υλοποίηση των διαδικασιών L2 (Λειτουργία Τοπικού Εξυπηρετητή) (Εικόνα 6-63). Οι διαδικασίες αυτές αφορούν τη δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή στον Η/Υ που ενδεχομένως τρέχει η εφαρμογή VCAA. Ο Πίνακας 6-73 παρουσιάζει τις διαδικασίες που αυτοματοποιούνται:

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Ενεργοποίηση υπηρεσίας Apache	Βασική υπηρεσία λήψης και εξυπηρέτησης http κλήσεων	L2.1, L2.2
Ενεργοποίηση υπηρεσίας MySQL	Υπηρεσία βάσεως δεδομένων	L2.3
Ενεργοποίηση πρόσθετων υπηρεσιών	Πρόσθετες υπηρεσίες mail και FTP	L2.4
Έλεγχος λειτουργίας υπηρεσιών	Έλεγχος λειτουργία των υπηρεσιών	L2.5
Κατάργηση των υπηρεσιών	Διακοπή των διαδικασιών που έχουν σχέση με τις υπηρεσίες	L2.6

Πίνακας 6-73: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής δημιουργίας ΤΕ



Εικόνα 6-63: Μικροεφαρμογή δημιουργίας Τοπικού Εξυπηρετητή

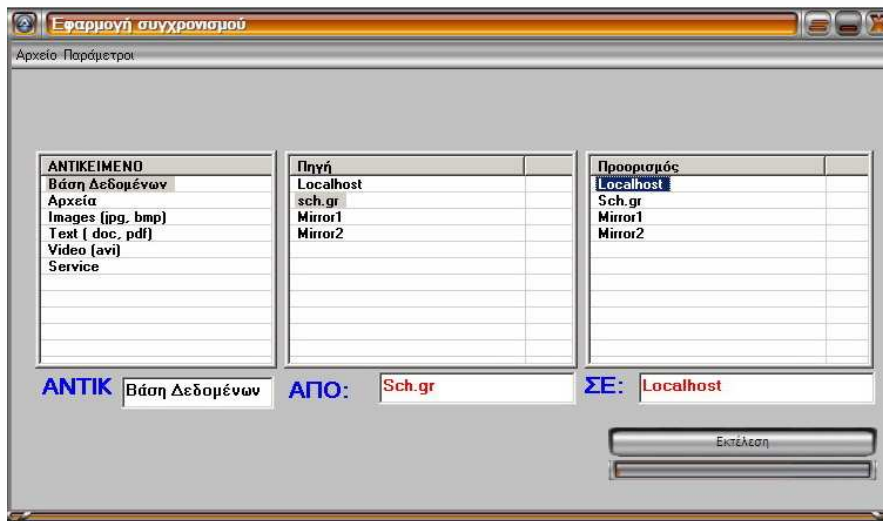
6.18.6 Μικροεφαρμογή συγχρονισμού

Η μικροεφαρμογή αυτή αναλαμβάνει να υλοποιήσει τις διαδικασίες συγχρονισμού Τοπικού Εξυπηρετητή ↔ Απομακρυσμένου Εξυπηρετητή (Πίνακας 6-74). Η μορφή της διεπαφής (Εικόνα 6-64) είναι απλή και διαισθητική. Ο χρήστης αποφασίζει το αντικείμενο του συγχρονισμού, την αφετηρία και το τέρμα του συγχρονισμού, όπως επίσης και τη φορά του συγχρονισμού. Για παράδειγμα, μπορεί να επιθυμεί να συγχρονίσει το σύστημα αρχείων από τον ΤΕ στον ΑΕ. Πατώντας «εκτέλεση», ενεργοποιείται η αυτόματη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει στο παρασκήνιο τα παρακάτω: Ενεργοποίηση FTP client, σύνδεση με τον FTP server, πιστοποίηση, διαφορική σύγκριση αρχείων και παρουσίαση της οθόνης με τις διαφορές των συστημάτων αρχείων ΑΕ και ΤΕ.

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Συγχρονισμός συστήματος αρχείων ΤΕ→ΑΕ	Μεταφορά αρχείων από ΤΕ στον ΑΕ	S1
Συγχρονισμός συστήματος αρχείων ΑΕ→ΤΕ	Υπηρεσία βάσεως δεδομένων	S2
Διαφορικός συγχρονισμός συστήματος αρχείων ΑΕ↔ΤΕ	Πρόσθετες υπηρεσίες mail και FTP	S3
Συγχρονισμός βάσεων δεδομένων ΤΕ→ΑΕ	Έλεγχος λειτουργία των υπηρεσιών	S4
Συγχρονισμός βάσεων δεδομένων ΑΕ→ΤΕ	Διακοπή των διαδικασιών που έχουν σχέση με τις υπηρεσίες	S5

Πίνακας 6-74: Πίνακας διαδικασιών που αυτοματοποιούνται μέσω της μικροεφαρμογής συγχρονισμού

Ο χρήστης ελέγχει την οθόνη και ανάλογα δίνει την εντολή για τη μεταφορά των αρχείων. Στην περίπτωση που επιθυμεί μεταφορά της βάσης δεδομένων από τον ΑΕ στον ΤΕ, τότε πραγματοποιεί τις ανάλογες επιλογές και πατά «εκτέλεση».



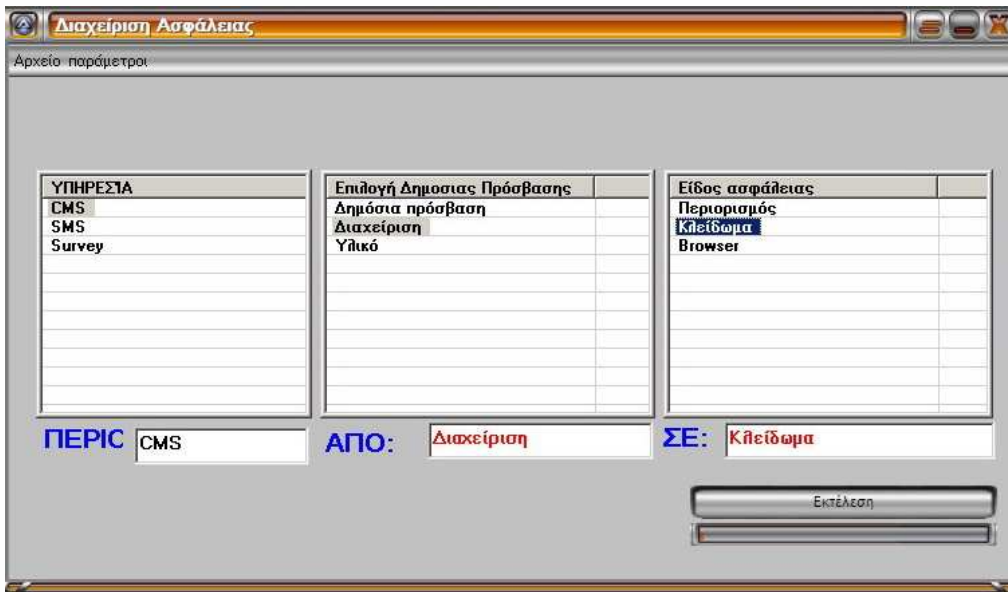
Εικόνα 6-64: Οθόνη διεπαφής της μικροεφαρμογής συγχρονισμού

Το πρόγραμμα θα τρέξει στο παρασκήνιο την παρακάτω διαδικασία: Ενεργοποίηση του φυλλομετρητή, κλήση προς το πρόγραμμα διαχείρισης της βάσης στον ΑΕ, πιστοποίηση δικαιωμάτων χρήσης, σύνδεση με τη βάση δεδομένων, επιλογή πινάκων, εξαγωγή του αρχείου SQL, αυτόματη ονομασία με βάση την ημερομηνία, αυτόματη αποθήκευση σε φάκελο «Database» του ΡΑΡ.

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Δημιουργία .htaccess υψηλής ασφαλείας	Αποκοπή του ΠΣ από όλες τις κλήσεις	AD4.1
Αποστολή .htaccess σε ΑΕ	Θωράκιση του δικτυακού τόπου	AD4.2
Αντικατάσταση υπάρχοντος .htaccess	Κατάργηση κανόνων κανονικής ασφαλείας	AD4.3
Διαγραφή .htaccess απενεργοποίησης	Εκκίνηση επαναφοράς στην αρχική κατάσταση	AD5.1
Επαναφορά αρχικού .htaccess	Επαναφορά σε κανονικά επίπεδα ασφαλείας	AD5.2

Πίνακας 6-75: Πίνακας διαδικασιών αλλαγής σε πολιτική υψηλής ασφαλείας

Στη συνέχεια ο χρήστης με την επιλογή της εφαρμογής ενσωμάτωσης μπορεί να ενσωματώσει τη βάση δεδομένων στο ΤΕ. Οι διαδικασίες ενσωμάτωσης περιλαμβάνουν: Ενέργειες ενεργοποίησης υπηρεσιών Apache και MySQL, ενεργοποίηση φυλλομετρητή, σύνδεση με το πρόγραμμα διαχείρισης βάσης δεδομένων του ΤΕ, επιλογή του αρχείου SQL με βάση την ημερομηνία, επιλογή των πινάκων ΤΕ και αντικατάσταση με τους πίνακες του ΑΕ.



Εικόνα 6-65: Σύστημα διαχείρισης ασφαλείας

Παρατηρούμε ότι ο χρήστης έχει πολύ λίγα σημεία αποφάσεων, κάτι που διευκολύνει πολύ την εκτέλεση των δύο πολύ σημαντικών αυτών διαδικασιών.

6.18.7 Μικροεφαρμογή άμεσης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης κατάστασης υψηλής ασφαλείας

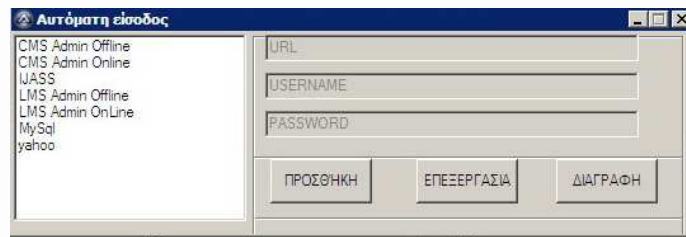
Η μικροεφαρμογή αυτή αναλαμβάνει να υλοποιήσει τις διαδικασίες διακοπής και επανενεργοποίησης του ΠΣ-ΣΔΠ (Πίνακας 6-75). Κατά τη διάρκεια της διακοπής δεν εξυπηρετείται καμία κλήση προς τον συγκεκριμένο δικτυακό τόπο.

6.18.8 Μικροεφαρμογή αυτόματης σύνδεσης με backend

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Σύνδεση με την υπηρεσία διαχείρισης	Σύνδεση με την υπηρεσία διαχείρισης	D 6.1
Έλεγχος αυθεντικότητας	Έλεγχος αυθεντικότητας	D6.2

Πίνακας 6-76: Πίνακας διαδικασιών μικροεφαρμογής αυτοματισμού συνδέσεων

Η πολύ χρήσιμη αυτή μικροεφαρμογή αναλαμβάνει να συνδέει τον διαχειριστή με τα προγράμματα διαχείρισης αυτόματα χωρίς να απαιτείται η είσοδος κωδικών και ονομάτων χρήστη (Εικόνα 6-66). Εκτελεί στο παρασκήνιο τη σύνδεση με την κατάλληλη υπηρεσία και την επαλήθευση της αυθεντικότητας, παρουσιάζοντας στον χρήστη κατευθείαν την οθόνη διαχείρισης (Πίνακας 6-76).



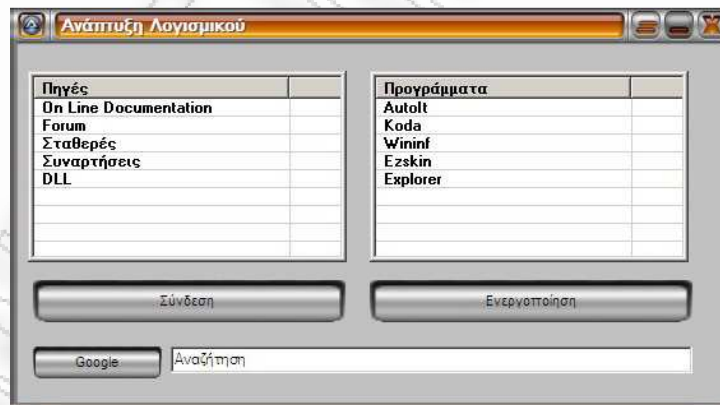
Εικόνα 6-66: Διεπαφή με την μικροεφαρμογή αυτόματης σύνδεσης

6.18.9 Μικροεφαρμογή ανάπτυξης λογισμικού

Η εφαρμογή αυτή διευκολύνει την ανάπτυξη λογισμικού προσφέροντας στον χρήστη τη δυνατότητα να συνδεθεί με τις πλατφόρμες της Κοινότητας, στην προκειμένη περίπτωση με τις πλατφόρμες eclipse, autoit και html. Παράλληλα διαθέτει και ενσωματωμένη Google αναζήτηση (Εικόνα 6-67). Οι διαδικασίες της εφαρμογής δίνονται στον Πίνακα 6-77:

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Ενεργοποίηση πλατφόρμας Eclipse	Τροποποίηση αρχείων PHP	J3.1
Ενεργοποίηση πλατφόρμας Autoit	Δημιουργία αυτοματισμών	J3.2
Ενεργοποίηση πλατφόρμας html	Δημιουργία στατικών ιστοσελίδων	J3.3

Πίνακας 6-77: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής ανάπτυξης λογισμικού

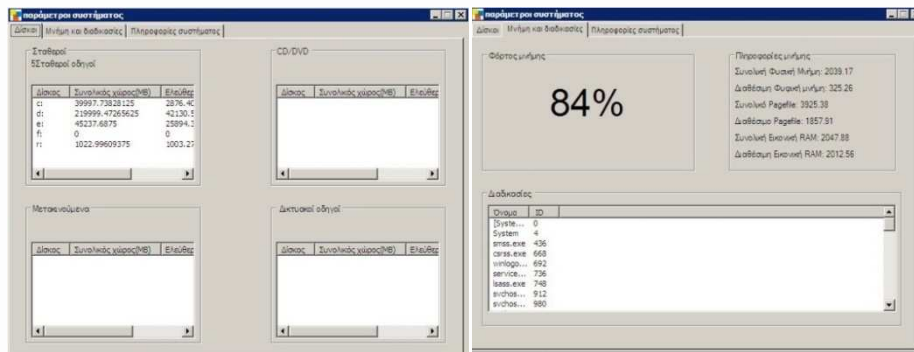


Εικόνα 6-67: Μικροεφαρμογή ανάπτυξης λογισμικού

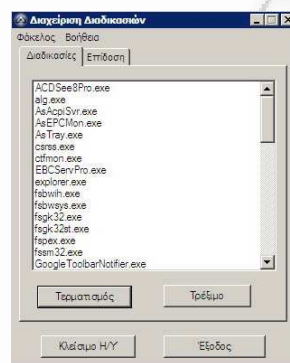
6.18.10 Μικροεφαρμογές ελέγχου του συστήματος φιλοξενίας

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Έλεγχος πόρων	Διάγνωση τυχόν προβλημάτων στην εκτέλεση	D7.1
Έλεγχος διαδικασιών	Εντοπισμός διαδικασιών οι οποίες θα πρέπει να τερματιστούν	D7.2

Πίνακας 6-78: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής ελέγχου του συστήματος φιλοξενίας



Εικόνα 6-68: Έλεγχος συστήματος φιλοξενίας



Εικόνα 6-69: Έλεγχος διαδικασιών στην κύρια μνήμη

Η μικροεφαρμογή αυτή υλοποιεί τις διαδικασίες του Πίνακα 6-78 και έχει τις διεπαφές των Εικόνων 6-68 και 6-69.

6.18.11 Μικροεφαρμογή αποστολής SMS

Η μικροεφαρμογή αυτή αναλαμβάνει να δώσει ένα άμεσο κανάλι επικοινωνίας μεταξύ των διαχειριστών ή ομάδων χρηστών (Πίνακας 6-79):

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Σύνδεση με εξυπηρετητή SMS	Πρόσβαση στην υπηρεσία SMS	D8.1
Σύνθεση αρχείου μηνυμάτων	Αποστολή μαζικών ή εξατομικευμένων μηνυμάτων	D8.2
Αποστολή αρχείου μηνυμάτων	Ενημέρωση διαχειριστών ή ομάδων χρηστών	D8.3

Πίνακας 6-79: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής χρήσης της υπηρεσίας SMS

6.18.12 Μικροεφαρμογή σύνθεσης και αποστολής υλικού

Η μικροεφαρμογή αυτή αναλαμβάνει να υλοποιήσει τις διαδικασίες που αφορούν τη σύνθεση και αποστολή πακέτου υλικού από κάποιον χρήστη προς την Εικονική Κοινότητα (Πίνακας 6-80):

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Δημιουργία μεταδεδομένων	Αξιοποίηση των μεταδεδομένων για την καλύτερη ταξινόμηση στη βάση δεδομένων	Y3.1
Δημιουργία συστήματος φακέλων	Το σύστημα φακέλων θα αποτελέσει τη βάση της ταξινόμησης του υλικού	Y3.2
Ενσωμάτωση αρχείων	Τοποθέτηση των αρχείων στους κατάλληλους φακέλους	Y3.3
Συμπίεση όλου του συστήματος φακέλων	Μείωση του μεγέθους	Y3.4
Αποστολή του συμπιεσμένου αρχείου	Μεταφορά του αρχείου σε χώρο προσωρινής αποθήκευσης, προκειμένου να υλοποιηθούν οι διαδικασίες ελέγχου	Y3.5

Πίνακας 6-80: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής αποστολής υλικού

6.18.13 Μικροεφαρμογή ενσωμάτωσης βάσης δεδομένων στον ΤΕ

Η μικροεφαρμογή αυτή αυτοματοποιεί όλες τις διαδικασίες ενσωμάτωσης βάσης δεδομένων στον Τοπικό Εξυπηρετητή. Οι διαδικασίες αυτές περιλαμβάνουν: δημιουργία ΤΕ, ενεργοποίηση φυλλομετρητή, ενεργοποίηση προγράμματος διαχείρισης βάσης δεδομένων, ενσωμάτωση βάσης δεδομένων (Πίνακας 6-81) :

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Ενεργοποίηση ΤΕ	Λειτουργία ΤΕ, ώστε να είναι δυνατή η διαχείριση της βάσης δεδομένων	L2-S5.4
Εκκίνηση υπηρεσίας διαχείρισης MySQL- συνήθως phpmyadmin- στον ΤΕ	Διαχείριση βάσης δεδομένων	S5.5
Εισαγωγή αρχείου .sql	Επικαιροποίηση βάσης δεδομένων	S5.6

Πίνακας 6-81: Διαδικασίες επικαιροποίησης βάσης δεδομένων σε Τοπικό Εξυπηρετητή

6.18.14 Μικροεφαρμογή αποκατάστασης κωδικού διαχειριστή

Η μικροεφαρμογή αυτή αναλαμβάνει να αποκαταστήσει τον κωδικό του διαχειριστή σε επίπεδο διαχείρισης του πληροφοριακού συστήματος (Πίνακας 6-82).

6.18.15 Συνολική πλατφόρμα PAP (Portable Administration Platform)

Η συνολική πλατφόρμα είναι προεγκατεστημένη σε USB FLASH DRIVE και είναι παραμετροποιημένη, ώστε να λειτουργεί σε οποιονδήποτε windows Η/Υ χωρίς να εξαρτάται, αλλά και χωρίς να επηρεάζει τη διαμόρφωση του Η/Υ που τη φιλοξενεί. Επειδή το όνομα της μονάδας καθορίζεται αυτόματα από το λειτουργικό, ολόκληρη

η δομή και η υλοποίηση έχει γίνει έτσι, ώστε να λειτουργεί με οποιοδήποτε όνομα Drive.

Ενέργεια	Στόχος	Διαδικασία
Σύνδεση με πρόγραμμα διαχείρισης βάσης δεδομένων	Πρόσβαση στη βάση δεδομένων του ΠΣ-ΣΔΠ	S5.1
Αναζήτηση του πίνακα των χρηστών	Προσδιορισμός του λογαριασμού του υπερδιαχειριστή	D4.2- D4.3
Διαγραφή Hash MD5 κρυπτογραφημένου κωδικού	Ακύρωση του υπάρχοντος κωδικού	D4.4
Σύνδεση με online functions	Παραγωγή νέου κωδικού και κρυπτογράφησης του	D4.5- D4.6
Καταγραφή στον λογαριασμό του υπερδιαχειριστή	Δημιουργία νέου κωδικού	D4.7

Πίνακας 6-82: Διαδικασίες της μικροεφαρμογής αποκατάστασης κωδικού διαχειριστή

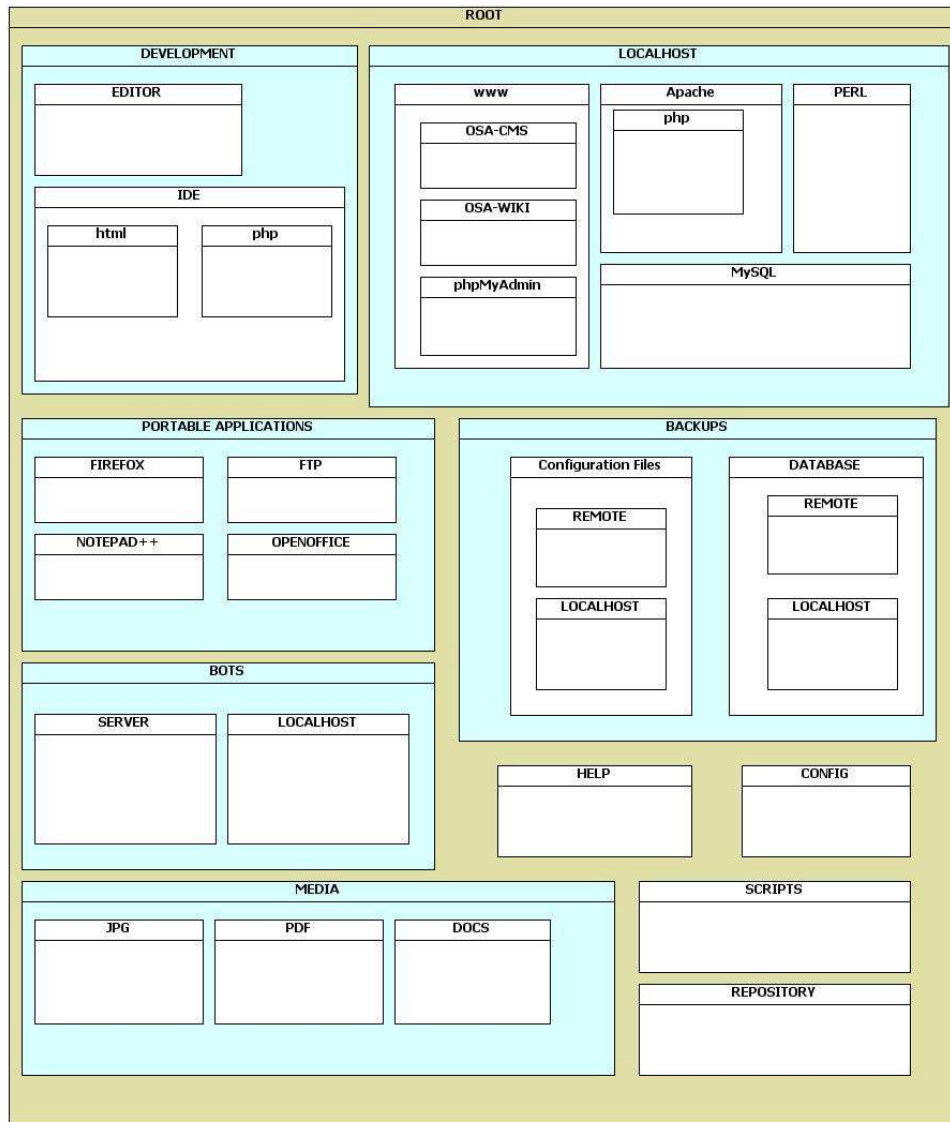
Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να τη λειτουργεί σε πολλαπλούς Η/Υ, χωρίς να χρειάζεται κάθε φορά να καθορίζει διαδρομές, φακέλους κλπ. Όλες οι μεταβολές πραγματοποιούνται στο σύστημα της εφαρμογής και όχι στον Η/Υ που φιλοξενεί την εφαρμογή. Τέλος θα πρέπει να επισημάνουμε ότι όλες οι εφαρμογές είναι εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού και το συνολικό κόστος του συστήματος είναι μηδενικό. Η ΡΑΡ αποτελείται από τα παρακάτω δομικά στοιχεία:

A) Localhost system. Το Localhost αποτελείται από όλα τα προγράμματα με τα οποία θα δίνεται η δυνατότητα να εγκαθίστανται στον οικείο Η/Υ οι υπηρεσίες εκείνες που θα τον μετατρέπουν σε πλήρες και λειτουργικό Localhost Server. Η δομή του Localhost system φαίνεται στην Εικόνα 6-70. Συγκεκριμένα δύναται να εγκατασταθούν όλες οι τυπικές υπηρεσίες Apache (Http requests-service), MySql (Database), Filezilla (FTP services), Mercury (Mail services) και PHP. Μέσα στο Localhost System υπάρχουν όλες οι υπηρεσίες τις οποίες ο χρήστης διατηρεί σε συγχρονισμό με το remote server. Μπορεί επίσης να διατηρεί και υπηρεσίες ανεξάρτητα από το αν θα είναι δημοσιευμένες στο διαδίκτυο, ώστε να τις χρησιμοποιεί για δική του χρήση ή χρήση σε τοπικό intranet. Για παράδειγμα, μπορεί να διατηρεί εφαρμογή ημερολογίου για δική του χρήση ή εφαρμογή ηλεκτρονικής τάξης για χρήση σε τοπικό δίκτυο ή repository για χρήση σε μητροπολιτικό δίκτυο.

B) Πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού. Η αναγκαιότητα αυτής της πλατφόρμας έχει αναπτυχθεί σε προηγούμενα σημεία και έχει ως στόχο την υλοποίηση των διαδικασιών που έχουν σχέση με την ανάπτυξη λογισμικού. Η σύνθεση της πλατφόρμας είναι η παρακάτω:

1. Δυναμικό editor (Notepad++) ο οποίος δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης σε όλες τις δυνατές κωδικοσελίδες της ελληνικής γλώσσας. Με τον τρόπο αυτό μπορεί ο χρήστης να επαναφέρει ελληνικές λέξεις και κείμενα που είναι ενσωματωμένα στο ανοιχτό λογισμικό στην κωδικοσελίδα που επιθυμεί. Παράλληλα μπορεί να εισαγάγει

και να μελετήσει οποιονδήποτε κώδικα ανοιχτού λογισμικού, μιας και ο συγκεκριμένος editor διαθέτει ισχυρά στοιχεία οπτικοποίησης και χρωματικής κωδικοποίησης του κώδικα.



Εικόνα 6-70: Μη βασικά υποσυστήματα εργαλείων φιλοξενίας

2. Ισχυρό και δυναμικό IDE περιβάλλον. Επιλέχθηκε η πλατφόρμα Eclipse η οποία παραμετροποιήθηκε, ώστε να λειτουργεί σε Η/Υ που δεν διαθέτει τις κατάλληλες βιβλιοθήκες ή πακέτα SDK JAVA και αρκετά ADDONS.

Γ) Μεταφερόμενες εφαρμογές. Για να πετύχουμε την πλήρη αυτονομία του χρήστη, συμπεριλάβαμε στο πληροφοριακό σύστημα έναν αριθμό από μεταφερόμενες ανοιχτού λογισμικού εφαρμογές οι οποίες δεν απαιτούν εγκατάσταση και τρέχουν απευθείας από το μεταφερόμενο μέσο αποθήκευσης (USB Flash Drive, portable HD, mobile, PDA, κλπ). Οι εφαρμογές αυτές αναφέρονται στον Πίνακα 6-83.

Δ) VCAA. Στον χώρο αυτό περιέχονται τα modules της εφαρμογής VCAA, όπως αυτά αναπτύχθηκαν αναλυτικά σε προηγούμενη παράγραφο.

Ε) Backup File System. Ο χώρος αυτός αφιερώνεται στα αντίγραφα ασφαλείας που παράγονται κατά τον συγχρονισμό.

ΣΤ) Media File System. Στον χώρο αυτό αποθηκεύονται αρχεία πολυμέσων.

Αρχείο	περιγραφή
Xenon File Manager	Διαχειριστής αρχείων
Pnotes 4	Διαχειριστής προσωπικών δεδομένων
Toucan 2	Διαχειριστής Backup με encryption
ClamWin	Antivirus
Filezilla	FTP client
KomPozer	Web Editor
GimpPortable	Επεξεργασία εικόνας
Mozilla Firefox	Φυλλομετρητής
Mozilla Thunderbird	Web mail client
Mozilla Sunbird	Ημερολόγιο και διαχείριση έργου
OpenOffice	Προγράμματα γραφείου
7-Zip Portable	Συμπίεση αρχείων
Infarecorder portable	CD και DVD αντιγραφικό
Sumatra Pdf Portable	Αναγνώστης αρχείων Pdf
JkDefrag Portable	Συντήρηση δίσκου

Πίνακας 6-83: Μεταφερόμενες εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού

Ζ) Help System. Στον χώρο αυτό υπάρχουν αρχεία βοήθειας όλης της εφαρμογής.

Η) Config library. Εδώ αποθηκεύονται τα αρχεία παραμέτρων.

Θ) Scripts library. Πρόκειται για βιβλιοθήκη προγραμμάτων που απαιτούνται για τη λειτουργία του VCAA.

Ι) Σύστημα ασφαλείας. Το σύστημα ασφαλείας της πλατφόρμας αποτελείται από το ανοιχτό λογισμικό ClamWin Portable antivirus και το σύστημα κλειδώματος Flash Drive Folder Lock. Με το Folder Lock προστατεύονται όλες οι ευαίσθητες πληροφορίες του VCAA σε περίπτωση κλοπής ή απώλειας.

6.19 Λειτουργία και πραγματικά αποτελέσματα της Εικονικής Κοινότητας

Στο σημείο αυτό θα διερευνήσουμε τα αποτελέσματα της Εικονικής Κοινότητας του ΕΚΦΕ Αγ. Αναργύρων μετά από τέσσερις μήνες λειτουργίας αναφορικά με την παραγωγή γνώσης και καινοτομίας, αλλά και τις διαφαινόμενες τάσεις για την περαιτέρω βιωσιμότητα και εξέλιξη της Κοινότητας. Θα ακολουθήσουμε το μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων το οποίο και μας καθοδήγησε σε όλες τις φάσεις του σχεδιασμού και της υλοποίησης της Εικονικής Κοινότητας.

Επίπεδο ασφα- λείας	Ενέργειες	Αιτιολογία	Αρ. επιθέσεων σε διάστημα 5 μηνών
Επίπεδο 0	Κλειδωμά του ΠΣ-ΣΔΠ Διαδικασία AD4	Στοχευόμενη επίθεση σε ΠΣ-ΠΣΔ	2
Επίπεδο 1	Αποκλεισμός IP Διαδικασία AD1	Στοχευόμενες επιθέσεις στους Server του ΠΣΔ	1
Επίπεδο 2	Ασφαλής λειτουργία ΠΣ-ΣΔΠ Διαδικασία AD13	Επιθέσεις από Bots XSS – SQL injections	8
Επίπεδο 3	Κανονική λειτουργία	Κανονική λειτουργία	-

Πίνακας 6-84: Επίπεδα ασφαλείας τα οποία χρησιμοποίησε το διαχειριστικό σχήμα της Εικονικής Κοινότητας

6.19.1 Εξέλιξη της *M* – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας

Στους πρώτους μήνες λειτουργίας δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στη σταθεροποίηση της λειτουργίας του ΠΣ-ΣΔΠ, ενώ το διαχειριστικό σχήμα εστίασε ιδιαίτερα σε ζητήματα ασφαλείας. Δημιούργησε για τον λόγο αυτό τρία βασικά σχήματα ασφαλείας, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-84.

Ενότητα	Περιγραφή	<i>π</i> – οντότητα
Applets	Μικροεφαρμογές java	ΣΕΦΕ, ΤΕ-ΠΤ
PowerPoints	Δομημένες παρουσιάσεις θεμάτων	ΤΕ-ΠΤ
IWP applets	Μικροεφαρμογές java με την ενσωματωμένη εφαρμογή IWP	ΣΕΦΕ, ΤΕ-ΠΤ
Video	Μαγνητοσκοπήση πραγματικών εργαστηριακών ασκήσεων	ΣΕΦΕ
Interactive Physics	Εφαρμογές προσομοίωσης σε Interactive Physics	ΣΕΦΕ, ΤΕ-ΠΤ
Tutorials	Μονάδες μάθησης	ΣΕΦΕ, ΤΕ-ΠΤ
Λογισμικό	Ελεύθερο λογισμικό	ΣΕΦΕ, ΤΕ-ΠΤ
Εργαστηριακές ασκήσεις	Οργανωμένα πακέτα εργαστηριακών ασκήσεων	ΣΕΦΕ
Πακέτα mlp	Αρχεία συγχρονικής λήψης και απεικόνισης	ΣΕΦΕ

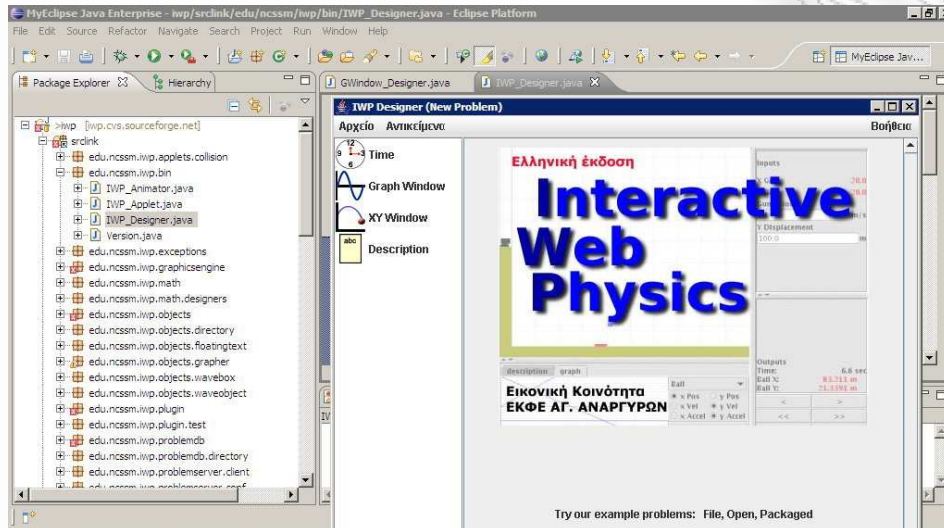
Πίνακας 6-85: Βασικές ενότητες της βιβλιοθήκης περιεχομένου της Εικονικής Κοινότητας

Με κατάλληλες τροποποιήσεις του επιπέδου ασφαλείας η διαχειριστική ομάδα κατάφερε να διατηρήσει το ΠΣ-ΠΔΣ σε συνεχή λειτουργία. Οι μόνες περιπτώσεις που το ΠΣ-ΣΔΠ ήταν εκτός λειτουργίας αφορούσαν προγραμματισμένες συντηρήσεις των εξυπηρετητών του ΠΣΔ.

Έχοντας επιτύχει την εξασφάλιση ασφαλούς και απρόσκοπτης λειτουργίας, η Εικονική Κοινότητα άρχισε να οργανώνει το υλικό της σε μια κεντρική βιβλιοθήκη. Έχο-

ντας άμεση ανατροφοδότηση από τα μέλη της Κοινότητας, το υλικό οργανώθηκε σε ενότητες. Δημιουργήθηκαν οι παρακάτω ενότητες υλικού του Πίνακα 6-85.

6.19.2 Δημιουργία ομάδων ανάπτυξης λογισμικού



Εικόνα 6-71: Το CVS περιεχόμενο της ομάδας συνεργασίας του IWP σε περιβάλλον Eclipse

Η βιβλιοθήκη υλικού (Εικόνα 6-71) αποτέλεσε τον βασικό πυρήνα της μαθησιακής συζήτησης των μελών της Κοινότητας και το σημαντικότερο πεδίο γνωστικής αντανάκλασης. Υλικό από τη βιβλιοθήκη χρησιμοποιήθηκε ελεύθερα και στις δύο παιδαγωγικές οντότητες που υποστηρίζει η Εικονική Κοινότητα, το ΣΕΦΕ και την τεχνολογικά ανεπτυγμένη παραδοσιακή τάξη διδασκαλίας. Η αλληλεπίδραση πραγματοποιήθηκε κυρίως μέσα από ανταλλαγή ηλεκτρονικών μηνυμάτων, αλλά και μέσω πραγματικών συναντήσεων στον χώρο του ΕΚΦΕ. Παράλληλα, ζητήθηκε ανατροφοδότηση και από άλλα ΕΚΦΕ ανά την Ελλάδα. Στο πλαίσιο της Εικονικής Κοινότητας αναπτύχθηκε συνεργασία μέσω sourceforge.net με την ομάδα ανάπτυξης του λογισμικού IWP (Interactive web Physics) με στόχο την ελληνοποίηση του συγκεκριμένου λογισμικού. Ως πλατφόρμα ελληνοποίησης επιλέχθηκε η πλατφόρμα eclipse (Εικόνα 6-70).

6.19.3 Εξέλιξη της P – οντότητας της Εικονικής Κοινότητας

Η P – οντότητα της Κοινότητας αφορά τη γνώση την οποία διαχειρίζεται η Κοινότητα και, για να είμαστε πιο συγκεκριμένοι, αφορά το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο χτίζεται σταδιακά μέσα στη M – οντότητα της Κοινότητας. Η γνώση την οποία διαχειρίζεται η Κοινότητα αφορά κατά βάση δύο πολύ σημαντικές P – συζητήσεις. Η μία συζήτηση αφορά το τεχνολογικό και οργανωτικό υπόβαθρο της Εικονικής Κοινότητας και η άλλη αφορά το γνωστικό αντικείμενο της Εικονικής Κοινότητας το οποίο είναι η διερεύνηση τεχνολογικά ανεπτυγμένων π – οντοτήτων. Οι δύο αυτές συζητήσεις εξελίσσονται παράλληλα και είναι συμπληρωματικές.

Τα μέλη της Κοινότητας έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν και στις δύο αυτές συζητήσεις. Χαρακτηριστικό είναι ότι και οι δύο βασικές αυτές συζητήσεις λειτουργούν στην ίδια ***M – οντότητα***. Στο σημείο θα θέλαμε να επισημάνουμε ότι η εξέλιξη της ***M – οντότητας*** οδηγεί σε δυνατότητες ανάπτυξης περισσότερων και πιο δυναμικών ***P – οντοτήτων*** μέσω των αντίστοιχων συζητήσεων.

The image displays two screenshots of a website interface for 'Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων'. The top screenshot shows a 'Videos' section with a video player and a 'Powerpoints' section with a diagram of a battery and a resistor. The bottom screenshot shows a 'Bibliography' section with a list of videos and a 'Statistics' section with technical details.

Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων
 Συμβολή στην αθροποίηση του Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών
 Υπεύθυνος ΕΚΦΕ: Δρ Καλλίνικος Χαράκαπουλας

Αρχική | Συνδέσεις | Επικοινωνία

Αρχική → Video Εργ. Ασκήσεων

Βασικές επιλογές

- Αρχική
- Συνθετή αναζήτηση
- ΑΣΚΗΣΕΙΣ 08-09
- Παλαιότερες ασκήσεις
- Ειδικά θέματα
- Βιβλιοθήκη
- Υποστήριξη

Syndicate

Βιβλιοθήκη υλικού

- Java Applets
- Interactive Physics

Videos

Αξιολόγηση υλικού: 5 / 3
 1 2 3 4 5 Αξιολόγηση

ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ-Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ - Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 Επίδραση υδροχλωρικού οξέος σε μέταλλο-1.

[\[ΠΡΟΒΟΛΗ\]](#)
[\[ΑΣΚΗΣΗ\]](#)

ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ- Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 Επίδραση υδροχλωρικού οξέος σε μέταλλο-2.

[\[ΠΡΟΒΟΛΗ\]](#)

Εικόνες από τα Powerpoints

Τι θα συμβεί αν κλείσει τον διακόπτη αυτής;

Το παλιό «παι άσπρον» με την μέτρησή αυτή. Για να τον εργαζόμαστε κερδίζουμε μερικά λεπτά και να φανταστούμε κάποιον στα άκρα του. Το φαινόμενο παρατηρείται Ανεπαρκώς, και η μέτρηση παρατηρείται στην κατάσταση.

Δημοσκοπήσεις

Πόσο Πλήρως θεωρείτε το Εργαστήριο ΦΕ του σχολείου σας

- Σχεδόν πλήρως
- Μικρές ελλείψεις
- Αρκετές ελλείψεις αλλά λειτουργικό
- Πολλές ελλείψεις, προβληματικό

Βιβλιοθήκη υλικού

- Λογισμικά

ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ-Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 Επίδραση υδροχλωρικού οξέος σε μέταλλο-3.

[\[ΠΡΟΒΟΛΗ\]](#)

ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ- Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 Επίδραση οξέως σε ανθρακικό άλας-1.

[\[ΠΡΟΒΟΛΗ\]](#)
[\[ΑΣΚΗΣΗ\]](#)

ΧΗΜΕΙΑ Α ΛΥΚΕΙΟΥ- Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
 Επίδραση οξέως σε ανθρακικό άλας-2.

[\[ΠΡΟΒΟΛΗ\]](#)

Συνδεδεμένοι

Εχουμε 1 επισκέπτη σε σύνδεση

Στατιστικά

OS:SunOS w
 PHP:5.2.6
 Τύπος Βάσης: mysql
 Έκδοση Βάσης: 5.0.45
 Ώρα: 13:09
 Caching: Ανενεργό
 GZIP: Ανενεργό
 Είς: 2008.0 (Olympus)
 Επισκέπτες: 1954

Εικόνα 6-72: Εικόνες από την παρουσίαση της βιβλιοθήκης υλικού και στην υποκατηγορία video

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι μέσα στους επόμενους στόχους της Κοινότητας είναι η σύνδεση με το σύστημα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης του Δήμου Πετρούπολης και η on-line παροχή μετρήσεων περιβαλλοντικών παραμέτρων μέσα από ΕΦΕ της περιοχής. Δημιουργείται με τον τρόπο αυτό μια νέα ***P – συζήτηση***, ενώ παράλληλα επεκτείνεται και η ***M – οντότητα***. Η επέκταση της ***M – οντότητας*** συνοδεύεται από ανάγκη δημι-

ουργίας και αναβάθμισης του σχήματος διαχείρισης και ελέγχου. Στον Πίνακα 6-86 παρουσιάζονται οι βασικές *P – οντότητες* και τα αντίστοιχα συνεπαγωγικά πλέγματα:

<i>P – οντότητα</i>	Συνεπαγωγικό πλέγμα	Ζώνη δραστηριοποίησης
Τεχνολογική πλατφόρμα Εικονικής Κοινότητας	Διαδικασίες εγκατάστασης, παραμετροποίησης, αναβάθμισης και λειτουργίας του ΠΣ-ΣΔΠ	Κρίσης I&II
Έλεγχος, διαχείριση και ομοιόσταση του ΠΣ-ΣΔΠ	Διαδικασίες διαχείρισης, ελέγχου και ασφαλείας ΠΣ-ΣΔΠ	Κρίσης I&II
Ανάπτυξη λογισμικού	Ανάπτυξη λογισμικού αυτοματισμού σε sourceforge.net Ανάπτυξη λογισμικού IWT σε sourceforge.net Ανάπτυξη μικροεφαρμογών Java	Κρίσης I&II
<i>π – οντότητα</i> ΣΕΦΕ	Εργαστηριακές ασκήσεις, συστήματα συγχρονικής λήψης και αποτύπωσης, εικονικό και εξ αποστάσεως πείραμα, πρωτόκολλα ανταλλαγής πειραματικών δεδομένων	Κρίσης I
<i>π – οντότητα</i> ΤΕ-ΠΤ	Προσομοίωση, μοντελοποίηση, λογισμικό παρουσίασης, μικροεφαρμογές java, λογισμικό προσομοίωσης, γραφικές παραστάσεις κλπ.	Κρίσης I
<i>π – οντότητα</i> project	Ανοιχτές οργανωσιακά <i>π – οντότητες</i> , λογισμικό διαχείρισης έργου, portfolio μαθητή κλπ.	Κρίσης II

Πίνακας 6-86: Βασικές *P – οντότητες* και τα αντίστοιχα συνεπαγωγικά πλέγματα

Α) *P – οντότητα* 1: Τεχνολογική πλατφόρμα Εικονικής Κοινότητας

Η *P – οντότητα* αυτή υλοποιείται στη *M – οντότητα* της Εικονικής Κοινότητας, όπως αυτή έχει αναπτυχθεί αναλυτικά σε προηγούμενη ενότητα. Το συνεπαγωγικό πλέγμα της οντότητας αυτής αποτελείται από όλες τις διαδικασίες δημιουργίας του τεχνολογικού υποβάθρου, όπως για παράδειγμα οι ομάδες διαδικασιών L, I, M, D, J, CA, CC,U, SEO.

Β) *P – οντότητα* 2: Έλεγχος, διαχείριση και ομοιόσταση του ΠΣ-ΣΔΠ

Η *P – οντότητα* αυτή υλοποιείται στη *M – οντότητα* της Εικονικής Κοινότητας, όπως αυτή έχει αναπτυχθεί αναλυτικά σε προηγούμενη ενότητα. Το συνεπαγωγικό πλέγμα της οντότητας αυτής αποτελείται από όλες τις διαδικασίες δημιουργίας του τεχνολογικού υποβάθρου, όπως για παράδειγμα οι ομάδες διαδικασιών D, ZC, ZD, Y, AP, AD.

Γ) *P – οντότητα* 3: Ανάπτυξη λογισμικού

Η ανάπτυξη λογισμικού πραγματοποιείται στα παρακάτω επίπεδα: δύο έργα sourceforge.net, ένα για το λογισμικό αυτοματισμού και ένα για το λογισμικό IWT. Υπάρχει επίσης και μια πολύ μικρή ομάδα η οποία δραστηριοποιείται σε Java μέσω της

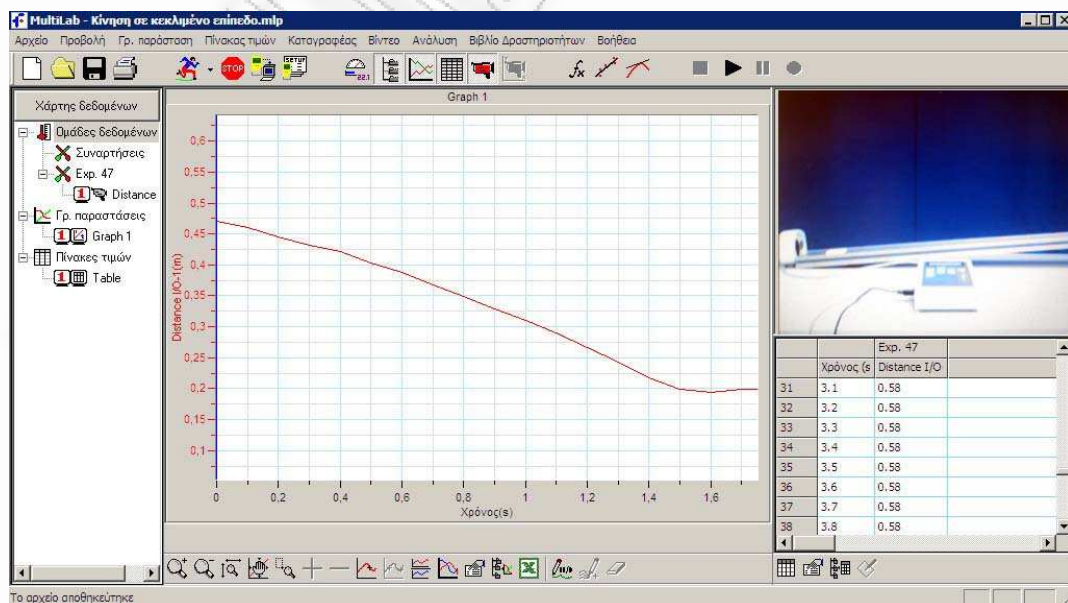
πλατφόρμας BlueJ. Τα συνεπαγωγικά πλέγματα που παράγονται εδώ αποτελούνται ουσιαστικά από τα λογισμικά, αλλά και τα ημερολόγια των αντίστοιχων έργων.

Δ) *P* – οντότητα 4: *π* – οντότητα ΣΕΦΕ

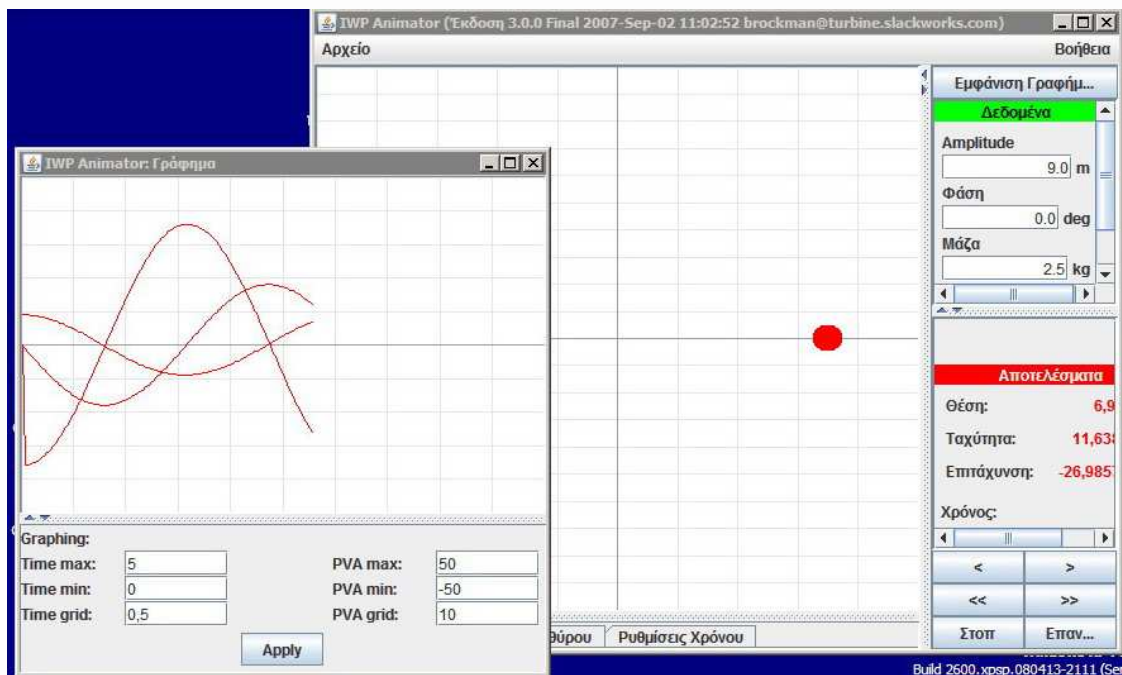
Αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη συζήτηση η οποία και πραγματοποιείται στην Κοινότητα. Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο δημιουργείται μέσω αυτής της οντότητας αποτελείται από το εργαστηριακό υλικό το οποίο παράγει η Κοινότητα και αναρτάται στη βιβλιοθήκη της Κοινότητας. Το υλικό αυτό περιστρέφεται γύρω από τις εργαστηριακές ασκήσεις, το εικονικό πείραμα και τα πειράματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης. Στο πλαίσιο της συζήτησης διερευνάται και η δυνατότητα δημιουργίας και ανταλλαγής ολοκληρωμένων πακέτων πειραματικού υλικού (δεδομένα + γραφικές παραστάσεις + σχόλια + πολυμέσα + εργαστηριακές ασκήσεις). Η πρωτοβουλία αυτή στοχεύει στη δημιουργία ανταλλάξιμου περιεχομένου με άλλες Κοινότητες. Στην εικόνα 6-73 παρουσιάζεται το ειδικό λογισμικό Multilab για την παραγωγή ολοκληρωμένων εργαστηριακών αντικειμένων. Στην ίδια συζήτηση τίγονται θέματα, όπως εργαστηριακό όργανα και συντήρηση εργαστηρίου, ασφάλεια εργαστηρίου, προγραμματισμός εργαστηριακών ασκήσεων και η εν γένει καλύτερη ροή εργασιών στο σχολικό εργαστήριο.

Ε) *P* – οντότητα 5: *π* – οντότητα διαχείρισης έργου

Η επόμενη πιο σημαντική *P* – οντότητα αφορά τη δημιουργία συνεπαγωγικού πλέγματος αναφορικά με την τεχνολογικά ανεπτυγμένη παραδοσιακή σχολική τάξη. Πρόκειται ίσως για τη σημαντικότερη συνεισφορά της Εικονικής Κοινότητας, μιας και επιτρέπει τη γνωστική αντανάκλαση πάνω σε οργανωτικά σχήματα τα οποία καθιστούν την παραδοσιακή σχολική τάξη Φυσικών Επιστημών ικανή να λειτουργεί με ΤΠΕ εξελιγμένη *M* – οντότητα.



Εικόνα 6-73: mlp αρχείο ολοκληρωμένης παρουσίασης πειράματος με γραφική παράσταση δεδομένα και βίντεο



Εικόνα 6-74: Πλατφόρμα διαδικτυακής μοντελοποίησης και προσομοίωσης IWP

Χαρακτηριστικές αναβαθμίσεις οι οποίες δοκιμάζονται είναι οι μικροεφαρμογές Java με λογισμικά, όπως το IWP (Εικόνα 6-74), οι δομημένες παρουσιάσεις PowerPoint, τα ιδεατά πειράματα μέσω πακέτων, όπως Interactive Physics, Modellus και Micro-worlds, οι νοητικοί χάρτες και οι οντολογίες με λογισμικό, όπως το SmartTools, πολυμέσα κλπ. Παράλληλα, η συζήτηση επεκτείνεται και σε ζητήματα όπως η δομημένη αναζήτηση στο διαδίκτυο, σχεδιαστικά εργαλεία και εργαλεία επεξεργασίας δεδομένων κλπ. Τέλος, η συζήτηση έχει και ορισμένες προχωρημένες επεκτάσεις, όπως είναι η δυναμική μοντελοποίηση με λογισμικό Συστημικής Δυναμικής (Vensim, Stella, Anylogic) και ο σχεδιασμός και έλεγχος ασκήσεων μέσω τέτοιων λογισμικών).

Ε) *P* – οντότητα 6: *π* – οντότητα project

Αποτελεί τη νεότερη *P* – οντότητα και αφορά τη διερεύνηση νέων οργανωτικών μορφών για *π* – οντότητες προσανατολισμένες στη διαχείριση έργου. Τέτοιες οντότητες εμφανίζονται σε έργα ΕΠΕΑΕΚ και σε εξωδιδακτικές δραστηριότητες, όπως η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

6.20 Συνδέοντας την Εικονική Κοινότητα με την εκπαιδευτική πράξη

Στην πορεία της εξέλιξης της Εικονικής Κοινότητας κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί σύνδεση της υποδομής της Εικονικής Κοινότητας με το ανοιχτό πληροφοριακό σχολικό εργαστήριο. Εκπαιδευτικοί οι οποίοι λειτουργούν στη Ζώνη Κρίσης I και με δεδομένο τον υπάρχοντα πληροφοριακό εξοπλισμό (ευρυζωνικότητα, δυνατότητα προβολής κλπ.) άρχισαν να ενσωματώνουν λειτουργίες της Εικονικής Κοινότητας και ιδιαίτερα τη βιβλιοθήκη υλικού στη *M* – οντότητα του ΣΕΦΕ (Σχολικό Εργαστήριο

Φυσικών Επιστημών). Για να διευκολυνθεί αυτή η διασύνδεση και για να ελεγχθεί η ποικιλομορφία η οποία θα αναπτυχθεί με τη χρήση της την ώρα της μαθησιακής συζήτησης, αναζητήθηκε η δημιουργία ενός συστήματος διεπαφής το οποίο θα δημιουργήσει μια οικεία αναπαράσταση στους μαθητές αναφορικά με τη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος, ενώ παράλληλα θα εξασφαλίσει πρόσθετες δυνατότητες ελέγχου στον εκπαιδευτικό, δίνοντάς του τη δυνατότητα να διαμορφώσει ο ίδιος τα στοιχεία διεπαφής με το πληροφοριακό σύστημα της Εικονικής Κοινότητας. Η εφαρμογή διεπαφής σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε VRML (Εικόνα 6-75).



Εικόνα 6-75: VRML διεπαφή για τη σύνδεση του πληροφοριακού συστήματος της Εικονικής Κοινότητας με το ανοιχτό εργαστήριο

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στον χώρο που αναπαριστά το μοντέλο ή να παρακάμψει την όλη εφαρμογή για λόγους ταχύτητας ή συμβατότητας. Αν εισέλθει στον χώρο, θα συναντήσει το βασικό δωμάτιο το οποίο είναι δωμάτιο συνεργασίας. Εκεί έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με κάποια ομάδα εργασίας ή να πραγματοποιήσει διάφορες δραστηριότητες, όπως συγγραφή ανακοίνωσης, αποστολή email και SMS, ανάκτηση αρχείου κλπ., οι οποίες στοχεύουν στην ομάδα συνεργασίας. Εφόσον δεν επιθυμεί να πραγματοποιήσει κάποια εργασία στο πλαίσιο της συνεργασίας, μπορεί να προχωρήσει σε κάποιο από τα επόμενα δωμάτια:

- A) Δωμάτιο βιβλιοθήκης υλικού
- B) Δωμάτιο προσομοίωσης
- Γ) Δωμάτιο διαχείρισης
- E) Δωμάτιο λειτουργιών

6.20.1 Δωμάτιο βιβλιοθήκης υλικού

Στο δωμάτιο αυτό ο επισκέπτης συνδέεται με την εφαρμογή της ψηφιακής βιβλιοθήκης όπου δύναται να πραγματοποιήσει αναζήτηση πάνω στο υλικό της Εικονικής Κοινότητας. Δύναται, επίσης, να αποστείλει υλικό για αξιολόγηση. Η λειτουργία αυτή είναι πολύ σημαντική, μιας και δίνει τη δυνατότητα αποστολής υλικού τη στιγμή που πραγματοποιείται η μαθησιακή συζήτηση στο σχολικό εργαστήριο. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η συλλογική κατασκευή ενός νοητικού χάρτη πάνω σε ένα πειραματικό αντικείμενο. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από έναν μαθητή να εισέλθει στο δωμάτιο της ψηφιακής βιβλιοθήκης και να αποστείλει τον νοητικό χάρτη στην Κοινότητα.



Εικόνα 6-76: Κάτοψη δωματίων βιβλιοθήκης και προσομοίωσης

6.20.2 Δωμάτιο προσομοίωσης

Στο δωμάτιο προσομοίωσης ο επισκέπτης είναι δυνατόν να ενεργοποιήσει τον προσομοιωτή IWP, προκειμένου να πραγματοποιήσει κάποια προσομοίωση. Μπορεί να ανοίξει έτοιμα μοντέλα ή να αποστείλει τα δικά του. Παράλληλα, στο δωμάτιο αυτό υπάρχουν κατηγορίες μικροεφαρμογών Java και μοντέλα του προσομοιωτή Interactive Physics.

6.20.3 Δωμάτιο διαχείρισης

Η χρήση του δωματίου διαχείρισης περιορίζεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους διαχειριστές οι οποίοι και συνδέονται με τα αντίστοιχα συστήματα διαχείρισης. Η ύπαρξη δωματίου διαχείρισης σε εφαρμογή που προορίζεται για χρήση κυρίως από μαθητές στοχεύει στην ανάθεση καθηκόντων διαχείρισης στους μαθητές οι οποίοι κατέχουν ανά-

λογη τεχνολογική ετοιμότητα. Ο ρόλος του μαθητή - διαχειριστή είναι πολύ σημαντικός, μιας και τον καθιστά μέτοχο της τεχνολογίας της Μ – οντότητας της μαθησιακής συζήτησης.

6.20.4 Δωμάτιο λειτουργιών

Στο δωμάτιο αυτό πραγματοποιούνται διάφορες λειτουργίες, όπως διαχείριση αρχείων, διαχείριση χρηστών, αναβαθμίσεις, αυτοματισμοί κλπ.

6.20.5 Δωμάτιο συνεργασίας

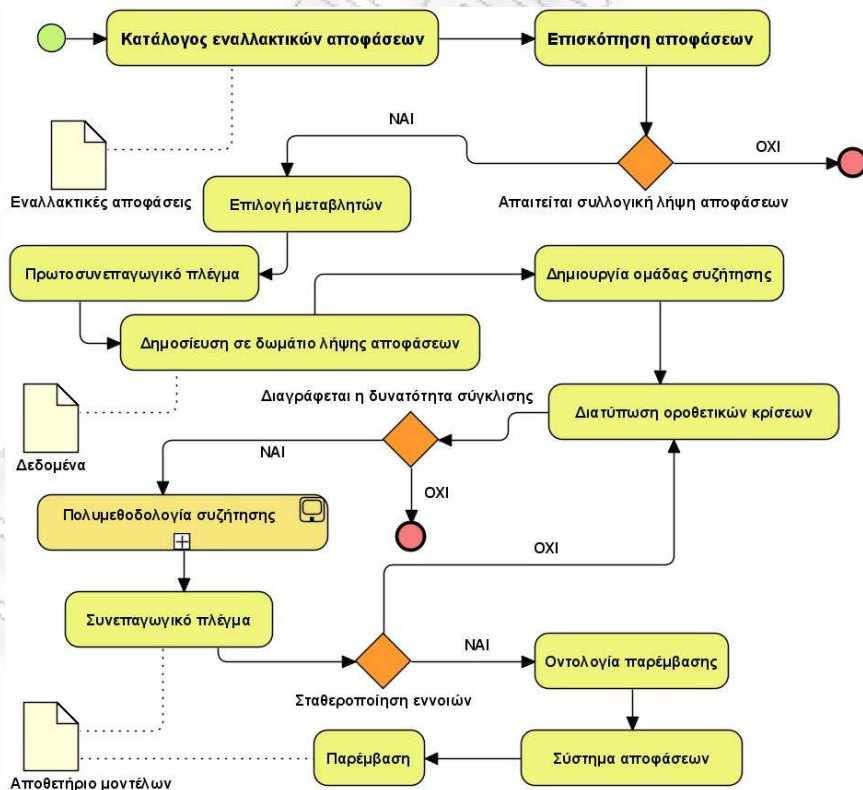
Το δωμάτιο συνεργασίας αποτελεί τον βασικό σύνδεσμο με το κοινωνικό δίκτυο της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης. Ο επισκέπτης, εφόσον είναι εξουσιοδοτημένος, έχει τη δυνατότητα να εισέλθει σε δωμάτιο συνεργασίας και να παρακολουθήσει τις εργασίες, μπορεί να υποβάλει ερώτηση και να συζητήσει κάποιο σχετικό θέμα. Η χρήση αυτού του δωματίου κατά τη διάρκεια της μαθησιακής συζήτησης δίνει πολλές δυνατότητες στον εκπαιδευτικό να επεκτείνει τη συζήτηση και πέρα από τα χωροχρονικά περιθώρια του σχολικού εργαστηρίου. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση κάποιου πειράματος και κατά τον εντοπισμό κάποιας ασυμβατότητας είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί απευθείας ενημέρωση της σχετικής ομάδας αλλά και όλης της Κοινότητας. Βασικό συστατικό της ομάδας συνεργασίας είναι η χρήση της wiki όπου δύναται να πραγματοποιηθεί συνεργατική ανάπτυξη θεμάτων.



Εικόνα 6-77: Κάτοψη δωματίου συνεργασίας

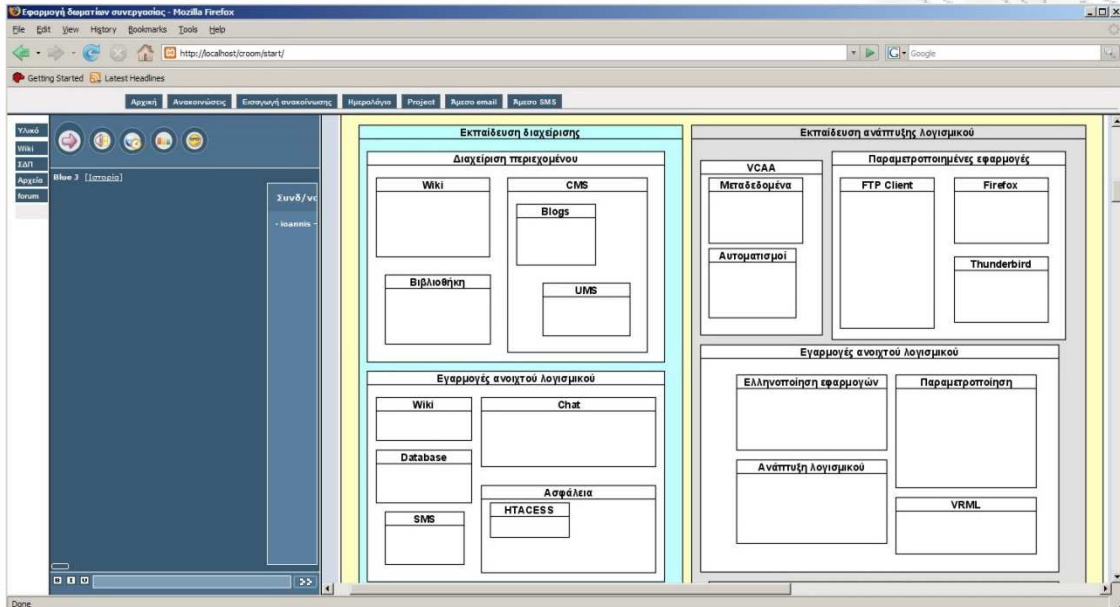
6.21 Λήψη αποφάσεων σε εικονικό δωμάτιο συνεργασίας

Στην Παράγραφο 6.13.1 αναφερθήκαμε στην αναγκαιότητα λειτουργίας υποσυστήματος λήψης απόφασης σε Εικονική Κοινότητα Μάθησης. Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε αναλυτικά το μοντέλο λήψης αποφάσεων σε Εικονικές Επιχειρήσεις του Petrousel (2009), το οποίο θεωρούμε ότι είναι επαρκές για τη λειτουργία εικονικού δωματίου λήψης αποφάσεων. Σύμφωνα με τους Ivan και Ciurea (2009), ο κύκλος ζωής της συλλογικής λήψης αποφάσεων σε Εικονική Κοινότητα περιέχει τη φάση της διατύπωσης του προβλήματος, τη φάση της ανάλυσης και τη φάση της εφαρμογής. Στη συστημική προσέγγιση θα λέγαμε ότι οι φάσεις επεκτείνονται, ώστε να συμπεριλάβουν τις οροθετικές κρίσεις του καθορισμού της ενεργού περιοχής, τη μοντελοποίηση της ερμηνευτικής οντολογίας, τη μοντελοποίηση της παρεμβατικής οντολογίας, την παραγωγή του συστήματος αποφάσεων και την υλοποίησή τους. Πολλοί ερευνητές (ενδεικτικά: Brandas, 2006) θεωρούν ότι οι διαδικασίες και τα συστήματα λήψης αποφάσεων θα πρέπει να διέπονται από προσεγμένες και αποδοτικές καταγεγραμμένες διαδικασίες οι οποίες θα εξασφαλίσουν ταχύτητα και αξιοπιστία. Συνηγορώντας υπέρ της παραπάνω άποψης, θα επισημαίναμε ότι αποτελεί πάγια ερευνητική μας άποψη ότι η ίδια η ύπαρξη των Εικονικών Κοινοτήτων βασίζεται σε πολύ καλά μελετημένη κυβερνητική των διαδικασιών. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζουμε μια προτεινόμενη διαδικασία λήψης αποφάσεων μοντελοποιημένη σε BPML (Business Process Modelling Language) (Εικόνα 6-78).

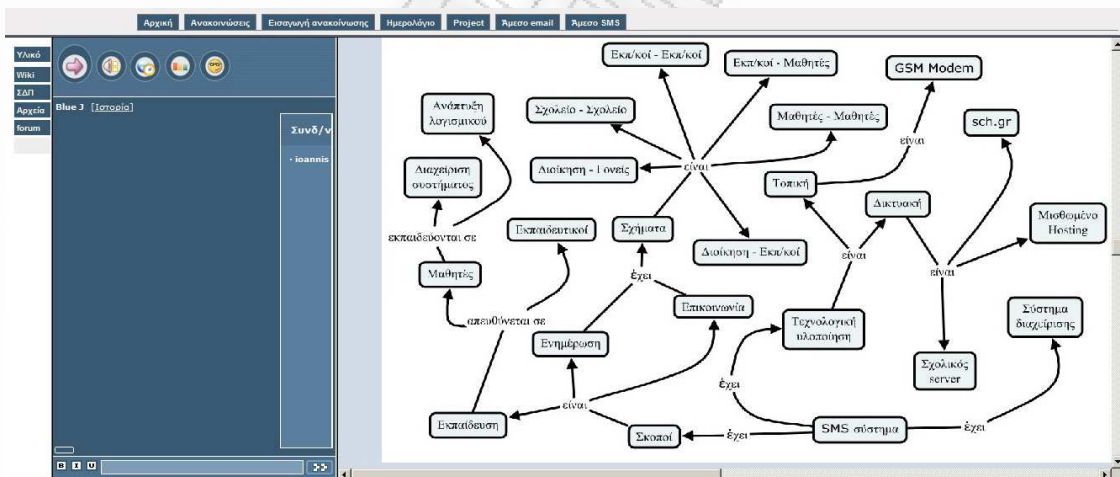


Εικόνα 6-78: Διαδικασία λήψης αποφάσεων σε δωμάτιο συνεργασίας

Στις εικόνες 6-79(α) και 6-79(β) παρουσιάζουμε τη διεπαφή της συμπαραγωγής του συνεπαγωγικού πλέγματος είτε σε μορφή διαγράμματος DCSYM είτε σε μορφή διαγράμματος εννοιολογικών χαρτών.



Εικόνα 6-79 (α): Διαμόρφωση συνεπαγωγικού πλέγματος σε DCSYM

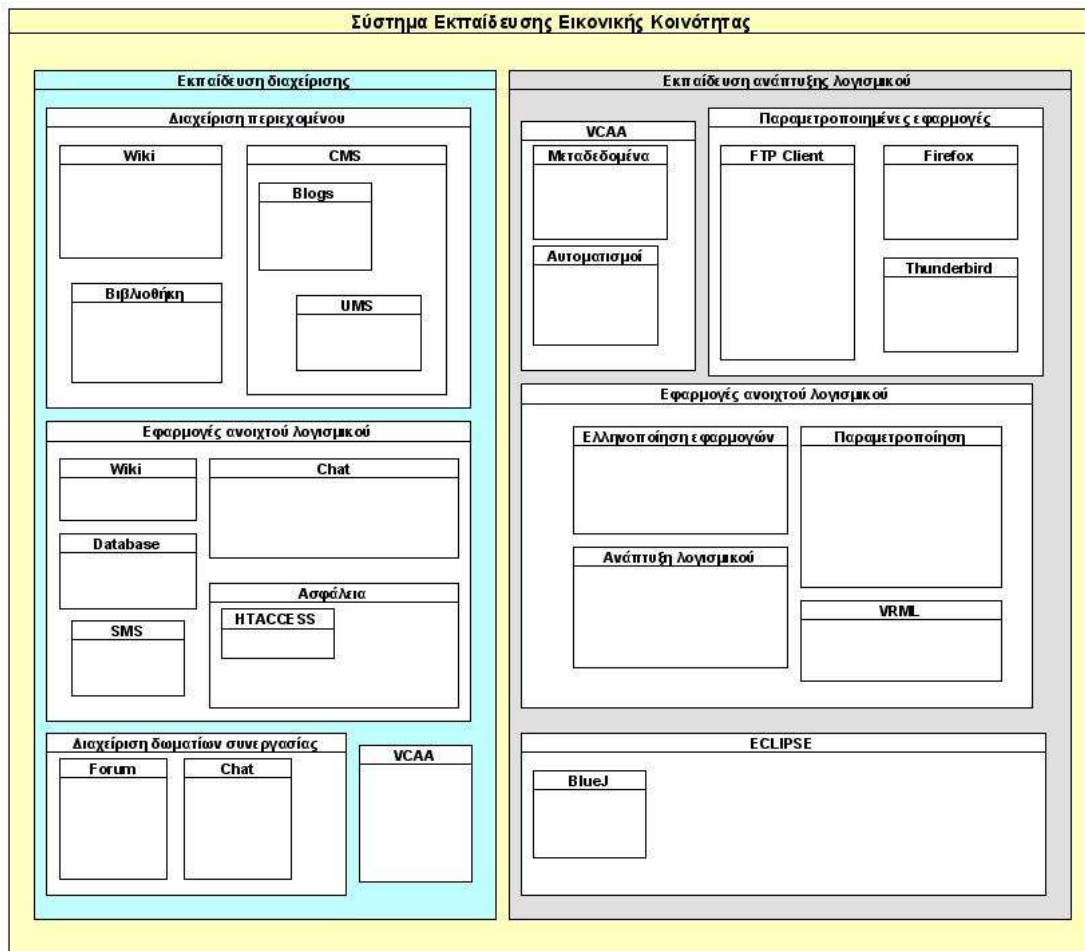


Εικόνα 6-79 (β): Διαμόρφωση συνεπαγωγικού πλέγματος σε εννοιολογικό χάρτη

6.22 Εκπαίδευση διαχειριστών και ανάπτυξη λογισμικού για τις απαιτήσεις Εικονικής Κοινότητας Μάθησης

Με δεδομένο ότι η Εικονική Κοινότητα Μάθησης την οποία υλοποιούμε στο πλαίσιο της ερευνητικής μας προσπάθειας είναι αυτοοργανωνόμενη και αυτοδιοικούμενη με υβριδικό μετασύστημα, όπως παρουσιάσαμε αναλυτικά στην Παράγραφο 6.13, είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει να καλύπτει εσωτερικά τις ανάγκες της σε διαχειριστικό δυναμικό και τεχνολογική πλατφόρμα. Με άλλα λόγια, η Κοινότητα θα πρέπει να αναδύει τόσο τις αναγκαίες τεχνολογικές λύσεις, όπως και τα άτομα τα οποία θα αναλά-

βουν διαχειριστικούς ρόλους. Αν η Κοινότητα είναι τεχνολογικά και διαχειριστικά εξαρτημένη από άλλον οργανισμό, τότε δεν είναι αυτόνομη αλλά υποσύστημα του οργανισμού που παρέχει την τεχνολογική πλατφόρμα και τους διαχειριστές. Βέβαια μια Κοινότητα Εκπαιδευτικών πολύ δύσκολα θα έχει αυτονομία σε επίπεδο εξυπηρετητή. Το πιο πιθανό είναι να έχει αυτονομία σε επίπεδο domain με βασικά δικαιώματα φιλοξενίας. Αυτή είναι και η πιο συνηθισμένη κατηγορία με τη φιλοξενία στο sch.gr να είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση. Αλλά και σε αυτήν ακόμη την περίπτωση, η Κοινότητα θα πρέπει να διαχειριστεί το πληροφοριακό σύστημα το οποίο και θα εγκαταστήσει, τη βάση δεδομένων και τις διαδικασίες συντήρησης και ασφάλειας. Είναι λοιπόν αναγκαίο να μιλάμε για ένα σύνολο ρητής γνώσης το οποίο θα πρέπει να εξελισσεται, να αποσφαλματώνεται και να μεταβιβάζεται στα μέλη της Κοινότητας που επιθυμούν να γίνουν διαχειριστές, όπως επίσης και στα μέλη εκείνα που θέλουν να αναπτύξουν περαιτέρω το λογισμικό.

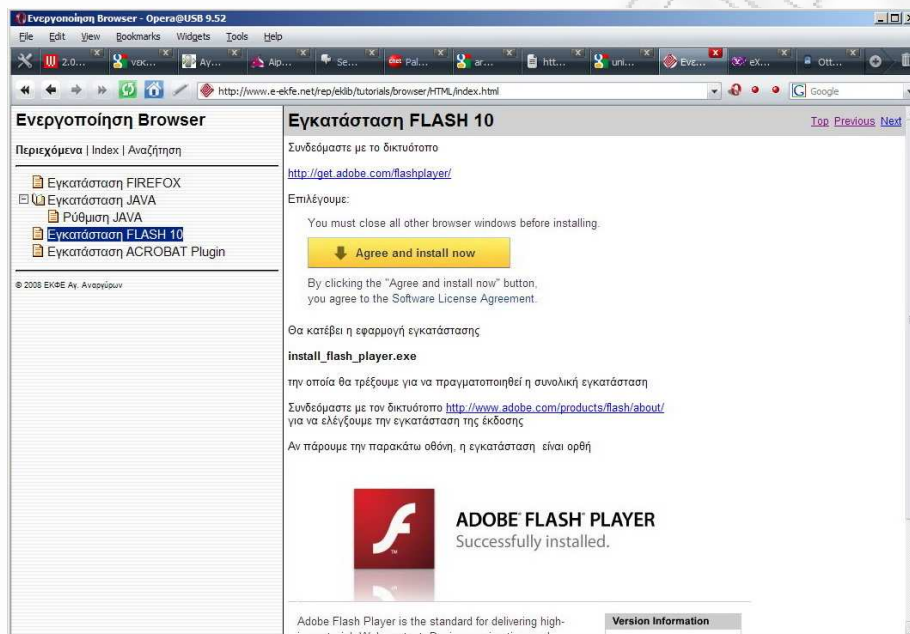


Εικόνα 6-80: Σύστημα εκπαίδευσης Εικονικής Κοινότητας Μάθησης

Σε όρους μαθησιακής συζήτησης, η γνώση αναφορικά με τη διαχείριση και ανάπτυξη της τεχνολογικής βάσης της Εικονικής κοινότητας, αλλά και τη διαχείριση του περιεχομένου της Κοινότητας αποτελεί μια ξεχωριστή **P – συζήτηση** η οποία παράγει το δικό της συνεπαγωγικό πλέγμα. Η κατανομή της γνώσης του συνεπαγωγικού πλέγματος δίδεται στο διάγραμμα της Εικόνας 6-80. Το σύστημα εκπαίδευσης έχει ουσια-

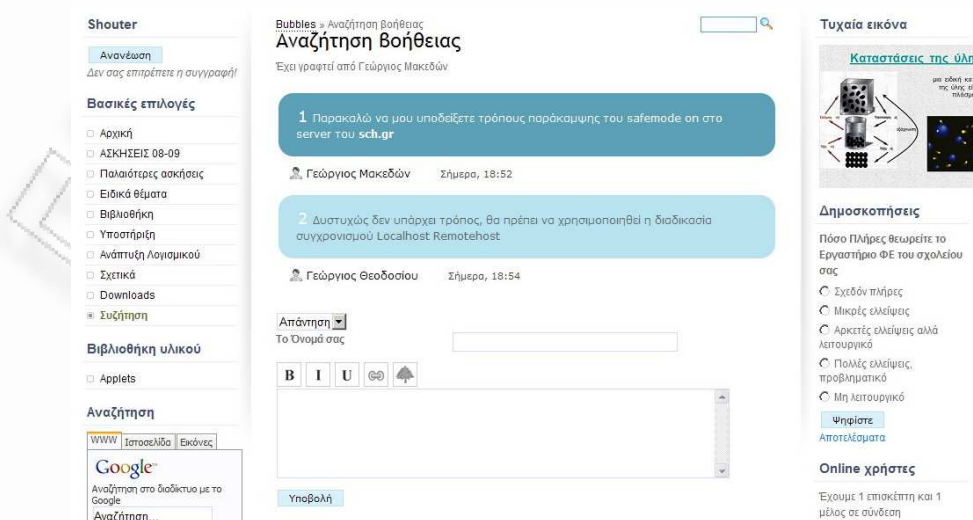
στικά δύο υποσυστήματα τα οποία διαχωρίζονται λειτουργικά σε: εκπαίδευση διαχείρισης και εκπαίδευση ανάπτυξης.

Κάθε γνωστικό αντικείμενο περιλαμβάνει το σύνολο των καταγεγραμμένων και σταθεροποιημένων διαδικασιών οι οποίες διατυπώνονται με ρητό τρόπο είτε σε γλωσσική είτε σε διαγραμματική μορφή. Η εκπαίδευση σε αυτήν την περίπτωση αφορά στην πολύ καλή γνώση και διαχείριση των διαδικασιών. Για τη μεταφορά της ρητής γνώσης χρησιμοποιούνται γραμμικά μαθησιακά σενάρια, όπως τα tutorials. Στην Εικόνα 6-81 παρουσιάζουμε την τυπική μορφή ενός tutorial.



Εικόνα 6-81: Tutorial εγκατάστασης Flash10

Για την υποστήριξη των μαθητευομένων στην αντιμετώπιση της ποικιλομορφίας που εμφανίζεται σε πραγματικό περιβάλλον έχει προβλεφθεί η λειτουργία Helpdesk (Εικόνα 6-82).



Εικόνα 6-82: Helpdesk της Εικονικής Κοινότητας

Εάν το μαθησιακό αντικείμενο διαθέτει μαθησιακό υλικό το οποίο πρέπει να μεταφερθεί με άρρητο τρόπο, τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθούν τα κατάλληλα κοινωνικά δίκτυα, προκειμένου η μεταφορά της γνώσης να ακολουθήσει την κοινωνικογνωστική οδό. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένα πρόσθετο δωμάτιο συνεργασίας το οποίο θα λειτουργήσει ως τόπος παραγωγής και μεταφοράς οργανωσιακής γνώσης.

7

Καινοτομίες και Συμπεράσματα

Η ερευνητική προσπάθεια η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής είχε ως βασικό στόχο τη δημιουργία **ενός ολοκληρωμένου και οργανωμένου πλαισίου ανάπτυξης του συστημικού - κυβερνητικού - φορμαλισμού για την οδήγηση τόσο της ερμηνευτικής όσο και της παρέμβασης στα σύγχρονα πολύπλοκα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις νέες τεχνολογίες**. Το πλαίσιο αυτό αποτελεί συμβολή στον κλάδο της «**Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής**», έναν κλάδο ο οποίος εξακολουθεί και υπάρχει σε ορισμένα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα και Ινστιτούτα Πληροφορικής και διερευνά κυρίως τομείς διασύνδεσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ, όπως επίσης και νέα οργανωτικά σχήματα για την Εκπαίδευση.

Η συστημική ανάλυση της εκπαιδευτικής πραγματικότητας τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο μας αποκαλύπτει την ανεπάρκεια πλέον των παραδοσιακών μηχανισμών παραγωγής γνώσης και παρέμβασης να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε ένα πολύπλοκο τεχνολογικά περιβάλλον. Η ανεπάρκεια των παραδοσιακών τεχνικών και μοντέλων οφείλεται στη μετασταθή κατάσταση στην οποία βρίσκεται πλέον η Εκπαίδευση κυρίως λόγω της δραματικής αλλαγής του τεχνολογικού περιβάλλοντός της. Η μετασταθής αυτή κατάσταση λόγω της έντονης μορφογένεσης και της μη γραμμικότητας καθιστά πολύ δύσκολη οποιαδήποτε μακροσκοπική πρόβλεψη. Παράλληλα, καθιστά σχεδόν αδύνατη τη δημιουργία παρεμβάσεων μεγάλης κλίμακας βασισμένων σε κεντρικούς σχεδιασμούς ειδικών. Στην ανάλυση που έχουμε πραγματοποιήσει στο 3ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας διαφαίνεται ξεκάθαρα η αδυναμία γενίκευσης στρατηγικών ΤΠΕ πέρα από κατευθυντήριες γραμμές αύξησης της τεχνολογίας υποβάθρου σε όλα τα επίπεδα. Παράλληλα, η προσεκτική ανάλυση των μεταερευνών αποκαλύπτει βασικές παθογένειες της παραδοσιακής εκπαιδευτικής μοντελοποίησης, όπως:

Α) Έλλειψη ενός μοντέλου για την «παιδαγωγική μονάδα», το «παιδαγωγικό κβάντο» της οργανωμένης και σκόπιμης Εκπαίδευσης

- Β) Έλλειψη μιας συστημικής θεωρίας** που να υποστηρίζει την ανάπτυξη **συλλογικού μαθησιακού πράκτορα - agent** ικανού να οδηγήσει την ανάπτυξη συλλογικών μορφών μάθησης, όπως είναι οι Εικονικές Κοινότητες
- Γ) Έλλειψη ενός δυναμικού γνωστικού περιβάλλοντος διαλεκτικής** μεταξύ εμπλεκόμενων με πολύ διαφορετικά γνωστικά συστήματα για τον σχεδιασμό παρεμβάσεων σε θέματα νέων τεχνολογιών
- Δ) Ανεπάρκεια της κλασικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών** ως αποκλειστικής πηγής γνώσης και δεξιοτήτων στην παιδαγωγική ενσωμάτωση των ΤΠΕ.

Οι βασικές αυτές διαπιστώσεις οδηγούν και την ερευνητική μας προσπάθεια τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο παρέμβασης, την οποία και παρουσιάζουμε στη συνέχεια.

7.1 Θεμελιώνοντας την Εκπαιδευτική Κυβερνητική

Η **Εκπαιδευτική Κυβερνητική** έχει ως αφετηρία την ανάγκη ανάπτυξης μιας δομημένης συστημικής οργανωσιακής θεωρίας για εφαρμογή στην Εκπαίδευση. Παραδόξως η Εκπαίδευση εξακολουθεί να είναι η επιστήμη όπου η συστημική σκέψη έχει τη μικρότερη διείσδυση, σύμφωνα με επιστημονικές των Ackoff και Ashby. Και βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι ανεξήγητο. Διατηρώντας πάντα ένα προφίλ χαμηλής ποικιλομορφίας με κλειστές οργανωσιακές δομές και πολύ περιορισμένο φάσμα συμπεριφορών, η Εκπαίδευση διέθετε μια σχετικά γραμμική συμπεριφορά με αντίστοιχα γραμμικούς τρόπους παραγωγής και διάχυσης γνώσης. Κάθε φορά που η τεχνολογία επιχειρούσε να εισέλθει στην Εκπαίδευση με διάθεση αύξησης της ποικιλομορφίας, η Εκπαίδευση είτε την απέρριπτε είτε την προσαρμοζε στο κλειστό και χαμηλής ποικιλομορφίας προβλέψιμο περιβάλλον της. Με τον τρόπο αυτό, η Εκπαίδευση προσπέρασε πολλές τεχνολογικές επαναστάσεις, όπως την ανακάλυψη του Η/Υ το '50-'60, την άνθηση του διδακτικού λογισμικού το '70, την είσοδο του οικιακού Η/Υ το '80, την επέλαση των πολυμέσων το '90 και την καθιέρωση της πρώτης γενιάς διαδικτύου το 2000. Σήμερα η Εκπαίδευση σχεδόν αμήχανη παρακολουθεί την επανάσταση της ευρυζωνικότητας, της κοινωνικής δικτύωσης, του ανοιχτού λογισμικού, του ambient και cloud computing. Αδυνατεί να ισορροπήσει μεταξύ των δυνάμεων που πιέζουν για αλλαγή και αναπροσαρμογή των οργανωτικών δομών και των δυνάμεων που πιέζουν για συντήρηση και μινιμαλιστική αξιοποίηση των ΤΠΕ. Στην εισαγωγή αναφερθήκαμε στο γιατί θεωρούμε και τις δύο απόψεις δικαιολογημένες. Διαφαίνεται ότι αυτήν την εποχή οι σχέσεις Εκπαίδευσης και ΤΠΕ οδηγούνται σε μια κορύφωση που ίσως γεννήσει νέα οργανωτικά και μαθησιακά σχήματα.

Η σημερινή εποχή σηματοδοτεί και το πέρασμα της Εκπαίδευσης από την εποχή της γραμμικότητας, της σταθερότητας, της προβλεψιμότητας, των παραδοσιακών μέσων και των σαφών διαχωριστικών ορίων ανθρώπου - τεχνολογίας στην εποχή της μη γραμμικότητας, της πολυπλοκότητας και της συγχώνευσης των ανθρωποτεχνολογικών δομών. Για τη μετασυστημική αυτή διάβαση - εξέλιξη, η Εκπαίδευση στερείται ένα επαρκές θεωρητικό μεθοδολογικό και εννοιολογικό πλαίσιο.

Η **Εκπαιδευτική Κυβερνητική** ως επιστήμη της συμβίωσης ανθρώπου - τεχνολογίας και των βιώσιμων ανθρωποτεχνολογικών οργανωτικών συστημάτων έχει να προσδώσει νέες ερμηνευτικές, αλλά και σχεδιαστικές προσεγγίσεις για καινούριες πιο φιλικές με την τεχνολογία οργανωσιακές δομές. Με κεντρικό άξονα τη Θεωρία

Συζητήσεων του Pask και γενικότερα τις θεωρίες της Κυβερνητικής Δεύτερης Τάξης, αλλά και με σημαντικές συνεισφορές από τη Συστημική Θεωρία, η Εκπαιδευτική Κυβερνητική μπορεί να βοηθήσει την Εκπαίδευση να ανανεώσει τις παραδοσιακές εκπαιδευτικές οντότητες ή να σχεδιάσει νέες, διατηρώντας πάντα τον ανθρωποκεντρικό της χαρακτήρα. Η έμφυτη σχέση της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής με την Πληροφορική μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη συστημικών μοντέλων κατασκευής πληροφοριακών συστημάτων για την Εκπαίδευση.

Ένα από τα πιο δύσκολα σημεία το οποίο καλείται να επαναδιαπραγματευθεί η Εκπαίδευση τη σημερινή εποχή είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού. Η σωστή τοποθέτηση του εκπαιδευτικού ανάμεσα στις δυνάμεις της συντήρησης και της τεχνολογικής αναθεώρησης είναι ένα κεντρικό ερώτημα στο οποίο ακόμη δεν έχει βρεθεί μια ικανοποιητική προσέγγιση. Ο εκπαιδευτικός πιέζεται να δοκιμάζει διάφορους ρόλους, όπως αυτοί υπαγορεύονται από τις μεταμοντέρνες τεχνολογικές πιέσεις. Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική και η Θεωρία Συζητήσεων, χωρίς να αρνούνται τον βασικό ρόλο του εκπαιδευτικού ως ενορχηστρωτή της μαθησιακής διαδικασίας, εστιάζουν στον μηχανισμό της μαθησιακής συζήτησης, ο οποίος θα πρέπει να είναι αντικείμενο διαρκούς τεχνολογικής αναβάθμισης. Η ενότητα της παιδαγωγικής οντότητας επιτυγχάνεται με το καλύτερο δυνατό ταίριασμα μεταξύ της **μηχανικής οντότητας**, η οποία και αποτελεί την τεχνολογία της παιδαγωγικής οντότητας, της **ψυχολογικής οντότητας**, η οποία και κατέχει τη σταθεροποιημένη γνώση της παιδαγωγικής οντότητας, και του **μηχανισμού ομοιόστασης και μεταελέγχου της παιδαγωγικής οντότητας**. Ο εκπαιδευτικός ενορχηστρώνει το καλύτερο δυνατό ταίριασμα των τριών αυτών συνιστωσών.

Μια εκπαιδευτική τεχνολογία, προκειμένου να βρει τον δρόμο της στην Εκπαίδευση, θα πρέπει να ενισχύει και όχι να διαταράσσει το ταίριασμα των συνιστωσών της Παιδαγωγικής Οντότητας. Κάθε εκπαιδευτικό πληροφοριακό σύστημα το οποίο παράγεται θα πρέπει να συνοδεύεται από αντίστοιχη μεθοδολογία αναβάθμισης της ***M – οντότητας*** της παιδαγωγικής οντότητας. Με άλλα λόγια, κάθε εκπαιδευτική τεχνολογία η οποία εισέρχεται στην τάξη θα πρέπει να βρει τον εκπαιδευτικό με μια καινούρια ***M – οντότητα*** και πιθανώς με ένα νέο σχήμα ομοιόστασης και ελέγχου.

Η ολική σχεδόν αποτυχία των πολυμέσων στην ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση είναι συνάρτηση μιας χαρακτηριστικής περίπτωσης καλού λογισμικού το οποίο, όμως, δεν συνοδεύτηκε από μια αντίστοιχη μεθοδολογία αναβάθμισης της ***M – οντότητας***. Η ελλιπέστατη αξιοποίηση του διαδικτύου οφείλεται στην αδυναμία να συνδυαστεί με παραδοσιακές ***M – οντότητες***.

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική με τον τρόπο που προσεγγίστηκε στην παρούσα διατριβή αναδιατυπώνει το βασικό ερώτημα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας: «Πώς θα υιοθετήσει ο εκπαιδευτικός νέες τεχνολογίες στην τάξη του;» Το ερώτημα παίρνει πλέον τη μορφή: «**Ποιες νέες *M – οντότητες* θα πρέπει να σχεδιαστούν και πώς θα εκπαιδευτούν οι εκπαιδευτικοί να τις συντονίζουν αποτελεσματικά;**» ή ακόμη: «**Πώς θα μάθει ο εκπαιδευτικός να συνθέτει αποτελεσματικότερες και καλύτερες *M – οντότητες* και μηχανισμούς ελέγχου και ομοιόστασης;**».

Η δική μας συμβολή στην απάντηση στο παραπάνω ερώτημα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής είναι η ανάπτυξη ενός εργαλείου λογισμικού βασισμένου στη συστημική μεθοδολογία DCSYM με το οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να δομήσει τη ***M –***

οντότητα που χρησιμοποιεί. Το εργαλείο αυτό δοκιμάστηκε σε ημιδομημένες συνεντεύξεις με εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών και βοήθησε στη δημιουργία μοντέλων σύνδεσης των *M – οντοτήτων* με την ποικιλομορφία που αντιλαμβάνεται ο εκπαιδευτικός στις διάφορες μαθησιακές καταστάσεις. Ένα πρώτο συμπέρασμα στο οποίο καταλήξαμε είναι ότι η αύξηση της ποικιλομορφίας ωθεί γενικά σε τεχνολογική αναβάθμιση της *M – οντότητας*. Αντίθετα, μικρά επίπεδα ποικιλομορφίας ευνοούν παραδοσιακές *M – οντότητες*. Με δεδομένη τη βασική αρχή του Ashby ότι κάθε καλός ελεγκτής θα πρέπει να αποτελεί μοντέλο του συστήματος που ελέγχει, διαπιστώνουμε και ερευνητικά ότι τα χαμηλής ποικιλομορφίας περιβάλλοντα διατηρούν παραδοσιακές παιδαγωγικές οντότητες. Συμπερασματικά, είναι τελείως ανώφελο να πιέζει η πολιτική για υιοθέτηση τεχνολογικών καινοτομιών, όταν την ίδια στιγμή διατηρεί σκόπιμα το σχολικό περιβάλλον σε χαμηλή ποικιλομορφία. Για παράδειγμα, είναι ανώφελο να πιέζεται ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιεί λογισμικό προσομοίωσης στη Φυσική, όταν το εξεταστικό σύστημα απαιτεί γραμμικές ασκήσεις. Σε περιβάλλοντα υψηλής ποικιλομορφίας, όπως για παράδειγμα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας ή Πολυπολιτισμικά Σχολεία ή ακόμη και Επαγγελματικά Σχολεία, πολλοί εκπαιδευτικοί προχωρούν σε τεχνολογική αναβάθμιση των *M – οντοτήτων*, προκειμένου να είναι δυνατή η παραγωγή μαθησιακών καταστάσεων πλέον των παραδοσιακών.

Μια δεύτερη βασική διαπίστωση αφορούσε τη χρήση πολύ διαφορετικών *M – οντοτήτων*, όταν ο εκπαιδευτικός αναλάμβανε να υλοποιήσει εξωδιδακτικά προγράμματα, όπως προγράμματα καινοτομίας, ΕΠΕΑΕΚ, περιβαλλοντικά προγράμματα, πολιτιστικά προγράμματα, προγράμματα υγείας κλπ. Η πολύ υψηλότερη ποικιλομορφία η οποία αναπτύσσεται κατά την υλοποίηση εξωδιδακτικών δραστηριοτήτων (ρευστό πρόγραμμα, ακαθόριστο αναλυτικό πρόγραμμα, εθελοντική συμμετοχή των μαθητών, παρουσιάσεις, παραδοτέα, οικονομική διαχείριση) απαιτεί από τον εκπαιδευτικό την οργάνωση πολύ διαφορετικών μαθησιακών συζητήσεων, τεχνολογικά αναβαθμισμένων με ανάλογα αναβαθμισμένες *M – οντότητες*. Διερευνώντας μαθησιακές συζητήσεις εκπαιδευτικών που υλοποιούν προγράμματα, διαπιστώσαμε ότι ο ίδιος εκπαιδευτικός δύναται να έχει δύο διαφορετικές *M – οντότητες*, μία σε χαμηλή ποικιλομορφία και χαμηλή χρήση τεχνολογίας και μία σε υψηλότερη ποικιλομορφία και υψηλότερη τεχνολογική στάθμη.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις μας οδήγησαν στη δημιουργία ενός λειτουργικού μοντέλου ζωνών ποικιλομορφίας για την ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση όπου παρουσιάζονται ζώνες υψηλής και χαμηλής ποικιλομορφίας τόσο σε επίπεδο διδακτικών όσο και εξωδιδακτικών δραστηριοτήτων. Η μετάβαση του εκπαιδευτικού μεταξύ διαφόρων ζωνών δεν είναι σπάνιο φαινόμενο, αν και το πιο συνηθισμένο είναι η σταθεροποίηση (fixity) στις ζώνες χαμηλής ποικιλομορφίας. Η σχέση ποικιλομορφίας και δομής της *M – οντότητας* της μαθησιακής συζήτησης απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση, μιας και δείχνει να μην ακολουθεί γραμμική συμπεριφορά. Για παράδειγμα, κράτη τα οποία αύξησαν την ποικιλομορφία στην οποία εκτίθεται ο εκπαιδευτικός με το να δοκιμάζουν ανοιχτές πληροφοριακά τάξεις, έχουν γενικά ασταθή ευρήματα τα οποία δεν μπορεί με ασφάλεια να οδηγήσουν σε μαζικές γενικεύσεις.

Διερευνώντας στη συνέχεια την προσωπική μαθησιακή συζήτηση του εκπαιδευτικού με το τεχνολογικό περιβάλλον, με τη μέθοδο των ημιδομημένων συνεντεύξεων και με βασικό εργαλείο γνωστικής αντανάκλασης το DCSYM Modeling Tool, δημιουργήσαμε ένα μοντέλο αναφορικά με τις μετασυστημικές διαμορφώσεις (metasystem

transitions) που βρίσκονται σε εξέλιξη. Οι δύο πιο σημαντικές μεταδιαμορφώσεις που διαπιστώθηκαν είναι η σταδιακή υπέρβαση του προσωπικού υπολογιστή ως κέντρου της *M – οντότητας* του εκπαιδευτικού με την αναζήτηση νέων σχημάτων μαθησιακής συζήτησης και η εμφάνιση μαθησιακών συζητήσεων ανάπτυξης λογισμικού από τους εκπαιδευτικούς. Η τελευταία αυτή εξελικτική μεταδιαμόρφωση έχει παρατηρηθεί και σε άλλες χώρες και χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία του προτύπου “teacher as a developer”.

Στην πορεία της διδακτορικής διατριβής και στην υλοποίηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης ελήφθησαν υπόψη όλα τα παραπάνω ευρήματα στις παρακάτω παρεμβάσεις:

A) Η Εικονική Κοινότητα σχεδιάστηκε εξ αρχής ως μαθησιακή *P-συζήτηση* με θέματα συζήτησης διδακτικές *M – οντότητες υψηλής ποικιλομορφίας για εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών Μέσης Εκπαίδευσης*

B) Δημιουργήθηκαν έργα ανάπτυξης λογισμικού ενσωματωμένα στην Εικονική Κοινότητα, ώστε να καλλιεργηθεί το πρότυπο “teacher as a developer”.

7.1.1 Η αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της παρούσας διατριβής είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή της **αντικειμενικής γλώσσας L_i** της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Στην εισαγωγή της διατριβής έγινε παρουσίαση ενός **πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος**, ενώ στα επόμενα δύο κεφάλαια έγινε ανάπτυξη συνεπαγωγικού πλέγματος με πάνω από 300 έννοιες από το συστημικό - κυβερνητικό πεδίο με κατάλληλες προσαρμογές και προεκτάσεις για την Εκπαίδευση. Το **συνεπαγωγικό πλέγμα** παρουσιάζεται με τη μορφή νοητικού χάρτη στο **Παράρτημα** της παρούσας εργασίας.

Η ανάπτυξη μιας παραγωγικής συστημικής προσέγγισης και η παραγωγή συστημικής γνώσης και παρέμβασης απαιτεί την υιοθέτηση της **συστημικής αντικειμενικής γλώσσας**. Η δημιουργία ενός συνεκτικού συνεπαγωγικού πλέγματος με τις έννοιες της Συστημικής επιβάλλεται, μιας και η ανάμιξη της αντικειμενικής γλώσσας της Συστημικής με τη μεταγλώσσα είναι γενικά πολύ υψηλή. Για παράδειγμα, κεντρικές έννοιες της Συστημικής, όπως «σύστημα», «έλεγχος», «επικοινωνία», «οργανισμός», «οικοσύστημα», «συζήτηση», «μάθηση», «διαλεκτική», «ισορροπία», «έμβια όντα», «πράκτορας», «πρωτόκολλο», «κυβερνήτης», «θετική, αρνητική ανάδραση», «συμπεριφορά», «ποικιλομορφία», «πολυπλοκότητα», έχουν ισχυρή ανάμιξη με νοηματοδότηση από αντίστοιχες μέσες έννοιες της κοινής λογικής. Αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη ισχυρών αμφισημιών και εννοιολογικών κενών. Ιδιαίτερα στην Εκπαίδευση απουσιάζει σχεδόν ολοκληρωτικά ένα πειθαρχημένο συστημικό εννοιολογικό πλαίσιο, με αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολες και μη παραγωγικές οι συζητήσεις πάνω σε συστημικά - οργανωτικά ζητήματα.

Παραθέτουμε στη συνέχεια ένα υπόδειγμα του μεγάλου φάσματος εφαρμογής της αντικειμενικής γλώσσας της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Σημειώνουμε ότι για πολλά από αυτά τα ζητήματα υπάρχει πολύ περιορισμένο εννοιολογικό δυναμικό στην επίσημη Παιδαγωγική επιστήμη, ενώ για πολλά παραδοσιακά εκπαιδευτικά ζητήματα η αναδιτύπωση στην αντικειμενική γλώσσα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής παρέχει πολύ μεγαλύτερο ερμηνευτικό δυναμικό.

- Η σχολική τάξη αποτελεί **οικοσύστημα** ή **οργανισμό**; Ποιες **οργανωτικές δομές** απαιτούνται σε κάθε περίπτωση; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευ-

τικής Κυβερνητικής: Το οικοσύστημα αποτελείται από σκοποθετικά συστήματα, ενώ το ίδιο δεν αποτελεί σκοποθετικό σύστημα. Η αντιμετώπιση ενός οικοσυστήματος ως οργανισμού δύναται να προκαλέσει ισχυρές οργανωτικές στρεβλώσεις.

- Κάτω από ποιες προϋποθέσεις είναι δυνατόν να μετατραπεί μια σχολική τάξη ή μια σχολική μονάδα σε **μαθησιακό οργανισμό**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ένας μαθησιακός οργανισμός δύναται να παράγει ευσταθή συνεπαγωγικά πλέγματα μέσω μαθησιακών συζητήσεων οι οποίες εκτυλίσσονται σε διάφορα επίπεδα. Η πληρότητα, η ευστάθεια και η λειτουργικότητα των συνεπαγωγικών πλεγμάτων εξαρτώνται από τη μορφή και την οργάνωση των **P – συζητήσεων**.*
- Σε ποιες περιπτώσεις η τεχνολογία απαιτείται να λειτουργεί ως **ενισχυτής ποικιλομορφίας** και σε ποιες περιπτώσεις πρέπει να λειτουργεί ως **εξασθενητής ποικιλομορφίας** στο πλαίσιο μιας μαθησιακής οντότητας; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Όταν χρησιμοποιούμε την τεχνολογία για να αναπτύξουμε το επικοινωνιακό πλέγμα ή το φάσμα των μαθησιακών καταστάσεων (με το να ανοίξουμε επικοινωνιακά και πληροφοριακά την **π – οντότητα**), τότε παράγουμε ποικιλομορφία, οπότε η τεχνολογία έχει τον ρόλο του ενισχυτή. Σε περιπτώσεις όπου η τεχνολογία χρησιμοποιείται για ομαδοποίηση συμπερασμάτων, για γενίκευση ευρημάτων και για ομογενοποίηση, τότε λειτουργεί ως εξασθενητής ποικιλομορφίας. Μια Εικονική Κοινότητα Μάθησης αποτελεί ενισχυτή ποικιλομορφίας, μιας και παράγει φάσμα συμπεριφορών, ενώ μια στατιστική ανάλυση αποτελεί εξασθενητή ποικιλομορφίας, μιας και περιορίζει το φάσμα συμπεριφορών.*
- Ποια είναι η δομή της **μαθησιακής συζήτησης** την οποία ενορχηστρώνει ο εκπαιδευτικός σε μια **παιδαγωγική οντότητα**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ακολουθώντας την ανάλυση του Pask, αναζητούμε τη δομή της **M – οντότητας**.*
- Με ποιον τρόπο είναι δυνατόν μια διαφοροποιημένη διαλεκτική ομάδα να παράγει ένα **λειτουργικό συνεπαγωγικό πλέγμα**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ακολουθώντας την **πολυμεθοδολογία ΠΜΠ**, είμαστε σε θέση σταδιακά να αποβάλλουμε εντροπία από την ομάδα, καταλήγοντας σε σταθεροποιημένο εννοιολογικό πλέγμα.*
- Πώς είναι δυνατόν να οργανώσει κανείς μαθησιακές συζητήσεις οι οποίες να στοχεύουν στη **σταθεροποίηση αποσταθεροποιημένων εννοιών**, όπως η «αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου» ή η «παιδαγωγική αξία του λογισμικού»; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Διάφορες επιστημονικές ομάδες έχουν έννοιες οι οποίες δεν έχουν σταθεροποιηθεί. Λειτουργούν για τον λόγο αυτό μόνιμες μαθησιακές συζητήσεις **υψηλής ποικιλομορφίας** οι οποίες και επιχειρούν να παράγουν πιο σταθεροποιημένα συνεπαγωγικά πλέγματα. Οι μαθησιακές συζητήσεις πραγματοποιούνται μέσω διαφόρων μεθοδολογιών: συνέδρια, επιστημονικά περιοδικά, φόρουμ, Εικονικές Κοινότητες κλπ.*

- Πώς είναι δυνατόν να οργανώσει κανείς **λειτουργικές ανθρωποτεχνολογικές οντότητες**, ώστε να αποφύγει την καταστροφική για την Εκπαίδευση διχοτομία άνθρωπος – μηχανή και τα αντίστοιχα ηθικά διλήμματα τα οποία επιφέρει; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η συμβίωση ανθρώπου – μηχανής αποτελεί κεντρικό ζήτημα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής και γι' αυτόν τον λόγο σχεδόν το σύνολο των θεωριών της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής είναι βασισμένο στην έννοια του **πράκτορα**. Ο πράκτορας ορίζεται με βάση το φάσμα των συμπεριφορών που δύναται να παράγει. Ένας εκπαιδευτικός και η χρήση του κατάλληλου πληροφοριακού συστήματος είναι δυνατόν να αποτελούν μαζί έναν νέο πράκτορα με πολύ μεγαλύτερο δυναμικό συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, ένας Φυσικός ο οποίος χρησιμοποιεί ένα σύστημα προσομοίωσης - μοντελοποίησης είναι δυνατόν να αποτελεί μαζί με το σύστημα αυτό έναν νέο ανώτερο πράκτορα.
- Πώς μπορεί ο εκπαιδευτικός να λειτουργήσει ως **ομοιοστάτης** σε μια **π – οντότητα**; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ο εκπαιδευτικός σε μια **π – οντότητα** έχει τον ρόλο του ομοιοστάτη, όταν **διατηρεί τα επίπεδα της ποικιλομορφίας σταθερά**. Αποβάλλει ποικιλομορφία, όταν αυτή αυξάνει πάνω από κάποια όρια, και αντίστοιχα εισάγει ποικιλομορφία, όταν αυτή μειώνεται. Για παράδειγμα, η είσοδος ενός νέου πληροφοριακού συστήματος στη σχολική τάξη είναι δυνατόν να αυξήσει την ποικιλομορφία συμπεριφορών της σχολικής τάξης. Ο εκπαιδευτικός στην περίπτωση αυτή έχει δύο επιλογές μείωσης της ποικιλομορφίας: να επιχειρήσει να μετατρέψει το πληροφοριακό σύστημα **σε μαθησιακό πράκτορα**, ελέγχοντας την ποικιλομορφία που παράγει ή να αποβάλει το πληροφοριακό σύστημα, ώστε να επανέλθει στα αρχικά επίπεδα ποικιλομορφίας. Το φαινόμενο αυτό είναι πολύ γνωστή παθολογία της χρήσης του ΣΕΦΕ (Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών) από τον εκπαιδευτικό. Πολλοί εκπαιδευτικοί αποφεύγουν το ΣΕΦΕ και το τεχνολογικό του περιβάλλον, επειδή προκαλεί **αύξηση των επιπέδων ποικιλομορφίας πάνω από τις δυνατότητες ελέγχου τους**. Απαιτείται ειδική εκπαίδευση και ειδικές τεχνικές, ώστε να μειωθούν τα επίπεδα ποικιλομορφίας και να επανέλθει η μαθησιακή συζήτηση στη **βιώσιμη περιοχή**. Η Εικονική Κοινότητα Μάθησης την οποία και δημιουργήσαμε έχει ως στόχο τη δημιουργία κατάλληλων τεχνικών μείωσης της ποικιλομορφίας που εμφανίζεται στο ΣΕΦΕ, ώστε να μετατραπεί σε **μαθησιακό πράκτορα**. Παράλληλα, γίνεται προσπάθεια μοντελοποίησης του ΣΕΦΕ ως νέας ανεξάρτητης παιδαγωγικής οντότητας. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο εκπαιδευτικός αναζητά αύξηση της ποικιλομορφίας. Στη διδασκαλία μιας δύσκολης μαθησιακής ενότητας ο εκπαιδευτικός, προκειμένου να αυξήσει την ποικιλομορφία με στόχο την αύξηση των μαθησιακών καταστάσεων, είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσει συνδυασμό τεχνολογιών.
- Πώς μπορούμε **να χαρτογραφήσουμε τον χώρο των φάσεων** μιας μαθησιακής οντότητας και να αναγνωρίσουμε κεντρικούς **ελκυστές**, όπως επίσης και εν δυνάμει **χαοτικές καταστάσεις**; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Είναι δυνατόν να πραγματοποιήσουμε **δυναμική μοντελοποίηση** με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού **Συστημικής Δυναμικής**.

- Λειτουργεί και σε ποιον βαθμό η **αυτοποίηση** σε μια παιδαγωγική οντότητα; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η αυτοποίηση είναι δυνατόν να λειτουργήσει, εφόσον η συστημικότητα δεν μεταβάλλεται. Αυτοποίηση έχουμε σε κάθε περίπτωση όπου εμφανίζεται **ο ισχυρός μεταέλεγχος της κουλτούρας**. Για παράδειγμα, «εύκολα» ή «δύσκολα» σχολεία.
- Ποια συστημικά εργαλεία θα μας βοηθήσουν να διαπιστώσουμε την **ύπαρξη πολώσεων και κέντρων δύναμης - ισχύος** σε ομάδες σχεδιασμού συστημάτων εκπαιδευτικής τεχνολογίας; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η χρήση του εργαλείου του Ulrich αποτελεί μια σωστή προσέγγιση.
- Ποια στοιχεία αποτελούν τη «**συστημικότητα**» μιας μαθησιακής δομής και ποια από αυτά είναι δυνατόν να «**κυβερνηθούν**»; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η εξαγωγή της συστημικότητας ως ανεξάρτητης ιδιότητας αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Το Μοντέλο του Βιώσιμου Συστήματος του Beer αποτελεί ίσως την πιο πλήρη θεωρία διερεύνησης της συστημικότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη Θεωρία Συζητήσεων του Pask. Για πιο δύσκολες περιπτώσεις απαιτούνται δομημένες πολυμεθοδολογίες, όπως η πολυμεθοδολογία ΠΜΠ που παρουσιάζουμε στην παρούσα εργασία.
- Πότε μια τεχνολογία είναι δυνατόν να **ενσωματωθεί οργανικά** σε έναν παιδαγωγικό μηχανισμό και πότε προκαλεί **απότομη αύξηση της ποικιλομορφίας** σε βαθμό που να καταστρέφεται ο έλεγχος; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ο σχεδιασμός των εκπαιδευτικών συστημάτων σπάνια λαμβάνει υπόψη τη σημαντική αυτή παράμετρο της ποικιλομορφίας. Στην παρούσα εργασία εισηγούμαστε να προτείνεται μαζί με κάθε εκπαιδευτική τεχνολογία και η κατάλληλη **M – οντότητα** ως ολοκληρωμένος δυϊσμός «προϊόν – διαδικασία» (product – process duality and complementarity).
- Ποια είναι τα πιθανά βήματα **μετασχηματισμού μιας μαθησιακής οντότητας από οικοσύστημα σε οργανισμό**; Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Ο μετασχηματισμός **από οικοσύστημα σε οργανισμό** σημαίνει ουσιαστικά την παραγωγή μιας κοινής συνιστώσας μέσα από τα πολύ **διαφορετικά σκοποθετικά συστήματα των μελών του οικοσυστήματος**. Η κοινή αυτή συνιστώσα θα αποτελεί και τον σκοπό του οργανισμού. Παράλληλα, θα πρέπει να δημιουργηθεί σύστημα ελέγχου και ομοιόστασης, όπως επίσης και οι μηχανισμοί μιας μαθησιακής συζήτησης. Πολλές μαθησιακές οντότητες ιδιαίτερα στο πλαίσιο της ηλεκτρονικής μάθησης είναι στην πραγματικότητα **οικοσυστήματα μάθησης**, μιας και δεν μπορεί να επωμισθούν το διαχειριστικό κόστος του μαθησιακού οργανισμού. Πολλές Κοινότητες Μάθησης αποτελούν συνήθως μαθησιακό οργανισμό για μια μικρή ομάδα και οικοσύστημα για την ευρύτερη ομάδα. Στην Εικονική Κοινότητα που δημιουργήσαμε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η ομάδα των εκπαιδευτικών οι οποίοι και λειτουργούσαν την Κοινότητα σε επίπεδο μαθησια-

κού οργανισμού ήταν περίπου 10%. Το υπόλοιπο ποσοστό έβλεπε την Κοινότητα ως οικοσύστημα.

- Υπάρχουν τεχνολογίες διαχείρισης γνώσης σε μια μαθησιακή οντότητα και πώς μπορεί να συμβάλουν στην **παραγωγή ευσταθών συνεπαγωγικών πλεγμάτων**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Αναζητούμε μεθοδολογίες δόμησης γνώσης, όπως η DCSYM.*
- Πώς μπορεί να αναλυθεί το νοητικό μοντέλο ενός τυπικού εκπαιδευτικού, ώστε να εντοπισθούν παραδοχές **οι οποίες αποτελούν ισχυρούς εξασθενητές ποικιλομορφίας που αναστέλλουν τη δημιουργικότητα**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η χρήση της νοητικής χαρτογράφησης με τη χρήση της DCSYM και με συνδυασμό CLD και SF αποτελεί μια πιθανή προσέγγιση.*
- Ποιες επιπτώσεις θα είχε σε μια μαθησιακή οντότητα η **εφαρμογή της Επαναληψιμότητας του Beer**; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Η Αρχή της Επαναληψιμότητας του Beer αποτελεί μια από τις βασικές οργανωσιακές αρχές της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, κάθε στοιχείο ενός βιώσιμου συστήματος θα πρέπει να περιέχει ένα πλήρες και λειτουργικό μοντέλο του συστήματος. Κάθε μέλος σε μια μαθησιακή οντότητα θα πρέπει να περιέχει ένα πλήρες και λειτουργικό μοντέλο της μαθησιακής οντότητας. Κάθε μέλος μιας Κοινότητας θα πρέπει να περιέχει ένα πλήρες και λειτουργικό μοντέλο της Κοινότητας τόσο σε επίπεδο γνώσης όσο και σε επίπεδο τεχνολογικής υποδομής.*
- Πώς μπορούμε να αποκαλύψουμε **συστημικά αρχέτυπα** τα οποία κυριαρχούν σε μαθησιακές οντότητες, με αποτέλεσμα να προκαλούν λανθάνοντα έλεγχο του εν δυνάμει συμπεριφορικού φάσματος; *Ενδεικτικές κατευθύνσεις Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής: Μοντελοποιώντας το σύστημα με CLD και ακολουθώντας την ανάλυση αρχετύπων του Senge, είναι δυνατόν να εντοπίσουμε συστημικά αρχέτυπα.*

Μετά από αυτή τη σύντομη επισκόπηση της θεματολογίας την οποία είναι σε θέση να καλύψει εννοιολογικά η Εκπαιδευτική Κυβερνητική, αντιλαμβανόμαστε ότι παρέχει ένα πολύ ευρύ ερμηνευτικό φάσμα πάνω στα μαθησιακά συστήματα, χωρίς να είναι αναγκαίο να υπεισέρχεται σε ειδικά ψυχοπαιδαγωγικά θέματα τα οποία είναι έξω από το αντικείμενό της. **Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική έχει ως αντικείμενο τη «συστημικότητα» και το «οργανούν πεδίο» των μαθησιακών συστημάτων.**

7.1.2 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της Θεωρίας Συζητήσεων (Θ.Σ.) στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή γίνεται εκτεταμένη χρήση της Θεωρίας Συζητήσεων του Gordon Pask. Η Θεωρία Συζητήσεων αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της Κυβερνητικής και έχει ως στόχο την οργανωτική μοντελοποίηση agent-based μαθησιακών συστημάτων. Η Θεωρία Συζητήσεων χρησιμοποιείται τόσο σε επίπεδο ερμηνευτικής όσο και σε επίπεδο παρέμβασης, ενώ διαφαίνεται να αποτελεί ένα θεω-

ρητικό πλαίσιο κατεξοχήν κατάλληλο για τη μελέτη της συμβίωσης Εκπαίδευσης και ΤΠΕ. Στην παρούσα διατριβή πραγματοποιούμε προσαρμογή της Θεωρίας Συζητήσεων για την αξιοποίησή της σε εκπαιδευτικό περιβάλλον Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

7.1.3 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της παιδαγωγικής οντότητας (π - οντότητα)

Στην προσπάθεια αποτελεσματικής μοντελοποίησης της διασύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης με κεντρικό agent τον εκπαιδευτικό, αναπτύξαμε την έννοια της π - οντότητας ως μαθησιακής οντότητας της μορφής $\langle P - \text{οντότητα}, M - \text{οντότητα} \rangle$ η οποία υλοποιεί τις βασικές μαθησιακές συζητήσεις που πραγματοποιούνται σε επίπεδο σχολείου. Η έννοια της π - οντότητας αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη στη γνωστική αντανάκλαση των συζητήσεων αναφορικά με τη σύνδεση της σχολικής τάξης με τις νέες τεχνολογίες. Με δεδομένο ότι ο εκπαιδευτικός εννορηχιστρώνει τις μαθησιακές συζητήσεις οργανώνοντας την κατάλληλη π - οντότητα, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα «Κάτω από ποιες προϋποθέσεις ο εκπαιδευτικός θα υιοθετήσει ΤΠΕ στη διδασκαλία του;» μετασχηματίζεται στο συστημικό - κυβερνητικό ερώτημα «Με ποια μεθοδολογία ο εκπαιδευτικός δημιουργεί τις π - οντότητες των μαθησιακών του συζητήσεων, ποια είναι η αποτελεσματικότητά τους και πώς γίνεται να αναβαθμιστούν τεχνολογικά;». Ο μετασχηματισμός του ερωτήματος αλλάζει σημαντικά την προσέγγιση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Ο εκπαιδευτικός δεν αποτελεί το εμπόδιο στην επέλαση των ΤΠΕ στα σχολεία, αλλά μάλλον έναν δημιουργό αποτελεσματικών παιδαγωγικών μονάδων κάτω από τους περιορισμούς των μέσων που διαθέτει, του Αναλυτικού Προγράμματος που θα πρέπει να μεταφέρει και των ειδικότερων συνθηκών στις οποίες υπόκειται. Η δημιουργία της κατάλληλης παιδαγωγικής οντότητας είναι το ζητούμενο από τον εκπαιδευτικό και όχι η άνευ όρων υιοθέτηση των μεταμοντέρνων επιταγών της τεχνολογίας.

Η Θεωρία Συζητήσεων παρέχει μια σαφή και ξεκάθαρη μεθοδολογία σύνθεσης του μηχανισμού μιας μαθησιακής οντότητας. Χάρη στην κυβερνητική της προέλευση, αντιμετωπίζει το μηχανικό - τεχνολογικό στοιχείο στην ίδια εννοιολογική βάση με το ανθρώπινο - οργανικό, δημιουργώντας έτσι το υπόβαθρο για την ανάπτυξη ανθρωποτεχνολογικών οντοτήτων απαλλαγμένων από τα διαχωριστικά στερεότυπα άνθρωπος - μηχανή που ταλαιπωρούν εννοιολογικά την Εκπαίδευση με χρόνια διλημματα.

Πάνω σε αυτήν την εννοιολογική βάση αναπτύχθηκε η Εικονική Κοινότητα του Εργαστηρίου Κέντρου Φυσικών Επιστημών της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας, προκειμένου να στεγάσει μια δημιουργική μαθησιακή συζήτηση πάνω σε τρεις τεχνολογικά εξελιγμένες μαθησιακές - παιδαγωγικές οντότητες, το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, την τεχνολογικά ανεπτυγμένη παραδοσιακή τάξη και την ανοιχτή ομάδα διαχείρισης έργου.

Παράλληλα, αναπτύξαμε και ένα εργαλείο δόμησης της M - οντότητας. Το εργαλείο αυτό το οποίο βασίζεται στη μεθοδολογία DCSYM χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα στη διάρκεια των ημιδομημένων συνεντεύξεων, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες γνωστικές αντανάκλασεις με τους εκπαιδευτικούς οι οποίες και θα οδη-

γούσαν στη δημιουργία ενός περιγραφικού μοντέλου της M – οντότητας. Στη διάρκεια των συνεντεύξεων διαπιστώθηκε ότι πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν δύο ή ακόμη και τρεις διαφορετικές παραλλαγές M – οντοτήτων, ανάλογα με την ποικιλομορφία των μαθησιακών συζητήσεων τις οποίες και θα έπρεπε να διεκπεραιώσουν. Διαπιστώθηκε ότι, όταν η σύνθεση της σχολικής τάξης είναι τέτοια, ώστε η ποικιλομορφία να είναι γενικά μικρή και ελεγχόμενη, ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιούσε συμβατική M – οντότητα. Τέτοιες περιπτώσεις είναι τα «φροντιστηριακά» μαθησιακά περιβάλλοντα. Όταν η ποικιλομορφία είναι μεγαλύτερη, όπως για παράδειγμα σε Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας ή σε Επαγγελματικά Σχολεία, ο εκπαιδευτικός αναζητούσε πιο αποτελεσματικές M – οντότητες. Η τεχνολογία λειτουργούσε στην περίπτωση αυτή ως ενισχυτής ποικιλομορφίας. Αν και ο εκπαιδευτικός αγνώριζε την ανάγκη να συνθέσει ένα τεχνολογικά ενισχυμένο περιβάλλον συζήτησης, συνήθως δεν διέθετε μια μεθοδολογία επαρκή να τον καθοδηγήσει. Η θεωρία Συζητήσεων βοήθησε πολλούς εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων να αντιληφθούν τον ρόλο της τεχνολογίας στις διάφορες λειτουργίες της μαθησιακής οντότητας. Η ανάλυση της M – οντότητας σε μηχανισμούς γνωστικής αντανάκλασης (μοντελοποίηση, προσομοίωση, ΟΜ αλληλεπίδραση), μηχανισμούς παραγωγής κοινής συμφωνημένης γνώσης με σταθεροποιημένες έννοιες (αντικειμενικές γλώσσες, συνεπαγωγικό πλέγμα) και μηχανισμούς ομοιόστασης (έλεγχος, ρύθμιση, επικοινωνίες, μεταγλώσσα) έδωσε σε αρκετούς εκπαιδευτικούς ένα λειτουργικό μοντέλο σύνθεσης και αναβάθμισης των μαθησιακών τους μηχανισμών. Παράλληλα, τους εφοδίασε με μια πρωτογλώσσα εσωτερικής αλλά και εξωτερικής γνωστικής αντανάκλασης σχετικά με την επιχειρησιακή εφαρμογή της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

7.2 Επανατοποθετώντας τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την εκπαιδευτική παρέμβαση

Έχοντας επανατοποθετήσει το ερώτημα της υιοθέτησης ΤΠΕ από τον εκπαιδευτικό από πρόβλημα στάσης σε πρόβλημα οργάνωσης κατάλληλων μαθησιακών οντοτήτων και εν γένει συζητήσεων, επιχειρούμε στην παρούσα εργασία να επανατοποθετήσουμε το πρόβλημα σχεδιασμού τεχνολογικών παρεμβάσεων στην Εκπαίδευση από πρόβλημα τεχνολογικής σύνθεσης σε γνωστικό πρόβλημα.

7.2.1 Η πολυμεθοδολογία της Προοδευτικής Διαμόρφωσης της Ποικιλομορφίας (ΠΔΠ)

Η θεωρία Συζητήσεων χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να αναπτυχθεί μια πολυμεθοδολογία διαλεκτικού σχεδιασμού κατάλληλη για τον σχεδιασμό τεχνολογικών συστημάτων και συστημάτων Πληροφορικής για την Εκπαίδευση. Η πολυμεθοδολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε σε τρεις περιπτώσεις σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων. Σε μια πρώτη εφαρμογή έγινε σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου thin client σε επίπεδο τριών συστεγαζόμενων σχολικών μονάδων, σε μια δεύτερη περίπτωση σχεδιάστηκε πληροφοριακό σύστημα έγκαιρης ενημέρωσης σχολικής κοινότητας με SMS, ενώ στην τρίτη περίπτωση σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε Εικονική Κοινότητα Μάθησης για τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας.

Η πολυμεθοδολογία της Προοδευτικής Διαμόρφωσης της Ποικιλομορφίας, η οποία έχει αναπτυχθεί επαρκώς σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιεί τη θεωρία Συζη-

τήσεων ως διαλεκτική βάση σε ομάδα από εμπλεκόμενους οι οποίοι είναι διαφοροποιημένοι γνωστικά. Με τη χρήση συστημικών μεθοδολογιών στον μηχανισμό της γνωστικής αντανάκλασης, παράγονται συνεπαγωγικά πλέγματα τα οποία σταδιακά αποβάλλουν ποικιλομορφία έως ότου καταλήξουν σε επίπεδο διαδικασιών. Το τελευταίο αυτό επίπεδο σηματοδοτεί πλέον και την έναρξη της παρέμβασης.

Αναλυτικότερα, αφού εξασφαλίσουμε ότι η ομάδα σχεδιασμού δεν πάσχει από ισχυρές σκόπιμες πολώσεις και αφού περάσουμε τη σχεδιαζόμενη παρέμβαση μέσα από το φίλτρο της CSH (Critical System Heuristics) του Ulrich, ώστε να διαπιστώσουμε πολώσεις και κέντρα γνώσης ισχύος, προχωρούμε στην οργάνωση της διαλεκτικής βάσης. Με σημείο εκκίνησης την ισχυρή γνωστική διαφοροποίηση των πρακτόρων - εμπλεκόμενων, επιχειρούμε τη δημιουργία του πρωτοσυνεπαγωγικού πλέγματος το οποίο και θα περιέχει τις πρώτες συμφωνίες πάνω σε βασικές οροθετικές κρίσεις της παρέμβασης. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιούμε στη φάση αυτή είναι CT+SSM. Στη συνέχεια, επιχειρούμε την πρώτη οργανωσιακή προσέγγιση του συστήματος υπό σχεδιασμό, χρησιμοποιώντας ως βάση το Μοντέλο Βιώσιμου Συστήματος (VSM) του Beer. Το συνεπαγωγικό πλέγμα που θα πάρουμε στη φάση αυτή θα έχει αποβάλει μεγάλο βαθμό ποικιλομορφίας σε σχέση με το πρωτοσυνεπαγωγικό πλέγμα. Στη συνέχεια, επιχειρούμε μοντελοποίηση Συστημικής Δυναμικής. Με χρήση πακέτων λογισμικού επιχειρούμε να δεισδύσουμε στη δυναμική συμπεριφορά της σχεδιαζόμενης παρέμβασης. Η μεθοδολογία της φάσης αυτής είναι CT+CLD και CT+SF. Το συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο παράγεται στη φάση αυτή αποτελείται από δυναμικούς χάρτες SF και χάρτες ανάδρασης CLD. Στην επόμενη φάση χρησιμοποιούμε το λογισμικό DCSYM modeling platform σε συνδυασμό με τη γλώσσα διαδικασιών BPMN, προκειμένου να σχεδιάσουμε τη δομή και την οργάνωση του συστήματος σε συνεπαγωγικό πλέγμα συστημάτων, υποσυστημάτων, ατόμων και διαδικασιών. Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από χαμηλή ποικιλομορφία, μιας και τα γνωστικά συστήματα των συμμετεχόντων έχουν εναρμονιστεί στα προηγούμενα στάδια. Το τελικό αυτό στάδιο οδηγείται από μεθοδολογία CT+DCSYM.

Παρέμβαση	Ποικιλομορφία	Άτομα	Συνεδρίες	Μεθοδολογίες
Σχεδιασμός δικτύου thin client για σχολικό συγκρότημα	Χαμηλή - μικρή και σχετικά ομοιογενής ομάδα	3	2	CT+SSM CT+DCSYM
Σχεδιασμός και υλοποίηση SMS συστήματος άμεσης ενημέρωσης σχολικής κοινότητας	Μέτρια - μικρή ανομοιογένεια	5	4	CT+SSM CT+CLD CT+DCSYM
Σχεδιασμός και υλοποίηση Εικονικής Κοινότητας	Μεγάλη - υψηλή ανομοιογένεια και πολλές γνωστικές διαφοροποιήσεις	7	8	CT+SSM CT+CLD CT+SF CT+VSM CT+DCSYM

Πίνακας 7-1: Συνοπτικός πίνακας της εφαρμογής της πολυμεθοδολογίας ΠΔΠ για τη δημιουργία Εικονικής Κοινότητας

Οι βασικές προϋποθέσεις της εφαρμογής της μεθοδολογίας σχεδιασμού ΠΔΠ είναι:

- A) Να μην υπάρχουν στη συζήτηση σημεία πόλωσης τα οποία θα παρεμποδίσουν τη διαδικασία σύγκλισης
- B) Να διαθέτει η συζήτηση διακριτούς μηχανισμούς και λογισμικά γνωστικής αντανάκλασης και συνεπαγωγικού πλέγματος (*M – οντότητα*)
- Γ) Να διαθέτει, επίσης, μηχανισμό ρύθμισης, ελέγχου και ομοιόστασης.

7.2.2 Το συστημικό - κυβερνητικό μοντέλο της Διαγραμματικής Θεωρίας Συζητήσεων (Δ-Θ.Σ., CT-DCSYM)

Η Διαγραμματική Θεωρία Συζητήσεων αποτελεί την τελευταία εξέλιξη στη Θεωρία Συζητήσεων. Η ισχυρή διαλεκτική βάση της Θεωρίας Συζητήσεων απαιτεί έναν εξίσου ισχυρό μηχανισμό γνωστικής αντανάκλασης και δημιουργίας συνεπαγωγικού πλέγματος. Η Θεωρία Συζητήσεων διαθέτει τα δικά της στοιχεία γνωστικής αντανάκλασης και συνεπαγωγικού πλέγματος τα οποία είναι γνωστά και ως Paskian Artifacts. Τέτοια συστήματα είναι, για παράδειγμα, τα CASTE και THOUGHTSTICKER. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιούμε ως Paskian Artifacts το εργαλείο λογισμικού το οποίο αναπτύξαμε σε πλατφόρμα eclipse, το DCSYM modeling platform. Η πλατφόρμα αυτή, η οποία αναπτύχθηκε σε Java, έχει το πλεονέκτημα της δημιουργίας μοντέλων τα οποία μπορεί εύκολα να μοιραστούν ασύγχρονα σε ομάδα συζήτησης. Κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας, χρησιμοποιήσαμε το DCSYM modeling tool στο σύνολο των μαθησιακών συζητήσεων τις οποίες πραγματοποιήσαμε τόσο σε επίπεδο ατομικών συνεντεύξεων όσο και σε επίπεδο σχεδιασμού πληροφορικών συστημάτων.

7.2.3 Ανάπτυξη Eclipse project για τη μεθοδολογία DCSYM στο πλαίσιο της Διαγραμματικής Θεωρίας Συζητήσεων

Στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας, η παραγωγή του αναγκαίου λογισμικού αναπτύχθηκε πάνω σε κάποια συνεργατική πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού, ακολουθώντας τα σύγχρονα πρότυπα ανάπτυξης ανοιχτού λογισμικού. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή DCSYM modeling tool στην οποία αναφερθήκαμε σε προηγούμενα σημεία αναπτύχθηκε σε πλατφόρμα eclipse, ενώ η δομή της και η λειτουργία της αναφέρονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5. Η επιλογή της πλατφόρμας eclipse πραγματοποιήθηκε, έχοντας ως μοντέλο τα multi-agent ανοιχτά συστήματα. Η ανάπτυξη λογισμικού είναι μια εξελικτική διαδικασία η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως μια αυτοποιητική διαρκής μαθησιακή συζήτηση η οποία διατηρεί την οργάνωσή της, παρόλο που τα άτομα εναλλάσσονται.

7.3 Αναπτύσσοντας βιώσιμες αυτόνομες και αυτοποιητικές Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών

Έχοντας ολοκληρώσει την ερμηνευτική οντολογία της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής, με βασικούς πυρήνες την Εκπαιδευτική Συστημική και την Εκπαιδευτική Κυβερνητική, και έχοντας δημιουργήσει μοντέλα για τις μαθησιακές συζητήσεις των εκπαιδευτικών τόσο σε διδακτικό όσο και σε εξωδιδακτικό αλλά και προσωπικό επίπεδο, προχωρήσαμε σε μια σημαντική παρέμβαση με τη δημιουργία Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών. Επιλέξαμε τον τομέα αυτό, μιας και παρουσιάζει έντονη μεταστάθεια, μορφογένεση και πειραματισμό. Δεν έχουν επικρατήσει κάποιες σταθεροποιημένες λειτουργικές μορφές, αλλά μάλλον λειτουργεί η ανάδυση και το αυ-

τοματοποιημένο σύστημα BVSR (Blind Variation Selective Retention), το οποίο και πραγματοποιεί τις επιλογές στα πρωταρχικά στάδια των μεταλλάξεων και της σταθεροποίησης των δομών.

Παράλληλα, η δημιουργία δομημένης Εικονικής Κοινότητας Μάθησης αποτελεί συμβολή στον τομέα των κοινωνικών δικτύων Web2, τα οποία, σύμφωνα με ειδικούς, θα αποτελέσουν μελλοντικά τις σημαντικότερες κοιτίδες καινοτομίας, μιας και έχουν πολύ μεγαλύτερο δυναμικό διαχείρισης ποικιλομορφίας σε σχέση με παραδοσιακούς τοπικά και χρονικά εγκλεισμένους κοινωνικούς σχηματισμούς. Ειδικότερα για την Εκπαίδευση, οι Εικονικές Κοινότητες δείχνουν να είναι εύφορα πεδία ανταλλαγής πρακτικών και γνωστικών αντανακλάσεων πάνω στον σχεδιασμό και την εφαρμογή τεχνολογικά εξελιγμένων **M – οντοτήτων**.

Οι Εικονικές Κοινότητες Μάθησης αποτελούν σημαντικές πύλες εισόδου των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, δεδομένου ότι διεθνώς οι περισσότερες Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών κινούνται γύρω από τεχνολογική θεματολογία.

Εμείς διερευνούμε συστηματικά το δυναμικό των Εικονικών Κοινοτήτων μέσα από την Εικονική Κοινότητα την οποία δημιουργήσαμε στο Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας με δυναμικό 250 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών Μέσης Εκπαίδευσης.

Εκτός από κάποιες κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες δίνονται μέσα από τεχνικές διαχείρισης γνώσης των επιχειρήσεων και των οργανισμών και την εμπειρία των αναδυόμενων διαδικτυακών Εικονικών Κοινοτήτων, δεν υπάρχει κάποια μεθοδολογία σχεδιασμού και τεχνολογικής υλοποίησης Εικονικών Κοινοτήτων. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή επιχειρούμε να εφαρμόσουμε το συστημικό – κυβερνητικό, σχεδιαστικό και οργανωτικό πλαίσιο σε όλες τις φάσεις μιας Εκπαιδευτικής Κοινότητας: σχεδιασμός, υλοποίηση και λειτουργία. Ανώτερος στόχος μας είναι η δημιουργία ενός **επαναλήψιμου προτύπου** Εικονικής Κοινότητας μηδενικού κόστους ανάπτυξης και λειτουργίας. Οι βασικοί τεχνολογικοί περιορισμοί τους οποίους θέσαμε από την αρχή είναι οι παρακάτω:

A) Ολική ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος σε πλατφόρμα ΕΛΛΑΚ (Ελεύθερο Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα)

B) Ανάπτυξη αποτελεσματικού εσωτερικού διαχειριστικού σχήματος (Administration Scheme) το οποίο είναι αυτόνομο και αυτοποιητικό

Γ) Δυνατότητα λειτουργίας της Εικονικής Κοινότητας στους εξυπηρετητές του ΠΣΔ (Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου), αλλά και σε τοπικό σχολικό δίκτυο, όπως επίσης και σε επίπεδο localhost

Ε) Δυνατότητα επαναληπτικής χρήσης της όλης πλατφόρμας, ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίησή της από αναδυόμενες Εκπαιδευτικές Εικονικές Κοινότητες

ΣΤ) Δημιουργία ενός αποτελεσματικού τεχνολογικού μηχανισμού παραγωγής και διαχείρισης οργανωσιακής γνώσης και καινοτομίας.

Η μεθοδολογία σχεδιασμού και ανάπτυξης πληροφοριακού συστήματος Εικονικής Κοινότητας Μάθησης είναι ιδωμένη μέσα από το πρίσμα της Συστημικής - Κυβερνητικής και εστιάζει ιδιαίτερα σε ζητήματα οργάνωσης και διαχείρισης των διαδικασιών. Οι διαδικασίες οργάνωσης και διαχείρισης αποτελούν ουσιαστικά το συνεπαγωγικό πλέγμα που συνιστά και την οργανωσιακή γνώση της υποδομής και είναι

αυτό το οποίο συνδέει την υπερκείμενη δομή με τα γνωστικά συστήματα των συμμετεχόντων. Στην προσέγγισή μας ακολουθήσαμε τέσσερις βασικές αρχές της Κυβερνητικής και κατ' επέκταση της Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής:

A) Αρχή πρώτη: Αρχή της Απαιτούμενης Ποικιλομορφίας του Ashby, η οποία θέτει ως βασική συνθήκη του σωστού ελέγχου το ταίριασμα της ποικιλομορφίας του συστήματος με την ποικιλομορφία του μηχανισμού ρύθμισης. Στην προσέγγισή μας είναι αρκετά δύσκολο να αυξήσουμε την ποικιλομορφία του συστήματος διοίκησης. Επιλέξαμε, λοιπόν, τον δρόμο της σταδιακής μείωσης της ποικιλομορφίας του συστήματος, δημιουργώντας δύο επίπεδα εξασθένισης: το ένα αφορά τις διαδικασίες και το άλλο τις εφαρμογές αυτοματοποίησης.

B) Αρχή δεύτερη: Αρχή της Επαναληψιμότητας του Beer: το μοντέλο του συστήματος θα πρέπει να είναι ενσωματωμένο σε κάθε στοιχείο του συστήματος. Η διοίκηση θα πρέπει να πετύχει μια τέτοια αναπαράσταση του συστήματος, ώστε να είναι δυνατόν να ενσωματώνεται σε κάθε επιμέρους στοιχείο της Κοινότητας.

Γ) Αρχή τρίτη: Βασική Αρχή της Θεωρίας Συζητήσεων του Pask. Κάθε μαθησιακή συζήτηση θα πρέπει να περιστρέφεται γύρω από ένα συνεπαγωγικό πλέγμα το οποίο σταδιακά σταθεροποιείται με τη συμφωνία των μελών. Το συνεπαγωγικό αυτό πλέγμα αποτελεί και τη ρητή γνώση της Κοινότητας.

Δ) Αρχή τέταρτη: Συμπληρωματικότητα Διαδικασίας – Προϊόντος του Pask. Η οργάνωση της Εικονικής Κοινότητας ως μαθησιακής συζήτησης εξασφαλίζει δύο βασικές ελεγχόμενες λειτουργίες, αυτές της γνωστικής αντανάκλασης και της δημιουργίας του συνεπαγωγικού πλέγματος. Είναι σημαντικό να αντιληφθούμε την επαναληψιμότητα, μια από τις βασικές αρχές της Κυβερνητικής. Η Εικονική Κοινότητα είναι πρωταρχική μαθησιακή συζήτηση η οποία υποστηρίζει μια δευτερογενή μαθησιακή συζήτηση. Η πρωταρχική μαθησιακή συζήτηση αφορά την τεχνολογική και οργανωτική βάση του πληροφοριακού συστήματος, ενώ σε δεύτερο επίπεδο υλοποιείται η μαθησιακή συζήτηση αναφορικά με το αντικείμενο της Εικονικής Κοινότητας. Στην περίπτωση μας, το αντικείμενο της Εικονικής Κοινότητας είναι η προώθηση εναλλακτικών *π-οντοτήτων* στα μαθησιακά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

7.3.1 Σχεδιασμός και υλοποίηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης με την εφαρμογή της πολυμεθοδολογίας της Προοδευτικής Μείωσης της Ποικιλομορφίας

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης αποτέλεσε προϊόν οργανωμένης διαλεκτικής διαδικασίας ομάδας η οποία δημιουργήθηκε για τον σκοπό αυτό. Η ομάδα πραγματοποίησε διαλεκτική μαθησιακή συζήτηση μέσω της πολυμεθοδολογίας ΠΔΠ, ακολουθώντας τις βασικές αρχές της Διαγραμματικής Θεωρίας Συζητήσεων. Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, έγινε παραγωγή διαδοχικών σταθεροποιημένων συνεπαγωγικών πλεγμάτων σε διάφορα γραφικά περιβάλλοντα (StarTools, Vensim, DCSYM, DCSYM+BPMN). Κάθε συνεπαγωγικό πλέγμα απέβαλλε ποικιλομορφία με αποτέλεσμα τη σταδιακή προσέγγιση στη δόμηση και την παραγωγή διαδικασιών. Το τελικό συνεπαγωγικό πλέγμα αποτελείται από διαγράμματα διαδικασιών με πολύ χαμηλή ποικιλομορφία κατασκευασμένα στη ειδική δια-

γραμματική γλώσσα την οποία αναπτύξαμε και η οποία αποτελεί συνδυασμό DCSYM και BPMN. Το σύστημα των διαδικασιών αποτελεί και το τελικό γνωστικό προϊόν της ομάδας σχεδιασμού. Η καταγραφή του με ρητό τρόπο επιτρέπει τη μοντελοποίηση της τεχνολογικής υπόστασης της Εικονικής Κοινότητας και την εφαρμογή με τον τρόπο αυτό αρχών της Κυβερνητικής, όπως για παράδειγμα της Αρχής της Επαναληψιμότητας του Beer. Παράλληλα, επιτρέπει στην Κοινότητα να λειτουργεί αυτοποιητικά, μιας και οι διαδικασίες δεν βρίσκονται σε άρρητο επίπεδο, στο μυαλό κάποιου ειδικού, αλλά σε ρητό επίπεδο, κοινό κτήμα όλης της Κοινότητας. Με τον τρόπο αυτό, ως διαχειριστής της Κοινότητας δύναται εν δυνάμει να λειτουργήσει οποιοδήποτε μέλος της Κοινότητας, αρκεί να κατανοήσει και να εφαρμόσει τις διαδικασίες.

7.3.2 Αξιοποίηση ΕΛΛΑΚ CMS (Content Management Systems) - Συστήματα διαχείρισης περιεχομένου για την οργάνωση των διαδικασιών ΕΚΜΕ

Για την υλοποίηση της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης χρησιμοποιήθηκε το Elix CMS, το οποίο είναι προϊόν ΕΛΛΑΚ (Ελεύθερο Λογισμικό, Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα) της οικογένειας των Mambo Variants. Το λογισμικό αυτό τροποποιήθηκε κατάλληλα, ώστε να είναι συμβατό με τις προδιαγραφές ασφαλείας του ΠΣΔ (Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου). Η εγκατάστασή του στο ΠΣΔ και όχι σε μισθωμένο server επιλέχθηκε, προκειμένου να αποτελέσει πρότυπο για τους πάνω από 70.000 λογαριασμούς του ΠΣΔ. Η προσαρμογή της πλατφόρμας στο ΠΣΔ δημιούργησε αρκετές δυσκολίες, μιας και όλες οι διαχειριστικές διαδικασίες θα έπρεπε να πραγματοποιούνται σε επίπεδο domain με τα δικαιώματα διαχείρισης του τυπικού χρήστη. Για παράδειγμα, δεν υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης σε αρχεία παραμέτρων και ρυθμίσεων των server του ΠΣΔ. Αναπτύχθηκε για τον λόγο αυτό σύστημα διαχειριστικών διαδικασιών βασισμένων σε συγχρονισμό ΑΕ (Απομακρυσμένου Εξυπηρετητή) με ΤΕ (Τοπικό Εξυπηρετητή). Αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία και η ανάπτυξη ενός απόλυτα λειτουργικού και ασφαλούς ΠΣ-ΣΔΠ (Πληροφοριακού Συστήματος - Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου), το οποίο βρίσκεται σε επιχειρησιακή λειτουργία από τον Οκτώβριο του 2008.

7.3.3 Ανάπτυξη Virtual Community Automation Agent για την αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης της ΕΚΜΕ

Η ανάπτυξη και η βιωσιμότητα της ΕΚΜΕ συνδέθηκε εξ αρχής με ένα οργανωμένο σύστημα διαχείρισης - ελέγχου. Από τα πρώτα βήματα λειτουργίας της Εικονικής Κοινότητας διαπιστώθηκε ότι η διαχειριστική ανεπάρκεια είχε σημαντικές συνέπειες στην ασφάλεια του ΠΣ-ΣΔΠ, με αποτέλεσμα αυτό να γίνεται ασταθές και αναξιόπιστο. Στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναπτύχθηκε ένα πλήρες συνεπαγωγικό πλέγμα διαδικασιών σε γραφική απεικόνιση DCSYM-BPMN (Διαγραμματική Γλώσσα Αποτύπωσης Διαδικασιών). Αν και με τον τρόπο αυτό ομογενοποιήθηκαν οι διαδικασίες και οι διαχειριστικές διαδικασίες έγιναν επαναλήψιμες, εντούτοις το κατώφλι γνώσης και ο κύκλος μάθησης μας οδήγησαν στην ανάπτυξη ενός project δημιουργίας ενός Virtual Community Automation Agent (VCAA). Ο VCAA αποτελεί έναν Host για πολλές και ανεξάρτητες μικροεφαρμογές αυτοματισμού, όπως αναλυτικά αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 6. Βασικά χαρακτηριστικά του λογισμικού του VCAA είναι:

- A) Είναι συμβατό με όλες τις πλατφόρμες win32 και win64
- B) Έχει πλήρη αυτονομία με ενσωματωμένες όλες τις απαραίτητες βιβλιοθήκες
- Γ) Τα επιμέρους συστατικά του VCAA μετατρέπονται σε εκτελέσιμη μορφή .exe
- Δ) Δεν απαιτούνται εγκαταστάσεις και δηλώσεις registry, πράγμα το οποίο το καθιστά πλήρως εκτελεστό μέσα από μεταφερόμενα μέσα αποθήκευσης
- E) Η παραμετροποίησή του πραγματοποιείται μέσα από αρχείο XML
- ΣΤ) Είναι επεκτάσιμο και μπορεί να ενσωματώσει νέες εξειδικευμένες μικροεφαρμογές.

7.3.4 Κυβερνητική οργάνωση της μαθησιακής βάσης και οργανωσιακής γνώσης της ΕΚΜΕ με βάση τη Θεωρία Συζητήσεων

Για την καλύτερη διαχείριση της μαθησιακής συζήτησης η οποία πραγματοποιείται μέσω της Εικονικής Κοινότητας, αναπτύξαμε μια πρώτη προσέγγιση δωματίων συνεργασίας. Τα δωμάτια συνεργασίας είναι οντότητες εσωτερικές στην Κοινότητα, τα οποία διαχειρίζονται ανεξάρτητες ειδικές συζητήσεις. Η προσέγγιση των δωματίων συζήτησης και συνεργασίας αποσκοπεί στην καλύτερη διαχείριση της παραγόμενης οργανωσιακής γνώσης. Η υλοποίηση των δωματίων βασίζεται στην αξιοποίηση έτοιμων modules ανοιχτού λογισμικού σε μια ενιαία πλατφόρμα λογισμικού. Για λόγους ασφαλείας και έως ότου εξασφαλισθεί η απρόσκοπτη λειτουργία των δωματίων, αυτά φιλοξενούνται σε μισθωμένο server και σε διαφορετική βάση δεδομένων σε σχέση με τη μητρική εφαρμογή.

7.3.5 Συνεργασία σε εικονικό περιβάλλον, παραγωγή καινοτομίας από την Εικονική Κοινότητα Μάθησης: Πρώτα δείγματα και μελλοντικές δυνατότητες

Στους τέσσερις μήνες πλήρους λειτουργίας της Εικονικής Κοινότητας πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω:

Στατιστικά μελών	
Επισκέψεις μελών της Κοινότητας για χρονικό διάστημα 10/11/2008 – 10/3/2008	2700
Μέση επισκεψιμότητα ανά μέλος	1 φορά/εβδομάδα
Σύνολο ατόμων στενά συνδεδεμένων με την Κοινότητα, επισκέψεις > 3/εβδομάδα	25
Σύνολο ατόμων χαλαρά συνδεδεμένων με την Κοινότητα, επισκέψεις <3/εβδομάδα	120
Αριθμός διαχειριστών	3
Μέλη με συνεισφορά υλικού	12
Μέλη με συμμετοχή σε ανάπτυξη λογισμικού	4
Συμμετοχή σε online δημοσκοπήσεις	15

Πίνακας 7-2: Στατιστικά μελών της Εικονικής Κοινότητας Μάθησης Εκπαιδευτικών

Συμπεριφορά server	
Συνολικές κακόβουλες επιθέσεις που αποκρούστηκαν	8 εκ των οποίων 2 στοχευμένες και οι υπόλοιπες από bots
Συνολικό downtime του ΠΣ-ΣΔΠ	12 εκ των οποίων 0 ώρες λόγω προβλήματος στο ΠΣ-ΣΔΠ
Ρυθμός ανανέωσης περιεχομένου	2 φορές/εβδομάδα
Ολικός αριθμός μεταφορτώσεων	230

Πίνακας 7-3: Στατιστικά της συμπεριφοράς του εξυπηρετητή που φιλοξενεί το ΠΣ-ΣΔΠ

Συνεισφορά υλικού	
Εργαστηριακές ασκήσεις	43
Video	22
Applets	47
PowerPoint	106
Interactive Physics	29
Λογισμικό	7
Tutorials	3

Πίνακας 7-4: Συνεισφορά υλικού στη Βιβλιοθήκη Υλικού του ΠΣ-ΣΔΠ

Τα πρώτα στατιστικά της Εικονικής Κοινότητας είναι αρκετά ικανοποιητικά με δεδομένη την υψηλή εστίαση της Κοινότητας σε καθαρά επιστημονική - ερευνητική θεματογραφία, αλλά και την απουσία της Εικονικής Κοινότητας από τις μηχανές αναζήτησης. Παράλληλα, άρχισαν να διαφαίνονται κάποιες ενδιαφέρουσες τάσεις με την ανάπτυξη δύο έργων sourceforge.net, στο πλαίσιο της προώθησης του προτύπου "Teacher as a developer", και την ενεργό ανάμιξη μελών της Κοινότητας σε αυτά.

Η Εικονική Κοινότητα η οποία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής αποτελεί παρέμβαση αναφορικά με την τεχνολογική επέκταση του σύγχρονου εργαστηρίου ΦΕ και τη λειτουργία του σε δύο επιπλέον επίπεδα, σε εικονικό επίπεδο και σε επίπεδο ηλεκτρονικής υβριδικής τάξης. Μιλώντας με καθαρά κυβερνητικούς όρους, ο στόχος της Εικονικής Κοινότητας είναι η χρήση του Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών και των συναφών με αυτό τεχνολογιών ως ενισχυτών ποικιλομορφίας, προκειμένου να παραχθούν πρόσθετες μαθησιακές καταστάσεις τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς.

7.4 Συγκεντρωτικός πίνακας λογισμικού το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής

Ο Πίνακας 7-5 παρουσιάζει το λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της διατριβής		
Λογισμικό	Περιγραφή	Πλατφόρμα
DCSYM Modeling Tool	Συστημική δόμηση	Eclipse JAVA
Virtual Community Administration Agent Core	Αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης Εικονικής Κοινότητας	Autoit Scripting
Virtual Community Administration Agent modules	Αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης Εικονικής Κοινότητας	Autoit Scripting
Collaboration Rooms	Εικονική Συνεργασία	PHP-CSS-Javascript
SMS messaging system	Άμεση ενημέρωση ομάδων στο πλαίσιο της Εικονικής Συνεργασίας	PHP-CSS-Javascript
VRML Classroom interface	Σύστημα διεπαφής για την χρήση της βιβλιοθήκης της Εικονικής Κοινότητας στη σχολική τάξη	VRML
Λογισμικό το οποίο προσαρμόστηκε για τις ανάγκες της διατριβής		
Λογισμικό	Περιγραφή	Πλατφόρμα
ELXIS CMS	Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου	PHP-CSS-Javascript
IWP	Διαδραστικός Προσομοιωτής Φυσικής	Eclipse JAVA
Collaboration Platform	Εικονική συνεργασία	PHP-CSS-Javascript
Λογισμικό το οποίο ελληνοποιήθηκε μερικώς ή ολικώς		
Λογισμικό	Περιγραφή	Πλατφόρμα
DCSYM Modeling Tool	Συστημική δόμηση	Eclipse JAVA
Virtual Community Administration Agent	Αυτοματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης Εικονικής Κοινότητας	Autoit Scripting
Collaboration Rooms	Εικονική συνεργασία	PHP-CSS-Javascript

Πίνακας 7-5: Πίνακας λογισμικού που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής

7.5 Δημοσιεύσεις και ανακοινώσεις ως προϊόν της έρευνας

Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με το σύστημα των ανωνύμων κριτών

Assimakopoulos, N. and Theocharopoulos, I. (2009) Design and Control Systemic Methodology (DCSYM): a multiagent modeling and operation platform. *International Journal of Applied Systemic Studies*, 2(3), 193-217.

Assimakopoulos, N., Theocharopoulos I. and Dimitriou N. (2007), A systemic approach to interdisciplinary collaboration for academic research teams. *Journal of Applied Systemic Studies* 1(1): 82-112.

Ανακοινώσεις σε διεθνή συνέδρια με το σύστημα των ανωνύμων κριτών

Assimakopoulos, N. and I. Theocharopoulos (2005), Schematic Representations Used In Systemic Methodologies And Their Contribution In Enhancing Interpersonal Communication And Decision Making In Organizations. *Managing Global Trends and Challenges in a Turbulent Economy*. University of the Aegean, Chios.

Assimakopoulos, N. and I. Theocharopoulos (2007), System structuring in strategic level with the DCSYM methodology. *New Zealand Systems Conference 2007*. Auckland, New Zealand.

Assimakopoulos, N. and I. Theocharopoulos (2008), Systemic Multi-Methodology to Reform and Culture Change in Education: The Paradigm in the Greek Secondary Education. *19th European meeting on Cybernetics and Systems Research*, Vienna.

Assimakopoulos, N., I. Theocharopoulos et al. (2009), "A Systemic Approach to Virtual Collaboration: Developing Collaboration Rooms for Secondary Education Science Teachers". (Invited paper for IJASS special Issue on Distance Education edited by Jason C. Hung and Timothy K. Shih, in print)

Ανακοινώσεις σε εθνικά συνέδρια με το σύστημα των ανωνύμων κριτών

Assimakopoulos, N., Dimitriou N. and Theocharopoulos I. (2005), *Business Intelligence Systems For Virtual Enterprises: A Cybernetic Approach*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Ασημακόπουλος, Ν., Αγγελής, Γ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007), Επισκόπηση των Μεθοδολογιών, των Γλωσσών και των Εργαλείων για την Ανάπτυξη Οντολογιών. "Νέα Αγορά" και Νέες Τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ασημακόπουλος, Ν., Αγγελής, Γ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007), Οι Οντολογίες ως Εργαλείο της Συστημικής Ανάλυσης - Η Συστημική Ανάλυση

ως εργαλείο για το Σχεδιασμό Οντολογιών. "Νέα Αγορά" και Νέες Τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2007), Ένα Γενικευμένο Δυναμικό Μοντέλο Ισορροπημένης Στοχοθεσίας για τη Μετάβαση στο Ηλεκτρονικό Επιχειρείν. "Νέα Αγορά" και Νέες Τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Οικονομόπουλος, Κ. (2006), Διεπιστημονική Συνεργασία μεταξύ των Ερευνητικών Ομάδων του Πανεπιστημίου Πειραιώς: Προβλήματα & Προοπτικές. Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008), Συστημικό Αρχέτυπο, Συστημικός Μετα-Σχεδιασμός, Συστημικές Πολυ-Μεθοδολογίες και το Αρχέτυπο του Αγίου. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. (2009) Σχεδιασμός και υλοποίηση συλλογικού μαθησιακού πράκτορα: εικονικές κοινότητες συνεργασίας και μάθησης εκπαιδευτικών. From Systemic Thinking to Systems Design and Systems Practice. Ξάνθη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Θράκης

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2005), Η Συστημική Σκέψη και η Συστημική Δυναμική στην Ανάλυση Διαδικασιών Μάθησης. Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2006), Από την Ατομική στη Δικτυακή Γνώση: Μια Συστημική Προσέγγιση των Οντολογιών. Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2006), Ο Ρόλος της Συστημικής Ανάλυσης και του Συστημικού Αναλυτή στους σύγχρονους Δικτυακούς Οργανισμούς. Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007), Δυναμική Μοντελοποίηση και Προσομοίωση με το VIS Σύστημα VENSIM PLE. "Νέα Αγορά" και Νέες Τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι., Μπίλλα, Π. & Δημητρίου, Ν. (2007), Προτοιμάζοντας τον Πολίτη της Νέας Αγοράς: Προοπτικές Εισόδου της Συστη-

μικής Σκέψης στην Ελληνική Εκπαίδευση. "Νέα Αγορά" και Νέες Τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ασημακόπουλος, Ν., Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2006), Συστημική Προσέγγιση στη Δημιουργία Δικτύου Ανταλλαγής Λαογραφικού Υλικού. Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ασημακόπουλος, Ν., Παπούλια, Κ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Αγγελής, Γ. (2008), Οντολογική Σύνθεση Συστημικών Πολυ-Μεθοδολογιών. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ασημακόπουλος, Ι., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2006), Συστήματα Ανάπτυξης Δικτύου Ερευνητικών Ομάδων: Virtual Research Teams System. Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005), Από τη Διαχείριση Γνώσης στην Εταιρική Ευφυΐα: Μια Συστημική Προσέγγιση στις Εικονικές Επιχειρήσεις. Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005), Ένα Συστημικό Στρατηγικό Μοντέλο Διαχείρισης Γνώσης για τις Εικονικές Επιχειρήσεις: Μια Εφαρμογή στο Χώρο των Εταιρειών Συμβούλων. Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005), Μια Συστημική Ενοποίηση των Μεθόδων και Θεωριών Εικονικής και Πραγματικής Μάθησης. Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Ασημακόπουλος, Ν., Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005), Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων για τη Διαχείριση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς με Έμφαση στο Λαογραφικό Υλικό. Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Δημητρίου, Ν., Βαρβιτσιώτης, Ε., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008), Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου ως Καινοτόμες Εφαρμογές για την Ανάπτυξη Διαδικτυακών Διεπιχειρησιακών Δικτύων: Το Παράδειγμα της Εικονικής Επιχείρησης στον Τουρισμό. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

- Δημητρίου, Ν., Σωτηρίου - Ξανθόπουλος, Ε., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008), Συστημική Πολυ-Μεθοδολογία για την Ανάπτυξη Εικονικής Επιχείρησης Τουρισμού με τη Χρήση Διαδικτυακού Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008), Αξιοποίηση της ενοποιημένης πλατφόρμας Eclipse για την ανάπτυξη και διαχείριση Ανοιχτού Εκπαιδευτικού Λογισμικού σε Java. 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής, Νάουσα.
- Θεοχαρόπουλος, Ι., Δημητρίου, Ν., Μπίλλα, Π. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008), Δυναμική Μοντελοποίηση & Προσομοίωση Φυσικών Συστημάτων με τη χρήση του VENSIM PLE. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2008), Ένταξη της Δυναμικής Μοντελοποίησης & Προσομοίωσης ως Εκπαιδευτικού Εργαλείου στη Διδασκαλία και τη Μάθηση της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών. Καβάλα, Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
- Θεοχαρόπουλος, Ι., Μακεδών, Γ. & Τσαγδής, Φ. (2009) Δίαυλος 1.0: Πληροφοριακό Σύστημα αποστολής SMS για τη Διευκόλυνση των Επικοινωνιών Σχολικής Κοινότητας. Σύρος, 5ο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής.
- Θεοχαρόπουλος, Ι., Μπίλλα, Π., Δημητρίου, Ν. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008), Εκπαιδευτική Κυβερνητική: Μια Συστημική Προσέγγιση στη Διασύνδεση Εκπαίδευσης και Νέων Τεχνολογιών. Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Θεοχαρόπουλος, Ι. & Χαρακόπουλος, Κ. (2007), e-EKΦΕ: Προς ένα Ολοκληρωμένο Διαδικτυακό Πληροφοριακό Σύστημα Ηλεκτρονικής Μάθησης, Εκπαίδευσης και Υποστήριξης για τα Εργαστηριακά Μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα, 1ο Συνέδριο Πανελληνίου Συλλόγου Μεταπτυχιακών Αποφοίτων Καθηγητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.
- Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008), Σενάρια χρήσης, Διδακτικής και Παιδαγωγικής αξιοποίησης του λογισμικού ανοιχτού κώδικα SmartTools για τη δημιουργία, δημοσίευση και ανταλλαγή Νοητικών Χαρτών και Οντολογιών. Νάουσα, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής.

7.6 Προεκτάσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις της έρευνας

Η Εκπαιδευτική Κυβερνητική δίνει πολύ σημαντικές κατευθυντήριες γραμμές για τη μορφή την οποία θα πρέπει να πάρει η εκπαιδευτική έρευνα αναφορικά με τον ζητούμενο δημιουργικό συσχετισμό νέων τεχνολογιών και Εκπαίδευσης:

A) Θα πρέπει να αναθεωρηθεί το γραμμικό πλαίσιο σχεδιασμού - υλοποίησης και εφαρμογής εκπαιδευτικών τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αυτό πρακτικά σημαίνει την είσοδο στην Εκπαίδευση συστημικών - ολιστικών πλαισίων, όπως αυτό της **Εκπαιδευτικής Κυβερνητικής**, και την ανάπτυξη συστημικών αντικειμενικών γλωσσών με πολύ μεγαλύτερα ερμηνευτικά δυναμικά.

B) Θα πρέπει να αναθεωρηθούν όλες οι τάσεις δημιουργίας **εκπαιδευτικών πληροφοριακών συστημάτων ως προϊόντων προσαρμογής από αντίστοιχα συστήματα των επιχειρήσεων.**

Γ) Χρειάζεται να μελετηθεί ένα ολιστικό πλαίσιο **ανάπτυξης εκπαιδευτικών τεχνολογιών και *M – οντοτήτων* σε ενιαία οντότητα**, ενώ σε μια δεύτερη φάση θα πρέπει στην Εκπαίδευση να προσφέρονται **ολοκληρωμένες παιδαγωγικές οντότητες ως τεχνολογικά προϊόντα.** Στην πραγματικότητα, οι εκπαιδευτικές τεχνολογίες υλοποιούνται στην Εκπαίδευση πάντα μέσω κάποιας μορφής παιδαγωγικής ή μηχανικής οντότητας, οπότε η προσφορά μεμονωμένων τεχνολογικών υλοποιήσεων δεν συνεισφέρει από μόνη της στην παιδαγωγική αξιοποίησή της.

Δ) Θα πρέπει να αναπτυχθούν παράλληλα με τα κλασικά γραμμικά εκπαιδευτικά μοντέλα και κυβερνητικά μοντέλα φιλικά στη δημιουργία και την αναβάθμιση ανθρωποτεχνολογικών δομών.

Ε) Θα πρέπει να διερευνηθούν οι δύο πολύ σημαντικές **μετασυστημικές διαμορφώσεις των εκπαιδευτικών**, η ανάπτυξη του προτύπου του **"teacher as a developer"** και η **διερεύνηση του κοινωνικού - δικτυακού προφίλ του εκπαιδευτικού.** Με δεδομένο ότι ο εκπαιδευτικός είναι και μάλλον θα είναι και στο μέλλον η σημαντικότερη πύλη εισόδου της τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, θα πρέπει να καλλιεργούνται πολύ νωρίς και σε ακαδημαϊκό επίπεδο **νέες συμπεριφορές και στάσεις απέναντι στο πολυποικίλο τεχνολογικό περιβάλλον.**

ΣΤ) Είναι αναγκαίο να **απελευθερωθεί το δημιουργικό δυναμικό του εκπαιδευτικού στο να συνθέτει τεχνολογικές δομές στο πλαίσιο των μαθησιακών συζητήσεων** που ενορχηστρώνει. Αυτό σημαίνει ότι οι μηχανισμοί παραγωγής εκπαιδευτικού λογισμικού **δεν θα πρέπει να βλέπουν τον εκπαιδευτικό ως καταναλωτή** τεχνολογίας, αλλά ως μέτοχο στον σχεδιασμό και την παραγωγή ανθρωποτεχνολογικών υποδομών. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να αναθεωρηθούν οι παραδοσιακές τεχνικές ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού, έτσι ώστε να προσφέρουν στον εκπαιδευτικό έναν πολύ πιο ενεργό ρόλο μέσα **από δυναμικά εξελισσόμενες συστημικές διαλεκτικές διαδικασίες.**

Ζ) Οι **Εικονικές Κοινότητες** δείχνει να είναι το σημαντικότερο «προϊόν» της τελευταίας τάσης του Web2. Θα πρέπει να διερευνηθεί το τοπίο πολύ εμπεριστατωμένα, ώστε να μην χαθεί για την Εκπαίδευση μια ακόμη τεχνολογική επανάσταση. Ειδικότερα σε ό,τι αφορά τις **Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών** αυτές δείχνουν να είναι διεθνώς σε περίοδο άνθησης. Πολλές οργανωτικές μορφές προτείνονται, ενώ η εξέλιξη του ΕΛΛΑΚ ευνοεί την ανάπτυξη αυτόνομων, αυτοοργανωνόμενων και αυτοποιητικών Κοινοτήτων.

Η) Η ανάπτυξη **αυτοργανωνόμενων Εικονικών Κοινοτήτων** δείχνει να αποτελεί μελλοντική τάση με δεδομένη την εξέλιξη του ΕΛΛΑΚ, αλλά και την εξοικείωση πολλών εκπαιδευτικών με το δικτυακό περιβάλλον. Απαιτείται, όμως, έρευνα πάνω στην ανάπτυξη **βιώσιμων διαχειριστικών σχημάτων** που θα εξασφαλίσουν την ασφαλή και απρόσκοπτη λειτουργία των Εικονικών Κοινοτήτων.

Θ) Οι Εικονικές Κοινότητες δύνανται να αποτελέσουν σημαντικά πεδία ανταλλαγής ρητής και άρρητης γνώσης πάνω σε **καινοτόμες παιδαγωγικές ανθρωποτεχνολογικές οντότητες**. Οι εκπαιδευτικοί είναι οι κατεξοχήν αρμόδιοι να σχεδιάζουν ***M – οντότητες, P – οντότητες*** και μηχανισμούς ομοιόστασης και ελέγχου των παιδαγωγικών τους οντοτήτων.

Ι) Η Εκπαίδευση θα πρέπει να προσανατολιστεί σε **μεθοδολογίες παραγωγής τοπικών παρεμβάσεων** και να εγκαταλείψει την ιδέα των μαζικών κεντρικών παρεμβάσεων. Οι Εικονικές Κοινότητες αποτελούν σημαντικές νησίδες τάξης και παραγωγής γνώσης την οποία οι πολιτικοί και οι άλλοι εμπλεκόμενοι στη λήψη αποφάσεων θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη.

ΙΑ) Ειδικότερα σε ό,τι αφορά την Κοινότητα των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να διερευνηθούν τα παρακάτω:

- i) Κεντρικές παιδαγωγικές οντότητες του ΣΕΦΕ και της τεχνολογικά αναβαθμισμένης παραδοσιακής τάξης
- ii) web2 παιδαγωγικές οντότητες, όπως η ασύγχρονη τηλε-εκπαίδευση και η ηλεκτρονική τάξη
- iii) Πρότυπα ανταλλαγής υλικού για τεχνολογικά αναβαθμισμένες παιδαγωγικές οντότητες Φυσικών Επιστημών.

ΙΒ) Το μοντέλο των **ζωνών ποικιλομορφίας** δείχνει να ερμηνεύει την κατανομή των ***M – οντοτήτων*** των εκπαιδευτικών ΦΕ. Αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω, όπως επίσης και να διαπιστωθούν οι προϋποθέσεις μετάβασης των εκπαιδευτικών από ζώνες χαμηλής ποικιλομορφίας σε ζώνες υψηλότερης ποικιλομορφίας.

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

Παράρτημα

8.1 Παράρτημα 1: Γενικά συμπεράσματα της UNESCO αναφορικά με τη διασύνδεση ΤΠΕ και Εκπαίδευσης

Α-Ευρύτερο Εκπαιδευτικό Περιβάλλον	
1 Ευελιξία Εκπαιδευτικού Συστήματος	
	<ul style="list-style-type: none"> Ένα ευέλικτο Εκπαιδευτικό Σύστημα με γρήγορες αποκρίσεις είναι το κατάλληλο περιβάλλον για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ Για να ενσωματωθούν οι ΤΠΕ στο κεντρικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα, θα πρέπει το τεχνολογικό πλάνο να χαρακτηρίζεται από το ίδιο όραμα με αυτό των υπολοίπων εκπαιδευτικών πολιτικών και πρωτοβουλιών
2 ΤΠΕ και Εκπαιδευτική Πολιτική	
	<ul style="list-style-type: none"> Ένας σχεδιασμός ΤΠΕ στην Εκπαίδευση θα πρέπει να μεταφράζεται σε παρέμβαση με ρεαλιστικούς στόχους Η ολιστική προσέγγιση της παρέμβασης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση υπερβαίνει τον τεχνολογικό παράγοντα
3 Οικονομικό και Κοινωνικοπολιτιστικό Περιβάλλον	
	<ul style="list-style-type: none"> Μια προσεγμένη οικονομικά μελέτη ΤΠΕ διευκολύνει την ενσωμάτωσή τους στον γενικότερο εκπαιδευτικό σχεδιασμό Ο σωστός σχεδιασμός παρέμβασης ΤΠΕ είναι βασικός παράγοντας για την οικονομική ανάπτυξη οποιασδήποτε χώρας
Β-Μηχανισμοί Πολιτικής και Ρύθμισης	
1 Πολιτική	
	<ul style="list-style-type: none"> Η στρατηγική της εκπαιδευτικής υλοποίησης των ΤΠΕ δεν είναι ανεξάρτητη από την υλοποίηση σε άλλα κοινωνικά και οικονομικά πεδία. Θα πρέπει να υπάρχει συμπόρευση μέσω ενός γενικού κοινωνικού πλάνου¹¹⁸ Η ανάπτυξη γενικών πολιτικών ΤΠΕ θα πρέπει να είναι προϊόν μελέτης των τοπικών μικρής κλίμακας ΤΠΕ Η αρμονική υλοποίηση στρατηγικών ΤΠΕ βασίζεται στον σαφή καθορισμό ρόλων και την εναρμόνιση των οροθετικών κρίσεων των διαφόρων agents
2 Μετασχηματισμός της Πολιτικής σε Παρέμβαση	
	<ul style="list-style-type: none"> Βασική μέριμνα της κεντρικής πολιτικής είναι η ανάπτυξη δυναμικού υλοποίησης και ενσωμάτωσης ΤΠΕ από την πλευρά των <i>Εκπαιδευτικών Κοινοτήτων</i>¹¹⁹ Ο μετασχηματισμός της πολιτικής βούλησης σε παρέμβαση θα πρέπει να είναι σταδιακός με διαρκή ανατροφοδότηση και ανασχεδιασμό δράσεων. Το σχήμα υλοποίησης θα πρέπει να είναι <i>οργανικό</i> και όχι <i>μηχανιστικό</i>¹²⁰
2 Νομικό και Ρυθμιστικό Πλαίσιο	
	<ul style="list-style-type: none"> Κεντρικό νομικό και ρυθμιστικό θέμα είναι η ασφάλεια των ΤΠΕ σε όλα τα επίπεδα της Εκπαίδευσης
3 Επίπεδο Μακροοικονομίας	
	<ul style="list-style-type: none"> Η στρατηγική εκπαιδευτικής παρέμβασης σε θέματα ΤΠΕ θα πρέπει να συνδέεται με παράπλευρες παρεμβάσεις, όπως η ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο, η δημόσια Εκπαίδευση πάνω σε θέματα ΤΠΕ, οι δωρεές υποδομών ΤΠΕ

¹¹⁸ Στην ελληνική πραγματικότητα αυτό εκφράζεται με τη λειτουργία του γενικού επιχειρησιακού πλάνου της Κοινωνίας της Πληροφορίας (ΚΠΠ).

¹¹⁹ Στο σημείο αυτό επεκτείνουμε την έννοια «σχολείο» ως περιοριστική αναφορικά με το πλήρες φάσμα των εκπαιδευτικών ΤΠΕ, ώστε να περιλαμβάνονται και άτυπες Εκπαιδευτικές Κοινότητες.

¹²⁰ Ως οργανικά στοιχεία ενός τέτοιου μηχανισμού θεωρούμε τη δυνατότητα λήψης εξωτερικών δεδομένων, τη δυνατότητα ανάμιξής τους με εσωτερικά δεδομένα και παραγωγής ρυθμιστικών ενεργειών.

4 Διυπουργική Συνεργασία	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η μεταφορά τεχνογνωσίας και υποδομών μεταξύ υπουργείων και κρατικών υπηρεσιών έχει θετική επίδραση στην υλοποίηση • Ενδεικνύεται η ανάμιξη του ιδιωτικού παράγοντα • Ενδεικνύεται η δημιουργία Αρχής η οποία να συντονίζει την υλοποίηση προγραμμάτων ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
4 Υποστήριξη από άλλους agents	
	<ul style="list-style-type: none"> • Θα πρέπει να συνδέονται οι προσπάθειες προώθησης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση με την ανάπτυξη ανθρώπινου δυναμικού • Οι πολιτικοί και οι λήπτες αποφάσεων θα πρέπει να ενημερώνονται για τα ερευνητικά αποτελέσματα, ώστε να αναθερμαίνεται το ενδιαφέρον τους για την προώθηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
Γ-Διαχείριση	
1 Ηγεσία και Management	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η ύπαρξη τεχνολογικών ηγετών, τεχνολογικά δηλαδή προηγμένων εκπαιδευτικών στα διάφορα στάδια της προώθησης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση έχει καταλυτική επίδραση στο σύνολο των εκπαιδευτικών • Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση θα πρέπει να είναι βασικό συστατικό κάθε επιμορφωτικού προγράμματος που απευθύνεται σε στελέχη της Εκπαίδευσης
2 Εναρμόνιση των πρωτοβουλιών για ανάπτυξη των ΤΠΕ με άλλες πρωτοβουλίες	
	<ul style="list-style-type: none"> • Θα πρέπει να συνδέονται οι ΤΠΕ με πρωτοποριακά προγράμματα και πρωτοβουλίες στην Εκπαίδευση, ώστε να κερδίζουν δυναμική
3 Αποφυγή διχοτομίας τεχνολόγων και εκπαιδευτικών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Για να εξασφαλιστεί η ολιστικότητα των εγχειρημάτων ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, θα πρέπει οι ομάδες ανάπτυξης να είναι μικτές με τεχνικούς, εκπαιδευτικούς και στελέχη της Εκπαίδευσης
4 Ανάπτυξη υποδομών ΤΠΕ σε σχολικές μονάδες	
	<ul style="list-style-type: none"> • Οι κεντρικές υπηρεσίες θα πρέπει να προσδίδουν αυτονομία στις Εκπαιδευτικές Κοινότητες αναφορικά με την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων • Θα πρέπει οι κεντρικές υπηρεσίες να ενθαρρύνονται στο να αντιμετωπίζουν το κάθε σχολείο και γενικά τον κάθε εκπαιδευτικό οργανισμό κατά περίπτωση, αποφεύγοντας τους μαζικούς σχεδιασμούς • Κάθε σχολείο και εκπαιδευτικός οργανισμός είναι διαφορετικός και έχει ανάγκη από εξατομικευμένο σχεδιασμό
5 Σχέση με ιδιωτικό τομέα	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η ανάπτυξη υποδομών ΤΠΕ στις Εκπαιδευτικές Κοινότητες και η εξερεύνηση νέων δυνατοτήτων παιδαγωγικών και μαθησιακών υλοποιήσεων είναι μια ολιστική διαδικασία η οποία απαιτεί ουσιαστικές συμπράξεις με ιδιωτικούς και άλλους φορείς και οργανισμούς
6 Στρατηγικές βιωσιμότητας	
	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτός από στατικές υποδομές, η ανάπτυξη των ΤΠΕ θα πρέπει να συνοδεύεται από παράπλευρες στρατηγικές βιωσιμότητας, αλλαγής και προσαρμογής
Δ-ΤΠΕ και Εκπαιδευτικές Κοινότητες	
1 ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Όραμα και σχεδιασμός	
	<ul style="list-style-type: none"> • Σε κάθε Εκπαιδευτική Κοινότητα θα πρέπει να υπάρχει ένα όραμα για την υλοποίηση στρατηγικής ΤΠΕ • Παράλληλα με το εκφρασμένο όραμα θα πρέπει να υπάρχει και ένα κεντρικό πλάνο υλοποίησης
2 Υποστήριξη πολιτικών που διευκολύνουν την ανάληψη πρωτοβουλιών ΤΠΕ	
	<ul style="list-style-type: none"> • Για την προώθηση της ανάληψης πρωτοβουλιών πάνω στις ΤΠΕ θα πρέπει οι ηγεσίες των Εκπαιδευτικών Κοινοτήτων να ενσωματώσουν οργανικά τις ΤΠΕ στην καθημερινή ροή εργασίας των εκπαιδευτικών • Οι οποιοσδήποτε πολιτικές συσχετισμού των ΤΠΕ με το Αναλυτικό

	<ul style="list-style-type: none"> • Πρόγραμμα δεν θα πρέπει να είναι περιοριστικές και κανονιστικές • Συνιστάται η δημιουργία ολοκληρωμένων πλατφορμών ΤΠΕ και όχι μεμονωμένων και ασύνδετων στοιχείων Πληροφορικής, προκειμένου να δημιουργηθεί το κατάλληλο τεχνολογικό περιβάλλον που θα ευνοήσει τη μετάβαση του εκπαιδευτικού στην αναβάθμιση του τεχνολογικού του μηχανισμού • Ο ορισμός υπευθύνου για τη στήριξη της τεχνολογικής μετάβασης των εκπαιδευτικών δείχνει να είναι μια καλή στρατηγική για την προώθηση των ΤΠΕ στις Εκπαιδευτικές Κοινότητες
3 Διαχείριση Συστημάτων ΤΠΕ	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η ανάπτυξη SWOT αναλύσεων
4 Ευρύτερη ανάμιξη των Κοινοτήτων	
	<ul style="list-style-type: none"> • Οι ΤΠΕ ενισχύουν τη διασύνδεση διαφόρων ομάδων μέσα από την ίδια Εκπαιδευτική Κοινότητα ή διαφορετικές • Η ευρύτερη ανάμιξη όλων των ομάδων ενδιαφέροντος σε μια Εκπαιδευτική Κοινότητα προωθεί τις ΤΠΕ
Ε-Τεχνολογικές Υποδομές και Συνδεσιμότητα	
1 Κινητοποιώντας υποστήριξη από παρεμφερείς οργανισμούς και βιομηχανικούς χώρους	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η αναζήτηση υποστήριξης από παρεμφερείς με τις ΤΠΕ οργανισμούς και βιομηχανικούς χώρους
2 Επιλογή του τρόπου και της μορφής υλοποίησης των τεχνολογιών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η πειραματική υλοποίηση διαφόρων τεχνολογιών σε διαφορετικές Εκπαιδευτικές Κοινότητες
3 Επιλογές συνδεσιμότητας	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η συνεργασία με παρόχους για τον προσδιορισμό του βέλτιστου εύρους ζώνης
4 Τεχνολογικές δομές υποστήριξης της διδασκαλίας και της μάθησης	
	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν υπάρχει βέλτιστος συνδυασμός τεχνολογικών πόρων που να εγγυάται αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση • Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες δείχνει να είναι από τις σημαντικότερες τεχνολογικές υποδομές που συνεισφέρουν στη διδασκαλία και μάθηση
5 Αναδυόμενες τεχνολογίες, αντιμετωπίζοντας τις ραγδαίες εξελίξεις των τεχνολογιών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ο μέσος χρόνος ανάπτυξης τεχνολογικών συστημάτων για την Εκπαίδευση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα τρία χρόνια • Οι φορητές και κινητές τεχνολογίες έχουν πολύ μεγάλο δυναμικό ανάπτυξης και θα πρέπει να ενσωματώνονται σε κάθε προσπάθεια ανάπτυξης τεχνολογικών εφαρμογών για την Εκπαίδευση
6 Ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ενθαρρύνεται η χρήση ανοιχτού λογισμικού στην Εκπαίδευση, έχοντας όμως πολύ καλή επίγνωση των περιορισμών και των προβλημάτων
7 Ζητήματα ασφαλείας	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ενθαρρύνεται η ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών ασφαλείας στις Εκπαιδευτικές Κοινότητες
8 Συστήματα LMS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ενθαρρύνεται η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων LMS με ενσωματωμένη τη δυνατότητα απεμπλοκής
ΣΤ-Παιδαγωγική και Ανάπτυξη Περιεχομένου	
1 Ενσωμάτωση των ΤΠΕ στο Αναλυτικό Πρόγραμμα και το Εξεταστικό Σύστημα	
	<ul style="list-style-type: none"> • Εφόσον οι ΤΠΕ διευκολύνουν την επίτευξη στόχων που θέτει το Αναλυτικό Πρόγραμμα, αυξάνεται η πιθανότητα να υιοθετηθούν από τους εκπαιδευτικούς

	<ul style="list-style-type: none"> • Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στα σχολεία σχετίζεται με τις ικανότητες ΤΠΕ των μαθητών • Ο εκπαιδευτικός παίζει κεντρικό ρόλο στην ενσωμάτωση των ΤΠΕ στις Σχολικές Κοινότητες
2 Επιδράσεις των ΤΠΕ στην Παιδαγωγική	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ο μετασχηματισμός των παιδαγωγικών προσεγγίσεων, ώστε να προσαρμοστούν στις ΤΠΕ είναι εξαιρετικά χρονοβόρος • Η ανάπτυξη αυτονομίας στα σχολεία και τις Εκπαιδευτικές Κοινότητες προάγει τη χρήση των ΤΠΕ • Ο μετασχηματισμός των παιδαγωγικών μεθόδων των εκπαιδευτικών θα πραγματοποιηθεί μόνο κατόπιν κατάλληλης εκπαίδευσής τους
3 Περιεχόμενο και υπηρεσίες που υποστηρίζουν τη διαρκή βελτίωση	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η ανάπτυξη ψηφιακών βιβλιοθηκών περιεχομένου με υλικό το οποίο μπορεί να προσαρμοστεί στις εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές ανάγκες είναι κεντρικό ζήτημα στην ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
4 Επιλογή περιεχομένου	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η δημιουργία μηχανισμού αξιολόγησης και επιλογής περιεχομένου
5 Ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας	
	<ul style="list-style-type: none"> • Τα ζητήματα απόκτησης και διαχείρισης πνευματικής ιδιοκτησίας απαιτούν προσοχή και ιδιαίτερη μεταχείριση
Z-Ανάπτυξη	
1 Εκπαίδευση εκπαιδευτικών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών θα πρέπει να ξεκινά από το προπτυχιακό στάδιο και να συνεχίζεται εφόρου ζωής • Η διαρκής εκπαίδευση θα πρέπει να θεωρείται ως υπηρεσία και όχι ως στατικό γεγονός
2 Μέθοδοι και πρακτικές εκπαίδευσης εκπαιδευτικών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η ενδοσκοπική εκπαίδευση κυρίως μέσω συναδέλφων οι οποίοι είναι μνημένοι στις νέες τεχνολογίες • Συνιστάται η ενθάρρυνση της χρήσης της δικτυακής μάθησης
3 Ικανότητες και δεξιότητες των εκπαιδευτικών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Συνιστάται η ανάπτυξη προτύπων χρήσης και αξιοποίησης των ΤΠΕ τα οποία και θα πρέπει να προωθούνται. Τα πρότυπα αυτά θα πρέπει να είναι ευέλικτα και να αντανακλούν κοινωνικοπολιτιστικές διαφοροποιήσεις
4 Μετασχηματισμός των νοητικών μοντέλων των εκπαιδευτικών	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ο καλύτερος τρόπος για τον μετασχηματισμό των νοητικών μοντέλων είναι η συναδελφική προσέγγιση όπου η αλληλεπίδραση με τεχνολογικά εξελιγμένους συναδέλφους διευκολύνει την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων
5 Ανάπτυξη τεχνολογικού δυναμικού στους εκπαιδευτικούς	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών θα πρέπει να πραγματοποιείται στο πλαίσιο της σχολικής τάξης με πραγματικά εκπαιδευτικά σενάρια και ρεαλιστικούς στόχους, ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή συγχώνευση ΤΠΕ και εκπαιδευτικής πράξης
6 Ανάπτυξη τεχνολογικού δυναμικού σε στελέχη Εκπαίδευσης	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η εκπαίδευση των στελεχών της Εκπαίδευσης διευκολύνει την ομαλή ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
7 Στρατηγικές κινητοποίησης	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η παροχή πιστοποιητικών εξειδίκευσης δύναται να προωθήσει την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη
Z-Αξιολόγηση	
1 Καταγραφή των εμπειριών από την εφαρμογή στρατηγικών προώθησης ΤΠΕ	

	<ul style="list-style-type: none"> • Η έρευνα διευκολύνει τη διαμόρφωση σκοπών και στόχων πάνω στις ΤΠΕ • Απαιτείται αξιολόγηση για τον εντοπισμό της ελλιπούς ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών και ΤΠΕ σε σχολεία και σχολικές τάξεις
2 Μέθοδοι αξιολόγησης	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η μελέτη περιπτώσεων και η ανάλυση των πραγματικών διαδικασιών δείχνει να είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος έρευνας για την αξιολόγηση του βαθμού ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση • Η εκτίμηση των πραγματικών αποτελεσμάτων των ΤΠΕ υπερβαίνει τις δυνατότητες των ελεγχόμενων πειραμάτων • Η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για την αξιολόγηση των πρακτικών ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη απαιτεί το συνδυασμό πολλών και διαφορετικών τεχνικών, όπως μελέτη περιπτώσεων, έρευνα ερωτηματολογίων, συνεντεύξεις, μελέτη ομάδων ενδιαφερόντων
3 Αξιολόγηση προγραμμάτων	
	<ul style="list-style-type: none"> • Η αξιολόγηση των προγραμμάτων ΤΠΕ θα πρέπει να είναι διαρκής και πολυπαραγοντική • Η αξιολόγηση των ΤΠΕ προγραμμάτων θα πρέπει να είναι βασισμένη σε διεθνείς τακτικές και πρότυπα

Πίνακας 8-1: Βασικοί παράγοντες σύνδεσης ΤΠΕ και Εκπαίδευσης

8.2 Παράρτημα 2: Έρευνα για την αποτύπωση των στάσεων των εκπαιδευτικών απέναντι στις Εικονικές Κοινότητες Εκπαιδευτικών

Βασικός στόχος της έρευνας είναι να αξιολογήσει τη στάση των εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης απέναντι στην προοπτική των Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης. Στο πλαίσιο του βασικού στόχου διερευνώνται πολλές πτυχές της διαδικτυακής δραστηριότητας των εκπαιδευτικών:

- A) Ο βαθμός στον οποίο οι εκπαιδευτικοί είναι σε ετοιμότητα να αναλάβουν διαδικτυακούς ρόλους πέραν αυτών που έχουν σχέση με τον ρόλο του απλού χρήστη. Συγκεκριμένα, διερευνώνται οι ρόλοι του εκπαιδευτικού ως παραγωγού (developer), ως διαχειριστή (administrator) και ως συνεισφέροντος (contributer).
- B) Ο βαθμός στον οποίο πραγματοποιείται η βασική μετασυστημική διάβαση από το πληροφοριακό πρότυπο (web1) στο κοινωνικό - επικοινωνιακό πρότυπο (web2)
- Γ) Το βασικό τεχνολογικό περιβάλλον με το οποίο ο εκπαιδευτικός αλληλεπιδρά με το διαδίκτυο
- Δ) Οι βασικές δραστηριότητες για τις οποίες ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί το διαδίκτυο
- Ε) Οι τάσεις για παιδαγωγική αξιοποίηση του διαδικτύου.

Αναφορικά με το βασικό θέμα των Εικονικών Κοινοτήτων, η έρευνα επιχειρεί να διαπιστώσει:

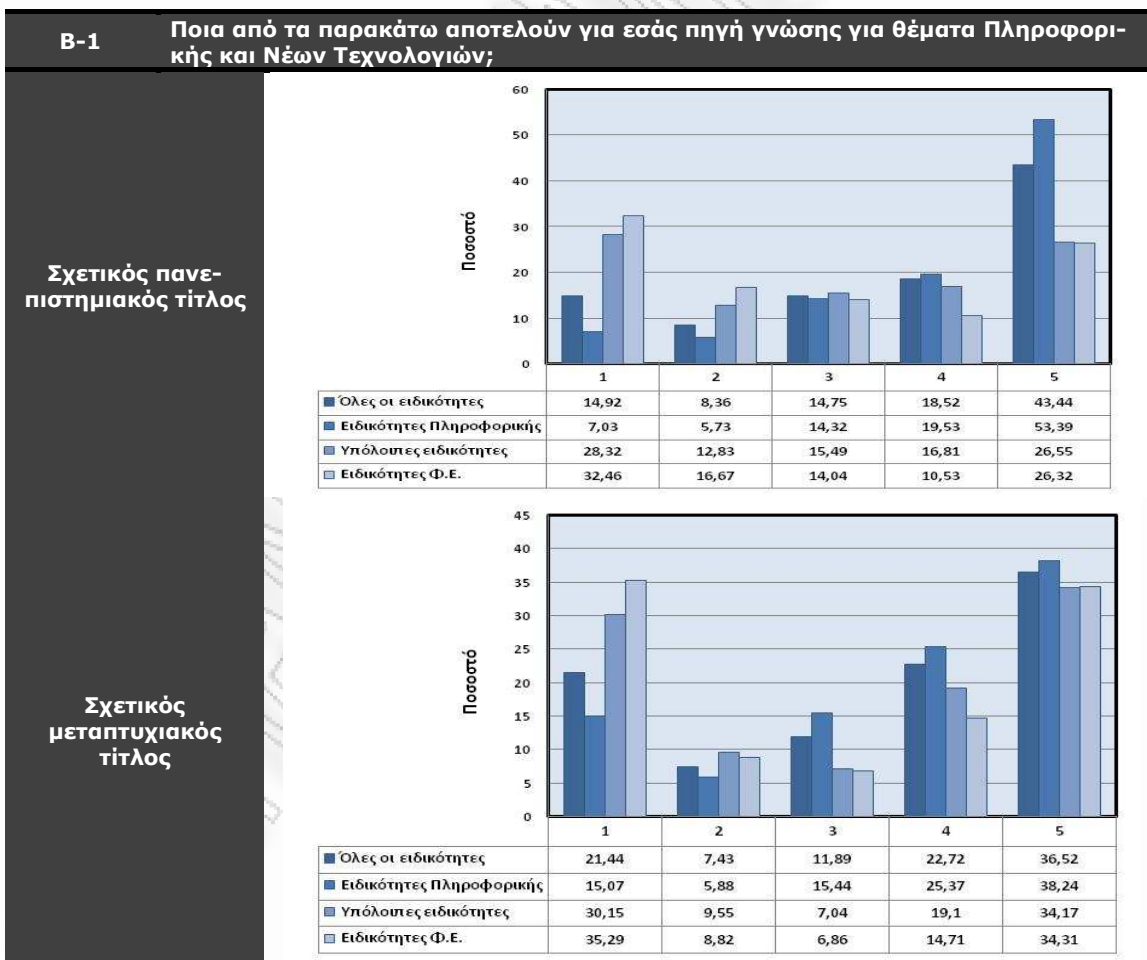
- A) Τη στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στο ενδεχόμενο συμμετοχής τους σε Εικονική Κοινότητα
- B) Την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών για πραγματοποίηση γνωστικών αντανакλάσεων μέσω των Εικονικών Κοινοτήτων
- Γ) Τη στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στις εναλλακτικές μορφές τεχνολογικής υλοποίησης των Εικονικών Κοινοτήτων.

8.2.1 Δομή δείγματος

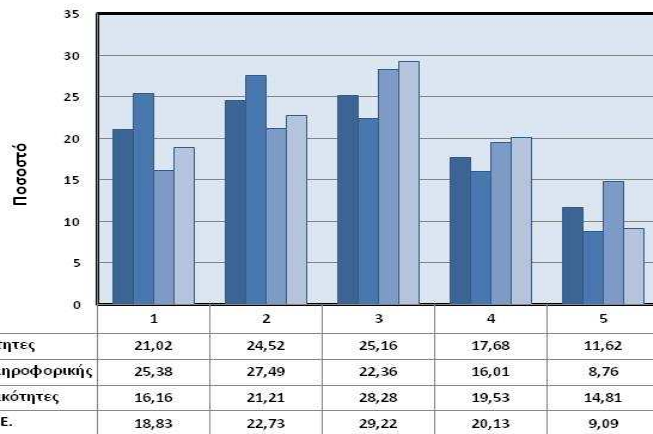
Η έρευνα ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα 11/2007-4/2008. Συνολικά εστάλησαν 2690 ερωτηματολόγια σε ισάριθμα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Με βάση τις στατιστικές του εξυπηρετητή, πραγματοποιήθηκαν συνολικά 1100 συνδέσεις με την υπηρεσία του ερωτηματολογίου, ενώ απαντήθηκαν συνολικά 790 ερωτηματολόγια. Από τα σχολεία που απάντησαν, σε ποσοστό πάνω από 80% το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τον υπεύθυνο λήψης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Μπορούμε, λοιπόν, να υποθέσουμε ότι το δείγμα του ερωτηματολογίου αποτελούν εκπαιδευτικοί οι οποίοι με βάση τη μοντελοποίηση

του 3^{ου} κεφαλαίου, βρίσκονται στη φάση της διερεύνησης (explorer) και τη φάση της επέκτασης (expand). Με άλλα λόγια, μπορούμε να πούμε ότι σε έναν βαθμό καταγράφουμε τις τάσεις της «τεχνολογικής ηγεσίας» της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Παράλληλα, το σχετικά μεγάλο δείγμα των απαντήσεων, το οποίο κατά μέσο όρο αγγίζει το 30% του συνόλου των σχολείων, εγγυάται σε μεγάλο βαθμό την αξιοπιστία των συμπερασμάτων της έρευνας. Η επεξεργασία των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε σε 4 επίπεδα. Σε επίπεδο συνολικού πληθυσμού, σε επίπεδο ειδικοτήτων Πληροφορικής, σε επίπεδο όλων των ειδικοτήτων πλην Πληροφορικής και τέλος σε επίπεδο εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ταίριασμα των τεσσάρων επιπέδων στα ίδια απαντητικά γραφήματα. Ο λόγος για τον οποίο ακολουθήσαμε την παραπάνω προσέγγιση είναι η διερεύνηση του ρόλου της ειδικότητας της Πληροφορικής στη διαμόρφωση στάσεων απέναντι στο διαδίκτυο. Είχε πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για μας η διερεύνηση του αν οι εκπαιδευτικοί Πληροφορικής έχουν κοινή συμπεριφορά με τους υπόλοιπους εκπαιδευτικούς ή είναι διατεθειμένοι να σηκώσουν κάποιο από το βάρος των αλλαγών που απαιτούνται με το να αναλάβουν ρόλους υψηλότερης ποικιλομορφίας.

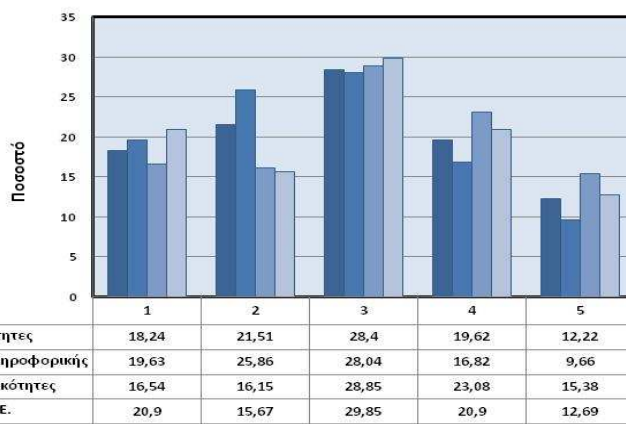
8.2.2 Ανάλυση δεδομένων



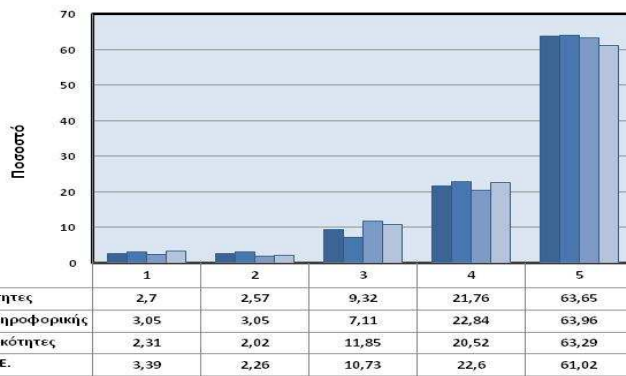
Σεμινάρια
επιμόρφωσης του
ΥΠΕΠΘ



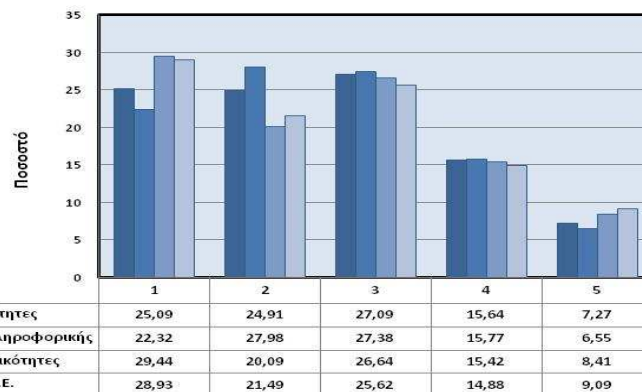
Σεμινάρια
επιμόρφωσης
άλλων φορέων



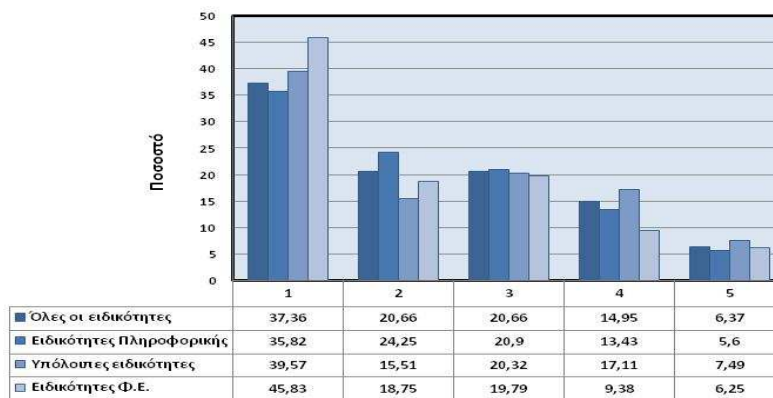
Αυτομάθηση -
προσωπική
αναζήτηση



Φορείς, όπως
ΕΚΦΕ, ΠΛΗΝΕΤ

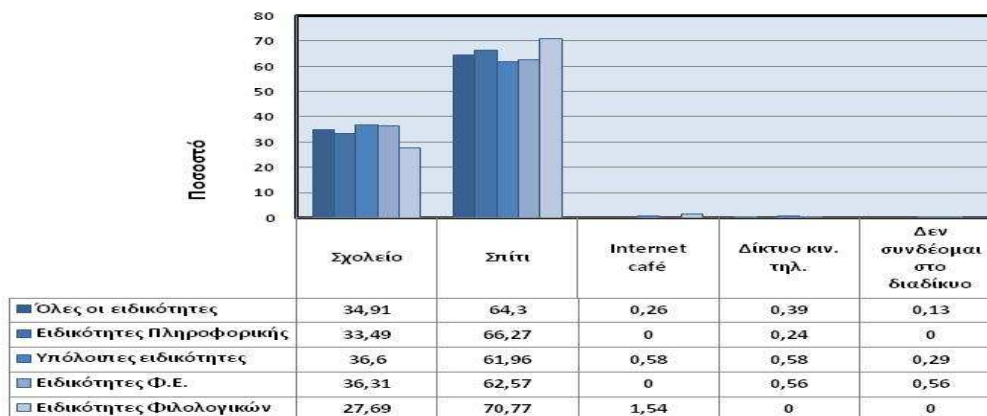


Προγράμματα, όπως Εικονικές Επιχειρήσεις, ΣΠΠΕ



B-2

Ποιος είναι ο κύριος τρόπος σύνδεσής σας στο διαδίκτυο;



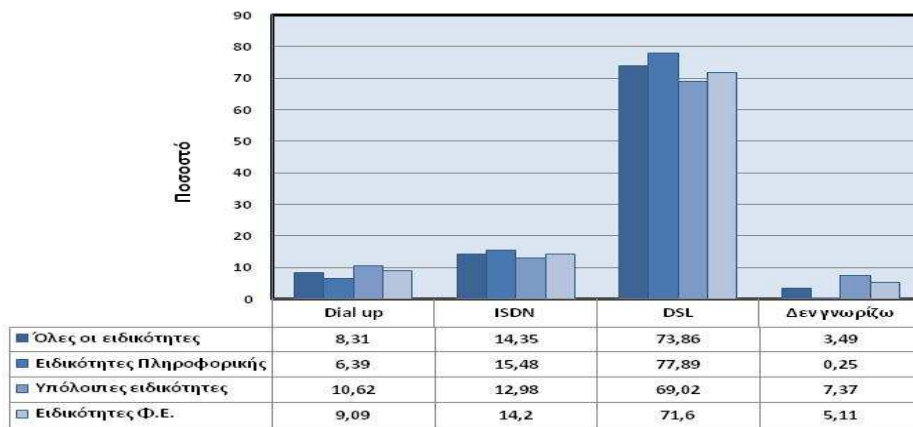
B-3

Τι λειτουργικό διαθέτει ο Η/Υ με τον οποίο συνδέεστε στο διαδίκτυο;



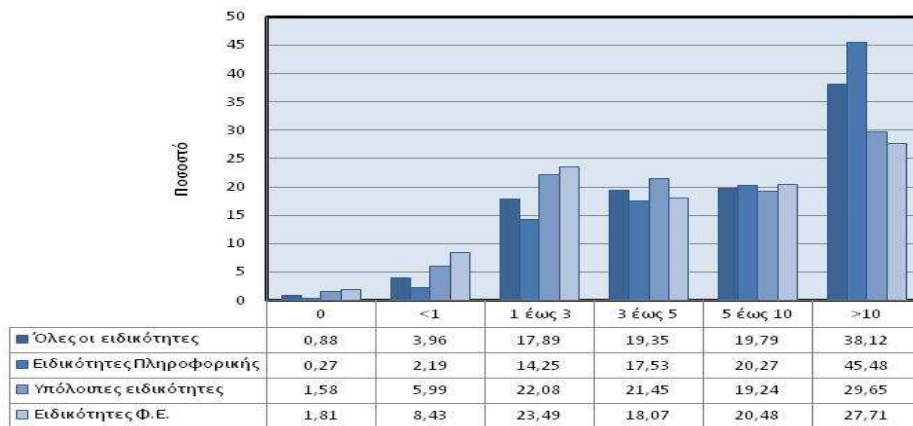
B-4

Με τι ταχύτητα συνδέεστε στο διαδίκτυο;



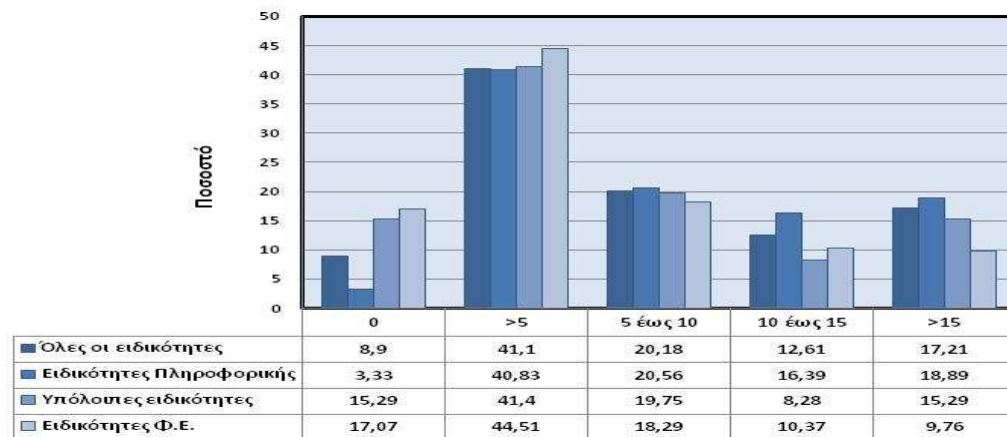
Γ-1

Συνολικά πόσες περίπου ώρες την εβδομάδα περιηγείστε στο διαδίκτυο;



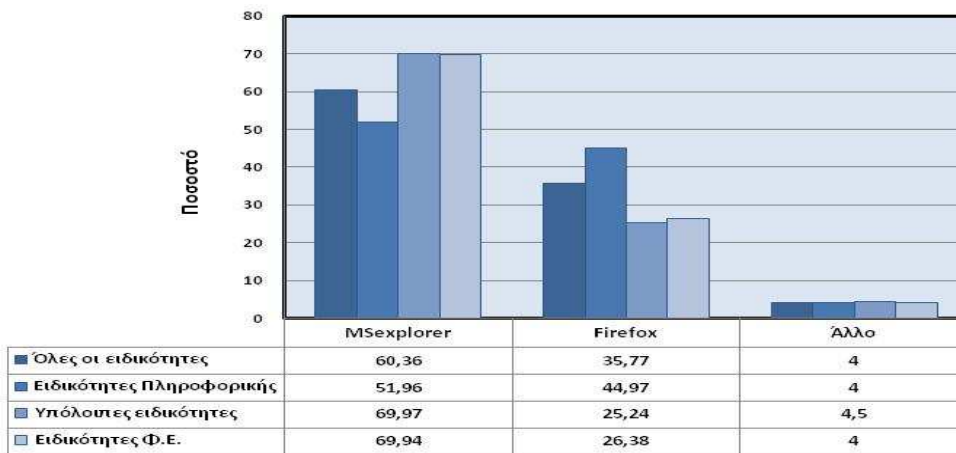
Γ-2

Πόσα email (όχι υπηρεσιακά) στέλνετε κάθε εβδομάδα;



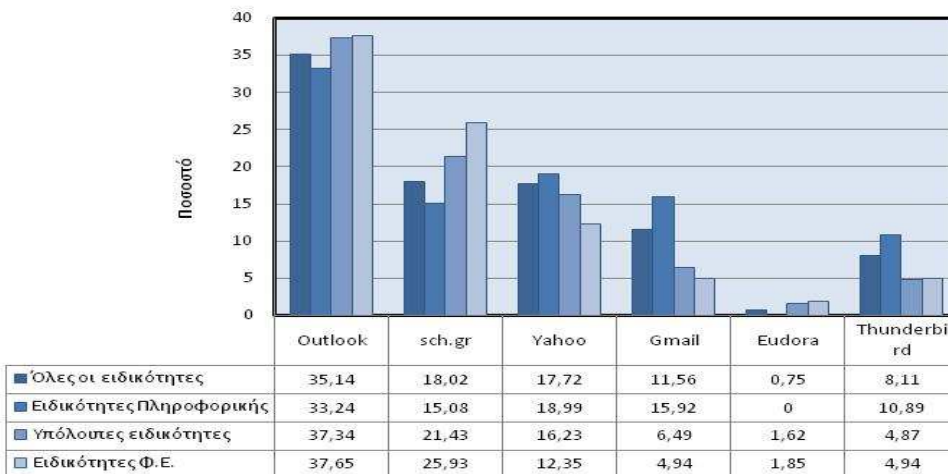
Γ-3

Ποιον φυλλομετρητή χρησιμοποιείτε κυρίως;



Γ-4

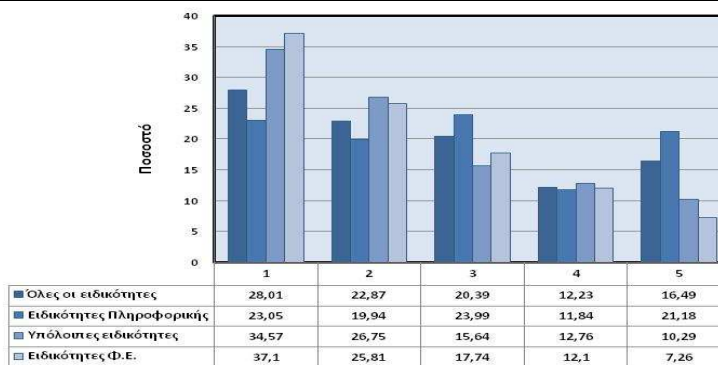
Ποιος είναι ο διαχειριστής του Ηλεκτρονικού σας Ταχυδρομείου;



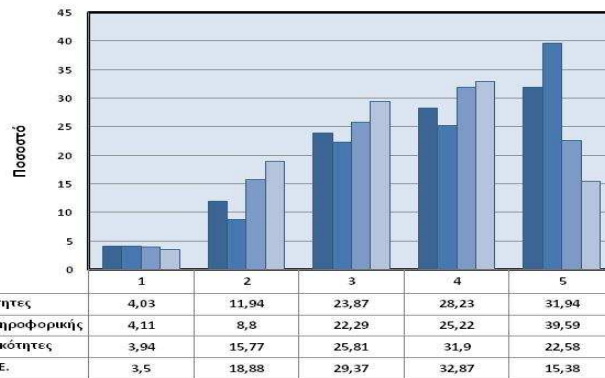
Γ-5

Χρησιμοποιείτε το διαδίκτυο για:

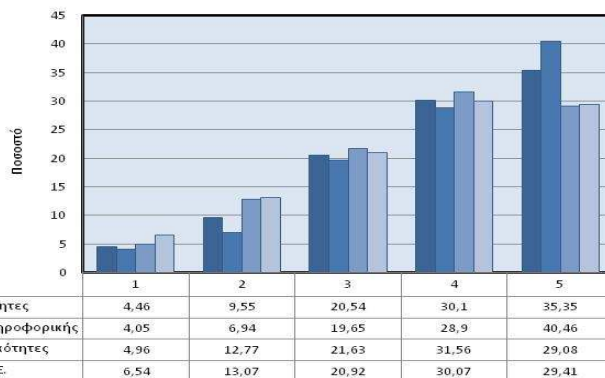
Ψυχαγωγία (παιχνίδια, ραδιόφωνο, τηλεόραση κλπ.)



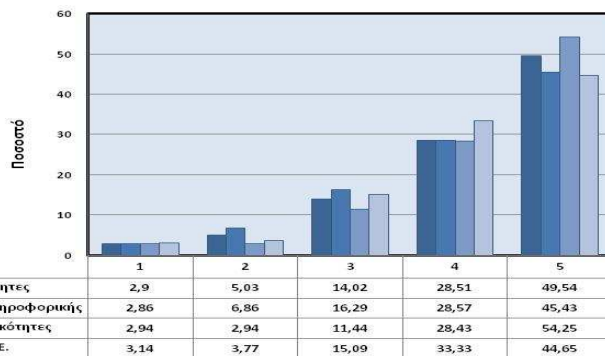
Γενική περιήγηση



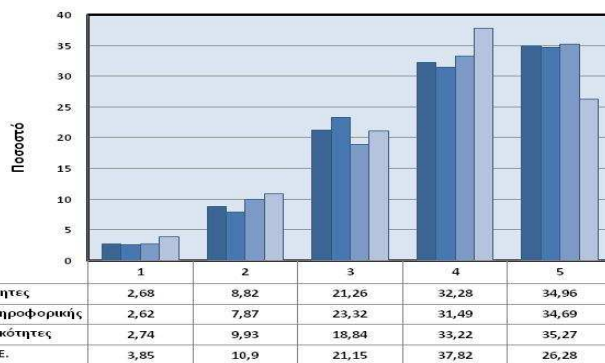
Ενημέρωση πάνω σε θέματα τρέχουσας επικαιρότητας



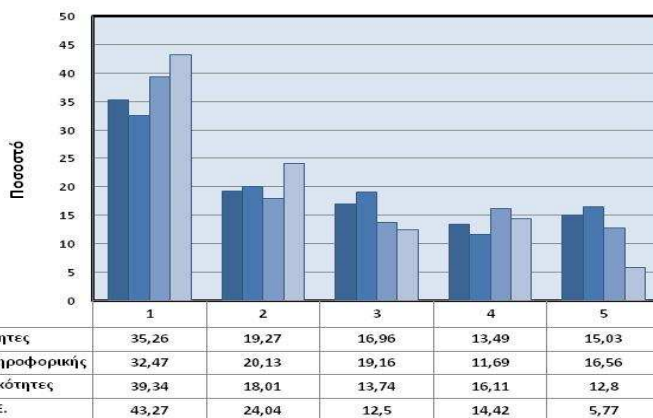
Ενημέρωση πάνω σε θέματα εκπαιδευτικής επικαιρότητας



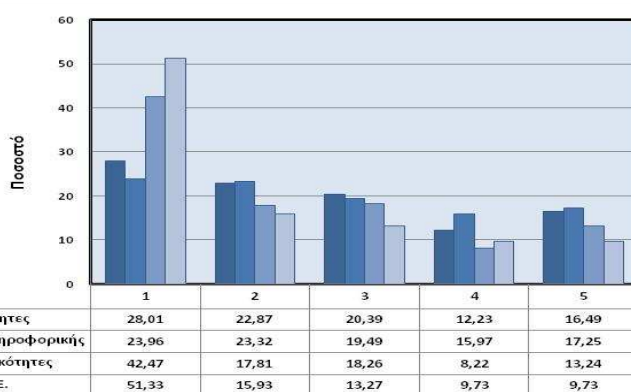
Ενημέρωση πάνω σε επιστημονικά θέματα



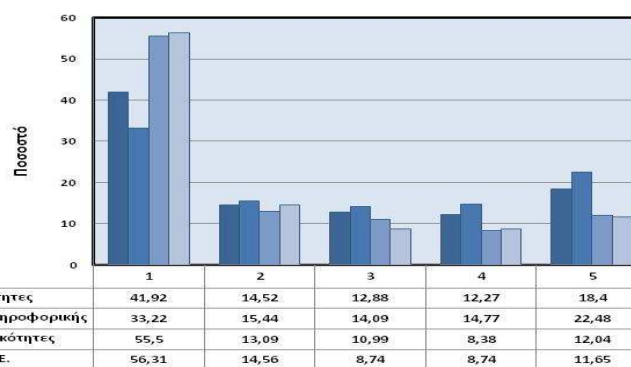
Ηλεκτρονική εξ αποστάσεως μάθηση



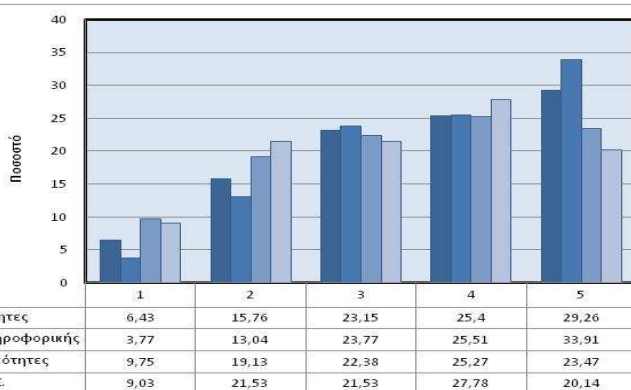
Συμμετοχή σε Forum, Κοινότητες κλπ.



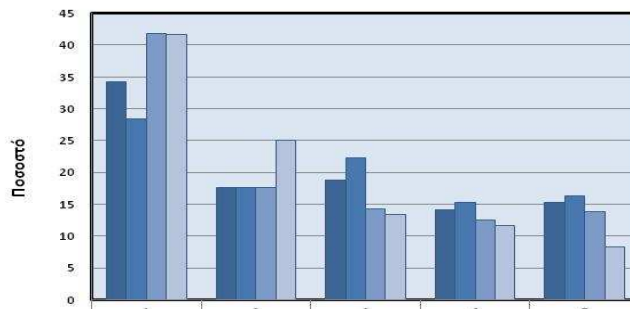
peer to peer (e-mule, torrent κλπ.)



Κατέβασμα αρχείων (downloading)

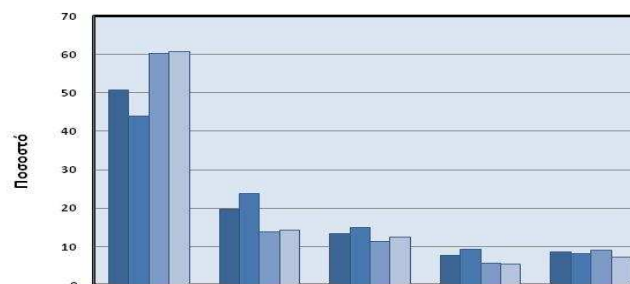


Επικοινωνία (messaging, Skype, chat, VOIP κλπ.)



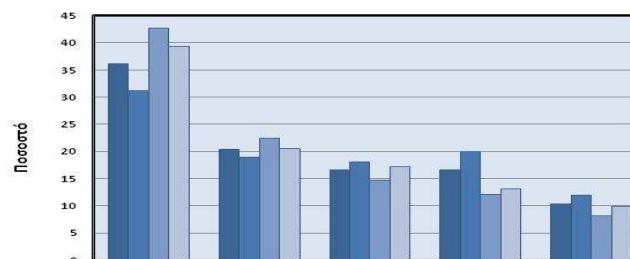
■ Όλες οι ειδικότητες	34,2	17,66	18,77	14,13	15,24
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	28,43	17,65	22,22	15,36	16,34
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	41,81	17,67	14,22	12,5	13,79
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	41,67	25	13,33	11,67	8,33

Προσωπική έκφραση μέσω της δημιουργίας ιστοσελίδας, blog κλπ.



■ Όλες οι ειδικότητες	50,69	19,6	13,47	7,72	8,51
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	43,88	23,81	14,97	9,18	8,16
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	60,19	13,74	11,37	5,69	9
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	60,71	14,29	12,5	5,36	7,14

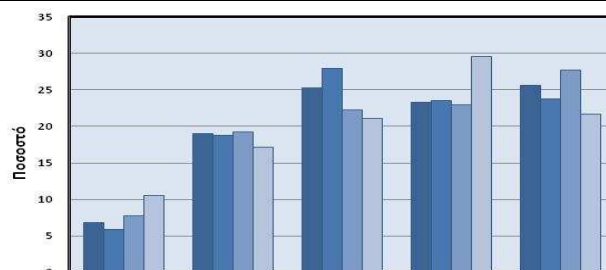
Ηλεκτρονικές συναλλαγές



■ Όλες οι ειδικότητες	36,1	20,44	16,57	16,57	10,31
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	31,19	18,97	18,01	19,94	11,9
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	42,67	22,41	14,66	12,07	8,19
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	39,34	20,49	17,21	13,11	9,84

Γ-6 Για την ενημέρωσή σας πάνω σε εκπαιδευτικά θέματα χρησιμοποιείτε:

sch.gr, ypepth.gr

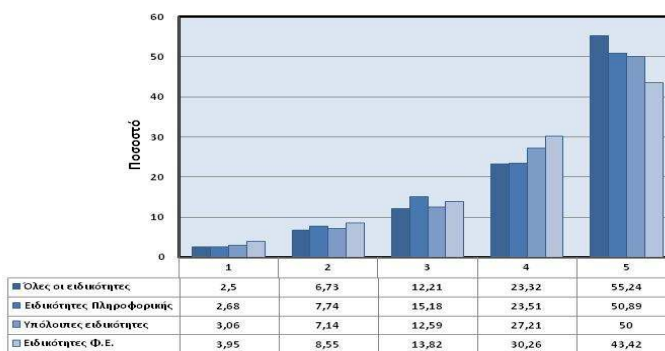
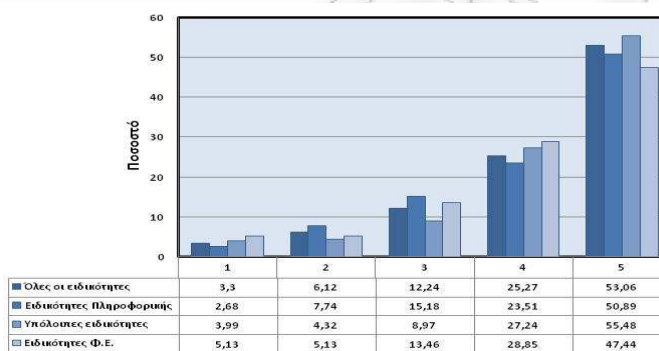
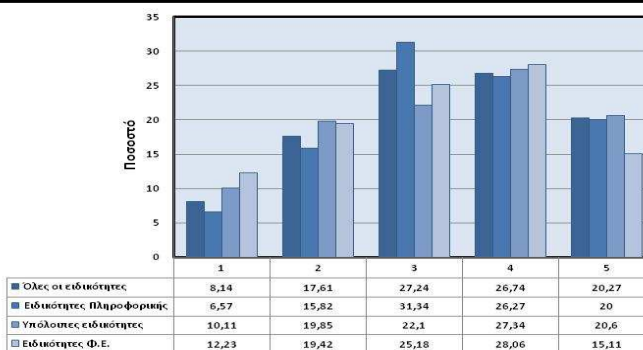


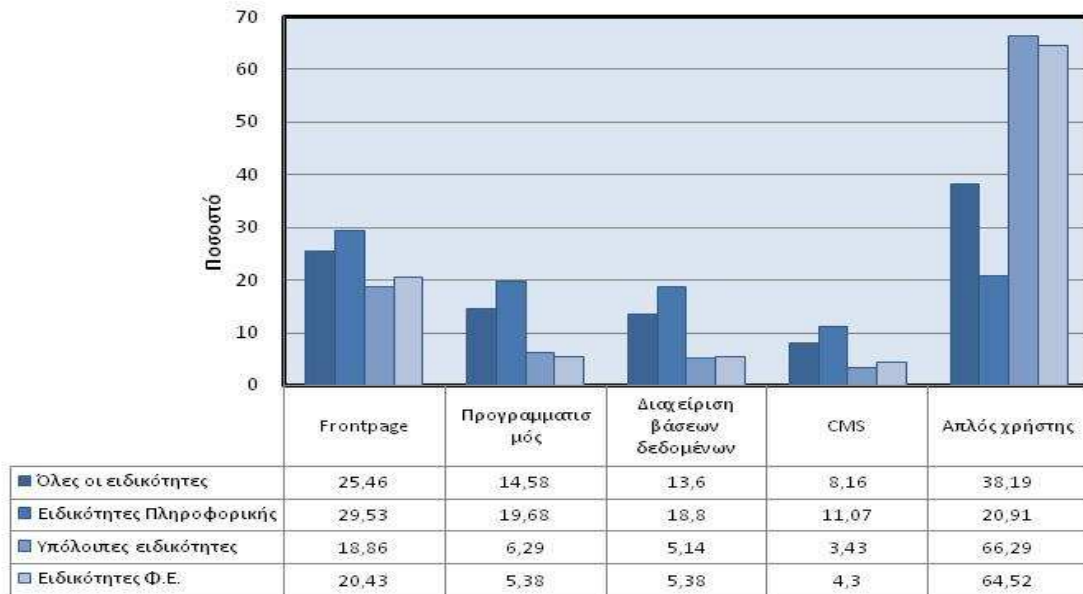
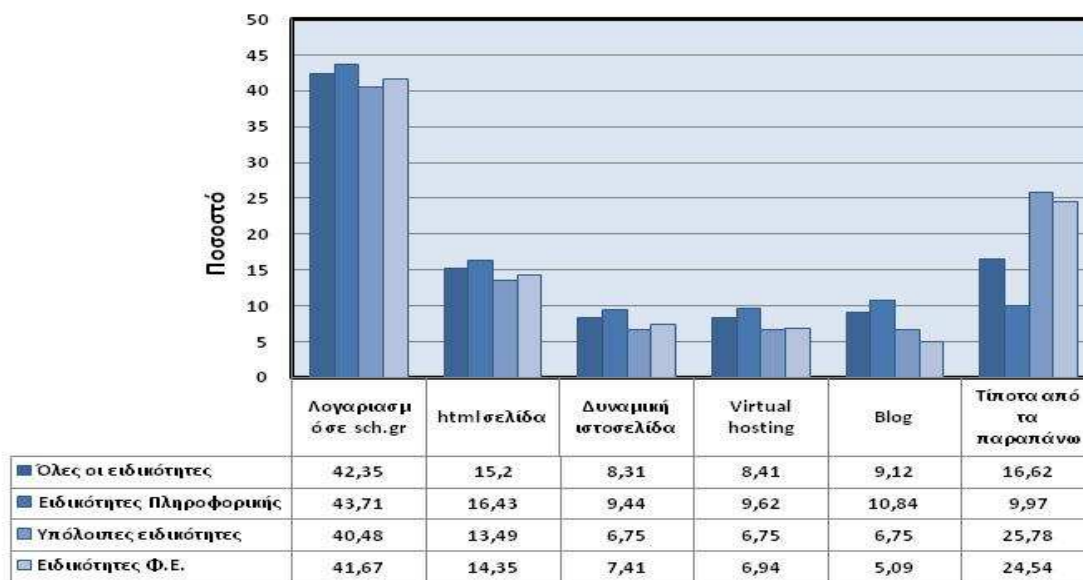
■ Όλες οι ειδικότητες	6,8	18,99	25,32	23,26	25,63
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	5,95	18,75	27,98	23,51	23,81
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	7,77	19,26	22,3	22,97	27,7
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	10,53	17,11	21,05	29,61	21,71

e-yliko.gr, pi-schools.gr

Ανεξάρτητους δικτυότο-
πους, όπως alfavita.gr -
edra.gr

Προσωπική αναζήτηση
σε μηχανές αναζήτησης
(Google, yahoo κλπ.)

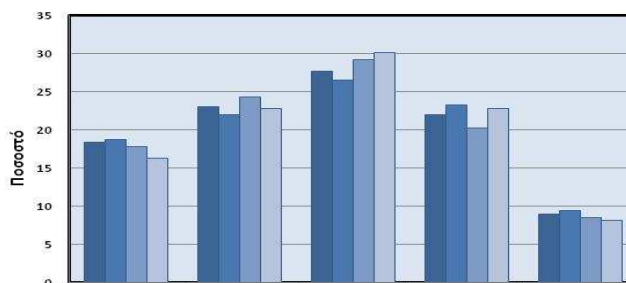


Γ-7 Ποια είναι η εμπειρία σας στον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση ιστοσελίδων;

Γ-8
Ποια από τα παρακάτω διαθέτετε ή/και διαχειρίζεστε;


Γ-9

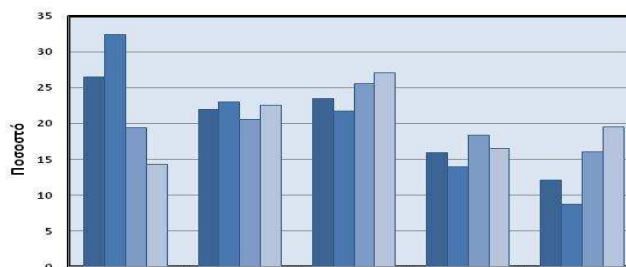
Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε βασικά εμπόδια στην καλύτερη εκπαιδευτική αξιοποίηση του διαδικτύου;

Δυσκολία εύρεσης αξιοποιήσιμου υλικού



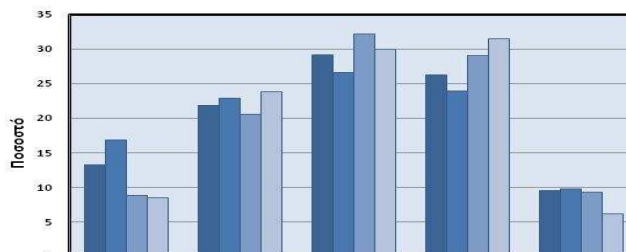
Όλες οι ειδικότητες	18,35	23,02	27,7	21,94	8,99
Ειδικότητες Πληροφορικής	18,77	22,01	26,54	23,3	9,39
Υπόλοιπες ειδικότητες	17,81	24,29	29,15	20,24	8,5
Ειδικότητες Φ.Ε.	16,26	22,76	30,08	22,76	8,13

Ευρεία χρήση της αγγλικής γλώσσας



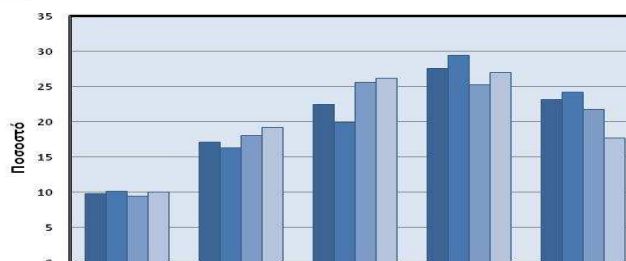
Όλες οι ειδικότητες	26,49	21,93	23,51	15,96	12,11
Ειδικότητες Πληροφορικής	32,47	23,05	21,75	13,96	8,77
Υπόλοιπες ειδικότητες	19,47	20,61	25,57	18,32	16,03
Ειδικότητες Φ.Ε.	14,29	22,56	27,07	16,54	19,55

Έλλειψη δομημένων και λειτουργικών γνώσεων για την καλύτερη αξιοποίησή του



Όλες οι ειδικότητες	13,21	21,83	29,17	26,24	9,54
Ειδικότητες Πληροφορικής	16,84	22,9	26,6	23,91	9,76
Υπόλοιπες ειδικότητες	8,87	20,56	32,26	29,03	9,27
Ειδικότητες Φ.Ε.	8,46	23,85	30	31,54	6,15

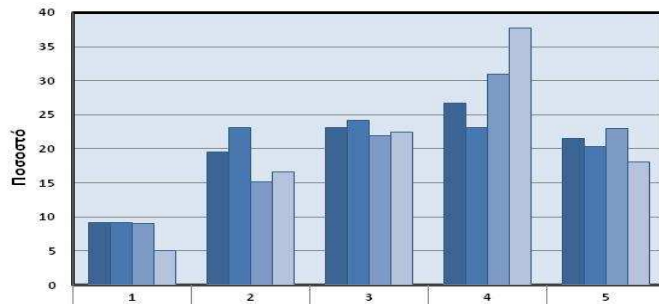
Πρακτικά ζητήματα (μικρές ταχύτητες, ασφάλεια, κλπ.)



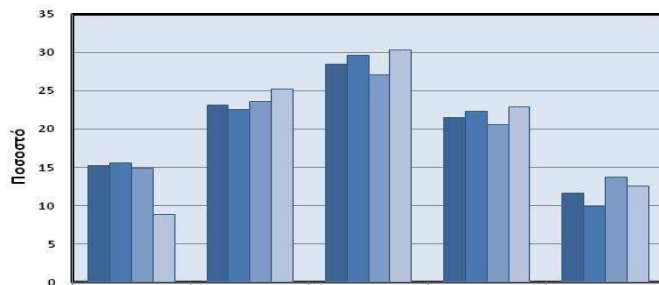
Όλες οι ειδικότητες	9,8	17,06	22,47	27,53	23,14
Ειδικότητες Πληροφορικής	10,12	16,26	19,94	29,45	24,23
Υπόλοιπες ειδικότητες	9,4	18,05	25,56	25,19	21,8
Ειδικότητες Φ.Ε.	10	19,23	26,15	26,92	17,69

Αδυναμία πρακτικής ενσωμάτωσης στη διδακτική πράξη

Η αξιοποίησή του καταλήγει να είναι χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία



Όλες οι ειδικότητες	9,14	19,48	23,1	26,72	21,55
Ειδικότητες Πληροφορικής	9,21	23,17	24,13	23,17	20,32
Υπόλοιτες ειδικότητες	9,06	15,09	21,89	30,94	23,02
Ειδικότητες Φ.Ε.	5,07	16,67	22,46	37,68	18,12

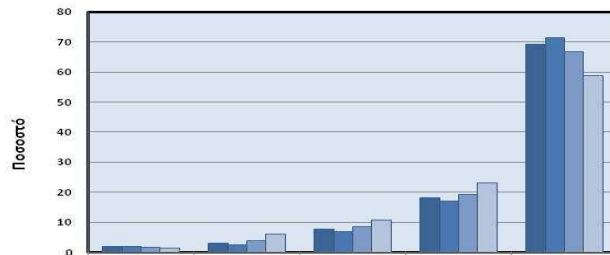


Όλες οι ειδικότητες	15,28	23,09	28,47	21,53	11,63
Ειδικότητες Πληροφορικής	15,61	22,61	29,62	22,29	9,87
Υπόλοιτες ειδικότητες	14,89	23,66	27,1	20,61	13,74
Ειδικότητες Φ.Ε.	8,89	25,19	30,37	22,96	12,59

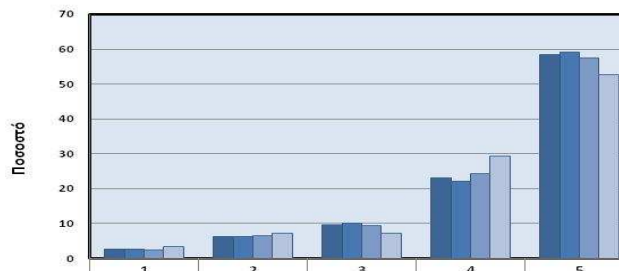
Γ-10

Ποιοι παράγοντες θα διευκόλυναν την καλύτερη αξιοποίηση του διαδικτύου από τους εκπαιδευτικούς;

Καλύτερη τεχνολογική υποδομή στο σχολείο (γρήγορες συνδέσεις, ασύρματα δίκτυα κλπ.)



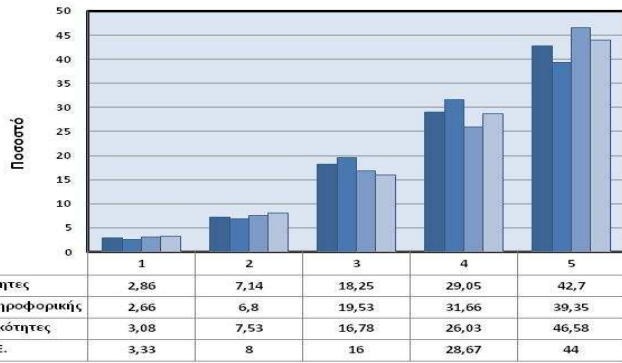
Όλες οι ειδικότητες	1,85	3,09	7,57	18,08	69,4
Ειδικότητες Πληροφορικής	1,99	2,56	6,84	17,09	71,51
Υπόλοιτες ειδικότητες	1,69	3,72	8,45	19,26	66,89
Ειδικότητες Φ.Ε.	1,32	5,96	10,6	23,18	58,94



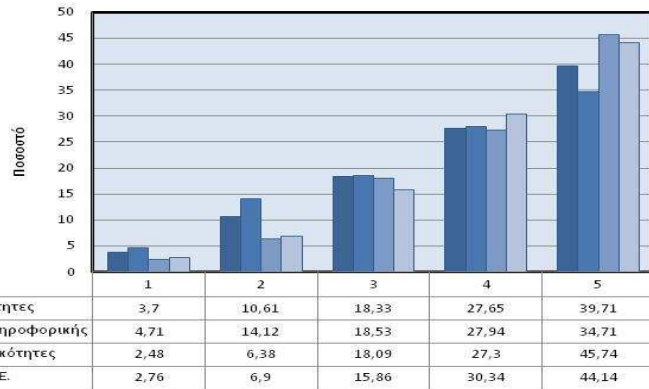
Όλες οι ειδικότητες	2,54	6,36	9,7	23,05	58,35
Ειδικότητες Πληροφορικής	2,65	6,18	10	22,06	59,12
Υπόλοιτες ειδικότητες	2,42	6,57	9,34	24,22	57,44
Ειδικότητες Φ.Ε.	3,33	7,33	7,33	29,33	52,67

Οικονομικά κίνητρα για απόκτηση ευρυζωνικών οικιακών συνδέσεων και αντίστοιχου εξοπλισμού από τους εκπαιδευτικούς

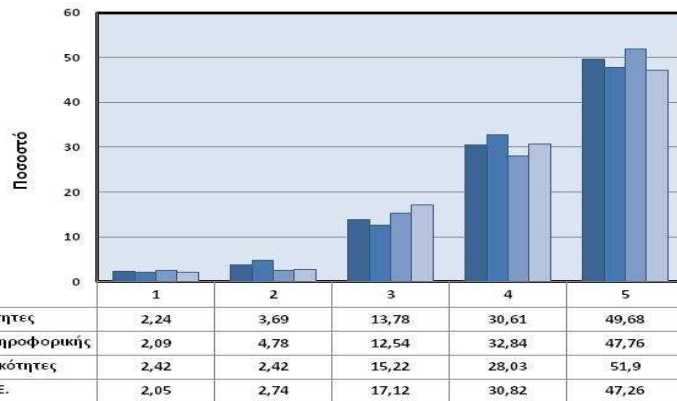
Επιμόρφωση πάνω σε θέματα χρηστικότητας (π.χ. δομημένη αναζήτηση, εντοπισμός πληροφοριών κλπ.)



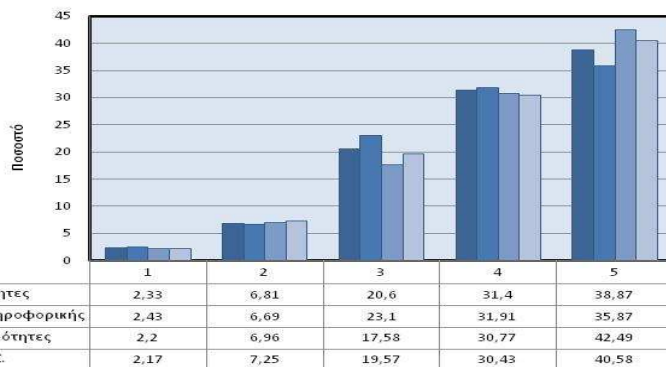
Επιμόρφωση πάνω στη χρήση εργαλείων ανάπτυξης εφαρμογών διαδικτύου



Ευρεία διαθεσιμότητα του διαδικτύου στην καθημερινή εκπαιδευτική δραστηριότητα



Δημιουργία καλύτερων και λειτουργικότερων εκπαιδευτικών πυλών

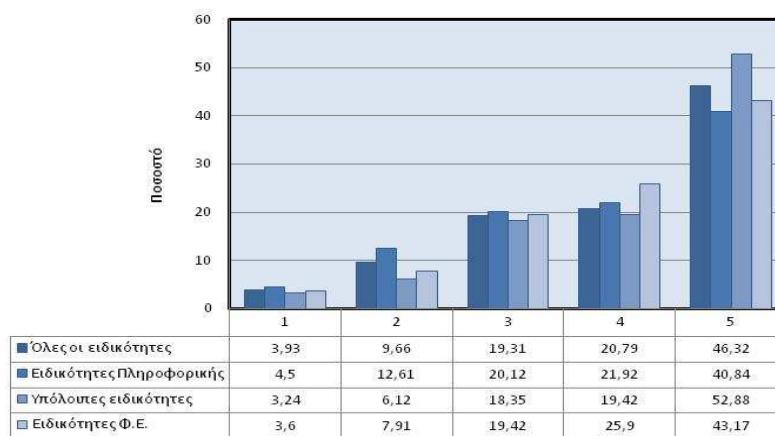
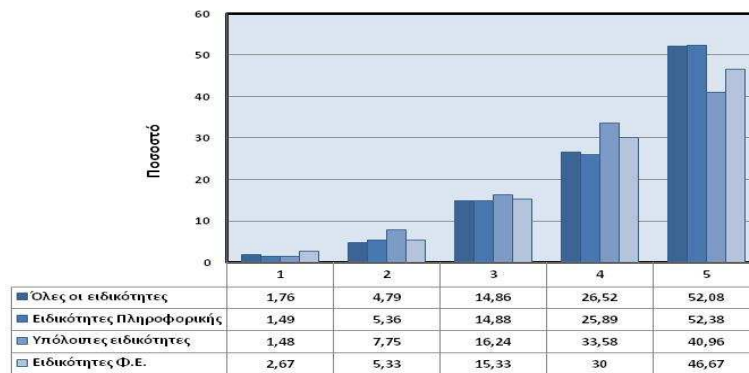
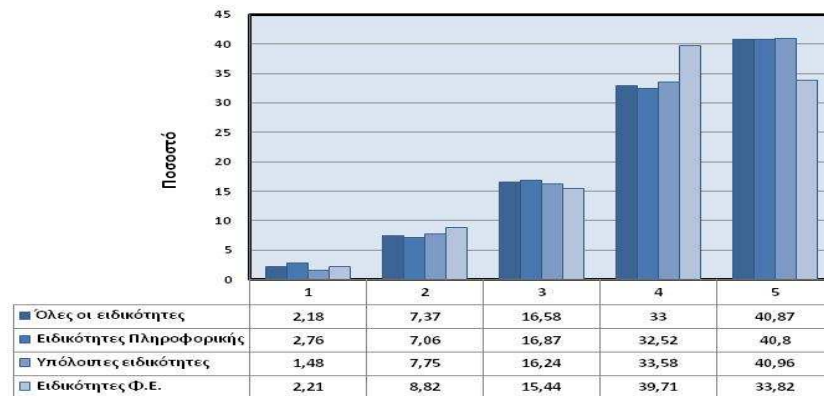
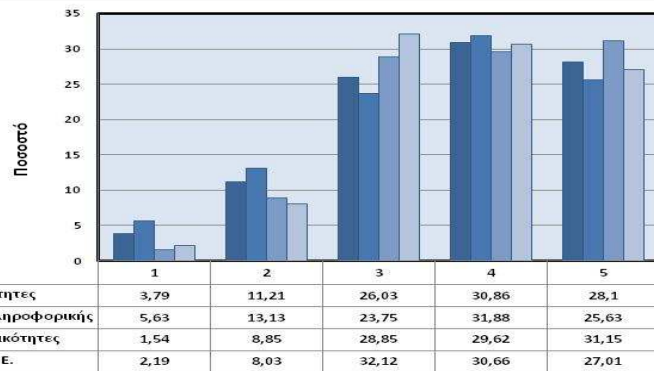


Δημιουργία αυτόνομων Εκπαιδευτικών Κοινοτήτων στο Διαδίκτυο

Δημιουργία υποδομής για σύγχρονη επικοινωνία και ανταλλαγή υλικού

Ενίσχυση της ηλεκτρονικής μάθησης σε όλα τα επίπεδα του σύγχρονου σχολείου (μαθητές, εκπαιδευτικοί, στελέχη, γονείς κλπ.)

Ενίσχυση της ασφάλειας του διαδικτύου



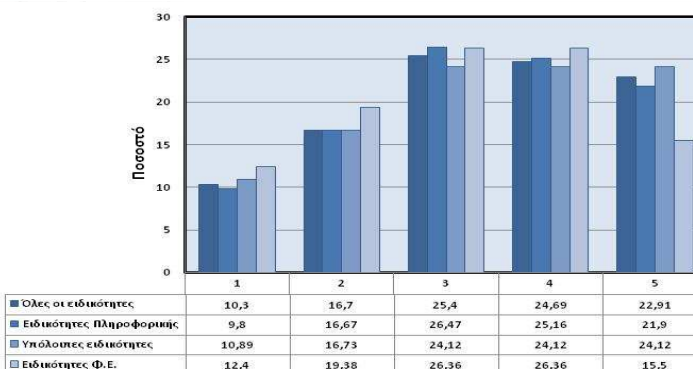
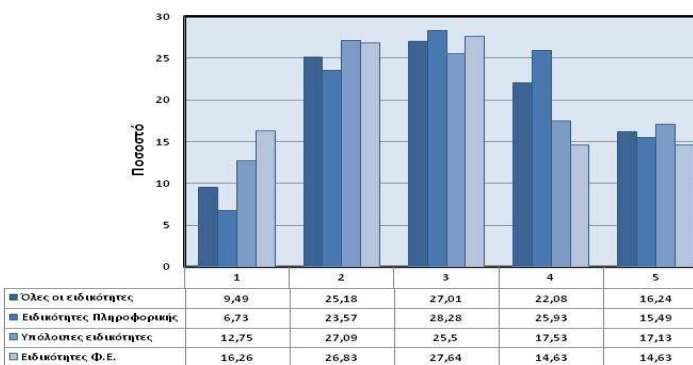
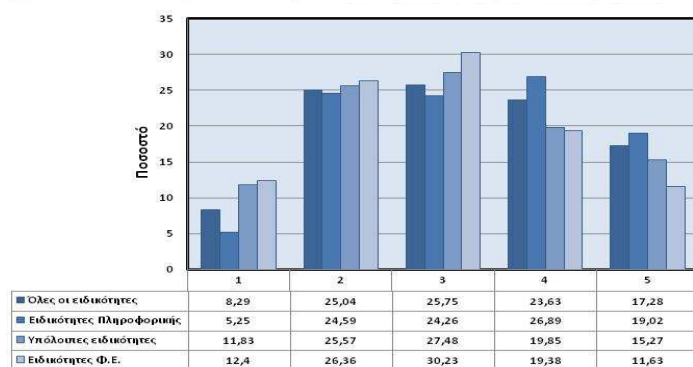
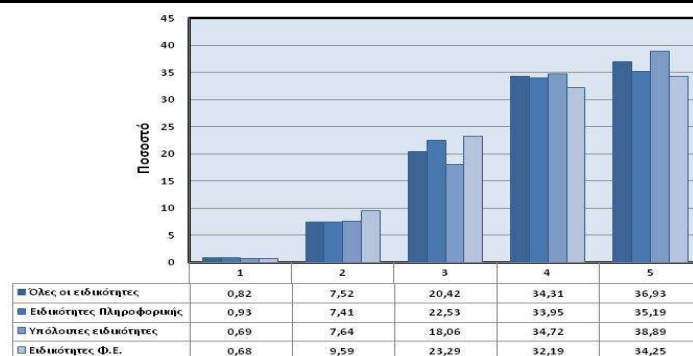
Δ-1 Διακρίνετε παιδαγωγική και διδακτική χρησιμότητα στο διαδίκτυο, γιατί:

Μπορείτε να βρ-
σκετε παιδαγωγι-
κό και διδακτικό
υλικό για χρήση
στην τάξη

Μπορείτε να επι-
κοινωνείτε και να
συζητάτε παιδα-
γωγικά και διδα-
κτικά θέματα με
άλλους εκπαιδευ-
τικούς στο διαδί-
κτυο

Μπορείτε να συμ-
μετέχετε σε διαδι-
κτυακές ομάδες
συνεργασίας με
κοινά παιδαγωγικά,
διδακτικά και επι-
στημονικά εν-
διαφέροντα

Μπορείτε να επι-
μορφώνεστε πάνω
σε παιδαγωγικά,
διδακτικά και επι-
στημονικά θέματα
μέσω τηλε-
εκπαίδευσης

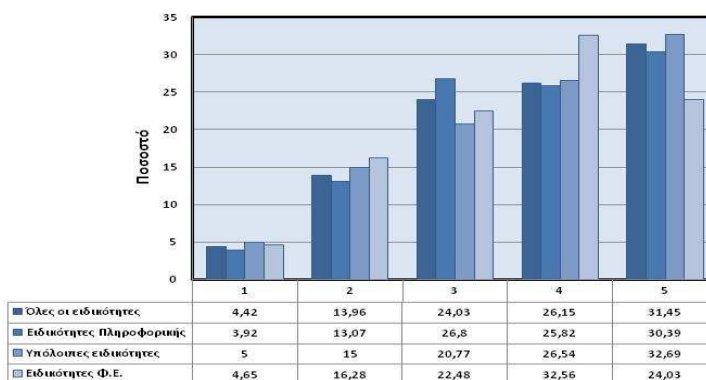
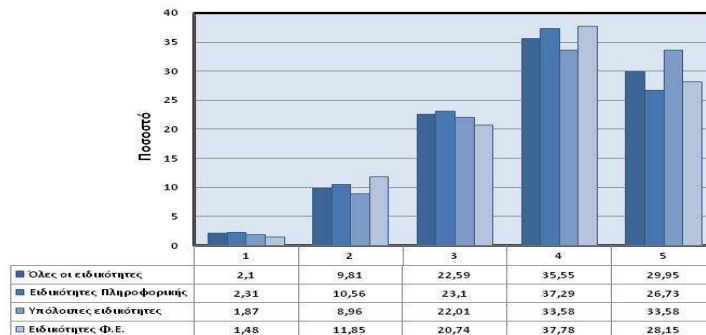
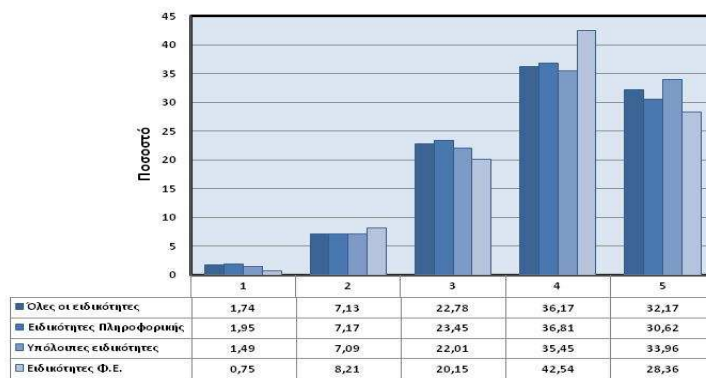
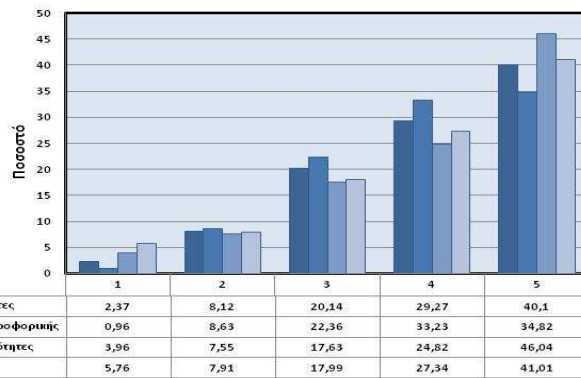


Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τάξη ως εποπτικό μέσο για την υποστήριξη της διδασκαλίας

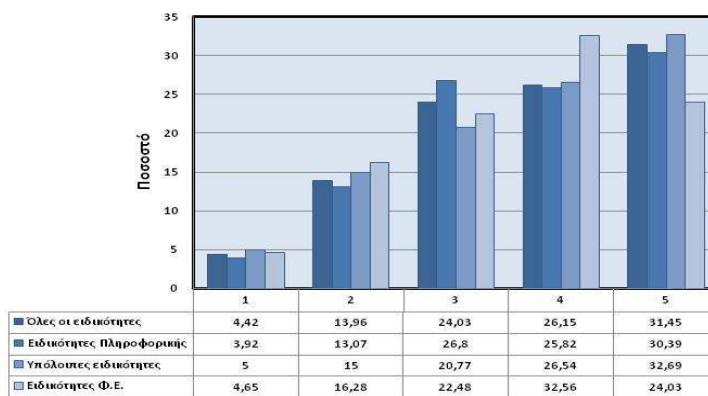
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς ως μέσο έκφρασης και δημοσίευσης στην ευρύτερη κοινότητα εργασιών, σκέψεων, δημιουργιών

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές ως μέσο επικοινωνίας με την ελληνική, ευρωπαϊκή και παγκόσμια Εκπαιδευτική Κοινότητα

Μπορεί να διευκολύνει τη διαχείριση της τάξης (π.χ. ανακοινώσεις, διανομή υλικού, σημειώσεων μέσω διαδικτύου)



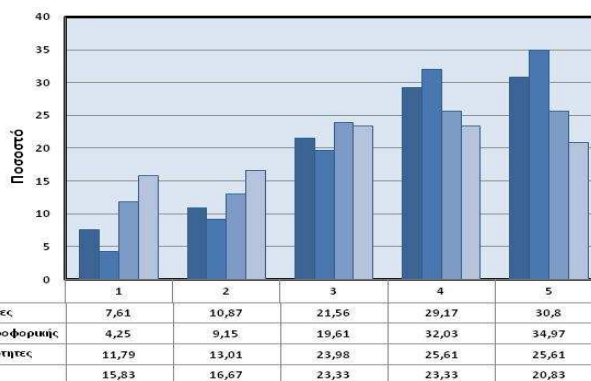
Μπορεί να προσφέρει ευρύτερη ενημέρωση για τις δραστηριότητες και τις πρακτικές εκπαιδευτικών από την ευρύτερη Εκπαιδευτική Κοινότητα



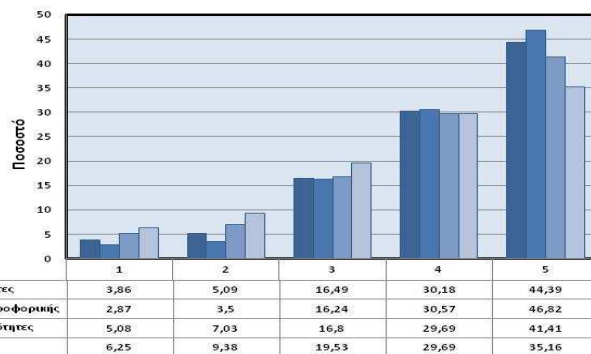
Δ-2

Ποια από τα παρακάτω υλικά αξιοποιείτε στη διδακτική πράξη;

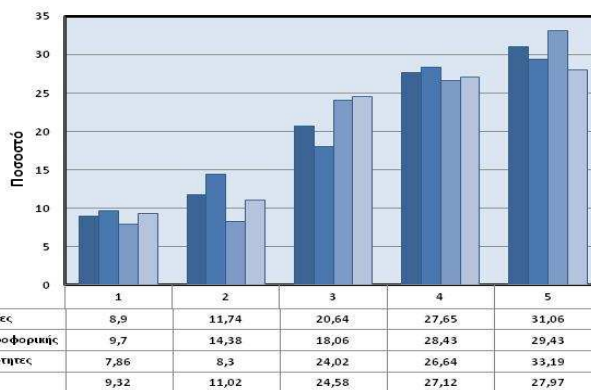
Ιστοσελίδες (απλά html αρχεία)



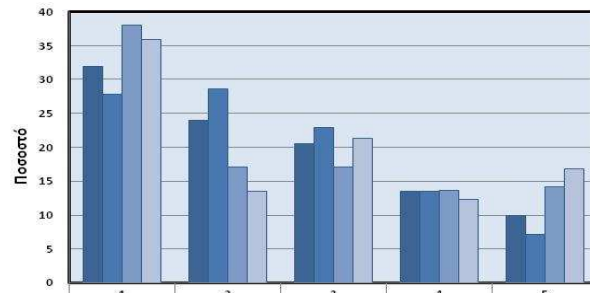
Αρχεία doc (word)



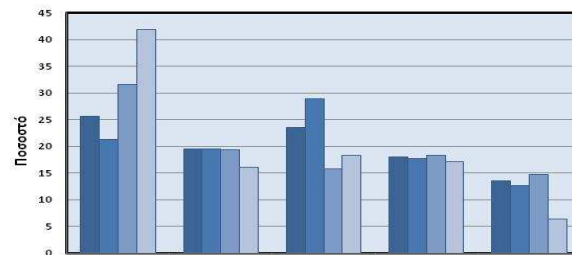
Αρχεία pdf



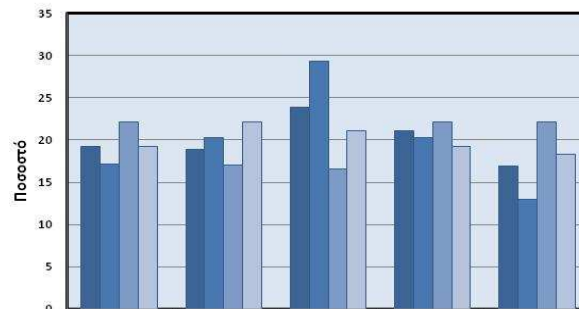
Flash tutorials



Όλες οι ειδικότητες	31,9	23,98	20,59	13,57	9,95
Ειδικότητες Πληροφορικής	27,82	28,57	22,93	13,53	7,14
Υπόλοιπες ειδικότητες	38,07	17,05	17,05	13,64	14,2
Ειδικότητες Φ.Ε.	35,96	13,48	21,35	12,36	16,85

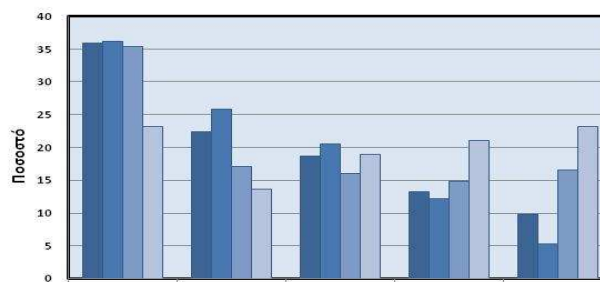
Αρχεία ήχου
(mp3, wav
κλπ.)

Όλες οι ειδικότητες	25,58	19,45	23,47	17,97	13,53
Ειδικότητες Πληροφορικής	21,3	19,49	28,88	17,69	12,64
Υπόλοιπες ειδικότητες	31,63	19,39	15,82	18,37	14,8
Ειδικότητες Φ.Ε.	41,94	16,13	18,28	17,2	6,45

Αρχεία βίντεο
(MPEG, avi
κλπ.)

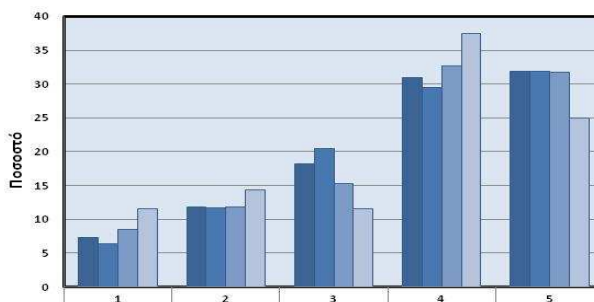
Όλες οι ειδικότητες	19,28	18,89	23,86	21,07	16,9
Ειδικότητες Πληροφορικής	17,13	20,28	29,37	20,28	12,94
Υπόλοιπες ειδικότητες	22,12	17,05	16,59	22,12	22,12
Ειδικότητες Φ.Ε.	19,23	22,12	21,15	19,23	18,27

Java applets



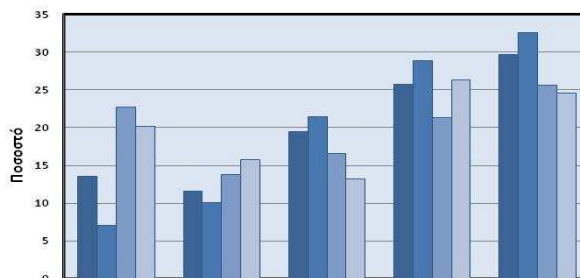
Όλες οι ειδικότητες	35,84	22,37	18,72	13,24	9,82
Ειδικότητες Πληροφορικής	36,12	25,86	20,53	12,17	5,32
Υπόλοιπες ειδικότητες	35,43	17,14	16	14,86	16,57
Ειδικότητες Φ.Ε.	23,16	13,68	18,95	21,05	23,16

Φωτογραφίες



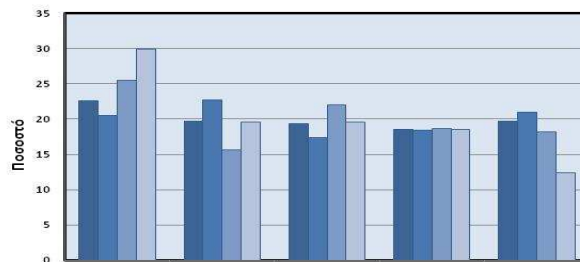
Όλες οι ειδικότητες	7,3	11,8	18,16	30,9	31,84
Ειδικότητες Πληροφορικής	6,38	11,74	20,47	29,53	31,88
Υπόλοιπες ειδικότητες	8,47	11,86	15,25	32,63	31,78
Ειδικότητες Φ.Ε.	11,61	14,29	11,61	37,5	25

Εκτελέσιμα προγράμματα – Γενικό λογισμικό



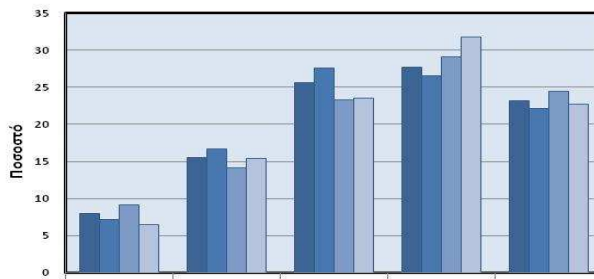
Όλες οι ειδικότητες	13,56	11,59	19,45	25,74	29,67
Ειδικότητες Πληροφορικής	7,05	10,07	21,48	28,86	32,55
Υπόλοιπες ειδικότητες	22,75	13,74	16,59	21,33	25,59
Ειδικότητες Φ.Ε.	20,18	15,79	13,16	26,32	24,56

Υλικό από wikipedia



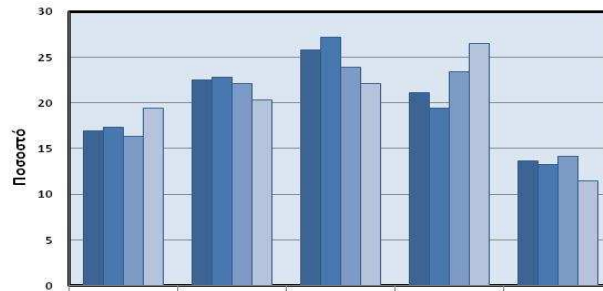
Όλες οι ειδικότητες	22,63	19,75	19,34	18,52	19,75
Ειδικότητες Πληροφορικής	20,57	22,7	17,38	18,44	20,92
Υπόλοιπες ειδικότητες	25,49	15,69	22,06	18,63	18,14
Ειδικότητες Φ.Ε.	29,9	19,59	19,59	18,56	12,37

Εκπαιδευτικό λογισμικό



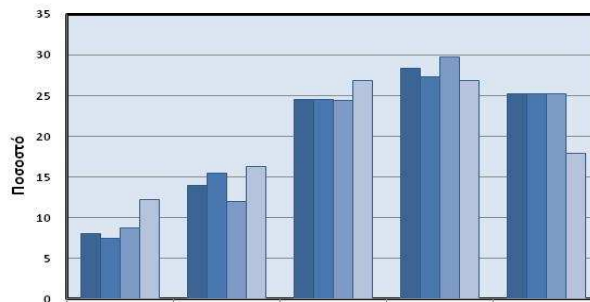
Όλες οι ειδικότητες	8,04	15,51	25,61	27,66	23,18
Ειδικότητες Πληροφορικής	7,14	16,67	27,55	26,53	22,11
Υπόλοιπες ειδικότητες	9,13	14,11	23,24	29,05	24,48
Ειδικότητες Φ.Ε.	6,5	15,45	23,58	31,71	22,76

Εκπαιδευτικό υλικό από την πύλη e-γίκο



Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	16,92	22,5	25,77	21,15	13,65
Ειδικότητες Πληροφορικής	17,35	22,79	27,21	19,39	13,27
Υπόλοιπες ειδικότητες	16,37	22,12	23,89	23,45	14,16
Ειδικότητες Φ.Ε.	19,47	20,35	22,12	26,55	11,5

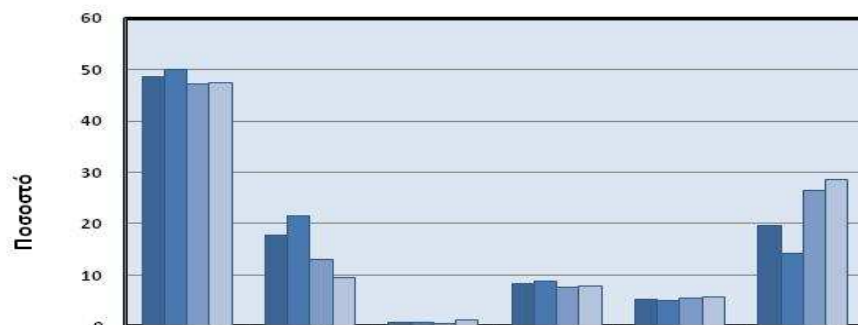
Εκπαιδευτικό υλικό από άλλες πηγές στο διαδίκτυο



Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	7,98	13,91	24,49	28,39	25,23
Ειδικότητες Πληροφορικής	7,41	15,49	24,58	27,27	25,25
Υπόλοιπες ειδικότητες	8,68	11,98	24,38	29,75	25,21
Ειδικότητες Φ.Ε.	12,2	16,26	26,83	26,83	17,89

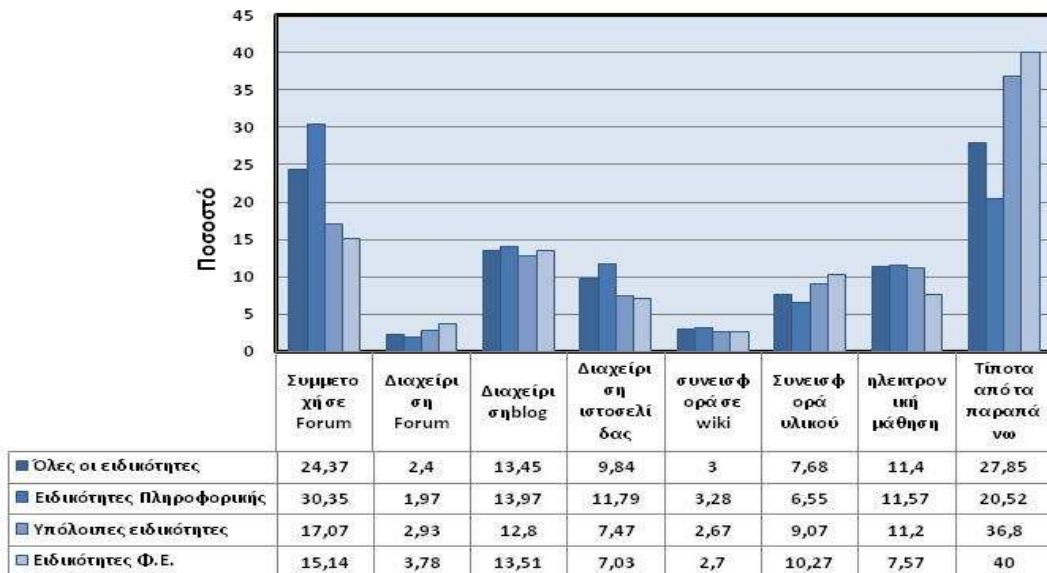
E-1

Επικοινωνείτε με άλλους εκπαιδευτικούς μέσω διαδικτύου;



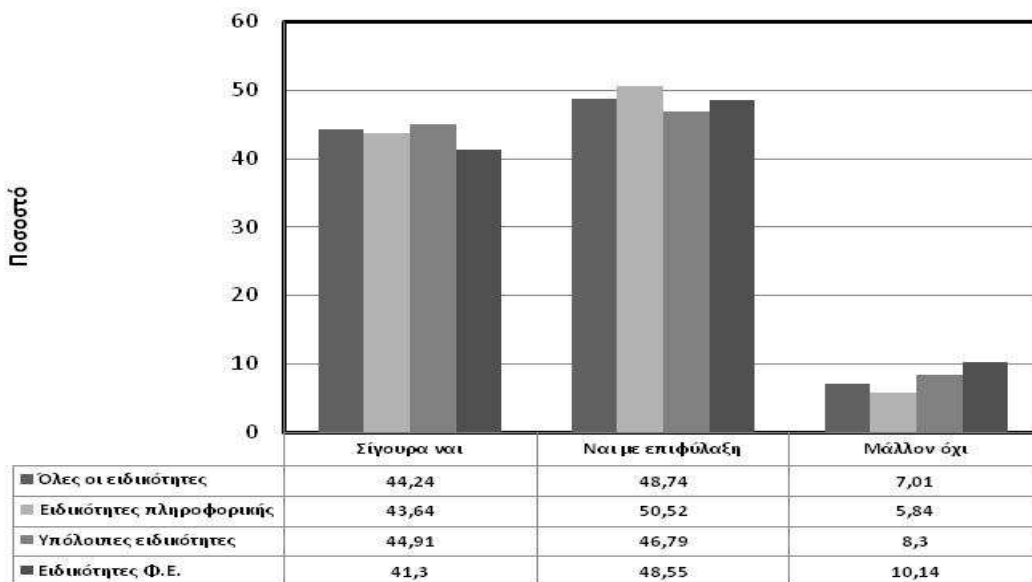
Μέθοδος	Όλες οι ειδικότητες	Ειδικότητες Πληροφορικής	Υπόλοιπες ειδικότητες	Ειδικότητες Φ.Ε.
email	48,72	50	47,19	47,49
Forum	17,65	21,6	12,92	9,5
p2p	0,64	0,7	0,56	1,12
MSN	8,18	8,69	7,58	7,82
Κοιν. Δίκτυα	5,12	4,93	5,34	5,59
Δεν επικοινωνώ	19,69	14,08	26,4	28,49

E-2 Ποιες από τις παρακάτω διαδικτυακές δραστηριότητες πραγματοποιείτε συνήθως;



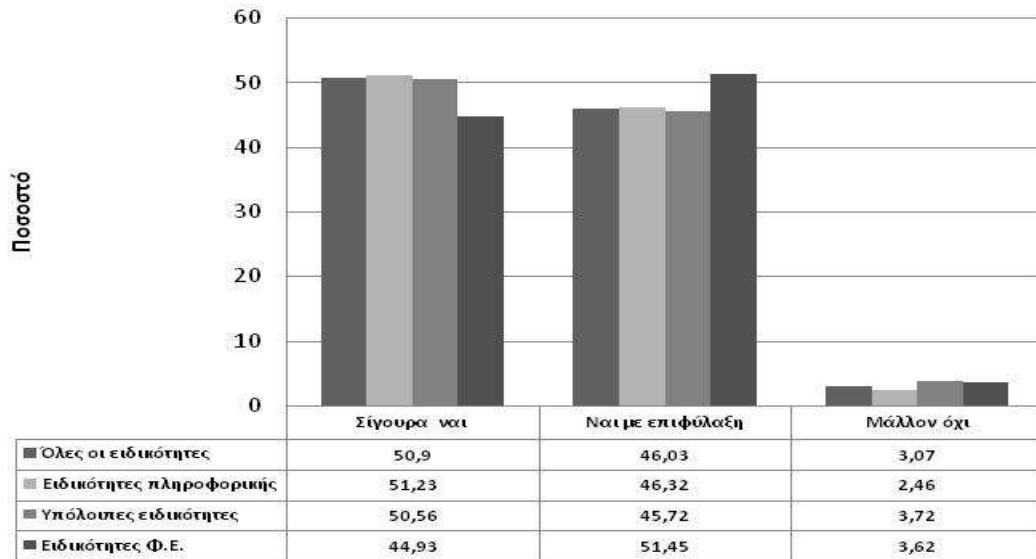
E-3

Θα συμμετείχατε σε μια Διαδικτυακή Κοινότητα Μάθησης η οποία θα αφορούσε ανταλλαγή μαθησιακού υλικού, απόψεων και πρακτικών μεταξύ συναδέλφων του ίδιου αντικειμένου αλλά διασκορπισμένων γεωγραφικά σε όλη την Ελλάδα;



E-4

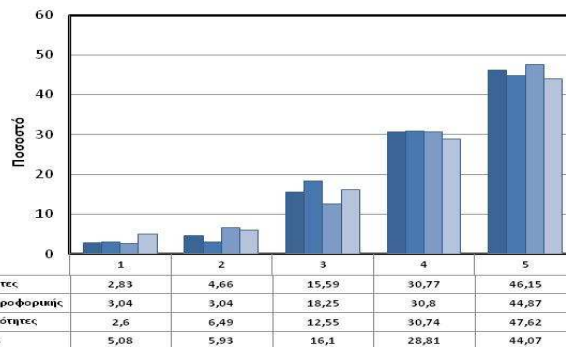
Αν συμμετείχατε σε μια Εικονική (διαδικτυακή) Κοινότητα Μάθησης, θα ήσαστε διατεθειμένος(η) να ανταλλάξετε παιδαγωγικό υλικό με άλλα μέλη της Κοινότητας;



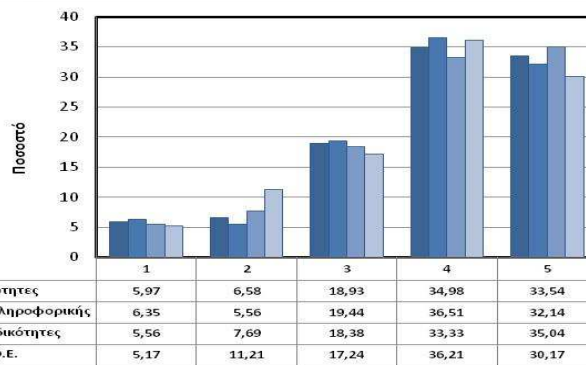
E-5

Αν συμμετείχατε σε μια Εικονική (διαδικτυακή) Κοινότητα Μάθησης, ποιον ρόλο (ρόλους) θα επιθυμούσατε;

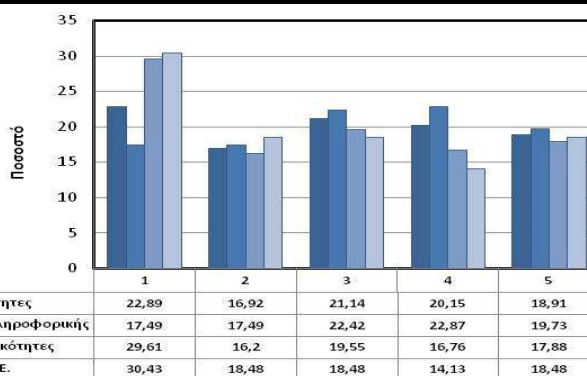
Μέλος



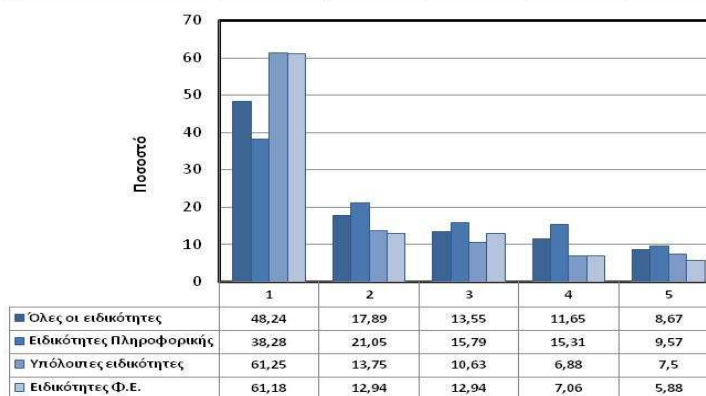
Εκπαιδευόμενος



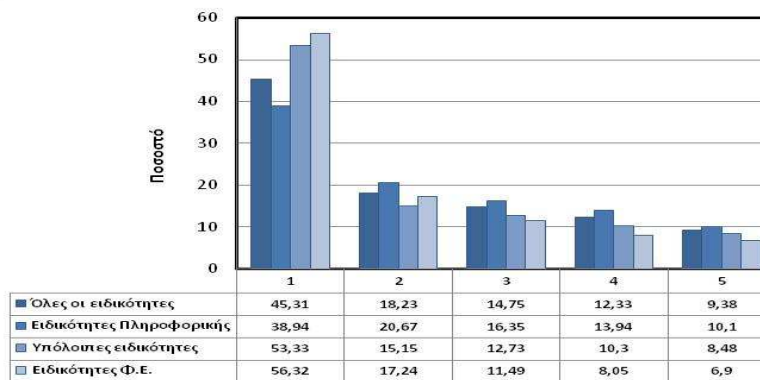
Εκπαιδευτής



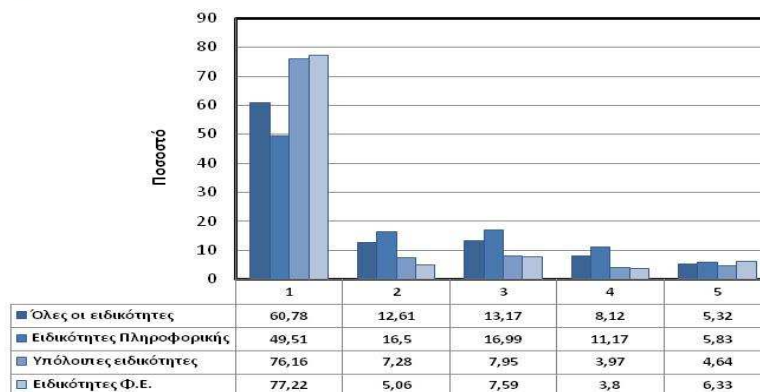
Διαχειριστής ιστοσελίδας (web-master)



Διαχειριστής περιεχομένου (administrator - moderator)



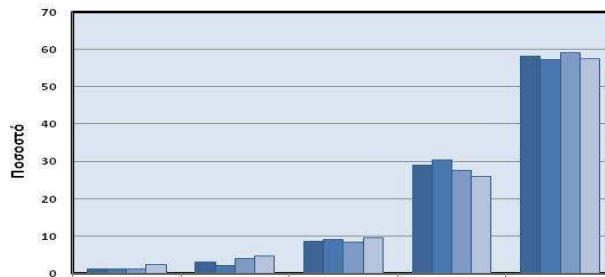
Διαχειριστής πληροφοριακού συστήματος και server (super administrator)



Ε-6

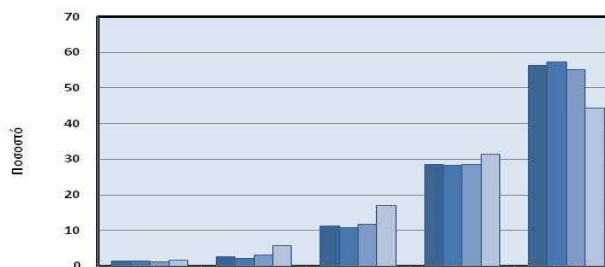
Αν συμμετείχατε σε μια Εικονική (Διαδίκτυακή) Κοινότητα Μάθησης, ποιες υπηρεσίες θα επιθυμούσατε;

Πληροφόρηση και ενημέρωση



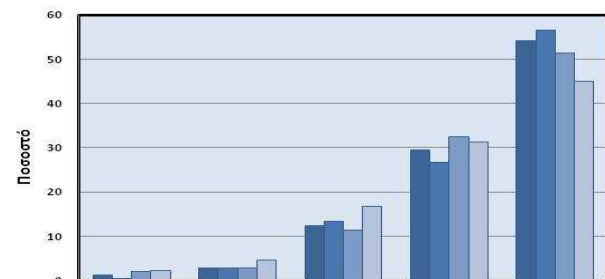
Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	1,13	3	8,63	29,08	58,16
Ειδικότητες Πληροφορικής	1,08	2,15	8,96	30,47	57,35
Υπόλοιπες ειδικότητες	1,18	3,94	8,27	27,56	59,06
Ειδικότητες Φ.Ε.	2,36	4,72	9,45	25,98	57,48

Προσωπική επιμόρφωση – Ηλεκτρονική μάθηση



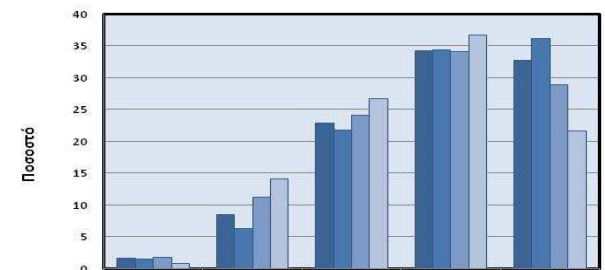
Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	1,33	2,66	11,2	28,46	56,36
Ειδικότητες Πληροφορικής	1,43	2,15	10,75	28,32	57,35
Υπόλοιπες ειδικότητες	1,21	3,23	11,69	28,63	55,24
Ειδικότητες Φ.Ε.	1,61	5,65	16,94	31,45	44,35

Ανταλλαγή εκπαιδευτικού υλικού



Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	1,11	2,78	12,43	29,5	54,17
Ειδικότητες Πληροφορικής	0,35	2,82	13,38	26,76	56,69
Υπόλοιπες ειδικότητες	1,96	2,75	11,37	32,55	51,37
Ειδικότητες Φ.Ε.	2,29	4,58	16,79	31,3	45,04

Χώρο για συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων πάνω σε κοινά θέματα και ενδιαφέροντα

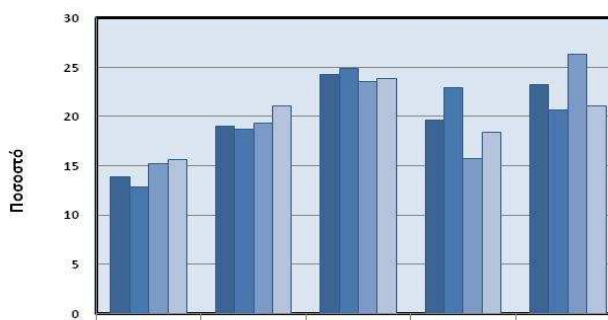


Κατηγορία	1	2	3	4	5
Όλες οι ειδικότητες	1,59	8,55	22,86	34,19	32,8
Ειδικότητες Πληροφορικής	1,48	6,27	21,77	34,32	36,16
Υπόλοιπες ειδικότητες	1,72	11,21	24,14	34,05	28,88
Ειδικότητες Φ.Ε.	0,83	14,17	26,67	36,67	21,67

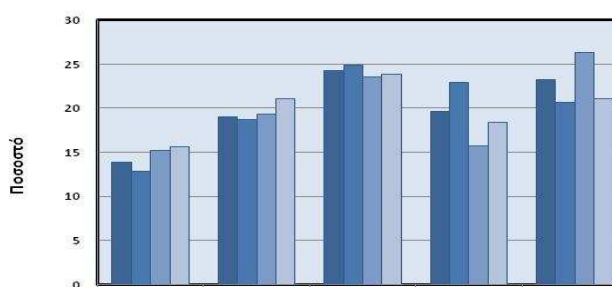
Χώρο για συνεργασία σε επίπεδο σχολείων πάνω σε κοινά project (περιβαλλοντικά, πολιτιστικά κλπ.)

Δυνατότητα δημιουργίας προσωπικής σελίδας

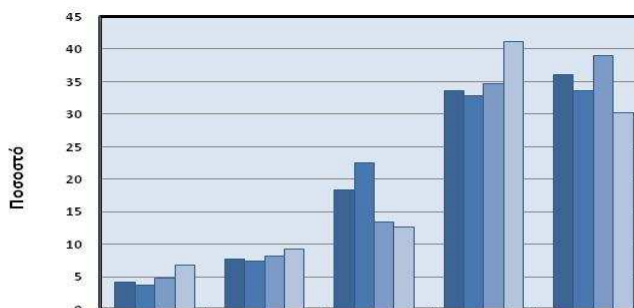
Δυνατότητα συνεργασίας για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού



■ Όλες οι ειδικότητες	13,92	18,99	24,26	19,62	23,21
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	12,84	18,68	24,9	22,96	20,62
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	15,21	19,35	23,5	15,67	26,27
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	15,6	21,1	23,85	18,35	21,1



■ Όλες οι ειδικότητες	13,92	18,99	24,26	19,62	23,21
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	12,84	18,68	24,9	22,96	20,62
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	15,21	19,35	23,5	15,67	26,27
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	15,6	21,1	23,85	18,35	21,1



■ Όλες οι ειδικότητες	4,18	7,77	18,33	33,67	36,06
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	3,69	7,38	22,51	32,84	33,58
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	4,76	8,23	13,42	34,63	38,96
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	6,72	9,24	12,61	41,18	30,25

Ε-7

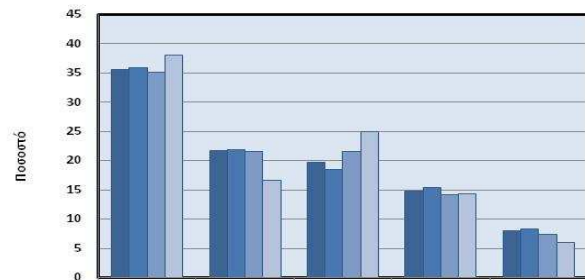
Για την ανάπτυξη διαδικτυακού λογισμικού για τις δικές σας ανάγκες (ιστοσελίδες, πύλες κλπ.) τι θα προτιμούσατε;

Εμπορικό λογισμικό δημιουργίας διαδικτυακών εφαρμογών κλειστού κώδικα

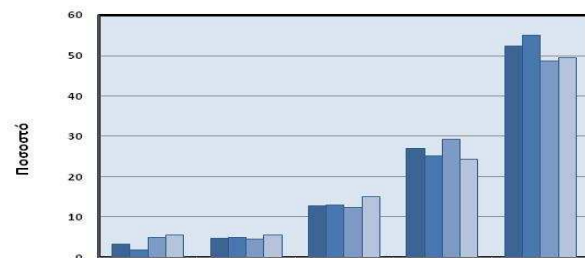
Ελεύθερο και δωρεάν λογισμικό ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών

Εργαλεία τα οποία θα χρησιμοποιούσατε εσείς για να κατασκευάσετε το πληροφοριακό σύστημα

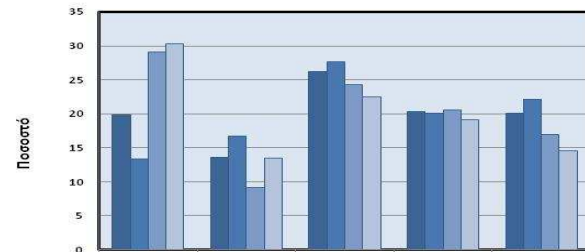
Έτοιμο πληροφοριακό σύστημα κατασκευασμένο από τρίτους το οποίο και θα διαχειριζόσαστε



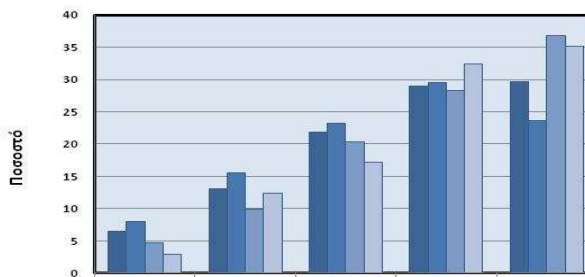
■ Όλες οι ειδικότητες	35,64	21,79	19,74	14,87	7,95
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	35,96	21,93	18,42	15,35	8,33
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	35,19	21,6	21,6	14,2	7,41
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	38,1	16,67	25	14,29	5,95



■ Όλες οι ειδικότητες	3,24	4,75	12,74	27	52,27
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	1,91	4,96	12,98	25,19	54,96
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	4,98	4,48	12,44	29,35	48,76
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	5,61	5,61	14,95	24,3	49,53



■ Όλες οι ειδικότητες	19,8	13,61	26,24	20,3	20,05
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	13,39	16,74	27,62	20,08	22,18
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	29,09	9,09	24,24	20,61	16,97
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	30,34	13,48	22,47	19,1	14,61

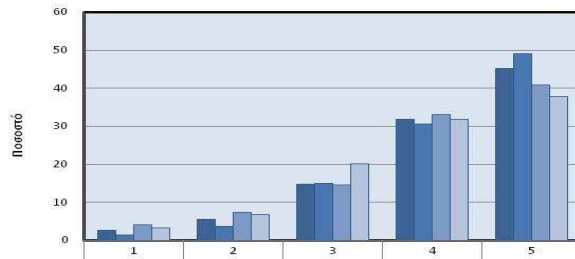


■ Όλες οι ειδικότητες	6,49	12,99	21,86	29	29,65
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	8	15,6	23,2	29,6	23,6
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	4,72	9,91	20,28	28,3	36,79
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	2,86	12,38	17,14	32,38	35,24

E-8

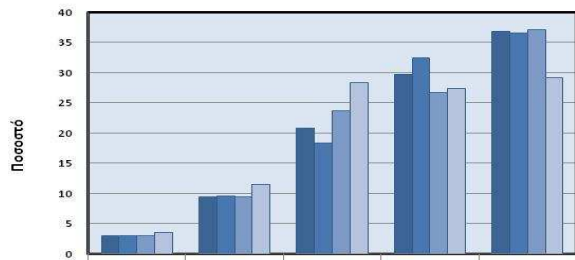
Επιλέξτε για ποια από τις παρακάτω θεματολογίες θα επιθυμούσατε να δημιουργηθεί Εικονική (διαδίκτυακή) Κοινότητα στην οποία θα συμμετείχατε:

Πρώθηση της τεχνολογίας στην Εκπαίδευση



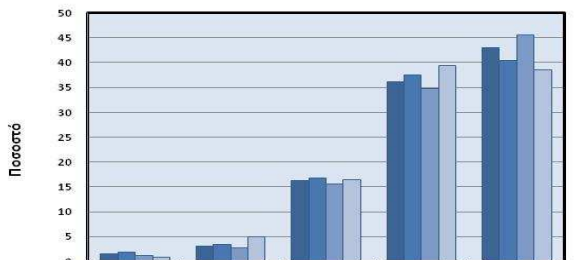
■ Όλες οι ειδικότητες	2,73	5,47	14,84	31,84	45,12
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	1,5	3,75	14,98	30,71	49,06
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	4,08	7,35	14,69	33,06	40,82
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	3,36	6,72	20,17	31,93	37,82

Διοίκηση και διαχείριση τάξης



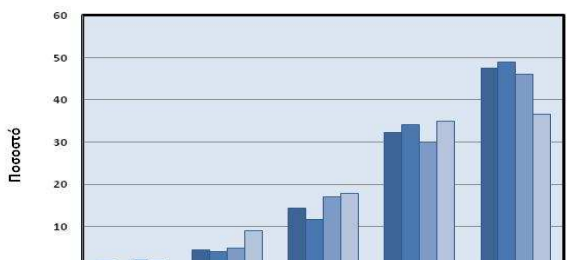
■ Όλες οι ειδικότητες	3,04	9,51	20,85	29,76	36,84
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	3,05	9,54	18,32	32,44	36,64
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	3,02	9,48	23,71	26,72	37,07
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	3,54	11,5	28,32	27,43	29,2

Ανάπτυξη προτάσεων διδασκαλίας – Αναλυτικό Πρόγραμμα



■ Όλες οι ειδικότητες	1,55	3,09	16,25	36,17	42,94
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	1,87	3,37	16,85	37,45	40,45
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	1,2	2,8	15,6	34,8	45,6
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	0,82	4,92	16,39	39,34	38,52

Ηλεκτρονική μάθηση. Ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης για εκπαιδευτικούς και μαθητές

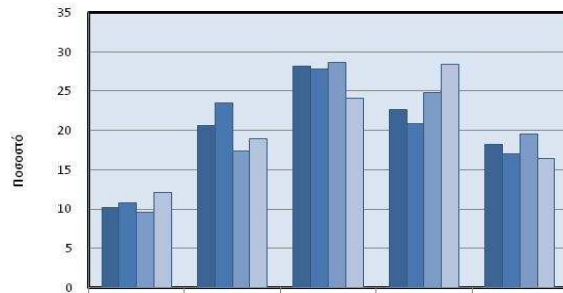


■ Όλες οι ειδικότητες	1,54	4,44	14,29	32,24	47,49
■ Ειδικότητες Πληροφορικής	1,1	4,04	11,76	34,19	48,9
■ Υπόλοιπες ειδικότητες	2,03	4,88	17,07	30,08	45,93
■ Ειδικότητες Φ.Ε.	1,63	8,94	17,89	34,96	36,59

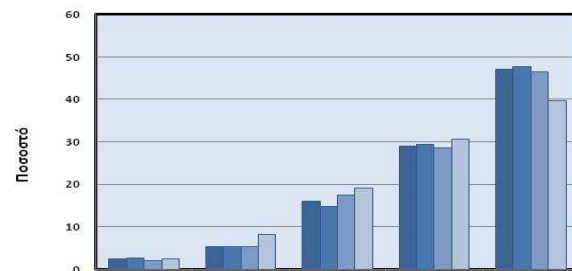
Κλαδικά, συνδικαλιστικά θέματα και εκπαιδευτική νομοθεσία

Νέες μορφές και τεχνικές διδασκαλίας (δημιουργική σκέψη, διαθεματικότητα, συστημική σκέψη)

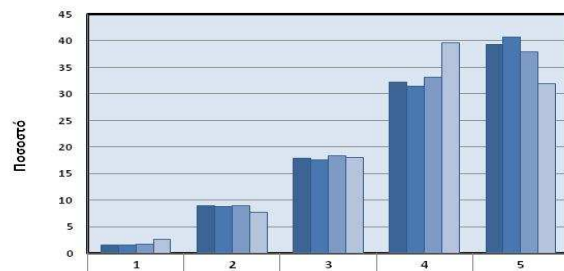
Έρευνα στην Εκπαίδευση, σχεδιασμός αλλαγών, διατύπωση προτάσεων



Όλες οι ειδικότητες	10,22	20,65	28,22	22,7	18,2
Ειδικότητες Πληροφορικής	10,81	23,55	27,8	20,85	16,99
Υπόλοιπες ειδικότητες	9,57	17,39	28,7	24,78	19,57
Ειδικότητες Φ.Ε.	12,07	18,97	24,14	28,45	16,38



Όλες οι ειδικότητες	2,39	5,37	16,1	29,03	47,12
Ειδικότητες Πληροφορικής	2,67	5,34	14,89	29,39	47,71
Υπόλοιπες ειδικότητες	2,07	5,39	17,43	28,63	46,47
Ειδικότητες Φ.Ε.	2,48	8,26	19,01	30,58	39,67



Όλες οι ειδικότητες	1,61	8,87	17,94	32,26	39,31
Ειδικότητες Πληροφορικής	1,53	8,81	17,62	31,42	40,61
Υπόλοιπες ειδικότητες	1,7	8,94	18,3	33,19	37,87
Ειδικότητες Φ.Ε.	2,59	7,76	18,1	39,66	31,9

E-9

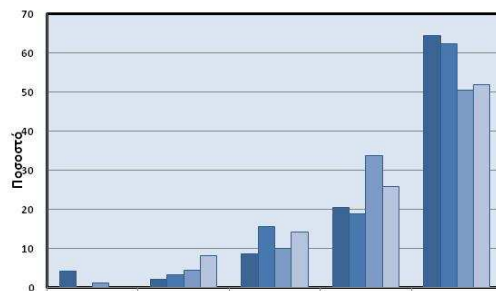
Επιλέξτε για ποια από τις παρακάτω θεματολογίες θα επιθυμούσατε να δημιουργηθεί Εικονική (διαδικτυακή) Κοινότητα στην οποία θα συμμετείχατε (για εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών):

Σχολικό εργαστήριο και εργαστηριακές ασκήσεις

Λογισμικό και διαδικτυακές εφαρμογές πάνω στις Φυσικές Επιστήμες

Επιστημονικά θέματα για κάθε τομέα ΦΕ

Περιβάλλον, περιβαλλοντικές μετρήσεις για εκπαιδευτικούς και μαθητές



Εργαστήριο ΦΕ	4,3	2,15	8,6	20,43	64,52
Λογισμικό ΦΕ	0	3,33	15,56	18,89	62,22
Θέματα ανανεωμένου	1,12	4,49	10,11	33,71	50,56
Περιβαλλοντικά θέματα	0	8,24	14,12	25,88	51,76

8.3 Παράρτημα 3: Κατάλογος συντομογραφιών

ADDIE	Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation
BPMN	Business Process Modeling Notation
BVSR	Blind Variation Selective Retention
BOT	Behaviour Over Time
CLD	Causal Loop Diagrams
CLE	Constructivistic Learning Environments
CMAP	Concept Map
CMS	Content Management System
CSH	Critical Systems Heuristics
CT	Conversation Theory
CVS	Concurrent Versions System
DAVA	Distributed Autopoietic Virtual Actor
DCSYM	Design and Control Systemic Methodology
DoS	Denial of Service
EK	Εικονική Κοινότητα
EKM	Εικονικές Κοινότητες Μάθησης
FTP	File Transfer Protocol
GSPS	General Systems Problem Solving
GST	General Systems Theory
IP	Interactive Planning,
IP	Interractive Planning
LST	Liberating Systems Theory
OR	Operations Research
PAP	Portable Administration Platform
PAP	Portable Administration Platform
PVM	Progressive Variety Modeling
SAST	Surface Assuming
SD	System Dynamics
SEO	Search Engine Optimisation
SF	Stack and Flow
SMS	Short Messaging Service
SODA	Strategic Options Development and Analysis
S-R	Stimulus - Responce
SSM	Soft Systems Methodology
ST	Systems Thinking
SWT	Standard Widget Toolkit
TSI	Total Systems Intervention
UML	Unified Modeling Language
VCAA	Virtual Community Administration Agent
VSM	Viable System Model
XSS	Cross Server Scripting

ΑΕ	Απομακρυσμένος Εξυπηρετητής
ΓΘΣ	Γενική θεωρία Συστημάτων
ΔΓΑΔ	Διαγραμματική Γλώσσα Αποτύπωσης Διαδικασιών
ΔΠ	Διαχειριστής Περιεχομένου
ΔΣ	Διαχειριστής Συστήματος
ΕΚΜ	Εικονική Κοινότητα Μάθησης
ΕΚΦΕ	Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών
ΕΛΛΑΚ	Ελεύθερο Λογισμικό Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα
ΘΑΣ	Θεωρία Ανοιχτών Συστημάτων
ΘΣ	Θεωρία Συζητήσεων
ΚΔΤ	Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης
ΟΠΕΚΜ	Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Εικονικών Κοινοτήτων Μάθησης
ΠΣ-ΣΔΠ	Πληροφοριακό Σύστημα – Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου
ΣΔΠ	Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου
ΣΕΦΕ	Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών
ΤΕ-ΠΤ	Τεχνολογικά Εξελιγμένη Παραδοσιακή Τάξη
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών
ΥΣΕΦΕ	Υπεύθυνος Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών
ΕΚΜΕ	Εικονικές Κοινότητες Μάθησης Εκπαιδευτικών
ΦΕ	Φυσικές Επιστήμες
ΤΕ	Τοπικός Εξυπηρετητής
ADMIN	Διαχειριστής

Βιβλιογραφία

- Abdullah, M., Paige, R., Benest, I. & Kimble, C. (2006) Knowledge Modelling Using The UML Profile. *Artificial Intelligence Applications and Innovations*.http://dx.doi.org/10.1007/0-387-34224-9_9
- Ackoff, R. L. (1950) *Methods of Inquiry: an introduction to philosophy and scientific method*, St. Louis, Educational Publishers
- Ackoff, R. L. (1974) *Redesigning the Future A Systems Approach to Societal Problems*, Chichester, Wiley
- Ackoff, R. L. (1981) *Creating the Corporate Future*, New York, John Wiley & Sons
- Ackoff, R. L. (1999) *Ackoff's Best: his classic writings on management*, New York, John Wiley & Sons
- Ackoff, R. L. (2006) *Idealized Design: How to Dissolve Tomorrow's Crisis...Today*, Philadelphia PA, Wharton School Publishing
- Ackoff, R. L., Churchman, C. W. & Arnoff, E. L. (1957) *Introduction to Operations Research*, New York, John Wiley & Sons
- Ackoff, R. L. & Emery, F. E. (1972) *On Purposeful Systems: An Interdisciplinary Analysis of Individual and Social Behavior as a System of Purposeful Events*, Chicago, Aldine-Atherton
- Adams, D. & Haynes, D. (2007) Stafford Beer's contribution to management science – renewal and development. *Kybernetes*, 36
- Addelson, K. (2004) *The Man of Professional Wisdom. Discovering Realit.*, Springer Netherlands
- Adkins, B. M. (1951) *The Homeostat*. Oxford University Press on behalf of The British Society for the Philosophy of Science.
- Ajayi, L. (2009) An Exploration of Pre-Service Teachers' Perceptions of Learning to Teach while Using Asynchronous Discussion Board. *Journal of Educational Technology & Society* 12, 86-100
- Alfred, I. (2005) Visualization of concept formation and learning. *Kybernetes*, 34
- Alhadeff-Jones, M. (2008) Three Generations of Complexity Theories: Nuances and ambiguities. *Educational Philosophy and Theory*, 40(2), 66-82
- Allan, B. & Lewis, D. (2006) The impact of membership of a virtual learning community on individual learning careers and professional identity. *British Journal of Educational Technology*, 37, 841-852
- Alonso, F., Lopez, G. & al, e. (2005) An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach *British Journal of Educational Technology*, 36, 217-235
- Anderson, L. (2001) A 'Third Way' Towards Self-Governing Schools?: New Labour and Opting Out. *British Journal of Educational Studies*, 49(1), 56-70

- Anderton, B. (2006) Using the Online Course to Promote Self-regulated Learning Strategies in Preservice Teachers. *Journal of Interactive Online Learning* 5, 156-77
- Andrew, A. (2006) Topics in ASC discussion: Cybernetics and systems on the web. *Kybernetes*, 35. <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/03684920610675274>
- Andrew, A. (2009) *A Missing Link in Cybernetics: Logic and Continuity*, New York, Springer
- Andrew, P. (2004) The science of the unknowable: Stafford Beer's cybernetic informatics. *Kybernetes*, 33
- Andrews, A. H. & Goodson, L. A. (1980) A comparative analysis of models of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 2, 2-16
- Andrews, P. (1999) Some institutional influences on secondary mathematics teachers' use of computers. *Education and Information Technologies*, 4, 113-128
- Antonietti, A., Rasi, C., Imperio, E. & Sacco, M. (2000) The Representation of Virtual Reality in Education. *Education and Information Technologies*, 5, 317-327
- Arcelli, F. & De Santo, M. (2002) Multimedia Distributed Learning Environments: Evolution towards Intelligent Communications. *Multimedia Tools and Applications*, 16, 187-206
- Argyris, C. & Schon, D. A. (1978) *Organizational Learning: a Theory of Action Perspective* Reading, MA, Addison-Wesley
- Argyris, C. & Schon, D. A. (1985) *Strategy, Change and Defensive Routines*, Cambridge, MA, Ballinger
- Argyris, C. a. S., D.A. (1974) *Theory in Practice*, San Francisco, Jossey-Bass
- Arne, K. (2006) The crisis of contemporary science. *Kybernetes*, 35
- Ascough, R. S. (2002) Designing for Online Distance Education: Putting Pedagogy Before Technology.
- Ashby, W. R. (1952) *Design for a Brain*, New York, John Wiley
- Ashby, W. R. (1956) *An Introduction to Cybernetics*, New York, John Wiley
- Ashby, W. R. (1958) Requisite variety and its implications for the control of complex systems. *Cybernetica*, 1, 83-99
- Ashby, W. R. (1962) *Principles of the Self-Organizing System*, Oxford, Pergamon
- Assimakopoulos, N., Dimitriou, N. & Theocharopoulos, I. (2007) Business Intelligence Systems For Virtual Enterprises: A Cybernetic Approach. *International Journal of Applied Systemic Studies*, (In print)
- Assimakopoulos, N. & Theocharopoulos, I. (2005) Schematic Representations Used In Systemic Methodologies And Their Contribution In Enhancing Interpersonal Communication And Decision Making In Oerganizations. *Managing Global Trends and Challenges in a Turbulent Economy*. Chios.
- Assimakopoulos, N. & Theocharopoulos, I. (2007) System structuring in strategic level with the DCSYM methodology. *Australia New Zealand Systems Conference*, Auckland NZ.
- Assimakopoulos, N. & Theocharopoulos, I. (2009) Design and Control Systemic Methodology (DCSYM): a multiagent modeling and operation platform. *International Journal of Applied Systemic Studies*, 2(3), 193-217
- Assimakopoulos, N., Theocharopoulos, I. & Bernadis, I. (2009) A Systemic Approach to Virtual Collaboration: Developing Collaboration Rooms for Secondary Education Science Teachers (*Invited paper for IJASS special Issue on Distance Education edited by Jason C. Hung and Timothy K. Shih*), In print
- Assimakopoulos, N., Theocharopoulos, I. & Dimitriou, N. (2007) A Systemic Approach to Interdisciplinary Collaboration for Academic Research Teams. *Journal of Applied Systemic Studies*, 1, 82-112

- Assimakopoulos, N., Theocharopoulos, I. & Dimitriou, N. (2008) Systemic Multi-Methodology to Reform and Culture Change in Education: The Paradigm in the Greek Secondary Education. *19th European meeting on Cybernetics and Systems Research*. Vienna.
- Atif, Y., Benlamri, R. & Berri, J. (2003) Learning Objects Based Framework for Self-Adaptive Learning. *Education and Information Technologies*, 8, 345-368
- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I. & Cromley, J. G. (2008) Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia? *Educational Technology Research and Development* 56, 45-72
- Baek, S., Liebowitz, J. & Lewis, M. (2000) An Exploratory Study: Supporting Collaborative Multimedia Systems Design. *Multimedia Tools and Applications*, 12, 189-207
- Baggetun, R. & Mjelstad, S. (2006) eLogg: Facilitating ownership and openness in virtual learning environments. *Education and Information Technologies*, 11, 357-369
- Bai, G. & Lindberg, L. (1998) Dialectical Approach to Systems Development. *Systems Research*, 15, 47-54
- Banathy, B. H. (1991) *Systems Design of Education: A Journey to Create the Future*, Englewood Cliffs, N.J., Educational Technology
- Banathy, B. H. (1996) *Designing Social Systems in a Changing World: A Journey toward a Creating Society*, New York, Plenum Press
- Bandura, A. (1977) Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84
- Barab, S. A., Cherkas-Julkowski, M., Swenson, R., Garrett, S., Shaw, R. E. & Young, M. (1999) Principles of Self-Organization: Learning as Participation in Autocatakinetic Systems. Lawrence Erlbaum Associates (Taylor & Francis Group).
- Barab, S. A., MaKinster, J. G. & Moore, J. A. (2001) Designing and building an on-line community the struggle to support sociability in the inquiry learning forum. *Educational Technology Research and Development* 49, 71-96
- Barak, M. (2006) Instructional principles for fostering learning with ICT: teachers' perspectives as learners and instructors. *Education and Information Technologies*, 11, 121-135
- Barak, M., Lipson, A. & Lerman, S. (2006) Wireless Laptops as Means For Promoting Active Learning In Large Lecture Halls. *Journal of Research on Technology in Education*, 38 245-63
- Barker, K. (2001) Network Science, A Decade Later: The Internet and Classroom Learning. *Education and Information Technologies*, 6, 295-297
- Barker, P. (2005) Knowledge management for e-learning. *Innovations in Education and Teaching International Journal of Social Education*, 42, 111-121
- Barker, P. (2008) Re-evaluating a model of learning design. Routledge.
- Barker, P., Schaik, P. & Hudson, S. (1998) Mental Models and Lifelong Learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 35, 310-318
- Barker, T. S. & Smith, H. W. (1997) Strategic planning: Evolution of a model. *Innovative Higher Education*, 21, 287-306
- Baron, G.-L. & Bruillard, E. (2007) ICT, educational technology and educational instruments. Will what has worked work again elsewhere in the future? *Education and Information Technologies*, 12, 71-81
- Baron, G.-L. & Harrari, M. (2005) ICT in French Primary Education, Twenty Years Later: Infusion or Transformation? *Education and Information Technologies*, 10, 147-156

- Barton, J., Emery, M., Flood, R., Selsky, J. & Wolstenholme, E. (2004) A Maturing of Systems Thinking? Evidence from Three Perspectives. *Systemic Practice and Action Research*, 17, 3-36
- Barzilai, S. & Zohar, A. (2006) How does information technology shape thinking? *Thinking Skills and Creativity*, 1, 130-145
- Barzilai, S. & Zohar, A. (2008) Is information acquisition still important in the information age? *Education and Information Technologies*, 13, 35-53
- Bateson, G. (2000) *Steps to an Ecology of Mind*, Chicago/London, University of Chicago Press
- Batson, C. D., Ahmad, N. & Tsang, J. A. (2002) Four motives for community involvement. *Journal of Social Issues*, 58, 429-445
- Battram, A. (1998) *Navigating complexity*, London, Industrial Society
- Bauer, J. & Kenton, J. (2005) Toward Technology Integration in the Schools: Why It Isn't Happening. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 13, 519-546
- Bayraktar, S. (2002) A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Technology in Education* 34, 173-88
- Beer, S. (1959) *Cybernetics and Management*, Oxford, English Universities Press
- Beer, S. (1959) What Has Cybernetics to Do with Operational Research? , Operational Research Society.
- Beer, S. (1966) *Decision and Control*, Chichester, Wiley
- Beer, S. (1975) *Platform for Change*, Chichester, Wiley
- Beer, S. (1979) *The Heart of Enterprise*, Chichester, Wiley
- Beer, S. (1981) *Brain of the Firm*, Chichester, Wiley
- Beer, S. (1985) *Diagnosing the System for Organisations*, Chichester, Wiley
- Bell, P. & Winn, W. (2000) Distributed cognitions, by nature and by design. *Theoretical foundations of learning environments*. Mahweh, NJ, Lawrence Erlbaum
- Bernard, S. (2004) Second-order cybernetics: an historical introduction. *Kybernetes*, 33
- Bertalanffy, L. v. (1950) An Outline of General System Theory. Oxford University Press on behalf of The British Society for the Philosophy of Science.
- Bertalanffy, L. v. (1950) The theory of open systems in physics and biology. *Science*, 23-29
- Bertalanffy, L. v. (1968) *General Systems Theory*, London, Penguin
- Bloom, J. (1998) The Implications of Evolutionary Patterns on Learning: Issues of Variation, Non-Linearity, and Non-Progressivism. *The Implications of Evolution as a Metaphor for Learning*. San Diego, CA.
- Bodzin, A. M., & Park, J. C. (2000) Dialogue patterns of pre-service science teachers using asynchronous computer mediated communications on the World Wide Web. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 19, 161-194
- Bohm, D. (1980) *Wholeness and the Implicate Order*, London, Ark
- Bohr, N. (1963) *Essays 1958/1962 on Atomic Physics and Human Knowledge*, London, Wiley
- Boisot (1987) *Information and Organizations: The Manager as Anthropologist*, London, Fontana/Collins

- Boisot, M. & Griffiths, D. (1999) Possession is nine tenths of the law: Managing a firm's knowledge base in a regime of weak appropriability. *International Journal of Technology Management*, 17, 662-667
- Bojan, R. & Matjaz, M. (2006) The dialectical network thinking – a new systems theory concerned with management. *Kybernetes*, 35
- Bond, P. (2003) The biology of technology—An exploratory essay. *Knowledge, Technology, and Policy*, 16, 125-142
- Bottino, R. (2007) On-line learning networks: Framework and scenarios. *Education and Information Technologies*, 12, 93-105
- Bottino, R. M. & Chiappini, G. (1998) User Action and Social Interaction Mediated by Direct Manipulation Interfaces. *Education and Information Technologies*, 3, 203-216
- Bottino, R.-M., Chiappini, G., Forcheri, P., Lemut, E. & Molfino, M.-T. (1999) Activity theory: A framework for design and reporting on research projects based on ICT. *Education and Information Technologies*, 4, 279-293
- Boulding, K. L. (1956) General systems theory—The skeleton of science. *Management Science*, 2, 197-208
- Bouras, C., Giannaka, E., Panagopoulos, A. & Tsiatsos, T. (2006) A platform for virtual collaboration spaces and educational communities: the case of EVE. *Multimedia Systems*, 11, 290-303
- Boyd, G. (1995) Excavating the Emergent Levels of Cybersystemics, with a View to Concerted Progressive Action *Systemica*, 12
- Boyd, G. (1998) The Cybernetics of rational and Liberative Education *International Cybernetics Association Conference*. Namur.
- Boyd, G. (2001) Reflections on the conversation theory of Gordon Pask. *Kybernetes*, 30
- Bradford, P. K. (2005) Confessions of a cybernetic epistemologist. *Kybernetes*, 34
- Breiter, A. (2003) Public Internet Usage Points in Schools for the Local Community – Concept, Implementation and Evaluation of a Project in Bremen, Germany. *Education and Information Technologies*, 8, 109-125
- Bremermann, H. J. (1962) *Optimization through evolution and recombination*, Washington DC, Spartan Books
- Britton, G. A. & Parker, J. (1993) An explication of the viable system model for project management. *Systemic Practice and Action Research*, 6, 21-51
- Brna, P. & Aspin, R. (1998) Collaboration in a Virtual World: Support for Conceptual Learning? *Education and Information Technologies*, 3, 247-259
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989) Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42
- Brown, S. W. & King, F. B. (2000) Constructivist Pedagogy and How We Learn: Educational Psychology Meets International Studies. *International Studies Perspectives*, 1, 245-254
- Bruner, J. (1973) *Beyond the Information Given: Studies in the Psychology of Knowing*, New York, Norton
- Brusilovsky, P. & Millán, E. (2007) User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. *The Adaptive Web*
- Buettner, Y. (2006) Teaching teachers to teach ICT integration—T3. *Education and Information Technologies*, 11, 257-268
- Burton, L. (1999) *Learning Mathematics: From hierarchies to networks*, London, Falmer

- Bustard, D., Sterritt, R., Taleb-Bendiab, A. & Laws, A. (2006) Autonomic system design based on the integrated use of SSM and VSM. *Artificial Intelligence Review*, 25, 313-327
- Campbell, D. T. (1974) *Evolutionary Epistemology*, La Salle, Open Court Publish
- Cañas, A. J., Carff, R., Hill, G., Carvalho, M., Arguedas, M., Eskridge, T. C., Lott, J. & Carvajal, R. (2005) Concept Maps: Integrating Knowledge and Information Visualization. *Knowledge and Information Visualization*
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R. & Suri, N. (2003) CmapTools: A knowledge modelling and sharing toolkit, Technical Report IHMC CmapTools. *Institute for Human and Machine Cognition*.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R. & Suri, N. (2003) CmapTools: The network architecture of CmapTools, Technical Report IHMC CmapTools. *Institute for Human and Machine Cognition*.
- Cannings, T. R. & Talley, S. (2002) Multimedia and Online Video Case Studies for Preservice Teacher Preparation. *Education and Information Technologies*, 7, 359-367
- Cantú, E. & Farines, J. (2006) Applying New Educational Models in ICT Teaching and Learning. *Education for the 21st Century — Impact of ICT and Digital Resources*.
- Cantú, E. & Farines, J. (2007) Applying educational models in technological education. *Education and Information Technologies*, 12, 111-122
- Capra, F. (1997) *The Web of Life: A New Synthesis of Mind and Matter*, London, Flamingo
- Carchiolo, V., Longheu, A., Malgeri, M. & Mangioni, G. (2007) A model for a web-based learning system. *Information Systems Frontiers*, 9, 267-282
- Carneiro, R. (2006) Motivating School Teachers to Learn: can ICT add value?
- Carneiro, R. (2007) The Big Picture: understanding learning and meta-learning challenges.
- Carr, N. & Chambers, D. (2006) Cultural and organisational issues facing online learning communities of teachers. *Education and Information Technologies*, 11, 269-282
- Carroll, J. M., Choo, C. W., Dunlap, D. R., Isenhour, P. L., Kerr, S. T., MacLean, A. & I Rosson, M. B. (2003) Knowledge Management Support for Teachers. *Educ Technol Res Dev*, 51
- Castells, M. (1998) *End of Millennium, The Information Age: Economy, Society and Culture Vol. III*, Cambridge, MA, Blackwell
- Casti, J. L. (1986) *On system complexity: Identification, measurement, and management*, Berlin, Springer
- Caswell, H. (1976) *Community Structure: A Neutral Model Analysis*. Ecological Society of America.
- Chandra, V. & Lloyd, M. The methodological nettle ICT and student achievement. *British Journal of Educational Technology* v. 39 no. 6 (November 2008) p. 1087-98,
- Chang, L.-J., Chou, C.-Y., Chen, Z.-H. & Chan, T.-W. (2004) An approach to assisting teachers in building physical and network hybrid community-based learning environments: the Taiwanese experience. *International Journal of Educational Development*, 24, 383-396
- Chang, S.-C. & Tung, F.-C. (2008) An empirical investigation of students' behavioural intentions to use the online learning course websites. *British Journal of Educational Technology* 39, 71-83
- Checkland, P. (1975) *The development of systems thinking by systems practice-A methodology from an action research program*, Washington, Hemisphere
- Checkland, P. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*, Chichester, Wiley
- Checkland, P. & Scholes, J. (1990) *Soft Systems Methodology in Action*, Wiley

- Chen, Y.-L. (2008) A mixed-method study of EFL teachers' Internet use in language instruction. *Teaching and Teacher Education*, 24, 1015-1028
- Chiara, C. (2006) Ecology, environmentalism and system theory. *Kybernetes*, 35
- Chou, C. (2003) Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British Journal of Educational Technology*, 34, 265-279
- Christakis, A. N. & Dye, K. (2008) The Cogniscope™ Lessons Learned in the Arena. *Dialogue as a Collective Means of Design Conversation*
- Christian, F. & Wolfgang, H. (2005) Self-organization, knowledge and responsibility. *Kybernetes*, 34
- Churchill, D. (2009) Educational Applications of Web 2.0 Using Blogs to Support Teaching and Learning. *British Journal of Educational Technology* 40 179-83
- Churchill, D. & Churchill, N. (2008) Educational affordances of PDAs: A study of a teacher's exploration of this technology. *Computers & Education*, 50, 1439-1450
- Churchman, C. W. (1965) On the design of educational systems. *Audiovisual Instruction*, 10, 361-365
- Churchman, C. W. (1968) *Challenge to Reason*, New York, McGraw-Hill
- Churchman, C. W. (1968) *The Systems Approach*, New York, Dell
- Churchman, C. W. (1970) Operations research as a profession. *Management Science*, 17
- Churchman, C. W. (1971) *The Design of Inquiring Systems*, New York, Basic Books
- Churchman, C. W. (1979) *The Systems Approach and its Enemies*, New York, Basic Books
- Churchman, C. W. (1982) *Thought and Wisdom; The Gaither Lectures*, Intersystems Publications, Intersystems Publications
- Churchman, C. W. & Ackoff, R. L. (1950) *Purposive Behavior and Cybernetics*. University of North Carolina Press.
- Ciborra, C. U. & Patriota, G. (1998) Groupware and teamwork in R&D: Limits to learning and innovation. *R&D Management*, 28, 1-10
- Clark (2003) Using self-directed learning communities to bridge the digital divide. *British Journal of Educational Technology*, 34, 663-665
- Claus, P. (2005) Analog, digital, and the cybernetic illusion. *Kybernetes*, 34
- Clemson, B. (1994) The VSM toolbox: Software for the viable system model. *Systemic Practice and Action Research*, 7, 281-296
- Coessens, K., Van Bendegem, J. P. & (2006) Expectations of What Scientific Research could (not) Do IN DEPAEPE, P. S. A. M. (Ed.) *Educational Research: Why 'What Works' Doesn't Work*. Dordrecht, Springer
- Collis, B. (1998) WWW-Based Environments for Collaborative Group Work. *Education and Information Technologies*, 3, 231-245
- Conant, R. C. & Ashby, W. R. (1970) Every Good Regulator of a System Must Be Model of that System. *Int. J. Systems Science*, 1
- Conati, C., Gertner, A. & VanLehn, K. (2002) Using Bayesian Networks to Manage Uncertainty in Student Modeling. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12, 371-417
- Conlon, T. & Simpson, M. (2003) Silicon Valley versus Silicon Glen: the impact of computers upon teaching and learning: a comparative study. *British Journal of Educational Technology*, 34, 137-150

- Conole, M., Laat, M., Dillon, T. & Darby, J. (2008) 'Disruptive technologies', 'pedagogical innovation': What's new? Findings from an in-depth study of students' use and perception of technology. *Computers & Education*, 50, 511-524
- Cook, L. & Friend, M. (1991) Principles for the practice of collaboration in the schools. *Preventing School Failure*, 35, 6-9
- Coupal, L. (2004) Constructivist learning theory and human capital theory: shifting political and educational frameworks for teachers' ICT professional development. *British Journal of Educational Technology*, 35, 587-596
- Cox, M. & Marshall, G. (2007) Effects of ICT: Do we know what we should know? *Education and Information Technologies*, 12, 59-70
- Cox, M. & Nikolopoulou, K. (1997) What information handling skills are promoted by the use of data analysis software? *Education and Information Technologies*, 2, 105-120
- Crawford, C. (2004) Non-linear instructional design model: eternal, synergistic design and development. *British Journal of Educational Technology*, 35, 413-420
- Crawford, R. (1999) Teaching and Learning IT in Secondary Schools: Towards a New Pedagogy? *Education and Information Technologies*, 4, 49-63
- Creech, H. & Willard, T. (2001) Strategic Intentions: Managing knowledge networks for sustainable development. *International Institute of Sustainable Development*. URL: http://www.iisd.org/pdf/2001/networks_strategic_intentions.pdf
- Cretchley, P. (2007) Does computer confidence relate to levels of achievement in ICT-enriched learning models? *Education and Information Technologies*, 12, 29-39. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-006-9004-6>
- Cuban, L. (1986) *Teachers and machine: The classroom use of technology since 1920*, New York, Teachers College
- Cuban, L. (2001) *Oversold and underused. Computers in the classroom*, Cambridge, Harvard University Press
- Cuban, L. & Tyack, D. (1998) *Tinkering toward Utopia*, Cambridge
- Cummings, S. & Brocklesby, J. (1996) Reconceptualising the Idea of Emancipation in Critical Systems Thinking. *Journal of the Operations Research Society*, 47
- Curran, K. (2002) An Online Collaboration Environment. *Education and Information Technologies*, 7, 41-53
- Davies, L. & Hassan, W. S. (2001) On mediation in virtual learning environments. *The Internet and Higher Education*, 4, 255-269
- Davis, B. (2004) *Inventions of teaching: A genealogy*, Mahwah, NJ, Erlbaum
- Davis, B. (2008) Complexity and Education: Vital simultaneities.
- Davis, B. & Sumara, D. (2002) Constructivist Discourses and the Field of Education: Problems and possibilities. *Educational Theory*, 52, 409-428
- Davis, B. & Sumara, D. (2006) *Complexity and Education: Inquiries into learning, teaching, and research* Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- Davis, B. & Sumara, D. (2007) Complexity Science and Education: Reconceptualizing the Teacher's Role in Learning.
- Davis, B., Sumara, D. & Luce-Kapler, R. (2008) *Engaging Minds: Changing teaching in complex times*, New York, Routledge

- Davis, B. & Sumara, D. J. (2005) Challenging images of knowing: Complexity science and educational research. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 18, 305-321
- Davis, B. & Sumara, D. J. (2006) *Complexity and education: Inquiries into learning, teaching and research*, Mahwah, NJ, Erlbaum
- Davis, B., Sumara, D. J. & Luce-Kapler, R. (2000) *Engaging minds: Learning and teaching in a complex world*, Mahwah, NJ, Erlbaum
- Davis, B. S., E. (2006) Understanding learning systems: mathematics teaching and complexity science. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34, 137-167
- Davis, N. & Niederhauser, D. S. (2005) Socio-Cultural Analysis of Two Cases of Distance Learning in Secondary Education. *Education and Information Technologies*, 10, 249-262
- Davis, N., Preston, C. & Sahin, I. (2009) ICT Teacher Training Evidence for Multilevel Evaluation from a National Initiative. *British Journal of Educational Technology*, 40, 135-48
- Dawson, D. (2004) Information and Communication Technology and the Teacher of the Future. Carolyn Dowling and Kwok-Wing Lai. *Education and Information Technologies*, 9, 405-408
- Dawson, K. (2007) When curriculum-based, technology-enhanced field experiences and teacher inquiry coalesce: An opportunity for conceptual change? *British Journal of Educational Technology*, 38, 656-667
- Deacon, A., Jaftha, J. & Horwitz, D. (2004) Customising Microsoft Office to develop a tutorial learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 35, 223-234
- Demb, A., Erickson, D. & Hawkins-Wilding, S. (2004) The laptop alternative: Student reactions and strategic implications. *Computers & Education*, 43, 383-401
- Devedžić, V. (2005) Intelligent Web-Based Computer-Supported Collaborative Learning. *Knowledge-Based Virtual Education*
- Devine, S. (2005) The Viable Systems Model Applied to a National System of Innovation to Inform Policy Development. *Systemic Practice and Action Research*, 18, 491-517
- Dexter, S., Doering, A. & Riedel, E. (2006) Content Area Specific Technology Integration: A Model For Educating Teachers. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 14, 325-345
- Di Petta, T. (1998) Community on-line: New professional environments for higher education. *New directions for teaching and learning*, 76
- Dijkum, C. v. (1997) From Cybernetics to the Science of Complexity. *Kybernetes*, 26, 725-737
- Disessa, A. A. (2000) *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*, New York, MIT Press
- Dowrick, P. (2007) Community-driven learning activities, creating futures: 30,000 people can't be wrong—Can they? *American Journal of Community Psychology*, 39, 13-19
- Doyle, W. (1986) Classroom management. In Wittrock. *Handbook of research on teaching*. New Yorks, MacMillan
- Drechsler, F. S. (1970) The Concept of Entropy. Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society.
- Drenoyianni, H. (2004) Designing and Implementing a Project-Based ICT Course in a Teacher Education Setting: Rewards and Pitfalls. *Education and Information Technologies*, 9, 387-404. <http://dx.doi.org/10.1023/B:EAIT.0000045295.26962.8a>
- Drenoyianni, H. (2006) Reconsidering change and ICT: Perspectives of a human and democratic education. *Education and Information Technologies*, 11, 401-413. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-006-9005-5>

- Drenoyianni, H. & Selwood, I. D. (1998) Conceptions or Misconceptions? Primary Teachers' Perceptions and Use of Computers in the Classroom. *Education and Information Technologies*, 3, 87-99.
- Drent, M. & Meelissen, M. (2008) Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, 51, 187-199.
- Easley, J. A. (1977) Seven modeling perspectives on teaching and Learning — some interrelations and cognitive effects. *Instructional Science*, 6, 319-367
- Ebenreuter, N. (2007) The dynamics of design. *Kybernetes*, 36
- Eden, C. (1988) Cognitive mapping: A review. *European Journal of Operational Research*, 1-13
- Eden, C. (1989) *Using cognitive mapping for strategic options development and analysis*, Chichester, Wiley
- Egnatoff, W. J. (1999) Growing Up Digital. The Rise of the Net Generation. *Education and Information Technologies*, 4, 203-205
- Einstein, A. (1934) *The World as I See It*, New York, Covici Friede
- Eisenhart, C. (1949) Cybernetics: A New Discipline. American Association for the Advancement of Science.
- Eisenhart, M. (2005) Hammers and saw for the improvement of educational research. *Educational Theory*, 55, 245-261
- Ely, D. (2008) Frameworks of educational technology. *British Journal of Educational Technology* 39, 244-50
- Emery, F. E. & Trist, E. L. (1965) The causal texture of organizational environments. . *Human Relations*, 21-32
- Ericson, R. F. (1970) Organizational Cybernetics and Human Values. Academy of Management.
- Ericson, R. F. (1972) Visions of Cybernetic Organizations. Academy of Management.
- Ernesto, L. (2003) Communities of learning: a case in local development. *Kybernetes*, 32
- Erstad, O. (2006) A new direction? *Education and Information Technologies*, 11, 415-429
- Ertmer, P. A. (2005) Teacher Pedagogical Beliefs The Final Frontier in Our Quest for Technology Integration? *Educational Technology Research and Development* 53, 25-39
- Espejo, R. (2002) Seeing Systems: Overcoming Organisational Fragmentation. *Synergy Matters*
- Espejo, R. a. H., R. (1989) *The Viable System Model: Interpretations and Applications of Stafford Beer's VSM*, John Wiley & Sons
- Espinosa, A., Harnden, R. & Walker, J. (2005) Cybernetics and Participation: From Theory to Practice. *Systemic Practice and Action Research*, 17, 573-589
- Espinosa, A., Harnden, R. & Walker, J. (2007) Beyond hierarchy: a complexity management perspective. *Kybernetes*, 36
- Espinosa, A., Harnden, R. & Walker, J. (2008) A complexity approach to sustainability - Stafford Beer revisited. *European Journal of Operational Research*, 187, 636-651
- Farazmand, A. (2003) Chaos and Transformation Theories: A Theoretical Analysis with Implications for Organization Theory and Public Management. *Public Organization Review*, 3, 339-372
- Farrell, G. & Leung, Y. (2004) Innovative Online Assessment Using Confidence Measurement. *Education and Information Technologies*, 9, 5-19

- Fattu, N. A. (1960) *The Role of Research in Education: Present and Future*. American Educational Research Association.
- Fels, L. (2003) *Complexity, Teacher Education, and the Restless Jury: Pedagogical Moments of Performance*. *Complexity Science and Educational Research*. Edmonton, Canada.
- Fendler, L. (2006) *Why Generalizability is not Generalizable*. IN SMEYERS, P. & DEPAEPE, M. (Eds.) *Educational Research: Why what works doesn't work*. Dordrecht,, Springer
- Fenwick, T. (2008) *Responsibility, Complexity Science and Education: Dilemmas and Uncertain Responses*. *Studies in Philosophy and Education*, 28, 101-118
- Fernandez-Manjon, B. & Fernandez-Valmayor, A. (1997) *Improving World Wide Web educational uses promoting hypertext and standard general markup language content-based features*. *Education and Information Technologies*, 2, 193-206
- Fernandez-Manjon, B. & Fernandez-Valmayor, A. (1998) *Building Educational Tools Based on Formal Concept Analysis*. *Education and Information Technologies*, 3, 187-201
- Ferry, B., Kiggins, J., Hoban, G. & Lockyer, L. (2000) *Using computer mediated communication to form a knowledge-building community with beginning teachers*. *Educational Technology and Society*, 3, 496-505
- Fidelman, U. (2008) *The cybernetics of learning mathematics and computer sciences*. *Kybernetes*, 37
- Fischer, H. (1964) *The Psychology of Piaget and Its Educational Applications*. Springer.
- Fisher, T. (2006) *Educational transformation: Is it, like 'beauty', in the eye of the beholder, or will we know it when we see it?* *Education and Information Technologies*, 11, 293-303
- Fiske, J. (1989) *Introduction to Communication Studies*, London, Rutledge
- Fitzgerald, L. (1999) *Why there's nothing wrong with systems thinking a little chaos won't fix? A critique of modern systems theory and the practice of organizational change it informs*. *Systemic Practice and Action Research*, 12, 229-235
- Fletcher-Flinn, C. M. & Gravatt, B. (1995) *The efficacy of computer-based instruction (CAI): a meta-analysis*. *Journal of Educational Computing Research*, 12, 219-242
- Flood, R. (1990) *Liberating Systems Theory: Toward Critical Systems Thinking*. *Human Relations*, 43, 49-75
- Flood, R. & Jackson, M. (1991) *Creative problem solving*. *Total System Intervention*, John Wiley & Sons
- Fodor, J. A. (1974) *Special sciences (or the disunity of science as a working hypothesis)*. *Synthese*, 28, 97-115
- Foerster, H. v. (1981) *Observing Systems* Seaside, California, Intersystems
- Foerster, H. v. & Zopf, G. W. (1962) *Principles of Self-Organization*, New York, Pergamon Press
- Foerster, V. H. (1960) *On Self-Organizing Systems and their Environments*, New York, Pergamon
- Fong, J., Kwan, I., Ng, M., Li, I. & Chan, S. K. (2004) *An Application-Oriented e-Learning System with Self-monitoring and Adaptive Exercises*. *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2004*
- Forcheri, P., Molfino, M. T. & Quarati, A. (1998) *Design of Learner-centered Tools for Continuous Training in SMEs*. *Education and Information Technologies*, 3, 261-276
- Ford, N. (2001) *The increasing relevance of Pask's work to modern information seeking and use*. *Kybernetes*, 30
- Ford, N. (2006) *"Conversational" information systems Extending educational informatics support for the web-based learner*. *Journal of Documentation*, 61, 362-384

- Forgasz, H. J. (2002) Teachers and Computers for Secondary Mathematics. *Education and Information Technologies*, 7, 111-125. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020301626170>
- Forrester, J. (1988) *Principles of systems*, Productivity Press
- Forrester, J. W. (1961) *Industrial Dynamics*, Cambridge MA, MIT Press
- Foucault, M. (1980) *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings, 1972-1977*, Brighton, Harvester Press
- Francescato, D. (1992) A multi-dimensional perspective of organizational change. *Systems Practice*, 5, 129-146
- Francis, D. (2005) Using Wittgenstein to Respecify Constructivism. *Human Studies*, 28, 251-290
- Freire, P. (1993) *Pedagogy of the oppressed: Twentieth anniversary edition*, New York:, Continuum.
- Friend, J. & Hickling, A. (1987) *Planning under pressure*, Oxford, Pergamon
- Fritzlar, T. (2006) Sensitivity to complexity—an important prerequisite of problem solving mathematics teaching. *ZDM*, 38, 436-444
- Fuchs, C. (2006) The Self-Organization of Social Movements. *Systemic Practice and Action Research*, 19, 101-137
- Fuenmayor, R. (1991) The roots of reductionism: A counter-ontoepistemology for a systems approach. *Systems Practice*, 4, 419-448
- Fullan, M. (1991) *The New Meaning of Educational Change*, London, Cassell
- Fusco, J., Gehlbach, H. & Schlager, M. (2000) Assessing the impact of a large scale online teacher professional development community. *Proceedings of the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*.
- Galanouli, D., Murphy, C. & Gardner, J. (2004) Teachers' perceptions of the effectiveness of ICT-competence training. *Computers & Education*, 43, 63-79
- Gallagher, J. J. (2005) Developing a Heritage and ICT Project in 12 Irish Primary Schools. *Education and Information Technologies*, 10, 165-175. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-005-2997-4>
- Garoian, C. R. & Gaudelius, Y. M. (2001) *Cyborg Pedagogy: Performing Resistance in the Digital Age*. National Art Education Association.
- Garsney, E. (1998) The Genesis of the High Technology Milieu: A Study in Complexity. *International Journal of Urban and Regional Research*.22(3), 361-377
- Gasevic, D. & hatala, M. (2006) Ontology mappings to improve learning resource search. *British Journal of Educational Technology*, 37, 375-389
- Geelan, D. (2003) *The Death of Theory in Educational Research. Complexity Science and Educational Research Conference*. Edmonton, Canada.
- Geer, R. & Barnes, A. (2007) Beyond media stickiness and cognitive imprinting: Rethinking creativity in cooperative work & learning with ICTs. *Education and Information Technologies*, 12, 123-136
- Gerard de, Z. (2006) A forgotten message? von Bertalanffy's puzzle. *Kybernetes*, 35
- Gerard, R. W. (1975) *Introduction to General Systems Thinking*, New York, Wiley
- Ghosal, A. (1999) Second order cybernetics - implications in real life. *Kybernetes*, 28, 377-384
- Gibson, S. & Oberg, D. (2004) Visions and realities of Internet use in schools: Canadian perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 35, 569-585

- Gigch, J. P. v. (1991) *System Design Modeling and Metamodeling*, New York and London Plenum Press
- Gilbert, N. J. & Driscoll, M. P. (2002) Collaborative knowledge building, a case study. *Educational Technology Research and Development* 50 59-79
- Glanville, R. (2007) Try again. Fail again. Fail better: the cybernetics in design and the design in cybernetics. *Kybernetes*, 36
- Glaserfeld, E. v. (1995) *Radical Constructivism: A way of knowing and learning*, London, The Falmer Press
- Glazer, E., Hannifin, M. J. & Song, L. (2005) Promoting Technology Integration Through Collaborative Apprenticeship. *Educational Technology Research and Development* 53, 57-67
- Godwin, S. J., Thorpe, M. S. & Richardson, J. T. E. (2008) The impact of computer-mediated interaction on distance learning. *British Journal of Educational Technology* 39, 52-70
- Goodison, T. (2003) Integrating ICT in the classroom: a case study of two contrasting lessons. *British Journal of Educational Technology*, 34, 549-566
- Goodyear, P. (1985) Computer-Assisted Learning, Computer-Based Guidance and the Teaching of Educational Research Methods. Taylor & Francis, Ltd. on behalf of BERA.
- Goscinski, A., Campbell, M., Dew, R., Horan, P., Newlands, D., Rough, J., Silcock, J. & Zhou, W. (2005) An IT Bachelor Degree Using Modern Technologies to Illustrate Core Concepts and Principles and Building Generic Skills. *Education and Information Technologies*, 10, 361-379
- Gough, J. (2000) Opinion: 'Learning Technologies'? 'Convergent Technologies'? What Do These Mean? *Education and Information Technologies*, 5, 133-142
- Grandon Gill, T. & Hu, Q. (1998) Information Systems Education in the USA. *Education and Information Technologies*, 3, 119-136
- Granger, C. A., Morbey, M. L., Lotherington, H., Owston, R. D. & Wideman, H. H. (2002) Factors contributing to teachers' successful implementation of IT. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 480-488
- Gregg, D. G., Kulkarni, U. R. & Vinzé, A. S. (2001) Understanding the Philosophical Underpinnings of Software Engineering Research in Information Systems. *Information Systems Frontiers*, 3, 169-183
- Grimson, J., Grimson, W., Flahive, M., Foley, C., O'Moore, R., Nolan, J. & Chadwick, G. (2000) A multimedia approach to raising awareness of information and communications technology amongst healthcare professionals. *International Journal of Medical Informatics*, 58-59, 297-305
- Gulz, A. (2002) Spatially Oriented and Person Oriented Thinking—Implications for User Interface Design. *Education and Information Technologies*, 7, 67-80
- Gunawardena, C. N. & Mclsaac, M. S. (2004) Distance Education. IN JONASSEN, D. H. (Ed.) *Handbook of research on educational communications and technology*. Mahwah, NJ, Erlbaum
- Gustafson, K. & Branch, R. (1997) Survey of instructional development models. *Syracuse: ERIC Clearinghouse on Information Resources*,
- Habermas, J. (1970) *Towards a Rational Society: Student Protest, Science and Politics*, Boston, MA, Beacon Press
- Habermas, J. (1971) *Toward a Rational Society*, Boston, Beacon Press
- Habermas, J. (1972) *Knowledge and Human Interests*, London, Heinemann
- Habermas, J. (1976) *Communication and the Evolution of Society*, London, Heinemann

- Hacking, I. (1990) *The taming of chance*, Cambridge:, Cambridge University Press
- Haggis, T. (2007) Conceptualising the case in adult, higher education research: A dynamic systems view. IN BOGG, J. & GEYER, R. (Eds.) *Complexity, science and society*. Oxford, Radcliff
- Hall, A. & Fagen, R. (1956) Definition of a System. *General Systems Yearbook of Society for the Advancement of General Systems Theory*, 1, 18-28
- Hall, A. D. (1962) *A Methodology for Systems Engineering*, Princeton, Van Nostrand
- Hall, R. (2002) Aligning learning, teaching and assessment using the web: an evaluation of pedagogic approaches.
- Halligan, F. R. (2004) Metamorphosis: Change & Continuity, Chaos & Order, Conflict & Transformation. *Journal of Religion and Health*, 43, 221-232
- Hammond, M. (1999) Issues associated with participation in on line forums—the case of the communicative learner. *Education and Information Technologies*, 4, 353-367
- Hammond, M. & Rogers, P. (2007) An investigation of children's conceptualisation of computers and how they work. *Education and Information Technologies*, 12, 3-15.
- Hancock, R. J., Fulwiler, J. & Saran Donahoo and Richard, C. H. (2007) Technology for 21st Century Educational Leaders: A New Standard for Success. *Advances in Educational Administration*. JAI
- Hansson, T. (2007) Game Playing and Systems Thinking. *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment, and Engineering Education*. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6262-9_66
- Hao, X. & Meng, X. (2006) The Research on a Kind of Knowledge Network for Self-learning. *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*. http://dx.doi.org/10.1007/11736639_16
- Hargreaves, D. H. (1999) The Knowledge-Creating School.
- Harri-Augstein, E., S. & Thomas, F. (1991) *Learning conversations, the Self-Organized Learning Way to Personal and Organisational Growth*, London, Routledge
- Hartley, J. (2007) Teaching, learning and new technology: a review for teachers. *British Journal of Educational Technology*, 38, 42-62
- Hartley, R. V. L. (1928) Transmission of information. *The Bell System Technical Journal*, 7
- Hauge, T. E. (2006) Portfolios and ICT as means of professional learning in teacher education. *Studies In Educational Evaluation*, 32, 23-36.
- Hawkey, K. (2003) Social Constructivism and Asynchronous Text-Based Discussion: A Case Study with Trainee Teachers. *Education and Information Technologies*, 8, 165-177
- Hawkey, K. (2004) Assessing Online Discussions Working 'Along the Grain' of Current Technology and Educational Culture. *Education and Information Technologies*, 9, 377-386
- Hawkrige, D. G. (1976) Next Year, Jerusalem! The Rise of Educational Technology, *British Journal of Educational Technology*. 7(1), 7-30
- Hay, D. B. (2008) Developing dialogical concept mapping as e-learning technology. *British Journal of Educational Technology*, 39 1057-60
- Hay, D. B. & Kinchin, I. M. (2006) Using concept maps to reveal conceptual typologies. *Evaluation and Training*, 48, 127-142
- Heffron, J. M. (1995) Toward a cybernetic pedagogy: The cognitive revolution and the classroom, 1948-present. *Educational Theory*, 45, 497-518
- Helmut, N. (2007) Elements of a cybernetic epistemology: The four modes of coexistence of goal-orientated systems. *Kybernetes*, 36

- Hennessey, S. (2000) Graphing investigations using portable (palmtop) technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 243-258
- Heron, R. & Hammond, F. (2001) Partnerships and educational benefits in post graduate nursing education. *Australasian Journal of Neuroscience*, 14, 18-21
- Herrington, A., Herrington, J. & Omari, A. (2000) Online support for pre-service mathematics teachers in schools. *Mathematics Teacher Education and Development*, 2, 62-74
- Hew, K. F. & Hara, N. (2007) Empirical study of motivators and barriers of teacher online knowledge sharing. *Educational Technology Research and Development* 55 573-95
- Heylighen, F. (1992) *Principles of Systems and Cybernetics: an evolutionary perspective*, Singapore, World Science
- Hezemans, M. & Ritzen, M. (2004) Educational innovation & ICT. *Lifelong Learning in the Digital Age*.http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-7843-9_16
- Hill, B. D., Weistroffer, H. R. & Aiken, P. H. (2005) A Dynamic Simulation Comparing Classical and Emergent-Network Models: Organizational Design Implications. *Computational & Mathematical Organization Theory*, 11, 59-85
- Hinostroza, E., Rehbein, L. E., Mellar, H. & Preston, C. (2000) DEVELOPING EDUCATIONAL SOFTWARE: A PROFESSIONAL TOOL PERSPECTIVE. *Education and Information Technologies*, 5, 103-117
- Hirsch, G., Levine, R. & Miller, R. (2007) Using system dynamics modeling to understand the impact of social change initiatives. *American Journal of Community Psychology*, 39, 239-253
- Hoban, C. E., Jr. (1977) A Systems Approach to Audiovisual Communications (1956 Okoboji Speech). IN COCHRAN, L. W. (Ed.) *Okoboji: a 20 year review of leadership 1955-1974*. Dubuque, IA, Kendall-Hunt.
- Hogarth, A. (2001) Managing the Social and Cultural Consequences of Introducing Groupware Technology into the Group Learning Environment. *Education and Information Technologies*, 6, 193-204
- Hooper, R. (2008) Educational technology--a long look back. *British Journal of Educational Technology* 39 234-6
- Hooper, S. & Rieber, L. P. (1999) Teaching, instruction, and technology. *Contemporary issues in curriculum*. Boston, Allyn and Bacon
- Hoppenbrouwers, S. J. B. A., Proper, H. A. & der Weide, T. P. (2005) A Fundamental View on the Process of Conceptual Modeling. *Conceptual Modeling – ER 2005*
- Horii, T., Jin, Y. & Levitt, R. E. (2005) Modeling and Analyzing Cultural Influences on Project Team Performance. *Computational & Mathematical Organization Theory*, 10, 305-321
- Houston, D. (2008) Systemic Intervention in a University Department: Reflections on Arrested Action Research. *Systemic Practice and Action Research*, 21, 133-152.
- Howe, K. R. (2005) The education science question: A symposium. *Educational Theory*, 55, 235-243
- Howe, K. R. (2005) The question of education science: Experimentism versus experimentalism. *Educational Theory*, 55, 307-321
- Hu, C. (2004) Rethinking of Teaching Objects-First. *Education and Information Technologies*, 9, 209-218
- Hu, C. (2006) It's Mathematical, After All—the Nature of Learning Computer Programming. *Education and Information Technologies*, 11, 83-92
- Huang, N., Wei, C. & Chang, W. (2007) Knowledge management: modeling the knowledge diffusion in community of practice. *Kybernetes*, 36

- Hudson, B., Hudson, A. & Steel, J. (2006) Orchestrating interdependence in an international online learning community. *British Journal of Educational Technology*, 37, 733-748
- Hughes, G. & Hay, D. (2001) Use of concept mapping to integrate the different perspectives of designers and other stakeholders in the development of e-learning materials. *British Journal of Educational Technology*, 32(5), 557-69
- Hughes, M. (2005) Reach to Teach ICT: Issues and Compromises. *Education and Information Technologies*, 10, 263-276
- Hughes, M., Ventura, S. & Dando, M. (2007) Assessing social presence in online discussion groups: a replication study. Routledge.
- Hung, D. (2005) A framework for fostering a community of practice: scaffolding learners through an evolving continuum. *British Journal of Educational Technology*, 36, 169-176
- Hung, W.-C. & Chao, C.-A. (2007) Integrating advance organizers and multidimensional information display in electronic performance support systems. Routledge.
- Ison, R., Blackmore, C., Collins, K. & Furniss, P. (2007) Systemic environmental decision making: designing learning systems. *Kybernetes*, 36
- Jackson, M. (2000) *Systems Approaches to Management*, London, Springer
- Jackson, M. C. (1982) The nature of soft systems thinking: The work of Churchman, Ackoff and Checkland. *Journal of Applied Systems Analysis*, 9, 17-29
- Jackson, M. C. (1988) Some Methodologies for Community Operational Research. Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society.
- Jackson, M. C. (1992) The soul of the viable system model. *Systemic Practice and Action Research*, 5, 561-564
- Jackson, M. C. (1993) Social Theory and Operational Research Practice. Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society.
- Jackson, M. C. (1997) *Pluralism in systems thinking and practice*, Chichester, Wiley
- Jackson, M. C. & Keys, P. (1985) Signposts to Successful Systems Practice. Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society.
- Jadeskog, G. & J., N. (2004) ICT in the Classroom: Is Doing More Important than Knowing? *Education and Information Technologies*, 9, 37-45
- Jantsch, E. (1972) Inter- and Transdisciplinary University: A Systems Approach to Education and Innovation. Springer.
- Jantsch, E. (1980) *The Self-Organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*, Oxford, Pergamon Press
- Jenkins, G. (1969) The systems approach. *Journal of Systems Engineering*, 1, 3-49
- Jennings, S. U. E., Dunne, R. & McShea, J. (1997) Designing a telematic learning environment in a social constructivist paradigm. *Education and Information Technologies*, 2, 307-325
- Jensen, K. (1950) Physical Growth and Physiological Aspects of Development. American Educational Research Association.
- Jervis, A. & Gkolia, C. (2005) "The Machine Stops": One School's Rejection of Integrated Learning Systems. *Education and Information Technologies*, 10, 305-321. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-005-3429-1>
- Johnson, S. (2001) *Emergence*, New York, NY, Scribner

- Jonassen, D. & Ionas, I. (2008) Designing effective supports for causal reasoning. *Educational Technology Research and Development*, 56, 287-308
- Jones, B. & Iredale, N. (2006) Developing an entrepreneurial life skills summer school. Routledge.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2005) Investigating Teachers' Ideas about Models and Modelling — Some Issues of Authenticity. *Research and the Quality of Science Education*.
- Kadijevich, D. & Haapasalo, L. (2008) Factors that influence student teacher's interest to achieve educational technology standards. *Computers & Education*, 50, 262-270.
- Kalas, I. & Winczer, M. (2006) Building interfaces for on-line collaborative learning. *Education and Information Technologies*, 11, 371-384. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-006-9011-7>
- Kalogiannakis, M. (2004) A Virtual Learning Environment for the French Physics Teachers. *Education and Information Technologies*, 9, 345-353
- Kant, L. (1787) *The Critique of Pure Reason*, Basingstoke, Macmillan
- Karagiorgi, Y. & Charalambous, K. (2004) Curricula Considerations in ICT Integration: Models and Practices in Cyprus. *Education and Information Technologies*, 9, 21-35
- Karpiak, I. (2000) Evolutionary theory and the new sciences. *Studies in Continuing Education*, 22, 29-44
- Keiner, E. (2006) The Science of Education – Disciplinary Knowledge on Non-Knowledge/Ignorance? IN DEPAEPE, P. S. A. M. (Ed.) *Educational Research: Why 'What Works' Doesn't Work*. Dordrecht, Springer
- Kelly, R. J. (1998) Jerome Bruner: The Tireless Explorer. *Journal of Social Distress and the Homeless*, 7, 289-302
- Kienle, A. (2006) Integration of knowledge management and collaborative learning by technical supported communication processes. *Education and Information Technologies*, 11, 161-185
- Kim, C. & Keller, J. M. (2008) Effects of motivational and volitional email messages (MVEM) with personal messages on undergraduate students' motivation, study habits and achievement. *British Journal of Educational Technology* 39, p. 36-51
- Kirschner, P. A. (2004) Design, Development, and Implementation of Electronic Learning Environments for Collaborative Learning. *Educational Technology Research and Development* 52, 39-46
- Kirschner, P. A., Beers, P. J., Boshuizen, H. P. A. & Gijsselaers, W. H. (2008) Coercing shared knowledge in collaborative learning environments. *Computers in Human Behavior*, 24, 403-420
- Kirschner, P. A., Strijbos, J.-W. & Kreijns, K. (2004) Designing Electronic Collaborative Learning Environments. *Educational Technology Research and Development* 52 47-66
- Klir, G. (1991) *Facets of Systems Science (IFSR International Series on Systems Science and Engineering)*, New York, Plenum Press
- Klir, G. J. & Weierman, M. J. (1999) *Uncertainty Based Information*, New York, Verlag/ Springer
- Kolb, D. (1984) *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development* Englewood Cliffs, Prentice Hall
- Komis, V., Avouris, N. & Fidas, C. (2002) Computer-Supported Collaborative Concept Mapping: Study of Synchronous Peer Interaction. *Education and Information Technologies*, 7, 169-188
- Komis, V., Ergazaki, M. & Zogza, V. (2007) Comparing computer-supported dynamic modeling and ['paper & pencil' concept mapping technique in students' collaborative activity. *Computers & Education*, 49, 991-1017

- Kopcha, T. J. & Sullivan, H. (2007) Self-presentation bias in surveys of teachers' educational technology practices. *Educational Technology Research and Development* 55 627-46
- Kordaki, M. (2004) Challenging Prospective Computer Engineers to Design Educational Software by Engaging Them in a Constructivist Learning Environment. *Education and Information Technologies*, 9, 239-253
- Korn, J. (2007) Systems view, emergence and complexity. *Kybernetes*, 36
- Kovacic, P. & Bott, A. (2000) Teacher support through virtual communities. *American Educational Research Association Annual Meeting*. New Orleans, Louisiana.
- Kowch, E. & Schwier, R. (1997) Considerations in the Construction of Technology-Based Virtual Learning Communities. *Canadian Journal of Educational Communication*, 26, 1-12
- Krippendorff, K. (1969) Values, Modes and Domains of Inquiry into Communication.
- Krull, M., Luhmann, N. & Maturana, H. (1989) Basic concepts of the theory of autopoietic systems. *Systems Studies*, 1, 79-104
- Krumsvik, R. (2005) ICT and community of practise. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49, 27-50
- Krumsvik, R. (2005) ICT and innovations in lower secondary school. *The Journal of Nordic Pedagogical Research*, 25, 190-207
- Kuhn, L. (2008) Complexity and Educational Research: A critical reflection. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 177-189
- Kuhn, T. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press
- Kurtts, S. (2005) Collaborative Online Problem Solving with Preservice General Education and Special Education Teachers. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 13, 397-414
- Lai, K. & Pratt, k. (2004) Information and communication technology (ICT) in secondary schools: the role of the computer coordinator. *British Journal of Educational Technology*, 35, 461-475
- Laidlaw, L. (2005) *Reinventing curriculum: A complexity perspective on literacy and writing.*, Mahweh, NJ, Erlbaum
- Laszlo, A. & Laszlo, K. C. (2008) The Making of a New Culture Learning Conversations and Design Conversations in Social Evolution. *Dialogue as a Collective Means of Design Conversation*
- Laszlo, E. (1972) *Relevance of General Systems Theory*, New York, George Braziller
- Laszlo, E. (1973) *Cybernetics of Musical Activity*. Blackwell Publishing on behalf of The American Society for Aesthetics.
- Laszlo, E. (1973) *The Ideal Scientific Theory: A Thought Experiment*. The University of Chicago Press on behalf of the Philosophy of Science Association.
- Lemke, J. (1997) Cognition, context, and learning: A social semiotic perspective. IN KIRSHNER, D. & WHITSON, J. (Eds.) *Sitiated cognition: Social, semiotic, and psychological perspectives*. Mahwah, NJ, Erlbaum
- Lemke, J. & Sabelli, N. (2008) Complex Systems and Educational Change: Towards a New Research Agenda. *Educational Philosophy and Theory*, 40, 118-129
- Leng, P., Shave, M., Schauer, H., Muehlbacher, J. R. & Aiken, R. (1999) An Experiment in Multinational Collaborative Learning and Group Work Using the Internet. *Education and Information Technologies*, 4, 33-47
- Leonard, A. (2007) Symbiosis and the viable system model. *Kybernetes*, 36

- Leontev, A. (1978) *Activity, Consciousness, and Personality*, Prentice-Hall
- Leshem, S. (2007) Thinking about conceptual frameworks in a research community of practice: a case of a doctoral programme. Routledge.
- Leshem, S. & Trafford, V. (2007) *Overlooking the conceptual framework*. Routledge.
- Levin, S. M. (1956) John Dewey's Evaluation of Technology. *American Journal of Economics and Sociology*, 25, 123-136
- Levin, T. & Wadmany, R. (2008) Teachers' Views on Factors Affecting Effective Integration of Information Technology in the Classroom Developmental Scenery. *Journal of Technology and Teacher Education* 16 233-63
- Levinsen, K. (2007) Qualifying online teachers—Communicative skills and their impact on e-learning quality. *Education and Information Technologies*, 12, 41-51
- Lewin, K. (1947) Frontiers in group dynamics. *Human Relations*, 1, 2-38
- Lewin, K. (1948) *Resolving Social Conflicts*, New York, Harper and Brothers
- Li, Q. (2002) Exploration of Collaborative Learning and Communication in an Educational Environment Using Computer-Mediated Communication. *Journal of Research on Technology in Education*, 34, 503-516
- Lim, C. P. (2002) A theoretical framework for the study of ICT in schools: a proposal.
- Lim, C. P. & Chai, C. S. (2004) An activity-theoretical approach to research of ICT integration in Singapore schools: Orienting activities and learner autonomy. *Computers & Education*, 43, 215-236
- Lin, Y.-W. & Zini, E. (2008) Free/libre open source software implementation in schools: Evidence from the field and implications for the future. *Computers & Education*, 50, 1092-1102
- Lipsey, M. W. & Wilson, D. B. (1993) The efficacy of psychological, educational, and behavioral treatment: confirmation from meta-analysis. *American Journal of Psychology*, 48, 1181-1209
- Liu, F., Kuljis, J. & Lines, L. (2007) Breaking the Traditional E-Learning Mould: Support for the Learning Preference Approach. *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services*, Springer Berlin
- Liu, Y., Cornish, A. & Clegg, J. (2007) ICT and Special Educational Needs: Using Meta-synthesis for Bridging the Multifaceted Divide. *Computational Science – ICCS 2007*
- Lock, J. (2006) A New Image: Online Communities to Facilitate Teacher Professional Development. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 14, 663-678
- Loefgren, L. (1990) *On the Partiality of Self-Reference*, New York, Gordon & Breach
- Loveless, A., Burton, J. & Turvey, K. (2006) Developing conceptual frameworks for creativity, ICT and teacher education. *Thinking Skills and Creativity*, 1, 3-13
- Loveless, A. & Longman, D. (1998) Information literacy: innuendo or insight? *Education and Information Technologies*, 3, 27-40
- Luhmann, N. (1990) *Essays on self-reference*, Columbia, Columbia University Press
- Luhmann, N. (1995) *Social Systems*, Palo Alto, Stanford University Press
- Maassen, P. & Stensaker, B. (2003) Interpretations of Self-Regulation: The Changing State-Higher Education Relationship in Europe. *The Dialogue between Higher Education Research and Practice*
- Mann, S. (2006) Learning by Being: Thirty Years of Cyborg Existemology. *The International Handbook of Virtual Learning Environments*, Springer Netherlands

- Marcuse, H. (1964) *One Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Societies*, London, Routledge and Kegan Paul
- Marshall, J. (1998) On Doing Philosophy of Education: poststructuralism and analytic philosophy. IN HIGGS, P. (Ed.) *Metatheories in Educational Theory and Practice*. Johannesburg, Heinemann
- Martin, J. & McLellan, A. (2007) The Educational Psychology of Self-Regulation: A Conceptual and Critical Analysis. *Stud Philos Educ*,
- Martinez-Torres, M. R., Toral, S. L., Barrero, F. & Gallardo, S. (2007) Improving learning performance in laboratory instruction by means of SMS messaging. Routledge.
- Masani, P. R. (2001) Why the cosmos has to be stochastic. *Kybernetes*, 30
- Mason, C. L. (2000) Online teacher education: An analysis of student teachers' use of computer-mediated communication. *International Journal of Social Education*, 15, 19-38
- Mason, R. O. & Mitroff, I. L. (1981) *Challenging Strategic Planning Assumptions*, New York, Wiley
- Mathiasen, H. (2004) Expectations of Technology When the Intensive Application of IT in Teaching Becomes a Possibility. *Journal of Research on Technology in Education* 36, 273-94
- Maturana, H. R. & J., V. F. (1992) *The Tree of Knowledge*, Boston, Shambhala
- Maturana, H. R. & Varela, F. J. (1980) *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Boston, D. Reidel
- Maturana, H. R. & Varela, F. J. (1987) *The Tree of Knowledge. The biological roots of Human Understanding* Boston new Science Library
- Mays, W. (1951) *The Hypothesis of Cybernetics*. Oxford University Press on behalf of The British Society for the Philosophy of Science.
- McAleese, R. (1999) Concept Mapping - A Critical Review. *Innovations in Education and Teaching International*, 36, 351-360
- McBroom, P. (1966) *Machines Cannot Think*. Society for Science & the Public.
- McGill, L. & al., e. (2005) Creating an information-rich learning environment to enhance design student learning: challenges and approaches. *British Journal of Educational Technology*, 36, 629-642
- McKenna, K., Green, A. & Gleason, M. (2002) Relationship formation on the Internet: What's the big attraction? *Journal of Social Issues*, 58, 9-31
- Mcloughlin, C. & Luca, J. (2002) A learner-centered, approach to developing team skills through web-based learning and assessment. *British Journal of Educational Technology*, 33, 571-582
- Meadows, D. L. (1974) *Dynamics of Growth in a Finite World.*, Waltham, MA, Pegasus Communications
- Melle, v. E. & Cimellaro, L. (2003) A Dynamic Framework to Guide the Implementation and Evaluation of Educational Technologies. *Education and Information Technologies*, 8, 267-285
- Merritt, R. L. & Coombs, F. S. (1977) *Politics and Educational Reform*. The University of Chicago Press on behalf of the Comparative and International Education Society.
- Merwe, J. (2007) The Magic of Three. *Kybernetes*, 36, 1436-1457
- Mesarovic, M. D. (1964) *Views of General Systems Theory*, New York, John Wiley
- Mesarovic, M. D. (1968) *Systems Theory and Biology*, New York, John Wiley
- Meyer, D. (2006) Technology, Job Satisfaction, and Retention: Rural Mental Health Practitioners.

- Meyer, K. A. (2008) Do Rewards Shape Online Discussions? *Journal of Interactive Online Learning* 7, 126-38
- Michael, E. (2001) Working with Gordon Pask: some personal impressions. *Kybernetes*, 30
- Midgley, G. (2000) *Systemic Intervention: Philosophy, Methodology, and Practice*, New York, Kluwer Academic / Plenum
- Miller, J. G. (1986) *Living Systems*, New York, McGraw-Hill
- Miller, L. (1999) The Child and the Machine: Why Computers May Put Our Children's Education at Risk. *Education and Information Technologies*, 4, 99-101
- Miller, L. (2005) The Impact of ICT on Literacy Education. *Education and Information Technologies*, 10, 381-383
- Miller, L. & Olson, J. (1999) Research Agendas and Computer Technology Visions: The Need for Closely Watched Classrooms. *Education and Information Technologies*, 4, 81-98
- Minati, G. (2006) Towards a Second Systemics. *Systemics of Emergence: Research and Development*
- Minati, G. (2008) *New Approaches for Modelling Emergence of Collective Phenomena - The Meta-structures project*, Milan, Polimetrica
- Mingers, J. (2002) Can social systems be autopoietic? Assessing Luhmann's social theory.
- Mingers, J. (2004) Can Social Systems be Autopoietic? Bhaskar's and Giddens' Social Theories.
- Mingers, J. C. (1980) Towards an appropriate social theory for applied systems thinking: Critical theory and soft systems methodology. *Journal of Applied Systems Analysis*, 41-50
- Mishra, P. & Yadav, A. (2006) Using Hypermedia for Learning Complex Concepts in Chemistry: A Qualitative Study on the Relationship Between Prior Knowledge, Beliefs, and Motivation. *Education and Information Technologies*, 11, 33-69.
- Mishra, S. (2002) A design framework for online learning environments.
- Mitroff, I. I. & Linstone, H. A. (1993) *The Unbounded Mind: Breaking the Chains of Traditional Business Thinking*, Oxford, Oxford University Press
- Morecroft, J. (2007) *Strategic Modelling and Business Dynamics (A feedback systems approach)*, Chichester, Wiley
- Morin, E. (1977) *La methode*, Paris, Seuil
- Moss, P. A. (2005) Understanding the other/understanding ourselves: Toward a constructive dialogue about 'principles' in educational research. *Educational Theory*, 55, 263-283
- Motiwalla, L. F. (2007) Mobile learning: A framework and evaluation. *Computers & Education*, 49, 581-596.
- Motteram, G. (2006) Blended education and the transformation of teachers: a long-term case study in postgraduate UK Higher Education. *British Journal of Educational Technology*, 37, 17-30
- Muetzelfeldt, M. (1992) Organisational restructuring and devolutionist doctrine: Organisation as strategic control. IN MARCEAU, J. (Ed.) *Reworking the world: Organisations, Technologies and cultures in Comparative Perspective*. New York, deGruyter
- Mulej, M. & Potocan, V. (2007) Requisite holism – precondition of reliable business information. *Kybernetes*, 36
- Mulej, N., Kajzer, S., Potocan, V., Rosi, B. & Knez-Riedl, J. (2006) Interdependence of systems theories – potential innovation supporting innovation. *Kybernetes*, 35

- Myung, J., Balasubramanian, V. & Pitt, M. A. (2000) Counting probability distributions: Differential geometry and model selection. *Proceedings of the National Academy of Science*.
- Nachmias, R., Mioduser, D., Cohen, A., Tubin, D. & Forkosh-Baruch, A. (2004) Factors Involved in the Implementation of Pedagogical Innovations Using Technology. *Education and Information Technologies*, 9, 291-308
- Nachmias, R., Mioduser, D. & Shemla, A. (2001) Information and Communication Technologies Usage by Students in an Israeli High School: Equity, Gender, and Inside/Outside School Learning Issues. *Education and Information Technologies*, 6, 43-53
- Naeve, A. (2001) The concept browser-a new form of knowledge management tool. *Second European web-based Learning Environment Conference*. Lund, Sweden.
- Nicholson, P. (1995) *A curriculum for teachers or for learning?*, London, IFIP and Chapman and Hall
- Nicholson, P. (1999) Learning with the media of their time. *Education and Information Technologies*, 4, 103-104. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009615601335>
- Nicholson, S. A. & Bond, N. (2003) Collaborative Reflection and Professional Community Building An Analysis of Preservice Teachers' Use of an Electronic Discussion Board. *Journal of Technology and Teacher Education* 11, 259-79
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, New York, Oxford University Press
- Nordkvelle, Y. T. (2005) Visions for ICT, Ethics and the Practice of Teachers. *Education and Information Technologies*, 10, 21-32
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2004) Building on new constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education. *First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2004) *CmapTools: The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool*, Technical Report IHMC CmapTools, Institute for Human and Machine Cognition
- Novak, J. D. & Gowin, D. (1984) *Learning How to Learn*, New York, Cambridge University Press
- Novak, J. D. & J., C. A. (2006) *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*, Pensacola, FL, Florida Institute for Human and Machine Cognition
- Nyström, C. (2006) Design Rules for Intranets According to the Viable System Model. *Systemic Practice and Action Research*, 19, 523-535
- Ogata, H., Matsuura, K. & Yano, Y. (2007) Supporting awareness in distributed collaborative learning environments. *The Role of Technology in CSCL*
- Okan, Z. (2003) Edutainment: is Learning at Risk. *British Journal of Educational Technology*, 34, 255-264
- Oliver, K. M. & Hannafin, M. J. (2001) Developing and refining mental models in open-ended learning environments a case study. *Educational Technology Research and Development* 49 5-32
- Olsson, M.-O. (2005) Schools of Systems Thinking - Development Trends in Systems Methodology. *Systems Approaches and Their Application*, Springer Netherlands
- Omale, N., Hung, W.-C., Luetkehans, L. & Cooke-Plagwitz, J. (2009) Learning in 3-D multiuser virtual environments Exploring the use of unique 3-D attributes for online problem-based learning. *British Journal of Educational Technology* 40, 480-95
- Osberg, D. & Biesta, G. (2007) The emergent curriculum: Navigating a complex course between unguided learning and planned enculturation. *Journal of Curriculum Studies*, 40(3), 313-328
- Osberg, D., Biesta, G. & Cilliers, P. (2008) From Representation to Emergence: Complexity's challenge to the epistemology of schooling. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1) 213-227

- Osberg, D. & Biesta, G. J. J. (2007) Beyond presence: Epistemological and pedagogical implications of 'strong' emergence. *Interchange*, 38, 31-51
- Osterman, K. F. (1990) Reflective practice: A new agenda for education. *Education and Urban Society*, 22, 133-152
- Palincsar, A. S., Magnusson, S. J., Marano, N., Ford, D. & Brown, N. (1998) Designing a community of practice Principles and practices of the GIsML community. *Teaching and Teacher Education*, 14, 5-19
- Palloff, M. & Pratt, K. (1999) *Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom*, San Francisco, CA, Jossey-Bass
- Palloff, R. & Pratt, K. (1999) *Building Learning Communities in Cyberspace. Effective strategies for the online classroom*, San Francisco, Jossey-Bass Publishers. <http://www.online2.org/wksp-projects/NCCE2004/resources-originals/bldg-learning-communities-cyberspace-notes.doc>
- Panayotopoulos, A. & Assimakopoulos, N. (1987) Problem structuring in a hospital. *European Journal of Operational Research*
- Pangaro, P. (1978) *An Examination and Confirmation of a Macro Theory of Conversations through A Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation*, Department of Cybernetics, Brunel University
- Pangaro, P. (1993) Pask as a Dramaturg. *Systems Research*, 10
- Pangaro, P. (2007) The Past-Future of Cybernetics: Conversations, Von Foerster, and the BCL. IN MILLER, A. (Ed.) *An Unfinished Revolution? Heinz von Foerster and the Biological Computer Laboratory 1958 - 76*. Lawrence Erlbaum
- Pangaro, P. (2008) *Handbook of Conversation Design for Instructional Applications*, ICI Global Publishers.
- Papert, S. (1997) Review: Why School Reform is Impossible (with Commentary on O'Shea's and Koschmann's Reviews of "The Children's Machine"). Lawrence Erlbaum Associates (Taylor & Francis Group).
- Parr, J. & Ward, L. (2006) Building on Foundations: Creating an Online Community. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 14, 775-793
- Parr, J. M. (2005) review of the literature on computer-assisted learning, particularly integrated learning systems, and outcomes with respect to literacy and numeracy.
- Parsons, T. (1967) *Sociological theory and modern society*, New York, Free Press
- Pask, G. (1976) *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*, New York, Elsevier
- Pask, G. (1984) Review of Conversation Theory and a Protologic (or Protolanguage) Lp *ECTJ*, 32, 3-40
- Pask, G. (1996) Heinz von Foerster's Self Organisation Theory, the progenitor of Conversation and Interaction Theories *Systems Research*, 13, 349-362
- Pearson, J. (2006) Investigating ICT using problem-based learning in face-to-face and online learning environments. *Computers & Education*, 47, 56-73
- Pearson, M. (2005) Splitting Clips and Telling Tales: Students Interactions with Digital Video. *Education and Information Technologies*, 10, 189-205. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-005-3000-0>
- Pearson, M. & Naylor, S. (2006) Changing contexts: Teacher professional development and ICT pedagogy. *Education and Information Technologies*, 11, 283-291
- Pearson, M. & Somekh, B. (2003) Concept-Mapping as a Research Tool: A Study of Primary Children's Representations of Information and Communication Technologies (ICT). *Education and Information Technologies*, 8, 5-22

- Peccei (1969) *The Chasm Ahead*, Toronto, The Macmillan
- Pedersen, J. (2004) Project Work in the Paperless School: A Case Study in a Swedish Upper Secondary Class. *Education and Information Technologies*, 9, 333-343
- Peery, A. B. (2004) *Deep change: Professional development from the inside out*, Lanham, MD:, ScarecrowEducation
- Pennington, T. & Graham, G. (2002) Exploring the Influence of a Physical Education Listserv on K-12 Physical Educators. *Journal of Technology and Teacher Education* 10, 383-405
- Persianis, P. (1991) *Studies and Essays on the Education of Cyprus*, Nicosia, Pedagogical Institute
- Petkova, O. & Petkov, D. (2003) A holistic approach towards the validation and legitimisation of information systems. *Kybernetes*, 32. <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/03684920210443798>
- Phelps, R., Hase, S. & Ellis, A. (2005) Competency, capability, complexity and computers: exploring a new model for conceptualising end-user computer education. *British Journal of Educational Technology*, 36, 67-84
- Pickering, A. (2002) *Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask*. Sage Publications, Ltd.
- Pickering, A. (2005) Asian Eels and Global Warming: A Posthumanist Perspective on Society and the Environment. *Ethics & the Environment*, 10, 29-43
- Plomp, T., Pelgrum, W. & Law, N. (2007) SITES2006—International comparative survey of pedagogical practices and ICT in education. *Education and Information Technologies*, 12, 83-92
- Popper, K. R. (1959) *The Logic of Scientific Discovery*, New York, Harper
- Pozzi, F., Manca, S., Persico, D. & Sarti, L. (2007) A general framework for tracking and analysing learning processes in computer-supported collaborative learning environments. Routledge.
- Preece, J. (2000) *Online communities: Designing usability, support sociability*, Chichester, John Wiley & Sons
- Prigogine, I. (1980) *From Being to Becoming*, San Francisco, W.H. Freeman
- Psycharis, S. (2008) The relationship between task structure and collaborative group interactions in a synchronous peer interaction collaborative learning environment for a course of Physics. *Educ Inf Technol*, 13, 119-128
- Putnam, R. T. & Borko, H. (2000) What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29, 4-15
- Quade, E. S. a. B., W.I. (1968) *Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defence*, New York, Elsevier
- Raynolds, D., Treharne, D. & Tripp, H. (2003) ICT to the hopes and the reality. *British Journal of Educational Technology*, 34, 151-176
- Reeves, T. C., Herrington, J. & Oliver, R. (2005) A Development Research Agenda for Online Collaborative Learning. *Educational Technology Research and Development*, 52, 53-64
- Rescher, N. (1977) *Methodological Pragmatism*, Oxford, Basil Blackwell
- Richardson, G. P. (1991) *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory.*, Philadelphia, PA, University of Pennsylvania Press
- Robertson, J. (2002) The ambiguous embrace: twenty years of IT (ICT) in UK primary schools.
- Robey, D. (1975) *Classroom Cybernetics*. Lawrence Erlbaum Associates (Taylor & Francis Group).

- Roblyer, M. D. & Knezek, G. A. (2003) New Millennium Research For Educational Technology A Call for a National Research Agenda. *Journal of Research on Technology in Education* 36, 60-71
- Rogers, J. (2000) Communities of Practice: A framework for fostering coherence in virtual learning communities. *Educational Technology & Society* 3
- Rogers, J. (2005) Competency-based assessment and cultural compression in medical education: lessons from educational anthropology.
- Rosen, R. (1979) Old Trends and New Trends in General Systems Research. *International Journal of General Systems*, 5, 173-184
- Rosenblueth, A., Wiener, N. & Bigelow, J. (1943) Behavior, Purpose and Teleology. *Philosophy of Science*, 10, 18-24
- Rosenhead, J. (1986) Custom and practice. *Journal of the Operational Research Society*, 37, 335-343
- Ruopp, R., Pfister, M., Drayton, B. & Gal, S. (1993) Supporting teachers with telecommunication: The lab network. *Journal of Research in Rural Education and Urban Society*, 9, 2-19
- Rushby, N. (2005) Editorial: Where are the new paradigms? *British Journal of Educational Technology*, 36, 359-360
- Ruthven, K., Hennessy, S. & Brindley, S. (2004) Teacher representations of the successful use of computer-based tools and resources in secondary-school English, mathematics and science. *Teaching and Teacher Education*, 20, 259-275
- Sallis, E. & Jones, G. (2002) *Knowledge Management in Education: Enhancing Learning & Education*, Sterling, VA, Stylus Publishing Inc
- Salomon, G. (1991) Transcending the qualitative-quantitative debate: The analytic and systemic approaches to educational research. *Educational Researcher*, 20, 10-18
- Sancho, J. (2005) Virtual Geographies of Educational Change: The More Complex the Problems the Simpler the Answers. *Social Geographies of Educational Change*
- Savage, J. K. (2006) In-training assessment (ITA): designing the whole to be greater than the sum of the parts.
- Schlager, M. S. & Fusco, J. (2003) Teacher professional development, technology, and communities of practice: Are we putting the cart before the horse? *The Information Society*, 19, 203-220
- Schlager, M. S., Fusco, J. & Schank, P. (2002) Evolution of an online education community of practice. IN K.A. R. & W., S. (Eds.) *Building virtual communities: Learning and change in cyberspace*. Cambridge, UK, Cambridge University Press
- Schoenfeld, A. (1999) The core, the canon, and the development of research skills. IN LAGEMANN, E. & SHULMAN, L. (Eds.) *Issues in education research: Problems and possibilities*. San Francisco, CA, Josey-Bass
- Schuurman J. G. & Veermans, K. (2001) Conversation and research. *Kybernetes*, 30
- Schwandt, T. (2005) A diagnostic reading of scientifically based research for education. Theory. *Educational Theory*, 55, 285-305
- Schwaninger, M. (1990) Embodiments of organizational fitness: The Viable System Model (VSM) as a guide. *Systemic Practice and Action Research*, 3, 249-264
- Schwaninger, M. (2001) System theory and cybernetics: A solid basis for transdisciplinarity in management education and research. *Kybernetes*, 30
- Schwaninger, M. (2007) Optimal structures for social systems. *Kybernetes*, 36

- Sclater, N., Grierson, H., Ion, W. J. & MacGregor, S. P. (2001) Online collaborative design projects: overcoming barriers to communication. *International Journal of Engineering Education* 17
- Scott, B. (2000) Organizational Closure and Conceptual Coherence.
- Scott, B. (2001) Gordon Pask's Conversation Theory: A Domain Independent Constructivist Model of Human Knowing. *Foundations of Science*, 6, 343-360
- Scott, B., Shurville, S., Maclean, P. & Cong, C. (2007) Cybernetic principles for learning design. *Kybernetes*, 36. <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/03684920710827445>
- Scott, T., Cole, M. & Engel, M. (1992) Computers and Education: A Cultural Constructivist Perspective. American Educational Research Association.
- Seddon, K., Skinner, N. & Postlethwaite, K. (2008) Creating a model to examine motivation for sustained engagement in online communities. *Education and Information Technologies*, 13, 17-34
- Selwyn, N. & Gorard, S. (2003) Reality bytes: examining the rhetoric of widening educational participation via ICT. *British Journal of Educational Technology*, 34, 169-181
- Senge, P. (1990) *The Fifth Discipline: The Art & Practice of the Learning Organization*, New York, Doubleday Business
- Senge, P. (1994) *The Fifth Discipline Fieldbook*, New York, New York
- Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J. & Kleiner, A. (2000) *Schools That Learn: A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education*. New York, Doubleday.
- Servon, L. J. & Nelson, M. K. (2001) Community Technology Centers and the Urban Technology Gap.
- Shaikh, A. N. & Macauley, L. (2001) Integrating groupware technology into a learning environment. *Association for Learning Technology Journal* 9, 47-63
- Shannon, C. E. (1948) The mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423
- Shapley, H. (1949) Cosmic Science and the Social Order. American Association for the Advancement of Science.
- Sharda, R., Frankwick, G. L. & Turetken, O. (1999) Group Knowledge Networks: A Framework and an Implementation. *Information Systems Frontiers*, 1, 221-239
- Sharratt, M. & Usoro, A. (2003) Understanding knowledge-sharing in online communities of practice. *Electronic Journal on Knowledge Management*, 1, 187-196
- Shavelson, R. & Dempsey-Atwood, N. (1976) Generalizability of measures of teaching behavior. *Review of Educational Research*, 46, 553-611
- Shavelson, R. J. & Towne, L. (2002) *Scientific research in education* Washington, D.C., National Academies Press
- Sheard, J., Ceddia, J., Hurst, J. & Tuovinen, J. (2003) Inferring Student Learning Behaviour from Website Interactions: A Usage Analysis. *Education and Information Technologies*, 8, 245-266
- Shen, R., Richardson, R. & Fox, E. A. (2003) Concept maps as visual interfaces to digital libraries: summarization, collaboration, and automatic generation.
- Sherry, L. & Chiero, R. (2004) Project TALENT Infusing Technology in K-12 Field Placements Through a Learning Community Model. *Journal of Technology and Teacher Education* 12, 265-97
- Simon, E. (1965) *General Education in a Changing World*. Springer.
- Simon, H. A. (1957) *Models of Man : Social and Rational*, London, Wiley

- Simon, H. A. (1962) The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106
- Sinclair, M. (2003) Reflections on Complexity Theory and Technology: Experiences in Three Mathematics Lab-Classrooms *Complexity Science and Educational Research Conference*. Edmonton, Canada.
- Singer, A. (1959) *Experience and Reflection*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press
- Skinner, B. F. (1964) New Methods and New Aims in Teaching. *New Scientist*, 122, 483-484
- Skyrme, D. (2001) *Capitalizing on Knowledge: From E-business to K-business*, Butterworth-Heinemann
- Slay, H. & al., e. (2008) Interactive whiteboards: Real beauty or just “lipstick”? *Computers & Education*, In press
- Sloep, P. B., van Bruggen, J., Tattersall, C., Vogten, H., Koper, R., Brouns, F. & van Rosmalen, P. (2006) Innovating education with an educational modelling language: two case studies. Routledge.
- Slotte, V., Wangel, M. & Lonka, K. (2001) Information technology in medical education: a nationwide project on the opportunities of the new technology.
- Smeets, E. (2005) Does ICT contribute to powerful learning environments in primary education? *Computers & Education*, 44, 343-355
- Smeyers, P. & Depaepe, M. (2003) *Beyond empiricism. On criteria for educational research*, Leuven, Leuven University Press
- Smeyers, P. & Depaepe, M. (2003) *Educational Research: Why ‘What Works’ Doesn’t Work*, Dordrecht, Springer
- Smith, H. L. & Waters, R. (2005) Employment mobility in high-technology agglomerations: the cases of Oxfordshire and Cambridgeshire.
- Smith, K., Clegg, S., Lawrence, E. & Todd, M. J. (2007) The challenges of reflection: students learning from work placements. Routledge.
- Smithson, M. (1988) *Ignorance and Uncertainty. Emerging Paradigms*, New York, Springer-Verlag
- Snyder, I. (2000) Literacy and technology studies: past, present, future. *The Australian Educational Researcher*, 27, 97-120
- Spa, M. v. d. (2004) Cyber-Communities Idle Talk or Inspirational Interaction? *Educational Technology Research and Development* 52, 97-105
- Stacey, E. (2002) Social Presence Online: Networking Learners at a Distance. *Education and Information Technologies*, 7, 287-294
- Stacey, E. & Gerbic, P. (2007) Teaching for blended learning—Research perspectives from on-campus and distance students. *Education and Information Technologies*, 12, 165-174
- Standish, P. (1997) Heidegger and the Technology of Further Education.
- Steele, D. J., Johnson Palensky, J. E., Lynch, T. G., Lacy, N. L. & Duffy, S. W. (2002) Learning preferences, computer attitudes, and student evaluation of computerised instruction.
- Stefanov, K., Dicheva, D., Nikolov, R. & Djakova, I. (1998) User Interfaces for a Virtual Learning Environment: Two Study Cases. *Education and Information Technologies*, 3, 307-319. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009657800917>
- Sterling, S. (2003) *Whole Systems Thinking as a Basis for paradigm Change in Education* Bath, University of Bath

- Sterman, J. D. (2000) *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, New York, Irwin/McGraw-Hill
- Stevenson, H. J. (2004) Teachers' Informal Collaboration Regarding Technology. *Journal of Research on Technology in Education* 37, 129-144
- Stevenson, I. (1998) Radical Constructivism. Ernst von Glasersfeld. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 93-104
- Stewart, B. L., Norwood, M., Ezell, S. & Waight, C. (2006) Case study: collaborative creation of an on-line degree program. Routledge.
- Stewart, G. B. (1997) Part I: Toward a System of Educational Engineering for Traditional Class Elements: A Case Study in an Introductory Physics Course. *Journal of Science Education and Technology*, 6, 173-191. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022575606713>
- Stone, L. (2006) From Technologization to Totalization in Education Research: US Graduate Training, Methodology, and Critique.
- Stone, L. (2006) Kuhnian Science and Education Research: Analytics of Practice and Training. IN SMEYERS, P. & M., D. (Eds.) *Educational Research: Why 'What Works' Doesn't Work*. Dordrecht, Springer
- Strijbos, S. (2006) The Idea of a Systems Ethics. *In Search of an Integrative Vision for Technology*. http://dx.doi.org/10.1007/0-387-32162-4_12
- Szulanski, G. (1996) Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm. *Strategic Management Journal*, 17, 27-44
- Tagg, B. (1995) The impact of government initiatives on IT education in UK schools. *Computer Education*, 5-9
- Tait, B. (2008) Object Orientation in Educational Software. *Innovations in Education and Teaching International*, 34, 167-173
- Taylor, C. (1989) *Sources of the self: The making of modern identity*, New York, Harvard University Press
- Taylor, R. G., Peltsverger, B. W. & Vasu, M. L. (1997) The nature of virtual organizations and their anticipated social and psychological impacts. *Education and Information Technologies*, 2, 347-360
- Taylor, W. (1983) *The Crisis of Confidence in Teacher Education: An International Perspective*. Taylor & Francis, Ltd.
- Tearle, P. (2003) ICT implementation: what makes the difference? *British Journal of Educational Technology*, 34, 567-583
- Teo, H. (2003) Evaluating information accessibility and community adaptivity features for sustaining virtual learning communities. *Int. J. Human-Computer Studies*, 59, 671 – 697
- Tergan, S.-O. (2005) Digital Concept Maps for Managing Knowledge and Information. *Knowledge and Information Visualization*. http://dx.doi.org/10.1007/11510154_10
- Tergan, S.-O., Graber, W. & Neumann, A. (2006) Mapping and managing knowledge and information in resource-based learning. Routledge.
- Thirunarayanan, M. O. & Perez-Prado, A. (2002) Comparing Web-based and classroom-based learning a quantitative study. *Journal of Research on Technology in Education* 34 131-7
- Thomas, F. N., Waits, R. A. & Hartsfield, G. L. (2007) The influence of Gregory Bateson: legacy or vestige? *Kybernetes*, 36
- Thomas, G. (2001) Toward Effective Computer Use in High School Science Education: Where to from Here? *Education and Information Technologies*, 6, 29-41

- Timon Paul, B. (2005) Observing observers. Von Foerster, Luhmann, and management thinking. *Kybernetes*, 34
- Torgerson, C. J. & Elbourne, D. (2002) A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of information and communication technology (ICT) on the teaching of spelling.
- Triantafyllakos, G. N., Palaigeorgiou, G. E. & Tsoukalas, I. A. (2008) We!Design A student-centred participatory methodology for the design of educational applications. *British Journal of Educational Technology v. no. (January)* 39, 125-39
- Trimmer, J. D. (1949) Instrumentation and Cybernetics. American Association for the Advancement of Science.
- Trist, E., Higgin, G. W., Murray, H. & Pollock, A. B. (1963) *Organizational Choice*, London, Tavistock
- Trist, E. L. & Bamforth, K. W. (1951) Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting. *Human Relations*, 4, 38
- Trohler, D. (2003) Stability or Stagnation, or Why the School is not the Way Reformers Would Like. *Encounters in Education*, 9, 3-15
- Tsai, C. (2004) Beyond cognitive and metacognitive tools: the use of the Internet as an 'epistemological' tool for instruction. *British Journal of Educational Technology*, 35, 525-536
- Tsai, C.-C. (2001) Collaboratively developing instructional activities of conceptual change through the Internet: Science teachers' perspectives.
- Tselios, N. K., Avouris, N. M. & Kordaki, M. (2002) Student Task Modeling in Design and Evaluation of Open Problem-Solving Environments. *Education and Information Technologies*, 7, 17-40. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1015306507126>
- Tsoukas, H. (1992) Postmodernism, Reflexive Rationalism and Organizational Studies: A Reply to Martin Parker. *Organization Studies*, 13, 643-649
- Turchin, V. (1977) *The Phenomenon of Science*, New York, Columbia University Press
- Ulrich, W. (1983) *Critical Heuristics of Social Planning: A New Approach to Practical Philosophy.*, Berne, Haupt
- Umpleby, S. (2001) What Comes after Second Order Cybernetics? . *Cybernetics and Human Knowing*, 8 87-89
- Underwood, J., Smith, H., Luckin, R. & Fitzpatrick, G. (2008) E-Science in the classroom - Towards viability. *Computers & Education*, 50, 535-546
- Underwood, J. D. M. (1997) Integrated learning systems: where does the management take place? *Education and Information Technologies*, 2, 275-286
- Usher, R. & Edwards, R. (2007) The Language Games of Lifelong Learning. *Lifelong Learning – Signs, Discourses, Practices*.
- Usluel, Y. K. (2007) Can ICT usage make a difference on student teachers' information literacy self-efficacy. *Library & Information Science Research*, 29, 92-102.
- Vallacher, R. & Nowak, A. (1994) *Dynamical systems in social psychology*, New York, Academic Press
- Van Alstyne, G. (2000) Cybernetics, modernism and pleasure in www.moma.org.
- van der Rhee, B., Verma, R., Plaschka, G. R. & Kickul, J. R. (2007) Technology Readiness, Learning Goals, and eLearning: Searching for Synergy.
- van Eijl, P. J., Pilot, A. & Voogd, P. d. (2005) Effects of Collaborative and Individual Learning in a Blended Learning Environment. *Education and Information Technologies*, 10, 51-65

- van Merriënboer, J. J. G. & Brand-Gruwel, S. (2005) The pedagogical use of information and communication technology in education: a Dutch perspective. *Computers in Human Behavior*, 21, 407-415
- Van Merriënboer, J. J. G. & Kirschner, P. A. (2001) Three worlds of instructional design: State of the art and future directions. *Instructional Science*, 29, 429-441
- van Rooij, S. (2007) Open Source software in US higher education: Reality or illusion? *Education and Information Technologies*, 12, 191-209
- van Weert, T. (2006) Education of the twenty-first century: New professionalism in lifelong learning, knowledge development and knowledge sharing. *Education and Information Technologies*, 11, 217-237
- van Weert, T. J. & Pilot, A. (2003) Task-Based Team Learning with ICT, Design and Development of New Learning. *Education and Information Technologies*, 8, 195-214
- Vandenberg, A. (2005) Learning How to Engage Students Online in Hard Times. *Education and Information Technologies*, 10, 33-49
- Vanderstraeten, R. (2000) Luhmann on Socialisation and Education *Educational Theory*, 50
- Vanderstraeten, R. (2001) Observing Systems: a Cybernetic Perspective on System/Environment Relations.
- Veen, W., Hogenbirk, P. & Jansen, F. (1995) *The implementation of communication and information technologies in teacher education in the Netherlands*, France, UNESCO
- Velle, L., McFarlane, A. & Brawn, R. (2003) Knowledge Transformation through ICT in Science Education: a Case Study in Teacher-driven Curriculum Development: Case-Study 1. *British Journal of Educational Technology*, 34, 183-199
- Vickers, G. (1970) *Freedom in a Rocking Boat: Changing Values in an Unstable Society*, Hannonsworth, Penguin
- Vickers, G. (1984) Human Systems are Different *Business Horizons*, 27
- Vidou, G., Dieng-Kuntz, R., Ghali, A., Evangelou, C., Giboin, A., Tifous, A. & Jacquemart, S. (2006) Towards an Ontology for Knowledge Management in Communities of Practice. *Practical Aspects of Knowledge Management*
- Virvou, M. & Alepis, E. (2005) Mobile educational features in authoring tools for personalised tutoring. *Computers & Education*, 44, 53-68
- Vonderwell, S. (2003) An examination of asynchronous communication experiences and perspectives of students in an online course: a case study. *The Internet and Higher Education*, 6, 77-90
- Vosniadou, S. (2002) Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. IN SINATRA, G. M. & PINTRICH, P. R. (Eds.) *Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- Vosniadou, S. (2002) Mental Models in Conceptual Development. IN MAGNANI, L. & NERSESSIAN, N. (Eds.) *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*. New York
- Vygotsky, L. S. (1978) *Mind and Society: the Development of Higher Psychological Processes*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- Waltonen-Moore, S., Stuart, D. & Newton, E. (2006) From Virtual Strangers to a Cohesive Online Learning Community: The Evolution of Online Group Development in a Professional Development Course. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 14, 287-311
- Watson, D., Blakeley, B. & Abbott, C. (1998) Researching the use of communication technologies in teacher education. *Computers & Education*, 30, 15-21

- Watson, D. M. (2001) Pedagogy before Technology: Re-thinking the Relationship between ICT and Teaching. *Education and Information Technologies*, 6, 251-266
- Watson, D. M. & Tinsley, D. (1995) *Integrating Information Technology into Education*, London, Chapman and Hall
- Weaver, W. (1948) Science and complexity. *American Scientist*, 36, 536-544
- Webb, H. W., Gill, G. & Poe, G. (2005) Teaching with the Case Method Online: Pure Versus Hybrid Approaches.
- Webb, M. E. (2002) Pedagogical Reasoning: Issues and Solutions for the Teaching and Learning of ICT in Secondary Schools. *Education and Information Technologies*, 7, 237-255.
- Wegner, E. (1998) *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*, Cambridge, Cambridge University Press
- Weideman, M. & Kritzing, W. (2003) Concept Mapping--a proposed theoretical model for implementation as a knowledge repository.
- Weinberg, G. M. (1972) *A computer approach to general systems theory*, New York, Wiley-Interscience
- Weiss, H. (1949) Human Relations in Industry. From Ernst Abbe to Karl Mannheim.
- Weiss, P. (1977) *First considerations*, Southern Illinois University Press
- Weiss, P. A. (1969) *The living system: Determinism stratified*, London, Koestler A., J R Smithies
- Weiss, P. A. (1977) The system of nature and the nature of systems: Empirical holism and practical reductionism harmonized. IN SCHAEFER, K., HENSEL, H. & BRADY, R. (Eds.) *A New Image of Man in Medicine, Vol. I: Towards a Man-Centered Medical Science*. Futura
- Welk, A., Rosin, M., Seyer, D., Splieth, C., Siemer, M. & Meyer, G. (2005) German dental faculty attitudes towards computer-assisted learning and their correlation with personal and professional profiles.
- Wendel, A. R. (2005) On being cybernetic. *Kybernetes*, 34
- Wene, C. (2007) Technology learning systems as non-trivial machines. *Kybernetes*, 36
- Wenger, E. (1998) *Communities of practice: learning, meaning, and identity.*, Cambridge University Press.
- Wenger, E. & Snyder, W. (2000) Communities of practice: the organizational frontier. *Harvard Business Review*, Jan -Feb, 139-145
- Werner, S. (2004) Observing experiences with the VSM. *Kybernetes*, 33
- West, R. E. & Graham, C. R. (2007) Communities of networked expertise. *Educational Technology Research and Development* 55, 391-3
- Weston, T. (2004) Formative Evaluation for Implementation: Evaluating Educational Technology Applications and Lessons. *The American Journal of Evaluation*, 25, 51-64
- Wheatley, M. (1992) *Leadership and the new Science: Learning about Organisations from an Orderly Universe* San Francisco, Berrett-Koehler
- Whitaker, R. (2007) Informing design praxis via 2nd-order cybernetics. *Kybernetes*, 36
- Whyte, W., Greenwood, D.J. and Lazes, P. (1991) *Participatory action research: Through practice to science in social research.*, London, Sage
- Wiener, N. (1948) *Cybernetics: Or the Control and Communication in the Animal and the Machine* Cambridge Ma., MIT Press

- Wiener, N. (1950) *Communication: Cybernetics*. American Academy of Arts & Sciences.
- Wiener, N. (1950) *Cybernetics*. American Academy of Arts & Sciences.
- Wijekumar, K., Meyer, B., D., W. & Ferguson, L. (2006) Technology affordances: the 'real story' in research with K-12 and undergraduate learners. *British Journal of Educational Technology*, 37, 191-209
- Wilson, B. G. (2005) Theory and method as tools: reflections on research on the pedagogical uses of ICT in education. *Computers in Human Behavior*, 21, 541-546
- Wilson, F. (1999) Cultural control within the virtual organisation. *The Sociological Review*,
- Wilson, R. J. & Rees, R. (1990) *The Ecology of Assessment: Evaluation in Educational Settings*. Canadian Society for the Study of Education.
- Wittgenstein, L. (1953) *Philosophical Investigations*, Oxford, Basil Blackwell
- Wolfram, L. (2005) Systemics: the social aspects of cybernetics. *Kybernetes*, 34
- Wood, R. & Ashfield, J. (2008) The use of the interactive whiteboard for creative teaching and learning in literacy and mathematics a case study. *British Journal of Educational Technology* 39, 84-96
- Wu, C.-C., Lee, G. & Lai, H.-K. (2004) Using Concept Maps to Aid Analysis of Concept Presentation in High School Computer Textbooks. *Education and Information Technologies*, 9, 185-197
- Yang, C. & Yen, H. (2007) A viable systems perspective to knowledge management. *Kybernetes*, 36
- Yang, F., Krämer, B. & Han, P. (2007) *Common-interest Based Self-organising E-Learner Communities*. Studies in Computational Intelligence, Berlin, Springer
- Yang, Y. & Chou, H. (2008) Beyond critical thinking skills: Investigating the relationship between critical thinking skills and dispositions through different online instructional strategies. *British Journal of Educational Technology*, 39, 666-684
- Yolles, M. (2003) The political cybernetics of organisations. *Kybernetes*, 32
- Yolles, M. (2006) *Organizations as Complex Systems An Introduction to Knowledge Cybernetics*, Charlotte, NC, IAP
- Yolles, Y. (2004) Implications for Beer's ontological system/metasystem dichotomy. *Kybernetes*, 33
- Young, M. F. (1993) Instructional design for situated learning. *Educational Technology Research & Development*, 41, 43-58
- Young, P. A. (2008) Integrating Culture in the Design of ICTs. *British Journal of Educational Technology* 39, 6-17
- Younie, S. (2006) Implementing government policy on ICT in education: Lessons learnt. *Education and Information Technologies*, 11, 385-400
- Yuen, K.-M. & Hau, K.-T. (2006) *Constructivist teaching and teacher-centred teaching: a comparison of students' learning in a university course*. Routledge.
- Zeeuw, d. (1995) Values, science and the quest for demarcation. *Systems Research*, 15-24
- Zeeuw, G. d. (1993) Distributive Methodology: The Case for Supportive Inquiry. IN GLANVILLE, R. & ZEEUW, G. D. (Eds.) *Problems of Values and Invariants*,. Amsterdam, Thesis Publishers
- Zeigler, B. P. (1976) *Theory of Modelling and Simulation*, New York, John Wiley
- Zeleny, M. (1980) *Autopoiesis, Dissipative Structures, and Spontaneous Social Orders*, Boulder, Colorado, Westview Press

- Zhao, Y. & Frank, K. A. (2003) Factors affecting technology uses in schools: An ecological perspective. *American Educational Research Journal of Computer Assisted Learning*, 40, 807-840
- Zhao, Y. & Rop, S. (2001) A Critical Review of the Literature on Electronic Networks as Reflective Discourse Communities for Inservice Teachers. *Education and Information Technologies*, 6, 81-94
- Zhong, Y. X. & Shen, H. Z. (2002) Where is the technology-induced pedagogy? Snapshots from two multimedia EFL classrooms.
- Zimitat, C. (2007) Capturing community of practice knowledge for student learning. Routledge.
- Zimmer, B. (2001) Practicing What We Teach in Teaching Systems Practice: The Action–Learning Cycle. *Systemic Practice and Action Research*, 14, 697-713
- Zimmer, R. S. (2001) Variations on a String Bag. Using Pask's Principles for practical course Design *Kybernetes*, 30
- Zolingen, S., Streumer, J. N., de Jong, R. & R. van der Klink, M. (2000) *Implementing on-the-job training: critical success factors.*, *International Journal of Training and Development* 4(3), 208-16
- Ασημακόπουλος, Ν. (2008) *Εικονικές Επιχειρήσεις*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν. (2008) *Προσομοίωση*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν. (2008) *Συστημική Ανάλυση*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Αγγελής, Γ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007) Επισκόπηση των Μεθοδολογιών, των Γλωσσών και των Εργαλείων για την Ανάπτυξη Οντολογιών. "Νέα Αγορά" και νέες τεχνολογίες: *Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική*, Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Αγγελής, Γ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007) Οι Οντολογίες ως Εργαλείο της Συστημικής Ανάλυσης - Η Συστημική Ανάλυση ως εργαλείο για το Σχεδιασμό Οντολογιών. "Νέα Αγορά" και νέες τεχνολογίες: *Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική*. Χίος, Πειραιάς ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2007) Ένα Γενικευμένο Δυναμικό Μοντέλο Ισορροπημένης Στοχοθεσίας για τη Μετάβαση στο Ηλεκτρονικό Επιχειρείν. "Νέα Αγορά" και νέες τεχνολογίες: *Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική* Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Οικονομοπούλου, Κ. (2006) Διεπιστημονική Συνεργασία μεταξύ των Ερευνητικών Ομάδων του Πανεπιστημίου Πειραιώς: Προβλήματα & Προοπτικές. *Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών*. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Ασημακόπουλος, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008) Συστημικό Αρχέτυπο, Συστημικός Μετα-Σχεδιασμός, Συστημικές Πολυ-Μεθοδολογίες και το Αρχέτυπο του Αγίου. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Ασημακόπουλος, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2009) Σχεδιασμός και υλοποίηση συλλογικού μαθησιακού πράκτορα: εικονικές κοινότητες συνεργασίας και μάθησης εκπαιδευτικών. *From Systemic Thinking to Systems Design and Systems Practice*. Ξάνθη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Θράκης
- Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2005) Η Συστημική Σκέψη και η Συστημική Δυναμική στην Ανάλυση Διαδικασιών Μάθησης. *Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2006) Από την Ατομική στη Δικτυακή Γνώση: Μια Συστημική Προσέγγιση των Οντολογιών. *Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών*. Χίος ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

- Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2006) Ο Ρόλος της Συστημικής Ανάλυσης και του Συστημικού Αναλυτή στους σύγχρονους Δικτυακούς Οργανισμούς. *Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών*. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2007) Δυναμική Μοντελοποίηση και Προσομοίωση με το VIS Σύστημα VENSIM PLE. "Νέα Αγορά" και νέες τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Θεοχαρόπουλος, Ι., Μπίλλα, Π. & Δημητρίου, Ν. (2007) Προετοιμάζοντας τον Πολίτη της Νέας Αγοράς: Προοπτικές Εισόδου της Συστημικής Σκέψης στην Ελληνική Εκπαίδευση. "Νέα Αγορά" και νέες τεχνολογίες: Συστημικές Δομές, Ευρυζωνικότητα και Κοινωνική Δυναμική. Πειραιάς, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ασημακόπουλος, Ν., Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2006) Συστημική Προσέγγιση στη Δημιουργία Δικτύου Ανταλλαγής Λαογραφικού Υλικού. *Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών*. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Παπούλια, Κ., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Αγγελής, Γ. (2008) Οντολογική Σύνθεση Συστημικών Πολυ-Μεθοδολογιών. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Ασημακόπουλος, Ι., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2006) Συστήματα Ανάπτυξης Δικτύου Ερευνητικών Ομάδων: Virtual Research Teams System. *Συστημικές Προσεγγίσεις σε Δίκτυο Επιχειρήσεων - Οργανισμών*. Χίος, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005) Από τη Διαχείριση Γνώσης στην Εταιρική Ευφυΐα: Μια Συστημική Προσέγγιση στις Εικονικές Επιχειρήσεις. *Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005) Ένα Συστημικό Στρατηγικό Μοντέλο Διαχείρισης Γνώσης για τις Εικονικές Επιχειρήσεις: Μια Εφαρμογή στο Χώρο των Εταιρειών Συμβούλων. *Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Δημητρίου, Ν. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005) Μια Συστημική Ενοποίηση των Μεθόδων και Θεωριών Εικονικής και Πραγματικής Μάθησης. *Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Ασημακόπουλος, Ν., Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2005) Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων για τη Διαχείριση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς με Έμφαση στο Λαογραφικό Υλικό. *Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης & Διακυβέρνησης*. Τρίπολη, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Δεκλερής, Μ. (1986) *Συστημική Θεωρία Κράτους και Δικαίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Σάκκουλα
- Δημητρίου, Ν., Βαρβιτσιώτης, Ε., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008) Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου ως Καινοτόμες Εφαρμογές για την Ανάπτυξη Διαδικτυακών Διεπιχειρησιακών Δικτύων: Το Παράδειγμα της Εικονικής Επιχείρησης στον Τουρισμό. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Δημητρίου, Ν., Σωτηρίου - Ξανθόπουλος, Ε., Θεοχαρόπουλος, Ι. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008) Συστημική Πολυ-Μεθοδολογία για την Ανάπτυξη Εικονικής Επιχείρησης Τουρισμού με τη Χρήση Διαδικτυακού Συστήματος Διαχείρισης Περιεχομένου. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008) Αξιοποίηση της ενοποιημένης πλατφόρμας Eclipse για την ανάπτυξη και διαχείριση Ανοικτού Εκπαιδευτικού Λογισμικού σε Java. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής*, Νάουσα.

- Θεοχαρόπουλος, Ι., Δημητρίου, Ν., Μπίλλα, Π. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008) Δυναμική Μοντελοποίηση & Προσομοίωση Φυσικών Συστημάτων με τη χρήση του VENSIM PLE. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Θεοχαρόπουλος, Ι. & Δημητρίου, Ν. (2008) Ένταξη της Δυναμικής Μοντελοποίησης & Προσομοίωσης ως Εκπαιδευτικό Εργαλείο στη Διδασκαλία και τη Μάθηση της Φυσικής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. *12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών*. Καβάλα, Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
- Θεοχαρόπουλος, Ι., Μπίλλα, Π., Δημητρίου, Ν. & Ασημακόπουλος, Ν. (2008) Εκπαιδευτική Κυβερνητική: Μια Συστημική Προσέγγιση στη Διασύνδεση Εκπαίδευσης και Νέων Τεχνολογιών. *Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Καινοτομιών*. Ιωάννινα, ΕΕΣΜ σε συνδιοργάνωση με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Θεοχαρόπουλος, Ι. & Χαρακόπουλος, Κ. (2007) e-ΕΚΦΕ: Προς ένα Ολοκληρωμένο Διαδίκτυο Πληροφοριακό Σύστημα Ηλεκτρονικής Μάθησης, Εκπαίδευσης και Υποστήριξης για τα Εργαστηριακά Μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. *1ο Συνέδριο Πανελληνίου Συλλόγου Μεταπτυχιακών Αποφοίτων Καθηγητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης*, Αθήνα.
- Θεοχαρόπουλος, Ι., Μακεδών, Γ. & Τσαγδής, Φ. (2009) Δίαυλος 1.0: Πληροφοριακό Σύστημα αποστολής SMS για τη Διευκόλυνση των Επικοινωνιών Σχολικής Κοινότητας. *5ο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής*, Σύρος.
- Ιωσιφίδης, Θ. (2008) *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες*, Κριτική
- Κεκές, Ι. (1996) Ο Μαθητής ως Ερευνητής στο Χώρο του Σχολείου: Μια Συστημική Προσέγγιση με Συνεργατική Ενεργό Έρευνα. *Διδακτορική Διατριβή*, Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κεκές, Ι. (2001) Συστημική προσέγγιση και κυβερνητική: Τα διανοητικά εργαλεία στην εποχή της πολυπλοκότητας. *Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση*. Ατραπός.
- Κεκές, Ι. (2006) *Η διαχείριση της γνώσης στην εκπαίδευση: Προς μια νέα προσέγγιση, βασισμένη στη μεθοδολογία των ανθρώπινων συστημάτων και στην ενεργό έρευνα*, Αθήνα
- Μπίλλα, Π. & Θεοχαρόπουλος, Ι. (2008) Σενάρια χρήσης, Διδακτικής και Παιδαγωγικής αξιοποίησης του λογισμικού ανοιχτού κώδικα StarTools για τη δημιουργία, δημοσίευση και ανταλλαγή Νοητικών Χαρτών και Οντολογιών. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικής Πληροφορικής*, Νάουσα.
- Χρονάκη Α. & Μπουρδάκης Β. (2003) Κυβερνοχώρος, Ανοιχτή Εκπαίδευση και Κοινότητες Μάθησης: Βασικές Παιδαγωγικές Αρχές Σχεδιασμού. *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Ανοιχτή και Εξ' Αποστάσεως Εκπαίδευση*. Πάτρα.