



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τίτλος Μεταπτυχιακής εργασίας	Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Πέτρος Αναστασόπουλος
Πατρώνυμο	Ιωάννης
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ / 10023
Επιβλέπων	Καθηγητής Νικήτας Α. Ασημακόπουλος

Ημερομηνία Παράδοσης **Νοέμβριος 2013**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

Νικήτας Ασημακόπουλος
Καθηγητής

(υπογραφή)

Μαρία Βίρβου
Καθηγήτρια

(υπογραφή)

Γρηγόριος Χονδροκούκης
Καθηγητής

Ευχαριστίες

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Πληροφορική του Πανεπιστημίου Πειραιώς, θα ήθελα να ευχαριστήσω ένα σύνολο ανθρώπων, οι οποίοι συνέβαλαν στη διαμόρφωσή της.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Νικήτα Ασημακόπουλο, για την καθοδήγησή του καθ'όλη την διάρκεια της συγγραφής της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής και τις πολύτιμες υποδείξεις και διορθώσεις του, οι οποίες έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην τελική διαμόρφωση της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στο συνάδελφο μου κ. Αλέξανδρο Μίαρη για τις πολύτιμες συμβουλές τους και τις σημαντικές ενέργειές του, ώστε να πραγματοποιηθεί η παραπάνω διατριβή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγό μου κ. Μάγια Μπεκιάρη, για την κατανόηση και για την αμέριστη συμπαράσταση που έδειξε κατά την περίοδο φοίτησής μου στο επαγγελματικό αυτό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακού Επιπέδου.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως σκοπό να παρουσιάσει την ανάλυση, σχεδιασμό και υλοποίηση ενός συστήματος Ηλεκτρονικής Διαχείρισης Αλληλογραφίας/Εγγράφων (ΗΔΑ). Όπως αναφέρεται και στην ονομασία του, το ΗΔΑ διαχειρίζεται την αλληλογραφία ενός οργανισμού καθώς και τα ποικίλα έγγραφα που μπορεί να ανταλλάσσονται μεταξύ των μελών του. Είναι ένα σύστημα ελεγχόμενης πρόσβασης και διαθέτει πλήθος δυνατοτήτων όπως:

- μετατροπή της έντυπης πληροφορίας σε ψηφιακή,
- διαχείριση της πληροφορίας αυτής, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό την ταχύτερη προσπέλασή της,
- τη διακίνησή της,
- την αρχειοθέτηση της μέσα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον με καταγραφή των ποικίλων ενεργειών.

Η πρόσβαση στο σύστημα επιτυγχάνεται με την πιστοποιημένη είσοδο των χρηστών οι οποίοι διαθέτουν διακριτούς ρόλους. Οι ρόλοι αυτοί καθορίζουν και τα δικαιώματα που διαθέτουν οι χρήστες πάνω στις ενέργειες που μπορούν να εκτελέσουν μέσα στο περιβάλλον του συστήματος ΗΔΑ, οι οποίες εξαρτώνται από τις οργανωτικές μονάδες στις οποίες ανήκουν, όπως: Διοίκηση, Υποδιοίκηση, Κεντρική Διεύθυνση και Κατάστημα. Οι ρόλοι αυτοί είναι: *Υπεύθυνος Πύλης Εισόδου, Υπεύθυνος Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης, Υπεύθυνος Διεύθυνσης Αλληλογραφίας και Διαχειριστής Συστήματος.*

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης πλατφόρμας είναι η διακίνηση της πληροφορίας που αφορά κυρίως τη δρομολόγηση των διαφόρων εγγράφων από τη μία οργανωτική μονάδα σε άλλη. Τα έγγραφα μπορούν να διακριθούν είτε ανάλογα με τη ροή τους, είτε ανάλογα με το είδος τους. Διακρίνονται λοιπόν όσον αφορά τη ροή τους: σε *Εισερχόμενα, Εξερχόμενα (Αναθέσεις)* και *Εσωτερικά*. Αντιστοίχως αναφορικά με το είδος τους χαρακτηρίζονται σε: *Υπηρεσιακό έγγραφο, Ειδική Οδηγία, Εγκύκλιος και Αίτηση Υπαλλήλου.*

Ανάλογα λοιπόν με τα χαρακτηριστικά ενός εγγράφου, μπορούν να καθοριστούν οι διάφορες διαδικασίες που πραγματοποιούνται πάνω σε αυτό και οι οποίες αναλύονται διεξοδικά στην παρούσα εργασία. Αυτές είναι η Διακίνηση των Εισερχομένων, Εξερχομένων και Εσωτερικών εγγράφων, η Δρομολόγησή τους και η Παρακολούθηση αυτών.

Όσον αφορά το σχεδιασμό του συστήματος, βασίζεται στον Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό με σημαντικότερες τις οντότητες: Χρήστης (User), Οργανωτική Μονάδα (OrganizationUnit), Έγγραφο (Document), Ανάθεση Εγγράφου (Assignment), οι οποίες υλοποιούνται στις αντίστοιχες Java classes. Τεχνικού επιπέδου χαρακτήρα (utility classes) έχουν οι κλάσεις DocumentDatabase και UserDatabase οι οποίες διαχειρίζονται την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων. Οι παραπάνω οντότητες επικοινωνούν μεταξύ τους υλοποιώντας ποικίλες ροές εργασίας (work flows), οι οποίες συνιστούν τις βασικές λειτουργίες του συστήματος ΗΔΑ: Εισαγωγή Εγγράφου, Ανάθεση Εγγράφου, Έλεγχος Αναθέσεων και Ορισμός Δικαιωμάτων χρηστών.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται στο μοντέλο εξυπηρετητή - πελάτη (client - server). Η επικοινωνία μεταξύ τους επιτυγχάνεται με το γνωστό

πρωτόκολλο επικοινωνίας του ιστού, HTTP, ενώ τα μηνύματα που ανταλλάσσουν υλοποιούν το πρωτόκολλο SOAP. Όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μια κεντρική βάση δεδομένων σε ξεχωριστό εξυπηρετητή. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε για τον πηγαίο κώδικα του συστήματος ήταν η Java Enterprise Edition 6, ενώ η βάση δεδομένων υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα MySQL.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Abstract

This project aims to present the analysis, design and implementation of an Electronic Mail/Document Management system (EMDMS). EMDMS is a system of controlled access and offers a variety of functionalities, such as: transforming a printed piece of information into a digital one, managing this information, this way allowing a quick access to it, routing the information as well as archiving it within a controlled environment where different actions are recorded.

Access to the system is based on the certified entrance of users who have distinct roles. Roles determine also the rights that users can have on the actions they perform within the environment of EMDMS, depending on the organization units they belong to, such as *Management, Assistance Management, Central Administration* and *Branch*. These roles are: *Gate Entrance Principal, Routing Principal, Mail Administration Principal* and *System Administrator*.

One of the main characteristics of this particular platform is moving information which mainly concerns routing of different documents from one Organization Unit to another. Documents can be separated, depending on their flow, into Incoming, Outgoing (Assignments) and Internal. At the same time they can be characterized according to their nature into: Office document, Special Guideline, Central Guideline and Employee Application.

Therefore, depending on the characteristics of a document, a variety of processes that apply on it, can be defined. Those procedures are thoroughly analyzed in the present project and are the following: Moving Circulation of Incoming, Outgoing, Internal documents, their routing, and their Monitoring.

As far as the system design is concerned, this is based on the Object-Oriented Programming, with the entities that play major role to be: User, Organization Unit, Document and Document Assignment. All those are implemented in the according Java classes. Document Database class and User Database class are utility classes and manage the communication with the database. The foretold entities communicate with each other, performing various work flows which consist the basic operations of EMDMS: Document Importing, Document Assignment, Assignment Control and Rights Definition of users.

The structure of the system is based on the client – server model by communicating with each other using the well-known communication protocol of the web, HTTP. While the messages being exchanged within the system implement the SOAP protocol. All data is stored in a central database in a different server. Java Enterprise Edition 6 was the programming language used for the system source code, while the database was implemented by the MySQL platform.

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή	10
1.1	Στόχος Εργασίας	10
1.2	Οργάνωση Εργασίας	11
2	Συστημικές Θεωρίες	13
2.1	Εισαγωγή	13
2.2	Ιστορική Αναδρομή	14
2.3	Εισαγωγικές Έννοιες Συστημικής Θεωρίας	15
2.3.1	Η έννοια του όρου Σύστημα	15
2.3.2	Κλειστά και Ανοιχτά Συστήματα	17
2.3.2.1	Είσοδος και Έξοδος Συστημάτων	19
2.3.2.2	Γενικά Χαρακτηριστικά Συστημάτων	22
2.3.2.2.1	Βασικές Ιδιότητες	22
2.3.2.3	Δομή και Καταστάσεις Περιγραφής Συστήματος	24
2.3.2.3.1	Καταστάσεις	24
2.3.2.3.2	Δομή ενός Συστήματος	26
2.3.2.4	Συστημική Σκέψη και Θεωρία	27
2.3.2.4.1	Γενική Θεωρία Συστημάτων	27
2.3.2.4.1.1	Στόχοι Γενικής Θεωρίας Συστημάτων	28
2.3.2.5	Ανάπτυξη Συστημικής Σκέψης	30
2.3.2.5.1	Από Πού Προκύπτει ένα Σύστημα	30
2.3.2.5.2	Υπερσυστήματα και Υποσυστήματα	31
2.3.2.5.2.1	Μαύρο και Άσπρο Κουτί	31
2.3.2.5.2.2	Κατερχόμενη Σχέση Αιτίας – Αιτιατού – Downward Causation	33
2.3.2.5.3	Φαινόμενο Ισομορφισμού	35
2.3.2.5.4	Το Φαινόμενο της Ισο – Περάτωσης	36
2.3.2.5.5	Βασική Αντιπαράθεση	36
2.3.2.6	Εξέλιξη της Πολυπλοκότητας	37
2.3.2.7	Μοντέλα	37
2.3.2.8	Κυβερνητική	39
2.3.2.8.1	Δομικά Στοιχεία Κυβερνητικής	41
2.3.2.8.1.1	Η Τεχνική του Μαύρου Κουτιού	42
2.3.2.8.1.2	Αρνητική Ανάδραση	43
2.3.2.8.1.3	Η Τεχνική της Ποικιλομορφίας	45
2.3.2.9	Νόμος Απαιτούμενης Ποικιλομορφίας	46
2.3.2.10	Συστημική Δυναμική	47
2.3.2.11	Πολυπλοκότητα	49
2.3.2.11.1	Διάκριση και Σύνδεση	50
2.3.2.11.2	Πολυπλοκότητα και Συμμετρία	50
2.3.2.11.3	Πολυπλοκότητα και Κλίμακες Αναπαράστασης	51
2.3.2.11.4	Ανάπτυξη της Πολυπλοκότητας	53
2.3.2.11.5	Αύξηση της Πολυπλοκότητας στα Μεμονωμένα Συστήματα	53
2.3.2.11.6	Αύξηση της Πολυπλοκότητας στο Σύνολο των Συστημάτων	55
2.3.2.11.7	Ποιοτική Διαφοροποίηση της Πολυπλοκότητας	56
2.3.2.11.7.1	Προβλήματα Ανοργάνωτης Πολυπλοκότητας	56
2.3.2.11.7.2	Προβλήματα Οργανωμένης Πολυπλοκότητας	57
2.3.2.12	Συστημική Προσέγγιση	59
2.3.2.13	Συνδρομή Συστημικής Θεωρίας και Συστημικής Σκέψης	66

2.3.2.14	Η Ανεπάρκεια της Κλασικής Επιστήμης – Επιστήμη και Ανάλυση /Αναγωγή.....	68
2.3.2.15	Το κόστος της Συστημικής Σκέψης	71
3	Καταγραφή – Ανάλυση Απαιτήσεων.....	73
3.1	Μεθοδολογία των Ήπιων Συστημάτων - Soft Systems Methodology SSM	73
3.1.1	Εισαγωγή στη Μεθοδολογία SSM	73
3.1.2	CATWOE.....	75
3.2	Διακίνηση Εγγράφων Μεταξύ των Οργανωτικών Μονάδων	76
3.3	Τύποι Εγγράφων.....	77
3.4	Χρήστες - Ρόλοι.....	77
3.5	Οθόνες Διεπαφής Συστήματος	78
3.5.1	Σημείο "Είσοδος Χρήστη"	78
3.5.2	Σημείο "Πύλη Εισόδου"	78
3.5.3	Σημείο "Παραλαβή Μονάδος"	78
3.5.4	Σημείο "Παραλαβής Προσωπικών Εγγράφων"	78
3.5.5	Ειδικές Οθόνες.....	79
3.6	Διαδικασίες	79
3.6.1	Διακίνηση Εισερχόμενου Εγγράφου	79
3.6.2	Διακίνηση Εξερχόμενου Εγγράφου	79
3.6.3	Διακίνηση Εσωτερικού Εγγράφου	80
3.6.4	Δρομολόγηση – Παρακολούθηση Εγγράφων.....	80
4	Ανάλυση - Σχεδιασμός.....	84
4.1	Περιπτώσεις Χρήσης.....	84
4.2	Διάγραμμα Τάξεων	85
4.3	Διαγράμματα Σειράς.....	90
4.3.1	Εισαγωγή Εγγράφου	90
4.3.2	Ανάθεση Εγγράφου	91
4.3.3	Έλεγχος Αναθέσεων.....	92
4.3.4	Ορισμός Δικαιωμάτων.....	93
4.4	Εγκατάσταση Συστήματος	93
5	Υλοποίηση.....	95
6	Συμπεράσματα.....	103
7	Βιβλιογραφία.....	104
8	Παραρτήματα.....	105
	Κώδικας για τη δημιουργία των διεπαφών.....	105
8.1	Οθόνη “Είσοδος Χρήστη”	105
8.2	Οθόνη “Εισαγωγή Νέου Εγγράφου”	105
8.3	Οθόνη “Διαχείριση Εισερχόμενης Αλληλογραφίας”	107
8.4	Οθόνη Αναθέσεων.....	110
8.5	Οθόνη Έγκρισης Εξερχομένων	113
8.6	Οθόνη Διαχείρισης Χρηστών του Συστήματος	116
8.7	Οθόνη Επεξεργασίας Χρήστη	119

8.8 CSS Stylesheets 122

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

1 Εισαγωγή

Η αποτελεσματική Διαχείριση Αλληλογραφίας/Εγγράφων (Document Management) αποτελεί πρόκληση για τους σύγχρονους φορείς και επιχειρήσεις. Διαφορετικές μελέτες έγκυρων οργανισμών αποδεικνύουν ότι περίπου το 90% της επιχειρησιακής πληροφορίας βρίσκεται σε αδόμητη μορφή (κυρίως αποθηκευμένο σε χαρτί ή ηλεκτρονική μορφή), αποτελώντας σημαντικό παράγοντα καθυστερήσεων και τροχοπέδη στις λειτουργίες διεκπεραίωσης υποθέσεων και εγγράφων.

1.1 Στόχος Εργασίας

Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση, ο σχεδιασμός και η παρουσίαση ενός συστήματος για την Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας/Εγγράφων (ΗΔΑ). Το σύστημα ηλεκτρονικής διαχείρισης αλληλογραφίας που θα αναλύσουμε, θα αναπτύξουμε και θα παρουσιάσουμε, έχει σκοπό την παροχή υπηρεσιών στην παρακολούθηση της αλληλογραφίας μικρών ή μεγάλων εμπορικών επιχειρήσεων, καθώς επίσης στο Ελληνικό Δημόσιο.

Το ΗΔΑ είναι ένα σύστημα ελεγχόμενης πρόσβασης, διαπίστευσης και προσβασιμότητας των χρηστών (Authentication) που καλύπτει τις ανάγκες κεντρικής αποθήκευσης, αρχειοθέτησης, ηλεκτρονικής διακίνησης και αναζήτησης εγγράφων. Αν μια επιχείρηση υιοθετούσε το σύστημα Ηλεκτρονικής Διαχείρισης Αλληλογραφίας/Εγγράφων, τα οφέλη θα ήταν άμεσα, έχοντας επιλύσει προβλήματα της φυσικής διαχείρισης και διακίνησης εγγράφων στην επιχειρησιακή δομή της.

Το σύστημα ΗΔΑ παρέχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Μετατροπή της έντυπης πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή.
- Διαχείριση της ηλεκτρονικά παραγόμενης πληροφορίας, χωρίς ανάγκη εκτύπωσης για περαιτέρω αρχειοθέτηση.
- Αποθήκευση εγγράφων σε σύγχρονα αποθηκευτικά μέσα, με ελάχιστες απαιτήσεις χώρου αποθήκευσης.
- Ενοποιημένο περιβάλλον δρομολόγησης εγγράφων και έργων – υποθέσεων.
- Ευέλικτη αναζήτηση εγγράφων, πληροφοριών και ροών εργασίας.
- Μοντελοποίηση και επαναχρησιμοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών βασισμένων σε σαφή σενάρια ροής εργασιών.
- Συντονισμένη διαβίβαση εγγράφων για τη διεκπεραίωση σχετικών ενεργειών, εντός προθεσμιών.
- Ασφάλεια.
- Ταχύτατη πρόσβαση στις αποθηκευμένες πληροφορίες και έγγραφα.
- Μηδενισμό του χρόνου επαναρχειοθέτησης.
- Ευκολότερη τήρηση προθεσμιών και κανόνων διεκπεραίωσης.

- Καταγραφή ενεργειών (Audit Control).

Με την εφαρμογή του συστήματος ΗΔΑ μια επιχείρηση διευκολύνει τη γρήγορη διαχείριση των εγγράφων μέσω της ελαχιστοποίησης της διακίνησης φυσικού αρχείου και εξοικονομεί χώρο αποθήκευσης και αρχειοθέτησης, αφού δεν απαιτείται εκτύπωση των εγγράφων που πλέον αποθηκεύονται σε σύγχρονα αποθηκευτικά μέσα.

Το σύστημα παρέχει ένα ενοποιημένο περιβάλλον διαχείρισης εγγράφων μέσω της αυτοματοποίησης της διακίνησης εγγράφων και της μοντελοποίησης των επιχειρησιακών διαδικασιών, με στόχο την εύκολη εξοικείωση των χρηστών και τη συνεπή τήρηση των διαδικασιών.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα του ΗΔΑ είναι η ταχύτατη πρόσβαση στις αποθηκευμένες πληροφορίες, μέσω της οποίας ελαχιστοποιούνται οι χρόνοι αναζήτησης πληροφοριών, αποστολής και λήψης εγγράφων, αλλά και της συνολικής ροής των εργασιών, με αποτέλεσμα τη συνεπή τήρηση των προθεσμιών.

Η παρακολούθηση των ηλεκτρονικών εγγράφων επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας ευρετηρίου για την ταχεία ανάκτηση δεδομένων και πληροφοριών.

Τέλος, μέσω της καταγραφής ενεργειών το σύστημα παρέχει, τόσο την αυτοματοποίηση της ανάθεσης των εργασιών, όσο και την παρακολούθηση της υλοποίησής τους. Διασφαλίζει ακόμη αποθήκευση και την ακεραιότητα του περιεχομένου των εγγράφων, αλλά και τη δυνατότητα real-time παρακολούθησης της κατάστασης των εγγράφων, καθώς και τυχόν καθυστερήσεων στη ροή Οργάνωση Εργασίας.

1.2 Οργάνωση Εργασίας

Η παρούσα εργασία είναι δομημένη σε κεφάλαια, τα οποία αντιπροσωπεύουν διαφορετικές φάσεις της ανάπτυξης του συστήματος που θα παρουσιάσουμε. Τα κεφάλαια εναρμονίζονται με τη ροή ανάπτυξης λογισμικού.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται αναφορά στις Συστημικές Θεωρίες. Η επιστήμη συστημάτων ή συστημική είναι ένα διεπιστημονικό γνωστικό πεδίο, το οποίο παρέχει έναν κοινό τρόπο σκέψης με στόχο την ανάπτυξη μεθοδολογικών πλαισίων για τη μελέτη συστημάτων με εσωτερική δομή (π.χ. κοινωνικά, ηλεκτρονικά, βιολογικά, γνωσιακά ή μεταφυσικά συστήματα).

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται η αρχική καταγραφή των απαιτήσεων, όπως έχουν ζητηθεί από τον ενδιαφερόμενο οργανισμό, ή όπως έχουν στοιχειοθετηθεί από τον παραγωγό του λογισμικού. Εφόσον ο στόχος της εργασίας αυτής είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος που θα πρέπει να είναι σε μεγάλο βαθμό προσαρμόσιμο και ευέλικτο, θεωρούμε ότι η καταγραφή των

απαιτήσεων είναι προϊόν συζητήσεων με πολλούς ενδιαφερόμενους οργανισμούς.

Στο Κεφάλαιο 4 πραγματοποιείται η ανάλυση – σχεδιασμός του συστήματος, βάσει των απαιτήσεων που έχουν καταγραφεί στο Κεφάλαιο 3. Για την ανάλυση γίνεται χρήση της μεθόδου Rational Unified Process (RUP), με διαγράμματα UML, και μιας αντικειμενοστραφούς προσέγγισης.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό σκαρίφημα του τελικού προϊόντος, το οποίο, βέβαια υπόκειται σε περαιτέρω αξιολόγηση και ανασχηματισμό, βάσει της ανατροφοδότησης από τον πελάτη – οργανισμό, σύμφωνα με την διαδικασία RUP.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 6 γίνεται μια αναφορά στα πλεονεκτήματα της χρήσης του λογισμικού ΗΔΑ για την αυτόματη διαχείριση και παρακολούθηση εγγράφων.

2 Συστημικές Θεωρίες

Η επιστήμη συστημάτων ή συστημική είναι ένα διεπιστημονικό γνωστικό πεδίο, το οποίο παρέχει έναν κοινό τρόπο σκέψης με στόχο την ανάπτυξη μεθοδολογικών πλαισίων για τη μελέτη συστημάτων με εσωτερική δομή (π.χ. κοινωνικά, ηλεκτρονικά, βιολογικά, γνωσιακά ή μεταφυσικά συστήματα). Βασίζεται στη θεωρία συστημάτων, κεντρικές έννοιες όπως είναι η θερμοδυναμική ισορροπία και η αρνητική ή θετική εντροπία, καθώς η δομή και η κατάσταση ενός συστήματος τυπικά παραμένουν σταθερές ή διαρκώς περιπλέκονται με το πέρασμα του χρόνου, με παράλληλη εξαγωγή θετικής εντροπίας στο περιβάλλον του συστήματος.

Η θεωρία συστημάτων, το ερευνητικό αντικείμενο της επιστήμης συστημάτων, αντλεί ιδέες και έννοιες από πολλές επιστήμες και τις τοποθετεί σε ένα κοινό ολιστικό πλαίσιο με στόχο την ερμηνεία πολύπλοκων συστημάτων. Εμφανίστηκε κατά το Μεσοπόλεμο αλλά καθοριστική υπήρξε η έκδοση του βιβλίου "Κυβερνητική", ή έλεγχος και επικοινωνία στα ζώα και στις μηχανές από το Νόρμπερτ Βίνερ (Norbert Wiener) το 1948. Η κυβερνητική αποτελεί ένα υποσύνολο της επιστήμης συστημάτων, το οποίο αναπτύχθηκε παράλληλα με τη θεωρία συστημάτων αλλά από διαφορετικές βάσεις. Η εφαρμογή της ολιστικής συστημικής μεθοδολογίας απέφερε σημαντικά αποτελέσματα σε πολλές επιστήμες και επιστημονικούς κλάδους όπως η κοινωνιολογία, η μοριακή βιολογία, η τεχνητή νοημοσύνη, η ρομποτική κλπ.

2.1 Εισαγωγή

Ο όρος «σύστημα» προέρχεται από την σύνθετη ελληνική λέξη «συν+ίστημι», δηλαδή συνδέω, συγκεντρώνω, συνδυάζω. Ο όρος χρησιμοποιείται για δεκαετίες. Σύστημα είναι ένα σύνολο αλληλεπιδρώντων και αλληλοεξαρτώμενων στοιχείων, που διαμορφώνουν ένα ολοκληρωμένο σύνολο.

Η έννοια του «ολοκληρωμένου συνόλου» μπορεί να εκφραστεί σε όρους ενός συστήματος, που ενσωματώνει ένα σύνολο σχέσεων, που είναι διαφοροποιημένες από το σύνολο σχέσεων προς άλλα στοιχεία και από σχέσεις ανάμεσα σε ένα στοιχείο του συνόλου και στοιχεία, που δεν είναι μέρος του σχεσιακού συστήματος. Τα επιστημονικά πεδία, που συμπλέκονται με τη μελέτη των γενικών ιδιοτήτων των συστημάτων είναι η συστημική θεωρία, η κυβερνητική, η δυναμική συστημική, η θερμοδυναμική και η μελέτη πολύπλοκων συστημάτων. Ερευνούν τις αφηρημένες ιδιότητες της ύλης και της οργάνωσης ψάχνοντας θεωρίες και αρχές, που είναι ανεξάρτητες από τον συγκεκριμένο τομέα, υπόσταση, τύπο ή προσωρινές κλίμακες ύπαρξης. Με την εξέλιξη όμως των κοινωνικών επιστημών ο όρος σύστημα σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται σε ένα σύνολο κανόνων, που διακατέχουν μια δομή ή / και συμπεριφορά.

Τα περισσότερα συστήματα μοιράζονται κοινά χαρακτηριστικά, όπως:

- Τα συστήματα έχουν δομή, που καθορίζεται από τα στοιχεία και τη σύστασή τους
- Τα συστήματα έχουν συμπεριφορά, που περιλαμβάνει τις εισροές, την επεξεργασία και τις εκροές ύλης, ενέργειας, πληροφορίας ή δεδομένων
- Τα συστήματα αλληλοσυνδέονται και τα διάφορα μέρη του συστήματος έχουν λειτουργικές καθώς και δομικές σχέσεις μεταξύ τους
- Τα συστήματα έχουν από μόνα τους λειτουργίες ή ομάδες λειτουργιών

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Ο όρος κυβερνητική αναφέρεται από τον Πλάτωνα, *«Τί δ' εν νηί, εἰ τῷ εξουσία εἴη ποιεῖν ὃ δοκεῖ, νού τε καί ἀρετῆς κυβερνητικῆς ἐσπερημένῳ, καθοράς ἂν συμβαίῃ αὐτῷ τε καί τοῖς συνναύταις;»* (Πλάτων, Αλκιβιάδης, 135A).

Το «σύστημα» εμφανίστηκε στην επιστημονική σκέψη το 17ο αιώνα, με εισηγητή το Νεύτωνα και με αφετηρία το κυρίαρχο ζήτημα της επιστημονικής σκέψης της εποχής εκείνης: την κίνηση των σωμάτων στο χώρο. Η μελέτη της κίνησης των σωμάτων στο χώρο από το Νεύτωνα, θεμελίωσε δύο αναγωγές. Την αναγωγή των σωμάτων σε ένα σύνολο, ελεύθερων μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων σωματιδίων, το οποίο ονόμασε σύστημα και την αναγωγή της μεταβολής της κινητικής τους κατάστασης σε ένα σύνολο άπειρων απειροστών μεταβολών. Έτσι η μελέτη της κίνησης των σωμάτων-συστημάτων προχώρησε υιοθετώντας δυο στάδια. Αρχικά μια κατιούσα αναλυτική διαδικασία, που χωρίζει το σώμα-σύστημα και το συνολικό φαινόμενο σε μέρη και στη συνέχεια μια ανιούσα συνθετική διαδικασία, κατά την οποία αποκαλύπτονται οι αιτίες, που προκαλούν την κίνηση του σώματος-συστήματος.

Το «μηχανικό σύστημα» του Νεύτωνα είχε μια χωρίς προηγούμενο επιτυχία, αφού η δυναμική του μπορούσε να εκφραστεί στη βάση αλγοριθμικών σχέσεων που όχι μόνο εξηγούν αλλά και προβλέπουν τα φαινόμενα. Με τη θεωρητική οπτική του Νεύτωνα ωστόσο, παρότι εισάγεται η έννοια του συστήματος, θεμελιώνεται ταυτόχρονα η αναλυτική σκέψη και μαζί με αυτήν η κυρίαρχη μεθοδολογική κατεύθυνση της σύγχρονης επιστημονικής σκέψης, ο Θετικισμός-Ορθολογισμός (Κογρέ, 1948, σελ. 77-100, 101-123).

Μια συνολική κριτική απέναντι στο μηχανικό σύστημα του Νεύτωνα και σε όλα τα άλλα συστήματα, που ανέδειξε η επιστημονική σκέψη υποδεικνύει ότι η προσέγγιση που υιοθετεί τα στάδια όπως περιγράφει, είναι αποτελεσματική στο βαθμό που το σύνολο-σύστημα είναι σαφώς ορισμένο και όταν η ανατομία του συνόλου είναι εμφανής. Οι σύγχρονες έρευνες των φαινομένων της ζωής, ωστόσο, ξεκινούν όλο και συχνότερα με μια ανιούσα συνθετική διαδικασία, όπου τα ερευνημένα θεωρούνται μέρη ενός συνόλου, το οποίο όμως δεν έχει πλήρως και οριστικά καθοριστεί.

Τον 19ο αιώνα ο Γάλλος φυσικός Nicolas Leonard Sadi Carnot, που μελετούσε τη θερμοδυναμική ήταν ο πρώτος, που ανέπτυξε την έννοια του συστήματος στις φυσικές επιστήμες. Το 1824 μελέτησε αυτό που αποκαλούσε «επαρκή ουσία». Το 1850 ο Γερμανός φυσικός Rudolf Clausius γενίκευσε αυτήν την έννοια για να συμπεριλάβει την έννοια του περιβάλλοντος χώρου και ξεκίνησε να χρησιμοποιεί τον όρο «επαρκές σώμα» όταν αναφερόταν σε ένα σύστημα.

Η Θεωρία Συστημάτων προτάθηκε από το Βιολόγο Ludwig von Bertalanffy το 1936 και επεκτάθηκε στη συνέχεια από τον Ross Ashby. Ο βιολόγος Ludwig von Bertalanffy, το 1945 εισήγαγε τα μοντέλα, τις αρχές και τους νόμους, που ισχύουν σε γενικευμένα συστήματα ή στα υποσύνολά τους, ανεξάρτητα από το είδος τους, τη φύση των συστατικών τους στοιχείων και τη σχέση ή τις δυνάμεις μεταξύ τους. Ο von Bertalanffy πρότεινε τη νέα θεωρία αφενός ως αντίδραση στον αναγωγισμό (reductionism) και αφετέρου ως προσπάθεια αναβίωσης της ενότητας της επιστήμης. Υποστήριζε ότι τα πραγματικά συστήματα είναι ανοικτά και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, καθώς και ότι αποκτούν ποιοτικά διαφορετικές ιδιότητες με αποτέλεσμα τη συνεχή εξέλιξη.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 κάποιοι επιστήμονες παρατήρησαν ότι όλα τα συστήματα έχουν κάποιες κοινές αρχές και νόμους, που διέπουν τη συμπεριφορά τους. Αν αυτό ισχύει, τότε μπορεί να υπάρξει ένας νέος επιστημονικός κλάδος, που θα μελετάει τα συστήματα.

Ήδη η Κυβερνητική μιλούσε για τη μελέτη της επικοινωνίας και του ελέγχου με τον ίδιο τρόπο στους ζωντανούς οργανισμούς και στις μηχανές. Το 1954, ο Ludwig von Bertalanffy, ο οικονομολόγος ο Kenneth Boulding, ο μαθηματικός ο Anatol Rapoport και ο φυσιολόγος ο Ralph Gerald συναντιούνται στην ετήσια συγκέντρωση της American Association for the Advancement of Science (AAAS) και ιδρύουν την «Εταιρεία για τη Γενική Θεωρία Συστημάτων» (Society for General Systems Theory). Σημαντική ανάπτυξη στην έννοια του συστήματος δόθηκε από τους Norbert Wiener και Ross Ashby, που πρωτοπόρησε στη χρήση των μαθηματικών για τη μελέτη συστημάτων.

2.3 Εισαγωγικές Έννοιες Συστημικής Θεωρίας

2.3.1 Η έννοια του όρου Σύστημα

Ο όρος «σύστημα» χρησιμοποιείται ευρέως στη σύγχρονη Δυτική κοινωνία. Σχεδόν οτιδήποτε διαφημίζεται και πωλείται ονομάζεται «σύστημα». Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίον ο όρος «σύστημα» αποδίδεται ως μια γενική ταμπέλα, με γενικευμένο νόημα σε όλα τα αντικείμενα, που παρουσιάζουν την παραμικρή χρησιμότητα, την παραμικρή και ολοκληρωμένη λειτουργικότητα. Από την άλλη μεριά, η συστημική σκέψη, όπως αυτή εφαρμόζεται στη σύγχρονη επιστήμη, χρησιμοποιεί τον όρο σύστημα όχι για να περιγράψει απτά πράγματα του κόσμου, αλλά για να

αναφερθεί σε συγκεκριμένους τρόπους οργάνωσης των σκέψεών μας για τον κόσμο. Ας δούμε μερικούς ορισμούς, που έχουν δοθεί κατά καιρούς για τον όρο σύστημα.

Ένας απλός αλλά ταυτόχρονα πυκνός ορισμός για τον όρο σύστημα δίνεται από τους Hall και Fagan, (1956), Flood και Jackson, (1993): «Ένα σύστημα είναι μια ομάδα στοιχείων (αντικειμένων) και οι μεταξύ των σχέσεις». Ο Ashby (1953) ορίζει ως σύστημα: «Ένα σύνολο μεταβλητών επιλεγμένες από έναν παρατηρητή, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς μεταξύ των μεταβλητών αυτών τις οποίες ανακαλύπτει, υποθέτει ή προτιμά». Ο von Bertalanffy (1968) ορίζει ως σύστημα: «Μία ομάδα συστατικών, οι αλληλεπιδράσεις των οποίων τα ενώνουν σε ένα σύνολο (whole)». Ο Rosen, (1986) τονίζει πως: «τα συστήματα είναι γνωστικώς κατασκευασμένες οντότητες, οι οποίες δημιουργούνται από τους ανθρώπους και τα οποία μερικώς αναφέρονται σε πραγματικά συστήματα ή πράγματα».

Ένας πλήρης ορισμός ο οποίος θα μας βοηθήσει να συνεχίσουμε και συμπεριλαμβάνει όλους τους προηγούμενους είναι ο ακόλουθος: Ένα σύστημα ορίζεται ως μια ομάδα αλληλεπιδραστικών μερών, τα οποία λειτουργούν ως ένα σύνολο, που διαχωρίζεται από το περιβάλλον του μέσω αναγνωρισμένων διαχωριστικών (συνόρων). Ένα σύστημα έχει ιδιότητες, που δεν βρίσκονται στα επιμέρους στοιχεία του, αλλά αναδύονται μέσα από την λειτουργία του ως σύνολο. Οι ιδιότητες αυτές αναλύονται στο υψηλότερο επίπεδο περιγραφής (π.χ. μία μηχανή έχει ιδιότητες που δεν παρατηρούνται στις βαλβίδες, στα πιστόνια ή σε κάποιο άλλο εξάρτημά της). Ο παραπάνω ορισμός μπορεί να εκφραστεί με την παρακάτω σχέση, η απλότητα της οποίας είναι μόνο επιφανειακή (Klir, 1991):

$$S = (T,R), (1.1)$$

Τα σύμβολα T και R είναι εξαιρετικά πλούσια σε περιεχόμενο. Το T αντιπροσωπεύει οποιοδήποτε σύνολο από αντικείμενα ή ιδέες (υλικά και άυλα) οποιοδήποτε είδους, ενώ το R αντιπροσωπεύει όλες τις πιθανές σχέσεις, που μπορούν να οριστούν στο T. Για παράδειγμα (για να εκτιμήσουμε το εύρος των δυνατών εννοιών των συμβόλων $1b > 2.9 < T$ και R), το σύμβολο T μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα σύνολο αυθαίρετων στοιχείων (πεπερασμένων ή άπειρων), ένα υπερσύνολο (το σύνολο όλων των υποσυνόλων ενός άλλου συνόλου), οποιοδήποτε υποσύνολο του υπερσυνόλου, ακόμη και μια αυθαίρετη ομάδα ξεχωριστών συνόλων. Το περιεχόμενο του συμβόλου R είναι ακόμη πιο πλούσιο. Αρκεί να σκεφτούμε ότι για κάθε σύνολο T (μαζί με τα ειδικά χαρακτηριστικά του) το R αντιπροσωπεύει κάθε σχέση, που μπορεί να οριστεί σε αυτό.

Γενικότερα μία σχέση είναι ένα υποσύνολο ενός Καρτεσιανού γινομένου συγκεκριμένων συνόλων. Όταν το T είναι ένα μονό σύνολο, η σχέση R $CT \times T$ ονομάζεται δυαδική σχέση στο T. Παραδείγματα τέτοιων απλών σχέσεων είναι οι περιπτώσεις όπου τα στοιχεία του T διατάσσονται,

χωρίζονται ή ταξινομούνται, όπως προσδιορίζεται από το είδος της σχέσης R. Στην περίπτωση που το T αποτελείται από δύο σύνολα, $T = \{X, Y\}$, το σύμβολο R αντιπροσωπεύει τις σχέσεις διαφορετικών τύπων αλλά και άλλες πιο ποικίλες σχέσεις, όπως:

$R \subset T \times T$, $R \subset (X \times X) \times Y$, $R \subset X \times (Y \times Y)$, $R \subset (X \times Y) \times (X \times Y) \times (X \times Y)$ κτλ.

Είναι προφανές, το πόσο γρήγορα αυξάνει ο αριθμός των δυνατών σχέσεων με την αύξηση του πλήθους των ξεχωριστών συνόλων στο T. Το σύστημα είναι λοιπόν μια σύνθετη πληροφοριακή δομή, με αυτό το πληροφοριακό περιεχόμενο δυνητικά να εκφράζεται υλικά και χωρικά, αποτελούμενη από πολλαπλά δομικά μέρη τα οποία είναι αυτόνομα, με ατομική ταυτότητα και συμπεριφορές, αλλά αλληλεπιδρούν στενά μεταξύ τους. Επίσης το σύστημα ως σύνολο, μέσω των μερών του, μπορεί να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του.

2.3.2 Κλειστά και Ανοιχτά Συστήματα

Μέχρι την εμφάνιση της συστημικής σκέψης η ανάλυση των διαφόρων φαινομένων βασιζόταν στην απλουστευτική μηχανιστική, η οποία υποστήριζε πως οτιδήποτε συνέβαινε μπορούσε να προκαθοριστεί από όσα είχαν προηγηθεί. Οι θεωρίες που βασίστηκαν στην μηχανιστική σκέψη μπορούσαν να εξηγήσουν μόνο προβλήματα της επιστήμης της φυσικής και αδυνατούσαν να προσεγγίσουν και να αναλύσουν την συμπεριφορά πολύπλοκων φαινομένων, όπως τα φαινόμενα, που παρουσιάζονταν στην επιστήμη της βιολογίας, κοινωνιολογίας κτλ.

Η κλασσική μηχανιστική επιστήμη αναλύει ένα σύστημα, μία οντότητα π.χ. το ανθρώπινο σώμα, απλοποιώντας το στις ιδιότητες των επιμέρους συστατικών του π.χ. όργανα, κύτταρα. Αυτός ο τρόπος σκέψης οδηγούσε στο συμπέρασμα ότι το σύμπαν αποτελείται από διάφορα «λειτουργικά στοιχεία» τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζεται μια γιγαντιαία μηχανή, η οποία δεν αλληλεπιδρούσε με κανένα στοιχείο έξω από αυτήν. Κατ' επέκταση, κάθε οργανισμός αποτελούνταν από τα επιμέρους κομμάτια του (στοιχεία), των οποίων η απομονωμένη βελτιστοποίηση ήταν αρκετή για την επίτευξη ενός στόχου. Αυτός ο τρόπος σκέψης εμφανίζεται κατά κύριο λόγο στον τρόπο ανάλυσης των φυσικών φαινομένων. Όταν οι φυσικοί δημιουργούν ένα μοντέλο του ηλιακού συστήματος, ενός ατόμου ή ενός εκκρεμούς, βασίζονται στην υπόθεση ότι όλες οι δυνάμεις, τα σωματίδια και οι μάζες, που επηρεάζουν το σύστημα εμπεριέχονται στο μοντέλο αυτό. Σε αυτήν την περίπτωση, είναι σαν το υπόλοιπο σύμπαν να μην υπάρχει, να μη συμμετέχει. Αυτό τους επιτρέπει να υπολογίζουν μελλοντικές καταστάσεις του συστήματος με μεγάλη ακρίβεια, αφού όλη η σχετική με το σύστημα πληροφορία είναι γνωστή. Είναι φανερό ότι οι φυσικές επιστήμες θεωρούσαν τα συστήματα που μελετούσαν ως κλειστά.

Τα συστήματα διακρίνονται σε ανοιχτά και κλειστά. Τα ανοιχτά συστήματα είναι συστήματα, που αλληλεπιδρούν διαρκώς με το περιβάλλον τους. Δέχονται εισροές και πρόκειται για μία οντότητα, που αλλάζει τη

συμπεριφορά της σε απάντηση των συνθηκών εκτός των ορίων της. Αν και κατά γενική ομολογία τα συστήματα είναι σπάνια πλήρως ανοιχτά ή κλειστά, συνήθως είναι ανοιχτά ή κλειστά σε κάποιες επιρροές. Για παράδειγμα συστήματα όπως βιολογικοί οργανισμοί και κοινωνίες είναι ανοιχτά σε ύλη και ενέργεια αλλά με αυτό δεν εξυπακούεται πως είναι ανοιχτά και στην πληροφορία. Αντίθετα συστήματα όπως οι υπολογιστές και τα κοινωνικά ιδρύματα αποτελούν παραδείγματα συστημάτων ανοιχτής δομής και οργάνωσης, που δείχνει πως οι δομικές αλλαγές προέρχονται από το περιβάλλον. Το εάν ή όχι ένα σύστημα έχει εκροές δεν το χαρακτηρίζει ως ανοιχτό ή κλειστό. Τα συστήματα χωρίς εκροές δε γίνονται αντιληπτά σε έναν εξωτερικό παρατηρητή για παράδειγμα οι μαύρες τρύπες στο ορατό σύμπαν.

Όλα τα (ανοικτά) συστήματα εξαρτώνται από τα στοιχεία εισόδου, τα οποία μετασχηματιζόμενα σε έξοδο βοηθούν το σύστημα να επιτύχει το σκοπό του. Η έξοδος ενός συστήματος χρησιμοποιείται ως είσοδος άλλων συστημάτων.

Είσοδος: εισαγωγή ενέργειας.

Επεξεργασία: μετασχηματισμός εισόδου σε έξοδο.

Έξοδος: αποτέλεσμα επεξεργασίας προσέγγιση (ή απόκλιση) του στόχου του συστήματος.

Στην περίπτωση που μιλάμε για ζωντανά συστήματα η παραπάνω διαδικασία είναι επαναληπτική.

Τα κλειστά συστήματα είναι αυτά, που η συμπεριφορά τους εξαρτάται από τις εσωτερικές τους διεργασίες, και είναι συστήματα χωρίς εισροές. Τα συστήματα μπορεί να είναι κλειστά στην ύλη, την ενέργεια, την πληροφορία και / ή την οργάνωση. Τα συστήματα τα κλειστά ως προς την ενέργεια ονομάζονται αυτόνομα, τα συστήματα τα κλειστά στην πληροφορία είναι τα ανεξάρτητα και τα συστήματα τα κλειστά ως προς την οργάνωση είναι τα αυτόνομα. Ένα σύστημα μπορεί να θεωρηθεί και ως μια υποχρεωτική διαδικασία μετασχηματισμού, δηλαδή μια διαδικασία ή σύνολο διαδικασιών, που μετασχηματίζει τις εισροές σε εκροές. Οι εισροές καταναλώνονται και οι εκροές παράγονται με τις έννοιές τους να είναι πολύ ευρείες σε αυτήν την περίπτωση.

Για την απεικόνιση ενός συστήματος χρειάζονται συστημικά μοντέλα, μια συστημική αρχιτεκτονική, που θα χρησιμοποιεί τέτοιες δομές για την αναπαράσταση του σχεδιασμού, των απαιτήσεων, του προγραμματισμού, της εφαρμογής, της ανάπτυξης, των λειτουργιών, της δομής, της συμπεριφοράς των δεδομένων εισόδου και εξόδου. Ένα σύστημα, η συμπεριφορά του οποίου μπορεί απόλυτα να αιτιολογηθεί από τις διεργασίες που συμβαίνουν στο εσωτερικό του, ονομάζεται κλειστό σύστημα. Τα κλειστά συστήματα δεν αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους ή πιο απλά, τα κλειστά συστήματα δεν έχουν είσοδο. Τα κλειστά συστήματα ποικίλουν βάσει του είδους της κλειστότητάς τους. Έτσι συστήματα κλειστά ως προς την ενέργεια είναι αυτόνομα. Συστήματα κλειστά ως προς την

πληροφορία, ονομάζονται ανεξάρτητα και συστήματα κλειστά ως προς την οργάνωσή τους ονομάζονται αυτόνομα συστήματα.

Είναι φανερό ότι η μηχανιστική προσέγγιση των φαινομένων είχε ως γενική παραδοχή ότι όλα τα υπό μελέτη συστήματα ήταν κλειστά. Ο θεωρητικός βιολόγος, von Bertalanffy, γνώριζε πως μια τέτοια παραδοχή δεν μπορεί να έχει εφαρμογή στα περισσότερα συστήματα. Οι ζωντανοί οργανισμοί δεν μπορούν να επιβιώσουν χωρίς την ανταλλαγή ύλης και ενέργειας με το περιβάλλον τους. Είναι προφανές πως, αν αποκόψουμε ένα ζωντανό οργανισμό από το περιβάλλον του, τότε αυτός θα πεθάνει από έλλειψη οξυγόνου, τροφής κτλ. Επίσης, προβλήματα οργάνωσης σε βιολογικά και κοινωνικά συστήματα δεν μπορούσαν να αναχθούν σε προβλήματα των επιμέρους στοιχείων τους. Τα παραπάνω, είχαν ως αποτέλεσμα την μεταχείριση των διαφόρων συστημάτων ιδιαίτερα των βιολογικών, ως ανοιχτά συστήματα, των οποίων η ταυτότητα και η πληρότητα έπρεπε να ληφθεί υπόψη προκειμένου οι επιστήμονες να προχωρήσουν στην μελέτη και ανάλυσή τους.

Μια οντότητα της οποίας η συμπεριφορά αλλάζει βάσει των συνθηκών που βρίσκονται έξω από τα σύνορά της, ονομάζεται ανοικτό σύστημα. Κατά την αλληλεπίδραση αυτή είναι ικανό να δέχεται δευτερεύον πληροφοριακό περιεχόμενο ως είσοδο (input), να το επεξεργάζεται και να αποβάλλει το πληροφοριακό αποτέλεσμα της επεξεργασίας ξανά στο περιβάλλον ως έξοδο (output). Η διαδικασία αυτή δύναται να συμβαίνει συνεχώς ή σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ένα σύστημα μπορεί να περιέχει ως δομικούς λίθους υποσυστήματα, δηλαδή χαμηλότερης πολυπλοκότητας συστήματα τα οποία λειτουργούν αυτόνομα αλλά ταυτόχρονα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους δίνοντας ως αποτέλεσμα το αρχικό, υψηλότερης δομικής πολυπλοκότητας σύστημα.

2.3.2.1 Είσοδος και Έξοδος Συστημάτων

Τα ανοιχτά συστήματα διαφέρουν από τα κλειστά ως προς το ότι αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους.

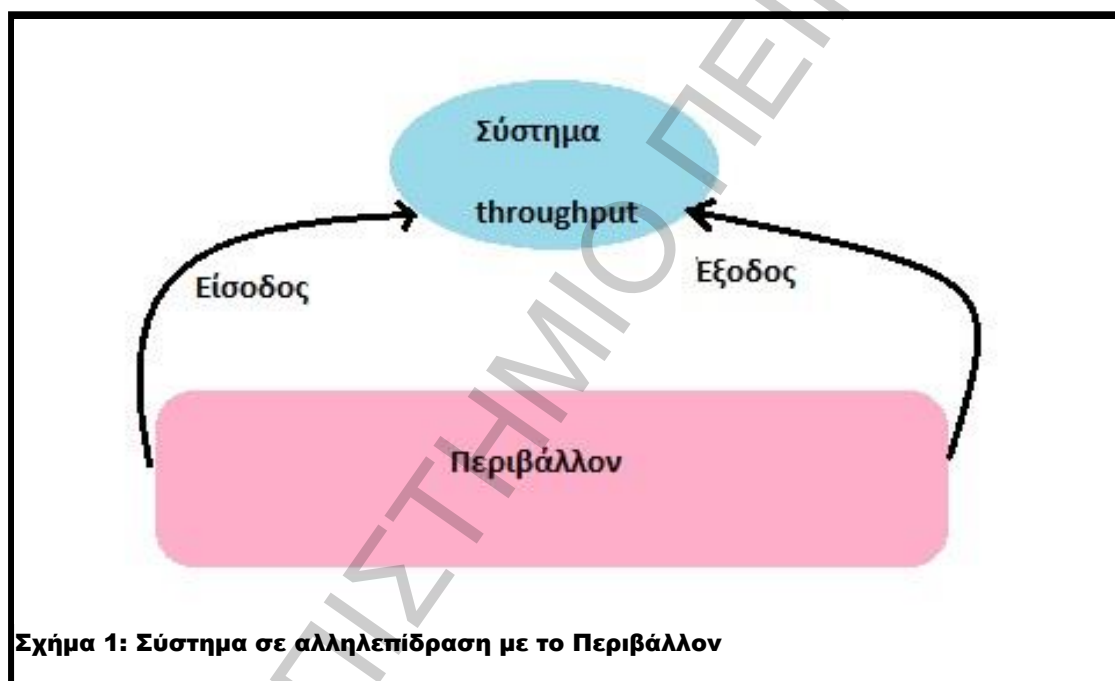
Η αλληλεπίδραση αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη:

- είσοδος: όλα όσα εισχωρούν στο σύστημα από το περιβάλλον του
- έξοδος: όλα όσα εξέρχονται από το σύστημα προς το περιβάλλον του.

Ένα ανοικτό σύστημα διαχωρίζεται από το περιβάλλον του, μέσω ενός συνόρου. Για παράδειγμα, στους ζωντανούς οργανισμούς το δέρμα παίζει το ρόλο του συνόρου (διαχωριστικού) μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του. Η έξοδος του συστήματος είναι το άμεσο ή έμμεσο αποτέλεσμα της εισόδου του. Ό, τι εξέρχεται του συστήματος πρέπει πρώτα να έχει εισχωρήσει σε αυτό. Αυτό δε σημαίνει πως η έξοδος ενός συστήματος είναι ίδια με την είσοδό του. Το σύστημα δεν είναι ένας παθητικός σωλήνας, αλλά ένας ενεργός επεξεργαστής πληροφοριών. Στο σχήμα που ακολουθεί (σχήμα 3.1), περιγράφονται όλα τα βασικά στοιχεία

ενός συστήματος όπως αναλύονται στη συστημική θεωρία. Throughput καλείται η μετατροπή της εισόδου του συστήματος στην έξοδο αυτού.

Σύστημα είναι ένα σύμπλεγμα αλληλοεπηρεαζόμενων και αλληλοεξαρτώμενων μεταξύ τους στοιχείων. Κάθε αλλαγή σε κάποιο στοιχείο του συστήματος επιφέρει αλλαγές σε ολόκληρο το σύστημα (Bateson, 1972). Το σύστημα δεν είναι απλά το άθροισμα των μερών του αλλά μια οργανική ενότητα, που διαφέρει ποιοτικά από τα επιμέρους κομμάτια που την απαρτίζουν. Ένα σύστημα μπορεί να οριστεί ως μια συλλογή από αλληλεπιδρώντα στοιχεία, που λειτουργούν μαζί για κάποιο σκοπό. Στα απλά συστήματα αιτία και αποτέλεσμα συνδέονται με πολύ στενούς δεσμούς στο χώρο και στο χρόνο. Στα πολύπλοκα συστήματα (complex systems) αντιθέτως, η αιτία ενός συμπτώματος (φαινόμενου) μπορεί να οφείλεται σε κάτι, που συνέβη στο παρελθόν και σε ένα απομονωμένο κομμάτι του συστήματος.



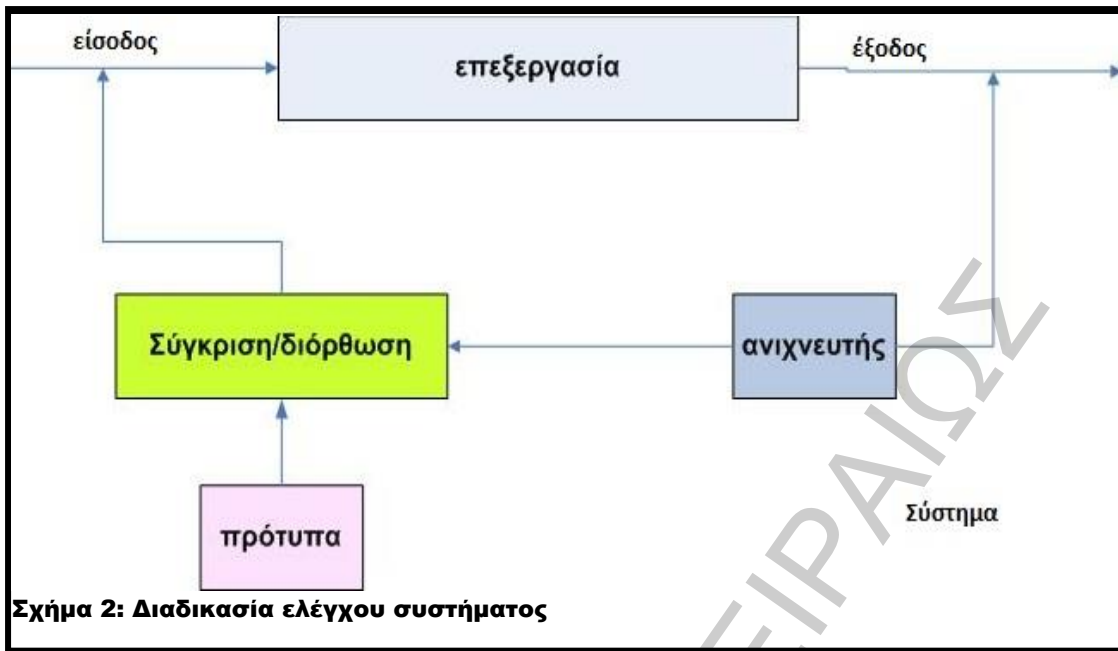
Σχήμα 1: Σύστημα σε αλληλεπίδραση με το Περιβάλλον

Η Συστημική Θεωρία βλέπει τον κόσμο ως ένα πολύπλοκο σύστημα αλληλοσυνδεδεμένων μερών. Θεωρούμε ένα σύστημα καθορίζοντας τα όριά του. Αυτό σημαίνει ποιες οντότητες είναι μέσα στο σύστημα και ποιες εκτός, μέρος δηλαδή του περιβάλλοντός του. Γνωρίζοντας τα όριά του, δηλαδή και το περιβάλλον του, μας επιτρέπει να κάνουμε απλοποιημένες αναπαραστάσεις (μοντέλα) του συστήματος, ώστε να το κατανοήσουμε και να προβλέψουμε ή να αντιμετωπίσουμε τον αντίκτυπό του στο περιβάλλον του ή τη μελλοντική του συμπεριφορά. Αυτά τα μοντέλα μπορεί να καθορίσουν τη δομή ή / και τη συμπεριφορά του συστήματος. Το περιβάλλον προσφέρει τα δεδομένα εισόδου και τα αποτελέσματα εξόδου. Βεβαίως το τι ανήκει στο σύστημα και τι στο περιβάλλον υπόκειται στην υποκειμενική αντίληψη του παρατηρητή.

Ως σχέση μεταξύ των αντικειμένων ορίζεται η αλληλεξάρτηση μεταξύ τους και μπορεί να λάβει τις εξής μορφές:

- 1ου βαθμού: Μια σχέση συμβιωτικής μορφής μπορεί να είναι παρασιτικού ή αμοιβαίου τύπου.
- Παρασιτική: το ένα μέρος δε μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα
- Αμοιβαία: κανένα μέρος δεν μπορεί να επιβιώσει αυτόνομα (προμηθευτής – πωλητής)
- 2ου βαθμού: Από τις σχέσεις συνεργατικής μορφής προκύπτουν οι αναδυόμενες ιδιότητες.
- 3ου βαθμού: Με την ύπαρξη πλεοναζόντων στοιχείων υπάρχουν επαναλαμβανόμενες σχέσεις, που συμβάλλουν στην αξιοπιστία του συστήματος (π.χ. σύστημα ελέγχου πτήσεων).

Υπάρχουν φυσικά και τεχνολογικά συστήματα. Τα φυσικά συστήματα μπορεί να μην έχουν κάποιο προφανή σκοπό αλλά οι εκροές τους μπορεί να ερμηνευτούν ως στόχοι. Αυτού του τύπου τα συστήματα τείνουν σε μια σταθερή κατάσταση (κατάσταση ισορροπίας). Τα τεχνολογικά συστήματα έχουν δημιουργηθεί με σκοπούς, που επιτυγχάνονται με τις εκροές τους. Τα μέρη τους πρέπει να συσχετίζονται, να σχεδιάζονται ώστε να λειτουργούν ως μια συναφής οντότητα. Διαφορετικά θα ήταν δύο ή και περισσότερα διακριτά συστήματα. Αυτό που πρέπει να διερευνούμε είναι η απόκλιση των επιθυμητών από τους πραγματικούς στόχους. Οι σκοποί των συστημάτων σε κάποια φάση ελέγχονται και ο έλεγχος αποτελεί εσωτερική διαδικασία του συστήματος (σχήμα 3.2). Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούν μηχανισμούς (feedback από το περιβάλλον), για να ελέγξουν τη συμπεριφορά τους ώστε να επιτύχουν το στόχο τους. Σε άλλες περιπτώσεις γίνεται έλεγχος αποτελεσμάτων εξόδου και σύγκριση με τα αναμενόμενα αποτελέσματα (αναμενόμενη συμπεριφορά ή επίτευξη του σκοπού). Σε κάθε περίπτωση όμως ο έλεγχος γίνεται για εντοπισμό και διόρθωση τυχόν αποκλίσεων. Εάν ένα σύστημα εξυπηρετεί το σκοπό του ο έλεγχος είναι θετικός (positive feedback) ενώ όταν αποτυγχάνει ο έλεγχος είναι αρνητικός (negative feedback). Στην περίπτωση αυτή μπορεί είτε να γίνει προσαρμογή του συστήματος, ανασκευή των προσδοκιών του περιβάλλοντος ή ακόμα και κατάργηση του συστήματος.



2.3.2.2 Γενικά Χαρακτηριστικά Συστημάτων

2.3.2.2.1 Βασικές Ιδιότητες

- Κάθε σύστημα εμπεριέχει έναν οργανωτικό κανόνα, που εκτελεί τρεις λειτουργίες: επιλογή, συσχέτιση και έλεγχο. Ένα σύστημα είναι εξ' ορισμού μια συλλογή (σύνθεση) από διάφορα στοιχεία. Για παράδειγμα, ένα τραπέζι αποτελείται από την επιφάνειά και τα πόδια του. Προκειμένου να κατασκευάσουμε ένα τραπέζι θα πρέπει να επιλέξουμε το επάνω μέρος (επιφάνεια) και τα πόδια από μια ομάδα στοιχείων. Έπειτα θα πρέπει να τοποθετήσουμε τα επιλεγμένα στοιχεία σε σχετικές μεταξύ τους θέσεις (η επιφάνεια πρέπει να στηριχθεί στα πόδια και όχι το αντίθετο). Τέλος η συσχέτιση των επιλεγμένων στοιχείων ελέγχει (κατευθύνει) την λειτουργία του συστήματος, το οποίο εκπληρεί ένα συγκεκριμένο σκοπό. Στην περίπτωση του τραπεζιού, θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι η δημιουργία ενός χώρου εργασίας στο ύψος ενός μέσου ανθρώπινου σώματος. Η αρχή της οργάνωσης η οποία επιλέγει, συσχετίζει και ελέγχει ένα σύστημα ονομάζεται κώδικας.
- Κάθε σύστημα βασίζεται στην διαφοροποίησή του από το περιβάλλον του. Όταν ένας κώδικας επιλέγει και συσχετίζει συγκεκριμένα στοιχεία έτσι ώστε να οργανώνεται ένα σύστημα, που να εκπληρώνει ένα συγκεκριμένο σκοπό πολλά από τα υπόλοιπα στοιχεία του αρχικού κόσμου (τα υπόλοιπα στοιχεία, που δεν επιλέχθηκαν) εξαιρούνται του συστήματος. Η λειτουργία της επιλογής είναι αποκλειστική (περιοριστική) ή περιεκτική. Οτιδήποτε αποκλείεται του συστήματος σχηματίζει το περιβάλλον του συστήματος. Εφόσον κάθε σύστημα δημιουργείται (συγκροτείται) μέσω επιλογής, κάθε σύστημα θα έχει το περιβάλλον του. Με άλλα λόγια, κάθε σύστημα διαχωρίζεται από το περιβάλλον του.

- Κάθε σύστημα κατασκευάζει τα επιμέρους στοιχεία του. Ένα σύστημα είναι πάντα κάτι παραπάνω από μια απλή συλλογή πραγμάτων σε ένα περιβάλλον. Επιστρέφοντας στο παράδειγμα του τραπέζιου, είναι προφανές, ότι πριν την κατασκευή των τραπέζιων, δεν υπήρχαν «πόδια» και «επιφάνειες» στο περιβάλλον, αλλά υπήρχε ξύλο, μέταλλο, πέτρα και άλλα υλικά μέχρι που ο κώδικας, που οργάνωσε το σύστημα «τραπέζι» επέλεξε και συσχέτισε διάφορα στοιχεία για το σκοπό του συστήματος και τα κατασκεύασε ως στοιχεία αυτού. Σχεδόν οτιδήποτε μπορεί να λειτουργήσει σαν επιφάνεια και πόδια ενός τραπέζιου. Αν ένας άνθρωπος καθίσει με τα πόδια και τα χέρια ταυτόχρονα στο πάτωμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τραπέζι. Για τους Εσκιμώους, το παγωμένο νερό κάνει χρήση ποδιών τραπέζιου. Η επιφάνεια και τα πόδια ενός τραπέζιου δεν είναι ουσίες, αλλά λειτουργίες και η λειτουργικότητα δεν κατασκευάζεται από το περιβάλλον αλλά από τον κώδικα του συστήματος. Αυτό ακριβώς συμβαίνει και με τα οργανικά συστήματα. Τα διάφορα όργανα / στοιχεία (δέρμα, κόκαλα, στομάχι, συκώτι, καρδιά) δε βρίσκονται στο περιβάλλον και περιμένουν κάποιον να τα συνδέσει μεταξύ τους, αλλά ο γενετικός κώδικας κατασκευάζει τα στοιχεία του οργανισμού. Το ίδιο συμβαίνει στην περίπτωση της γλώσσας. Η ανθρώπινη φωνή μπορεί να παράγει έναν άπειρο αριθμό ήχων, αλλά μόνο μερικοί από αυτούς ανήκουν στο λεξιλόγιο μιας γλώσσας. Όπως και ένα τραπέζι δεν χρειάζεται απαραίτητα ξύλο ή μέταλλο, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί σχεδόν από οτιδήποτε, έτσι και η γλώσσα, δεν χρειάζεται ακουστικά υλικά, από τη στιγμή που οι χειρονομίες ή τα γραπτά μηνύματα μπορούν να λειτουργήσουν όπως τα ηχητικά. Επομένως η λέξη μιας γλώσσας, δεν είναι ένα πράγμα, μία υλική ουσία αλλά μια λειτουργία ενός διαφορετικού συστήματος συσχετίσεων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο σημειωτικός κώδικας (semiotic code), που κατασκευάζει τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος.
- Κάθε σύστημα είναι αυτό-αναφερόμενο (self-referential) υπό την έννοια ότι παραπέμπει, αναφέρει και συσχετίζει τις λειτουργίες του στον εαυτό του. Από τη στιγμή που κάθε σύστημα κατασκευάζει τα επιμέρους στοιχεία του (όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο), τότε κάθε σύστημα έχει μια συγκεκριμένη τάση να διατηρεί τον εαυτό του ανέπαφο από τυχόν αλλαγές και μετατροπές. Η αυτό-αναφορικότητα ενός συστήματος πηγάζει από τη λειτουργία ελέγχου του κώδικά του. Η ανάλυση και περιγραφή της λειτουργίας ελέγχου στη συστημική οργάνωση ενός συστήματος αναφέρεται ως κυβερνητική. Το σύστημα είναι ένα κυβερνητικό σύστημα. Αν και ένα τραπέζι δεν είναι ένα κυβερνητικό σύστημα (υπό την ευρύτερη έννοια), είναι αυτό-αναφερόμενο από τη στιγμή που οποιαδήποτε αλλαγή στα δομικά και λειτουργικά του στοιχεία θα έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή της ταυτότητάς του και κατά συνέπεια των ιδιοτήτων του. Κατά αυτόν τον τρόπο, ακόμη και το τραπέζι αντιστέκεται των διαφόρων αλλαγών ή μετατροπών, που μπορεί να υποστεί. Ωστόσο, ως κυβερνητικά συστήματα αναφέρονται τα δυναμικά συστήματα, στα οποία μπορούμε να μελετήσουμε την

μετατροπή της εξόδου σε είσοδο, δημιουργώντας κυκλική σχέση αιτίας-αιτιατού (circular causality). Ένα αντιπροσωπευτικό κυβερνητικό αυτό-αναφερόμενο μηχανικό σύστημα είναι ο θερμοστάτης, ενώ οι ζώντες οργανισμοί ανήκουν στα κυβερνητικά αυτοαναφερόμενα οργανικά συστήματα, των οποίων η αυτοαναφορά εμφανίζεται με διαφορετική μορφή από αυτή των μηχανικών συστημάτων. Έτσι, ενώ η έξοδος ενός θερμοστατικά ελεγχόμενου συστήματος θέρμανσης αυξομειώνει την θερμοκρασία ενός δωματίου (επιδρά σκόπιμα στο περιβάλλον), η θερμότητα που παράγεται από ένα άλογο σε ένα στάβλο δε γίνεται με σκοπό την αυξομείωση της περιβαλλοντολογικής κατάστασης, αλλά είναι έμμεσο αποτέλεσμα της λειτουργίας του οργανισμού του αλόγου προκειμένου αυτό να διατηρήσει τη σταθερότητα, που θα του επιτρέψει τη συνέχιση της λειτουργίας του (επιβίωση). Τέλος, στα εννοιολογικά (σημειωτικά) συστήματα η αυτό-αναφορά εμφανίζεται υπό τη μορφή του αυτό-προσδιορισμού μέσω της επικοινωνίας. Αν και οι παραπάνω κατηγορίες κυβερνητικών αυτό-αναφερόμενων συστημάτων θα αναλυθούν λεπτομερώς στην συνέχεια αυτού του έργου, είναι προφανές πως όλα τα συστήματα, ανεξαρτήτως υλικής υπόστασης και επιπέδου εκδήλωσης (ανάδυσης) της οργάνωσής τους είναι αυτοαναφερόμενα.

2.3.2.3 Δομή και Καταστάσεις Περιγραφής Συστήματος

2.3.2.3.1 Καταστάσεις

Ένα σύστημα μεταβάλλεται (αλλάζει / διαφοροποιείται) μερικώς αυτόνομα, λόγω των επιδράσεων από το περιβάλλον του. Ο επιστημονικός παρατηρητής, που μελετάει το σύστημα (από εδώ και στο εξής θα ονομάζεται παρατηρητής) έχει ως βασικό σκοπό τη δημιουργία ενός μοντέλου του συστήματος προκειμένου να μελετήσει την εξέλιξή του (την αντίδρασή του) σε συγκεκριμένες εισόδους, που έχουν προκληθεί από το περιβάλλον και πολλές φορές ελεγχόμενες από τον ίδιο τον παρατηρητή. Ο παρατηρητής υποθέτει ότι η εξέλιξη του συστήματος αντιπροσωπεύεται από μια ακολουθία καταστάσεων, έτσι ώστε κάθε στιγμή t το σύστημα χαρακτηρίζεται από μια κατάσταση $s(t)$. Αυτή η παραμετροποιημένη ακολουθία καταστάσεων, σχηματίζει μια τροχιά (trajectory) όλων των πιθανών καταστάσεων του συστήματος στο χώρο. Τώρα το πρόβλημα της αναπαράστασης του συστήματος (δηλ. της δημιουργίας ενός μοντέλου του) ανάγεται στην μορφή, που πρέπει να έχουν οι καταστάσεις έτσι ώστε η συγκεκριμένη τροχιά και οι παρατηρούμενες εκδηλώσεις της (αντιδράσεις του συστήματος σε περιβαλλοντικούς παράγοντες), να είναι υπολογίσιμες.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να εξηγήσουμε τι σημαίνει συμπεριφορά και κατάσταση ενός συστήματος. Η συμπεριφορά ενός συστήματος χαρακτηρίζεται από τον τρόπο που αντιδρά (έξοδος) σε ενέργειες, που ασκούνται σε αυτό (είσοδος) από το περιβάλλον του ή από τον παρατηρητή. Η είσοδος και η έξοδος ενός συστήματος είναι (κατά το γενικό ορισμό) διεργασίες (δηλ. χρονικά φαινόμενα). Η συσχέτιση της εισόδου με την έξοδο, πράγμα, που ορίζει το σύστημα ως μία δυναμική οντότητα (dynamical entity) δεν είναι μια απλή λειτουργία (αφού για μια δεδομένη

είσοδο, διαφορετικές έξοδοι παρατηρούνται). Κατά συνέπεια, αν ένας επιθυμεί να προβλέψει την αντίδραση ενός συστήματος για μια καθορισμένη είσοδο χρειάζεται κάποια επιπρόσθετη πληροφορία.

Η επιπρόσθετη πληροφορία, η οποία συνοψίζει την ιστορία του συστήματος πριν από τη στιγμή της πρόβλεψης της εξόδου του, λόγω της επίδρασης μελλοντικής εισόδου, ονομάζεται κατάσταση (state) του συστήματος». (Heylighen, 1987) Ακριβέστερα εάν κανείς γνωρίζει:

1. τους γενικούς δυναμικούς νόμους, που περιορίζουν την συμπεριφορά του συστήματος και
2. τις εξωτερικές ενέργειες που ασκούνται σε αυτό

τότε η κατάσταση του συστήματος είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών, των οποίων η γνώση πρέπει να προστεθεί στην γνώση των (1) και (2), προκειμένου να καθοριστεί η περαιτέρω συμπεριφορά του συστήματος (Gille και Clieue, 1975). Κατά αυτήν την έννοια, η κατάσταση ενός συστήματος είναι ένα εννοιολογικό κατασκεύασμα, όχι άμεσα παρατηρήσιμο, το οποίο μας βοηθάει στον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των διεργασιών της παρατηρούμενης εισόδου και εξόδου.

Παρακάτω, παρατίθενται μερικοί ορισμοί του όρου κατάσταση ενός συστήματος, όπως διατυπώθηκαν από διακεκριμένους ερευνητές της επιστήμης των συστημάτων. Έτσι ο Ashby (1960) αναφέρει ότι «η κατάσταση ενός συστήματος μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, είναι το σύνολο των αριθμητικών τιμών των επιμέρους μεταβλητών του συστήματος για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή». Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκεται και ο Klir (1991) όταν υποστηρίζει ότι «οι καταστάσεις ενός συστήματος μπορούν να περιγραφούν σύμφωνα με το σύνολο των στιγμιαίων τιμών όλων των μεταβλητών του συστήματος». Ο Klir, υποστηρίζει ότι «το πρωτογενές συστατικό της έννοια του συστήματος είναι η μεταβλητή. Η μεταβλητή είναι ένα συστατικό, το οποίο έχει ένα συγκεκριμένο χαρακτηρισμό (όνομα) με το οποίο διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες μεταβλητές του υπό εξέταση συστήματος και ένα συγκεκριμένο σύνολο τιμών, μέσα από το οποίο γίνεται φανερό (εκδηλώνεται) στον παρατηρητή».

Επίσης, η δήλωση του Eddington για την έννοια της μεταβλητής είναι ρητή: «Αν κανείς έχει αμφιβολία για το εάν μια συγκεκριμένη ποσότητα πρέπει να αντιμετωπιστεί (να οριστεί) ως μεταβλητή δεν έχει παρά να εξετάσει εάν η συγκεκριμένη ποσότητα μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα δείκτη ενός πίνακα ενδείξεων μέτρησης. Για παράδειγμα, η πίεση, η ταχύτητα, ο όγκος, η μάζα, ο πληθυσμός, το εθνικό ακαθάριστο προϊόν και άλλα πολλά, μπορούν να προσδιοριστούν αριθμητικά και να καταγραφούν σε έναν πίνακα ενδείξεων μέτρησης». Συγκεκριμένα τονίζει ότι όλο το πρόβλημα της επιστήμης επικεντρώνεται στην ανάγνωση δεικτών και συναφών ενδείξεων. Οποιαδήποτε ποσότητα παρατηρούμε, η πραγματική διαδικασία ανάγεται στην ανάγνωση ενός δείκτη σε αυξανόμενη κλίμακα, ή κάτι ισοδύναμο (Ashby, 1960).

2.3.2.3.2 Δομή ενός Συστήματος

Η αναπαράσταση ενός συστήματος δεν περιορίζεται στην ύπαρξη ενός μηχανισμού, που μοντελοποιεί μόνο τις φαινομενικές αλλαγές του συστήματος, αλλά θα πρέπει να είναι σε θέση να προβλέπει τις πραγματικές και δυνατές αλλαγές των καταστάσεών του. Μια τέτοια αναπαράσταση ονομάζεται προσαρμοστική και ο μηχανισμός της βασίζεται στο δυϊσμό κατάστασης και δομής. Ως δομή ορίζεται το πρότυπο (σχέδιο) βάσει του οποίου συνδέονται τα στοιχεία ενός συστήματος (μιας μηχανής ή ενός οργανισμού). (π.χ., η δομή διαταγών μιας στρατιωτικής μονάδας, η κατανομή των υποχρεώσεων στα μέλη μιας οργάνωσης, η συνδεσμολογία των εξαρτημάτων σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα κτλ).

Η δομή είναι το σταθερό μέρος μιας προσαρμοστικής αναπαράστασης. Χαρακτηρίζεται από τη διασύνδεση των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, τα οποία δεν μεταβάλλονται (ή μεταβάλλονται αργά σε σχέση με την επεξεργασία της πληροφορίας, που γίνεται μέσα στο σύστημα). Αντιθέτως η κατάσταση του συστήματος είναι το άλλο μέρος της αναπαράστασής του, που αλλάζει διαρκώς σε αντιστοιχία με τις αλλαγές του περιβάλλοντος, τις οποίες και αναπαριστά. Η μετάβαση ενός συστήματος από μία κατάσταση σε μία άλλη καθορίζεται μερικώς από τη δομή της αναπαράστασης (η οποία προσδιορίζει τις πιθανές καταστάσεις και τις πιθανές μεταβάσεις από τη μια στην άλλη) και μερικώς από την εξωτερική κατάσταση του συστήματος όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τους δέκτες αυτού. Για παράδειγμα, το λεξιλόγιο, η γραμματική, το συντακτικό και μια εσωτερική λογική αντιστοιχούν στην δομή της αναπαράστασης μιας γλώσσας. Η δομή αυτή πρέπει να είναι γνωστή προκειμένου να γίνει σωστή χρήση της συγκεκριμένης γλώσσας. Ο χρήστης μιας γλώσσας που γνωρίζει τη συγκεκριμένη δομή είναι ικανός να παράγει σωστές προτάσεις. Οι προτάσεις αυτές όμως δεν προσδιορίζονται πλήρως από τη δομή της γλώσσας, αλλά εξαρτώνται από τις προθέσεις του χρήστη και από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται όταν τις διατυπώνει. Στην πραγματικότητα, οι προτάσεις του ομιλητή αντιστοιχούν στην κατάσταση του γλωσσικού συστήματος, που χρησιμοποιεί και δεν είναι τίποτε άλλο παρά αναπαραστάσεις του.

Η ευκαμψία και προσαρμοστικότητα του γλωσσικού συστήματος είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι ο αριθμός των δυνατών προτάσεων (καταστάσεις του συστήματος) είναι απεριόριστος, ενώ ο αριθμός των λέξεων και των συντακτικών/λογικών κανόνων είναι περιορισμένος. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη του συστήματος να προσαρμόζει τις λεκτικές του εκφράσεις με σκοπό την περιγραφή των οποιωνδήποτε καταστάσεων. Το μόνο που λείπει στο χαρακτηρισμό της γλώσσας για να την κάνει μια πλήρη προσαρμοστική αναπαράσταση είναι το μέρος της δυναμικής της: η μετάβαση από τη μια λεκτική έκφραση σε μια άλλη δεν προσδιορίζεται μέσα στη γλώσσα, αλλά εξαρτάται από το χρήστη.

Το παραπάνω παράδειγμα μας δίνει κάποιες ενδείξεις για το τι χρειάζεται, για να φτιάξουμε μια δομή αναπαράστασης ενός συστήματος. Πρώτον, η δομή αυτή θα πρέπει να παρέχει έναν παραγωγικό μηχανισμό (generative structure) για την παραγωγή διαφορετικών καταστάσεων. Στην περίπτωση της γλώσσας, μια κατάσταση αυτής μπορεί να είναι μια πρόταση, που

καθορίζεται από συγκεκριμένους περιορισμούς (π.χ. συντακτικοί κανόνες) και των επιμέρους στοιχείων της (λέξεις). Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το σύνολο όλων των πιθανών καταστάσεων, στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένα σύστημα σε συνδυασμό με τις μεταξύ των σχέσεις είναι ο χώρος καταστάσεων (state space) του συστήματος. Ανάλογα, το σύνολο των επιμέρους στοιχείων είναι ο χώρος στοιχείων (unit space) του συστήματος. Στην απλή περίπτωση όπου ο μέγιστος αριθμός στοιχείων, που μπορούν να συνδυαστούν είναι ίσος με ένα (1), ο χώρος καταστάσεων συμπίπτει με το χώρο στοιχείων. Στην περίπτωση όπου ο αριθμός των στοιχείων, που μπορεί να συνδυαστούν καταλήγοντας σε μία κατάσταση του συστήματος είναι απεριόριστος, τότε ο χώρος καταστάσεων είναι πρακτικά άπειρος, ενώ ο χώρος στοιχείων μπορεί να είναι πεπερασμένος.

Η επιλογή ενός συνδυασμού στοιχείων από το σύνολο όλων των πιθανών συνδυασμών είναι μια πραγματοποίηση, μια ενεργοποίηση των επιλεγμένων στοιχείων. Έτσι, η κατάσταση κατά την οποία η αναπαράσταση του συστήματος είναι σε μια συγκεκριμένη κατάσταση μπορεί να θεωρηθεί ως μια επιλεκτική ενεργοποίηση (selective activation) των στοιχείων της δομής αναπαράστασης.

Ένα άλλο είδος περιορισμών είναι αυτό, που προσδιορίζει τις επιτρεπόμενες μεταβάσεις μεταξύ των καταστάσεων του συστήματος. Αυτό είναι το κομμάτι, που αφορά την δυναμική της δομής αναπαράστασης του συστήματος. Τέλος, το τρίτο είδος περιορισμών έχει σχέση με τους στόχους του συστήματος και ονομάζονται σκόπιμοι περιορισμοί (purposive constraints).

2.3.2.4 Συστημική Σκέψη και Θεωρία

2.3.2.4.1 Γενική Θεωρία Συστημάτων

Η Γενική Θεωρία Συστημάτων είναι η διεπιστημονική μελέτη της ιδεατής οργάνωσης των συστημάτων, ανεξάρτητα από την υλική, ειδική και χωροχρονική τους υπόσταση. Η γενική θεωρία συστημάτων ερευνά τις κοινές αρχές των πολυσύνθετων και πολύπλοκων (complex) οντοτήτων καθώς και τα μοντέλα τα οποία τις περιγράφουν. Η γενική θεωρία συστημάτων προτάθηκε περίπου το 1940 από το βιολόγο Ludwig von Bertalanffy, ο οποίος αντιτάχθηκε στον περιορισμό των επιστημών και στην αναγωγή τους στους νόμους της επιστήμης της φυσικής. Έτσι, υποστήριξε πως τα πραγματικά συστήματα είναι ανοιχτά και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, διαφοροποιώντας ποιοτικά τις ιδιότητές τους διαρκώς εξελισσόμενα. Η γενική θεωρία συστημάτων είχε ως πρωταρχικό σκοπό τη θεωρητική κατασκευή μοντέλων, τα οποία θα εκτεινόταν ανάμεσα στα κατασκευάσματα υψηλής γενικότητας των καθαρών μαθηματικών και στις συγκεκριμένες θεωρίες των εξειδικευμένων επιστημονικών κλάδων. Στα μέσα του περασμένου αιώνα, η ανάγκη για ένα σώμα συστηματικών θεωρητικών κατασκευασμάτων, τα οποία θα αναφέρονταν στις γενικές σχέσεις του εμπειρικού κόσμου, ήταν επιτακτική. Αυτή είναι και η αναζήτηση της γενικής θεωρίας συστημάτων. Φυσικά, δεν αναζητά μια συμπαγή, «γενική θεωρία των πάντων», η οποία θα αντικαταστήσει όλες

τις ειδικές θεωρίες των διαφόρων κλάδων. Μια τέτοια θεωρία δε θα είχε σχεδόν κανένα περιεχόμενο, γιατί ως γνωστό, το περιεχόμενο θυσιάζεται για χάρη της γενικότητας.

Ωστόσο, κάπου ανάμεσα στο συγκεκριμένο που δεν έχει νόημα και στο γενικό που δεν έχει περιεχόμενο, θα πρέπει να υπάρχει, για κάθε ένα επίπεδο, ένας βαθμός γενικότητας. Οι υποστηρικτές της γενικής θεωρίας συστημάτων ισχυρίζονται ότι ο κατάλληλος βαθμός γενικότητας της θεωρίας δεν επιτυγχάνεται από τις επιμέρους επιστήμες. Έτσι, η γενική θεωρία συστημάτων στοχεύει, (Boulding, 1956) στο χαμηλό επίπεδο και με υψηλή αυτοπεποίθηση, στον προσδιορισμό ομοιοτήτων στα θεωρητικά κατασκευάσματα διαφορετικών επιστημονικών τομέων και στην ανάπτυξη θεωρητικών μοντέλων, που να βρίσκουν εφαρμογή σε τουλάχιστον δύο διαφορετικά πεδία μελέτης. Σε υψηλότερο επίπεδο, αλλά μάλλον με χαμηλότερο βαθμό αυτοπεποίθησης, ελπίζει στην ανάπτυξη ενός «φάσματος» θεωριών – ένα σύστημα των συστημάτων, που θα μπορεί να λειτουργεί ως gestalt στη θεωρητική κατασκευή. Τέτοια gestalt έχουν χρησιμεύσει πάρα πολύ σε διάφορους επιστημονικούς τομείς, γιατί κατευθύνουν την έρευνα προς τα κενά που αποκαλύπτουν. Ένα τρανταχτό παράδειγμα είναι ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων στην χημεία, λόγω του οποίου η έρευνα στράφηκε για πολλά χρόνια στην εύρεση όλων των στοιχείων με σκοπό την ολοκλήρωση του πίνακα. Παρόμοια, το υπερσύστημα (το σύστημα των συστημάτων) μπορεί να χρησιμεύσει στην κατεύθυνση της προσοχής των θεωρητικών προς τα κενά των θεωρητικών μοντέλων και επίσης να υποδείξει τις απαραίτητες μεθόδους για το «γέμισμα» των κενών αυτών.

Μια ένσταση για τη γενική θεωρία συστημάτων είναι πως υπάρχει μεγάλος κίνδυνος να καταλήξει σε αναλογίες χωρίς κανένα νόημα. Αν και κατά πολλούς επιστήμονες ο κίνδυνος αυτός υπάρχει, πρέπει να τονιστεί πως η γενική θεωρία συστημάτων δεν ψάχνει για υπερφυσικές αναλογίες, από τη στιγμή που δεν εξυπηρετούν στη μελέτη των φαινομένων. Αντιθέτως, η γενική θεωρία συστημάτων χρησιμοποιεί το φαινόμενο του ισομορφισμού (isomorphism), το οποίο δεν είναι μια απλή αναλογία, αλλά η φυσική συνέπεια του φαινομένου κατά το οποίο αφηρημένα εννοιολογικά μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικά συστήματα.

2.3.2.4.1.1 Στόχοι Γενικής Θεωρίας Συστημάτων

Η μηχανιστική προσέγγιση στην ανάλυση του κόσμου αναζητεί την καθολικότητα (universality), ανάγοντας τα υπό μελέτη συστήματα στα αντίστοιχα υλικά και δομικά στοιχεία που τα αποτελούν. Επομένως, οι σύγχρονες επιστήμες χαρακτηρίζονται από τη διαρκώς αυξανόμενη υπερεξειδίκευση λόγω του όγκου των δεδομένων και της πολυπλοκότητας των διαφόρων τεχνικών, που αναπτύσσονται σε κάθε επιστημονικό πεδίο. Το αποτέλεσμα είναι ο διαχωρισμός της επιστήμης σε επιμέρους κλάδους, πράγμα που αναγκάζει τους αντίστοιχους επιστήμονες και ερευνητές να απομονώνονται αποκλειστικά στο δικό τους επιστημονικό πεδίο. Έτσι, οι επιστήμονες δεν είναι ενήμεροι του φαινομένου κατά το οποίο όμοια

προβλήματα αναδύονται και ίδιες ιδέες αναπτύσσονται μεταξύ εντελώς διαφορετικών επιστημονικών κλάδων.

Αντιθέτως η γενική θεωρία συστημάτων ασχολείται με τα προβλήματα ενός συστήματος, που βασίζεται στην πληρότητά του (wholeness), στην λειτουργία του ως σύνολο. Η συστημική θεωρία επικεντρώνεται στη διάταξη των επιμέρους στοιχείων και στις μεταξύ τους σχέσεις, οι οποίες τα συνδέουν και δημιουργούν ένα πλήρες σύνολο, ένα σύστημα. Αυτή η χαρακτηριστική οργάνωση των επιμέρους στοιχείων καθορίζει το σύστημα και είναι ανεξάρτητη του υλικού τους (π.χ σωματίδια, κύτταρα, μικροεπεξεργαστές, άνθρωποι, κ.ά).

Η γενική θεωρία συστημάτων είναι λοιπόν μια γενική επιστήμη της πληρότητας, της καθολικότητας, της ολότητας. Αυτό αποτελεί ένδειξη των μεγάλων στόχων της οι οποίοι είναι:

1. Η ύπαρξη μιας γενικότερης τάσης για ενοποίηση των διαφόρων επιστημών, φυσικών και κοινωνικών.
2. Ο πυρήνας μιας τέτοιας ενοποίησης φαίνεται να είναι η γενική θεωρία συστημάτων.
3. Αυτή η θεωρία παρέχει ένα μέσο προς την συγκρότηση σημαντικών αρχών στις μη φυσικές επιστήμες.
4. Η ύπαρξη όμοιων εννοιών και αρχών οργάνωσης σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους (π.χ. φυσική, βιολογία, πληροφορική, κοινωνιολογία) ανοίγει το δρόμο προς την ενοποίησή τους. Έτσι, κάνουμε ένα μεγάλο βήμα προς την ενοποίηση όλων των κλάδων της επιστήμης.
5. Η κίνηση αυτή μπορεί να οδηγήσει στην απαραίτητη ενοποίηση της επιστημονικής εκπαίδευσης.

Μια ενοποιητική σύλληψη και κατανόηση του κόσμου δε θα μπορούσε να βασιστεί στη μάταιη ιδέα της αναγωγής όλων των επιπέδων της πραγματικότητας στο επίπεδο της φυσικής, αλλά στην ισομορφία των νόμων στα διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Η αναζήτηση εννοιολογικών κατασκευασμάτων της επιστήμης, ισοδυναμεί με διαρθρωτικές ομοιομορφίες των σχημάτων που εφαρμόζονται. Στον υλικό κόσμο, σημαίνει ότι ο κόσμος, δηλαδή, το σύνολο των παρατηρούμενων γεγονότων παρουσιάζουν δομικές ομοιομορφίες, οι οποίες εμφανίζονται μέσα από τα ισομορφικά ίχνη των διαφορετικών επιπέδων του κόσμου. Συνεπώς, καταλήγουμε σε μια έννοια εντελώς αντίθετη από αυτή του υποβιβασμού και της απλούστευσης, την οποία περιφραστικά ονομάζουμε αντίληψη της σχετικής σπουδαιότητας των γεγονότων (perspectivism). Είναι σχεδόν αδύνατο να υποβιβάσουμε απλουστευτικά τα βιολογικά, συμπεριφερσιακά και κοινωνικά επίπεδα στο χαμηλότερο επίπεδο των κατασκευασμάτων των νόμων της φυσικής. Ωστόσο, είναι πολύ πιθανό να μπορούμε να βρούμε κατασκευάσματα και νόμους μέσα σε καθένα από τα διάφορα επίπεδα. Η ενοποιητική αρχή είναι ότι βρίσκουμε μορφές οργάνωσης σε όλα τα επίπεδα.

2.3.2.5 Ανάπτυξη Συστημικής Σκέψης

2.3.2.5.1 Από Πού Προκύπτει ένα Σύστημα

Αν και η κοινή αντίληψη της έννοιας του συστήματος, μας επιτρέπει να αναγνωρίζουμε ένα σύστημα όταν αυτό παρουσιάζεται μπροστά μας, από την άλλη, η αντίληψη αυτή δε μας βοηθάει καθόλου στο να το κατασκευάσουμε. Ας δούμε πώς απαντάει σε αυτό το ερώτημα ο Brian Gaines, (1979):

"Σύστημα είναι αυτό που διακρίνεται (που ξεχωρίζει) ως σύστημα. Αρχικά αυτό δεν φαίνεται σα μία σοβαρή δήλωση. Σύστημα είναι ό, τι μας αρέσει να ξεχωρίζουμε ως σύστημα. Εύκολα θα μπορούσε κάποιος να με ρωτήσει: Δε θα μπορούσα να εφαρμόσω τον παραπάνω ορισμό σε οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο θα ήθελα να ορίσω; Για παράδειγμα, θα μπορούσα να πω: Λαγός είναι αυτό που διακρίνεται ως λαγός. Και τότε εγώ θα του απαντούσα ότι ο ορισμός μου για το σύστημα είναι επαρκής για να ορίσει ένα σύστημα, αλλά ο δικός σου για το λαγό δεν είναι επαρκής για να ορίσει ένα λαγό."

Εδώ ακριβώς βρίσκεται η ουσία της συστημικής θεωρίας: ο διαχωρισμός μιας οντότητας ως σύστημα είναι ικανοποιητικό και επαρκές κριτήριο, για να είναι πραγματικά η οντότητα αυτή ένα σύστημα (γεγονός καθολικά αληθές για όλα τα συστήματα). Αντιθέτως, το να ξεχωρίζει κανείς μία οντότητα ως οτιδήποτε άλλο, είναι ικανοποιητικό κριτήριο, αλλά όχι επαρκές. Ο Gaines συνεχίζει λέγοντας ότι: η έννοια του συστήματος βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας όλων των υπάρξεων. Φτάνοντας εκεί, καθένας διαπιστώνει μια όχι τόσο θετική αρετή του συστήματος, ότι δεν μπορεί να προχωρήσει σε περαιτέρω διακρίσεις. Τελικά πιστεύω, ότι ο ορισμός του συστήματος ως μιας οντότητας που ορίζεται μοναδικά κάνοντας (προβαίνοντας σε) διακρίσεις, εξηγεί πολλές από τις αρετές αλλά και τα ελαττώματα της συστημικής θεωρίας. Το παράδοξο της ιδέας της συστημικής θεωρίας έγκειται στο ότι η αποτυχία της να προβεί σε περαιτέρω διακρίσεις (από την στιγμή, που ορίζει μία οντότητα ως σύστημα), είναι ταυτόχρονα η πρωταρχική πηγή της ισχύς της και η αχίλλειος πτέρνα της. Από τα παραπάνω, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι δεν πρέπει να περιμένουμε να ανακαλυφθούν διάφορα συστήματα, τα οποία θα είναι ειδικά φτιαγμένα για εμάς.

Αντίθετα, τα συστήματα δημιουργήθηκαν μαζί με εμάς, τους ανθρώπους. Τα κατασκευάζουμε κάνοντας τις απαραίτητες διακρίσεις, είτε αυτές γίνονται στον πραγματικό κόσμο (μέσω της αντιληπτικότητάς μας), είτε στο νοητικό μας κόσμο (μέσω της σκέψης). Αυτά, διατυπώνονται ξεκάθαρα από τους Goguen και Varela, (1979): «Μία διάκριση, χωρίζει τον κόσμο σε δύο μέρη, στο «εκείνο» και στο «αυτό», ή στο «περιβάλλον» και στο «σύστημα». Η δημιουργία διακρίσεων είναι μια από τις πιο βασικές ενέργειες του ανθρώπου. Σίγουρα είναι η πιο βασική αρχή της θεωρίας συστημάτων, αφού μέσω αυτής διαχωρίζεται το σύστημα από το περιβάλλον του.

Βέβαια, ο κόσμος γύρω μας δεν είναι χωρισμένος σε συστήματα, υποσυστήματα και περιβάλλοντα, αλλά εμείς τον διαχωρίζουμε κατά αυτόν τον τρόπο, απλά γιατί έτσι μας βολεύει.» Οι παραπάνω σκέψεις είναι αρκετά σημαντικές για τη σωστή κατανόηση της φύσης των συστημάτων. Αυτό που πρέπει να μείνει στον αναγνώστη, είναι ότι: τα συστήματα δεν υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο ανεξάρτητα (αποκομμένα) από τον ανθρώπινο νου.

2.3.2.5.2 Υπερσυστήματα και Υποσυστήματα

Το περιβάλλον ενός συστήματος αποτελείται από άλλα συστήματα, τα οποία με την σειρά τους αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, το περιβάλλον ενός ανθρώπου αποτελείται από άλλους ανθρώπους. Μια τέτοια συλλογή από συστήματα τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αποτελεί ένα μεγαλύτερο σύστημα. Δηλαδή, μία ομάδα συγκεκριμένων ανθρώπων, αποτελεί μια οικογένεια, μια εταιρεία, μια πόλη. Σε σχέση με το σύνολο, τα επιμέρους στοιχεία χαρακτηρίζονται ως υποσυστήματα και σε σχέση με τα επιμέρους στοιχεία, το σύνολο χαρακτηρίζεται ως υπερσύστημα.

2.3.2.5.2.1 Μαύρο και Άσπρο Κουτί

Εξετάζοντας ένα υπερσύστημα σαν ένα σύνολο, δεν χρειάζεται να έχουμε επίγνωση των επιμέρους στοιχείων του (υποσυστήματα). Μπορούμε απλά να εξετάσουμε τη συνολική είσοδο και έξοδο του συστήματος (υπερσύστημα) χωρίς να μας απασχολήσει σε ποιο συγκεκριμένο υποσύστημα αναφέρεται (εφαρμόζεται) ένα μέρος της εισόδου. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε πως εξετάζουμε μια πόλη (υπερσύστημα) ως προς το βαθμό μόλυνσής της. Μπορούμε να μετρήσουμε τη συνολική ποσότητα καυσίμων, που καταναλώνεται στην συγκεκριμένη πόλη (είσοδος) και συνεπώς τον συνολικό βαθμό μόλυνσης της πόλης αυτής (έξοδος), χωρίς να γνωρίζουμε πιο άτομο, (υποσύστημα), είναι υπεύθυνο για κάποιο συγκεκριμένο βαθμό μόλυνσης. Αυτός ο τρόπος ανάλυσης των διαφόρων συστημάτων εξετάζει το σύστημα σαν ένα μαύρο κουτί (black box), το οποίο παράγει μια έξοδο βάσει της εισόδου του, χωρίς να μπορούμε να δούμε τι συμβαίνει στο ενδιάμεσο κομμάτι. Σε περίπτωση που οι ενδιάμεσες διεργασίες είναι φανερές, τότε η ανάλυση του συστήματος ονομάζεται άσπρο κουτί (white box).

Αν και η ανάλυση μέσω μαύρου κουτιού δεν είναι πολύ ικανοποιητική, πολλές φορές είμαστε υποχρεωμένοι να αρκεστούμε μόνο σε αυτή. Για παράδειγμα, δεν γνωρίζουμε τη λειτουργία πολλών σωματικών διεργασιών. Οι γιατροί παρατηρούν πως αν χορηγήσουν στον ασθενή ένα συγκεκριμένο φάρμακο (είσοδος), ο ασθενής θα αντιδράσει με ένα συγκεκριμένο τρόπο (έξοδος). Ωστόσο στις περισσότερες των περιπτώσεων, δε γνωρίζουμε τον ακριβή μηχανισμό μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος. Είναι προφανές ότι το φάρμακο ενήργησε πάνω σε μια πολύπλοκη αλυσίδα αντιδράσεων, που αφορούν διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος, αλλά αυτό που μπορεί να δει κανείς με σιγουριά είναι μόνο το αποτέλεσμα.

Η ανάλυση τύπου μαύρο κουτί δεν περιορίζεται μόνο στις περιπτώσεις που δε μπορούμε να εξετάσουμε το εσωτερικό ενός συστήματος, καθώς υπάρχουν περιπτώσεις που ενώ μπορούμε πολύ εύκολα να δούμε το μηχανισμό επεξεργασίας της εισόδου ενός συστήματος, επιλέγουμε να αγνοήσουμε τις λεπτομέρειες αυτές. Αναφερόμενοι στο παράδειγμα της πόλης, δεν μας ενδιαφέρει ποια συγκεκριμένη καμινάδα παράγει ένα συγκεκριμένο όγκο καπνού. Έτσι η ανάλυση τύπου μαύρο κουτί είναι πολύ απλή και εύκολα εφαρμόσιμη στην περίπτωση μέτρησης του συνολικού βαθμού μόλυνσης της πόλης.

Οι δύο προαναφερθέντες συμπληρωματικοί τρόποι ανάλυσης ενός συστήματος (μαύρο και άσπρο κουτί) φανερώνουν μια γενική αρχή: Τα συστήματα είναι ιεραρχικά δομημένα (hierarchically structured) και αποτελούνται από διαφορετικά επίπεδα. Η ανάλυση σε ένα υψηλό επίπεδο μας δίνει μια πιο ολοκληρωμένη όψη της οργάνωσης του συστήματος, χωρίς ανάλυση των λεπτομερειών των επιμέρους στοιχείων. Σε χαμηλότερο επίπεδο γίνεται φανερή η αλληλεπίδραση των πολλών επιμέρους στοιχείων (υποσυστήματα), χωρίς όμως να γίνεται κατανοητή η οργάνωση του συστήματος στο σύνολό του (whole).

Σύμφωνα με την αναλυτική (μηχανιστική) προσέγγιση της κλασσικής επιστήμης, η ανάλυση του χαμηλότερου επιπέδου είναι αυτό που πρέπει να εφαρμόζεται. Έτσι, η αναλυτική προσέγγιση θεωρεί αναγκαία την απλοποίηση του συστήματος στα στοιχειώδη μέρη του, προκειμένου να μελετηθούν και να κατανοηθούν λεπτομερώς οι μεταξύ τους σχέσεις. Διαφοροποιώντας έναν αριθμό μεταβλητών σε κάθε πείραμα, προσπαθεί να καταλήξει σε γενικούς νόμους που θα επιτρέπουν την πρόβλεψη των ιδιοτήτων του συστήματος σε οποιοσδήποτε συνθήκες. Στην παραπάνω παραδοχή έχει βασιστεί η κλασσική ιατρική. Αν κανείς γνωρίζει την ακριβή κατάσταση όλων των οργάνων και κυττάρων του σώματος, θεωρητικά, είναι σε θέση να κατανοήσει τις λειτουργίες του οργανισμού. Τέτοιου είδους προβλέψεις μπορούν να γίνουν μόνο σε ομοιογενή συστήματα, τα οποία αποτελούνται από παρόμοια στοιχεία που εμφανίζουν ασθενείς αλληλεπιδράσεις. Σε αυτήν την περίπτωση ισχύει η αρχή της προσθετικότητας των ιδιοτήτων των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος. Εδώ οι στατιστικοί νόμοι είναι εφαρμόσιμοι και μας βοηθούν στην κατανόηση της ανοργάνωτης πολυπλοκότητας του συστήματος.

Για τη συστημική σκέψη, ένα πρόβλημα αυτού του επιπέδου δεν είναι πολύπλοκο, υπό την έννοια ότι η πολυπλοκότητα δεν μπορεί να αναχθεί παρά μόνο στο σύνολο των σχέσεων (αλληλεπίδραση) όλων των στοιχείων ενός συστήματος. Έτσι, στην περίπτωση ενός ζωντανού οργανισμού υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις που υποστηρίζουν πως μια τέτοια τακτική δε λαμβάνει υπόψη την πιο σημαντική αρχή: ο ανθρώπινος οργανισμός είναι ένα σύνολο. Η κατάσταση του μυαλού επηρεάζει το στομάχι, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει την κατάσταση του μυαλού. Σε αυτήν την περίπτωση η αρχή της προσθετικότητας δεν ισχύει γιατί οι αλληλεπιδράσεις των επιμέρους στοιχείων του οργανισμού δεν είναι γραμμικές, αλλά αποτελούνται από δίκτυα αλληλεπιδράσεων υψηλής

πολυπλοκότητας, τα οποία μπορούν να κατανοηθούν εξεταζόμενα μόνο βάσει ενός κοινού σκοπού (common purpose): την διατήρηση του οργανισμού σε υγιή κατάσταση. Αυτός ο κοινός σκοπός λειτουργεί στο επίπεδο του συνόλου και δεν έχει κανένα απολύτως νόημα στο επίπεδο του μεμονωμένου οργάνου ή κυττάρου.

2.3.2.5.2.2 Κατερχόμενη Σχέση Αιτίας – Αιτιατού – Downward Causation

Όλες οι διεργασίες κάθε επιπέδου της ιεραρχίας περιορίζονται και λαμβάνουν χώρα σύμφωνα με τους νόμους του αμέσως ανώτερου επιπέδου. Η συστημική θεωρία υποστηρίζει την ιδέα της κατερχόμενης σχέσης αιτίας και αιτιατού (downward causation). Οι νόμοι που κυβερνούν το σύνολο (whole) περιορίζουν της συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του. Η λογική αυτή είναι πολύ εμφανής. Αν και η συμπεριφορά μιας κρυσταλλολυχνίας (transistor) σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα εξαρτάται από τους νόμους της κβαντομηχανικής η συγκεκριμένη διάταξη των transistors στο ολοκληρωμένο μπορεί μόνο να κατανοηθεί μέσα από τις αρχές της επιστήμης των υπολογιστών. Επίσης ενώ η δομή των μορίων του DNA, που κωδικοποιούν την γενετική μας πληροφορία, καθορίζονται από τους νόμους της χημείας, οι νόμοι κωδικοποίησης, που προσδιορίζουν πιο τρίστιχο του DNA αντιπροσωπεύει το συγκεκριμένο αμινοξέο, καθορίζονται από τους νόμους της βιολογίας. Κάθε επίπεδο στην ιεραρχία των συστημάτων και των υποσυστημάτων έχει τους δικούς του νόμους, οι οποίοι δεν μπορούν να παραχθούν από τους νόμους των κατώτερων επιπέδων. Κατά συνέπεια, κάθε νόμος προσδιορίζει ένα συγκεκριμένο τύπο οργάνωσης σε κάθε επίπεδο, ο οποίος προκαθορίζει τη διάταξη των υποσυστημάτων και των επιμέρους στοιχείων των στο αμέσως κατώτερο επίπεδο. Όλα τα παραπάνω συνιστούν την αρχή που ακολουθεί:

Οι αλληλεπιδράσεις των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος, ανάμεσα σε όλα τα επίπεδά του, έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός συνόλου (whole), το οποίο έχει ιδιότητες περισσότερες από το άθροισμα των ιδιοτήτων των επιμέρους στοιχείων του (the whole is more than the sum of its parts), όπου το «περισσότερο» αναφέρεται στους νόμους του υψηλότερου επιπέδου, που στρέφουν τα επιμέρους στοιχεία σε έναν τρόπο λειτουργίας, που δεν μπορεί να παραχθεί από τους νόμους των χαμηλότερων επιπέδων.

Η κατερχόμενη σχέση αιτίας-αιτιατού μπορεί να οριστεί ως το αντίστροφο της υποβιβαστικής αρχής. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι όταν μιλάμε για το φαινόμενο του υποβιβασμού (reductionism – η αναγωγή του προβλήματος σε ένα πρόβλημα χαμηλότερης πολυπλοκότητας), εννοούμε την εξαγωγή σωστών συμπερασμάτων για τη λειτουργία ενός συστήματος από την ξεχωριστή μελέτη των επιμέρους στοιχείων του. Με άλλα λόγια, οι οπαδοί της υποβιβαστικής μεθοδολογίας πιστεύουν ότι αν γνωρίζουν τους νόμους που διέπουν τα επιμέρους στοιχεία, τότε είναι σε θέση να εξαγάγουν τους νόμους που διέπουν την συμπεριφορά του συστήματος στο σύνολό του. Στην περίπτωση της κατερχόμενης σχέσης αιτίας-αιτιατού, η συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων (ας το θεωρήσουμε ως το κάτω

μέρος του συστήματος) καθορίζεται από τη συμπεριφορά του ολόκληρου (ας το θεωρήσουμε το επάνω μέρος).

Η αρχή της κατερχόμενης σχέσης αιτίας-αιτιατού έχει αποτελέσει θεμέλιο για τη γενική θεωρία συστημάτων, δεν παύει όμως να είναι το άλλο άκρο της αναλυτικής προσέγγισης της επιστήμης. Έτσι ο Donald T. Campbell, (1974), κατάλαβε ότι αν και ο καθορισμός της συμπεριφοράς κινείται προς τα κάτω δεν είναι πλήρης. Έτσι ξαναδιατύπωσε την αρχή τοποθετώντας την σε ένα πραγματικά συστημικό πλαίσιο, που δεν είχε ανάγκη τα δύο άκρα του υποβιβασμού και του ολισμού: Το σύνολο περιορίζεται σε κάποιο βαθμό από τα επιμέρους στοιχεία του (upward causation), αλλά ταυτόχρονα, τα στοιχεία του συνόλου επηρεάζονται από αυτό (downward causation).

Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι οι κρύσταλλοι χιονιού έχουν μια εξαπλή συμμετρία, αλλά συγχρόνως, ο κάθε κρύσταλλος έχει ένα μοναδικό συμμετρικό σχήμα. Η συμμετρία του κρυστάλλου στο σύνολό του καθορίζεται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες των μορίων του νερού από τα οποία αποτελείται. Από την άλλη πλευρά, το σχήμα του συνολικού κρυστάλλου δεν καθορίζεται από τα μόρια. Από τη στιγμή που το σχήμα ενός κρυστάλλου έχει διαμορφωθεί, τα μόριά του είναι περιορισμένα. Οι θέσεις τις οποίες καταλαμβάνουν είναι αυτές, που επιτρέπει η συμμετρική κρυσταλλική δομή. Έτσι το ολόκληρο (ο κρύσταλλος) περιορίζει ή αποτελεί την αιτία για τις θέσεις των επιμέρους στοιχείων (τα μόρια).

Η εμφάνιση αυτής της «αμφίδρομης» σχέσης αιτίας-αιτιατού μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή αν εξετάσουμε ένα πολύπλοκο δυναμικό σύστημα. Οι τροχιές του συστήματος στο χώρο καταστάσεων του περιορίζονται από τους νόμους των δυναμικών. Τα δυναμικά αυτά καθορίζουν ένα σύνολο ελκυστήρων (περιοχές του χώρου καταστάσεων όπου το σύστημα μπορεί να εισέλθει, αλλά όχι να εξέλθει). Ωστόσο η αρχική κατάσταση του συστήματος και επομένως ο ελκυστήρας, στον οποίο θα καταλήξει δεν είναι καθορισμένος. Στη συνέχεια θα δούμε ότι η παραμικρή διακύμανση μπορεί να σπρώξει το σύστημα σε διαφορετικό ελκυστήρα. Από τη στιγμή που το σύστημα μπαίνει σε κάποιον ελκυστήρα, πρακτικά περιορίζεται. Τώρα, ας εξισώσουμε τα δυναμικά με τους κανόνες που διέπουν τα μόρια και τον ελκυστήρα με το τελικό σχήμα του κρυστάλλου. Τα δυναμικά καθορίζουν σε κάποιο βαθμό τους πιθανούς ελκυστήρες, αλλά το ποιος από όλους τους ελκυστήρες τελικά θα επιλεγεί, είναι μη προσδιορισμένο. Εξαρτάται από άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Η ίδια αρχή εφαρμόζεται και σε λιγότερο μηχανιστικά συστήματα, όπως οι ζωντανοί οργανισμοί. Δεν μπορούμε να έχουμε οργανισμούς, των οποίων η εσωτερική λειτουργία δε συμφωνεί με τους κανόνες της χημείας και της φυσικής. Ωστόσο, οι νόμοι της φυσικής δεν επαρκούν για τον προσδιορισμό των ειδών και μορφών οργάνωσης που θα εξελιχθούν στο φυσικό περιβάλλον. Από τη στιγμή που μια συγκεκριμένη βιολογική οργάνωση θα αναδυθεί, θα αποτελέσει σκληρό περιορισμό της συμπεριφοράς των στοιχείων της. Για παράδειγμα, η κωδικοποίηση των αμινοξέων μέσω συγκεκριμένων τριάδων της δομής του DNA δεν καθορίζεται από κανένα φυσικό νόμο. Μια δεδομένη τριάδα μπορεί να

μεταφραστεί σε πολλά διαφορετικά αμινοξέα από αυτά που επιλέγονται στους γνωστούς οργανισμούς. Η εξέλιξη όμως τυγχάνει να έχει επιλέξει ένα συγκεκριμένο ελκυστήρα, όπου η κωδικοποίηση είναι σταθερή και οποιαδήποτε παραβίαση του συγκεκριμένου κώδικα κρίνεται ως σφάλμα, που επιδιορθώνεται από τους ειδικούς μηχανισμούς των κυττάρων.

Ένα τελευταίο παράδειγμα έρχεται από τη σφαίρα του πολιτισμού. Αν και οι βασικές μονάδες μέτρησης (π.χ. δευτερόλεπτο, μέτρο) ορίζονται με φυσικά μέσα (π.χ. μέσω του αμετάβλητου μήκους ενός συγκεκριμένου μήκους κύματος ενός συγκεκριμένου τύπου ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας), η συγκεκριμένη επιλογή της μονάδας είναι σχεδόν αυθαίρετη. Οι νόμοι της φυσικής θέτουν τον περιορισμό της σταθερότητας της τιμής του μήκους κύματος του εκπεμπόμενου φωτός από μια συγκεκριμένη κβαντική μετάβαση όταν αυτό μετράται με την επιλεγμένη μονάδα μέτρησης. Ωστόσο, η επιλογή της συγκεκριμένης μονάδας μέτρησης δεν καθορίζεται από τους νόμους της φυσικής, αλλά είναι το αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης κοινωνικό - πολιτιστικής εξέλιξης, κατά τη διάρκεια της οποίας πολλές διαφορετικές μονάδες μέτρησης έχουν προταθεί. Η επιλογή της συγκεκριμένης, ίσως να οφείλεται στη λίγο συχνότερη χρήση της καθώς και στην χρήση της από πιο επίσημες αρχές. Από τη στιγμή που μία μονάδα μέτρησης γίνει κοινώς αποδεκτή, γίνεται ένας περιορισμός που όλοι πρέπει να ακολουθήσουν. Έτσι στην συγκεκριμένη περίπτωση, το σύνολο, το κοινωνικό-τεχνικό σύστημα μαζί με τους κανόνες του, καθορίζει τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων, τις μετρήσεις που γίνονται από το κάθε άτομο.

2.3.2.5.3 Φαινόμενο Ισομορφισμού

Αν και κάθε επίπεδο σε μια ιεραρχία έχει τους δικούς του νόμους, οι νόμοι αυτοί είναι συνήθως όμοιοι. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ίδιος τύπος (η ίδια μορφή) οργάνωσης συναντάται σε συστήματα διαφορετικών επιπέδων. Για παράδειγμα, όλα τα ανοιχτά συστήματα έχουν είσοδο, έξοδο, διαχωριστικό μέρος και μηχανισμό μετατροπής της εισόδου σε έξοδο. Επίσης, τα κύτταρα του σώματός μας χρειάζονται τροφή και ενέργεια, κατά τον ίδιο τρόπο που χρειάζεται τροφή και ενέργεια το σώμα μας σαν σύνολο, το μόνο που αλλάζει είναι η ποσότητα και η μορφή της «τροφής». Αν και το υλικό είναι διαφορετικό, η λειτουργία είναι η ίδια και ο σκοπός είναι η εξέλιξη των κυττάρων και του οργανισμού. Παρόμοιες αντιστοιχίες παρατηρούνται μεταξύ κοινωνικών και βιολογικών συστημάτων. Ο εκθετικός νόμος της ανάπτυξης ενός ζώντος οργανισμού εφαρμόζεται με επιτυχία στην πρόοδο της επιστημονικής έρευνας μετρούμενη από τον αριθμό των αντιστοιχών δημοσιεύσεων. Αν και δεν υπάρχει καμία άμεση σχέση μεταξύ βακτηρίων, ζώων, ανθρώπων και βιβλίων, ο μαθηματικός τύπος είναι ο ίδιος. Τα κλειστά συστήματα παρουσιάζουν παρόμοιες ιδιότητες σε διαφορετικά επίπεδα. Οι συνεκτικές δυνάμεις που συγκρατούν τους πλανήτες στο ηλιακό σύστημα, τα άτομα σε ένα μόριο ή τα ηλεκτρόνια σε ένα άτομο διαφέρουν ως προς τη φυσική τους υπόσταση, αλλά όχι ως προς τη λειτουργία τους. Γενικά υπάρχουν αντιστοιχίες μεταξύ των αρχών, που διέπουν διαφορετικά όσον αφορά το είδος και τον τύπο συστήματα. Το φαινόμενο κατά το οποίο παρουσιάζονται τυπικές αντιστοιχίες γενικών αρχών ή ακόμη και ειδικών νόμων ανάμεσα σε συστήματα διαφορετικού

τύπου, ονομάζεται ισομορφισμός (isomorphism) και η ύπαρξή του είναι η βάση της γενικής θεωρίας συστημάτων. Έτσι συναντάμε παρόμοιες δομές και λειτουργίες σε διαφορετικά συστήματα, ανεξάρτητα από το πεδίο ύπαρξης και δράσης του συστήματος, ανεξάρτητα από την υλική υπόσταση των επιμέρους στοιχείων του.

Γενικότερα υπάρχουν καθολικές αρχές οργάνωσης, που ισχύουν για όλα τα συστήματα, φυσικά, χημικά, βιολογικά, γνωστικά και κοινωνικά.

2.3.2.5.4 Το Φαινόμενο της Ισο - Περάτωσης

Άλλος ένας περιορισμός της κλασσικής μηχανιστικής προσέγγισης και συνεπώς της κλασσικής φυσικής αναλύεται μέσα από την ιδιότητα της ισοπεράτωσης (equifinality) που παρουσιάζεται μόνο στα ανοιχτά συστήματα. Η τελική κατάσταση όλων των κλειστών συστημάτων είναι ξεκάθαρα προσδιορίσιμη από τις αρχικές συνθήκες αυτών. Ένα παράδειγμα είναι η κίνηση των πλανητών ενός πλανητικού συστήματος, όπου οι θέσεις των πλανητών σε μια χρονική στιγμή t είναι προσδιορίσιμη με μεγάλη ακρίβεια, από τη θέση των πλανητών στη χρονική στιγμή t_0 . Το ίδιο παρατηρείται στα χημικά συστήματα όπου η τελική συγκέντρωση των αντιδρώντων στοιχείων εξαρτάται άμεσα από την αρχική τους συγκέντρωση.

Οποιαδήποτε αλλαγή των αρχικών συνθηκών των παραπάνω (κλειστών) συστημάτων θα έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της τελικής τους κατάστασης. Αυτό δεν παρατηρείται στα ανοιχτά συστήματα, η συμπεριφορά των οποίων τείνει προς συγκεκριμένες τελικές συνθήκες ή καταστάσεις ανεξάρτητα από τις αρχικές συνθήκες (ισο-περάτωση). Ο Bertalanffy υποστήριξε ότι το φαινόμενο της ισο-περάτωσης χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά των βιολογικών οργανισμών αλλά όχι των φυσικών συσκευών και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να διαχωρίζονται μεταξύ αυτών. Σήμερα, ο διαχωρισμός αυτός είναι αρκετά ασαφής λόγω της μοντελοποίησης τέτοιων συμπεριφορών (ισο-περάτωση) μέσω υπολογιστικών συστημάτων.

2.3.2.5.5 Βασική Αντιπαράθεση

Άλλη μια προφανής και πολύ σημαντική διαφορά, που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της γενικής θεωρίας συστημάτων εμφανίζεται ανάμεσα στην οργανική (ζωντανή) και ανόργανη (άψυχη) φύση και είναι γνωστή ως η βίαιη αντιπαράθεση του Λόρδου Kelvin και του Δαρβίνου (Darwin). Είναι η αντιπαράθεση του νόμου του διασκορπισμού (the law of dissipation) στη φυσική και του νόμου της εξέλιξης (the law of evolution) στη βιολογία. Σύμφωνα με την δεύτερη αρχή της Θερμοδυναμικής (second principle of thermodynamics), όλα τα φυσικά συστήματα τείνουν προς την κατάσταση της μέγιστης αταξίας αυξάνοντας την εντροπία τους, με συνέπεια το θάνατο του σύμπαντος ως το σίγουρο αποτέλεσμα.

Μια ομοιογενής κατάσταση όπου όλη η ενέργεια θα υποβαθμιστεί σε διασκορπισμένες θερμότητες χαμηλής θερμοκρασίας πιθανόν οι διεργασίες

του σύμπαντος θα σταματήσουν. Αντιθέτως, ο έμψυχος κόσμος παρουσιάζει από την εμβρυϊκή του ανάπτυξη μια μετάβαση προς υψηλότερα επίπεδα τάξης, ετερογένειας και οργάνωσης. Η παραπάνω αντιπαράθεση μεταξύ εντροπίας και εξέλιξης δεν υφίσταται στην περίπτωση των ανοικτών συστημάτων. Σε όλες τις αμετάκλητες διεργασίες η εντροπία πρέπει να αυξάνεται. Συνεπώς, η μεταβολή της εντροπίας στα κλειστά συστήματα είναι πάντα θετική.

Ωστόσο, στα ανοικτά συστήματα δεν έχουμε μόνο παραγωγή εντροπίας λόγω των αμετάκλητων διεργασιών, αλλά ταυτόχρονα έχουμε και εισαγωγή εντροπίας, η οποία μπορεί να είναι ακόμη και αρνητική. Αυτό ακριβώς συμβαίνει στην περίπτωση των ζωντανών οργανισμών, όπου προκειμένου να διατηρηθούν σε σταθερή κατάσταση αποφεύγουν την αύξηση της εντροπίας και αναπτύσσονται προς καταστάσεις αυξημένης τάξης και οργάνωσης. Έτσι, πολλές υποτιθέμενες παραβιάσεις των φυσικών νόμων από τα φυσικά (ζωντανά) συστήματα δεν υφίστανται, εξαφανίζονται με τη γενίκευση της φυσικής θεωρίας.

2.3.2.6 Εξέλιξη της Πολυπλοκότητας

Ο πιο σημαντικός λόγος για την εμφάνιση της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων είναι ότι η κλασική φυσική όπως είπε ο Weaver, ασχολήθηκε κυρίως αναπτύσσοντας θεωρίες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, που διέπονταν από την ανοργάνωτη πολυπλοκότητα. Για παράδειγμα η συμπεριφορά ενός αερίου είναι το αποτέλεσμα της ανοργάνωτης και μεμονωμένης κίνησης αναρίθμητων μορίων, ένα φαινόμενο που στο σύνολό του διέπεται από τους νόμους της θερμοδυναμικής. Η θεωρία της ανοργάνωτης πολυπλοκότητας έχει τις ρίζες της στους νόμους των πιθανοτήτων και τη δεύτερη αρχή της θερμοδυναμικής. Αντιθέτως στις ημέρες μας, το βασικό πρόβλημα σχετίζεται με την έννοια της οργανωμένης πολυπλοκότητας. Έννοιες όπως αυτές της οργάνωσης, της συνολικότητας, της κατευθυντικότητας, της τελεολογίας και της διαφοροποίησης, αν και είναι γνωστές ακόμη και στην κλασική φυσική, δε λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από διακεκριμένους επιστήμονες της συγκεκριμένης περιοχής. Εμφανίζονται όμως συνεχώς στην επιστήμη της βιολογίας, στις κοινωνικές και γνωστικές επιστήμες, όπου το κεντρικό, υπό εξέταση σύστημα είναι ο άνθρωπος. Συνεπώς, το βασικό πρόβλημα των μοντέρνων (σύγχρονων) επιστημών είναι η ανάπτυξη μιας γενικής θεωρίας της οργάνωσης, η οποία μπορεί να αναδυθεί μέσα από τη συστημική θεωρία.

2.3.2.7 Μοντέλα

Στο πλαίσιο της Συστημικής Σκέψης έχουν αναδυθεί δύο κατηγορίες συστημικών Μεθοδολογιών με τα δικά τους νοητικά εργαλεία, τα οποία μας βοηθούν να οργανώσουμε τη σκέψη μας απέναντι σε πολύπλοκες καταστάσεις της πραγματικότητας. Τα νοητικά αυτά εργαλεία είναι τα μοντέλα. Γύρω από τα μοντέλα έχει αναπτυχθεί μια εξαιρετικά ευρεία, θεωρητική αλλά και εφαρμοσμένη, δραστηριότητα κυρίως στο πλαίσιο της λειτουργίας των οργανώσεων (van Gigh, 1991, Warfield, 1984, 1990,

Checkland, 1981, 1984, Checkland & Scholes, 1990, Flood and Jackson, 1996, Francois, 1999, Fuenmayor, 1991a, 1991b, 1991c, 1992, Fuenmayor & Lopez-Garey, 1991, Banathy, 1996). Ο τύπος και η χρήση του μοντέλου εξαρτώνται από την προσέγγιση στην πραγματικότητα, η οποία υιοθετείται από τον ερευνητή. Έτσι, τα μοντέλα μπορούν να θεωρηθούν ως «τεχνήματα» ικανά να αποτυπώσουν ένα υπαρκτό, «πραγματικό» σύστημα προκειμένου να το εξηγήσουν, να προβλέψουν τις πιθανότητες της εξέλιξής του και να το κατευθύνουν προς αυτές. Μπορούν όμως να θεωρηθούν και ως «τεχνήματα» ικανά αποτυπώσουν μια όψη της καθημερινής μας πραγματικότητας προκειμένου, να οργανωθεί η σκέψη μας κριτικά γύρω από αυτήν.

Στην πρώτη περίπτωση, τα μοντέλα έχουν διαχειριστικό, τεχνοκρατικό χαρακτήρα, σχεδιάζονται από ειδικούς, αποτυπώνονται με αναγνωρίσιμες (formalised) μορφές και συχνά περιγράφονται από «μαθηματικοποιημένες» θεωρίες (van Gigh, 1991, σελ. 119, Flood and Jackson, 1996, σελ. 89-98). Τέτοιου τύπου μοντέλα είναι γνωστά σε όλους μας. Όλοι γνωρίζουμε το μοντέλο του ατόμου, το μοντέλο της φωτοσύνθεσης, το μοντέλο του γονιδίου. Στη δεύτερη περίπτωση τα μοντέλα έχουν παιδαγωγικό χαρακτήρα, σχεδιάζονται από τους ενδιαφερόμενους για μια κατάσταση, ένα φαινόμενο ή ένα γεγονός, παίρνουν συμβολικές μορφές αναγνωρίσιμες από τους συμμετέχοντες στη διαδικασία και αποτελούν τα δικά τους «αμοιβαία δημιουργούμενα σχήματα θεώρησης της πραγματικότητας» (Flood and Jackson, 1996, σελ.194-198, Τσιβάκου, 1996, σελ. 198-203, Banathy, 1996, pp. 33-35, 79-81). Τέτοιου τύπου μοντέλα έχουν γίνει γνωστά και αξιοποιούνται, μόλις τα τελευταία δέκα χρόνια, από τους κοινωνικούς επιστήμονες, που δραστηριοποιούνται γύρω από τις οργανώσεις.

Τον πρώτο τύπο μοντέλων χρησιμοποιούν οι «Σκληρές Μεθοδολογίες» όπως «Systems Dynamics» (Forrester, 1961, 1969), «Diagnosis of Viable System» (Beer, 1979, 1981, 1985), «Challenging Strategic Planning Assumptions» (Mason and Mitroff, 1981), «Operational Design» (Ackoff, 1974, 1978, 1981, 1983). Το δεύτερο τύπο μοντέλων χρησιμοποιούν οι «Ήπιες Μεθοδολογίες» όπως «Soft Systems Methodology» (Checkland, 1981, 1984, Checkland and Scholes, 1990), «Critical Systems Heuristics» (Ulrich, 1977, 1983, 1987, 1993), «Interpretive Systemology» (Fuenmayor, 1991a, 1991b, 1991c, 1992, Fuenmayor & Lopez-Garey, 1991, Banathy, 1996, 1998, 1999). Φαίνεται λοιπόν ότι η Συστημική Σκέψη και τα μεθοδολογικά της εργαλεία έχουν προτάσεις, τόσο για τους «Θετικιστές-Ορθολογιστές», όσο και για όσους τοποθετούνται κριτικά απέναντι στον ακραίο «Θετικισμό-Ορθολογισμό». Συνεπώς, με ποιον ακριβώς τρόπο οι διάφορες πειθαρχικές προοπτικές (disciplinary perspectives) μπορούν να ολοκληρωθούν, είναι μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις της Συστημικής Προσέγγισης. Το πεδίο της Συστημικής Δυναμικής (Systems Dynamics) αποτελεί μια από τις διάφορες πιθανές παραλλαγές/παρεκκλίσεις της Συστημικής Προσέγγισης και θέτει τη βάση για τα πρότυπα προσομοίωσης (simulation modeling techniques). Βασιζόμενη σε μεγάλο βαθμό στους Η/Υ, η Συστημική Δυναμική προσφέρει το κατάλληλο πλαίσιο, μέσα στο οποίο εφαρμόζει την ιδέα της συστημικής θεωρίας στα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα.

2.3.2.8 Κυβερνητική

Η Κυβερνητική είναι ένα διεπιστημονικό γνωστικό πεδίο μελέτης της δομής των κανονιστικών συστημάτων. Συνδέεται στενά με τη θεωρία ελέγχου (Η θεωρία ελέγχου είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος της μηχανικής και των μαθηματικών, που ασχολείται με τη συμπεριφορά των δυναμικών συστημάτων. Το επιθυμητό αποτέλεσμα ονομάζεται αναφορά. Όταν μια ή περισσότερες εκροές ενός συστήματος χρειάζεται να ακολουθήσουν μια συγκεκριμένη αναφορά μέσα στο χρόνο, ένας ελεγκτής χειραγωγεί τις εισροές του συστήματος για να λάβει το επιθυμητό αποτέλεσμα από την εκροή του συστήματος και τη συστημική θεωρία. Τόσο στην προέλευσή της όσο και στην εξέλιξή της το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα η Κυβερνητική εφαρμόζεται εξίσου στα φυσικά και κοινωνικά συστήματα (κυρίως εννοιολογικά).

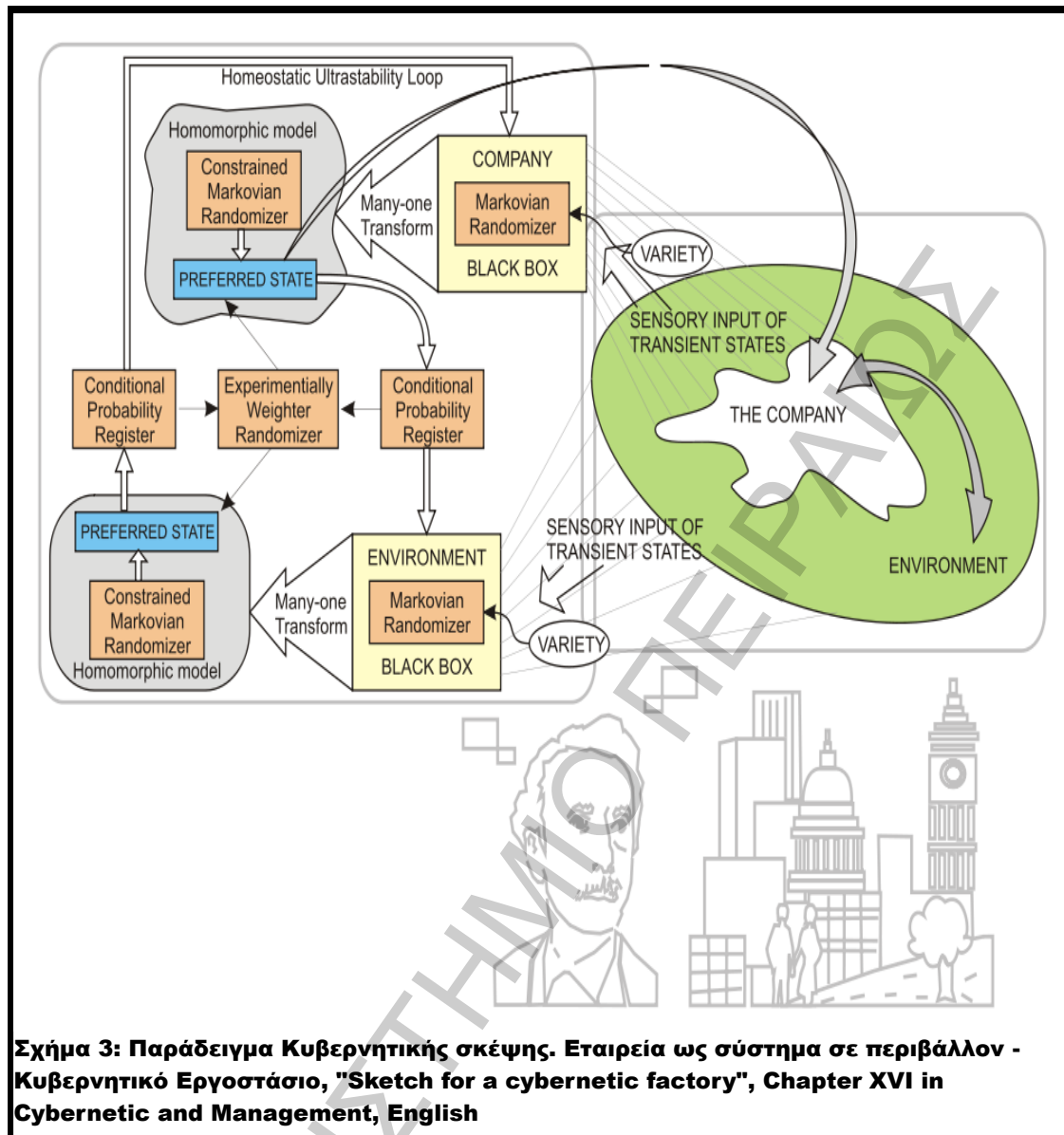
Η κυβερνητική είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν το υπό έλεγχο σύστημα εμπλέκεται σε έναν κλειστό βρόχο σημάτων, όταν η δράση του συστήματος σε ένα περιβάλλον προκαλεί αλλαγές στο περιβάλλον και αυτές οι αλλαγές εκδηλώνονται στο σύστημα μέσω πληροφοριών ή ανάδρασης. Αυτό προκαλεί το σύστημα να προσαρμοστεί σε νέες συνθήκες. Το σύστημα, δηλαδή, αλλάζει τη συμπεριφορά του. Αυτή η κυκλική σχέση αίτιου – αιτιατού είναι επαρκής για μια κυβερνητική προοπτική.

Ένα σχετικό πεδίο, η Συστημική Δυναμική, στην οποία θα αναφερθούμε αργότερα, προέρχεται από εφαρμογές της Θεωρίας Ελέγχου στην Ηλεκτρολογική Μηχανική σε άλλα είδη μοντέλων προσομοίωσης (ειδικά επιχειρηματικά συστήματα) από τον Jay Forrester στο MIT τη δεκαετία του 1950. Κατάλληλα προγράμματα δυναμικών συστημάτων διεπαφής χρήσης (GUI systems) αναπτύχθηκαν σε φιλικές προς το χρήστη εκδόσεις μέχρι τη δεκαετία του 1990 και εφαρμόστηκαν σε διάφορα συστήματα. Μοντέλα Συστημικής Δυναμικής λύνουν το πρόβλημα της «ταυτοχρονικότητας» (αμοιβαία αιτιώδη συνάφεια) ενημερώνοντας όλες τις μεταβλητές σε μικρές χρονικές προσαυξήσεις με θετικές και αρνητικές αναδράσεις και χρονικές καθυστερήσεις δομώντας τις διαδράσεις και τον έλεγχο.

Η Σύγχρονη Κυβερνητική ξεκίνησε ως ένα διεπιστημονικό πεδίο μελέτης, που συνέδεε τα πεδία των συστημάτων ελέγχου, θεωρίας ηλεκτρικών δικτύων, μηχανολογίας, λογικού μοντελισμού, εξελικτικής βιολογίας, νευρολογίας, ανθρωπολογίας και ψυχολογίας τη δεκαετία του 1940. Ο όρος κυβερνητική προέρχεται από την ελληνική λέξη κυβερνήτης. Πρόκειται για ένα ευρύ πεδίο μελέτης, αλλά ο βασικός στόχος της κυβερνητικής είναι η κατανόηση και ο καθορισμός των λειτουργιών και των διαδικασιών των συστημάτων, που έχουν στόχους και συμμετέχουν σε κυκλικές αιτιοκρατικές αλυσίδες, που κινούνται από την πράξη της αίσθησης στη σύγκριση με τον επιθυμητό στόχο και μετά πάλι στην πράξη. Οι μελέτες στην κυβερνητική παρέχουν τα μέσα για μελέτη του σχεδιασμού και της λειτουργίας οποιουδήποτε συστήματος, συμπεριλαμβάνοντας κοινωνικά συστήματα, όπως το επιχειρηματικό management και η οργανωσιακή μάθηση, με σκοπό να γίνουν πιο αποδοτικά και πιο αποτελεσματικά.

Η κυβερνητική ορίστηκε από τον Norbert Wiener, στο ομώνυμο βιβλίο του, ως η μελέτη του ελέγχου της επικοινωνίας στα ζώα και στις μηχανές. Ο Stafford Beer το αποκάλεσε επιστήμη του αποτελεσματικού οργανισμού και ο Gordon Pask επέκτεινε τους παραπάνω ορισμούς να συμπεριλαμβάνουν τη ροή πληροφορίας σε όλα τα κανάλια. Περιλαμβάνει τη μελέτη της ανάδρασης, των μαύρων κουτιών και παρήγαγε ιδέες όπως η επικοινωνία και ο έλεγχος σε ζωντανούς οργανισμούς, μηχανές και οργανισμούς συμπεριλαμβάνοντας την αυτο - οργάνωση. Επικεντρώνεται στο πώς οποιασδήποτε (ψηφιακή, μηχανική ή βιολογική) πληροφορία διαδικασιών αντιδρά στην πληροφόρηση και στις αλλαγές ή στο πώς μπορεί να αλλάξει προς την βελτίωση της αντίδρασης αυτής. Ο πιο πρόσφατος ορισμός δόθηκε από τον Louis Kauffman, Πρόεδρο της American Society for Cybernetics: «Η κυβερνητική είναι η μελέτη των συστημάτων και των διαδικασιών, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και να παράγονται από αυτά τα ίδια.». Αντικείμενα που μελετούνται από την κυβερνητική περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτά: μάθηση, γνώση, προσαρμογή, κοινωνικός έλεγχος, επικοινωνία, αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και διασύνδεση. Αυτά τα αντικείμενα εξετάζονται και από άλλες επιστήμες όπως η μηχανολογία και η βιολογία, αλλά στην κυβερνητική βγαίνουν από το πλαίσιο του ατομικού οργανισμού ή συσκευής.

Άλλοι τομείς που έχουν επηρεαστεί ή έχουν επηρεάσει την κυβερνητική είναι η θεωρία παιγνίων, η συστημική θεωρία (υποσύνολο της κυβερνητικής), η ψυχολογία η ανθρωπολογία, ακόμα και η αρχιτεκτονική.



2.3.2.8.1 Δομικά Στοιχεία Κυβερνητικής

Το σημείο έναρξης της κυβερνητικής είναι το μοντέλο του σχήματος 3.1 (Είσοδος – Μετασχηματισμός – Έξοδος). Πρόκειται για μια προέκταση της ιδέας της μηχανής ως σύστημα απόφασης, που παράγει μετασχηματισμούς. Το σχήμα είσοδος – μετασχηματισμός – έξοδος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις εκτελεστικές ενέργειες ενός οργανισμού. Το κυβερνητικό μοντέλο παρουσιάζει πλεονεκτήματα, σε σύγκριση με τα άλλα μοντέλα, με τον τρόπο που αντιμετωπίζει τα στοιχεία της διαταγής και του ελέγχου στους οργανισμούς. Παρέχει ένα βασικό θεωρητικό υπόβαθρο, το οποίο επιτρέπει στο στοιχείο το οποίο καλείται μανάτζμεντ / διοίκηση να μελετηθεί σαν ένα φαινόμενο από μόνο του. Ο σκοπός του μανάτζμεντ καθορίζεται από τη φύση του συστήματος, που ελέγχεται και από τη φύση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο βρίσκεται το σύστημα. Σύστημα και περιβάλλον είναι πιθανόν να παρουσιάσουν τα χαρακτηριστικά της τεράστιας πολυπλοκότητας, της αυτορρύθμισης και να είναι πιθανολογικά, τα οποία σύμφωνα με τον Berr (1959) κάνουν ένα σύστημα κατάλληλο

αντικείμενο ενδιαφέροντος για την κυβερνητική. Η κυβερνητική παρέχει τρόπο ανάλυσης για κάθε ένα χαρακτηριστικό και εργαλεία δίνοντας στους managers / διοικούντες την ικανότητα να ανταπεξέρχονται στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.

Απλοποιώντας αρκετά πράγματα, η πολύ μεγάλη πολυπλοκότητα μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας την τεχνική του μαύρου κουτιού (black box), η αυτορρύθμιση μπορεί να αντιμετωπιστεί κατάλληλα με τη χρήση της αρνητικής ανάδρασης (negative feedback) και όταν ένα σύστημα είναι πιθανολογικό υπόκειται στη μέθοδο της τεχνικής της ποικιλομορφίας (variety engineering) (Schroderbek and Kefalas, 1985). Αυτά είναι τα τρία δομικά στοιχεία της κυβερνητικής. Για όλα έχουν γίνει ή θα γίνουν στη συνέχεια αναφορές αλλά στο παρόν αναφέρουμε εκτενέστερα:

2.3.2.8.1.1 Η Τεχνική του Μαύρου Κουτιού

Σκεπτόμενοι αρχικά την ιδέα της πολυπλοκότητας και τι αυτή συνεπάγεται, σύμφωνα με τον Schroderbek (1985), η πολυπλοκότητα ενός συστήματος είναι συνδυασμένο αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης τεσσάρων κύριων παραγόντων:

- Του αριθμού των στοιχείων, που αποτελούν το σύστημα
- Των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία
- Των χαρακτηριστικών των καθορισμένων στοιχείων του συστήματος
- Του βαθμού οργάνωσης στο σύστημα

Πολύ σημαντικό είναι να υπολογίσουμε κατά την εξέταση της πολυπλοκότητας του δύο τελευταίους παράγοντες. Όταν υπολογίσουμε και τους τέσσερις παράγοντες της πολυπλοκότητας, είναι φανερό πως η πολυπλοκότητα μπορεί να πολλαπλασιαστεί ανησυχητικά στους οργανισμούς. Τα υπερβολικά σύνθετα συστήματα, τα οποία είναι τόσο πολύπλοκα ώστε δεν μπορούν να περιγραφούν με κάποιο ακριβή ή περιγραφικό τρόπο, είναι αρκετά σύνηθες φαινόμενο. Στην κυβερνητική, συστήματα τέτοιου τύπου αποκαλούνται «μαύρα κουτιά». Σε αντιδιαστολή, ένα κουτί του οποίου όλες οι πιθανές καταστάσεις είναι παρατηρήσιμες και μπορούν να κατανοηθούν είναι «άσπρα». Οι οργανισμοί και το περιβάλλον τους είναι κατά κύριο λόγο μαύρα κουτιά. Για να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις προκλήσεις οι διοικούντες, πρέπει να αποκτήσουν κάποια γνώση της συμπεριφοράς του συστήματος, ακόμη και αν δεν μπορέσουν ποτέ να καταλάβουν πλήρως τι προκαλεί αυτή τη συμπεριφορά.

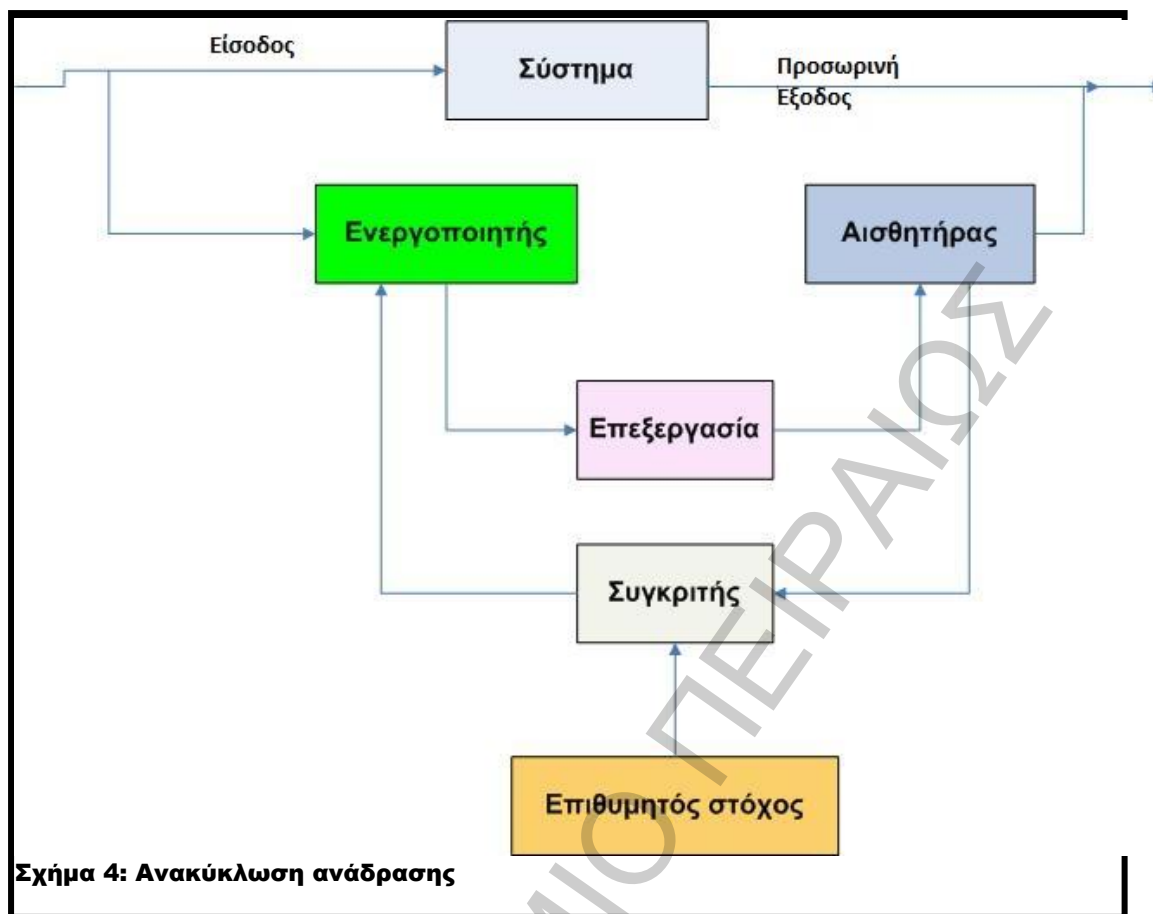
Σύμφωνα με τον Ashby (1956) ο τρόπος, που δεν πρέπει να ακολουθηθεί για την προσέγγιση των υπερβολικά σύνθετων συστημάτων είναι η ανάλυση. Η περιορισμένη ανάλυση για κάθε ένα από τα ξεχωριστά μέρη του συστήματος ποτέ δεν πρόκειται να κάνει κατανοητές όλες τις αλληλεπιδράσεις. Εάν ένα σύστημα θεωρηθεί έξω από κάθε ανάλυση, εξακριβώνεται ότι δε γίνεται να ξαναφτιαχτεί με τρόπο που να δίνει το ίδιο μοντέλο συμπεριφοράς. Αντί για την ανάλυση, λοιπόν, η τεχνική του μαύρου κουτιού για τους εσωτερικούς χειρισμούς και την εξωτερική ταξινόμηση ενδείκνυται να εφαρμόζεται.

Αντιμέτωπος με ένα μαύρο κουτί ένας μάνατζερ δεν είναι υποχρεωμένος να εισέλθει στο εσωτερικό για να μάθει κάτι για αυτό. Αντίθετα, το σύστημα εξετάζεται με τη συλλογή δεδομένων μέσα στο χρόνο, δείχνοντας τη διαδοχή των καταστάσεων εισόδου και εξόδου. Με την τεχνική του μαύρου κουτιού προκύπτουν προβλήματα όταν ένα συγκεκριμένο πείραμα αλλάζει το σύστημα σε τέτοιο βαθμό που δεν μπορεί να ξαναγυρίσει στην αρχική του κατάσταση (Ashby, 1956). Είναι, επίσης, πολύ σημαντικό να μην καταλήξει κάποιος σε συμπεράσματα για τη συμπεριφορά ενός συστήματος χωρίς να το παρατηρήσουμε για ένα επαρκές χρονικό διάστημα (Beer, 1979).

2.3.2.8.1.2 Αρνητική Ανάδραση

Τα υπερβολικά πολύπλοκα πιθανολογικά συστήματα πρέπει να ελέγχονται μέσω της αυτορρύθμισης. Η κατανόηση της αυτορρύθμισης που η κυβερνητική παρέχει, είναι σημαντική στους διοικούντες για δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι η ύπαρξη μηχανισμών, που επιτυγχάνουν την αυτορρύθμιση, οι οποίοι δίνουν ένα βαθμό σταθερότητας, στο περιβάλλον των οργανισμών. Είναι χρήσιμο για τους διοικούντες να γνωρίζουν πως επιτυγχάνεται αυτή η σταθερότητα και πώς μπορεί να απειληθεί, ειδικά από τις ενέργειες του οργανισμού. Δεύτερος λόγος είναι ότι αν οι διοικούντες καταλάβουν τη φύση της αυτορρύθμισης, θα μπορέσουν, με αυξημένες πιθανότητες, να την προκαλέσουν στο σύστημα που χειρίζονται. Αυτό είναι επιθυμητό γιατί από τους διοικούντες λείπει η «απαιτούμενη ποικιλομορφία», για να παρεμβαίνουν σε όλες τις αποφάσεις που πρέπει να λάβουν. Επίσης, είναι απαραίτητο, γιατί δεν μπορούν να καθορίσουν ακριβώς τους τύπους των παρεμβολών του περιβάλλοντος που οι οργανισμοί έχουν να αντιμετωπίσουν. Έτσι πρέπει να ψάξουν για να κάνουν τους οργανισμούς ακλόνητους (Beer, 1981), ικανούς να συνεχίσουν να επιδιώκουν το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν, όποιες και αν είναι οι ισχύουσες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Η δουλειά του Wiener (1948) θεμελίωσε το γεγονός ότι ο τρόπος για να επιβεβαιώσουμε την αυτορρύθμιση είναι μέσω του μηχανισμού αρνητικής ανάδρασης. Το σύστημα ελέγχου ανάδρασης χαρακτηρίζεται από τη δομή της ανακύκλωσης. Ο χειρισμός γίνεται με τη συνεχή ανάδραση της πληροφορίας από την έξοδο του συστήματος. Αυτό το αποτέλεσμα τότε συγκρίνεται με κάποιος προκαθορισμένους σκοπούς και αν το σύστημα δεν επιτυγχάνει το σκοπό του, τα περιθώρια λάθους γίνονται η βάση για τις ρυθμίσεις στο σύστημα, οι οποίες σχεδιάζονται για να φέρουν πιο κοντά στην πραγματοποίηση του στόχου. Ένα απλό κλειστό σύστημα ανακύκλωσης της ανάδρασης, για να δουλέψει σωστά χρειάζονται τέσσερα στοιχεία (Σχήμα 2.4):



- Ένας επιθυμητός στόχος, ο οποίος μεταβιβάζεται σε αυτόν που διεξάγει τη σύγκριση έξω από το σύστημα
- Ένας αισθητήρας – μέσο κατανόησης της τρέχουσας κατάστασης στο σύστημα
- Ένας συγκριτής, οποίος συγκρίνει την τρέχουσα κατάσταση με το επιθυμητό αποτέλεσμα
- Ένας ενεργοποιητής – στοιχείο που παίρνει αποφάσεις, που ανταποκρίνονται στις όποιες διαφορές ανακαλύπτονται από το συγκριτή, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επαναφέρει το σύστημα πίσω στο στόχο του.

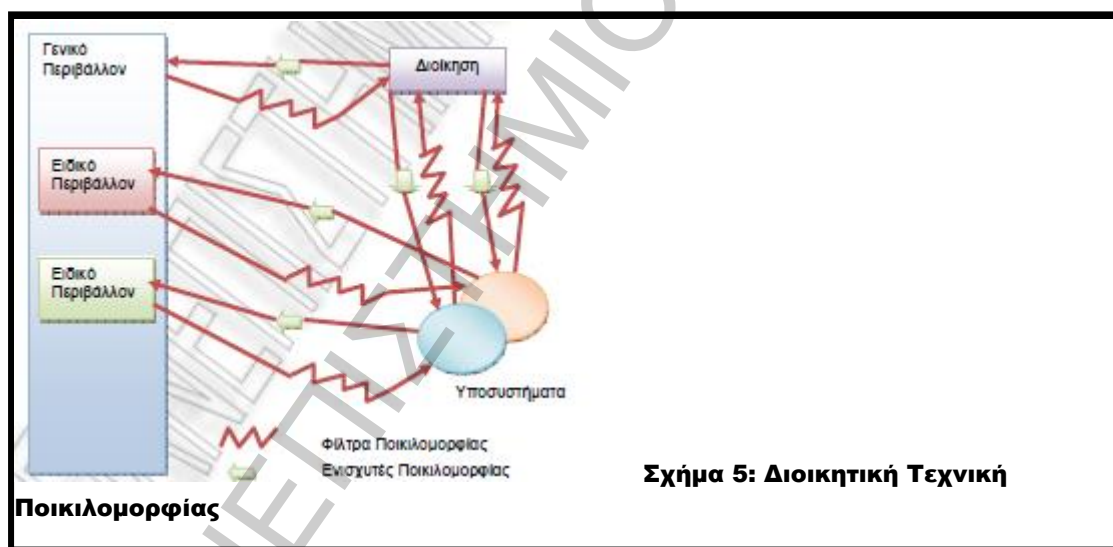
Αυτό το είδος ελέγχου είναι πάρα πολύ αποτελεσματικό, αφού κάθε κίνηση μακριά από το στόχο, αυτόματα κινητοποιεί αλλαγές, στοχεύοντας στο να φέρει το σύστημα πίσω στην πορεία του (Schoderbek et al., 1985). Δεν πρέπει βέβαια να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι στη σχεδίαση των ελεγκτικών συστημάτων ανάδρασης, έχει μεγάλη σημασία οι διοικούντες να εξασφαλίζουν την ύπαρξη μιας γρήγορης διορθωτικής δραστηριότητας εάν χρειαστεί. Εάν υπάρχουν καθυστερήσεις στο σύστημα τότε οι επιδιωκόμενες ρυθμίσεις δεν κάνουν τίποτε άλλο παρά να προσθέτουν αστάθεια. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί κάνουμε αναφορά μόνο για τα απλά, πρώτης τάξεως, συστήματα ανάδρασης, περισσότερο πολύπλοκα συστήματα (δευτέρας τάξεως) είναι ικανά για τη θεώρηση και την επιλογή

μεταξύ μιας ποικιλίας διαφόρων αποκρίσεων σε μια προσπάθεια να επανέλθει το σύστημα στο στόχο του.

Υπάρχει όμως όπως έχουμε ήδη αναφέρει και η θετική ανάδραση. Αυτή είναι η ενίσχυση της απόκλισης. Στη διαδικασία θετικής ανάδρασης η έξοδος τροφοδοτεί την είσοδο, μα αντί να μειώσει την απόκλιση από το στόχο, ενισχύει την κίνηση προς την κατεύθυνση στην οποία κινείται η έξοδος. Οι μηχανισμοί της θετικής ανάδρασης προωθούν την ανάπτυξη. Τέλος, ο αναδραστικός έλεγχος από μόνος του δεν αρκεί για να επιτύχουμε επαρκή ρύθμιση των οργανισμών (Strank, 1982). Είναι συνήθως απαραίτητο να χρησιμοποιούμε στρατηγικό έλεγχο, βασισμένο στην feedforward πληροφορία, η οποία προσπαθεί να προβλέψει ανωμαλίες πριν αυτές καταφέρουν να επηρεάσουν τον οργανισμό.

2.3.2.8.1.3 Η Τεχνική της Ποικιλομορφίας

Οι διοικούντες δεν είναι ικανοί να κάνουν ακριβείς προβλέψεις ούτε για τον οργανισμό που διοικούν, ούτε για το περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκονται. Βρίσκονται συνεχώς αντιμέτωποι με απρόσμενα γεγονότα στα οποία ο οργανισμός πρέπει να αποκριθεί. Θα πρέπει λοιπόν να μάθουν να λειτουργούν σε πιθανολογικά συστήματα.



Το ενδιαφέρον των κυβερνητικών στα πιθανολογικά συστήματα, και ειδικότερα του Ashby (1956), έχει καταφέρει να μπορούν να δώσουν εξηγήσεις στις δυσκολίες, που παρουσιάζονται στους διοικούντες και να δώσουν επίσης και τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ο Ashby έχει επιτύχει να δημιουργήσει την έννοια «ποικιλομορφία». Η ποικιλομορφία ενός συστήματος ορίζεται ως ο αριθμός των δυνατών καταστάσεων, που το σύστημα μπορεί να παρουσιάζει. Αυτό είναι ένα μέτρο της πολυπλοκότητας. Προφανώς, η ποικιλομορφία είναι μια υποκειμενική έννοια που εξαρτάται από τον παρατηρητή.

Οι διοικούντες πρέπει να μάθουν να χρησιμοποιούν μειωτές ποικιλομορφίας, φιλτράροντας τη μεγάλη πολυπλοκότητα της λειτουργικής και της περιβαλλοντικής ποικιλομορφίας και να κρατάνε μόνο αυτά που έχουν σχέση με τον οργανισμό. Πρέπει να μάθουν επίσης να χρησιμοποιούν ενισχυτές ποικιλομορφίας, αυξάνοντας έτσι τη δική τους ποικιλομορφία σε σχέση με τις λειτουργίες και την ποικιλομορφία του οργανισμού απέναντι στο περιβάλλον. Το σχήμα 2.5 αναπαριστά αυτή τη διοικητική τεχνική ποικιλομορφίας.

2.3.2.9 Νόμος Απαιτούμενης Ποικιλομορφίας

Η ποικιλομορφία ενός συστήματος ορίζεται ως ο αριθμός των δυνατών καταστάσεων που το σύστημα μπορεί να παρουσιάζει. Προφανώς, η ποικιλομορφία είναι μια υποκειμενική έννοια, που εξαρτάται από τον παρατηρητή. Μία ποικιλία ενός τμήματος λογιστηρίου είναι πολύ μεγαλύτερη αν την εκτιμούσε ο προϊστάμενός της, σε σύγκριση με την εκτίμηση που κάνει κάποιος, που έχει δοσοληψίες με το ταμείο αυτής. Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν όσοι καλούνται να διαχειριστούν ποικιλόμορφα συστήματα, που από τον Ashby τίθεται ως «ο νόμος της απαιτούμενης ποικιλομορφίας», έχει την ιδιότητα ότι μόνο η ποικιλομορφία μπορεί να καταστρέψει ποικιλομορφία. Για να ελέγχουμε ένα σύστημα, χρειάζεται να διαθέτουμε τόση ποικιλομορφία όση είναι και η ποικιλομορφία που παρουσιάζει το σύστημα. Τότε τι συμβαίνει όταν αντιμετωπίζουμε ένα σύστημα, που παρουσιάζει πολύ μεγάλη ποικιλομορφία. Πώς το διαχειριζόμαστε; Η απάντηση είναι με τη μείωση της ποικιλομορφίας του συστήματος με το οποίο είμαστε αντιμέτωποι (variety reduction) ή αυξάνοντας τη δική μας ποικιλομορφία (variety amplification). Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως «τεχνική ποικιλομορφία» (Beer, 1979). Αναλυτικότερα τώρα, όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλομορφία των διαθέσιμων δράσεων σε ένα σύστημα ελέγχου, τόσο μεγάλη είναι η ποικιλομορφία της διατάραξης, που μπορεί να αντισταθμίσει.

Ο έλεγχος ή η ρύθμιση είναι βασικά διαμορφωμένα ως μείωση της ποικιλομορφίας. Οι διαταράξεις με υψηλή ποικιλομορφία επηρεάζουν την εσωτερική κατάσταση του συστήματος, η οποία θα έπρεπε να διατηρείται όσο πιο κοντά γίνεται στην επιθυμητή κατάσταση και έτσι να επιδείξει μια χαμηλή ποικιλομορφία. Έτσι κατά μία έννοια ο έλεγχος αποτρέπει τη μετάδοση ποικιλομορφίας από το περιβάλλον στο σύστημα. Εκτελεί δηλαδή την αντίθετη λειτουργία από τη μετάδοση πληροφορίας, όπου σκοπός είναι η μέγιστη εξοικονόμηση της ποικιλομορφίας. Σε κάθε ενεργή ρύθμιση τροφοδότηση ή ανάδραση, κάθε διαταραχή (D) θα πρέπει να αντισταθμίζεται από μια κατάλληλη αντενέργεια από το ρυθμιστή R. Εάν ο R θα αντιδρούσε με τον ίδιο τρόπο σε δύο ίδιες διαταραχές, τότε το αποτέλεσμα θα ήταν δύο διαφορετικές αξίες για τις ουσιώδεις μεταβλητές, και με αυτόν τον τρόπο ατελή ρύθμιση. Αυτό σημαίνει ότι εάν θέλουμε να αποκλείσουμε εντελώς την επίδραση του D, ο ρυθμιστής θα πρέπει να μπορεί να παράγει τουλάχιστον τόσες αντενέργειες όσες είναι οι διαταραχές του D. Ωστόσο η ποικιλομορφία του R πρέπει να είναι τουλάχιστον τόση, όση η ποικιλομορφία του D. Εάν επιπλέον υπολογίσουμε τη συνεχή μείωση

της ποικιλομορφίας K λόγω εξουδετέρωσης, η αρχή μπορεί να είναι πιο ακριβής σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$V(E) \geq V(D) - V(R) - K$$

Ο παραπάνω τύπος είναι αυτό που ο Ashby ονόμασε νόμο της απαιτούμενης ποικιλομορφίας. Οδηγεί στη διαισθητική παρατήρηση ότι ο ρυθμιστής πρέπει να έχει επάρκεια αποτελεσμάτων στις ουσιώδεις μεταβλητές E . Αυτή η αρχή έχει σημαντικές εφαρμογές σε πρακτικές περιπτώσεις: εφόσον η ποικιλομορφία των διαταραχών που ένα σύστημα μπορεί πιθανώς να αντιμετωπίσει είναι απεριόριστη, θα πρέπει πάντα να προσπαθούμε να μεγιστοποιούμε την εσωτερική του ποικιλομορφία ή πολυμορφία, ώστε να είναι βέλτιστα προετοιμασμένο για κάθε πιθανή ή απρόβλεπτη επείγουσα επέμβαση.

Ο νόμος του Ashby μπορεί να θεωρηθεί ως μια εφαρμογή της αρχής της επιλεκτικής ποικιλομορφίας. Ωστόσο μια συχνά χρησιμοποιούμενη θέση στον νόμο του Ashby « η ποικιλομορφία του συστήματος ελέγχου, πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από την ποικιλομορφία των αναταραχών ώστε να επιτευχθεί έλεγχος», η οποία αγνοεί το σταθερό όρο K , δεν ισχύει γενικότερα. Όντως, η υποθάλπουσα υπόθεση «μόνο η ποικιλομορφία μπορεί να καταστρέψει την ποικιλία» είναι σε αντίθεση με την αρχή, αυτή των ασύμμετρων μεταβάσεων, η οποία συνεπάγεται ότι αυθόρμητη μείωση της ποικιλομορφίας είναι δυνατή, αυτό ακριβώς που κάνει η εξουδετέρωση. Για παράδειγμα ένα βακτήριο, που ψάχνει για τροφή αποφεύγοντας τα δηλητηριώδη αντικείμενα έχει μια ελάχιστη ποικιλομορφία δύο μόνο πράξεων: μείωση ή αύξηση του ρυθμού των τυχαίων κινήσεων. Ωστόσο είναι ικανό να ανταπεξέρχεται σε ένα αρκετά πολύπλοκο περιβάλλον, με πολλά είδη αναταραχών και ευκαιριών. Οι τυφλές του «μεταβάσεις» είναι φυσιολογικά αρκετές, ώστε να βρεθεί σε μια ευνοϊκή κατάσταση, δηλαδή να διαφύγει όλων των κινδύνων.

2.3.2.10 Συστημική Δυναμική

Η Συστημική Δυναμική είναι η μεθοδολογία μελέτης και διαχείρισης πολύπλοκων ανατροφοδοτήσεων (complex feedback) συστημάτων. Πρόκειται επίσης για τεχνική μοντελικής προσομοίωσης για πλαισίωση, κατανόηση και απλούστευση πολύπλοκων θεμάτων και προβλημάτων. Αποτελεί μέρος της συστημικής θεωρίας ως μέθοδος κατανόησης της δυναμικής συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων. Η βάση αυτής της μεθόδου είναι η αναγνώριση ότι η δομή οποιουδήποτε συστήματος, τα περισσότερα κυκλικά, αλληλοσυνδεδεμένα, με σχέσεις χρονοκαθυστέρησης ανάμεσα στα στοιχεία τους, είναι συχνά το ίδιο σημαντική στον καθορισμό της συμπεριφοράς του όσο τα ίδια τα επιμέρους στοιχεία του. Παραδείγματα είναι η θεωρία του χάους και η κοινωνική δυναμική. Υποστηρίζεται επίσης πως επειδή υπάρχουν ιδιότητες του συνόλου, που δεν εντοπίζονται στις ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων. Σε ορισμένες περιπτώσεις η συμπεριφορά του συνόλου δεν μπορεί να εξηγηθεί με όρους συμπεριφοράς των στοιχείων. Στην πράξη έχει κατά το παρελθόν χρησιμοποιηθεί σε κάθε είδους ανατροφοδοτικό σύστημα.

Τα βασικά βήματα αυτής της μεθοδολογίας είναι:

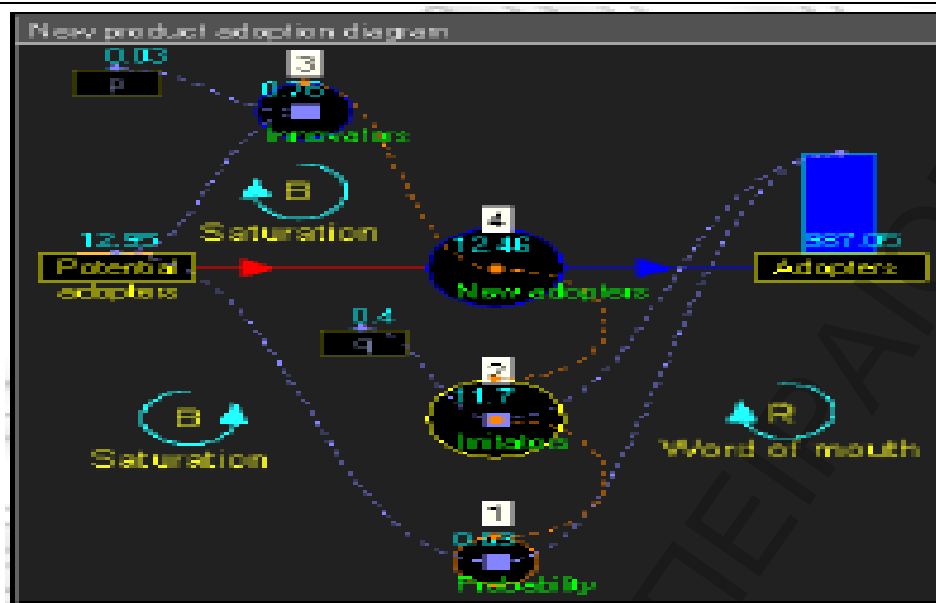
- Προσδιορισμός του προβλήματος
- Ανάπτυξη δυναμικής υπόθεσης επεξηγώντας την αιτία του προβλήματος
- Κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης του συστήματος από τη βάση του
- Έλεγχος του μοντέλου, για να εξασφαλίσουμε ότι αναπαράγει την ίδια συμπεριφορά στον πραγματικό κόσμο
- Επινόηση και έλεγχος του μοντέλου με εναλλακτικές πολιτικές, που μειώνουν το πρόβλημα και,
- Εφαρμογή της επιθυμητής λύσης

Βέβαια είναι αρκετά σπάνιο να προχωρήσουμε μέσω των παραπάνω βημάτων δίχως να επανεξετάσουμε και να διυλίσουμε ένα προηγούμενο βήμα. Θα μπορούσε για παράδειγμα το πρόβλημα που εξετάζουμε να είναι ένα απλό σύμπτωμα ενός μεγαλύτερου προβλήματος. Με λίγα λόγια, η Συστημική Δυναμική αποτελεί μεθοδολογία συστημικής ανάλυσης και την ίδια στιγμή εργαλείο μελέτης μεθοδολογίας δυναμικών συστημάτων.

Το επιστημονικό πεδίο της Συστημικής Δυναμικής, που αρχικά έγινε γνωστό σα Βιομηχανική Δυναμική (Industrial Dynamics), αναπτύχθηκε πρώτα από τον Jay W. Forrester, στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT). Ο Forrester ανέπτυξε μια θεωρία ανάδρασης ή ανάδρασης πληροφοριών και ελέγχου, ως μέσο για την αξιολόγηση επιχειρήσεων και άλλων οργανωσιακών και κοινωνικών πλαισίων (περιβάλλον, κυβερνητική, πολιτική, οικονομία, ιατρική, εφαρμοσμένη μηχανική και άλλα πεδία). Η Συστημική Δυναμική συνδυάζει τη θεωρία, μεθοδολογία και φιλοσοφία, που είναι αναγκαία τόσο για την ανάλυση και κατανόηση της συμπεριφοράς των συστημάτων αυτών, όσο και για την επίδραση στην εξέλιξη της συμπεριφοράς αυτής. Η ανάπτυξη της μετά και την εφαρμογή προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών, ακολούθησε έναν εντυπωσιακό εκθετικό ρυθμό και το ενδιαφέρον γι' αυτή εξαπλώνεται συνεχώς, καθώς εκτιμάται η μοναδική ικανότητα που προσφέρει να αναπαρίσταται ο πραγματικός κόσμος. Η Συστημική Δυναμική μπορεί να δεχτεί την πολυπλοκότητα, τη μη γραμμικότητα και τις δομές βρόγχων ανάδρασης, στοιχεία που είναι έμφυτα σε τεχνικά, κοινωνικά και φυσικά συστήματα. Ο Forrester 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 ανθρώπινων οργανωτικών σχημάτων με τελικό στόχο τη λήψη αποφάσεων.

Τα στοιχεία στα διαγράμματα της Συστημικής Δυναμικής είναι η ανάδραση, συσσώρευση των ρών σε στοίβες και χρονοκαθυστερήσεις. Σαν παράδειγμα για τη χρήση της συστημικής δυναμικής το πλέον κατάλληλο είναι ένας οργανισμός, που σχεδιάζει να εισάγει ένα νέο καινοτόμο καταναλωτικό προϊόν διαρκείας. Ο οργανισμός χρειάζεται να καταλάβει την

πιθανή δυναμική της αγοράς ώστε να παρουσιάσει σχέδια marketing και παραγωγής.



Σχήμα 6: Δυναμικό διάγραμμα αποθεμάτων και ροών του μοντέλου Υιοθέτηση Νέου Προϊόντος (μοντέλο από άρθρο του John Sterman, 2001)

Το πιο γνωστό βέβαια μοντέλο συστημικής δυναμικής είναι το "The Limits to Growth", 1972. Αυτό το μοντέλο προβλέπει ότι η εκθετική ανάπτυξη θα οδηγούσε σε οικονομική κατάρρευση κατά τον 21ο αιώνα υπό μια ευρεία ποικιλία σεναρίων ανάπτυξης.

2.3.2.11 Πολυπλοκότητα

Ο ορισμός της έννοιας της πολυπλοκότητας είναι αρκετά δύσκολος. Οι μέχρι τώρα υπάρχοντες ορισμοί υποτιμούν κατά κάποιον τρόπο την εν λόγω έννοια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές φορές να θεωρούμε ως πολύπλοκο κάτι το οποίο κατ' ουσία είναι πολύ απλό και να αρνούμαστε να ονομάσουμε ένα κατά γενική ομολογία πολύπλοκο φαινόμενο ως τέτοιο. Επιπλέον οι ορισμοί αυτοί είναι εφαρμόσιμοι σε περιορισμένες επιστημονικές περιοχές, όπως στους υπολογιστικούς αλγόριθμους ή σε υπερβολικά ασαφείς περιοχές, όπου η χρήση τους δεν εξυπηρετεί σε τίποτα.

Ο Bruce Edmonds, 1996, κάνει μια πολύ καλή κριτική σχετικά με τους διάφορους και διαφορετικούς ορισμούς και την ανεπάρκειά τους, καταλήγοντας ότι η πολυπλοκότητα εξαρτάται κατ' ανάγκη από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται, από τη μοντελοποίηση του συστήματος.

Για πολλούς ερευνητές βέβαια, υπάρχει μία κοινή αντικειμενική έννοια του όρου πολυπλοκότητα. Με δεδομένη τη λατινική ρίζα της λέξης, complexus, που σημαίνει περιπλέκω, περιελίσσω, περισφίγγω οδηγούμαστε στα

παρακάτω: προκειμένου να υφίσταται ένα πολύπλοκο απαιτούνται δύο ή περισσότερα στοιχεία, τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο ώστε ο διαχωρισμός τους να είναι πολύ δύσκολος.

Με παρόμοιο τρόπο το λεξικό του πανεπιστημίου της Οξφόρδης ορίζει το πολύπλοκο ως κάτι, που αποτελείται από συνήθως πολλά, στενά συνδεδεμένα μέρη. Εδώ παρατηρείται ο βασικός δυϊσμός μεταξύ των μερών, που είναι ταυτόχρονα διακριτά και συνδεδεμένα. Από τα παραπάνω μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όσο το δυνατόν περισσότερα μέρη μπορούν να είναι διακριτά και ταυτόχρονα συνδεδεμένα, τόσο πιο πολύπλοκο είναι το αντίστοιχο σύστημα που συνθέτουν. Η ύπαρξη όλο και περισσότερων μερών οδηγεί σε πιο εκτενή μοντέλα, για τα οποία απαιτείται περισσότερος χρόνος για να μελετηθούν και να υπολογιστούν. Από τη στιγμή που τα στοιχεία αυτά ενός πολύπλοκου συστήματος δεν μπορούν να διαχωριστούν χωρίς να αλλοιωθεί το σύστημα και ίσως και να καταστραφεί, η μέθοδος της ανάλυσης ή της ανασύνθεσης σε ανεξάρτητες μονάδες δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ή την απλοποίηση των εν λόγω μοντέλων. Αυτό οδηγεί στην ύπαρξη έντονης δυσκολίας ανάπτυξης μοντέλων για πολύπλοκες οντότητες, καθώς επίσης και στη δυσχρηστία ανάλογων μοντέλων για πρόβλεψη ή έλεγχο του συστήματος. Το συμπέρασμα αυτό παίζει μεγάλο ρόλο στη συσχέτιση της έννοιας του «δύσκολου» με το «πολύπλοκο».

2.3.2.11.1 Διάκριση και Σύνδεση

Οι έννοιες της διάκρισης και της σύνδεσης καθορίζουν δύο διαστάσεις που χαρακτηρίζουν την πολυπλοκότητα. Η διάκριση αντιστοιχεί στην ποικιλία, την ετερογένεια και στο γεγονός ότι διαφορετικά μέρη του πολύπλοκου συστήματος συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο. Η σύνδεση αντιστοιχεί στον περιορισμό, στην περίσσεια, στο γεγονός ότι διαφορετικά μέρη του συστήματος δεν είναι ανεξάρτητα, αλλά η γνώση ενός από αυτά οδηγεί και επιτρέπει τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των υπολοίπων. Η διάκριση οδηγεί στο όριο, στην αταξία, στο χάος ή στην εντροπία. Πολυπλοκότητα μπορεί να υπάρξει μόνο εάν και οι δύο έννοιες είναι παρούσες. Ούτε η απόλυτη αταξία (που στατιστικά περιγράφεται μέσω του νόμου των μεγάλων αριθμών), ούτε η τέλεια τάξη (που περιγράφεται από τις παραδοσιακές αιτιοκρατικές μεθόδους) εκφράζουν την πολυπλοκότητα. Κατά συνέπεια, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι η πολυπλοκότητα τοποθετείται ανάμεσα στην τάξη και την αταξία ή διαφορετικά στη γνωστή πια περιοχή της κόψης τους χάους.

2.3.2.11.2 Πολυπλοκότητα και Συμμετρία

Ο πιο απλός τρόπος μοντελοποίησης της τάξης είναι με χρήση της έννοιας της συμμετρίας, δηλαδή σταθερότητα ή αμεταβλητότητα ενός προτύπου για ένα σύνολο μετατροπών. Στα συμμετρικά σχέδια / πρότυπα ένα μέρος του σχεδίου είναι αρκετό για την ανακατασκευή του συνολικού σχεδίου. Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα συμμετρικό ως προς έναν καθρέπτη σχέδιο, είναι αρκετό να γνωρίζουμε το ένα μισό και σε αυτό να προσθέσουμε το αντίστοιχο. Όσο πιο μεγάλο είναι το σύνολο των

μετασχηματισμών συμμετρίας, για το οποίο το σχέδιο παραμένει αμετάβλητο, τόσο μικρότερο είναι το μέρος για το οποίο μπορεί να ανακατασκευαστεί το ολόκληρο και τόσο μεγαλύτερη περίσσεια και τάξη παρουσιάζει το συγκεκριμένο σχέδιο. Ακόμα και η μέγιστη αταξία χαρακτηρίζεται επίσης από συμμετρία, όχι των δυνατών θέσεων των στοιχείων του συνόλου, αλλά των πιθανοτήτων εύρεσης ενός στοιχείου σε μια συγκεκριμένη θέση. Παράδειγμα του παραπάνω αποτελεί το αέριο, το οποίο είναι στατιστικώς ομοιογενές και κάθε θέση έχει την ίδια πιθανότητα να περιέχει ένα μόριο από αυτό. Στην πραγματικότητα τα μεμονωμένα μόρια δε θα είναι ισοδύναμα μοιρασμένα στο χώρο. Παρατηρώντας, όμως τις μέσες τιμές, τότε, λόγω του νόμου των μεγάλων αριθμών η πραγματική διασπορά θα είναι συμμετρική και ομοιογενής. Επομένως η πολυπλοκότητα μπορεί να χαρακτηριστεί από την έλλειψη συμμετρίας ή το σπάσιμο αυτής, από το γεγονός ότι κανένα μέρος της πολύπλοκης οντότητας δεν επαρκεί, αφού δεν παρέχει την απαιτούμενη πληροφορία, προκειμένου να προβλεφθούν ρεαλιστικά ή έστω βάσει πιθανοτήτων, οι ιδιότητες των υπολοίπων μερών. Αυτός είναι και ο λόγος του πολύ μεγάλου βαθμού δυσκολίας που παρουσιάζει η μοντελοποίηση πολύπλοκων συστημάτων.

2.3.2.11.3 Πολυπλοκότητα και Κλίμακες Αναπαράστασης

Σύμφωνα με τον Edmonds, 1996, ο ορισμός της πολυπλοκότητας είναι το μεσαίο σημείο μεταξύ τάξης και αταξίας και εξαρτάται από το επίπεδο της αναπαράστασης. Αυτό που υπό μια κάποια αναπαράσταση δείχνει πολύπλοκο, μπορεί να παρουσιάζει απόλυτη τάξη ή αταξία κάτω από μια αναπαράσταση διαφορετικής κλίμακας. Για παράδειγμα ένα σύνολο από φυτά μπορεί να φαίνεται αρκετά πολύπλοκο. Όταν όμως το κοιτάξουμε συνολικά από αρκετό ύψος, θα διακρίνουμε μια ομοιογενή καλλιέργεια. Όταν το παρατηρήσουμε από πολύ κοντά, τόσο ώστε να μπορούμε να διακρίνουμε τα μέρη του κάθε φυτού που το συνθέτουν, θα δούμε μια συστοιχία υψηλής πολυπλοκότητας.

Η εξήγηση για τα παραπάνω δίνεται εάν αναλογιστούμε ότι η κλίμακα είναι απλώς μια άλλη διάσταση, που χαρακτηρίζει το χώρο και το χρόνο (Havel, 1995), και ότι η αμεταβλητότητα κάτω από διάφορους μετασχηματισμούς μπορούν να αναχθούν σε μετατροπείς κλίμακας. Ο Havel (1995) ονομάζει ένα σύστημα ως σύστημα λεπτής κλίμακας (scale-thin), αν η διακρινόμενη δομή του εκτείνεται μόνο μια ή δυο κλίμακες. Για παράδειγμα ένα γεωμετρικό σχήμα, όπως το τρίγωνο ή ο κύκλος είναι «λεπτής κλίμακας». Αν το κοιτάξουμε από μακριά, ο κύκλος γίνεται τελεία και στο τέλος εξαφανίζεται από το πεδίο όρασης. Αν το κοιτάξουμε από πολύ κοντά, πάλι ο κύκλος εξαφανίζεται και αυτό που μένει είναι ένας ομοιογενής χώρος. Παρόμοια ένα τυπικό κτήριο, όπως αυτό παρατηρείται από το εξωτερικό του έχει μια διακρινόμενη δομή των δύο ή τριών κλιμάκων. Αντιθέτως ένα fractal ή αυτό-παρόμοιο (self-similar) σχήμα έχει κλίμακα απεριόριστης έκτασης. Όσο κοντά και να το παρατηρήσουμε, θα συναντήσουμε πάντα την ίδια επαναλαμβανόμενη δομή. Ένα fractal είναι αμετάβλητο κάτω από ένα διακριτό σύνολο μετασχηματισμών κλίμακας. Το fractal είναι τόσο πιο πολύπλοκο από ένα τρίγωνο, όσο ένας κρύσταλλος από ένα μόριο. Τόσο το fractal όσο και ο κρύσταλλος αποτελούνται από πολλαπλά μέρη ή επίπεδα, αλλά τα επίπεδα αυτά είναι εντελώς όμοια.

Για να αναλογιστεί κανείς την πραγματική πολυπλοκότητα στη διάσταση κλίμακας μπορεί να επικεντρωθεί στο ανθρώπινο σώμα. Αν κάποιος εστιάσει στο δέρμα, θα συναντήσει πολύπλοκες δομές στο επίπεδο των οργάνων, των ιστών, των κυττάρων, των πολυμερών, των μονομερών, των ατόμων κλπ.. Αν και μπορεί να υπάρχουν επιφανειακές ομοιότητες μεταξύ των επιπέδων, οι σχέσεις και οι εξαρτήσεις μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων παρουσιάζουν ετερογένεια, καθώς χαρακτηρίζονται, τόσο από διάκριση όσο και από σύνδεση και σπάσιμο της συμμετρίας. Θα μπορούσαμε να καταλήξουμε στο ότι η πολυπλοκότητα αυξάνει όταν η ποικιλία, η διάκριση, η εξάρτηση και η σύνδεση, των επί μέρους στοιχείων αυξάνει και η αύξηση αυτή επιτυγχάνεται σε διάφορες διαστάσεις. Στις διαστάσεις αυτές περιλαμβάνονται τουλάχιστο οι τρεις συνηθισμένες διαστάσεις της γεωμετρικής δομής, η διάσταση της χωρικής κλίμακας, η διάσταση του χρόνου ή των δυναμικών και η διάσταση της προσωρινής ή δυναμικής κλίμακας. Προκειμένου να δείξουμε ότι η πολυπλοκότητα έχει συνολικά αυξηθεί, αρκεί να δείξουμε ότι η ποικιλία και/ή η σύνδεση έχουν αυξηθεί, τουλάχιστο προς μια κατεύθυνση, δεδομένου ότι όλα τα υπόλοιπα στοιχεία παραμένουν ίδια. Η διεργασία της αύξησης της ποικιλίας ονομάζεται διαφοροποίηση και η διεργασία της αύξησης του πλήθους ή της ισχύος των συνδέσμων ονομάζεται ολοκλήρωση (ενοποίηση - integration).

Η εξέλιξη παράγει αυτομάτως διαφοροποίηση και ενοποίηση και αυτό συμβαίνει στις διαστάσεις του χώρου, της χωρικής κλίμακας, του χρόνου και της προσωρινής κλίμακας. Η πολυπλοκότητα που παράγεται από την διαφοροποίηση και ενοποίηση στην χωρική διάσταση μπορεί να ονομαστεί ως δομική, στην προσωρινή διάσταση ως λειτουργική, στην χωρική διάσταση κλίμακας ως ιεραρχικά δομική και στην διάσταση προσωρινής κλίμακας ιεραρχικά λειτουργική. Κάποιος θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι η διάκριση και η σύνδεση δεν είναι δεδομένες αντικειμενικές ιδιότητες ενός πολύπλοκου συστήματος. Και οι δύο εξαρτώνται από αυτά που διακρίνονται από τον παρατηρητή και ο καθορισμός των στοιχείων προς διάκριση σε ένα πραγματικά πολύπλοκο σύστημα δεν είναι εύκολη υπόθεση. Αυτό που κάνει ο παρατηρητής είναι να επιλέγει τις πιο εμφανείς και σημαντικές διακρίσεις, δημιουργώντας υψηλού επιπέδου τάξεις παρόμοιων φαινομένων και αγνοώντας τις διαφορές, που υπάρχουν μεταξύ των μελών των παραπάνω τάξεων (Heylighen, 1990). Βάσει των διακρίσεων που κάνει ο παρατηρητής, μπορεί να παρατηρήσει την ποικιλία και την εξάρτηση (κατά συνέπεια την πολυπλοκότητα του μοντέλου) να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη και αυτό με τη σειρά του θα καθορίσει αν η πολυπλοκότητα αυξάνεται ή μειώνεται. Για παράδειγμα, όταν προσέχουμε ότι ένα κτήριο έχει μία διακρινόμενη δομή μέχρι το επίπεδο των τούβλων, ασυνείδητα αγνοούμε τη μοριακή, ατομική και σωματιδιακή δομή των τούβλων, από τη στιγμή που δεν έχουν σχέση με τον τρόπο, που το κτίριο κτίστηκε ή χρησιμοποιείται. Αυτό γίνεται γιατί η δομή των τούβλων είναι ανεξάρτητη από τα συγκεκριμένα μόρια από τα οποία έχουν κατασκευαστεί. Αντιθέτως στην περίπτωση του ανθρώπινου σώματος, η λειτουργικότητα των κυττάρων εξαρτάται πλήρως από τις παρούσες μοριακές δομές. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι πολύ δύσκολο να αγνοήσουμε το μοριακό επίπεδο όταν κατασκευάζουμε ένα χρήσιμο μοντέλο για το ανθρώπινο

σώμα. Στην πρώτη περίπτωση, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το τούβλο είναι μία «κλειστή» δομή, όπου τα εσωτερικά του στοιχεία δεν επηρεάζουν την εξωτερική του εμφάνιση ή συμπεριφορά. Ωστόσο στην περίπτωση των κυττάρων δεν υπάρχει τόσο σαφή κλειστότητα.

Αν και θα υπάρχει πάντα το υποκειμενικό στοιχείο της επιλογής του παρατηρητή ως προς το ποια μέρη του συστήματος αξίζει να μοντελοποιηθούν, η αξιοπιστία των μοντέλων θα εξαρτάται από το βαθμό της αλληλεξάρτησης μεταξύ των ιδιοτήτων, που συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο και αυτών που απουσιάζουν. Αυτός ο βαθμός εξάρτησης θα καθορίζεται από την αντικειμενική πολυπλοκότητα του συστήματος. Αν και επί της αρχής δεν έχουμε τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε ένα πλήρες μοντέλο ενός συστήματος, η εισαγωγή των διαφορετικών διαστάσεων μας βοηθούν στο να κατανοήσουμε βαθύτερα την ενδογενή πολυπλοκότητα, αφού αναγκαζόμαστε, τουλάχιστον, να συμπεριλάβουμε διακρίσεις σε διαφορετικές κλίμακες και σε διαφορετικές χωρικές και χρονικές περιοχές.

2.3.2.11.4 Ανάπτυξη της Πολυπλοκότητας

Η τυφλή μεταβολή και η επιλεκτική διατήρηση επιφέρουν αύξηση τόσο στη δομική όσο και στη λειτουργική πολυπλοκότητα των εξελισσόμενων συστημάτων. Από τα χρόνια του Δαρβίνου, η εξέλιξη έχει συσχετιστεί με την πολυπλοκότητα. Πηγαίνοντας πίσω στην ιστορία, αρχικά παρατηρούμε μόνο απλά συστήματα (στοιχειώδη σωματίδια, άτομα, μόρια, μονοκύτταρους οργανισμούς), ενώ στα επόμενα στάδια έχουμε την εμφάνιση ολοένα και περισσότερο πολύπλοκων οργανισμών. Ωστόσο από την πλευρά της κλασικής εξελικτικής θεωρίας, δε δίνεται εξήγηση στο γιατί η φυσική επιλογή θα προτιμούσε τα πιο πολύπλοκα συστήματα.

Η εξέλιξη αυξάνει την εναρμόνιση, η οποία μπορεί να επιτευχθεί τόσο από πολύπλοκα όσο και από απλά συστήματα. Για παράδειγμα, σχετικά με κάποιες θεωρίες, οι ιοί, η απλούστερη μορφή ζωντανού οργανισμού, είναι εκφυλισμένες μορφές πολύ πιο πολύπλοκων οργανισμών. Από τη στιγμή που οι ιοί ζουν ως παράσιτα χρησιμοποιώντας τον οργανισμό, που παίζει τον ρόλο ξενιστή ως περιβάλλον, το οποίο τους παρέχει όλους τους απαραίτητους πόρους για να αναπαραχθούν, η διατήρηση δικού τους μεταβολισμού και αναπαραγωγικού συστήματος θεωρείται σπατάλη πόρων. Τελικά η φυσική επιλογή θα εξαλείψει όλες τις περιττές δομές και επομένως, θα μειώσει την πολυπλοκότητα.

2.3.2.11.5 Αύξηση της Πολυπλοκότητας στα Μεμονωμένα Συστήματα

Η εξήγηση της αύξησης της πολυπλοκότητας των μεμονωμένων συστημάτων κατά την εξέλιξή τους, δίνεται από το συνδυασμό του νόμου της αναγκαίας ποικιλίας και της έννοιας της συνεξέλιξης. Θυμίζουμε ότι ο νόμος της αναγκαίας ποικιλίας του Ashby υποστηρίζει ότι προκειμένου ένα σύστημα ελέγχου να αποκτήσει πλήρη έλεγχο, η ποικιλία των ενεργειών ελέγχου του θα πρέπει να είναι του ίδιου βαθμού με την ποικιλία των περιβαλλοντολογικών παρενοχλήσεων που θα χρειαστεί να αντιμετωπίσει. Τα εξελικτικά συστήματα (οργανισμοί, κοινωνίες, αυτό-οργανωτικές

διεργασίες κτλ.) θα πετύχαιναν καλύτερη εναρμόνιση αν είχαν καλύτερο έλεγχο του περιβάλλοντός τους, γιατί με αυτόν τον τρόπο θα ήταν ευκολότερη η επιβίωση και η αναπαραγωγή τους. Έτσι η εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής θα έτεινε προς την αύξηση του ελέγχου και συνεπώς της εσωτερικής ποικιλίας του συστήματος.

Αν υποθέσουμε ότι το περιβάλλον παρουσιάζει πάντοτε μεγαλύτερη ποικιλία από το σύστημα, το εξελισσόμενο σύστημα δε θα αποκτήσει ποτέ πλήρη έλεγχο, αλλά τουλάχιστον, θα είναι ικανό να συγκεντρώσει τόση ποικιλία ώστε να ελέγχει τα πλησιέστερα γειτονικά του συστήματα. Συνεπώς, μπορούμε να φανταστούμε μια συνεχή διεργασία όπου η ποικιλία ενός εξελισσόμενου συστήματος *A* αυξάνει με αργούς ρυθμούς, τείνοντας προς την απεριόριστη ποικιλία του περιβάλλοντος. Ωστόσο σύμφωνα με τις συμπληρωματικές αρχές της επιλεκτικής ποικιλίας και του αναγκαίου περιορισμού, ο νόμος του Ashby θα πρέπει να περιοριστεί σε ένα συγκεκριμένο εύρος πεδίου εφαρμογής. Έτσι μετά από ένα συγκεκριμένο σημείο, η περαιτέρω αύξηση της ποικιλίας μειώνει τις δυνατότητες ελέγχου του συστήματος *A* στο περιβάλλον του. Το σύστημα *A* θα φτάσει ασυμπτωτικά σε ένα σημείο «ανταλλαγής», το οποίο εξαρτάται από την ποικιλία των παρενοχλήσεων του περιβάλλοντος και στο οποίο η αναγκαία ποικιλία βρίσκεται σε ισορροπία με τον απαιτούμενο περιορισμό. Είναι προφανές, πως όσον αφορά τους ανθρώπινους οργανισμούς, το σημείο αυτό είναι πολύ ψηλό.

Η παραπάνω ανάλυση υποθέτει ότι το περιβάλλον είναι σταθερό και δεδομένο. Όμως το περιβάλλον του *A* αποτελείται από εξελικτικά συστήματα (π.χ. *B*, *Γ*, *Δ*, ...), τα οποία υποβάλλονται στην ίδια ασυμπτωτική αύξηση της ποικιλίας τους φτάνοντας στα αντίστοιχα σημεία ανταλλαγής. Από τη στιγμή που το *B* είναι στο περιβάλλον του *A* και το *A* σε αυτό του *B*, η αύξηση της ποικιλίας του ενός θα δημιουργήσει την ανάγκη για μεγαλύτερη ποικιλία στο άλλο, και κατά συνέπεια υψηλότερο σημείο ανταλλαγής, εφόσον, τώρα θα πρέπει να αντιμετωπίσει ένα πιο πολύπλοκο περιβάλλον από προηγουμένως. Ως εκ τούτου αντί για αύξηση της πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζεται από μια ασυμπτωτική καθυστέρηση, επιβράδυνση, έχουμε μια διεργασία θετικής ανατροφοδότησης, όπου η αύξηση της ποικιλίας σε ένα σύστημα δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες για αύξηση της ποικιλίας και στα γειτονικά του. Το αποτέλεσμα είναι ότι πολλά από τα εξελικτικά συστήματα, που αλληλεπιδρούν άμεσα μεταξύ τους θα τείνουν προς μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας, με διαρκώς αυξανόμενο ρυθμό.

Ένα καλό παράδειγμα όλων των παραπάνω συναντάμε στο σημερινό κοινωνικό σύστημα. Κάθε ξεχωριστό άτομο και οι διάφορες οργανώσεις τείνουν προς τη συγκομιδή περισσότερων πόρων και γνώσης, αυξάνοντας το εύρος των δράσεων στις οποίες μπορούν να προβούν. Αυτό γίνεται, για να έχουν την δυνατότητα να αντιμετωπίσουν τα διαρκώς αυξανόμενα από πλευράς πολυπλοκότητας προβλήματα, που θέτονται από το περιβάλλον τους. Ωστόσο αν τα άτομα που συνεργαζόμαστε ή συναγωνιζόμαστε αποκτήσουν περισσότερους πόρους και γνώση, το ίδιο θα πρέπει να επιτύχουμε και εμείς, αν θέλουμε να παραμείνουμε ανταγωνιστικοί. Το αποτέλεσμα είναι ένας ταχύτατος αγώνας για περισσότερη γνώση και

καλύτερα εργαλεία, ο οποίος δημιούργησε τη σε όλους μας πια γνωστή «πληροφοριακή έκρηξη».

Το παρόν επιχείρημα δεν προϋποθέτει ότι όλα τα εξελικτικά συστήματα θα αυξηθούν σε πολυπλοκότητα. Τα συστήματα αυτά, που έχουν φτάσει στο σημείο ανταλλαγής και δεν αντιμετωπίζουν ένα απαιτητικό περιβάλλον θα διατηρήσουν τα τωρινά επίπεδα πολυπλοκότητας. Το γεγονός ότι κάποια από τα συστήματα στο ευρύτερο οικοσύστημα συμμετέχουν στον αγώνα της πολυπλοκότητας είναι αρκετό, για να παρατηρηθεί μία συνολική αύξηση της διαθεσιμότητάς της.

2.3.2.11.6 Αύξηση της Πολυπλοκότητας στο Σύνολο των Συστημάτων

Στην προηγούμενη παράγραφο αναλύσαμε τους λόγους για τους οποίους τα μεμονωμένα συστήματα τείνουν, κατά μέσον όρο, στην αύξηση της πολυπλοκότητας. Ας δούμε πώς, βάσει των ίδιων αρχών, αυξάνει η συνολική πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος. Θεωρούμε ότι έχουμε ένα συνολικό σύστημα, που αποτελείται από πολλαπλά συνεξελισσόμενα υποσυστήματα. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι ένα οικοσύστημα. Είναι ευρέως γνωστό και καταγεγραμμένο ότι τα οικοσυστήματα γίνονται ολοένα πιο πολύπλοκα. Το πλήθος των διαφορετικών ειδών, καθώς και ο αριθμός των εξαρτήσεων και συνδέσεων μεταξύ των ειδών διαρκώς αυξάνουν. Αυτό έχει παρατηρηθεί τόσο στην γεωλογική ιστορία της γης, όσο και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, για παράδειγμα οικολογίες νησιών, όπου αρχικά περιείχαν ελάχιστα είδη, αλλά στη συνέχεια αναδύθηκαν περισσότερα μέσω αποδήμησης ή διαφοροποίησης. Όπως εξηγεί ο E. O Wilson στο βιβλίο του με τίτλο "The Diversity of Life", εκτός της ύπαρξης διάφορων περιβαλλόντων στα οποία μπορούν να αναπτυχθούν νέα είδη, υπάρχει και μια αυτό-ενισχυμένη ροπή για δημιουργία τέτοιων χώρων. Συγκεκριμένα, εάν ένα υποθετικά καινούριο είδος εγκατασταθεί σε ένα δόκιμο χώρο, τότε, μόνο λόγω της παρουσίας του θα δημιουργηθούν νέα σύνολα τέτοιων χώρων. Στη συνέχεια, διάφοροι άλλοι οργανισμοί θα πειραματιστούν χρησιμοποιώντας τους πόρους των χώρων. Καθένας από τους καινούριους οργανισμούς δημιουργούν καινούριους χώρους, με αποτέλεσμα το κάθε είδος να εξαρτάται από όλα τα υπόλοιπα. Στην περίπτωση που ένα από τα είδη εξαφανιστεί, κινδυνεύει η επιβίωση όλων των υπολοίπων.

Η παραπάνω αρχή δεν περιορίζεται στα οικοσυστήματα ή στα βιολογικά είδη. Αν σε ένα συνολικό σύστημα, για παράδειγμα στο εσωτερικό ενός άστρου, εμφανιστεί μέσω εξέλιξης ένα σταθερό σύστημα νέου τύπου δηλαδή ένα νέο στοιχείο μέσα στο άστρο ή ένα νέο χημικό συνθετικό, θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέου περιβάλλοντος ή ενός επιλογέα. Αυτό σημαίνει ότι διαφορετικές μεταβολές θα προσαρμοστούν στο σύστημα, δηλαδή θα επιλεγούν ή διαφορετικά θα εξαλειφθούν. Η εξάλειψη των μη εναρμονισμένων, μη επιλεγμένων, συστημάτων μπορεί να μειώσει την πολυπλοκότητα, ενώ η επιλογή των εναρμονισμένων συστημάτων είναι μια ευκαιρία αύξησης της πολυπλοκότητας, από τη στιγμή που εμφανίζονται καινούρια είδη συστημάτων. Γενικότερα η ισχύς της εξαφάνισης των υπολοίπων συστημάτων, λόγω εμφάνισης των καινούριων, περιορίζεται χωρικά, λόγω του ότι το καινούριο σύστημα δεν

μπορεί άμεσα να καταλάβει όλους τους πιθανούς χώρους. Έτσι αν κάποια γειτονικά συστήματα μπορούν να εξαφανιστούν, μερικά θα επιβιώσουν. Η ισχύς της διευκόλυνσης της εμφάνισης νέων συστημάτων περιορίζεται στις γειτονικές περιοχές, αλλά αυτό δεν αλλάζει την αύξηση της συνολικής ποικιλίας των συστημάτων, που ανήκουν στο συνολικό σύστημα.

Το γεγονός της δημιουργίας πλήθους νέων τοπικών περιβαλλόντων, που περιέχουν διαφορετικά είδη συστημάτων ενώ άλλα μέρη του συνολικού περιβάλλοντος παραμένουν αδιαφοροποίητα, έχει ως αποτέλεσμα την συνολική αύξηση της διαφοροποίησης και επομένως της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος.

2.3.2.11.7 Ποιοτική Διαφοροποίηση της Πολυπλοκότητας

Στα παραπάνω αναλύθηκε η έννοια της πολυπλοκότητας καθώς και η ποσοτική εξέλιξη στα ευρύτερα φυσικά, βιολογικά και κοινωνικά συστήματα. Παρ' όλα αυτά, στην πορεία εξέλιξης των συστημάτων, παρουσιάστηκε επίσης η ποιοτική μεταβολή της πολυπλοκότητας. Ο Warren Weaver (1948), ανέλυσε το πέρασμα από την ανοργάνωτη στην οργανωμένη πολυπλοκότητα. Η προσέγγιση του Warren έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της επιστήμης των συστημάτων.

2.3.2.11.7.1 Προβλήματα Ανοργάνωτης Πολυπλοκότητας

Αρχικά τις φυσικές επιστήμες απασχολούσαν προβλήματα δύο ή τριών μεταβλητών. Για παράδειγμα στην κλασσική δυναμική αποτελούσε κλασικό πρόβλημα η ανάλυση κίνησης μιας σφαίρας. Υπήρχαν προβλήματα για την ανάλυση και πρόβλεψη της κίνησης και κάποια με μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας για την ανάλυση της κίνησης δύο ή τριών σφαιρών. Αν όμως αφορούσε την κίνηση δέκα σφαιρών τότε το πρόβλημα γινόταν πρακτικά άλυτο όχι λόγω των θεωρητικών δυσκολιών αλλά λόγω της υπερβολικής ποσότητας υπολογισμών, που απαιτούσε. Αν μπορούσαμε να φανταστούμε ένα αντίστοιχο πρόβλημα με χιλιάδες σφαίρες, στις μέρες μας είναι αρκετά εύκολο εξαιτίας της ανάπτυξης μεθόδων της στατιστικής μηχανικής. Χωρίς να είμαστε σε θέση να προβλέψουμε την ακριβή κίνηση κάθε σφαίρας, μπορούμε να απαντήσουμε με μεγάλη ακρίβεια σε θέματα όπως: τι απόσταση διανύει κατά μέσο όρο, μια σφαίρα πριν συγκρουστεί με μια άλλη, πόσες συγκρούσεις δέχεται κατά μέσο όρο μια σφαίρα το δευτερόλεπτο κ. ά.

Οι νέες αυτές στατιστικές μέθοδοι έχουν εφαρμογή σε προβλήματα ανοργάνωτης πολυπλοκότητας. Η λέξη ανοργάνωτη χρησιμοποιείται επειδή οι μέθοδοι είναι χρήσιμες μόνο όταν στο παράδειγμά μας, οι σφαίρες είναι κατανεμημένες, όσον αφορά την κίνηση και τη θέση τους με άτακτο, ανοργάνωτο τρόπο. Δε θα είχαν καμία εφαρμογή αν οι σφαίρες ήταν τοποθετημένες σε παράλληλες γραμμές και η κίνησή τους γινόταν σε παράλληλες τροχιές. Τότε οι σφαίρες δε θα συγκρούονταν μεταξύ τους και δε θα είχαμε μια περίπτωση ανοργάνωτης πολυπλοκότητας. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ένα πρόβλημα ανοργάνωτης πολυπλοκότητας είναι ένα πρόβλημα με έναν πολύ μεγάλο αριθμό μεταβλητών, οι οποίες έχουν μια εντελώς ασταθή και άγνωστη συμπεριφορά. Παρ' όλη την άτακτη

ή άγνωστη συμπεριφορά όλων των μεμονωμένων μεταβλητών, το συνολικό σύστημα κατέχει, υπολογιζόμενες στον μέσο όρο, ομαλές και αναλυτικές ιδιότητες.

Η μέθοδος της στατιστικής ανάλυσης βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή σε προβλήματα ανοργάνωτης πολυπλοκότητας, στην περίπτωση που αυξάνει ο αριθμός των μεταβλητών. Έτσι εφαρμόζεται με μεγάλη επιτυχία στην εύρεση της συχνότητας των τηλεφωνικών κλήσεων σε ένα τηλεφωνικό κέντρο, στον εντοπισμό μεγάλων τηλεφωνικών κλήσεων, στην εύρεση της πιθανότητας επαναλαμβανόμενων κλήσεων του ίδιου αριθμού. Επίσης μπορεί με μεγάλη ακρίβεια να εφαρμοστεί στην εύρεση της μέσης συχνότητας των θανάτων των πελατών μιας ασφαλιστικής εταιρείας κτλ.. Τα παραπάνω παραδείγματα, αν και δεν είναι πλήρως αντιπροσωπευτικά, δείχνουν ότι οι στατιστικές τεχνικές μπορούν με επιτυχία να εφαρμοστούν σε συστήματα ανοργάνωτης πολυπλοκότητας. Οι κινήσεις των ατόμων που σχηματίζουν όλη την ύλη και οι κινήσεις των πλανητών του σύμπαντος, αναλύονται βάσει της παραπάνω τεχνικής. Αυτό δείχνει ότι η στατιστική ανάλυση δεν περιορίζεται σε καταστάσεις όπου η επιστημονική θεωρία των γεγονότων είναι ευρέως γνωστή σε βάθος. Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί και σε περιπτώσεις όπου η έκβαση του μεμονωμένου γεγονότος είναι εντελώς αβέβαιη, περίπλοκη και απρόβλεπτη, όπως στην περίπτωση των ασφαλειών ζωής.

2.3.2.11.7.2 Προβλήματα Οργανωμένης Πολυπλοκότητας

Στο προηγούμενο παράδειγμα με τις σφαίρες η μέθοδος πρόβλεψης της τροχιάς των συστημάτων, που παρουσιάζουν ανοργάνωτη πολυπλοκότητα πέρασε από το ένα άκρο στο άλλο, από το πρόβλημα με τις δύο σφαίρες στα προβλήματα αστρονομικού αριθμού μεταβλητών, με αποτέλεσμα να μην ασχοληθεί με τη μεγάλη ενδιαμέση περιοχή. Η σπουδαιότητα αυτής της μεσαίας περιοχής δεν έγκειται στο γεγονός ότι ο αριθμός των υπό μελέτη μεταβλητών είναι μετριασμένος. Το πραγματικά σημαντικό χαρακτηριστικό των προβλημάτων της μεσαίας περιοχής, τα οποία μόνο τα τελευταία χρόνια αρχίζουν να απασχολούν την επιστήμη, είναι ότι, αντιθέτως με τις ανοργάνωτες περιπτώσεις, παρουσιάζουν την ουσιαστική ιδιότητα της οργάνωσης. Συνεπώς θα μπορούσαμε να αναφερθούμε σε αυτήν την ομάδα προβλημάτων ως τα προβλήματα της οργανωμένης πολυπλοκότητας. Υπάρχουν πολλά προβλήματα, που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω στατιστικής ανάλυσης. Όπως πώς μπορεί η τρέχουσα τιμή μιας μετοχής να σταθεροποιηθεί αποτελεσματικά, σε ποιο βαθμό είναι ασφαλές να εξαρτώνται τα συστήματα οικονομικού ελέγχου στις οικονομικές δυνάμεις ζήτησης και προσφοράς. Αυτά τα προβλήματα έχουν να κάνουν ταυτόχρονα με έναν αρκετά μεγάλο αριθμό μεταβλητών, οι οποίες αλληλοσχετίζονται δημιουργώντας ένα μεγάλο οργανικό ολόκληρο, ένα σύνολο. Είναι όλα προβλήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας. Αυτά είναι επίσης πολύπλοκα προβλήματα, τα οποία εμπλέκουν την ανάλυση συστημάτων που είναι οργανικά ολόκληρα και τα επί μέρους στοιχεία τους αλληλοσχετίζονται. Πώς μπορεί κανείς να εξηγήσει τον τύπο συμπεριφοράς μιας οργανωμένης ομάδας ατόμων, όπως ένα συνδικάτο εργασίας ή μια ομάδα κατασκευαστών ή μια εθνική μειονότητα; Αν και στα συγκεκριμένα προβλήματα εμπλέκονται πολλοί

παράγοντες (πολλές μεταβλητές), είναι φανερό ότι χρειάζεται κάτι παραπάνω από τη μαθηματική ανάλυση των μέσων όρων. Τα παραπάνω προβλήματα, καθώς και ένα πολύ μεγάλο εύρος παρόμοιων προβλημάτων στο βιολογικό, ψυχολογικό, γνωστικό, οικονομικό και πολιτικό τομέα, είναι απλώς τρομερά πολύπλοκα για να λυθούν με τις απλές μεθόδους της στατιστικής επιστήμης. Ο Weaver (1948) είχε προνοήσει ότι τα επόμενα 50 χρόνια η επιστήμη θα έπρεπε να βρει τρόπους να αντιμετωπίσει την οργανωμένη πολυπλοκότητα.

Προβλήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας εμφανίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ψυχολογία, στις κοινωνικές επιστήμες, στην διοικητική επιστήμη, στην επιστήμη του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα στα επιστημονικά πεδία των σύγχρονων τεχνολογιών και της ιατρικής. Κάποια συγκεκριμένα προβλήματα οργανωμένης πολυπλοκότητας είναι η αντιμετώπιση του καρκίνου, η μελέτη της γήρανσης, τα σύγχρονα πληροφοριακά και κοινωνικοτεχνικά συστήματα. Ειδικότερα για την τελευταία περιοχή, ο George B. Dantzig, σε μια διάλεξή του το 1979, χαρακτηριστικά αναφέρει, ότι δεν είναι καθόλου εύκολο να αναπαραστήσουμε την πολυπλοκότητα της μοντέρνας τεχνολογίας. Ας υποθέσουμε ότι εξετάζουμε μια από όλες τις διαστάσεις της πολυπλοκότητας, την ποικιλία. Αν απλώς καταγράψουμε τα είδη των ηλεκτρονικών συσκευών που διατίθενται προς πώληση, τότε θα παρατηρήσουμε την ποικιλία της υλικής πλευράς της ζωής. Επίσης αν εξετάσουμε το μοντέλο εισόδου-εξόδου του Leontief σχετικά με την εθνική οικονομία ενός κράτους, για παράδειγμα των ΗΠΑ, θα δούμε ότι ταξινομεί τις βιομηχανίες σε περίπου 400 κύριες κατηγορίες και απαιτεί τη συγκομιδή πληροφοριών σχετικά με τις ποσότητες, που ανταλλάχθηκαν μεταξύ των εργοστασίων. Αν κανείς υπολογίσει τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των βιομηχανιών καθώς επίσης τις σχέσεις, που αναδύονται από το διεθνές εμπόριο, καταλαβαίνουμε ότι είναι αδύνατο να μπορέσουμε να ακολουθήσουμε όλες τις δυνατές αλληλεπιδράσεις μέσα σε ένα τόσο μεγάλο δίκτυο σχέσεων. Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι οι αναλυτικές και στατιστικές μέθοδοι είναι σχετικές με την επιστήμη των συστημάτων. Ωστόσο, ο αρχικός προσανατολισμός της συστημικής θεωρίας είναι η μελέτη των προβλημάτων, που σχετίζονται με την οργανωμένη πολυπλοκότητα. Η μελέτη αυτή απαιτεί μεγάλη κατανόηση της συστημικής θεωρίας σε συνδυασμό με τις περιοχές της οργανωμένης απλότητας και της ανοργάνωτης πολυπλοκότητας. Η απόκτηση τόσο μεγάλης ειδικευσης από έναν παραδοσιακό επιστήμονα, με την έννοια του επιστήμονα της κλασικής αναλυτικής προσέγγισης, επιπρόσθετα με την αύξηση της γνώσης στην αναλυτική προσέγγιση της ειδικότητάς του, είναι σχεδόν αδύνατο, λόγω των θεμελιωδών ορίων του ανθρώπινου μυαλού. Για αυτόν το λόγο είναι απαραίτητη η ύπαρξη επιστημόνων, που θα αναπτύξουν και θα εφαρμόσουν την συστημική σκέψη και προσέγγιση στα δύσκολα προβλήματα της οργανωμένης πολυπλοκότητας (Klir, 1991).

Μια από τις μεγαλύτερες δυσκολίες των προβλημάτων της οργανωμένης πολυπλοκότητας είναι ότι ο ανθρώπινος νους δεν μπορεί να αποφύγει τα τεράστια συνδυαστικά ψαξίματα χωρίς να χάσει την σπουδαιότητα του προβλήματος. Αντιθέτως, ο υπολογιστής τα καταφέρνει πολύ καλά σε αυτές τις περιπτώσεις και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι προσπάθειες μελέτης συστημάτων οργανωμένης πολυπλοκότητας δεν ήταν επιτυχείς

πριν από την ανάδυση της τεχνολογίας των υπολογιστών. Επίσης, αυτό είναι ο λόγος που η επιστήμη των συστημάτων είναι τόσο στενά συνδεδεμένη με την εξέλιξη των υπολογιστών.

Η πολυπλοκότητα είναι κεντρική έννοια της νεότερης συστημικής θεωρίας. Δηλώνει το πρόβλημα εκείνο σύμφωνα με το οποίο, όταν συντρέχουν ορισμένοι όροι εξέλιξης στις σύγχρονες κοινωνίες, πολλές κοινωνικές συνθήκες παύουν πια να είναι απλές και εποπτεύσιμες και γίνονται πολυσύνθετες και μπερδεμένες. Λειτουργική διαφοροποίηση σημαίνει ότι το σύνολο δεν απαρτίζεται πλέον από έναν αριθμό ίδιων ή όμοιων μονάδων, αλλά από μια πληθώρα διαφορετικών, εξειδικευμένων μερών που αλληλεξαρτώνται.

Υπάρχει άλλωστε και το φημισμένο παράδειγμα της καρφίτσας από τον Adam Smith: " Ο εργάτης που δεν έφτιαξε ποτέ καρφίτσες δε θα μπορούσε, ακόμα κι αν ήταν πολύ εργατικός, να κάνει παραπάνω από το πολύ μια καρφίτσα την ημέρα, οπωσδήποτε όμως ποτέ είκοσι καρφίτσες. Όμως έτσι όπως γίνεται σήμερα η παραγωγή καρφίτσων έχει καταμερισθεί σε μια σειρά από χωριστές εργασίες, που έχουν οδηγήσει κατά κανόνα στην εξειδίκευση των αντίστοιχων κλάδων. Ένας εργάτης τραβάει το σύρμα, ο άλλος το στερεώνει, ένας τρίτος το κόβει, ο τέταρτος το κάνει αιχμηρό, ο πέμπτος... Για να παραχθεί λοιπόν μια καρφίτσα, απαιτούνται περίπου δεκαοχτώ επί μέρους εργασίες.. Έχω ο ίδιος δει μια μικρή βιοτεχνία αυτού του είδους (στην οποία δέκα εργάτες)... παράγουν όλοι μαζί 12 λίβρες καρφίτσες, αν καταβάλουν βεβαίως κάποια προσπάθεια... Έτσι λοιπόν οι δέκα εργάτες μπορούσαν να παράγουν καθημερινά 48.000 περίπου καρφίτσες, δηλαδή καθένας από αυτούς γύρω στα 4.800 κομμάτια".

Το συγκεκριμένο παράδειγμα αναφέρεται στον καταμερισμό της εργασίας, κατά τον οποίο ολοένα και περισσότεροι τομείς κάποιας διαδικασίας διαφοροποιήθηκαν λειτουργικά, εξειδικεύθηκαν και με τον τρόπο αυτό κατόρθωσαν να επιτύχουν μια ιδιαίτερα υψηλή παραγωγικότητα σε κάθε ειδική περιοχή.

2.3.2.12 Συστημική Προσέγγιση

Στοιχεία των οργανωσιακών θεωριών που αναφέρονταν ως «συστημική προσέγγιση», χρησιμοποιούνται εδώ και χιλιετίες για στρατεύματα και κυβερνήσεις. Ωστόσο, δεν ήταν παρά στη Βιομηχανική Επανάσταση του 19ου και του 20ου αιώνα που διαφάνηκε μια πιο επίσημη αναγνώριση της προσέγγισης «συστημάτων» (Whitehead 1925, von Bertalanffy 1968). Όσο το επίπεδο ακρίβειας και αποτελεσματικότητας στην τεχνολογία, τις διάφορες επιστήμες και το μάντζμεντ αυξανόταν, αντίστοιχα αυξανόταν και η πολυπλοκότητα των βιομηχανικών διαδικασιών και έτσι έγινε απαραίτητο να αναπτυχθεί μια θεμελιώδης βάση για να αντιμετωπιστεί αυτή η πολυπλοκότητα. Η συστημική προσέγγιση αναδύθηκε όταν οι επιστήμονες και οι φιλόσοφοι αναγνώρισαν κοινά θέματα στην προσέγγιση της διοίκησης και της οργάνωσης πολύπλοκων συστημάτων. Τέσσερις βασικές έννοιες αποτελούν τη βάση της συστημικής προσέγγισης:

- Ειδίκευση: Ένα σύστημα διαχωρίζεται σε μικρότερα στοιχεία επιτρέποντας εξειδικευμένα εστίαση σε κάθε στοιχείο
- Ομαδοποίηση: Προς αποφυγή μεγαλύτερης πολυπλοκότητας λόγω της αυξανόμενης ειδίκευσης, γίνεται απαραίτητη η ομαδοποίηση σχετικών θεωρήσεων ή υπο - θεωρήσεων
- Συντονισμός: Καθώς τα στοιχεία και τα υπο - στοιχεία ενός συστήματος ομαδοποιούνται επιτάσσεται ο συντονισμός των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις ομάδες
- Αναδυόμενες ιδιότητες: Ο διαχωρισμός ενός συστήματος σε υποσυστήματα (ομάδες συνιστώντων μερών μέσα στο σύστημα), απαιτεί την αναγνώριση και κατανόηση των «αναδυόμενων ιδιοτήτων» ενός συστήματος. Αυτό σημαίνει την αναγνώριση γιατί το σύστημα ως σύνολο είναι πιο «δυνατό» από το άθροισμα των μερών του. Για παράδειγμα το νερό έχει ιδιότητες που τα συστατικά του μέρη (υδρογόνο, οξυγόνο) δεν έχουν.

Η ενοποιητική, συνολική, προσέγγιση για τη μελέτη των διαφόρων φαινομένων θεωρείται πλέον στους επιστημονικούς χώρους, από πολλούς επιστήμονες / ερευνητές ως δεδομένη διαδικασία ερευνητικής και μελετητικής αντιμετώπισης της πραγματικότητας. Είναι μια προσέγγιση, που χρονολογεί μια πορεία μισού τουλάχιστον αιώνα και έχει εμπλουτιστεί από διάφορους επιστημονικούς κλάδους, όπως αυτοί της Βιολογίας, της Θεωρίας της Πληροφορίας της Κυβερνητικής και της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων. Μια καινοτομία που εισάγεται αντιπροσωπευτικά από αυτήν την προσέγγιση είναι αυτή της ενοποίησης των επιστημονικών κλάδων, που εμπλέκονται με διάφορους τρόπους. Αυτή η διεπιστημονική προσέγγιση της επιστήμης αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ονομαζόμενης συστημικής προσέγγισης, η οποία θα είναι το αντικείμενο του μαθήματος. Η προσέγγιση αυτή, θα ήταν δόκιμο να θεωρηθεί ως μια καινούργια επιστημολογική, μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία διευκολύνει την συλλογή και οργάνωση συσσωρευμένης γνώσης από τα αντίστοιχα ειδικευμένα επιστημονικά πεδία, με σκοπό την αποδοτικότητα των ενεργειών μας στην αναζήτηση ικανοποιητικά αποδεκτών λύσεων στα μεγάλα επιστημονικά προβλήματα της σύγχρονης κοινωνίας. (Joël de Rosnay, 1979).

Η συστημική προσέγγιση, σε αντίθεση με την αναλυτική, εμπεριέχει την ολότητα (συνολικότητα) των επιμέρους στοιχείων του υπό μελέτη συστήματος, καθώς επίσης την αλληλεπίδραση και κυρίως το σύνολο των σχέσεων αλληλεξάρτησής τους. Η συστημική προσέγγιση επικεντρώνεται στις διαδικασίες σύλληψης του συστήματος. Σύμφωνα με τον ευρύτερα χρησιμοποιούμενο ορισμό, ένα σύστημα είναι ένα σύνολο από στοιχεία, τα οποία αλληλεπιδρούν σχηματίζοντας ένα ακέραιο σύνολο (όλον). Στη συνέχεια θα παρουσιασθούν και συζητηθούν αρκετοί ορισμοί της έννοιας «σύστημα». Βάσει του ορισμού που αναφέρεται εδώ, μια πόλη, ένα κύτταρο, το ανθρώπινο σώμα, ένα αυτοκίνητο, ένας υπολογιστής, ένα πλυντήριο ρούχων, είναι ένα σύστημα. Είναι προφανές ότι κανένας ορισμός της λέξης «σύστημα» δεν αναμένεται να είναι ικανοποιητικά καθολικός, αφού η έννοια του όρου «σύστημα» είναι πολύ βαθιά και πυκνή, για να καλυφθεί από έναν απλό ορισμό. Η έννοια του συστήματος εφαρμόζεται σε

πολλές και συγχρόνως επιστημονικές περιοχές, με αρκετές διαφορές μεταξύ τους: από την εκπαίδευση μέχρι την πολιτική και από τη διαχείριση επιχειρήσεων μέχρι τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα μαθηματικά. Η πραγματικά εφαρμόσιμη έννοια του συστήματος αναδύεται μέσα από το σύμπλεγμα των αναλογιών και της μεταφοράς των ιδεών όλων των υπό ενοποίηση επιστημονικών κλάδων. Αν κανείς παρατηρήσει πέρα από τις απλές αναλογίες θα ανακαλύψει κοινές ιδέες μεταξύ πολλών διαφορετικών συστημάτων. Το πρόβλημα δεν έγκειται πια στην αναγωγή ενός συστήματος σε ένα άλλο, π.χ. στην οικονομία, στην βιολογία, ούτε στη μεταφορά γνώσης από ένα επίπεδο πολυπλοκότητας σε ένα άλλο υψηλότερο. Είναι η ανάγκη για τον προσδιορισμό των γενικών και σταθερών δομικών και λειτουργικών αρχών, που οδήγησε στη συστημική προσέγγιση. Οι αρχές αυτές είναι γενικές για όλα τα συστήματα, ανεξαρτήτως υλικής και χωροχρονικής υπόστασης. Συνεπώς οι αρχές αυτές θα οδηγήσουν στην οργάνωση της γνώσης υπό μορφή μοντέλων, που θα μεταφέρονται θα εφαρμόζονται / προσαρμόζονται αποτελεσματικά σε όλες τις επιστημονικές περιοχές.

Η ανάπτυξη της συστημικής θεωρίας είχε ποικίλες μορφές όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται από τον Klir (1991). Έτσι, έχουμε την εννοιολογική θεμελίωση και φιλοσοφία της συστημικής θεωρίας, όπως αποδεικνύουν οι Bunge, Bahm και Laszlo, την μαθηματική μοντελοποίηση της συστημικής θεωρίας και την προσαρμογή σε αυτή της θεωρίας της πληροφορίας, όπως φαίνεται από τις δουλειές των Mesarovic και Klir αντίστοιχα. Η μαθηματικοποιημένη συστημική θεωρία είχε ως βάση της τους ισομορφισμούς (isomorphisms), που παρουσιάζονται μεταξύ των μοντέλων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των μοντέλων άλλων συστημάτων. Τα παραπάνω βρήκαν εφαρμογή στην εφαρμοσμένη μηχανική (engineering), στην επιστήμη των υπολογιστών, στην οικολογία, στη διαχείριση εταιρειών και οργανισμών κτλ. Επίσης η συστημική σκέψη και ανάλυση εξελίχθηκε εφαρμόζοντας συστημικές αρχές στην επιστήμη λήψης αποφάσεων βοηθώντας ιδιαίτερα στην ανακατασκευή, βελτιστοποίηση και έλεγχο συστημάτων, συνήθως κοινωνικό-τεχνικής φύσεως.

Η συστημική σκέψη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κυβερνητική (cybernetics), την επιστήμη που μελετά τον έλεγχο και την επικοινωνία σε συστήματα ζώντων οργανισμών και μηχανών, καθώς και με τη Γενική Θεωρία Συστημάτων, η οποία εισήχθη από τον βιολόγο Ludwig von Bertalanffy ως μια προσπάθεια ανάπτυξης μιας ενοποιημένης επιστήμης με σκοπό τη μελέτη των κοινών αρχών, που διέπουν τα ανοιχτά και εξελικτικά αναπτυσσόμενα συστήματα. Η γενική θεωρία συστημάτων μελετά τα συστήματα σε όλα τα επίπεδα της γενικότητας (αφαιρετική προσέγγιση), ενώ η Κυβερνητική επικεντρώνεται περισσότερο στα συστήματα που κατευθύνονται από έναν σκοπό, μία επιδίωξη, συστήματα που έχουν έναν προορισμό που τελικά κατευθύνει τις λειτουργίες τους (goal-directed systems, π.χ. ο άνθρωπος). Αν και υπάρχει μεγάλο ποσοστό επικάλυψης των δύο αυτών κλάδων, θα μπορούσαμε να πούμε πως και οι δύο έχουν παίξει το σημαντικότερο ρόλο στην προσπάθεια ανάπτυξης μιας διεπιστημονικής προσέγγισης της Επιστήμης, την οποία ονομάζουμε Επιστήμη Συστημάτων.

Ιδέες σχετικές με τις προαναφερθείσες χρησιμοποιούνται και από τις αναδυόμενες επιστήμες της πολυπλοκότητας (sciences of complexity), που μελετάνε την αυτό-οργάνωση (selforganization) συστημάτων και ετερογενών δικτύων αλληλεπιδραστικών ενεργών οργανισμών (φυσικών ή τεχνητών) και τις αντίστοιχες επιστημονικές περιοχές, όπως: θερμοδυναμική πολύ μακριά από την θέση ισορροπίας (far-from-equilibrium thermodynamics), χαοτική δυναμική (chaotic dynamics), τεχνητή ζωή (artificial life), τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence), νευρωνικά δίκτυα (neural networks), προσομοίωση και μοντελοποίηση υπολογιστών (computer modelling and simulation). Τέλος θα πρέπει να τονίσουμε πως η συστημική προσέγγιση διαφέρει κατά πολύ από την προσέγγιση της ανάλυσης συστημάτων (systems analysis), μια απλοποιητική ουσιαστικά μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί μόνο ένα εργαλείο της συστημικής προσέγγισης και τελικά καταλήγει στην αναγωγή του συστήματος στα επιμέρους στοιχεία του και στις μεταξύ τους (ανά ζεύγη) αλληλεπιδράσεις. Επίσης, δεν θα πρέπει να συγχέουμε τη συστημική προσέγγιση με τη συστηματική προσέγγιση, η οποία αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα κάνοντας μια σειρά από διαδοχικές ενέργειες, πολύ καλά καθορισμένες στη σειρά εκτέλεσής τους, με απόλυτη λεπτομέρεια και χωρίς να αφήνει περιθώρια μη προεπιλεγμένων εναλλακτικών. Ο καλύτερος τρόπος να κατανοήσει κανείς σε βάθος τη δύναμη και την επίδραση της συστημικής προσέγγισης, είναι να μελετήσει τα βασικά στοιχεία και αρχές των δύο κλάδων, οι οποίοι έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ανάδειξή της, τη Γενική Θεωρία Συστημάτων και την Κυβερνητική.

Πρώτα όμως θα διερευνήσουμε τους λόγους και τις αιτίες για τις οποίες οι επιστήμονες αναζήτησαν καινούργιες θεωρίες για τη λύση των διαφόρων προβλημάτων. Η Συστημική Σκέψη αποτελεί πολύτιμο εργαλείο κατανόησης της πολυπλοκότητας. Αντικείμενο του ενδιαφέροντός της είναι τα φαινόμενα, που συνδέονται μεταξύ τους με λογικά μη-γραμμικές σχέσεις, όταν δηλαδή καθένα από αυτά συνιστά για το άλλο όρο της δυνατότητάς του. Η εφαρμογή της έχει αποδώσει πλούσιους καρπούς σε μια σειρά από επιστημονικούς κλάδους, όπως για παράδειγμα οι οικονομικές, οι πολιτικές και παιδαγωγικές επιστήμες, οι επιστήμες της δημόσιας διοίκησης, της διοίκησης οργανώσεων και της επικοινωνίας, καθώς επίσης και η ψυχολογία, η ψυχιατρική, ακόμα η μετεωρολογία και η αστρονομία.

Η Συστημική Σκέψη εντοπίζει μιαν άλλου τύπου σχέση, τη σχέση ανάμεσα στον παρατηρητή των φαινομένων και στα παρατηρούμενα φαινόμενα του κόσμου μας. Για να θεμελιώσει θεωρητικά αυτήν τη σχέση, εισάγει την έννοια της παρατήρησης και του παρατηρητή και με βάση αυτήν, προσεγγίζει τον κόσμο της ανθρώπινης εμπειρίας σαν ένα σύμπαν παρατήρησης-παρατηρητών. Η Συστημική αυτή Σκέψη, δεν θέτει απέναντί της παρατηρούμενα συστήματα αλλά την παρατηρησιακή ή γνωσιακή διαδικασία και το πεδίο της κοινωνικής πρακτικής απ' όπου αναδύονται ταυτόχρονα και αμοιβαία με τα παρατηρούμενα φαινόμενα του κόσμου μας, συστήματα-παρατηρητές, συνειδησιακά και κοινωνικά. Η συστημική σκέψη (όρος που μπορεί να περιλαμβάνει την κυβερνητική, τη θεωρία συστημάτων κ.λ.π.) γεννήθηκε κατά τη δεκαετία του 1930 στις ΗΠΑ και

κατά την πρώτη μεταπολεμική δεκαετία στην Ευρώπη και εξέφρασε τις ελπίδες του καπιταλιστικού μπλοκ για κυριαρχία πάνω στη φύση και τη κοινωνία. Αναδυόμενη σε ένα κοινωνικό χώρο που τρανταζόταν από τις αντιφάσεις του φιλελευθερισμού, με νωπό ακόμη τον απόηχο του μεγάλου οικονομικού κραχ στην Αμερική, προσπάθησε να αποκρυσταλλώσει σε ιδεολογικό επίπεδο το νέο ρόλο του Κράτους και να περιγράψει τη γραφειοκρατική αναδιοργάνωση της κοινωνικής ζωής με όρους αισιοδοξίας.

Κινούμενη λοιπόν μέσα σε ένα πεδίο, που οριζόταν από την τεράστια πρόοδο των θετικών επιστημών από τη μια μεριά και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος που επέφερε αυτή από την άλλη, υπέβαλλε την ευρετική της στα προστάγματα της φυσικο - κοινωνικής ρύθμισης και του ελέγχου. Με αυτόν τον τρόπο συντονιζόταν με τις λειτουργίες που το Κράτος Πρόνοιας επεφύλασσε για τον εαυτό του, προσδοκώντας ότι θα αποτελέσει το σημαντικότερο εργαλείο της μεταμοντέρνας πολιτικής, η οποία επιχείρησε να εγκαταστήσει στο επίκεντρο του πολιτικού ενδιαφέροντος τις έννοιες του σεβασμού και της διαχείρισης.

Η συστημική σκέψη, αν και αυτοπροβλήθηκε ως ένα αυτόνομο και κλειστό σύστημα σκέψης, βρισκόταν σε καθεστώς ασφυξίας υπό θετικιστικό κλοιό. Πέρα από την εργατικότητα, που την καθιστά σε μεγάλο βαθμό μια μεθοδολογία δράσης, αλλά και την οντολογική της αδιαφορία (και τα δυο αποτελούν γνωρίσματα του θετικισμού), ενσωματώνει και το όραμα των θετικιστών για ενοποίηση όλων των επιστημών. Με όπλο την καθολικότητα, η συστημική σκέψη επιχειρεί να εξαργυρώσει την αξία της στον πνευματικό στίβο και να αποτελέσει ισχυρό εναλλακτικό πόλο στον κατακερματισμό των επιστημών. Είναι προφανές ότι με την καθολικότητα ως ατού, δικαιώνει και την κοινωνική της αποστολή μια και το γραφειοκρατικό εγχείρημα απαιτεί μια σκέψη-ομπρέλα, που θα αγκαλιάζει την πολυμορφία και την πολλαπλότητα της κοινωνικής ζωής και θα παραπέμπει σε οργανωτικές δράσεις.

Ωστόσο η ενοποίηση των επιστημών παρόλο που το κριτήριο του χρήσιμου υπερισχύει εκείνο της αλήθειας και σε πολλές περιπτώσεις το εκμηδενίζει, κρύβει πολλές και ανυπέρβλητες δυσκολίες. Ο θετικισμός προσπαθώντας να δώσει απάντηση στο αίτημα της ενοποίησης, χρησιμοποίησε ως επιστημολογικό μέσο τον αναγωγισμό. Επιχείρησε λοιπόν να ανάγει χωρίς επιτυχία όπως αποδείχθηκε, τη βιολογική και γνωστική (ψυχολογική και κοινωνική) σφαίρα στους νόμους και τις αρχές της φυσικής. Ο αναγωγισμός όμως ως επιστημολογικό μοντέλο, που αναπαριστά τις σχέσεις των μερών με το όλο, αποκρυσταλλώνει κοινωνικές σχέσεις, που διέπονται από τις σκληρές θέσεις του φιλελευθερισμού. Σε τελική ανάλυση, αναπαριστά ένα αυτόνομο υποκείμενο, που επιδιώκει το ατομικό του συμφέρον ανεξάρτητα από το συμφέρον της ομάδας-ολότητας. Το σκεπτικό όμως αυτό είναι ακατάλληλο για τις καταστατικές θέσεις της συστημικής σκέψης και αλλότριο προς την υποτιθέμενη κοινωνική δυναμική, την οποία η σκέψη αυτή προσπάθησε να ανασυγκροτήσει.

Γι' αυτό στη θέση του αναγωγισμού, η συστημική σκέψη εισήγαγε ένα άλλο επιστημολογικό μοντέλο, που ονομάστηκε ολιστικό. Το νέο αυτό μοντέλο

αναπαριστά τις σχέσεις των μερών με την ολότητα όπου το μέρος υπάγεται στο όλο, κατευθύνεται και προσδιορίζεται από αυτό. Εδώ είναι και το σημείο που αρχίζουν οι περιπέτειες της συστημικής σκέψης. Τόνοι μελάνι έχουν χυθεί μέχρι σήμερα για να προσδιοριστεί η σχέση αυτή με υλιστικό και όχι βιταλιστικό τρόπο, χωρίς να παραχθεί ποτέ μια ικανοποιητική λύση. Ίσως η αδυναμία να δοθεί απάντηση σ' αυτό το ζήτημα έγκειται στο γεγονός ότι θα πρέπει να θυσιαστεί η ατομικότητα του υποκειμένου με ότι αυτή συνεπάγεται, πράγμα απαράδεκτο σε ιδεολογικό επίπεδο για κοινωνίες, που υπακούουν στα κελεύσματα του φιλελευθερισμού. Γι' αυτό δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι το συστημικό παράδειγμα ηττήθηκε ή μεταλλάχθηκε στις κοινωνίες αυτές, ενώ διατηρήθηκε σε ολοκληρωτικά-σοσιαλιστικά καθεστώτα όπου η κοινωνική ζωή προμήθευε το γνωστικό χώρο με ένα εννοιολογικό οπλοστάσιο πλησιέστερο στην ολιστική συνθήκη.

Η ενοποίηση όμως των επιστημών ακολουθώντας μια οδό που δεν είναι αναγωγιστική, υποθάλπει και μια δυσκολία, που σχετίζεται με τον κοινωνικό ρόλο που προσπάθησε να διαδραματίσει το συστημικό παράδειγμα. Η συστημική σκέψη προκειμένου να εκπληρώσει την κοινωνική της αποστολή και να χρησιμοποιηθεί ως το κατεξοχήν εργαλείο του κρατικού παρεμβατισμού, όφειλε να αποκτήσει ένα status κοινωνικής συναίνεσης. Η απολυτοποίηση της αξίας του χρήσιμου και η ουδετερότητα του λόγου την οποία πρέσβευε σε μια έντονα ιδεολογικοποιημένη εποχή, όπου δέσποζαν στην πολιτική αρένα οι συγκρούσεις ανάμεσα στη φιλελεύθερη και τη μαρξιστική σκέψη, δε φαίνονταν να είναι αρκετές, για να της εξασφαλίσουν την απαραίτητη πειθώ και εγκυρότητα. Για να ανταπεξέλθει λοιπόν στην πρόκληση και να νομιμοποιηθεί στη συλλογική συνείδηση, αποζητά ως έσχατο φιλοσοφικό έρεισμα τη φύση και βρίσκει καταφύγιο στο νατουραλισμό (ο νατουραλισμός πρεσβεύει την άποψη ότι ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο είναι φυσικός - τα νοητικά πρότυπα αναγνωρίζονται στην ίδια τη φύση, είναι και φυσικά πρότυπα). Εδώ πάλι εντοπίζουμε ένα σημείο, που χρήζει προσοχής. Εκείνη την εποχή η επικράτηση του θετικισμού στη φιλοσοφική σκηνή είχε αναδείξει την επιστήμη της φυσικής σε πρότυπο όλων των επιστημών και είχε καθαγιάσει την αξιοπιστία και την εγκυρότητά της. Το γεγονός αυτό εντασσόμενο στο κλίμα ευφορίας, που προκαλούσε η επιστημονική πρόοδος νομιμοποιούσε την υπεροχή του Λόγου της επιστήμης της Φυσικής έναντι όλων των άλλων λόγων, που είχαν ως εστία αναφοράς τη Φύση (π.χ. φιλοσοφία της φύσης). Έτσι ήταν καθολικά αποδεκτή η άποψη ότι ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι θα έπρεπε να αντιλαμβάνονται τη φύση και η τάξη την οποία θα έπρεπε να αναγνωρίζουν σ' αυτήν, θα έπρεπε να σχετίζεται άμεσα με τους νόμους, αρχές, υποθέσεις κ.λ.π. της φυσικής επιστήμης. Είναι φανερό λοιπόν ότι η εμπλοκή της συστημικής σκέψης με το νατουραλισμό προκειμένου να αποκτήσει ένα status κοινωνικής συναίνεσης, την οδήγησε αναπόφευκτα σε αδιέξοδο, γιατί την ανάγκασε να λάβει σοβαρά υπόψη της, την ανταγωνιστική οπτική, πράγμα, που αντιτίθεται άμεσα στα καινοτόμα ολιστικά στοιχεία τα οποία προσπάθησε να εισάγει.

Μέσα από δύο κομβικά ζητήματα, που έχουν να κάνουν με την συστημική σκέψη - το ζήτημα του ολισμού και το ζήτημα της καθολικότητας-σκιαγραφείται με περιληπτικό τρόπο και ίσως ατελή, το φιλοσοφικό και

κοινωνικό περιβάλλον της σκέψης αυτής, κατά την εποχή της γέννησής της. Η σύγχρονη πραγματικότητα ως ένα σύμπαν παρατήρησης / παρατηρητών, ενσωματώνει εκείνες τις ανθρώπινες επιδιώξεις και προθέσεις που πραγματώθηκαν και ταυτόχρονα τα συστήματα-παρατηρητές, συνειδησιακά και κοινωνικά που τις πραγμάτωσαν. Όταν λοιπόν προσεγγίζουμε ζητήματα, που αναφέρονται και μας απασχολούν στο πλαίσιο της καθημερινής μας πραγματικότητας, δε χρειάζεται να την αναλύσουμε σε φυσική και κοινωνική και να συνεχίσουμε την ανάλυση μέσα σ' αυτές τις δυο κατηγορίες. Αντίθετα χρειάζεται να εντοπίσουμε τα κοινωνικά συστήματα-παρατηρητές, που διαπλέκονται με το ζήτημα που μας απασχολεί και να ερμηνεύσουμε κριτικά τον τρόπο με τον οποίο τα κοινωνικά συστήματα-παρατηρητές (Νομικά Πρόσωπα, δημόσιου ή ιδιωτικού χαρακτήρα) επηρεάζουν και χειραγωγούν τα συνειδησιακά συστήματα-παρατηρητές. Κυρίως όμως, χρειάζεται να διαμορφώσουμε όρους και συνθήκες ώστε τα συνειδησιακά συστήματα-παρατηρητές, τα ανθρώπινα υποκείμενα, να μπορέσουν να συνειδητοποιήσουν τη χειραγώγηση της σκέψης και των προσδοκιών τους, να αποδευματούν από αυτήν και να κάνουν επιλογές ζωής σε ένα πλαίσιο αλληλοκατανόησης με τους άλλους ανθρώπους.

Για τη Συστημική Σκέψη που θεμελιώνεται κριτικά, τα ερωτήματα του παρατηρητή της πραγματικότητας δε σταματούν στο «τι και πώς» ενός ζητήματος. Αντίθετα, προχωρούν στο «γιατί το ζήτημα που τους απασχολεί εκδηλώθηκε με αυτόν τον τρόπο και όχι με κάποιον άλλο». Αν όπως διατείνονται οι σύγχρονοι βιολόγοι, το «γιατί» ενός μεμονωμένου φαινομένου της ζωής δεν είναι το ίδιο με το «γιατί» ενός μέρους μιας σύνθετης μηχανής (Maturana, Varela, 1975, 1980, Lewontin, 2001), θα λέγαμε, πως το «γιατί» των φαινομένων της πραγματικότητας/σύμπαντος παρατήρησης συστημάτων-παρατηρητών διαφέρει και από τα δύο. Τα βασικά «γιατί» του παρατηρητή της πραγματικότητας θα ήταν: «γιατί» κατονομάσαμε τη Φύση «φυσικούς πόρους», τους ανθρώπους «ανθρώπινους πόρους», την ανθρώπινη δημιουργικότητα «αναπτυξιακή ή επιχειρηματική διαδικασία» ή (πρόσφατα) «απασχόληση» και «γιατί» καθιερώθηκε μέτρο για τη σχέση των ανθρώπινων κοινωνιών με τη φύση και τον άνθρωπο και κατονομάστηκε «αποτελεσματική διαχείριση» ή «ορθολογική διαχείριση» και (πρόσφατα) «βιώσιμη ανάπτυξη». Ερωτήματα αυτού του τύπου, δεν απαντώνται από τον έγκυρο (μόνο) λόγο της σύγχρονης επιστήμης (Habermas, 1987, 1990, Cuba & Lincoln, 1987). Και βέβαια δεν προϋποθέτουν, για να απαντηθούν τον κλασικό διαχωρισμό του κόσμου μας σε «φυσικό» και «κοινωνικό». Αντίθετα απαντώνται από μια γνωσιακή διαδικασία με τα χαρακτηριστικά της συνομιλίας, που ενδιαφέρεται να αποκαλύψει «ποιοι και πώς αποφασίζουν και αποφαινόνται» για το τι αξίζει και τι δεν αξίζει, τι ισχύει και τι δεν ισχύει και εντέλει για το τι θα εξακολουθήσει να υπάρχει και τι όχι. Θα λέγαμε ότι εκείνο που χρειαζόμαστε είναι μια γνωσιακή διαδικασία ικανή να συλλαμβάνει και να πραγματεύεται την πραγματικότητα, όχι αναλύοντάς τη σε «φυσική» και κοινωνική» αλλά αναλύοντάς τη σε συστήματα-παρατηρητές, συνειδησιακά και κοινωνικά (Νομικά Πρόσωπα και Φυσικά Πρόσωπα) και να αναζητά το «πώς» τα κοινωνικά συστήματα-παρατηρητές επηρεάζουν τις επιλογές νοήματος των συνειδησιακών συστημάτων-παρατηρητών προς όφελος των δικών τους ιεραρχιών εξουσίας. Ή με άλλα

λόγια, πώς όλα αυτά τα Νομικά Πρόσωπα, δημόσιου ή ιδιωτικού χαρακτήρα, που συχνά υπερβαίνουν τις τοπικές και εθνικές κλίμακες και σχεδόν πάντα την ανθρώπινη κλίμακα, επηρεάζουν και κατευθύνουν τις επιλογές νοήματος των Ανθρώπινων Προσώπων «παράγοντας και πουλώντας» υλικά αγαθά και συμβολικές αξίες, χωρίς τα ίδια να διαθέτουν τη δυνατότητα των αισθησιο-συναισθηματικών παρατηρήσεων που είναι η βασική τους προϋπόθεση.

Γνωρίζοντας την ιδιαίτερη ανάπτυξη των τελευταίων δεκαετιών, προβάλλει την αξίωση να διατυπώσει μια «μεγάλη θεωρία», περιγραφής των κοινωνικών συστημάτων κι ακόμα περισσότερο μια θεωρία που θα είναι σε θέση να «διαβάσει» άλλες θεωρίες. Στόχος της συστημικής σκέψης εδώ είναι η καθολικότητα, δηλαδή η προσέγγιση κάθε κοινωνικά σημαντικού φαινομένου ως συστήματος. Παρ' όλη τη γοητεία του θεωρητικού της οικοδομήματος, η συστημική σκέψη δε διεκδικεί για τη μεθοδολογία της τη μοναδική ορθότητα ούτε την απόλυτη αλήθεια για τα συμπεράσματά της. Θέτει απλώς στη διάθεση του ενδιαφερομένου την κατά την άποψή της προσφορότερη σήμερα θεωρητική σκευή. Γι' αυτό και ο Niklas Luhmann, ένας από τους πιο διακεκριμένους εκπροσώπους της, την έχει αποκαλέσει «κοινωνικό διαφωτισμό»: την ενίσχυση δηλαδή της ικανότητας του ανθρώπου να συλλαμβάνει την πολυπλοκότητα του κόσμου και δια της αναγωγής να τη μειώνει. Ακόμα περισσότερο ενδιαφέρον αποκτά η σύγχρονη συστημική σκέψη, όταν καταπιάνεται με την «τυφλή κηλίδα» του παρατηρητή, το απρόβλεπτο, την κοινωνική εντροπία ή την «εκρηκτική ύλη» κάθε συστήματος: την παραδοξότητα, την αντιφατικότητα, την ταυτολογία, την αυτοαναφορά, το "fuzziness". Η Συστημική Θεωρία δεν είναι βέβαια άγνωστη στη χώρα μας. Ωστόσο η βιβλιογραφική βαρύτητα της συστημικής σκέψης στην Ελλάδα είναι αντιστρόφως ανάλογη προς εκείνη που έχει αποκτήσει διεθνώς. Ομοίως ακολουθούν και οι εφαρμογές της σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, περιορίζοντας την αρκετές φορές μόνο σε πεδία θεωρητικά.

2.3.2.13 Συνδρομή Συστημικής Θεωρίας και Συστημικής Σκέψης

Τι έχει όμως να προσφέρει η Συστημική Θεωρία και Σκέψη τόσο στον επιστημονικό όσο και στον επιχειρηματικό κόσμο; Θα μπορούσε να αποτελέσει αποφασιστική καμπή σε όλες τις θεωρητικές δομές και τις θετικιστικές φυσικές επιστήμες; Για τον ισχυρισμό αυτό υπάρχουν τρεις ουσιαστικές αιτιολογίες:

1. Καθολικότητα του ειδικού κλάδου. Οι θεωρίες δεν είναι τίποτα άλλο από (περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλα) εργαλεία για την οργάνωση ενός συνεκτικού εξηγητικού προτύπου του παρατηρούμενου κόσμου. Γεννιούνται, αναπτύσσονται, ωριμάζουν ή καταρρέουν εάν παραμεληθούν και τέλος κάποτε αντικαθίστανται από περισσότερο αποδοτικές θεωρίες. Ο ανταγωνισμός, βεβαίως, ανάμεσα σε διάφορες θεωρίες προωθεί τη διεύρυνση των παρατηρητικών δυνατοτήτων, του παρατηρητικού χώρου και της περιγραφικής αποδοτικότητας των προτύπων που εξηγούν τον κόσμο. Με τον όρο καθολικότητα νοείται ότι η συστημική σκέψη είναι σε θέση να παρέχει μια ενιαία θεωρητική αφετηρία έρευνας και

επιλογής σε κάθε επίπεδο είτε κοινωνικών σχέσεων, είτε ιεραρχίας γενικότερα., η οποία στηρίζεται μεν στην ομοιογένεια των βασικών προβλημάτων του συστήματος, επιτρέπει ωστόσο διαφορετικές ερμηνείες και αντιλήψεις ως προς την επίλυση.

2. Μαθησιακή καθολικότητα. Η Γενική Συστημική Θεωρία (General Systems Theory, GST) γεννήθηκε ως μαθησιακά ολοκληρωμένη επιστήμη εξαιτίας του γεγονότος ότι τα προβλήματα στα συστήματα διαφόρων επιστημών παρουσίαζαν εκπληκτικές ομοιότητες: από τη χημεία, τη βιολογία, την ιατρική, την κοινωνιολογία, την οικονομική των επιχειρήσεων, την τεχνολογία των αυτοματοποιημένων μηχανών μέχρι τη γνωσιοθεωρία και τη φιλοσοφία. Διαφορετικές στο είδος τους, πλην όμως συγκρίσιμες και για το λόγο αυτό συνθέσιμες και με σωρευτικό αποτέλεσμα αξιοποιήσιμες συστημικές θεωρητικές συλλήψεις, έχουν στο μεταξύ γίνει ουσιαστικός ενοποιητικός παράγων μιας επιστήμης, που διακλαδώνεται συνεχώς σε επί μέρους επιστημονικούς τομείς. Έτσι, όποια από τις παραπάνω επιστήμες και πολλές ακόμα μπορούν να θεωρούνται ως τμήμα ενός εκτεταμένου γνωσιοθεωρητικού προγράμματος, όπου το κύριο βάρος δεν πέφτει στο διαχωρισμό από άλλες επιστήμες και στις «εδαφικές» μικροδιαφορές αρμοδιοτήτων αλλά στη μαθησιακή συνεργασία, στη δημιουργία συνδετικών κόμβων από και προς τους συγγενικούς επιστημονικούς κλάδους καθώς και στην εναρμόνιση των προσπαθειών σε διαφορετικές επιστήμες, ώστε να βρουν τη λύση τους προβλήματα, που υπερβαίνουν τα όρια μιας μόνο επιστήμης.
3. Καθολικότητα του προβλήματος της πολυπλοκότητας: στις σύγχρονες κοινωνίες οι σχέσεις κάθε τύπου είναι περίπλοκες και για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατό να αναχθούν σε απλές νομοτέλειες και κατηγορίες. Το γεγονός αυτό αξιολογείται συχνά ως το ασθενές σημείο στην παρατήρηση και απεικόνισή τους στις διάφορες επιστήμες. Στην πραγματικότητα όμως η δύναμη σε αυτά ακριβώς τα προβλήματα βρίσκεται ακριβώς στο ότι από την αρχή πρέπει να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της πολυπλοκότητας.

Έχει παρατηρηθεί ότι στις φυσικές επιστήμες οι απλοί τους νόμοι έχουν ισχύ σε ένα «μέσο πεδίο». Πέραν αυτού του μέσου πεδίου αυξάνεται τόσο πολύ η ακαθοριστία, η σχετικότητα και η αλληλεπίδραση εκείνων των διαδικασιών, που με τεχνητό μόνο τρόπο απομονώνονται στα κλασικά πειράματα, ώστε να τίθενται και οι κοινωνικές και οι φυσικές επιστήμες μπροστά σε ένα τελείως νέο πρόβλημα: εκείνο της πολυπλοκότητας. Έτσι, δεν είναι οι κοινωνικές επιστήμες εκείνες που προσεγγίζουν τις φυσικές, προκειμένου να αποδείξουν την «επιστημονικότητά» τους, αντιθέτως μια πολύ ενθαρρυντική εξέλιξη κατευθύνεται προς την αξιολόγηση της διεπιστημονικότητας ενός κλάδου ανάλογα με το εάν αυτός ελαττώνει τεχνητά την πολυπλοκότητα των αντικειμένων της αρμοδιότητάς του – συχνά σε βαθμό, ώστε να καθιστά την ερωτηματοθεσία του κοινότοπη ή αντίθετα με το εάν παίρνεις σοβαρά υπόψη του αυτήν την πολυπλοκότητα και αναπτύσσει ελέγξιμες διαδικασίες για τη διερεύνησή της.

2.3.2.14 Η Ανεπάρκεια της Κλασικής Επιστήμης – Επιστήμη και Ανάλυση /Αναγωγή

Η μοντέρνα επιστήμη είναι μια μοναδική συνεισφορά του Δυτικού πολιτισμού, η οποία χρονολογείται περί τα 350 χρόνια. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η Δυτική επιστημονική παράδοση ήταν μια συνέχιση της επιστήμης των αρχαίων Ελληνικών χρόνων, λαμβάνοντας χώρα στα μέσα του 16ου και 17ου αιώνα, μέσω μιας επιστημονικής επανάστασης. Η επανάσταση αυτή κρίθηκε επιτυχής γιατί οι πρωταγωνιστές της άρχισαν να κάνουν ερωτήσεις μέσα στο εύρος των πειραματικών απαντήσεων, περιορίζοντας τις απορίες τους σε φυσικά και όχι σε μεταφυσικά προβλήματα, συγκεντρώνοντας την προσοχή τους σε ακριβείς παρατηρήσεις των διαφόρων ειδών της φύσης και τη συσχέτιση της συμπεριφοράς του ενός προς στο άλλο, σε άμεσες αιτίες και όχι σε σταθερές μορφές και ιδιαίτερα στα προβλήματα του φυσικού κόσμου, που μπορούσαν να εκφραστούν μέσω των μαθηματικών (Checkland, 1976). Γενικότερα, ο πυρήνας της παραπάνω επανάστασης βασιζόταν στη λογική σκέψη, η οποία εφαρμοζόταν στο σχεδιασμό και στην ανάλυση των σχετικών πειραμάτων που ακολουθούσε. Αυτό το σχήμα είχε επιτυχία, γιατί έδινε τεκμηριωμένη πληροφόρηση, εντελώς διαφορετικού είδους και ποιότητας από αυτή, που έδιναν οι σφαγιασμένες κατσίκες τα ωροσκόπια και οι κάρτες Tarot του μεσαίωνα.

Πώς λοιπόν μπορούμε να περιγράψουμε αυτήν την πιο αποτελεσματική ανθρώπινη δραστηριότητα; Ο Checkland ισχυρίζεται ότι δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη περιγραφή στην οποία να συμφωνούν όλοι. Αυτό γίνεται γιατί όλοι συγχέουν την κοινωνιολογία της επιστήμης, με τη λογική της ίδιας της δραστηριότητας. Στον περασμένο αιώνα, η επιστήμη αντιμετωπιζόταν ως «οργανωμένη κοινή λογική» και πολλοί ορισμοί ενίσχυαν την συστηματική συλλογή και ταξινόμηση γεγονότων. Ο Checkland υποστηρίζει ότι η επιστήμη μπορεί να περιγραφεί ως ένας ειδικός τύπος εκπαιδευτικού συστήματος. Μια τέτοια περιγραφή ενισχύει την συνεχόμενη συγκέντρωση επιστημονικής γνώσης και επομένως την προσωρινή φύση της κερδισμένης γνώσης. Στην περίπτωση της «σκληρής» πειραματικής επιστήμης όπως αυτή της φυσικής και της χημείας, το εκπαιδευτικό σύστημα χαρακτηρίζεται από την αναγωγή και απλοποίηση (reductionism), την επαναληψιμότητα (repeatability), την ανατροπή και ανασκευή της θεωρίας (refutation). Η κύρια ιδέα είναι ότι μπορούμε να μειώσουμε την πολυπλοκότητα της ποικιλίας του πραγματικού κόσμου μέσω των διαφόρων πειραμάτων, των οποίων τα αποτελέσματα επικυρώνονται μέσω της επανάληψης και μπορούμε να χτίσουμε την γνώση μέσω της ανατροπής των αρχικών υποθέσεων. Απομονώνοντας ένα μέρος της φύσης ως προς το υπό μελέτη αντικείμενο και με την συστηματική διερεύνηση μερικών μεταβλητών στον απλό τεχνητό κόσμο του εργαστηρίου, θεωρούμε ότι τα πειραματικά αποτελέσματα θα είναι αντικειμενικά και αποδοτικά. Έτσι η κλασική φυσική βάσιζε την ανάλυση των φυσικών φαινομένων στην αλληλεπίδραση μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων, τα οποία ελέγχονταν από «τυφλούς» νόμους της φύσης. Οι θεωρίες του Laplace βάσει των οποίων ήταν δυνατή η πρόβλεψη της κατάστασης του σύμπαντος από την ορμή των σωματιδίων (μηχανιστική όψη των πραγμάτων), ενισχύθηκε περισσότερο όταν οι στατιστικοί νόμοι

της φυσικής αντικατέστησαν τους σταθερούς και καθορισμένους (deterministic) αρχικούς νόμους. Το ίδιο συμβαίνει και με τη χημεία, η οποία αν και μελετούσε πιο πολύπλοκα φαινόμενα, προσπαθούσε να τα εξηγήσει κάνοντας αναγωγή στις γνωστές αρχές της φυσικής (κίνηση, δράση, ενέργεια, δύναμη, κτλ.). Γενικότερα οι κλασσικές φυσικές επιστήμες αυτοπεριορίζονται σημαντικά, γιατί απλοποιούν ένα πολύ μεγάλο και πλούσιο μέρος των φυσικών φαινομένων. Επιλέγοντας στη μελέτη ενός συστήματος τις διαδικασίες απλοποίησής του σε απλά, εύκολα επεξεργάσιμα συστήματα, εισάγουν μια συστηματική προκατάληψη στον κλασσικό τρόπο αντιμετώπισης του φυσικού κόσμου. Από την άλλη, η επιλογή της απλοποίησης, διευκολύνει να επιτευχθεί γρήγορη και θεαματική πρόοδος με τη βοήθεια μαθηματικών μοντέλων υψηλής ποιότητας.

Αντιθέτως, στις υπόλοιπες επιστήμες που δεν θεωρούν περιορισμούς και αξιωματικές προσεγγίσεις σε αυτό το βαθμό, υπάρχουν τόσες πολλές μεταβλητές ώστε οι υποθέσεις που γίνονται πρέπει διαρκώς να επανελέγχονται. Οι δυσκολίες αυτές γίνονται ολοένα μεγαλύτερες στα οικονομικά, στην ανθρωπολογία, στην κοινωνιολογία και γενικότερα σε όλες τις επιστήμες όπου ο άνθρωπος παίζει καθοριστικό ρόλο. Ένας από τους μεγαλύτερους περιορισμούς των φυσικών επιστημών ήταν αυτός του βιταλισμού (vitalism). Όταν οι χημικοί απομόνωσαν και ξεκαθάρισαν τα λεγόμενα οργανικά χημικά στοιχεία, υπήρξε έντονη διαμάχη για το εάν οι ουσίες αυτές χαρακτηρίζονταν από μυστηριώδη ζωτικά στοιχεία, που τις διαφοροποιούσαν ουσιαστικά από άλλες ανόργανες ουσίες. Στην συνέχεια, οι εργασίες των Wohler και Kolbe έδειξαν ότι τα γνωστά οργανικά στοιχεία μπορούν να παραχθούν εργαστηριακά, από απλές ανόργανες ουσίες. Έτσι οι χημικοί δέχτηκαν ότι η διαφορά μεταξύ οργανικών και ανόργανων ουσιών ήταν θέμα δομής. Στην βιολογία όμως η διαμάχη συνεχιζόταν. «Μήπως η ζωντανή οργανική ύλη περιέχει κάποιο ζωτικό συστατικό μέσα από το οποίο μπορεί και εκφράζει τους σκοπούς της;» Και σε αυτήν την περίπτωση μια απλοϊκή εξήγηση μπορεί να γίνει αποδεκτή, βάσει της εξήγησης των χημικών για τα οργανικά στοιχεία. Έτσι οι βιολόγοι δέχτηκαν ότι η βασική διαφορά μεταξύ ζωντανών και μη-ζωντανών οργανισμών, είναι ο υψηλότερος βαθμός οργάνωσης που παρουσιάζεται στους πρώτους. Ωστόσο υπήρχε μια σχολή βιολόγων, που δεν έμεναν ευχαριστημένοι από τον παραπάνω υποβιβασμό. Αυτή η σχολή μέσω του κύριου εκπροσώπου της Ludwig von Bertalanffy, θεωρούσε το ζωντανό οργανισμό ως ένα «όλον». Αντιμετώπισε τους ζωντανούς οργανισμούς ως ανοικτά συστήματα, τα οποία ανταλλάσσουν ύλη και ενέργεια με το περιβάλλον τους και τα οποία είναι ικανά να διατηρούν ένα συγκεκριμένο επίπεδο οργάνωσης, παρ' όλη την μεταβολή των επιμέρους στοιχείων τους. Αυτή η σκέψη αποτέλεσε μια από τις βασικές ρίζες του συστημικού κινήματος. Η κλασσική φυσική και χημεία μελετούσε κλειστά συστήματα και μόνο πρόσφατα οι σχετικές θεωρίες επεκτάθηκαν στο να συμπεριλάβουν φαινόμενα όπως οι αμετάκλητες διεργασίες (irreversible processes), ανοικτά συστήματα (open systems) και καταστάσεις αστάθειας (states of disequilibrium).

Αν υποθέσουμε ότι εφαρμόζουμε το μοντέλο ανοικτού συστήματος στην εξέλιξη (ανάπτυξη) ενός ζώου, τότε η θεωρία γενικεύεται από θεωρία των

φυσικών συστημάτων σε θεωρία βιολογικών συστημάτων. Με άλλα λόγια μελετάμε γενικευμένα συστήματα. Το ίδιο συμβαίνει με την κυβερνητική και την θεωρία της πληροφορίας και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι θεωρίες αυτές έγιναν τόσο δημοφιλείς.

Σε αντίθεση με τη μηχανιστική ανάλυση των διαφόρων φαινομένων σε διάφορους κλάδους της μοντέρνας φυσικής, έχουν προκύψει προβλήματα, που αφορούν την πληρότητα και την συνολικότητα (wholeness) ενός συστήματος, προβλήματα αλληλεπίδρασης καθώς και προβλήματα οργάνωσης. Για παράδειγμα η θεωρία του Heisenberg για την κβαντομηχανική, δείχνει ότι είναι αδύνατον να αναχθούν τα προβλήματα που προκύπτουν, στα επιμέρους κομμάτια του κβαντομηχανικού συστήματος. Τέτοια προβλήματα τάξης και οργάνωσης εμφανίζονται είτε μελετάμε την δομή των ατόμων, είτε την αρχιτεκτονική των πρωτεϊνών, είτε τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης στη θερμοδυναμική κτλ.

Η άποψη του Ashby (1958) στο παραπάνω θέμα είναι χαρακτηριστική. Υποστηρίζει ότι: «η ανάδυση της γενικής θεωρίας συστημάτων συμπίπτει με ένα νέο κίνημα, που αναπτύσσεται στην επιστήμη τα τελευταία χρόνια: Επιτέλους, η Επιστήμη δίνει μεγάλη προσοχή στα πραγματικά πολύπλοκα συστήματα». Συνεχίζει εξηγώντας ότι: «αν και για πολύ καιρό οι επιστήμονες ερευνούσαν τον άνθρωπο, τα χημικά μόρια και άλλα σύνθετα συστήματα, έψαχναν πάντα για τα πιο απλά φαινόμενα.». Η στρατηγική της Επιστήμης ήταν αυτή της ανάλυσης. Τα επιμέρους στοιχεία εντοπιζόνταν, αναλύονταν απομονωμένα το ένα από το άλλο και στην συνέχεια γίνονταν προσπάθειες για το συνδυασμό τους. Ο «κανόνας» της ανάλυσης σε κομμάτια και η ξεχωριστή μελέτη καθενός από αυτά, ήταν τόσο ευρέως αποδεκτός με αποτέλεσμα να αποτελεί τη βάση για το χαρακτηρισμό μιας μελέτης ως επιστημονικής. Αυτή η μέθοδος μελέτης αν και σημείωσε σημαντικότερη πρόοδο στην κατεύθυνση της μελέτης και κατανόησης κάποιων βασικών θεμελιωδών αρχών (κυρίως φυσικών φαινομένων), φαίνεται να γνωρίζει τα όρια της εφαρμογής της στα νέα πολύπλοκα συστήματα που αντιμετωπίζονται πλέον.

Εικάζεται ότι ο πρώτος ερευνητής, που κατάλαβε ότι δεν επιδέχονται όλα τα συστήματα τη μέθοδο της ανάλυσης ήταν ο Sir Ronald Fisher. Το πρόβλημά του ήταν η απόκτηση πληροφορίας σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το πολύπλοκο σύστημα του εδάφους και των φυτών αντιδρούσε στην παρουσία λιπάσματος δίνοντας καρπούς. Αποφάσισε να μελετήσει το σύστημα (έδαφος και φυτό) ως μια πολύπλοκη ενότητα και προχώρησε στη διεξαγωγή πειραμάτων όπου η κάθε μεταβλητή δε μεταβαλλόταν σε καθένα από αυτά. Αρχικά η επιστημονική κοινότητα σοκαρίστηκε, αλλά όταν διαπίστωσε ότι η μέθοδος ήταν ξεκάθαρη. Έτσι ο Fisher ξεκίνησε μια νέα επιστημονική στρατηγική. Αντιμετώπισε ένα σύστημα μεγάλης πολυπλοκότητας συμπεριλαμβάνοντας την πολυπλοκότητα μέσα στην έρευνά του.

Το συστημικό κίνημα χαρακτηρίζεται από μια συνειδητή χρήση της έννοιας σύστημα και της ολιστικής σκέψης που συνεπάγεται. Είναι φανερό ότι η συνολικότητα της συστημικής θεωρίας είναι ακριβώς το αντίθετο από την

αναγωγή και ανάλυση της κλασσικής μηχανικής επιστήμης. Ο υπέρμαχος της αναγωγικής σκέψης βασίζει την εξήγηση των φαινομένων στη μελέτη ενός πολύ μικρού αριθμού οντοτήτων, δηλαδή των βασικών εννοιών της φυσικής. Τόσο όμως στη φυσική, όσο και στη χημεία, παρατηρούνται διάφορα φαινόμενα (όπως αυτά, που συνδέονται με τη ροή θερμότητας), τα οποία δεν παρουσιάζουν κανένα νόημα στο επίπεδο των μεμονωμένων σωματιδίων, αλλά είναι επαναλαμβανόμενα και οδηγούν σε θεωρίες, που επεξηγούν τις αντίστοιχες παρατηρήσεις. Η ανάδυση τέτοιων ιδιοτήτων είναι χαρακτηριστικό ενός επιπέδου πολυπλοκότητας. Συγκεκριμένα, ο Popper εκφράζει τις παρακάτω ιδέες: «Θέλω να ξεκαθαρίσω ότι ως ένας ορθολογιστής, εύχομαι και ελπίζω να κατανοήσω τον κόσμο μέσα από μια βασική αναγωγή (αναγωγή σε απλούστερο φαινόμενο). Συγχρόνως πιστεύω ότι είναι πολύ πιθανό, ένας τέτοιος υποβιβασμός να είναι απίθανος. Είναι πολύ πιθανό ότι η ζωή είναι μια αναδυόμενη ιδιότητα των φυσικών σωμάτων.»

2.3.2.15 Το κόστος της Συστημικής Σκέψης

Η σύγχρονη συστημική θεωρία εξελίχθηκε σε κυρίαρχο παράδειγμα σε όλες τις κοινωνικές επιστήμες, επειδή στο υπερπερίπλοκο και συνάμα υπεροργανωμένο περιβάλλον μόνο εκείνες οι αναλυτικές θεωρίες υπόσχονται κάποια επιτυχία, οι οποίες και από την πλευρά τους διακρίνονται από αντίστοιχη ιδιοπολυπλοκότητα. Αυτή η τόσο απλή όσο και εύλογη διαπίστωση εμπεριέχει ωστόσο για τον αρχάριο μερικά ειδικότερα προβληματικά επακόλουθα. Ένα από τα γνωστότερα παράπονα όσων παρακολουθούν τα εισαγωγικά μαθήματα στη συστημική θεωρία είναι ότι κατά τη μελέτη τους τα συστημικοθεωρητικά κείμενα εμφανίζονται αρκετά δύσκολα, ακατανόητα και αφηρημένα.

Έτσι κατά την προσπάθεια κατανόησης της Συστημικής Θεωρίας αναφύονται μια σειρά προβλημάτων.

- Κάποιες ειδικότερες συστημικές όψεις του προβλήματος (π.χ. όριο/δομή/διαδικασία, δομή/λειτουργία/σύστημα, δράση/προσδοκία/σύστημα) είναι τόσο έντονα αλληλένδετες και τόσο αλληλεξαρτώμενες, ώστε θα όφειλε κανείς να τις παρουσιάσει όλες ταυτόχρονα. Αυτό βεβαίως δεν είναι δυνατό, ειδικά μέσω του γραπτού λόγου. Έτσι για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος συστημικά, ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να αντιληφθεί το πρόβλημα θα πρέπει να γνωρίζει ήδη έννοιες, ιδέες και προβλήματα.
- Για να είναι σε θέση ο ενδιαφερόμενος να εντάξει σωστά κάπου τις επί μέρους όψεις ενός προβλήματος, θα πρέπει να διαθέτει ήδη κάποια εποπτεία των κεντρικών θέσεων της συστημικής επιχειρηματολογίας. Κάτι τέτοιο όμως αποκτάται μόνο όταν έχει ήδη παρουσιασθεί μια σειρά από κεντρικές έννοιες και θεμελιώδη προβλήματα. Αυτό ο φαύλος κύκλος δημιουργεί την αίσθηση ότι δεν κρατάμε στα χέρια μας παρά τα ασύνδετα άκρα ενός μπλεγμένου κουβαριού.
- Η γλώσσα της συστημικής θεωρίας δεν είναι ακόμα συνηθισμένη και για το λόγο αυτό εμφανίζεται προσιτή μόνο σε μνημόνους και επιτηδευματίες.

Η επιστημονική καμπή, που επιτεύχθηκε με την ανάπτυξη της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων αποφέρει καρπούς σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους. Από τη μικροφυσική και τη μοριακή βιολογία μέχρι και τη θεωρία της εξέλιξης, υπάρχει σύγκλιση απόψεων στο ότι οι «κλασικοί νόμοι» δεν αποτελούν παρά προσαρμοσμένες σε ένα μέσο πεδίο απλουστεύσεων υπερπολύπλοκων συναρτήσεων. Επίσης ότι οι περίπλοκες διαδικασίες χαρακτηρίζονται από την τύχη, τη μη-γραμμικότητα και την αντιφατικότητα και ότι η συνάφεια ανάμεσα στη μετάλλαξη και στην εξέλιξη, στην παρέκκλιση και στην ανανέωση είναι το θεμέλιο της ζωής και της ανάπτυξης.

3 Καταγραφή – Ανάλυση Απαιτήσεων

Το ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης αλληλογραφίας/εγγράφων (ΗΔΑ) που πρόκειται να σχεδιάσουμε, θα πρέπει να παρέχει μια γραφική - διαδραστική πλατφόρμα παρακολούθησης και διαχείρισης, η οποία θα είναι προσβάσιμη μέσω του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web). Θα πρέπει να παρέχει ένα σύνολο λειτουργιών σε πιστοποιημένους και εξουσιοδοτημένους χρήστες της.

Ως πιστοποιημένος χρήστης ορίζεται ένα πρόσωπο του εκάστοτε οργανισμού - εταιρείας που θα χρησιμοποιεί τη λειτουργικότητα του συστήματος ΗΔΑ, και στον οποίο έχει δοθεί η αρμοδιότητα διαχείρισης αλληλογραφίας. Ο εν λόγω χρήστης (ή χρήστες) θα μπορεί να εισέλθει στο on-line σύστημα με τη χρήση ενός ψευδωνύμου (user ID) και ενός συνθηματικού - κωδικού (password), μέσω των οποίων θα γίνεται η πιστοποίησή του.

Επιπλέον, το σύνολο των ενεργειών που θα παρέχονται στον πιστοποιημένο χρήστη θα προσαρμόζεται βάσει ενός συνόλου εξουσιοδοτήσεων, που θα αντιστοιχούν σε αυτόν. Για παράδειγμα, ένας χρήστης του συστήματος μπορεί να έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί τα προσωπικά του εισερχόμενα έγγραφα, χωρίς όμως να έχει πρόσβαση στα τρέχοντα έγγραφα που αφορούν την οργανωτική μονάδα του οργανισμού στην οποία ανήκει. Στον αντίποδα, κάποιος άλλος χρήστης του συστήματος μπορεί να έχει τη δυνατότητα να παρακολουθήσει ολόκληρη τη διακίνηση εγγράφων εντός του οργανισμού, να εξουσιοδοτήσει άλλους χρήστες, να εγκρίνει έγγραφα κ.α. Το σύνολο των πιθανών ενεργειών περιγράφονται με κάθε λεπτομέρεια στη συνέχεια του κειμένου.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο κάθε χρήστης θεωρείται ότι ανήκει σε μια συγκεκριμένη οργανωτική μονάδα του οργανισμού, δηλαδή συμμετέχει με συγκεκριμένο ρόλο στο οργανόγραμμα μιας επιχείρησης ή οργανισμού. Το οργανόγραμμα μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού αντικατοπτρίζει μια ιεραρχική δομή που είναι πιθανό να ποικίλει σε βαθμό σαφήνειας και αυστηρότητας των δομών. Το σύστημα που παρουσιάζουμε θα πρέπει να παραμετροποιείται, ούτως ώστε να μπορεί να αποτυπώσει το συγκεκριμένο ιεραρχικό μοντέλο και οργανωτικό περιβάλλον του εκάστοτε φορέα.

3.1 Μεθοδολογία των Ήπιων Συστημάτων - Soft Systems Methodology SSM

3.1.1 Εισαγωγή στη Μεθοδολογία SSM

Αναπτύχθηκε από τον Peter Checkland τη δεκαετία του 1980 στο πανεπιστήμιο του Lancaster και μέσα από μια σειρά αναθεωρήσεων και αλλαγών κατέληξε στη σημερινή της μορφή. Ο εμπνευστής της, Peter Checkland, είχε ως στόχο του τη δημιουργία μιας μεθοδολογίας, η οποία να βρίσκεται σε τέτοιο επίπεδο αφαίρεσης ανάμεσα στο γενικό και στο συγκεκριμένο ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε ποικιλία προβλημάτων

χωρίς να χάνει τη δυνατότητα αντιμετώπισής τους. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας του πραγματικού κόσμου μία σαφώς καθορισμένη πρακτική θα αποτύγχανε, ενώ ταυτόχρονα μία πλήρως θεωρητική αντιμετώπιση θα έχανε την ικανότητα χειρισμού τέτοιου είδους προβλημάτων.

Ουσιαστικά αναπτύχθηκε για τη χρήση της σε μη δομημένα ή περίπλοκα πλαίσια προβλημάτων όπου δεν υπάρχει ξεκάθαρη άποψη σχετικά με το ερώτημα που αφορά στη σύνθεση του προβλήματος ή ποιά ενέργεια πρέπει να γίνει έτσι ώστε να ξεπεραστούν οι δυσκολίες που έχουν ανακύψει. Στην πραγματικότητα η SSM στη λειτουργία της πρέπει να εμποδίζει αυτούς που λαμβάνουν αποφάσεις από βιαστικές και κακώς μελετημένες λύσεις, οι οποίες βασίζονται σε προκαθορισμένες ιδέες για ένα υποτιθέμενο πρόβλημα.

Η φιλοσοφία της SSM απέχει από την κλασσική σκληρή θεώρηση της φύσης των συστημάτων, η οποία θεωρεί τα προβλήματα ως πραγματικά και επιλύσιμα, λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι το τέλος είναι εύκολα και αντικειμενικά καθορίσιμο. Εν αντιθέσει, η SSM υποστηρίζει ότι η προβληματική κατάσταση δημιουργείται όταν οι άνθρωποι έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με την ίδια κατάσταση. Έτσι εμφανίζονται πολλές πιθανές θεωρήσεις και συνεπώς αποδοχή πολλών σχετικών προβλημάτων. Για το λόγο αυτό, η SSM απορρίπτει την προσέγγιση ερμηνείας διαδικασίας τέλους. Για το τέλος κάθε προβλήματος μας απασχολούν άλλα ερωτήματα, όπως «τί θα είναι ωφέλιμο να γίνει». Η ερώτηση αυτή αποτελεί τον πυρήνα της προβληματοθεσίας της SSM.

Η μεθοδολογία μαλακών συστημάτων αποτελεί μία διαδικασία μάθησης μέσα από την οποία θα επιτευχθεί η γνώση γύρω από την προβληματική κατάσταση και υποστηρίζει ότι μόνο με τον τρόπο αυτό θα μπορέσουν να επιλεγούν οι κατάλληλες αλλαγές που πρέπει να γίνουν ώστε να τη βελτιώσουν.

Οι διάφορες προσεγγίσεις αποφασίζονται βάσει της αρμοδιότητας αυτών που ασχολούνται, της πολιτιστικής ικανότητας (περιορισμοί που πρέπει να αντιμετωπίζουμε) και της επιθυμητής συστημικής ικανότητας (στοιχειώδης συστημική σκέψη που δεν πρέπει να παραβιάζεται).

Υπάρχουν τέσσερις βασικές αρχές :

- εκμάθηση
- πολιτισμός
- συμμετοχικότητα
- ήπιος τρόπος σκέψης

Η διαδικασία της μεθοδολογίας διασπάται σε επτά στάδια :

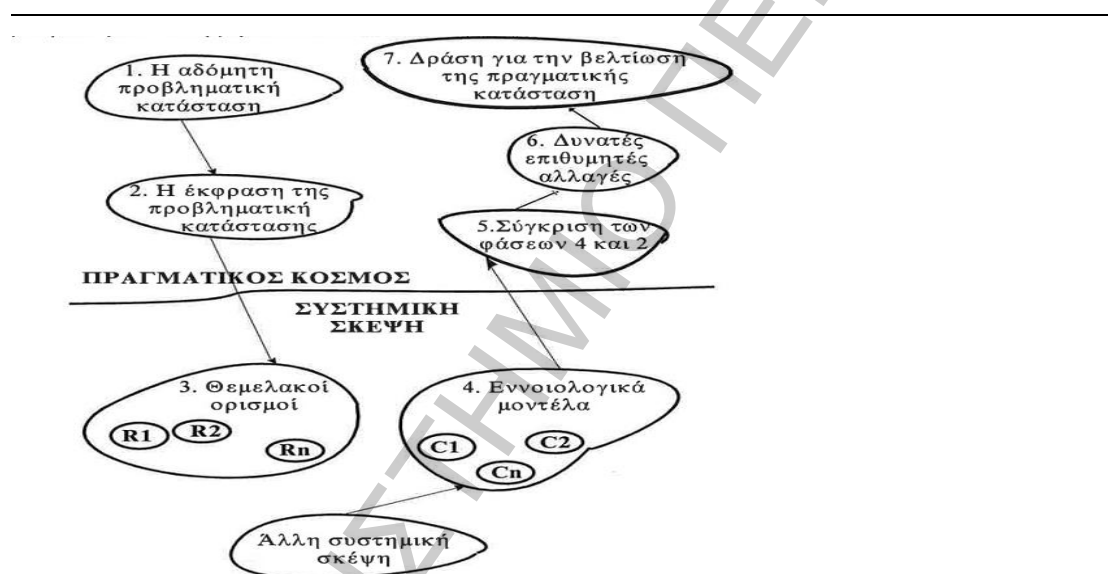
- Στάδια 1 & 2 : Ανακάλυψη
- Στάδιο 3 : Καθορισμός Θεμελιακών Ορισμών

- Στάδιο 4 : Εννοιολογικά Μοντέλα
- Στάδιο 5 : Σύγκριση Μοντέλων και Πραγματικότητας
- Στάδιο 6 : Προσδιορισμός Αλλαγών
- Στάδιο 7 : Δράση

Τα στάδια έχουν παρασταθεί διαγραμματικά στο Σχήμα 7.

Σημειώνεται ότι :

- Δεν υπάρχει κάποια προκαθορισμένη αρχή ή τέλος στη μέθοδο αυτή, παρ' όλο που εμείς ξεκινήσαμε τη διαδικασία από το Στάδιο 1.
- Αυτός είναι μόνο ένας από τους τρόπους που μπορούμε να παραστήσουμε μία δομή για να μπορέσει να γίνει κατανοητή η διαδικασία.
- Δεν πρέπει να θεωρηθεί ως γραμμική διαδικασία.



Σχήμα 7: Διαδικασία μεθοδολογίας ήπιων συστημάτων

3.1.2 CATWOE

Προκειμένου να προσδιορίσουμε τις ανάγκες των επιχειρήσεων και τον καθορισμό λύσεων στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν με την διαχείριση της Αλληλογραφίας/Εγγράφων, χρησιμοποιήσαμε την τεχνική CATWOE. Στόχος μας είναι, χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που προτείνει η σχετική μέθοδος, να αναδείξουμε λύσεις και να εξετάσουμε τις επιπτώσεις των προτεινομένων αλλαγών στα εμπλεκόμενα άτομα.

Clients: Μικρές και μεγάλες εμπορικές επιχειρήσεις, τράπεζες, Δημοτικές υπηρεσίες, κρατικοί οργανισμοί, ΔΕΚΟ.

Actors: Οι χρήστες που θα έχουν πρόσβαση στο σύστημα για τη διαχείριση των εγγράφων : Απλούστευση της καθημερινής εργασίας, αύξηση την παραγωγικότητας, εξειδίκευση σε νέες τεχνολογίες : Πιθανόν αρχικά να

υπάρξει αντίδραση στην τήρηση των διαδικασιών μέχρι να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα.

Transformation: Το σύστημα μετατρέπει την έντυπη πληροφορία σε ψηφιακή μορφή, διαχειρίζεται την ηλεκτρονικά παραγόμενη πληροφορία χωρίς ανάγκη εκτύπωσης για περαιτέρω αρχειοθέτηση, αποθηκεύει τα έγγραφα σε σύγχρονα αποθηκευτικά μέσα, παρέχει ευελιξία στην αναζήτηση εγγράφων/πληροφοριών και ροών εργασίας, εξασφαλίζει την ταχύτερη πρόσβαση στις αποθηκευμένες πληροφορίες/έγγραφα και την ασφάλεια των δεδομένων, μηδενίζει τον χρόνο επαναρχειοθέτησης.

Worldview: Οι επιχειρήσεις αναζητούν με κάθε τρόπο την μείωση του λειτουργικού τους κόστους και την αναβάθμιση της εν γένει λειτουργικής τους διαδικασίας. Τα άμεσα οφέλη λόγω της επίλυσης των προβλημάτων της φυσικής διαχείρισης/διακίνησης των εγγράφων μέσω της ελαχιστοποίησης της διακίνησης φυσικού αρχείου, της εξοικονόμησης χώρου αποθήκευσης και αρχειοθέτησης, -αφού δεν απαιτείται εκτύπωση των εγγράφων που πλέον αποθηκεύονται σε σύγχρονα αποθηκευτικά μέσα-, της ταχύτερης πρόσβασης στις αποθηκευμένες πληροφορίες, -που έχει ως αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται οι χρόνοι αναζήτησης πληροφοριών, αποστολής και λήψης εγγράφων-, αλλά και της συνολικής ροής των εργασιών με αποτέλεσμα τη συνεπή τήρηση των προθεσμιών οδηγούν στην επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Owner: Οι έχοντες την αρμοδιότητα στην επιχείρηση να αξιολογήσουν την εφαρμογή : Πρέπει να πειστούν για την αξία της εφαρμογής.

Environmental constraints: Η αποθήκευση των εγγράφων σε ψηφιακή μορφή θα επιφέρει μείωση της σπατάλης χαρτιού, και η επιχείρηση θα γίνει φιλικότερη προς το περιβάλλον : Το μάρκετινγκ της επιχείρησης θα πρέπει να γνωστοποιήσει στο αγοραστικό κοινό τα νέα δεδομένα της επιχείρησης.

3.2 Διακίνηση Εγγράφων Μεταξύ των Οργανωτικών Μονάδων

Σαν οργανωτικές μονάδες, θεωρούμε τις παρακάτω, με ιεραρχική σειρά:

1. Διοίκηση
2. Υποδιοικήσεις
3. Κεντρικές Διευθύνσεις
4. Καταστήματα

Πέρα από τις παραπάνω οργανωτικές μονάδες του φορέα, στο σύστημα αλληλογραφίας θα εμπλέκονται και εξωτερικές μονάδες, δηλαδή μονάδες που δεν ανήκουν στον υπό εξέταση οργανισμό. Ως εκ τούτου, η οργανωτική μονάδα θα μπορεί να δέχεται εισερχόμενα έγγραφα, από μονάδες του ίδιου οργανισμού που ανήκουν στην ίδια διεύθυνση (εσωτερικά έγγραφα), από μονάδες που ανήκουν στον ίδιο οργανισμό, αλλά σε διαφορετική διεύθυνση, από μονάδες που δεν ανήκουν στον οργανισμό (π.χ. εξωτερικοί συνεργάτες - εξωτερικά έγγραφα).

Έγγραφα που βρίσκονται υπό το χειρισμό μιας συγκεκριμένης οργανωτικής μονάδας και δρομολογούνται από αυτή σε κάποια άλλη οργανωτική μονάδα, η οποία δεν ανήκει στην ίδια διεύθυνση ή στον ίδιο οργανισμό, χαρακτηρίζονται ως **εξερχόμενα** έγγραφα και απαιτούν ειδικό χειρισμό, όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια του κειμένου. Αντιστοίχως, εισερχόμενα έγγραφα μιας οργανωτικής μονάδας, που προέρχονται από κάποια άλλη οργανωτική μονάδα, που δεν ανήκει ιεραρχικά στην ίδια διεύθυνση ή στον ίδιο οργανισμό, χαρακτηρίζονται ως **εισερχόμενα**.

Συνοψίζοντας, οι κατηγορίες των εγγράφων, που διαφοροποιούνται στον χειρισμό τους, είναι οι κάτωθι:

- Εισερχόμενα έγγραφα
- Εξερχόμενα έγγραφα
- Εσωτερικά έγγραφα

3.3 Τύποι Εγγράφων

Τα διάφορα έγγραφα που μπορεί να διακινηθούν στα πλαίσια ενός οργανισμού, διακρίνονται περαιτέρω στις παρακάτω κατηγορίες:

- Υπηρεσιακό έγγραφο
- Ειδική Οδηγία
- Εγκύκλιος
- Αίτηση Υπαλλήλου

Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα χαρακτηρισμού ενός εγγράφου, κατά την εισαγωγή του στο σύστημα, προκειμένου να διευκολύνεται η αναζήτηση συγκεκριμένων κατηγοριών εγγράφων.

3.4 Χρήστες - Ρόλοι

Για τη διαχείριση των εγγράφων, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η σωστή δρομολόγηση και διεκπεραίωσή τους, θα πρέπει να οριστούν με σαφήνεια οι ρόλοι του κάθε χρήστη στο σύστημα. Οι προβλεπόμενοι ρόλοι στο σύστημά μας θα είναι οι παρακάτω:

- **“Υπεύθυνος Πύλης Εισόδου” (Creator)**
Ο χρήστης που θα έχει αυτό το ρόλο, θα μπορεί να εισάγει νέα, ψηφιοποιημένα έγγραφα στο σύστημα. Δεν θα έχει την δυνατότητα δρομολόγησης των εγγράφων ή διεκπεραίωσής τους. Ωστόσο, θα έχει τη δυνατότητα -όπως και κάθε χρήστης του συστήματος- να δημιουργεί και να λαμβάνει προσωπικά έγγραφα, τα οποία θα έχει τη δυνατότητα να δρομολογεί και να σηματοδοτεί ως ολοκληρωμένα.
- **“Υπεύθυνος Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης” (Secretary)**
Ο χρήστης που θα έχει αυτό το ρόλο, θα έχει όλες τις δυνατότητες που έχει και ο “Υπεύθυνος πύλης εισόδου” και, επιπλέον, θα μπορεί να διαβάσει, να δρομολογήσει και να διεκπεραιώσει έγγραφα της μονάδας στην οποία ανήκει οργανωτικά.
- **“Υπεύθυνος Διεύθυνσης Αλληλογραφίας” (Central Manager)**

Ο χρήστης αυτός θα έχει όλες τις δυνατότητες που έχει και ο "Υπεύθυνος Δρομολόγησης-Διεκπεραίωσης", και, επίσης θα έχει τη δυνατότητα να διαβάσει, να δρομολογήσει και να διεκπεραιώσει έγγραφα που αφορούν την ίδια διεύθυνση. Επίσης, θα έχει την αρμοδιότητα της τελικής έγκρισης των εξερχόμενων εγγράφων. Χωρίς την τελική έγκριση του "Υπευθύνου διεύθυνσης αλληλογραφίας" δεν θα μπορεί να γίνει αποστολή εξερχόμενου εγγράφου. Η παραπάνω αρμοδιότητα είναι αρκετά συχνή σε οργανισμούς. Ωστόσο, για να διατηρηθεί το χαρακτηριστικό της προσαρμοστικότητας του συστήματος, λόγω του μεγάλου όγκου εξερχόμενων εγγράφων, θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα παράκαμψης της συγκεκριμένης διαδικασίας.

- **"Διαχειριστής Συστήματος"** (Superuser)

Ο χρήστης αυτός θα έχει όλες τις δυνατότητες του "Υπευθύνου διεύθυνσης αλληλογραφίας" και, επιπλέον, θα έχει την αυξημένη αρμοδιότητα να ορίζει νέους χρήστες και να αναθέτει ρόλους σε χρήστες.

Πέρα από τους παραπάνω ρόλους, οι οποίοι εδώ αναφέρονται ως υποδείγματα, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας διαφορετικών ρόλων που να καλύπτουν επακριβώς τις ανάγκες τις εκάστοτε επιχείρησης ή οργανισμού.

3.5 Οθόνες Διεπαφής Συστήματος

3.5.1 Σημείο "Είσοδος Χρήστη"

Οθόνη, μέσω της οποίας ο χρήστης θα αναγνωρίζεται από το σύστημα πληκτρολογώντας το User-Id και θα πιστοποιείται με την πληκτρολόγηση του προσωπικού του μυστικού λεκτικού (Password).

3.5.2 Σημείο "Πύλη Εισόδου"

Το σημείο αυτό αφορά έγγραφα, που είτε φτάνουν στην οργανωτική μονάδα, είτε δημιουργούνται εντός της οργανωτικής μονάδας (πρωτότυπα). (*βασικές λειτουργίες ψηφιοποίηση – πρωτοκόλληση)

3.5.3 Σημείο "Παραλαβή Μονάδος"

Η Παραλαβή Μονάδος αφορά ηλεκτρονικά έγγραφα που φτάνουν στην οργανωτική μονάδα προερχόμενα από άλλη οργανωτική μονάδα του οργανισμού ή συγκεκριμένο χρήστη αυτής. Τα συγκεκριμένα έγγραφα είναι ήδη ψηφιοποιημένα και διαθέτουν Αριθμό Πρωτοκόλλου του συστήματος (έχουν ήδη εισαχθεί στο σύστημα). Η δρομολόγηση και διεκπεραίωση των εγγράφων γίνεται από τον χρήστη "Υπεύθυνος Δρομολόγησης-Διεκπεραίωσης".

3.5.4 Σημείο "Παραλαβής Προσωπικών Εγγράφων"

Το συγκεκριμένο σημείο αφορά ηλεκτρονικά έγγραφα που χρεώνονται προσωπικά στο λογαριασμό ενός χρήστη, προερχόμενα από άλλη οργανωτική μονάδα του οργανισμού ή συγκεκριμένο χρήστη αυτής. Τα παραπάνω έγγραφα είναι ήδη ψηφιοποιημένα και διαθέτουν Αριθμό

Πρωτοκόλλου του συστήματος (έχουν ήδη εισαχθεί στο σύστημα). Για τη δρομολόγηση ενός προσωπικά χρωμένου εγγράφου από ένα χρήστη, πρέπει να συντρέχουν οι παρακάτω συνθήκες:

- Να είναι χρωμένο στο συγκεκριμένο χρήστη.
- Στο χρήστη αυτό να έχει δοθεί η δυνατότητα δρομολόγησης.
- Η σήμανση διεκπεραίωσης μπορεί να γίνει μόνο από τον χρήστη στον οποίο έχει χρωθεί το έγγραφο.

3.5.5 Ειδικές Οθόνες

(α) Οθόνη Διαχείρισης Ρόλων Οργανωτικής Μονάδας

- Πρόσβαση : Διαχειριστής Συστήματος
- Λειτουργία : Καθορισμός ρόλων, προσθήκη – αφαίρεση χρηστών.

(β) Οθόνη Παρακολούθησης Τελικών Εγκρίσεων (monitoring)

- Πρόσβαση : Υπεύθυνος Διεύθυνσης Αλληλογραφίας
- Λειτουργία: Έγκριση εξερχομένων εγγράφων.

3.6 Διαδικασίες

3.6.1 Διακίνηση Εισερχόμενου Εγγράφου

Σαν εισερχόμενα έγγραφα χαρακτηρίζονται τα έγγραφα που προέρχονται από μονάδες εκτός του οργανισμού. Συνεπώς, τα έγγραφα αυτά δεν είναι εκ των προτέρων εισηγμένα στο σύστημα. Οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι οι παρακάτω:

1. Ψηφιοποίηση εγγράφου	Ρόλος: "Υπεύθυνος Πύλης Εισόδου"
2. Εισαγωγή Μεταδεδομένων (Θέμα, Εισαγωγή Κειμένου, Κατηγοριοποίηση)	
3. Χαρακτηρισμός ως "εξωτερικό έγγραφο" - εισαγωγή αντίστοιχων μεταδεδομένων (αρχικός αριθμός πρωτοκόλλου – εξωτερικός οργανισμός)	
4. Πρωτοκόλληση (εάν δεν έχει εισαχθεί στα μεταδεδομένα)	Αυτοματοποιημένη λειτουργία
5. Δρομολόγηση	Ρόλος: "Υπεύθυνος Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης"

3.6.2 Διακίνηση Εξερχόμενου Εγγράφου

Σαν εξερχόμενα έγγραφα χαρακτηρίζονται τα έγγραφα που απευθύνονται σε οργανισμούς εκτός του οργανισμού. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, απαιτείται ρητή έγκριση από τον "Υπεύθυνο Διεύθυνσης Αλληλογραφίας"

της οργανωτικής μονάδας, προκειμένου να αποσταλούν στην εξωτερική μονάδα. Συνεπώς, τα βήματα είναι τα παρακάτω:

1. Ψηφιοποίηση εγγράφου	Ρόλος: "Υπεύθυνος Πύλης Εισόδου"
2. Εισαγωγή Μεταδεδομένων (Θέμα, Εισαγωγή Κειμένου, Κατηγοριοποίηση)	
3. Πρωτοκόλληση (εάν δεν έχει εισαχθεί στα μεταδεδομένα)	Αυτοματοποιημένη λειτουργία
4. Δρομολόγηση	Ρόλος: "Υπεύθυνος Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης"
5. Έγκριση αποστολής	Ρόλος: "Υπεύθυνος Διεύθυνσης Αλληλογραφίας"

3.6.3 Διακίνηση Εσωτερικού Εγγράφου

Σαν εσωτερικά έγγραφα χαρακτηρίζονται τα έγγραφα που διακινούνται εντός της οργανωτικής μονάδας. Τα βήματα που απαιτούνται για την εισαγωγή τους στο σύστημα και τη διακίνησή τους είναι τα παρακάτω:

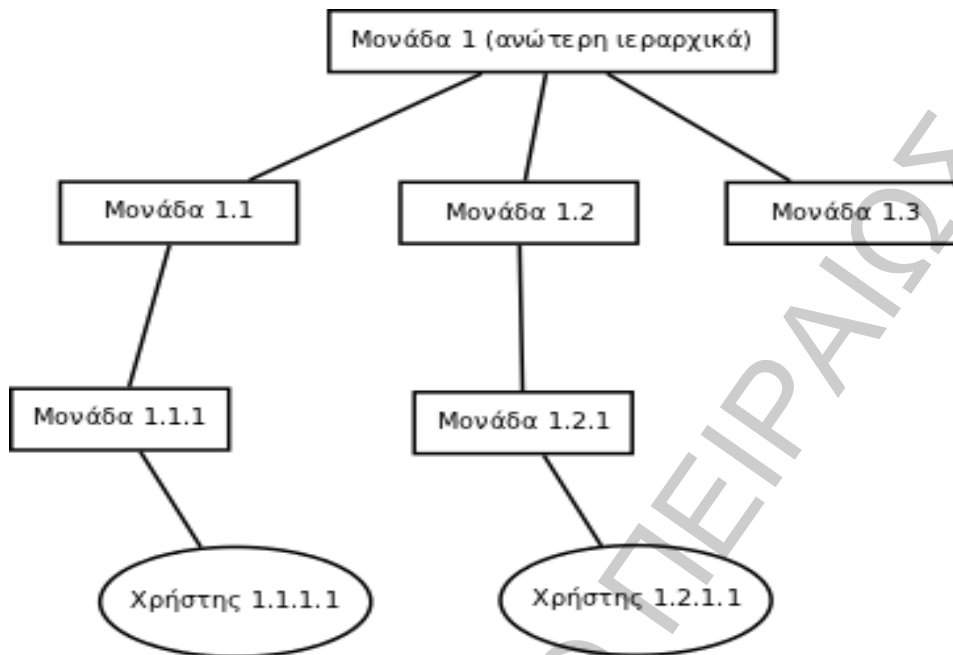
1. Ψηφιοποίηση εγγράφου	Ρόλος: "Υπεύθυνος Πύλης Εισόδου"
2. Εισαγωγή Μεταδεδομένων (Θέμα, Εισαγωγή Κειμένου, Κατηγοριοποίηση)	
3. Πρωτοκόλληση (εάν δεν έχει εισαχθεί στα μεταδεδομένα)	Αυτοματοποιημένη λειτουργία
4. Δρομολόγηση	Ρόλος: "Υπεύθυνος Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης"

3.6.4 Δρομολόγηση – Παρακολούθηση Εγγράφων

Η δρομολόγηση των εγγράφων είναι η διαδικασία ανάθεσης ενός εγγράφου σε μία οργανωτική μονάδα ή χρήστη – υπάλληλο του οργανισμού. Αφορά όλες τις κατηγορίες εγγράφων, δηλαδή εισερχόμενα, εξερχόμενα και εσωτερικά έγγραφα. Οι δρομολογήσεις μπορεί να είναι επικαλυπτόμενες, δηλαδή μια οργανωτική μονάδα που έχει μόλις χρεωθεί ένα έγγραφο, μπορεί να το δρομολογήσει εκ νέου, είτε σε μια άλλη οργανωτική μονάδα, είτε σε συγκεκριμένο χρήστη του συστήματος. Επίσης, οι δρομολογήσεις μπορούν να είναι πολλαπλές (παράλληλες), δηλαδή μια οργανωτική μονάδα ή χρήστης που έχει χρεωθεί ένα έγγραφο, μπορεί να το δρομολογήσει σε περισσότερους από έναν παραλήπτες.

Για μεγαλύτερη σαφήνεια, παρατίθεται το παρακάτω παράδειγμα:

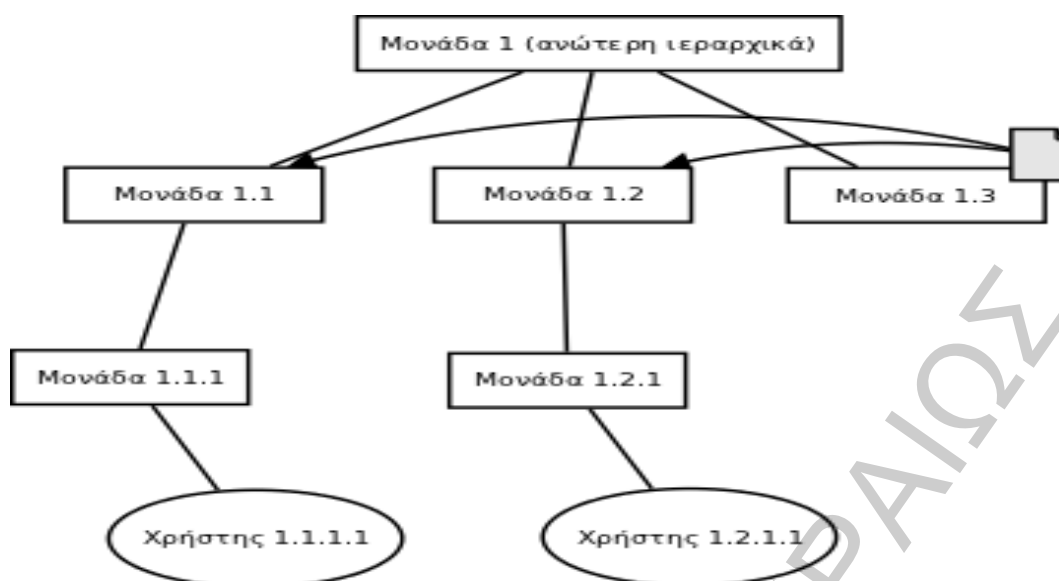
Έστω το παρακάτω ιεραρχικό μοντέλο (Εικόνα 1):



Εικόνα 1: Παράδειγμα ιεραρχικής δομής ενός οργανισμού

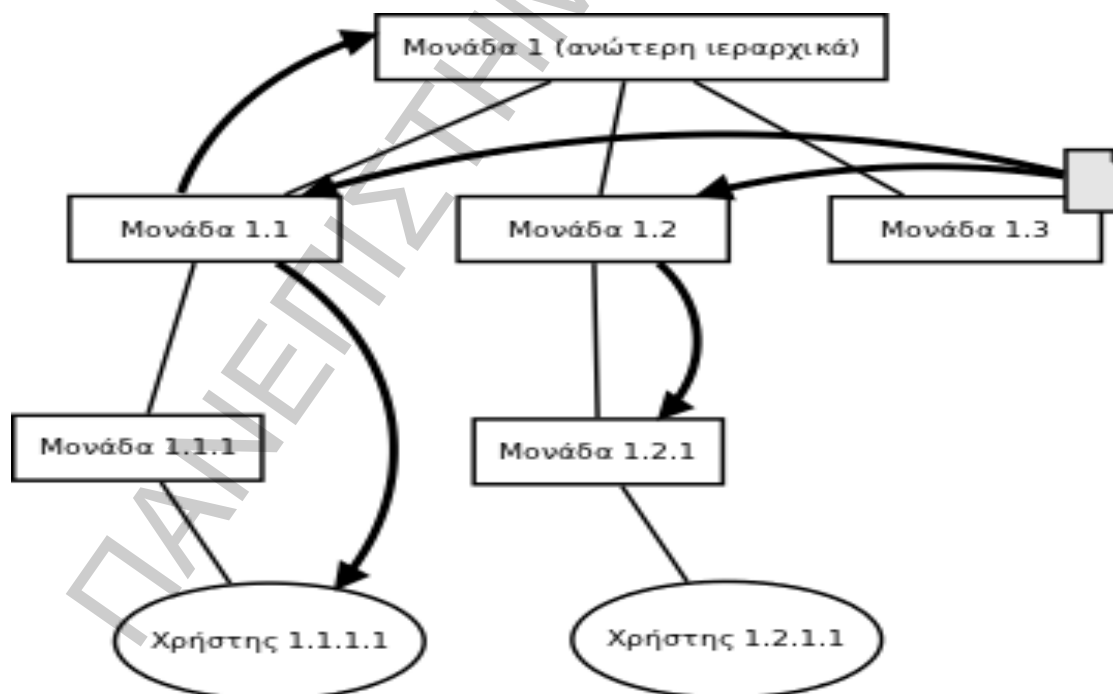
Στο παραπάνω σχήμα αποτυπώνεται μια τυπική περίπτωση ιεραρχικής δομής ενός οργανισμού. Η Μονάδα 1 (π.χ. διοίκηση) εγκολπώνει τις κατώτερες ιεραρχικά μονάδες 1.1, 1.2 και 1.3, οι οποίες με τη σειρά τους συγκροτούνται από άλλες υπομονάδες και χρήστες.

Έστω τώρα ότι η Μονάδα 1.3 δημιουργεί και εισάγει στο σύστημα ένα νέο έγγραφο. Στη συνέχεια, έχει τη δυνατότητα να δρομολογήσει αυτό το έγγραφο (μέσω ενός εξουσιοδοτημένου χρήστη της) σε άλλες οργανωτικές μονάδες ή χρήστες. Στο εν λόγω παράδειγμα, επιλέγει να δρομολογήσει το έγγραφο στις Μονάδες 1.1 και 1.2, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2: Πολλαπλή δρομολόγηση εγγράφου

Στη συνέχεια, η εκάστοτε μονάδα έχει τη δυνατότητα να προωθήσει το έγγραφο αυτό σε άλλες μονάδες ή χρήστες. Εν προκειμένω (Εικόνα 3), η Μονάδα 1.1 έχει δρομολογήσει το έγγραφο απευθείας στο Χρήστη 1.1.1.1, αλλά και στην ανώτερη ιεραρχικά μονάδα, την Μονάδα 1. Αντίστοιχα, η Μονάδα 1.2 έχει δρομολογήσει το έγγραφο αυτό στην υφιστάμενή της μονάδα, την Μονάδα 1.2.1.



Εικόνα 3: Εκ νέου δρομολόγηση σε οργανωτικές μονάδες και χρήστες

Ο εκάστοτε δέκτης του εγγράφου, μπορεί να απορρίψει την ανάθεση, εκτός ειδικών περιπτώσεων όπου ο χρήστης που πραγματοποιεί την ανάθεση έχει εκ των προτέρων σηματοδοτήσει την ανάθεση αυτή ως οριστική.

Κάθε ανάθεση μπορεί να κοινοποιηθεί σε πολλούς αποδέκτες και να συνοδεύεται από τις κάτωθι πληροφορίες:

- Ημερομηνία ανάθεσης
- Προβλεπόμενη ημερομηνία ολοκλήρωσης έργου
- Προαιρετικά, κάποια σχόλια επί του εγγράφου ή της ανάθεσης

Ο αποδέκτης της ανάθεσης, μπορεί να χαρακτηρίσει την ανάθεση ως ολοκληρωμένη, δηλώνοντας με αυτόν τον τρόπο ότι ολοκλήρωσε το έργο που του ανατέθηκε μέσω του συγκεκριμένου εγγράφου.

Μπορεί επίσης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, να αναθέσει το έγγραφο αυτό σε τρίτο αποδέκτη, εκτός εάν ο αρχικός αναθέτης έχει σηματοδοτήσει την ανάθεση ως "τελική". Αν μια ανάθεση χαρακτηριστεί ως τελική, αυτή δεν μπορεί να ανακληθεί από τον αποδέκτη που βρίσκεται σε χαμηλότερο ιεραρχικό επίπεδο, ούτε να ανατεθεί εκ νέου σε τρίτο.

Η προβλεπόμενη ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου μπορεί να είναι αντικείμενο διαπραγμάτευσης από τον αποδέκτη της ανάθεσης, εφόσον το επιτρέπει ο αναθέτης.

Ο αναθέτης, καθώς και η ανώτερη ιεραρχικά μονάδα, πρέπει να έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης των εγγράφων για να εντοπίζουν τα εκπρόθεσμα έργα μέσω της οθόνης monitoring. Προκειμένου να γίνει αυτό, θα πρέπει να υπάρχει αυτόματη ενημέρωση του αναθέτη για νέες αναθέσεις από τον ανάδοχο του εγγράφου. Αυτόματες ενημερώσεις θα πρέπει να λαμβάνει και η ανώτερη ιεραρχικά μονάδα, σε περιπτώσεις νέων αναθέσεων, καθώς και σε περιπτώσεις όπου ένα έργο χαρακτηρίζεται εκπρόθεσμο (βάσει της προβλεπόμενης ημερομηνίας ολοκλήρωσης).

4 Ανάλυση - Σχεδιασμός

4.1 Περιπτώσεις Χρήσης

Βασικός σκοπός του συστήματος είναι η ηλεκτρονική διαχείριση των εγγράφων σε οργανισμούς.

Βασικός ενεργοποιητής του συστήματος είναι ο χρήστης αυτού (βλ. Ενότητα 3.4). Ο χρήστης μπορεί να δράσει στο σύστημα είτε ως μεμονωμένη μονάδα (σε αυτήν την περίπτωση διαχειρίζεται την προσωπική του αλληλογραφία), είτε εκ μέρους της οργανωτικής του μονάδας, στο πλαίσιο πάντα των δικαιωμάτων χρήσης που του έχουν παραχωρηθεί. Για την περίπτωση όπου ο χρήστης διαχειρίζεται την προσωπική του αλληλογραφία, έχει εισαχθεί η περίπτωση χρήσης *checkPersonalMail*. Σε αυτήν την περίπτωση χρήσης εμπερικλείεται και η διαδικασία δημιουργίας προσωπικών εγγράφων. Για την περίπτωση όπου ο χρήστης δρα στο σύστημα ΗΔΑ εκ μέρους της οργανωτικής του μονάδας, έχει εισαχθεί η περίπτωση χρήσης *checkUnitMail*.

Και στις δύο περιπτώσεις χρήσης υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας νέων αναθέσεων – δρομολογήσεων εγγράφων που είτε έχουν φτάσει στο προσωπικό γραμματοκιβώτιο του χρήστη, είτε στο γραμματοκιβώτιο της μονάδας (περίπτωση χρήσης *assign*).

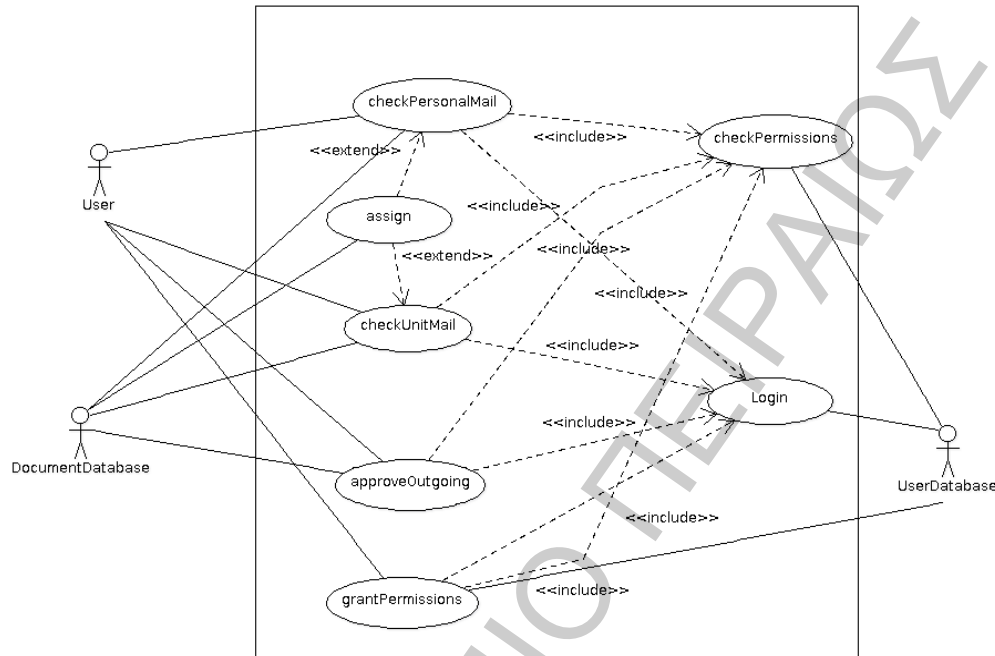
Οι ειδικά εξουσιοδοτημένοι χρήστες (*superuser*) έχουν την δυνατότητα παραχώρησης δικαιωμάτων χρήσης σε άλλους χρήστες (περίπτωση χρήσης *grantPermissions*). Επίσης, ο Υπεύθυνος Διεύθυνσης Αλληλογραφίας (*Central Manager*) έχει την αρμοδιότητα έγκρισης των εξερχόμενων από την μονάδα εγγράφων (περίπτωση χρήσης *approveOutgoing*).

Οι περιπτώσεις χρήσης *checkPersonalMail*, *checkUnitMail*, *assign* και *approveOutgoing* θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με έναν άλλο τύπο ενεργοποιητή, τη βάση δεδομένων των εγγράφων (*DocumentDatabase*). Ο ενεργοποιητής *DocumentDatabase* αναλαμβάνει να ενημερώσει τη βάση δεδομένων με νέα έγγραφα, νέες χρεώσεις, ενημερώσεις στα στοιχεία ενός εγγράφου κ.ο.κ.

Επιπλέον, η περίπτωση χρήσης *grantPermissions* θα πρέπει να αλληλεπιδρά με έναν άλλο ενεργοποιητή (*UserDatabase*), ο οποίος αναλαμβάνει την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων των χρηστών του συστήματος και καταχωρεί τυχόν αλλαγές.

Όλες οι περιπτώσεις χρήσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, προαπαιτούν τις περιπτώσεις χρήσης *login* (είσοδος του χρήστη στο σύστημα με την εισαγωγή των διαπιστευτηρίων του -*username* και *password*-) και *checkPermissions* (ελέγχει αν ο συγκεκριμένος χρήστης έχει τα κατάλληλα δικαιώματα για τη διένεργεια της διαδικασίας που

επιχειρεί). Οι περιπτώσεις χρήσης login και checkPermissions αντλούν δεδομένα από τον ενεργοποιητή UserDatabase.



4.2 Διάγραμμα Τάξεων

Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται η στατική δομή του συστήματος με τη βοήθεια του διαγράμματος τάξεων.

Στο διάγραμμα αυτό φαίνονται οι παρακάτω τάξεις:

1. **User**: Ο χρήστης – υπάλληλος.

Χαρακτηριστικά:

- am: Αριθμός μητρώου του υπαλλήλου/χρήστη
- worksAt: Η οργανωτική μονάδα στην οποία είναι τοποθετημένος
- permissions: Πίνακας δεκατριών θέσεων που περιγράφουν με ακρίβεια τα δικαιώματα του χρήστη, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Κάθε πεδίο του πίνακα μπορεί να λάβει την τιμή 1 εάν το συγκεκριμένο δικαίωμα έχει παραχωρηθεί στον χρήστη ή 0 αν όχι.

ανάθεση δικαιωμάτων, δημιουργία χρηστών	έγκριση εξερχομένων	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση
		προσωπικά (mine)				μονάδας (unit)			λοιπά (other)			

Ενδεικτικά, ο χρήστης με ρόλο Creator, θα φέρει εξ' ορισμού τον ακόλουθο πίνακα δικαιωμάτων:

ανάθεση δικαιωμάτων...	έγκριση εξερχομένων	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
		προσωπικά (mine)				μονάδας (unit)			λοιπά (other)			

Ο χρήστης με ρόλο Secretary θα έχει τον παρακάτω πίνακα δικαιωμάτων:

ανάθεση δικαιωμάτων...	έγκριση εξερχομένων	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		προσωπικά (mine)				μονάδας (unit)			λοιπά (other)			

Ο χρήστης με ρόλο Central Manager θα έχει τον παρακάτω πίνακα δικαιωμάτων:

ανάθεση δικαιωμάτων...	έγκριση εξερχομένων	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		προσωπικά (mine)				μονάδας (unit)			λοιπά (other)			

Ο χρήστης με ρόλο Superuser θα έχει τον παρακάτω πίνακα δικαιωμάτων:

ανάθεση δικαιωμάτων...	έγκριση εξερχομένων	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	δημιουργία	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση	επισκόπηση	δρομολόγηση	διεκπεραίωση
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		προσωπικά (mine)				μονάδας (unit)			λοιπά (other)			

Οι παραπάνω πίνακες δικαιωμάτων απεικονίζουν ενδεικτικές τιμές που θα ενσωματωθούν σε πρότυπα ρόλων. Ωστόσο, στην τελική υλοποίηση, ο κάθε οργανισμός θα μπορεί να δημιουργήσει τους δικούς του πίνακες δικαιωμάτων για κάθε χρήστη, αντί να χρησιμοποιήσει τα παραπάνω πρότυπα.

Οι τέσσερις ρόλοι – πρότυπα οργανώνονται σε υποτάξεις της βασικής τάξης User:

- *Creator*
- *Secretary*
- *CentralManager*
- *Superuser*

2. **OrganizationUnit:** Η οργανωτική μονάδα. Περιέχει ένα βασικό χαρακτηριστικό:

- superiorUnit: Η ανώτερη σε βαθμίδα οργανωτική μονάδα του οργανισμού, δηλαδή η μονάδα στην οποία ανήκει.

Η τάξη αυτή έχει πέντε υποτάξεις:

- Central Administration
- SubAdministration
- CentralManagement
- Branch
- ExternalUnit

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, παραλήπτης της αλληλογραφίας μπορεί να είναι είτε User, είτε OrganizationUnit. Για να οριστεί η παραπάνω δυνατότητα, έχει δημιουργηθεί η διεπαφή Scriber, την οποία υλοποιούν οι δύο αυτές τάξεις. Ως Scriber ορίζεται το αντικείμενο του συστήματος που μπορεί να συμμετέχει στην ανταλλαγή αλληλογραφίας, μεταξύ δύο ή παραπάνω οντοτήτων.

3. **Document:** Ένα έγγραφο. Κάθε έγγραφο διαθέτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- protocol: Αριθμός πρωτοκόλλου του εγγράφου. Μοναδικός για κάθε έγγραφο.
- insertionDate: Ημερομηνία εισαγωγής του εγγράφου.
- attachments: Λίστα επισυναπτόμενων εγγράφων.
- subject: Θέμα – τίτλος του εγγράφου.
- text: Κείμενο – σχόλια επί του εγγράφου.
- assignments: Οι αναθέσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτό το έγγραφο (Λίστα με αντικείμενα τύπου Assignment -αναφέρονται στη συνέχεια).
- creator: Ο χρήστης που εισήγαγε το έγγραφο στο σύστημα.
- category: Κατηγορία εγγράφου (π.χ. Υπηρεσιακό έγγραφο, ειδική οδηγία, εγκύκλιος, αίτηση υπαλλήλου). Σημείωση: Το σύστημα δεν πραγματοποιεί κανενός είδους έλεγχο βασισμένο στον τύπο του εγγράφου. Η χρήση του χαρακτηρισμού αυτού επαφίεται στην ευχέρεια του οργανισμού, με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση των συμφερόντων του. Θα δίνεται μάλιστα η δυνατότητα στους οργανισμούς να δηλώνουν νέους τύπους εγγράφων.

Για τον διαχωρισμό των εξωτερικών εγγράφων, δηλαδή των εγγράφων που προέρχονται από κάποιον εξωτερικό οργανισμό – εταιρεία, έχει δημιουργηθεί η υποτάξη **ExternalDocument**, με τα εξής χαρακτηριστικά:

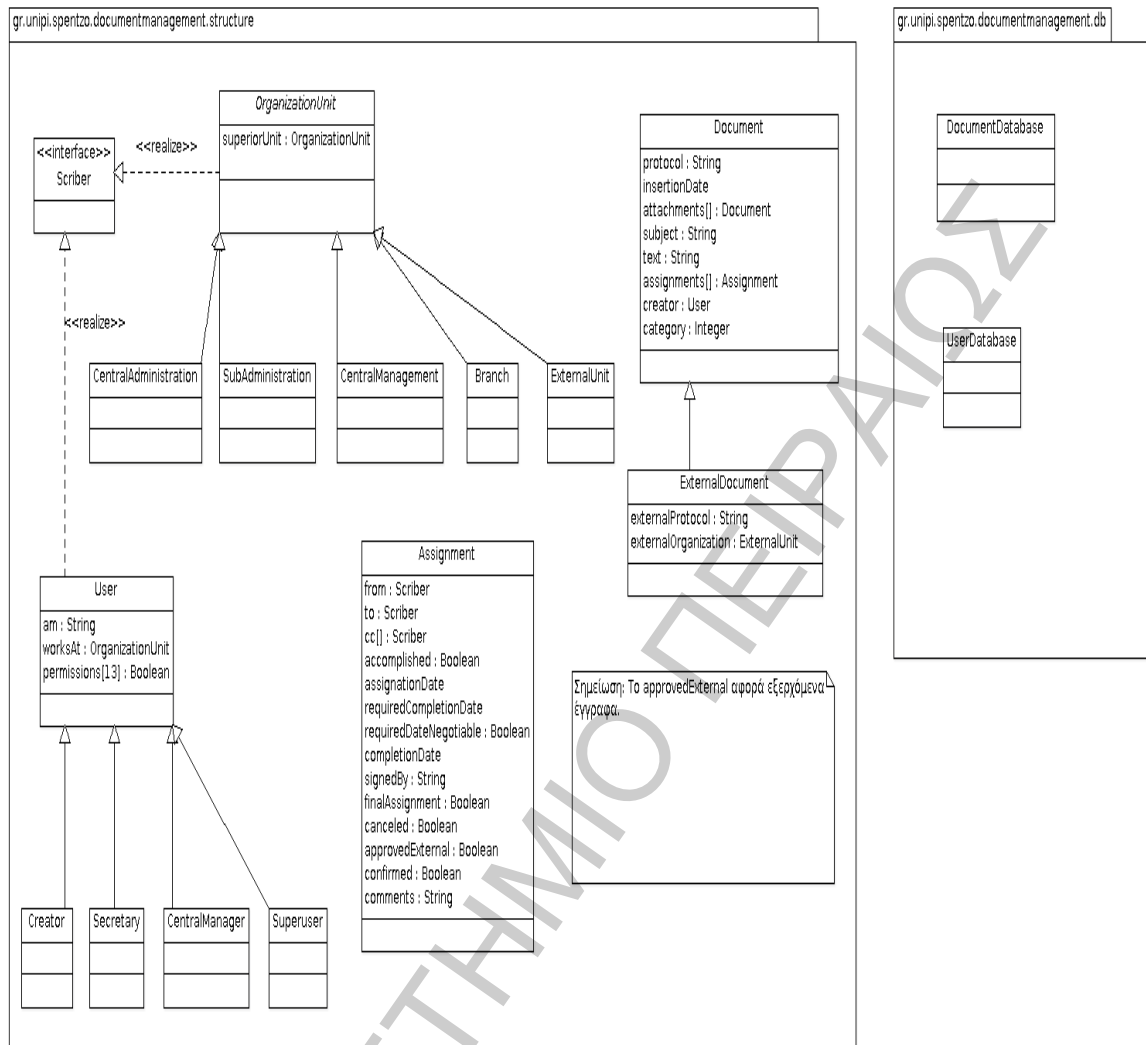
- ο externalProtocol: Αριθμός πρωτοκόλλου που έχει δοθεί στο έγγραφο από τον εξωτερικό οργανισμό (αποθηκεύεται για λόγους αναφοράς).
- ο externalOrganization: Επωνυμία εξωτερικού οργανισμού.

4. **Assignment**: Ανάθεση ενός εγγράφου. Περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

- ο from: Αποστολέας - αναθέτης
- ο to: Παραλήπτης – ανάδοχος ανάθεσης
- ο cc: Λίστα κοινοποιήσεων
- ο accomplished: Ένδειξη που υποδεικνύει αν έχει ολοκληρωθεί η εργασία με την οποία συνδέεται η ανάθεση.
- ο assignmentDate: Ημερομηνία ανάθεσης
- ο requiredCompletionDate: Απαιτούμενη (από τον αναθέτη) ημερομηνία ολοκλήρωσης εργασίας.
- ο requiredDateNegotiable: Ένδειξη για το αν τελική ημερομηνία ολοκλήρωσης της εργασίας είναι διαπραγματεύσιμη ή τελική.
- ο completionDate: Ημερομηνία ολοκλήρωσης της εργασίας.
- ο signedBy: Λίστα πολλαπλών εγκρίσεων.
- ο finalAssignment: Ένδειξη που υποδεικνύει αν η ανάθεση είναι οριστική (δηλαδή αν ο ανάδοχος έχει την δυνατότητα να αναθέσει εκ νέου το έγγραφο σε κάποιον άλλο αποδέκτη στον ίδιο οργανισμό ή σε εξωτερική μονάδα).
- ο cancelled: Ένδειξη που υποδεικνύει αν η ανάθεση έχει ακυρωθεί.
- ο approvedExternal (μόνο για εξερχόμενα έγγραφα): Ένδειξη που υποδεικνύει αν το εξερχόμενο έγγραφο έχει εγκριθεί από τον CentralManager.
- ο confirmed: Επιβεβαίωση της ανάθεσης από τον ανάδοχο.
- ο comments: Σχόλια επί της ανάθεσης.
- ο

5. **DocumentDatabase**: Τάξη που θα διαχειρίζεται την επικοινωνία με την βάση δεδομένων των εγγράφων και των χρεώσεων.

6. **UserDatabase**: Τάξη που θα διαχειρίζεται την επικοινωνία με την βάση δεδομένων των χρηστών του συστήματος.



Εικόνα 5: Διάγραμμα τάξεων

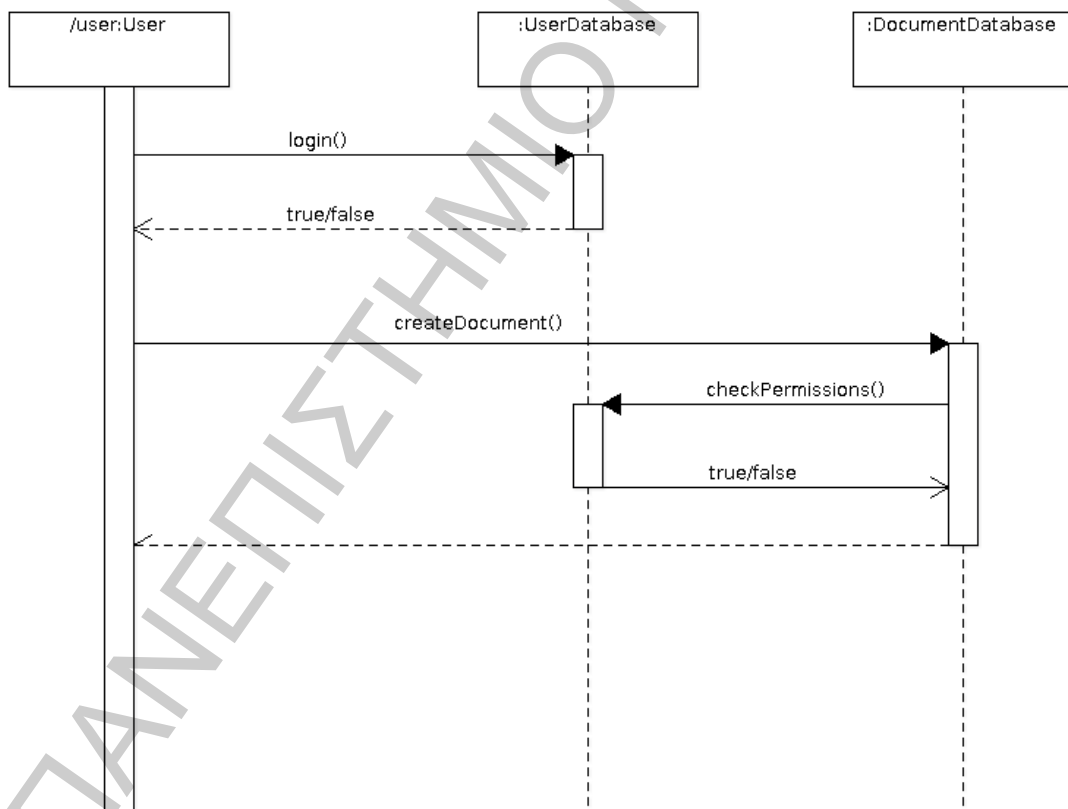
4.3 Διαγράμματα Σειράς

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα σειράς για τις βασικές ενέργειες των χρηστών.

4.3.1 Εισαγωγή Εγγράφου

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται το διάγραμμα σειράς για την διαδικασία εισαγωγής ενός νέου εγγράφου στο σύστημα ΗΔΑ.

Αρχικά, ο χρήστης πρέπει να εισάγει το username και το password (authentication). Η εγκυρότητα των στοιχείων ελέγχεται από την UserDataBase και επιστρέφει θετική ή αρνητική απόκριση. Σε περίπτωση που είναι θετική, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στο σύστημα. Στη συνέχεια, στέλνει ένα αίτημα για τη δημιουργία νέου εγγράφου προς την τάξη που είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία του εγγράφου στη βάση δεδομένων. Πριν όμως ολοκληρωθεί η εργασία, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν ο χρήστης έχει εξουσιοδότηση δημιουργίας εγγράφων (authorization). Σε περίπτωση που δεν έχει, το αίτημά του απορρίπτεται.



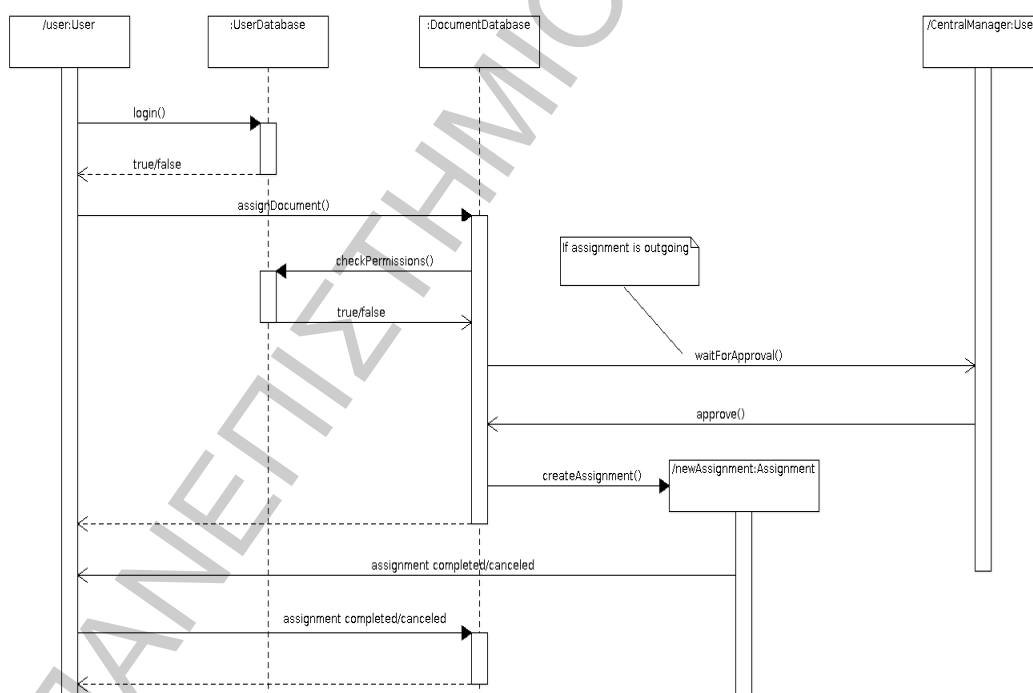
Εικόνα 6: Διάγραμμα σειράς για την διαδικασία εισαγωγής νέου εγγράφου

4.3.2 Ανάθεση Εγγράφου

Στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται το διάγραμμα σειράς για τη διαδικασία δημιουργίας νέας ανάθεσης σε ένα ήδη υπάρχον έγγραφο (εσωτερικό ή έχει σταλεί από εξωτερικό συνεργάτη), το οποίο μπορεί να είναι έγγραφο εσωτερικής διαχείρισης ή εξερχόμενο. Αυτή η κατηγοριοποίηση προκύπτει από τον ανάδοχο της ανάθεσης.

Όπως και προηγουμένως, ο χρήστης πρέπει πρώτα να έχει πραγματοποιήσει login, δηλαδή θα πρέπει να έχει εισάγει το username και το password. Στη συνέχεια καλεί την μέθοδο assignDocument προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάθεση του εγγράφου. Η DocumentDatabase θα πρέπει, πριν ολοκληρωθεί και καταχωρηθεί η ανάθεση να ελέγξει (μέσω της UserDatabase) τα δικαιώματα του χρήστη και εφόσον ικανοποιηθούν, να δημιουργήσει την ανάθεση. Σε περίπτωση που η υπό δημιουργία ανάθεση είναι εξερχόμενη (δηλαδή το έγγραφο επιχειρείται να χρεωθεί σε εξωτερικό οργανισμό), καλείται η μέθοδος waitForApproval, και αναμένει την έγκριση του CentralManager>User προκειμένου να ολοκληρωθεί η ανάθεση.

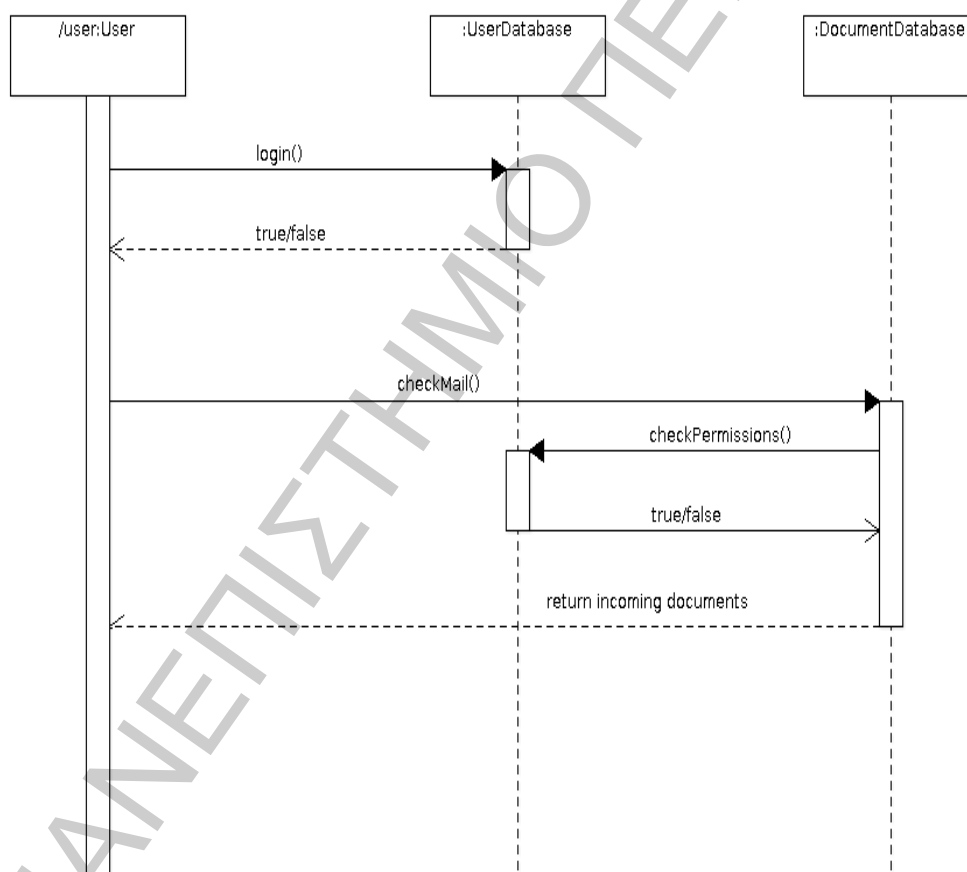
Τέλος, το σύστημα ενημερώνει το χρήστη για την ολοκλήρωση της ανάθεσης (θετική ή αρνητική).



Εικόνα 7: Διάγραμμα σειράς για την δημιουργίας νέας ανάθεσης σε ένα έγγραφο

4.3.3 Έλεγχος Αναθέσεων

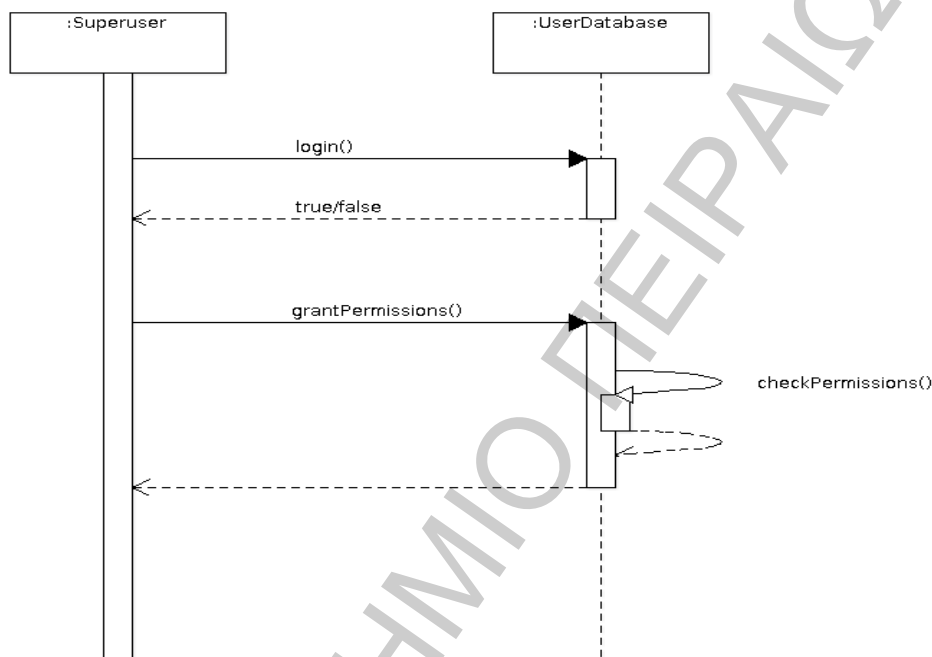
Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται το διάγραμμα σειράς για την διαδικασία ελέγχου του γραμματοκιβωτίου. Και εδώ, όπως και σε κάθε άλλη διαδικασία, απαιτείται προηγουμένως η είσοδος του χρήστη στο σύστημα μέσω της διαδικασίας login. Στη συνέχεια, ο χρήστης στέλνει αίτημα προς την DocumentDatabase, η οποία με τη σειρά της ελέγχει τα δικαιώματα του χρήστη μέσω της μεθόδου checkPermissions. Αν ο χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος, η DocumentDatabase προχωράει στο επόμενο βήμα, όπου επιστρέφει τη λίστα των εγγράφων που έχουν χρεωθεί στον συγκεκριμένο χρήστη. Επίσης, μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρακολουθήσει και τα έγγραφα που έχει χρεώσει ο ίδιος (ή εκ μέρους της μονάδας του).



Εικόνα 8: Διάγραμμα σειράς για την διαδικασία ελέγχου γραμματοκιβωτίου

4.3.4 Ορισμός Δικαιωμάτων

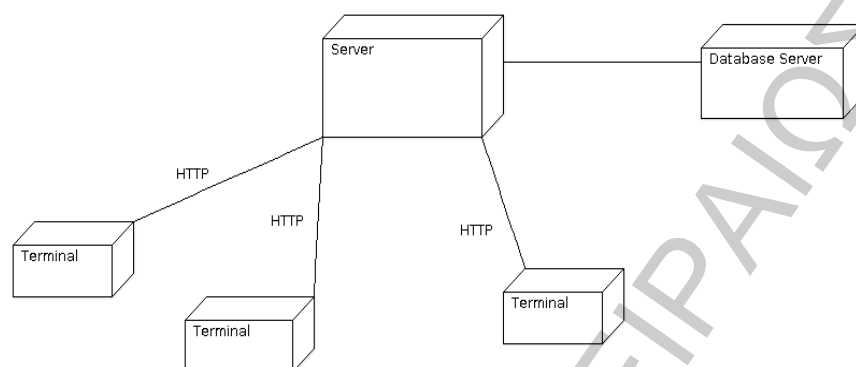
Στην Εικόνα 9 παρουσιάζεται η διαδικασία ορισμού δικαιωμάτων από τον Superuser. Αφού ο χρήστης έχει ολοκληρώσει επιτυχώς τη διαδικασία εισαγωγής στο σύστημα (login), καλείται η μέθοδος grantPermissions, όπου ο superuser ζητάει από την UserDatabase να ορίσει τα νέα δικαιώματα σε κάποιο χρήστη (αφού προηγουμένως έχει ελεγχθεί η εξουσιοδότηση του χρήστη).



Εικόνα 9: Διάγραμμα σειράς για την διαδικασία ανάθεσης ρόλων σε χρήστη

4.4 Εγκατάσταση Συστήματος

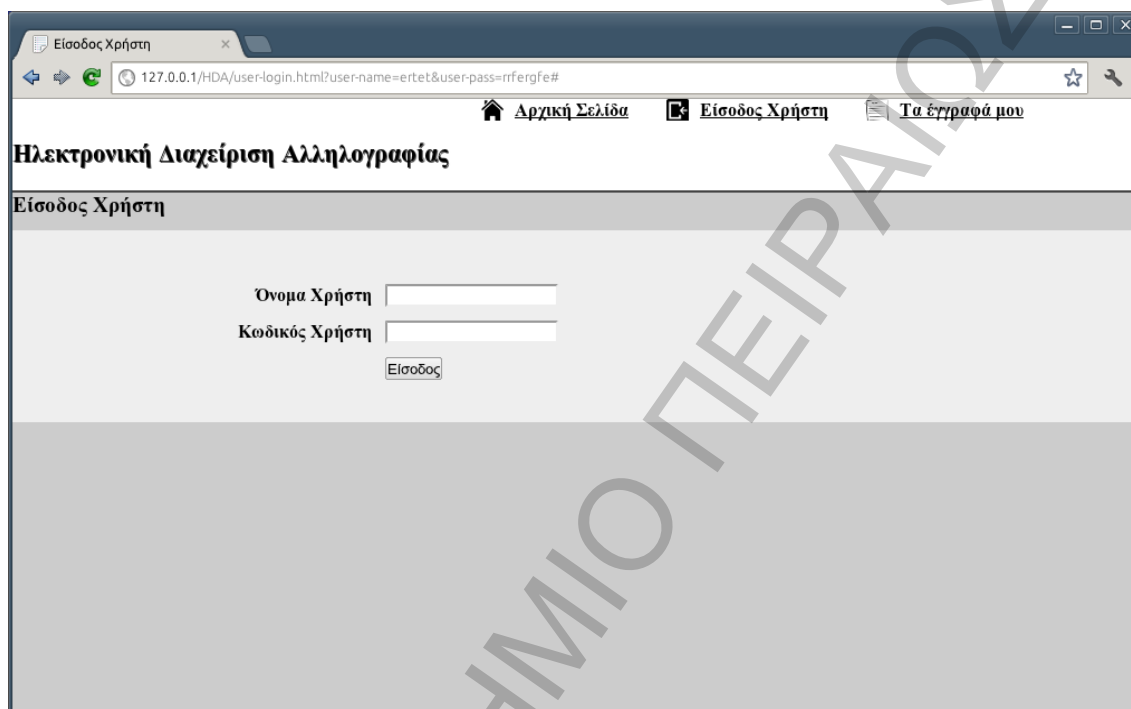
Τέλος, στην Εικόνα 10 παρουσιάζεται μια τυπική διάταξη για την εγκατάσταση του συστήματος. Τα τερματικά (clients) είναι τα σημεία πρόσβασης για τους χρήστες – υπαλλήλους. Τα τερματικά επικοινωνούν μέσω HTTP secure πρωτοκόλλου με τον κεντρικό server, όπου βρίσκεται η εφαρμογή. Τα μηνύματα που θα ανταλλάσσονται θα είναι τύπου SOAP. Η ακριβής μορφή των μηνυμάτων θα είναι παραμετρική. Η βάση δεδομένων του συστήματος θα βρίσκεται σε ξεχωριστό server.



Εικόνα 10: Διάγραμμα ανάπτυξης του συστήματος

5 Υλοποίηση

Το σύστημα ΗΔΑ σχεδιάστηκε με έμφαση στην ευκολία χρήσης από μη εξειδικευμένους χρήστες και στην ταχύτατη και ασφαλή πρόσβαση στις αποθηκευμένες πληροφορίες. Προκειμένου να εξασφαλιστούν τα παραπάνω, σχεδιάστηκαν οι παρακάτω οθόνες με τα χαρακτηριστικά που αναλύονται στη συνέχεια.



Μετά την εκτέλεση της εφαρμογής ΗΔΑ και προκειμένου ο χρήστης να εισέλθει στο σύστημα θα πρέπει να διαπιστευτεί από το σύστημα. Η οθόνη "**Είσοδος Χρήστη**" χρησιμοποιείται από το χρήστη για να εισάγει τα στοιχεία για την διαπίστευσή του. Ο χρήστης πληκτρολογεί στις κατάλληλες θέσεις τους κωδικούς που του έχουν δοθεί, δηλαδή στο πεδίο "Όνομα Χρήστη" το `userId` και στο πεδίο "Κωδικός Χρήστη" το `password`, και στη συνέχεια επιλέγει "Είσοδος". Το σύστημα ελέγχει την ύπαρξη του χρήστη, καθώς και το `password`, και στην περίπτωση που είναι αποδεκτά αποκτά πρόσβαση στο σύστημα. Σε αντίθετη περίπτωση εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.

Εισαγωγή Νέου Εγγράφου

Αριθμός Πρωτοκόλλου

Θέμα

Εισαγωγή Κειμένου

Επισύναψη Εγγράφου No file chosen

Επισύναψη Νέων Εγγράφων +

Κατηγορία Εγγράφου ▼

Εξωτερικό Έγγραφο

Οθόνη "Εισαγωγή νέου εγγράφου": χρησιμοποιείται από το χρήστη προκειμένου να εισάγει ένα νέο έγγραφο στο σύστημα. Ο χρήστης πληκτρολογεί το πεδίο "Θέμα" (υποχρεωτικό πεδίο), εισάγει το κατάλληλο κείμενο στο πεδίο "Εισαγωγή Κειμένου", επισυνάπτει το έγγραφο επιλέγοντας το πεδίο "Choose File", προσθέτει έγγραφα από το πεδίο "Επισύναψη νέων εγγράφων", επιλέγει το είδος του συνημμένου εγγράφου (Υπηρεσιακό έγγραφο, Ειδική οδηγία, Έγκυκλιος, Αίτηση Υπαλλήλου) από το drop-down menu "Κατηγορία Εγγράφου" προκειμένου να χαρακτηριστεί το έγγραφο στο σύστημα. Εφόσον πρόκειται για έγγραφο προερχόμενο από εξωτερικό οργανισμό, ο χρήστης επιλέγει το πεδίο "Εξωτερικό Έγγραφο", οπότε και εμφανίζονται δύο νέα πεδία προς συμπλήρωση, τα οποία παρουσιάζονται στην επόμενη οθόνη. Διαφορετικά, το έγγραφο χαρακτηρίζεται αυτόματα ως εσωτερικό. Επιλέγοντας "Καθαρισμός Πεδίων" η οθόνη επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση και ο χρήστης μπορεί να συμπληρώσει εκ νέου όλα τα πεδία. Επιλέγοντας "Υποβολή Εγγράφου" τα συμπληρωμένα πεδία και τα έγγραφα αποθηκεύονται στο σύστημα, και εξάγεται μήνυμα επιβεβαίωσης. Προαιρετικά, μπορεί να εισαχθεί και ο Αριθμός Πρωτοκόλλου του εγγράφου. Σε περίπτωση μη συμπλήρωσής του, το έγγραφο λαμβάνει αυτόματα Αριθμό Πρωτοκόλλου από το σύστημα, λαμβάνοντας υπ' όψη την μονάδα στην οποία δημιουργείται το έγγραφο.

Εισαγωγή Νέου Εγγράφου

127.0.0.1/HDA/insert-document.html?ap_text=&subject_text=&txt_text=&add_more_button=&document_category_opt=Υπηρεσιακό+Έγγραφο&ext_ap_*

TV/Radio Programming Various Metaptyxiako PC ideologia ergasia 902 phpMyAdmin Other Bookmarks

Αρχική Σελίδα Είσοδος Χρήστη Τα έγγραφά μου

Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας

Εισαγωγή Νέου Εγγράφου

Αριθμός Πρωτοκόλλου

Θέμα

Εισαγωγή Κειμένου

Επισύναψη Εγγράφου No file chosen

Επισύναψη Νέων Εγγράφων +

Κατηγορία Εγγράφου ▼

Εξωτερικό Έγγραφο

Αρχικός Αριθμός Πρωτοκόλλου

Εξωτερικός Οργανισμός

Εφόσον επιλεγεί το πεδίο "Εξωτερικό Έγγραφο", εμφανίζονται δύο νέα υποχρεωτικά πεδία προς συμπλήρωση, το πεδίο "Αρχικός Αριθμός Πρωτοκόλλου" όπου συμπληρώνεται ο αριθμός πρωτοκόλλου του εγγράφου του εξωτερικού οργανισμού που απέστειλε το έγγραφο και το πεδίο "Εξωτερικός Οργανισμός", όπου συμπληρώνεται η επωνυμία του αποστολέα του εγγράφου.

Οθόνη Μονάδας | Εισερχόμενα

127.0.0.1/HDA/unit-inbox.html

Αρχική Σελίδα | Εισερχόμενα Χρήστη | Τα έγγραφά μου

Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας

- Μονάδα
 - Εισερχόμενα
 - Αναθέσεις
 - Διεκπεραιωμένα
 - Απορριφθέντα
- Χρήστης

Εισερχόμενα

Αναζήτηση... Σύνθεση Αναζήτησης...

Θέμα	Από	Κατηγορία	Ημερία Ανάθεσης	Ημερία Διεκπεραίωσης
<input type="checkbox"/> Υλοποίηση ONline Κατάθεσης σε ATM	Διοίκηση	Υπηρεσιακό Έγγραφο	07-06-2013	09-10-2013
<input checked="" type="checkbox"/> Αίτηση Χορήγησης Άδειας	Κώστας Κασκαρικός	Αίτηση Υπαλλήλου	07-06-2013	-
<input checked="" type="checkbox"/> Επτόκια Καταθετικών Προϊόντων	Διεύθυνση Οργάνωσης	Εγκύκλιος	06-06-2013	-
<input type="checkbox"/> Τιμολόγηση Υπηρεσιών	Co-daxaa	Υπηρεσιακό Έγγραφο	06-06-2013	-
<input checked="" type="checkbox"/> Οδηγίες Χρήσης Online Συστήματος	Διεύθυνση Οργάνωσης	Ειδική Οδηγία	05-06-2013	-
<input checked="" type="checkbox"/> Επιλογή Όλων			< Σελίδα 1 από 3 >	

Αποδοχή | Απόρριψη | Διεκπεραίωση | Ανάθεση

Οθόνη Διαχείρισης Εισερχόμενης Αλληλογραφίας: Αριστερά επάνω εμφανίζεται το μενού με τις διαθέσιμες επιλογές της Μονάδας ανά είδος εργασίας (Εισερχόμενα, Αναθέσεις, Διεκπεραιωμένα και Απορριφθέντα) και αριστερά κάτω τα προσωπικά έγγραφα του Χρήστη. Δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης του χρήστη όπου φαίνονται τα στοιχεία των εγγράφων, ανάλογα με το ρόλο που έχει ο χρήστης στο σύστημα, προκειμένου να επιλέξει κάποιο, κάποια έγγραφα ή όλα τα έγγραφα εφόσον επιλέξει "Επιλογή Όλων" για περαιτέρω επεξεργασία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο Χρήστης θα πρέπει να έχει τα αντίστοιχα δικαιώματα παρακολούθησης των εγγράφων που αφορούν τη μονάδα του, όπως αυτά περιγράφονται αναλυτικά στα Κεφάλαια 3.4 και 4.2.

Τα αναλυτικά στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη είναι το θέμα του εγγράφου, ο αποστολέας, η κατηγορία του εγγράφου, η ημερομηνία ανάθεσης στο χρήστη, καθώς και η ημερομηνία τελικής διεκπεραίωσης εφόσον το έγγραφο έχει διεκπεραιωθεί. Στο κάτω μέρος της οθόνης, εμφανίζονται οι επιλογές του χρήστη σχετικά με την πορεία του εγγράφου και ανάλογα με την εξουσιοδότηση που του έχει δοθεί : Αποδοχή ή Απόρριψη του εγγράφου, όπου μπορεί να αποδεχθεί ή να απορρίψει ένα έγγραφο, εφόσον η κατάσταση του εγγράφου δεν είναι τελική και Ανάθεση ή Διεκπεραίωση, εφόσον ο χρήστης έχει το ρόλο του "Υπεύθυνου Δρομολόγησης - Διεκπεραίωσης", του "Υπεύθυνου Διεύθυνσης Αλληλογραφίας" ή του "Διαχειριστή Συστήματος".

Οθόνη Μονάδας | Εξερχόμ...

127.0.0.1/HDA/unit-outbox.html

TV/Radio Programming Various Metaptychiako PC Ideologia ergasia 902 phpMyAdmin Other Bookmarks

Αρχική Σελίδα Είσοδος Χρήστη Τα έγγραφά μου

Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας

- Μονάδα
 - Εισερχόμενα
 - Αναθέσεις
 - Διεκπεραιωμένα
 - Απορριφθέντα
- Χρήστης

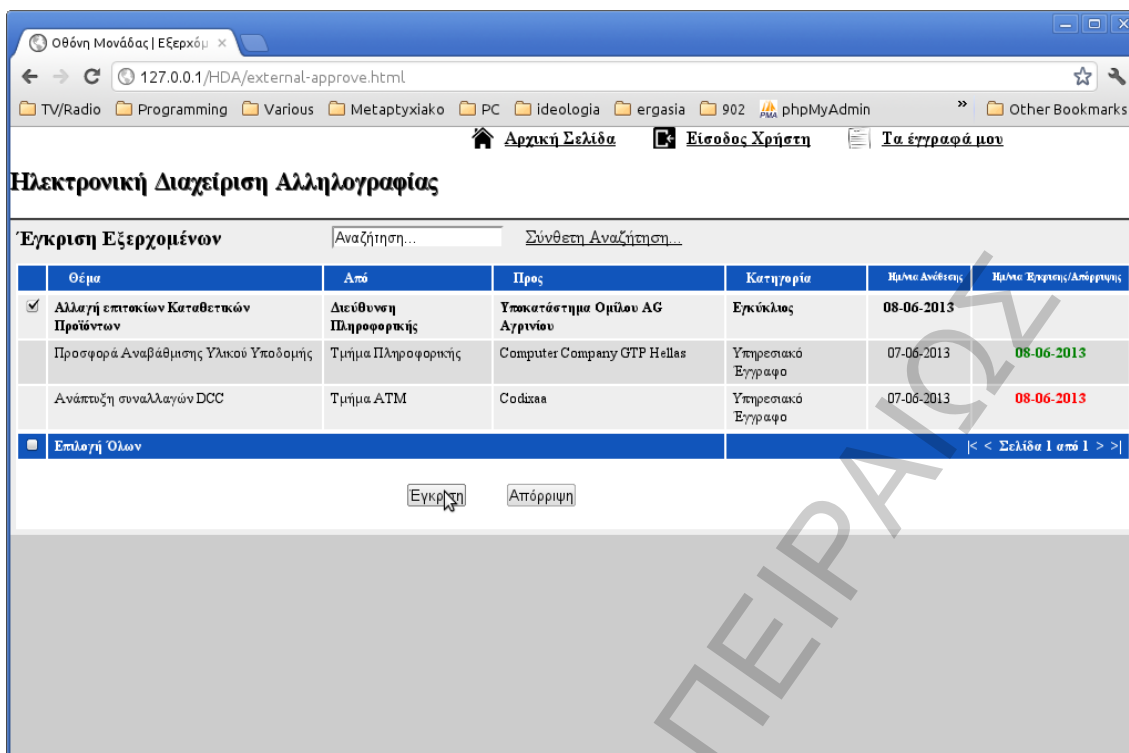
Αναθέσεις Αναζήτηση... Σύνθετη Αναζήτηση...

	Θέμα	Προς	Κατηγορία	Ημερ. Ανάθεσης	Ημερ. Διεκπεραίωσης	Κατάσταση
<input type="checkbox"/>	Υλοποίηση ONline Κατάθεσης σε ΑΤΜ	Τμήμα ΑΤΜ	Υπηρεσιακό Έγγραφο	07-06-2013	01-10-2013	
<input type="checkbox"/>	Ανάπτυξη συναλλαγών DCC	Τμήμα ΑΤΜ	Υπηρεσιακό Έγγραφο	12-05-2013	29-05-2013	Εκπρόθεσμο
<input checked="" type="checkbox"/>	Επιλογή Όλων					< < Σελίδα 1 από 1 > >

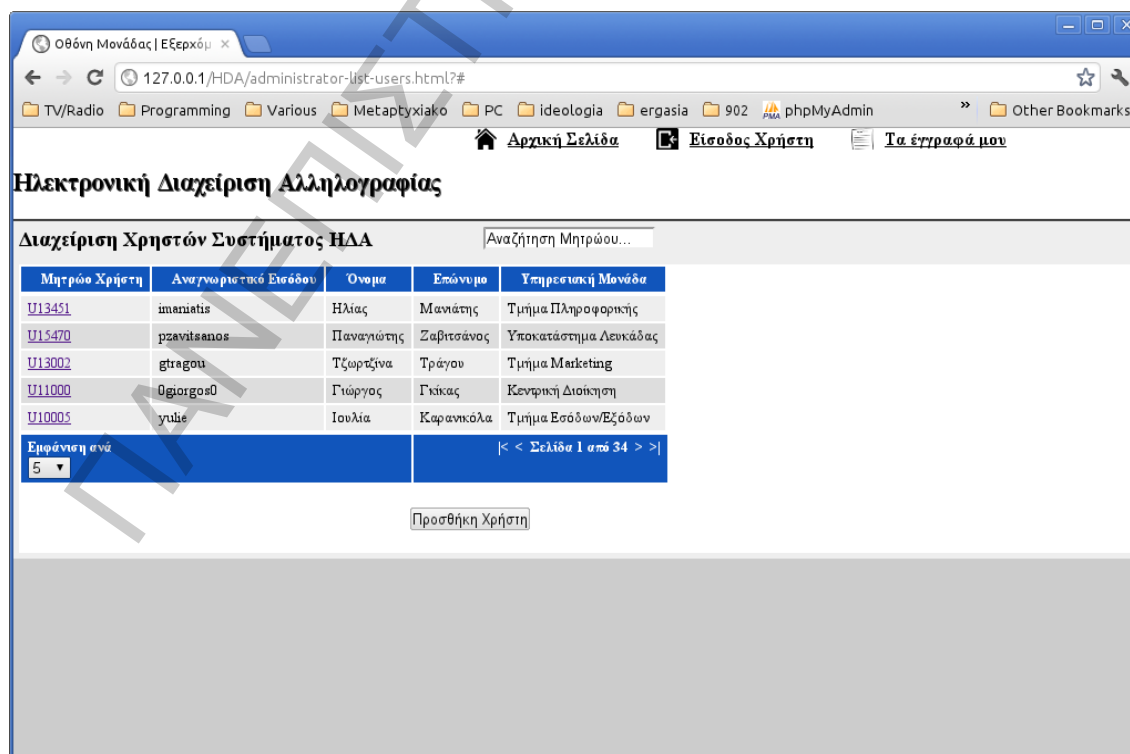
Απόρριψη Διεκπεραίωση

Οθόνη Αναθέσεων: Η οθόνη αναθέσεων πραγματοποιείται τα εξερχόμενα έγγραφα από τη μονάδα προς τρίτους, δηλαδή ή σε εξωτερικούς παράγοντες ή σε μονάδες του ίδιου οργανισμού ή ακόμα και σε φυσικά πρόσωπα, είτε αυτά ανήκουν, είτε δεν ανήκουν στην εν λόγω μονάδα. Αριστερά επάνω εμφανίζεται το μενού με τις διαθέσιμες επιλογές της Μονάδας ανά είδος εργασίας (Εισερχόμενα, Αναθέσεις, Διεκπεραιωμένα και Απορριφθέντα) και αριστερά κάτω τα προσωπικά έγγραφα του Χρήστη. Δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης του χρήστη όπου φαίνονται τα στοιχεία των εγγράφων που έχουν ανατεθεί, προκειμένου να επιλέξει κάποιο, κάποια έγγραφα ή όλα τα έγγραφα.

Τα αναλυτικά στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη είναι το θέμα του εγγράφου, ο παραλήπτης της ανάθεσης, η κατηγορία του εγγράφου, η ημερομηνία ανάθεσης, καθώς και η επιθυμητή (από τον αναθέτη) ημερομηνία διεκπεραίωσης. Στη στήλη "Κατάσταση" εμφανίζονται σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά την κατάσταση του έργου που σχετίζεται με το έγγραφο. Για παράδειγμα, ένα έργο εκπρόθεσμο, όπου δηλαδή δεν έχει σημανθεί ως "Διεκπεραιωμένο" παρόλο που έχει παρέλθει η επιθυμητή ημερομηνία διεκπεραίωσης, χαρακτηρίζεται ως "Εκπρόθεσμο" και εμφανίζεται με κόκκινους χαρακτήρες, ενώ ένα έγγραφο που έχει διεκπεραιωθεί εντός προθεσμίας, χαρακτηρίζεται ως "Διεκπεραιωμένο" με πράσινη γραμματοσειρά. Στο κάτω μέρος της οθόνης, εμφανίζονται οι επιλογές του χρήστη σχετικά με την πορεία του εγγράφου και ανάλογα με την εξουσιοδότηση που του έχει δοθεί : Απόρριψη του εγγράφου, όπου μπορεί να ακυρώσει μια ανάθεση, και Διεκπεραίωση, προκειμένου να σημανθεί ένα έγγραφο ως διεκπεραιωμένο από τον αναθέτη, αντί του αναδόχου της ανάθεσης.



Οθόνη Έγκρισης Εξερχομένων: Ειδική Οθόνη μέσω της οποίας ο Central Manager μπορεί να εποπτεύσει τα υποψήφια εξερχόμενα από τη μονάδα έγγραφα και να εγκρίνει ή να απορρίψει τη διακίνησή τους (πλήκτρα Έγκριση και Απόρριψη). Σε περίπτωση απόρριψης, ο Central Manager μπορεί να σημειώσει τους λόγους της απόρριψης, όπου θα εμφανιστούν στον αρχικό αποστολέα, στα εισερχόμενα έγγραφά του.



Οθόνη Διαχείρισης Χρηστών Συστήματος: Ειδική οθόνη, στην οποία διατηρεί δικαιώματα πρόσβασης μόνο ο Superuser (administrator του συστήματος). Στην οθόνη αυτή, ο Superuser μπορεί να πραγματοποιήσει ανάκτηση όλων των χρηστών του συστήματος. Επιλέγοντας τον αριθμό μητρώου ενός χρήστη, μεταφέρεται στην οθόνη επεξεργασίας χρήστη (βλ. παρακάτω) για περαιτέρω επεξεργασία των στοιχείων του χρήστη, αλλαγή του συνθηματικού του για την είσοδο στο σύστημα¹ κλπ (βλ. Οθόνη Επεξεργασίας Χρηστών). Επίσης, μέσω της οθόνης αυτής, ο Superuser μπορεί να εισάγει νέους χρήστες στο σύστημα, μέσω της επιλογής “Προσθήκη Χρήστη”.

Εισαγωγή Νέου Εγγράφου

127.0.0.1/HDA/administrator-edit-user.html

TV/Radio Programming Various Metaptyxiako PC ideology ergasia 902 phpMyAdmin Other Bookmarks

Αρχική Σελίδα Είσοδος Χρήστη Τα έγγραφά μου

Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας

Επεξεργασία Χρήστη

Αριθμός Μητρώου: U12002

Αναγνωριστικό Εισόδου: etrouglis

Κωδικός Εισόδου:

Επιβεβαίωση Κωδικού:

Όνομα: Ευγένιος

Επώνυμο: Τρούγλης

Οργ. Μονάδα: Κεντρική Διοίκηση

e-mail: etrouglis@etairia.gr

Τηλέφωνο: 2109999999

Ρόλος Χρήστη: Creator

Προσαρμογή:

	Προσωπικά	Μονάδας	Όλα
<input type="checkbox"/> Ανάθεση ρόλων	<input checked="" type="checkbox"/> Δημιουργία	<input type="checkbox"/> Δημιουργία	<input type="checkbox"/> Προβολή
<input type="checkbox"/> Έγκριση Εξερχομένων	<input checked="" type="checkbox"/> Προβολή	<input type="checkbox"/> Προβολή	<input type="checkbox"/> Δρομολόγηση
	<input checked="" type="checkbox"/> Δρομολόγηση	<input type="checkbox"/> Δρομολόγηση	<input type="checkbox"/> Διεκπεραίωση
	<input checked="" type="checkbox"/> Διεκπεραίωση	<input type="checkbox"/> Διεκπεραίωση	

Ενημέρωση Στοιχείων Χρήστη Διαγραφή Χρήστη

Οθόνη Επεξεργασίας Χρήστη: Μέσω της οθόνης αυτής, ο superuser μπορεί να επεξεργαστεί τα στοιχεία ενός ήδη υπάρχοντα χρήστη ή να εισάγει έναν νέο. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε περίπτωση τα στοιχεία που ζητούνται είναι τα κάτωθι:

- Αριθμός Μητρώου.
- Αναγνωριστικό Εισόδου (username).
- Κωδικός Εισόδου (πρόκειται για τον προσωρινό κωδικό - password)
- Όνομα και επώνυμο χρήστη – υπαλλήλου.

¹

Η αλλαγή συνθηματικού -είτε στην περίπτωση εισαγωγής νέου χρήστη, είτε στην περίπτωση επεξεργασίας ενός ήδη υπάρχοντος χρήστη, πραγματοποιείται ως εξής: Ο superuser ορίζει ένα προσωρινό συνθηματικό -temporary- το οποίο αποστέλλεται αυτόματα στο email του χρήστη, με ένα ειδικά διαμορφωμένο σύνδεσμο (link), τον οποίο ο χρήστης καλείται να ακολουθήσει, προκειμένου να επιβεβαιώσει την αλλαγή κωδικού και να εισάγει τον νέο κωδικό πρόσβασης που επιθυμεί.

- Οργανωτική Μονάδα στην οποία ανήκει ο χρήστης, την οποία επιλέγει ο superuser από αναδυόμενη λίστα, που περιέχει ήδη της μονάδες που έχουν δηλωθεί κατά την εγκατάσταση του συστήματος.
- E-mail και τηλέφωνο χρήστη.
- Ρόλος Χρήστη. Επιλογή ενός από τους ήδη υπάρχοντες ρόλους.

Σε περίπτωση όπου υπάρχει η ανάγκη δημιουργίας ενός πιο εξειδικευμένου ρόλου χρήστη, όπου δηλαδή οι ήδη υπάρχοντες ρόλοι δεν μπορούν να καλύψουν μια συγκεκριμένη απαίτηση, επιλέγοντας "Προσαρμογή", μπορούν να οριστούν τα δικαιώματα του χρήστη κατ' επιλογήν, σε επίπεδο προσωπικών εγγράφων-χρεώσεων, μονάδας και ολόκληρου του οργανισμού (βλ. Κεφάλαιο 4.2).

Ακόμη, ο superuser μπορεί να διαγράψει έναν ήδη υπάρχοντα χρήστη, επιλέγοντας Διαγραφή Χρήστη².

2

Με τον όρο διαγραφή, τα στοιχεία του χρήστη δε διαγράφονται από το σύστημα, απλώς καθίσταται ανενεργός. Όλα τα δεδομένα του διατηρούνται στη ΒΔ για λόγους ιστορικότητας και αναφοράς (audit control).

6 Συμπεράσματα

Σε σχέση με την αρχική διατύπωση των στόχων της παρούσας εργασίας (βλ. Κεφάλαιο 1.1), επιχειρήθηκε και μια πρωτόλεια υλοποίηση του γραφικού συστήματος διεπαφής. Σκοπός αυτού του επιπλέον βήματος ήταν να δοθεί η δυνατότητα περαιτέρω αξιολόγησης αλλά και επανασχεδιασμού του υπό κατασκευή συστήματος.

Ως γνωστόν, η μεθοδολογία RUP υπαγορεύει ακριβώς αυτή τη διαδικασία, δηλαδή την ανάπτυξη αρχικών εκδόσεων της εφαρμογής προτού οριστικοποιηθούν οι λειτουργικές απαιτήσεις και οι τεχνικές προδιαγραφές. Ήδη, μέσω της πραγμάτευσης που προηγήθηκε, μπορούν εύκολα να διαπιστωθούν ελλείψεις και δυνατότητες επέκτασης της καταγεγραμμένης λειτουργικότητας που σε πραγματικές συνθήκες θα αξιοποιούνταν στην επόμενη φάση σχεδιασμού.

Ωστόσο, εξετάζοντας και πάλι τα βασικά χαρακτηριστικά που διατυπώθηκαν στους στόχους της εργασίας, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι καλύπτονται.

7 Βιβλιογραφία

- Eckel, B. (2003). "Thinking in Java 3rd Edition", Prentice Hall.
- Βίρβου, Μ. "Σημειώσεις Μαθήματος: Τεχνολογία Λογισμικού", Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Greanier, T. (2005). "Java – Εισαγωγή στη Σύγχρονη Τεχνολογία", Αθήνα: Μ. Γκιούρδας.
- Ασημακόπουλος, Ν.Α., Αγγελής, Γ.Λ., Θεοχαρόπουλος, Ι.Χ., Δημητρίου, Ν.Κ. (2007), "ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ & ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ /Επισκόπηση των Μεθοδολογιών, των Γλωσσών και των Εργαλείων για την Ανάπτυξη Οντολογιών, Τμήμα Πληροφορικής", Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Lervik, L., Vergard B. (2004). " Javal the UML Way: Intergrating Object - Orented Design and Programming ", Αθήνα: Κλειδάριθμος
- Γερογιάννης Β., Κακαρόντζας Γ., Καμέας Α., Σταμέλος Γ., Φιτσιλής Π. (2006). "Αντικειμενοστρεφής Ανάπτυξη Λογισμικού με τη UML", Αθήνα: Κλειδάριθμος

8 Παραρτήματα

Κώδικας για τη δημιουργία των διεπαφών

8.1 Οθόνη “Είσοδος Χρήστη”

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <title>Είσοδος Χρήστη</title>
  <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
  <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
</head>
<body>
  <div id="wrapper">
  <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
  <ul class="menu">
    <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
    <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
    <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά μου</a></li>
  </ul>
  <div style="clear: both;"></div>
</div>
  <h2>Είσοδος Χρήστη</h2>
  <div id="content">
  <form action="#">
  <table id="user-login">
    <tr><th><label for="user-name">Όνομα
Χρήστη</label></th><td><input type="text" id="user-name" name="user-name"
/></td></tr>
    <tr><th><label for="user-pass">Κωδικός
Χρήστη</label></th><td><input type="password" id="user-pass" name="user-
pass" /></td></tr>
    <tr><th>&nbsp;</th><td><button type="submit" id="login-
button">Είσοδος</button></td></tr>
  </table>
  </form>
  </div>
</div>
</body>
</html>

```

8.2 Οθόνη “Εισαγωγή Νέου Εγγράφου”

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">

```

```

<head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <title>Εισαγωγή Νέου Εγγράφου</title>
  <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
  <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
  <script type="text/javascript">
    $(document).ready(function() {
      $('#form-opt').hide();
      $('#external_check').change(function(){
        if ($(this).is(':checked')) {
          $('#form-opt').show();
        } else {
          $('#form-opt').hide();
        }
      });
    });
  </script>
</head>
<body>
  <div id="wrapper">
    <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
      <ul class="menu">
        <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
        <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
        <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
      </ul>
      <div style="clear: both;"></div>
    </div> <!-- header -->
    <h2>Εισαγωγή Νέου Εγγράφου</h2>
    <div id="content">
      <form action="#">
        <div id="form">
          <table>
            <tbody>
              <tr><td class="labels"><label
for="ap_text">Αριθμός Πρωτοκόλλου</label></td><td><input type="text"
id="ap_text" size="10"/></td></tr>
              <tr><td class="labels"><label
for="subject_text">Θέμα</label></td><td><input type="text" id="subject_text"
size="30"></input></td></tr>
              <tr><td colspan="2"><label
for="txt_text">Εισαγωγή Κειμένου</label><br /><textarea id="txt_text"
rows="5" cols="50"></textarea></td></tr>
              <tr><td class="labels"><label
for="attach_file_button">Επισύναψη Εγγράφου</label></td><td><input
type="file" id="attach_file_button"/></td></tr>
              <tr><td class="labels"><label
for="add_more_button">Επισύναψη Νέων Εγγράφων</label></td><td><button
id="add_more_button" type="submit">+</button></td></tr>
              <tr><td class="labels"><label
for="document_category_opt">Κατηγορία Εγγράφου</label></td><td><select
id="document_category_opt"><option id="yp_doc">Υπηρεσιακό
Εγγράφο</option><option id="eid_doc">Ειδική οδηγία</option><option

```

```

id="egk_doc">Εγκύκλιος διεύθυνσης</option><option id="ait_doc">Αίτηση
υπαλλήλου</option> </select> </td></tr>
<tr><td class="labels"><label
for="external_check">Εξωτερικό Έγγραφο</label></td><td><input
type="checkbox" name="external_check" id="external_check"/></td></tr>
</tbody>
</table>
<div id="form-opt">
<table>
<tbody>
<tr><td
class="labels"><label for="ext_ap_text">Αρχικός Αριθμός
Πρωτοκόλλου</label></td><td><input type="text" id="ext_ap_text"
size="10"></input></td></tr>
<tr><td
class="labels"><label for="ext_org_text">Εξωτερικός
Οργανισμός</label></td><td><input type="text" id="ext_org_text"
size="30"></input></td></tr>
</tbody>
</table>
</div>
</div>
<div id="buttons">
<button name="reset_button"
type="reset">Καθαρισμός Πεδίων</button>
<button name="ok_button"
type="submit">Υποβολή Εγγράφου</button>
</div>
</form>
</div>
</div>
</body>
</html>

```

8.3 Οθόνη “Διαχείριση Εισερχόμενης Αλληλογραφίας”

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Οθόνη Μονάδας | Εισερχόμενες Αναθέσεις</title>
<link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
<link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="tables.css" />
<script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
jQuery.fn.alternateRowColors = function() {
    $('tbody tr:odd', this).removeClass('even').addClass('odd');
    $('tbody tr:even', this).removeClass('odd').addClass('even');
    return this;
};
$(document).ready(function() {
    $('table.sortable').each(function() {
        var $table=$(this);

```

```

        $table.alternateRowColors();
    })
    });
</script>
</head>
<body>
    <div id="wrapper">
        <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
            <ul class="menu">
                <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
                <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
                <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
            </ul>
            <div style="clear: both;">
            </div>
        </div> <!-- header -->
        <div id="sidePane">
            <ul>
                <li class="highlight">Μονάδα</li>
                <li class="hasChild">
                    <ul>
                        <li
class="highlight">Εισερχόμενα</li>
                        <li
class="nohighlight">Αναθέσεις</li>
                        <li
class="nohighlight">Διεκπεραιωμένα</li>
                        <li
class="nohighlight">Απορριφθέντα</li>
                    </ul>
                </li>
                <li>Χρήστης</li>
            </ul>
        </div> <!-- end sidePane -->
        <div id="content" class="inbox">
            <div id="inboxHeader">
                <h2>Εισερχόμενα</h2>
            </div>
            <div id="search-box">
                <form action="#">
                    <input type="text" value="Αναζήτηση..." /><a
href="#">Σύνθεση Αναζήτηση...</a>
                </form>
            </div>
            <div style="clear: both;">
            </div>
            <div id="inbox">
                <table class="sortable paginated">
                    <thead>
                        <tr>
                            <th></th>

```

```

alpha">Θέμα</th>
alpha">Από</th>
alpha">Κατηγορία</th>
Ανάθεσης</th>
Διευκρίνωσης</th>
</tr>
</thead>
<tfoot>
<tr>
<td><form action="#"><input
type="checkbox" id="checkAll" /></form></td>
<td colspan="3">Επιλογή
Όλων</td><td class="paginationInfo"
colspan="2">| &lt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &lt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; Σελίδα 1 από
3&nbsp; &nbsp; &gt; &nbsp; &nbsp; &gt; |</td>
</tr>
</tfoot>
<tbody>
<tr>
<td>
<form action="#"><input
type="checkbox" id="check1" /></form>
</td>
<td>Υλοποίηση Online Κατάθεσης
σε ATM</td>
<td>Διοίκηση</td>
<td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
<td class="date">07-06-
2013</td>
<td class="date">09-10-
2013</td>
</tr>
<tr>
<td>
<form action="#"><input
type="checkbox" id="check2" checked="checked" /></form>
</td>
<td>Αίτηση Χορήγησης
Αδειας</td>
<td>Κώστας Κασκαρίκας</td>
<td>Αίτηση Υπαλλήλου</td>
<td class="date">07-06-
2013</td>
<td class="date">-</td>
</tr>
<tr>
<td>
<form action="#"><input
type="checkbox" id="check3" checked="checked" /></form>
</td>

```

```

<td>Επιτόκια Καταθετικών
Προϊόντων</td>
<td>Διεύθυνση Οργάνωσης</td>
<td>Εγκύκλιος</td>
<td class="date">06-06-
2013</td>
<td class="date">--</td>
</tr>
<tr>
<td>
<form action="#"><input
type="checkbox" id="check4" /></form>
</td>
<td>Τιμολόγηση Υπηρεσιών</td>
<td>Codixaa</td>
<td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
<td class="date">06-06-
2013</td>
<td class="date">--</td>
</tr>
<tr>
<td>
<form action="#"><input
type="checkbox" id="check5" checked="checked" /></form>
</td>
<td>Οδηγίες Χρήσης Online
Συστήματος</td>
<td>Διεύθυνση Οργάνωσης</td>
<td>Ειδική Οδηγία</td>
<td class="date">05-06-
2013</td>
<td class="date">--</td>
</tr>
</tbody>
</table>
<form action="#" id="action-buttons">
<button type="submit"
id="accept">Αποδοχή</button>
<button type="submit"
id="reject">Απόρριψη</button>
<button type="submit"
id="completed">Διακπεραίωση</button>
<button type="submit"
id="accept">Ανάθεση</button>
</form>
</div> <!-- end inbox div -->
</div> <!-- end content div -->
</div> <!-- end wrapper div -->
</body>
</html>

```

8.4 Οθόνη Αναθέσεων

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">

```

```

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <title>Οθόνη Μονάδας | Εξερχόμενες Αναθέσεις</title>
  <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
  <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="tables.css" />
  <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
  <script type="text/javascript">
    jQuery.fn.alternateRowColors = function() {
      $('tbody tr:odd', this).removeClass('even').addClass('odd');
      $('tbody tr:even', this).removeClass('odd').addClass('even');
      return this;
    };
    $(document).ready(function() {
      $('table.sortable').each(function() {
        var $table=$(this);
        $table.alternateRowColors();
      })
      $('.status').each(function() {
        if($(this).val == 'Εκπρόθεσμο') {
          $(this).css({'color':'#ff0000'});
        }
      });
    });
  </script>
</head>
<body>
  <div id="wrapper">
    <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
      <ul class="menu">
        <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
        <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
        <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
      </ul>
      <div style="clear: both;">
      </div>
      </div> <!-- header -->
      <div id="sidePane">
        <ul>
          <li class="highlight">Μονάδα</li>
          <li class="hasChild">
            <ul>
              <li class="highlight">Μονάδα</li>
              <li class="nohighlight">Εισερχόμενα</li>
              <li class="highlight">Αναθέσεις</li>
              <li class="nohighlight">Διεκπεραιωμένα</li>
              <li class="nohighlight">Απορριφθέντα</li>
            </ul>
          </li>
        </ul>
      </div>
    </div>
  </body>
</html>

```

```

        <li>Χρήστης</li>
    </ul>
</div> <!-- end sidePane -->
<div id="content" class="inbox">
    <div id="inboxHeader">
        <h2>Αναθέσεις</h2>
    </div>
    <div id="search-box">
        <form action="#">
            <input type="text" value="Αναζήτηση..." /><a
href="#">Σύνθετη Αναζήτηση...</a>
        </form>

    </div>
    <div style="clear: both;">
</div>

    <div id="inbox">
        <table class="sortable paginated">
            <thead>
                <tr>
                    <th></th>
                    <th class="sort-
alpha">Θέμα</th>
                    <th class="sort-
alpha">Προς</th>
                    <th class="sort-
alpha">Κατηγορία</th>
                    <th class="sort-date">Ημ/νία
Ανάθεσης</th>
                    <th class="sort-date">Ημ/νία
Διεκπεραίωσης</th>
                    <th>Κατάσταση</th>
                </tr>
            </thead>
            <tfoot>
                <tr>
                    <td><form action="#"><input
type="checkbox" id="checkAll" /></form></td>
                    <td colspan="3">Επιλογή
Όλων</td><td class="paginationInfo"
colspan="3">| &lt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &lt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; Σελίδα 1 από
1 &nbsp; &nbsp; &nbsp; &gt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &gt; |</td>
                </tr>
            </tfoot>
            <tbody>
                <tr>
                    <td>
                        <form action="#"><input
type="checkbox" id="check1" /></form>
                        </td>
                    <td>Υλοποίηση ONline Κατάθεσης
σε ATM</td>
                    <td>Τμήμα ATM</td>

```



```

                <td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
                <td class="date">07-06-
2013</td>
                <td class="date">01-10-
2013</td>
                <td class="status"></td>
            </tr>
            <tr>
                <td>
                    <form action="#"><input
type="checkbox" id="check1" /></form>
                </td>
                <td>Ανάπτυξη συναλλαγών
DCC</td>
                <td>Τμήμα ATM</td>
                <td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
                <td class="date">12-05-
2013</td>
                <td class="date">29-05-
2013</td>
                <td
class="status">Εκπρόθεσμο</td>
            </tr>
        </tbody>
    </table>
    <form action="#" id="action-buttons">
        <button type="submit"
id="accept">Αποδοχή</button>
        <button type="submit"
id="reject">Απόρριψη</button>
        <button type="submit"
id="completed">Διακπεραίωση</button>
    </form>
</div> <!-- end inbox div -->
</div> <!-- end content div -->
</div> <!-- end wrapper div -->
</body>
</html>

```

8.5 Οθόνη Έγκρισης Εξερχομένων

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <title>Οθόνη Μονάδας | Εξερχόμενες Αναθέσεις</title>
    <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
    <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="tables.css" />
    <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript">
        jQuery.fn.alternateRowColors = function() {
            $('tbody tr:odd', this).removeClass('even').addClass('odd');

```

```

        $('tbody tr:even', this).removeClass('odd').addClass('even');
        return this;
    };
    $(document).ready(function() {
        $('table.sortable').each(function() {
            var $table=$(this);
            $table.alternateRowColors();
        })
        $('.status').each(function() {
            if($(this).val = 'Εκπρόθεσμο') {
                $(this).css({'color':'#ff0000'});
            }
        });
    });
</script>
</head>
<body>
    <div id="wrapper">
        <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
            <ul class="menu">
                <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
                <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
                <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
            </ul>
            <div style="clear: both;">
            </div>
        </div> <!-- header -->
        <!--<div id="sidePane">
            <ul>
                <li class="highlight">Μονάδα</li>
                <li class="hasChild">
                    <ul>
                        <li
class="nohighlight">Εισερχόμενα</li>
                        <li class="highlight">Αναθέσεις</li>
                        <li
class="nohighlight">Διεκπεραιωμένα</li>
                        <li
class="nohighlight">Απορριφθέντα</li>
                    </ul>
                </li>
                <li>Χρήστης</li>
            </ul>
        </div> <!-- end sidePane -->
        <div id="content" class="inbox">
            <div id="outgoingHeader">
                <h2>Εγκριση Εξερχομένων</h2>
            </div>
            <div id="search-box">
                <form action="#">
                    <input type="text" value="Αναζήτηση..." /><a
href="#">Σύνθετη Αναζήτηση...</a>

```



```

                <td>Τμήμα Πληροφορικής</td>
                <td>Computer Company GTP
Hellas</td>
                <td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
                <td class="date">07-06-
2013</td>
                <td class="date"
style="color:green; font-weight:bold;">08-06-2013</td>
            </tr>
            <tr>
                <td></td>
                <td>Ανάπτυξη συναλλαγών
DCC</td>
                <td>Τμήμα ATM</td>
                <td>Codixaa</td>
                <td>Υπηρεσιακό Έγγραφο</td>
                <td class="date">07-06-
2013</td>
                <td class="date"
style="color:red; font-weight:bold;">08-06-2013</td>
            </tr>
        </tbody>
    </table>
    <form action="#" id="action-buttons">
        <button type="submit"
id="accept">Εγκρίση</button>
        <button type="submit"
id="reject">Απόρριψη</button>
    </form>
</div> <!-- end inbox div -->
</div> <!-- end content div -->
</div> <!-- end wrapper div -->
</body>
</html>

```

8.6 Οθόνη Διαχείρισης Χρηστών του Συστήματος

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <title>Οθόνη Μονάδας | Εξερχόμενες Αναθέσεις</title>
    <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
    <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="tables.css" />
    <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript">
        jQuery.fn.alternateRowColors = function() {
            $('tbody tr:odd', this).removeClass('even').addClass('odd');
            $('tbody tr:even', this).removeClass('odd').addClass('even');

```

```

        return this;
    };
    $(document).ready(function() {
        $('table.sortable').each(function() {
            var $table=$(this);
            $table.alternateRowColors();
        })
        $('.status').each(function() {
            if($(this).val == 'Εκπρόθεσμο') {
                $(this).css({'color':'#ff0000'});
            }
        });
    });
</script>
</head>
<body>
    <div id="wrapper">
        <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
            <ul class="menu">
                <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
                <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
                <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
            </ul>
            <div style="clear: both;">
            </div>
        </div> <!-- header -->
        <div id="content" class="inbox">
            <div id="usersHeader">
                <h2>Διαχείριση Χρηστών Συστήματος ΗΔΑ</h2>
            </div>
            <div id="search-box">
                <form action="#">
                    <input type="text" value="Αναζήτηση
Μητρώου..." />
                </form>
            </div>
            <div style="clear: both;">
            </div>

            <div id="inbox">
                <table class="sortable paginated">
                    <thead>
                        <tr>
                            <th class="sort-alpha">Μητρώο
Χρήστη</th>
                            <th class="sort-
alpha">Αναγνωριστικό Εισόδου</th>
                            <th class="sort-
alpha">Όνομα</th>
                            <th class="sort-
alpha">Επώνυμο</th>

```

```

        <th class="sort-
alpha">Υπηρεσιακή Μονάδα</th>
        </tr>
    </thead>
    <tfoot>
        <tr>
            <td colspan="3">Εμφάνιση ανά
<form action="#"><select><option name="5">5</option><option
name="10">10</option></select></form></td><td class="paginationInfo"
colspan="3">| &lt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &nbsp; Σελίδα 1 από
34&nbsp; &nbsp; &nbsp; &gt; &nbsp; &nbsp; &nbsp; &gt; |</td>
        </tr>
    </tfoot>
    <tbody>
        <tr>
            <td><a
href="#">U13451</a></td>
            <td><a
            <td>imaniatis</td>
            <td>Ηλίας</td>
            <td>Μανιάτης</td>
            <td>Τμήμα Πληροφορικής</td>
        </tr>
        <tr>
            <td><a
href="#">U15470</a></td>
            <td>pzavitsanos</td>
            <td>Παναγιώτης</td>
            <td>Ζαβιτσάνος</td>
            <td>Υποκατάστημα Λευκάδας</td>
        </tr>
        <tr>
            <td><a
href="#">U13002</a></td>
            <td>gtragou</td>
            <td>Τζωριζίνα</td>
            <td>Τράγου</td>
            <td>Τμήμα Marketing</td>
        </tr>
        <tr>
            <td><a
href="#">U11000</a></td>
            <td>0giorgos0</td>
            <td>Γιώργος</td>
            <td>Γκίκας</td>
            <td>Κεντρική Διοίκηση</td>
        </tr>
        <tr>
            <td><a
href="#">U10005</a></td>
            <td>yulie</td>
            <td>Ιουλία</td>
            <td>Καρανικόλα</td>
            <td>Τμήμα Εσόδων/Εξόδων</td>
        </tr>
    </tbody>

```

```

                </tbody>
            </table>
            <form action="#" id="action-buttons">
                <button type="submit" id="accept">Προσθήκη
Χρήστη</button>
            </form>
        </div> <!-- end inbox div -->
    </div> <!-- end content div -->
</div> <!-- end wrapper div -->

</body>
</html>

```

8.7 Οθόνη Επεξεργασίας Χρήστη

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="el" lang="el">
<head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <title>Εισαγωγή Νέου Εγγράφου</title>
    <link rel="stylesheet" media="screen" type="text/css"
href="default.css" />
    <script src="jquery.js" type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript">
        $(document).ready(function() {
            $('#table#permission-table').hide();
            $('#custom_check').change(function() {
                if ($(this).is(':checked')) {
                    $('#table#permission-table').show();
                } else {
                    $('#table#permission-table').hide();
                }
            });
        });
    </script>
</head>
<body>
    <div id="wrapper">
        <div id="header"><h1>Ηλεκτρονική Διαχείριση Αλληλογραφίας</h1>
        <ul class="menu">
            <li id="home"><a href="#">Αρχική Σελίδα</a></li>
            <li id="enter"><a href="#">Είσοδος Χρήστη</a></li>
            <li id="documents"><a href="#">Τα έγγραφά
μου</a></li>
        </ul>
        <div style="clear: both;"></div>
    </div> <!-- header -->
    <h2>Επεξεργασία Χρήστη</h2>
    <div id="content">
        <form action="#">
            <div id="form">
                <table>

```

```

                <tbody>
                    <tr><td class="labels"><label
for="am_text">Αριθμός Μητρώου</label></td><td><input type="text"
id="am_text" size="10"/></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="username_text">Αναγνωριστικό Εισόδου</label></td><td><input type="text"
id="username_text" size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="password01_text">Κωδικός Εισόδου</label></td><td><input type="password"
id="password01_text" size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="password02_text">Επιβεβαίωση Κωδικού</label></td><td><input
type="password" id="password01_text" size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="name_text">Όνομα</label></td><td><input type="text" id="name_text"
size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="lastname_text">Επώνυμο</label></td><td><input type="text"
id="lastname_text" size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="orgunit_select">Οργ. Μονάδα</label></td><td><select
id="orgunit_select"><option>Κεντρική Διοίκηση</option></select> </td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="email_text">e-mail</label></td><td><input type="text" id="email_text"
size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="phone_text">Τηλέφωνο</label></td><td><input type="text" id="phone_text"
size="30"></input></td></tr>
                    <tr><td>&nbsp;</td><td>&nbsp;</td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="role_select">Ρόλος Χρήστη</label></td><td><select
id="role_select"><option>Creator</option></select> </td></tr>
                    <tr><td class="labels"><label
for="custom_check">Προσαρμογή</label></td><td><input type="checkbox"
name="custom_check" id="custom_check"/></td></tr>
                    <tr>
                        <td><table id="permission-
table">
                            <thead>
                                <tr>
                                    <th></th>
                                    <th>Προσωπικά</th>
                                    <th>Μονάδας</th>
                                    <th>Όλα</th>
                                </tr>
                            </thead>
                            <tbody>
                                <tr>
                                    <td><input type="checkbox" name="grant_check"/>Ανάθεση ρόλων</td>
                                    <td><input type="checkbox" name="mine_create_check"
checked="true"/>Δημιουργία</td>
                                </tr>
                            </tbody>
                        </table>
                    </tr>
                </tbody>
            </table>

```



```

        <td><input type="checkbox" name="unit_create_check"/>Δημιουργία</td>

        <td><input type="checkbox" name="other_view_check"/>Προβολή</td>
        </tr>
        <tr>

        <td><input type="checkbox" name="approve_ext_check"/>Έγκριση
        Εξερχομένων</td>

        <td><input type="checkbox" name="mine_view_check"
        checked="true"/>Προβολή</td>

        <td><input type="checkbox" name="unit_view_check"/>Προβολή</td>

        <td><input type="checkbox" name="other_edit_check"/>Δρομολόγηση</td>
        </tr>
        <tr>

        <td></td>

        <td><input type="checkbox" name="mine_edit_check"
        checked="true"/>Δρομολόγηση</td>

        <td><input type="checkbox" name="unit_edit_check"/>Δρομολόγηση</td>

        <td><input type="checkbox"
        name="other_execute_check"/>Διεκπεραίωση</td>
        </tr>
        <tr>

        <td></td>

        <td><input type="checkbox" name="mine_execute_check"
        checked="true"/>Διεκπεραίωση</td>

        <td><input type="checkbox"
        name="unit_execute_check"/>Διεκπεραίωση</td>

        <td></td>
        </tr>
    </tbody>
</table>
</tr>
</tbody>
</table>
</div>
<div id="buttons">
    <button name="update_button"
    type="submit">Ενημέρωση Στοιχείων Χρήστη</button>
    <button name="remove_button"
    type="submit">Διαγραφή Χρήστη</button>
</div>
</form>

```

```
        </div>
    </div>

</body>
</html>
```

8.8 CSS Stylesheets

```
* {
padding:0;
margin:0;
}

body {
    background-color: #ccc;
}

/* warning */
#content table td.labels {
    text-align:right;
    padding-right:10px;
}

div#header {
    background-color: #fff;
    /*color: #fff;*/
    height: 80px;
    border-bottom: 2px solid #444;
}

div#header h1 {
    padding-top: 35px;
    float:left;
    font-size: 1.4em;
    text-shadow: 1px 1px #555;
}

h2 {
    font-size: 1.2em;
}

div#header ul li {
    margin-left: 30px;
    display: inline;
    font-weight: bold;
    padding-left: 30px;
}

div#header ul li a {
    color: #000;
}

div#search-box a {
```

```
        color: #000;
        margin-left:20px;
    }

    li#home {
        background: url(images/home.png) no-repeat;
    }

    li#enter {
        background: url(images/enter.png) no-repeat;
    }

    li#documents {
        background: url(images/document.png) no-repeat;
    }

    h2 {
        margin-bottom: 10px;
    }

    div#content {
        background-color: #eee;
        padding-left: 200px;
        padding-right: 200px;
        overflow: hidden;
    }

    div#content.inbox {
        padding:5px;
    }

    div#buttons {
        text-align: right;
        margin-right:150px;
    }

    div#buttons button {
        margin: 10px;
    }

    div#form-opt {
        font-size:0.8em;
        color:#444;
    }

    table#user-login th {
        text-align:right;
    }

    table#user-login td {
        padding-left:10px;
    }
}
```

```
table#user-login {
    margin-top:40px;
    margin-bottom:30px;
}

table#user-login tr {
    height:30px;
}

div#sidePane {
    background-color:#fff;
    width:200px;
    height:900px;
    float:left;
    border-right: 1px solid;
}

div#sidePane ul {
    padding-left:20px;
    margin-left:10px;
    margin-top:10px;
}

div#sidePane ul li {
    font-weight: bold;
}

div#sidePane ul ul li.nohighlight {
    font-weight: normal;
    text-decoration:none;
}

div#sidePane ul li.highlight {
    text-decoration: underline;
}

div#sidePane ul ul li.highlight {
    text-decoration: underline;
    font-weight:normal;
}

div#sidePane ul li.hasChild { list-style-type: none; }

div#inbox {
    background-color:#fff;
}
```

```
div#inbox table {
    font-size:0.8em;
}

div#inboxHeader, div#outgoingHeader, div#usersHeader {
    float:left;
    margin-right: 100px;
}

form#action-buttons {
    padding-left:320px;
    padding-top:20px;
    padding-bottom:20px;
}

form#action-buttons button {
    margin-left:33px;
}

tr.pending-approval {
    font-weight:bold;
}

table#permission-table {
    border:1px solid;
}

table#permission-table thead{
    background-color:#999;
}

table#permission-table td {
    padding-left:10px;
    padding-right:10px;
}

/*****
    TABLES
*****/

#content th,
#content td {
    padding:3px 6px;
    vertical-align:top;
}

#content th {
    text-align:left;
    color:#fff;
}
```

```
#content thead th {
    background-color:#15b;
}

#content tfoot td {
    background-color:#15b;
}

#content tfoot {
    color:#fff;
    font-weight: bold;
}

#content tfoot td.paginationInfo {
    text-align:right;
}

#content .sortable thead th {
    padding-left:18px;
}

#content tbody th {
    background-color:#6f93ce;
    padding-left:6px;
}

#content .date-column {
    width:40px;
}

th img {
    float:left;
}

tr.even,
tr.first {
    background-color:#eee;
}

tr.odd,
tr.second {
    background-color:#ddd;
}

tr.third {
    background-color:#ccc;
}

td.sorted {
    background:#ffd;
}

th.clickable {
```

```
        background:transparent url(../images/sort-arrows.png) no-repeat 0 0;
    }
    th.sorted-asc {
        background-position: 0 -20px;
    }
    th.sorted-desc {
        background-position: 0 -40px;
    }
}

div.pager {
    margin-bottom:.25em;
}
#content .page-number,
#content .filter {
    padding:.2em;
}

#content .page-number {
    border:1px solid #ccc;
    margin-right:2px;
}

#content .active {
    background:#ccf;
    border:1px solid #006;
}

#content tr.highlight {
    background:#ff6;
}

#tooltip {
    position:absolute;
    z-index:2;
    background:#efd;
    border:1px solid #ccc;
    padding:3px;
}

#content td.date {
    text-align:center;
}

#content th.sort-date {
    text-align:center;
    font-size:0.7em;
}
```