

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ – ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ****Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών****«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής – Ανάπτυξη Λογισμικού και Τεχνητής Νοημοσύνης»****Μεταπτυχιακή Διατριβή**

Τίτλος Διατριβής	<b>Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής</b> <b>Systemic approach to the analysis of tasks of Hellenic Ministry Directorate using System Dynamics software</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Παναγιώτης Λεπελής-Λευθεριώτης</b>
Πατρώνυμο	<b>Άγγελος</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>ΜΠΣΠ19027</b>
Επιβλέπων	<b>Ομότιμος Καθηγητής, κ. Νικήτας Ασημακόπουλος</b>

Ημερομηνία Παράδοσης **Νοέμβριος 2022**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

Ομότιμος Καθηγητής  
κ. Νικήτας Ασημακόπουλος

Καθηγητής  
κ. Γεώργιος Τσιχριντζής

Επίκουρος Καθηγητής  
κ. Διονύσιος Σωτηρόπουλος

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, πρώτα από όλους τον Κύριο Νικήτα Ασημακόπουλο Ομότιμο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πειραιώς με αντικείμενο την Προσομοίωση Συστημάτων, για την συμβολή του στην επιτυχή περάτωση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής, που θα ήταν ειδάλλως αδύνατη. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κύριο Γεώργιο Τσιχριντζή Καθηγητή του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς και τον Κύριο Ράλλη Αντωνιάδη Υποψήφιο Διδάκτορα του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την επίβλεψη και καθοδήγηση τους που αποτέλεσε πολύ σημαντικό παράγοντα κατά την εκπόνηση της διατριβής μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη συνεχή υποστήριξη τους.

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως κύριο σκοπό την εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών και εργαλείων με στόχο τον εντοπισμό προβλημάτων και τη βελτίωση και βελτιστοποίηση των λειτουργιών σε Διεύθυνση Ελληνικού Υπουργείου (πιο συγκεκριμένα στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης της Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων).

Οι Συστημικές Μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Συστημική Μεθοδολογία Σχεδιασμού και Ελέγχου (DCSYM) και το Μοντέλο Βιώσιμου Συστήματος (VSM). Έγινε επίσης προσομοίωση του συστήματος χρησιμοποιώντας τα εργαλεία Vensim και AnyLogic, τα οποία βασίζονται στη Συστημική Δυναμική. Επιπλέον, η χρήση του συστημικού εργαλείου DCSYM (DCSYM Case Tool) μας επέτρεψε να αποτυπώσουμε τις λειτουργίες και επικοινωνίες της Διεύθυνσης ως σύστημα και να αναγνωρίσουμε τα προβλήματα που εμποδίζουν την εύρυθμη λειτουργία της. Η εφαρμογή του Μοντέλου Βιώσιμου Συστήματος μας βοήθησε στη διάγνωση του οργανισμού και στην καλύτερη κατανόηση της δομής και των στοιχείων του, ώστε να καταλήξουμε στο αν είναι δυνατόν να επιβιώσει σε ένα πολύπλοκο επιχειρησιακό περιβάλλον.

Στη συνέχεια αναγνωρίζοντας σωστά τα προβλήματα στο σύστημα, προτείνουμε βελτίωση του συστήματος, αποτυπώνοντας τη νέα κατάσταση του συστήματος με το εργαλείο DCSYM Case Tool, και έγινε προσομοίωση των καταστάσεων πριν και μετά, ώστε να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης βελτίωσης χρησιμοποιώντας λογισμικά Συστημικής Δυναμικής (Vensim, AnyLogic).

Το αποτέλεσμα ήταν η εξάλειψη των εσωτερικών προβλημάτων που εμπόδιζαν την απρόσκοπτη διεξαγωγή των υπηρεσιών, γεγονός που συνεπάγεται τη βελτίωση της Διεύθυνσης προς μελέτη και ακολούθως τη συνολική βελτίωση της Γενικής Γραμματείας λόγω του αντικτύπου που είχε η βελτίωση στο υπερσύστημα. Η μοντελοποίηση και στη συνέχεια η προσομοίωση των καταστάσεων του συστήματος μας επέτρεψε να αντλήσουμε χρήσιμα δεδομένα και να παρατηρήσουμε τη συμπεριφορά του συστήματος στον χρόνο, έχοντας ταυτόχρονα την ικανότητα να ελέγχουμε/αυξομειώνουμε μεταβλητές του συστήματος και να παρατηρούμε την αντίδραση και προσαρμογή του σε αυτές.

## **Abstract**

The main purpose of this specific MSc thesis is applying systemic methodologies and tools in order to detect problems, improve and optimize the processes within a Directorate of Hellenic Ministry (more specifically the General Secretariat for Lifelong Learning of Hellenic Ministry of Education and Religious Affairs).

The Systemic Methodologies that were used are the Design and Control Systemic Methodology (DCSYM) and the Viable System Model (VSM). The system was also simulated using the Vensim and AnyLogic simulation softwares, using Systems Dynamics. Moreover, the use of DCSYM Case Tool allowed us to map the processes and communications of the Directorate as a system and identify the recurring problems that impede its optimal function. Applying the Viable System Model aided in the diagnosis of the organization and better understanding the components of its structure to conclude whether its viable to survive in complex operating environment.

After correctly identifying the problems in the system, we propose a system optimization, mapping the new system state using DCSYM Case Tool, and then we simulate both the before and after states to measure the effectiveness of our proposition using System Dynamics software (Vensim, AnyLogic).

The result was the alleviation of the internal problems that impeded the provided services, which resulted in the improvement of the Directorate in focus and subsequently the improvement of the General Secretariat as whole due to the reduction of bureaucratic delays that functioned as a bottleneck for the super system. Modeling and then simulating the system states allowed us to extrapolate useful data and observe the behavior of the system over time, whilst simultaneously having the ability to control various factors of the system and measure its response and adaptability to them.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη .....	4
Abstract .....	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....	8
1.1 Περιγραφή του Προβλήματος.....	8
1.2 Στόχοι της Μελέτης.....	8
1.3 Μεθοδολογία Εκπόνησης .....	9
Κεφάλαιο 2: Συστημική Θεωρία .....	10
2.1 Βασικές Έννοιες Συστημικής Θεωρίας .....	10
2.1.1 Η Έννοια και τα χαρακτηριστικά του Συστήματος .....	10
2.1.2 Η Έννοια της Εντροπίας .....	12
2.2 Κατηγοριοποίηση Συστημάτων .....	12
2.2.1 «Ανοιχτό» Σύστημα .....	13
2.2.2 «Κλειστό» Σύστημα.....	13
2.2.3 Στατικά και Δυναμικά Συστήματα.....	14
2.2.4 Φυσικά, Τεχνητά και Υβριδικά Συστήματα .....	15
2.3 Ιστορική Αναδρομή Θεωρίας Συστημάτων .....	16
2.3.1 Γενική Θεωρία Συστημάτων (General Systems Theory) .....	16
2.3.2 Θεωρία «Ζωντανών» ή Έμβιων Συστημάτων (Living Systems Theory).....	17
2.3.3 Θεωρία Μαθηματικών Συστημάτων (Mathematical Systems Theory).....	18
2.3.4 Κυβερνητική (Cybernetics).....	18
2.3.5 Θεωρία Κοινωνικών Συστημάτων (Social Systems Theory).....	19
2.3.6 Θεωρία Φιλοσοφικών Συστημάτων (Philosophical Systems Theory).....	21
2.4 Συστημική έναντι Συμβατικής σκέψης .....	22
2.5 Πολυπλοκότητα.....	24
2.5.1 Θεωρία Πολύπλοκων Συστημάτων (Complex Systems Theory) .....	24
2.5.2 Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα (Complex Adaptive Systems).....	25
2.5.3 Οργανισμοί ως Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα (CAS).....	26
Κεφάλαιο 3: Συστήματα στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον .....	30
3.1 Συστημική Σκέψη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον .....	30
3.2 Ο Ρόλος του Συστημικού Ελέγχου και Διαχείρισης στον οργανισμό.....	31
3.3 Διαχείριση Γνώσης (Knowledge Management).....	32
3.4 Οργανωτική Κουλτούρα.....	34
3.5 Ανάγκη για Συστημικές Μεθοδολογίες.....	35
3.6 Μοντελοποίηση Συστημάτων .....	36
Κεφάλαιο 4: Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας .....	39
Κεφάλαιο 5: Συστημική μεθοδολογία DCSYM.....	46
5.1 Στοιχεία και Ορισμοί της DCSYM.....	46

5.2 DCSYM Case Tool .....	50
5.3 Εφαρμογή της DCSYM στη Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης .....	51
Κεφάλαιο 6: Προσομοίωση με το Συστημικό εργαλείο Vensim .....	58
6.1 Συστημική Δυναμική (System Dynamics) .....	58
6.1.1 Η δημιουργία της Συστημικής Δυναμικής.....	58
6.1.2 Στοιχεία και Ορισμοί της Συστημικής Δυναμικής .....	59
6.2 Το συστημικό εργαλείο Vensim.....	62
6.3 Προσομοίωση λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης με χρήση Vensim .....	62
Κεφάλαιο 7: Προσομοίωση με το Συστημικό εργαλείο AnyLogic.....	74
7.1 Το συστημικό εργαλείο AnyLogic.....	74
7.2 Προσομοίωση λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης με χρήση AnyLogic .....	74
Κεφάλαιο 8: Θεωρία του Βιώσιμου Συστήματος και Συστημική Μεθοδολογία VSM (Viable System Model).....	88
8.1 Η Θεωρία του Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Theory).....	88
8.2 Το Μοντέλο Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Model) .....	89
8.3 Υποσυστήματα στο VSM.....	91
8.4 Εφαρμογή του VSM στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.....	93
8.5 Απεικόνιση του VSM με χρήση συστημικού εργαλείου VSMod.....	98
Συμπεράσματα.....	107
Βιβλιογραφία.....	108
Διαδικτυακές Πηγές.....	109

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας σε όλους τους επιστημονικούς τομείς την τελευταία δεκαετία, και κυρίως στον τομέα της πληροφορικής υπήρξαν μεγάλες αλλαγές στην εσωτερική δομή αλλά και τη νοοτροπία διαχείρισης των οργανισμών. Οι πεπερασμένοι τρόποι διαχείρισης και λειτουργίας των οργανισμών δεν μπορούσαν πια να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής και για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν σταδιακά νέα μοντέλα οργάνωσης και διοίκησης αλλά και νέες αντιλήψεις για τις βέλτιστες πολιτικές, συμπεριφορές και κουλτούρες που θα πρέπει να διέπουν έναν σύγχρονο οργανισμό. Επιπλέον με την, όπως προαναφέρθηκε, εξέλιξη της τεχνολογίας δημιουργήθηκαν νέα και συνεχώς εξελισσόμενα εργαλεία και λογισμικό απευθυνόμενα στους οργανισμούς αυτούς.

Συνεπώς παρατηρούμε ότι τα εργαλεία, τα νοητικά μοντέλα και οι τρόποι διοίκησης που είναι διαθέσιμα σε έναν οργανισμό έχουν αυξηθεί δραματικά και θα συνεχίζουν να αυξάνονται ως προς την αναζήτηση και εξέλιξη ακόμη καλύτερων αποτελεσμάτων. Την αύξηση λοιπόν αυτή συνοδεύει και η ανάγκη για την αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη ενσωμάτωση και χρήση τους μέσα στον κάθε οργανισμό με σκοπό την επίτευξη των οργανωτικών στόχων και την εν τέλει επιβίωση του οργανισμού στο σύγχρονο περιβάλλον ή πεδίο επιχειρησιακού ανταγωνισμού, τα οποία έχουν διεθνώς ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις.

Για τον λόγο αυτό οι οργανισμοί πλέον αναζητούν νέες μεθόδους διοίκησης και διαχείρισής τους ώστε να αντεπεξέλθουν στο απαιτητικό κλίμα της σύγχρονης εποχής. Στην αναζήτησή τους αυτή έχει ξεχωρίσει και αναδειχθεί η Συστημική σκέψη και μεθοδολογίες οι οποίες έχουν αποκτήσει τεράστια απήχηση στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον. Ολοένα και περισσότερο οι οργανισμοί στρέφονται σε αυτές καθώς και σε πιο ευέλικτα μοντέλα διοίκησης και διαχείρισης της πολυπλοκότητάς τους, αλλά και στην αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον τους. Με τη μελέτη του οργανισμού ως σύστημα μπορούν να επιτύχουν καλύτερη αξιοποίηση των πόρων τους, βελτιστοποίηση των λειτουργιών, την αποφυγή μελλοντικών και παράπλευρων κινδύνων που μπορεί να απειλήσουν τη βιωσιμότητα του οργανισμού, την ανταγωνιστικότητα στον τομέα του αλλά και την αποτυχία προσαρμογής του σε αναπόφευκτες διεθνείς εξελίξεις.

### 1.1 Περιγραφή του Προβλήματος

Τα προβλήματα στους σύγχρονους οργανισμούς ποικίλουν και είναι δύσκολο, έως αδύνατο, να διαγνωστούν μεμονωμένα χωρίς την ολιστική προσέγγιση του οργανισμού ως σύστημα. Οι σύγχρονοι οργανισμοί βασίζονται κυρίως σε προσαρμοστικά πολύπλοκα συστήματα τα οποία δεν διατηρούν συνεχώς ισορροπία με το εξωτερικό τους περιβάλλον, αλλά συνεχώς προσαρμόζονται και εξελίσσονται μέσω αναδυόμενων συμπεριφορών και ανάλογα με την ποικιλία που συναντούν. Έτσι πρέπει να κατανοήσουμε τα μεμονωμένα μέρη του συστήματος και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον για να μπορέσουμε να σχηματίσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα. Τον ρόλο αυτό της διάγνωσης των προβλημάτων ενός συστήματος και της πρότασης κατάλληλων παρεμβάσεων / επεμβάσεων καλείται να εκτελέσει ο συστημικός αναλυτής.

Στη συγκεκριμένη μελέτη η ανάλυση θα γίνει επάνω στη Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας, και πιο συγκεκριμένα στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης. Στη Διεύθυνση αυτή παρατηρήθηκαν εσωτερικά προβλήματα που οδήγησαν στην καθυστέρηση εκτέλεσης των καθηκόντων των εργαζομένων και συνεπώς στη συνολική μείωση της απόδοσης της Διεύθυνσης, που με τη σειρά της είχε επιπτώσεις και στη Γενική Γραμματεία στην οποία ανήκει.

### 1.2 Στόχοι της Μελέτης

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι μέσω της χρήσης συστημικών μεθοδολογιών και εργαλείων να απλοποιηθούν οι διαδικασίες στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης της Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, με σκοπό την εξάλειψη των εσωτερικών προβλημάτων που εμποδίζουν την εύρυθμη λειτουργία της. Επίσης



τα αποτελέσματα της παρεμβατικής δράσης να μετρηθούν μέσω προσομοίωσης και να αποδειχθούν ωφέλιμα. Τέλος, ένας επιπλέον στόχος είναι να δημιουργήσουμε ένα εργαλείο για την ορθή λήψη αποφάσεων.

### **1.3 Μεθοδολογία Εκπόνησης**

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν Συστημικές Μεθοδολογίες (DCSYM, VSM) για την αποτύπωση των λειτουργιών και επικοινωνιών της παρούσας κατάστασης της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης και στη συνέχεια αναγνώριση των προβλημάτων που συμβάλουν στη μη βέλτιστη εσωτερική λειτουργία του οργανισμού. Στη συνέχεια έγινε σύνθεση παρεμβατικής προτάσεως για τη βελτίωση των προβλημάτων και αποτύπωση των λειτουργιών και επικοινωνιών της Διεύθυνσης μετά από αυτήν. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα Συστημικά Εργαλεία (DCSYM case tools, Vensim VSMoD, AnyLogic) με τα οποία έγινε προσομοίωση πραγματικού χρόνου και συνθηκών για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης βελτίωσης και σύγκρισή της με την προ υπάρχουσα κατάσταση. Τέλος η προσομοίωση μας επέτρεψε να δούμε τις επιπτώσεις ενεργειών και την εξέλιξη των λειτουργιών του οργανισμού σε ελεγχόμενο περιβάλλον προσομοίωσης με ελεγχόμενες μεταβλητές.

## Κεφάλαιο 2: Συστημική Θεωρία

Η Συστημική Επιστήμη είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο που μελετά την πολυπλοκότητα συστημάτων στη φύση, στην κοινωνία και σε οποιονδήποτε επιστημονικό κλάδο. Η συστημική επιστημονική σκέψη μπορεί να βοηθήσει τους ερευνητές να κατανοήσουν παράγοντες και να βρουν απαντήσεις σχετικά με το πώς οι παρεμβάσεις μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές σε πολύπλοκα συστήματα πολυ-επίπεδων παραγόντων.

Ωστόσο η συστημική θεωρία στερείται ενός καθολικού επίσημα συμφωνημένου ορισμού. Είναι ένας όρος που έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους για την υποστήριξη ποικίλων σκοπών και βρίσκεται συχνά στη βιβλιογραφία συστημάτων. Επειδή ο όρος έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορους κλάδους και έχει πολλαπλές έννοιες, συχνά υπόκειται σε παρανόηση όταν χρησιμοποιείται σε ένα πολυδιάστατο περιβάλλον.

Με βάση τη συστημική θεωρία εξετάζουμε ολιστικά πώς τα μικρότερα συστήματα συνεργάζονται για να επηρεάσουν το μεγαλύτερο σύνθετο σύστημα. Ορισμένα χαρακτηριστικά του συνολικού-σύνθετου συστήματος δεν μπορούν εύκολα να εξηγηθούν ή να αιτιολογηθούν όταν κοιτάζουμε μεμονωμένα ένα από τα συστήματά του, τα μέρη του. Η αλλαγή ενός στοιχείου του συστήματος μπορεί να επηρεάσει άλλα στοιχεία ή και ολόκληρο το σύστημα. Μέσω της συστημικής προσέγγισης μπορεί να καταστεί εφικτή η πρόβλεψη αυτών των αλλαγών στα πρότυπα συμπεριφοράς. Για πιο σύνθετα συστήματα που μαθαίνουν και προσαρμόζονται, η ανάπτυξη και ο βαθμός προσαρμογής εξαρτώνται από το πόσο καλά το σύστημα αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον του και άλλα πλαίσια που επηρεάζουν την οργάνωσή του. Κάποια συστήματα υποστηρίζουν άλλα συστήματα, με σκοπό να αποτρέψουν την αποτυχία διατήρησης της δικής τους δομής. Σε οποιονδήποτε κλάδο, η εφαρμογή της συστημικής θεωρίας περιλαμβάνει την εξέταση του τρόπου με τον οποίο όλα τα συστήματα συνεργάζονται για να αποτελέσουν ένα σύνθετο σύστημα και πώς αυτή η διαδικασία μας έδωσε ένα τελικό αποτέλεσμα που καμία από τις ιδιότητες μεμονωμένα δεν θα μπορούσε να παράγει χωρίς κάποια αλλαγή στο περιβάλλον της.

Ορισμένοι επιστημονικοί τομείς ποικίλουν εξαιρετικά στον τρόπο λειτουργίας και την εφαρμογή τους. Για τον λόγο αυτό οι ειδικοί σε ευρύτερους τομείς πρέπει να εφαρμόσουν τη θεωρία συστημάτων για να υιοθετήσουν μια ολιστική προσέγγιση στο έργο τους και να κατανοήσουν βαθύτερα όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν το επιστημονικό τους πεδίο.

### 2.1 Βασικές Έννοιες Συστημικής Θεωρίας

#### 2.1.1 Η Έννοια και τα χαρακτηριστικά του Συστήματος

Στον όρο «Σύστημα» έχουν δοθεί πολλαπλοί ορισμοί από ειδικούς διαφόρων κλάδων με το πέρασμα του χρόνου. Ο Ashby (1953) όρισε το σύστημα ως ένα σύνολο μεταβλητών επιλεγμένων από τον παρατηρητή, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς μεταξύ των μεταβλητών αυτών τις οποίες ανακαλύπτει, υποθέτει ή διαλέγει. Οι Hall (1956) και Fagen (1956) όρισαν το σύστημα ως ένα σύνολο στοιχείων ή αντικειμένων και τις μεταξύ τους σχέσεις. Ο Miller (1965) ορίζει το σύστημα ως μια ομάδα από ενότητες και τις μεταξύ τους σχέσεις. Σύμφωνα με τον Ackoff (1981) ένα σύστημα είναι ένα σύνολο δύο ή περισσότερων αλληλένδετων στοιχείων με τις ακόλουθες ιδιότητες:

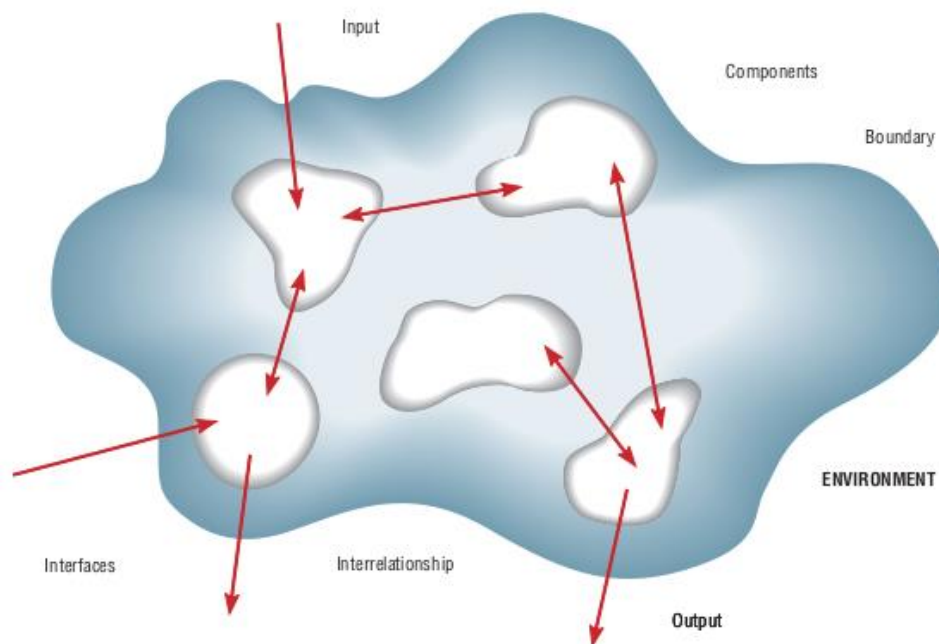
- 1) Κάθε στοιχείο πρέπει να έχει επίδραση στη λειτουργία του συνόλου.
- 2) Κάθε στοιχείο επηρεάζεται από τουλάχιστον ένα άλλο στοιχείο του συστήματος.
- 3) Όλες οι πιθανές υποομάδες στοιχείων έχουν επίσης τις πρώτες δύο ιδιότητες.

Συνεπώς παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός του «συστήματος», αλλά γενικά τα συστήματα θεωρούνται ως τουλάχιστον δύο στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους. Είναι επίσης σύνηθες να θεωρούμε τα συστήματα ως έναν ενιαίο οργανισμό όπου όλα του τα μέρη συνεργάζονται ώστε να επιτύχουν ένα συνολικό σκοπό ή στόχο. Σύνολα στοιχείων που δεν διαθέτουν μεταξύ τους διασυνδέσεις ή ακόμα και μη

συστήματα θεωρούνται μεμονωμένες περιπτώσεις, αλλά ακόμα και αυτά μπορεί να μέρος ενός ευρύτερου συστήματος.

Ένα σύστημα συνήθως αποτελείται από αυτοτελή αλλά αλληλένδετα συστήματα που ονομάζονται υποσυστήματα (Subsystems). Είναι σημαντικό να μπορούμε να αναγνωρίζουμε αυτά τα υποσυστήματα, επειδή η κατανόηση αυτής της αλληλεξάρτησης είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη ενός πλήρους συστήματος (Complete system). Επιπλέον ένα σύστημα που αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστήματα μπορεί να ονομαστεί υπερσύστημα (Supersystem) αυτών των συστημάτων. Ως βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων μπορούμε να προσδιορίσουμε τα εξής:

- **Οργάνωση (Organization):** Κάθε σύστημα πρέπει έχει τάξη και δομή, να περιλαμβάνει έναν οργανωτικό κανόνα και να εκτελεί τις λειτουργίες του με βάση αυτόν. Είναι η διάταξη των συστατικών που βοηθά στην επίτευξη των στόχων. Για παράδειγμα, εάν εξετάσουμε μία εταιρεία ως σύστημα η ιεραρχική της οργάνωση θα αποτελούσε το κομμάτι αυτό ή σε έναν υπολογιστή όλα τα μέρη που τον αποτελούν, δηλαδή οι συσκευές για input και output, η CPU, η μνήμη κτλ.
- **Αλληλεπίδραση (Interaction):** Η αλληλεπίδραση είναι ο τρόπος με τον οποίο κάθε στοιχείο λειτουργεί με τα άλλα στοιχεία του συστήματος για να επιτύχουν τους στόχους του συστήματος. Τα στοιχεία μπορεί να είναι επίσης υποσυστήματα ενός άλλου συστήματος που η συνολική τους αλληλεπίδραση να αποτελεί ένα εκ νέου σύστημα.
- **Αλληλοεξάρτηση (Interdependence):** Όταν αναφερόμαστε σε αλληλοεξάρτηση σε συστήματα εννοούμε ότι τα μέρη του συστήματος εξαρτώνται το ένα από το άλλο για την αποτελεσματική τους λειτουργία και επίτευξη των στόχων του συστήματος. Συντονίζονται και συνδέονται μεταξύ τους σύμφωνα με ένα ευρύτερο πλάνο. Ένα σύστημα εξαρτάται από την εκροή ενός άλλου συστήματος για τη σωστή του λειτουργία.
- **Κεντρικός Στόχος (Central Objective):** Ένα σύστημα πρέπει να έχει έναν κεντρικό στόχο. Οι στόχοι μπορεί να είναι πραγματικοί (real) ή δηλωμένοι (stated). Αν και ένας δηλωμένος στόχος μπορεί να είναι ο πραγματικός στόχος, δεν είναι ασυνήθιστο για έναν οργανισμό να δηλώνει έναν στόχο και να λειτουργεί για να πετύχει έναν άλλο. Το σημαντικό είναι να γνωρίζουμε τον κεντρικό στόχο νωρίς στην ανάλυση για να έχουμε μια επιτυχημένη σχεδίαση και μετατροπή.



**Εικόνα 1 – Απεικόνιση συστήματος και των παραγόντων του**

### 2.1.2 Η Έννοια της Εντροπίας

Η εντροπία (entropy) είναι μια έννοια που αναδύθηκε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα κατά τη μελέτη της θερμοδυναμικής και σχετίζεται πιο συγκεκριμένα με τον Δεύτερο Νόμο της θερμοδυναμικής. Είναι μια τάση προς τη μείωση των εκροών ενός συστήματος, όταν οι εκροές έχουν παραμείνει οι ίδιες. Είναι ουσιαστικά μια μέτρηση του βαθμού διαταραχής σε ένα σύστημα και μετρά τις αλλαγές στον τύπο και τη διασπορά της ενέργειας μέσα σε ένα παρατηρήσιμο σύστημα.

Τα συστήματα φέρουν ομοιότητες με τους έμβιους οργανισμούς, που σημαίνει ότι για να επιβιώσουν πρέπει να έχουν διαπερατά όρια και να μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορία με το εξωτερικό τους περιβάλλον. Γενικότερα η αρνητική ή όσο λιγότερο δυνατή εντροπία είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα. Χαμηλότερη εντροπία αποδίδει και μεγαλύτερη οργάνωση στο σύστημα. Η αυτο-οργάνωση ενός συστήματος είναι ένας αντι-εντροπικός μηχανισμός, καθώς το σύστημα εισάγει ενέργεια στο εσωτερικό του και εξάγει εντροπία στο περιβάλλον του, διατηρώντας ή ενισχύοντας μια περίπλοκη εσωτερική δομή. Έτσι με την αυτο-οργάνωση ένα σύστημα παράγει πληροφορία που περιγράφει τον ίδιο του τον εαυτό.

Η εντροπία αυξάνεται στα «κλειστά» συστήματα ενώ στα «ανοιχτά συστήματα» διατηρείται χαμηλή ή μειώνεται, σε βάρος της αύξησής της κάπου αλλού. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα τείνουν να διατηρούν την οργάνωσή τους σε βάρος της αυξημένης διαταραχής κάπου αλλού. Αυτή είναι και η πιο κοινή αιτία μεταγενέστερων ανεπιθύμητων ενεργειών σε ένα σύστημα. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την έννοια των «κλειστών» και «ανοιχτών» συστημάτων, καθώς και άλλους τρόπους κατηγοριοποίησης των συστημάτων.

## 2.2 Κατηγοριοποίηση Συστημάτων

Τα συστήματα έχουν ευρεία εφαρμογή σε κάθε επιστημονικό τομέα και για τον λόγο αυτό διαχωρίζονται σε κάποιες βασικές κατηγορίες για την καλύτερη κατανόηση και κατάλληλη εφαρμογή τους. Η κατηγοριοποίησή τους μπορεί να γίνει με διαφορετικούς άξονες, όπως τον βαθμό αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον τους, την εξέλιξή τους στη μονάδα του χρόνου ή

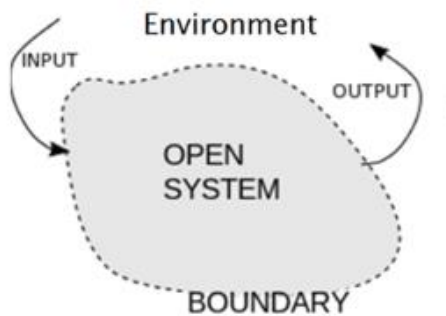
ακόμη και τον τρόπο δημιουργία τους. Υπάρχουν επίσης ποικίλες εξειδικευμένες υποκατηγορίες συστημάτων ανάλογα με τον τρόπο και τον τομέα εφαρμογή τους. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι βασικές κατηγορίες διαχωρισμού συστημάτων.

### 2.2.1 «Ανοιχτό» Σύστημα

Ένα τρόπος κατηγοριοποίησης των συστημάτων είναι ως προς τον βαθμό αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον. Με βάση τον άξονα αυτόν μπορούμε να τα διαχωρίσουμε σε ανοικτά και κλειστά.

Η προσέγγιση των «ανοιχτών» συστημάτων εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τους Katz και Kahn (Katz & Kahn, 1978) οι οποίοι προσαρμοσαν τη Γενική Θεωρία Συστημάτων στην οργανωτική συμπεριφορά. Αυτή η προσέγγιση προσδιορίζει την οργανωτική συμπεριφορά χαρτογραφώντας τους επαναλαμβανόμενους κύκλους εισροής (input), διεκπεραίωσης (throughput) και εκροών (output) ανατροφοδότησης μεταξύ ενός οργανισμού και του εξωτερικού του περιβάλλοντος. Επίσης τα συστήματα διαθέτουν όρια (boundaries) τα οποία τα διαχωρίζουν από το περιβάλλον τους. Ο γενικός επιστημονικός ορισμός του «ανοιχτού» συστήματος είναι ο εξής: «Ένα ανοιχτό σύστημα είναι ένα σύστημα που έχει ροές πληροφοριών, ενέργειας ή/και ύλης μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του, και το οποίο προσαρμόζεται στην αλλαγή» (Εικόνα 2).

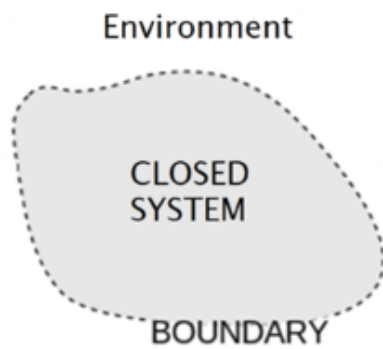
Τα ανοιχτά συστήματα λαμβάνουν δεδομένα από το περιβάλλον είτε ως πληροφορίες είτε με τη μορφή πόρων, στη συνέχεια επεξεργάζονται εσωτερικά την είσοδο, η οποία ονομάζεται διεκπεραίωση, και στη συνέχεια απελευθερώνουν τις εκροές στο περιβάλλον με σκοπό να αποκαταστήσουν την ισορροπία στο σύστημα. Το σύστημα αναζητά ανατροφοδότηση (feedback) για να προσδιορίσει εάν η έξοδος κατάφερε να αποκαταστήσει την ισορροπία. Με τον τρόπο αυτό η συστημική προσέγγιση εστιάζει στα μέσα που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της οργανωτικής επιβίωσης και δίνει έμφαση στη μακροπρόθεσμη στοχοθεσία, σε αντίθεση με την προσέγγιση για την επίτευξη στόχων που επικεντρώνεται σε βραχυπρόθεσμους στόχους.



**Εικόνα 2 – Αναπαράσταση «ανοικτού» συστήματος**

### 2.2.2 «Κλειστό» Σύστημα

Ο γενικός επιστημονικός ορισμός του «κλειστού» συστήματος είναι ο εξής: «Ένα κλειστό σύστημα είναι ένα σύστημα το οποίο είναι πλήρως απομονωμένο από το περιβάλλον του». Αυτός είναι ο ορισμός που χρησιμοποιείται συνήθως στη θεωρία συστημάτων, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι διαφέρει από τον ορισμό της θερμοδυναμικής ο οποίος διαφοροποιεί τα συστήματα που είναι «κλειστά» (χωρίς ροή υλικού) και απομονωμένα (χωρίς ροή υλικού ή ενέργειας).



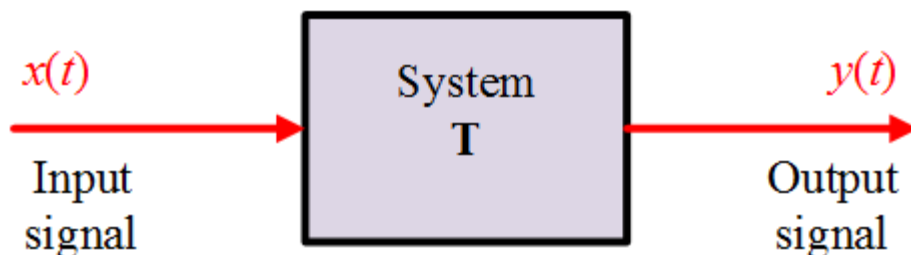
**Εικόνα 3 – Αναπαράσταση «κλειστού» συστήματος**

### 2.2.3 Στατικά και Δυναμικά Συστήματα

Η κατηγοριοποίηση συστημάτων με βάση την εξέλιξή τους στη χρονική μονάδα έχει ως αποτέλεσμα να τα διαχωρίζουμε σε δύο κατηγορίες: Στατικά συστήματα (Static systems) και Δυναμικά συστήματα (Dynamic systems).

- Στατικό (Static) ονομάζεται ένα σύστημα του οποίου η εκροή ανά πάσα χρονική στιγμή εξαρτάται από το δείγμα της εισροής την ίδια χρονική στιγμή. Με άλλα λόγια, όταν η εκροή του συστήματος εξαρτάται μόνο από την παρούσα εισροή σε κάθε χρονική στιγμή, το σύστημα ονομάζεται στατικό.
- Δυναμικό (Dynamic) σύστημα είναι ένα σύστημα του οποίου η εκροή ανά πάσα χρονική στιγμή εξαρτάται από το δείγμα της εισροής την παρούσα αλλά και άλλες χρονικές στιγμές. Με άλλα λόγια το σύστημα είναι δυναμικό, όταν η εκροή εξαρτάται από το παρελθόν και/ή το μέλλον της εισροής ανά πάσα χρονική στιγμή.

Εάν ορίσουμε ένα σύστημα με  $x(t)$  και  $y(t)$  ως εισροή και εκροή αντίστοιχα. Τότε ο μετασχηματισμός εισροής σε εκροή (throughput) ορίζεται μαθηματικά ως  $y(t) = Tx(t)$  όπου  $T$  είναι ο τελεστής μετατροπής. Εάν το σύστημα είναι Στατικό τότε ένα παράδειγμα μαθηματικής σχέσης που θα το περιέγραφε θα ήταν  $y(t) = x(t) \rightarrow y(t) = t(x)t + 2x(t)$ . Αντιθέτως εάν το σύστημα είναι Δυναμικό θα ίσχυε ότι  $y(t) = x(t + 1) \rightarrow y(t) = tx(t) + x(t - 1)$ . Λύνοντας ως προς την κάθε εξίσωση ενός συστήματος μπορούμε να αποδείξουμε μαθηματικά εάν αυτό είναι Στατικό ή Δυναμικό με το αν το αποτέλεσμα του  $y(t)$  εξαρτάται ή όχι από μελλοντική τιμή του  $x(t)$ .



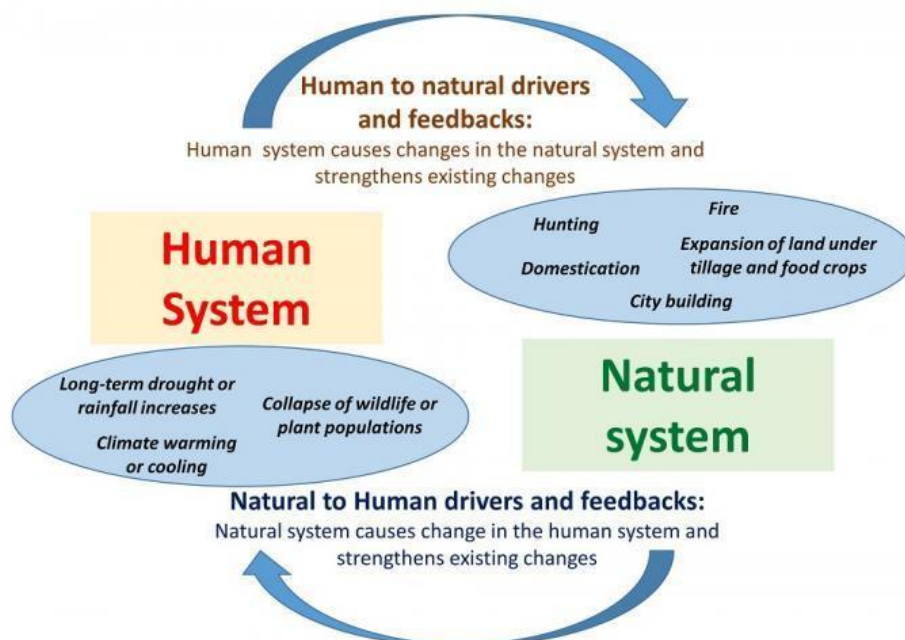
**Εικόνα 4 – Μετασχηματισμός εισροής σε εκροή στο σύστημα T**

## 2.2.4 Φυσικά, Τεχνητά και Υβριδικά Συστήματα

Για να έχουμε έναν πιο ξεκάθαρο άξονα προσέγγισης όταν εξετάζουμε κάποιο σύστημα, μπορούμε επίσης να τα κατηγοριοποιήσουμε με βάση το πώς έχουν δημιουργηθεί. Χρησιμοποιούμε τη συγκεκριμένη ορολογία για να διαχωρίσουμε, πιο συγκεκριμένα, εάν ένα σύστημα είναι φυσικό, δηλαδή ελέγχεται από φυσικούς νόμους ή έχει δημιουργηθεί χωρίς τη συνειδητή ανθρώπινη συμμετοχή.

- **Φυσικό σύστημα (Natural system):** Ένα φυσικό σύστημα είναι ένα σύστημα το οποίο δημιουργείται στη φύση χωρίς συνειδητή ανθρώπινη παρέμβαση. Τα φυσικά συστήματα που παρατηρούνται σήμερα είναι προϊόν εξέλιξης σε έναν μεταβαλλόμενο κόσμο, όπου το κλίμα και η διάταξη αμέτρητων στοιχείων του πλανήτη έχουν αλληλοεπιδράσει για να συντελέσουν στη σύνθεσή τους. Για τον λόγο αυτό τα φυσικά συστήματα λειτουργούν σε ένα πολύπλοκο πλαίσιο, στο οποίο το κάθε στοιχείο του δεν μπορεί να κατανοηθεί μεμονωμένα. Τα φυσικά συστήματα έχουν έμφυτες ιδιότητες, όπως βιωσιμότητα, αντοχή και αυτο-οργάνωση και για τον λόγο αυτό συχνά χρησιμοποιούνται ως παραδείγματα προς μίμηση (Biomimicry) στη δημιουργία τεχνητών συστημάτων.
- **Τεχνητό σύστημα (Artificial system):** Ένα τεχνητό σύστημα είναι ένα σύστημα που έχει κατασκευασθεί συνειδητά από ανθρώπινους παράγοντες και ιδιότητες. Οι ανθρώπινοι παράγοντες μπορεί να είναι οι ίδιοι οι άνθρωποι ή μπορεί να είναι διαδικασίες, μέθοδοι και εργαλεία που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο και συνέβαλαν έμμεσα ή άμεσα στη δημιουργία του συστήματος.
- **Υβριδικό σύστημα (Hybrid system):** Υβριδικό ονομάζεται ένα σύστημα που περιλαμβάνει και φυσικά και τεχνητά στοιχεία ή ένα φυσικό σύστημα που έχει εσκεμμένα αλλοιωθεί από τον άνθρωπο.

Μια ειδική κατηγορία αποτελούν τα μηχανικά συστήματα (engineering systems), τα οποία μπορεί να είναι τεχνητά ή υβριδικά και έχουν κατασκευαστεί αυστηρά βάσει ενός σχεδίου (scheme) το οποίο ακολουθεί κάποιες προκαθορισμένες αρχές και έννοιες.



**Εικόνα 5 – Ανάδραση φυσικών και τεχνητών συστημάτων**

## 2.3 Ιστορική Αναδρομή Θεωρίας Συστημάτων

Η ιστορική αναδρομή της Θεωρίας Συστημάτων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση τα μεγαλύτερα ρεύματα επιρροής της και τις κύριες αρχές που διέπει το κάθε ένα από αυτά. Το κάθε ρεύμα δημιουργήθηκε από διαφορετικούς κλάδους επιστημών, για διαφορετικούς σκοπούς και με διαφορετικές διέπουσες αρχές και για τον λόγο αυτό η χρήση καθενός είναι περιστασιακή και δεν ορίζεται από ένα κοινό θεωρητικό πλαίσιο. Όπως και όλα τα εργαλεία, η χρήση τους υπόκειται στην κρίση του κάθε χρήστη και ακριβώς εκεί έγκειται η δυσκολία και πολυπλοκότητα εφαρμογής και κατανόησής τους.

### 2.3.1 Γενική Θεωρία Συστημάτων (General Systems Theory)

Ο δημιουργός της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων ήταν ο βιολόγος Ludwig von Bertalanffy (1901-1972). Η αρχική του μελέτη ήταν πάνω στη οργανική θεωρία συστημάτων, όπου εξέτασε τη θερμοδυναμική ισορροπία σταθερής κατάστασης σε ζωντανούς οργανισμούς. Μέσω της ερευνάς του κατέληξε στο εξής πόρισμα: Η επίσημη αντιστοιχία των γενικών αρχών, ανεξάρτητα από το είδος των σχέσεων ή των δυνάμεων μεταξύ των στοιχείων που τα αποτελούν, οδηγεί στη σύλληψη μιας Γενικής Θεωρίας Συστημάτων ως ένα νέο επιστημονικό δόγμα, που ασχολείται με τις αρχές που ισχύουν για τα συστήματα γενικά.

Ο Bertalanffy συνέχισε να υποστηρίζει τη Γενική Θεωρία Συστημάτων και το 1954, μαζί με τους συναδέλφους του Kenneth Boulding, Anatol Rapoport και Ralph Gerard ίδρυσαν την Κοινότητα Έρευνας Γενικών Συστημάτων (Society for General Systems Research, SGSR). Κύριοι στόχοι της Κοινότητας ήταν οι εξής:

- 1) Η διερεύνηση ισομορφίας εννοιών, νόμων και μοντέλων από διάφορους τομείς και η μεταφορά χρησιμών στοιχείων μεταξύ κλάδων.
- 2) Η ενθάρρυνση ανάπτυξης επαρκών θεωρητικών μοντέλων σε τομείς που δεν τα διαθέτουν.
- 3) Η ελαχιστοποίηση της επανάληψης θεωρητικής προσπάθειας σε διαφορετικούς τομείς.
- 4) Η προώθηση της ενότητας της επιστήμης μέσω βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ ειδικών.

Κατά τον Bertalanffy η άποψη του συστήματος ξετάζει τον κόσμο από την άποψη των σχέσεων και της ολοκλήρωσης. Τα συστήματα είναι ολοκληρωμένα σύνολα των οποίων οι ιδιότητες δεν μπορούν να περιοριστούν σε εκείνες μικρότερων μονάδων. Αντί να επικεντρώνεται σε βασικά δομικά στοιχεία ή ουσίες, η συστημική προσέγγιση δίνει έμφαση στις αρχές της οργάνωσης. Κάθε οργανισμός, από το μικρότερο βακτήριο μέχρι το φάσμα των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων – συν την οικογένεια, την κοινωνία και τον πλανήτη συνολικά – είναι ένα ολοκληρωμένο σύνολο και επομένως ένα ζωντανό σύστημα.

Η ανθρώπινη επιβίωση, κατά την άποψη του Bertalanffy, ήταν ο πρωταρχικός σκοπός για την καλλιέργεια της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων. Ο πολιτισμός μας αντιμετωπίζει τεράστιες δυσκολίες λόγω έλλειψης ηθικών, ηθολογικών και οικολογικών κριτηρίων στην εκδήλωση των ανθρώπινων υποθέσεων, τα οποία επί του παρόντος αφορούν μόνο τη διαχείριση μεγαλύτερων κερδών για τη μικρή μειοψηφία προνομιούχων ανθρώπων. Ο Bertalanffy πίστευε ότι η ανάγκη για μια γενική συνείδηση συστημάτων ήταν ζήτημα ζωής και θανάτου, όχι μόνο για εμάς τους ίδιους αλλά και για όλες τις μελλοντικές γενιές στον πλανήτη μας. Υποστήριξε μια νέα παγκόσμια ηθική, ένα ήθος που δεν επικεντρώνεται μόνο στις ατομικές αξίες, αλλά στην προσαρμογή της Ανθρωπότητας, ως παγκόσμιου συστήματος, στο νέο της περιβάλλον. Όπως δήλωσε, «Έχουμε να κάνουμε με αναδυόμενες πραγματικότητες, όχι πλέον με απομονωμένες ομάδες των ανδρών, αλλά με μια συστημικά αλληλεξαρτώμενη παγκόσμια κοινότητα».



## Classification of Systems, Boulding (1956)



**Εικόνα 6 – Κατηγοριοποίηση συστημάτων βάση της Θεωρίας Γενικών Συστημάτων**

### 2.3.2 Θεωρία «Ζωντανών» ή Έμβιων Συστημάτων (Living Systems Theory)

Ο James Grier Miller (1916-2002) ήταν δημιουργός της Θεωρίας «Ζωντανών» Συστημάτων. Με βάση τη θεωρία του τα ζωντανά συστήματα περιλαμβάνουν όχι μόνο βιολογικά συστήματα αλλά όλα τα συστήματα που είναι ζωντανά, συμπεριλαμβάνοντας έτσι το ίδιο το κοινωνικό σύστημα. Η Θεωρία Ζωντανών Συστημάτων έχει ως βάση της το πώς λειτουργούν όλα τα ζωντανά συστήματα, πώς διατηρούν τον εαυτό τους και πώς εξελίσσονται και αλλάζουν. Ο Miller καθορίζει ένα ζωντανό σύστημα ως ανοιχτό, με ικανότητα αυτο-οργάνωσης που έχει ειδικά χαρακτηριστικά ζωής και αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται μέσω ανταλλαγής πληροφορίας υλικών ή ενέργειας.

Η Θεωρία Ζωντανών Συστημάτων περιλαμβάνει ένα ιεραρχικό σύστημα οκτώ επιπέδων: (1) κύτταρα, (2) όργανα, (3) οργανισμοί, (4) ομάδες, (5) οργανώσεις, (6) κοινότητες, (7) κοινωνίες, (8) υπερεθνικά συστήματα. Κάθε ανώτερο επίπεδο είναι πιο πολύπλοκο από τα κατώτερα. Αυτό συμβαίνει καθώς τα ανώτερα επίπεδα κληρονομούν χαρακτηριστικά από τα κατώτερα και επίσης διαθέτουν αναδυόμενες ιδιότητες οι οποίες δεν υπάρχουν στα κατώτερα επίπεδα. Η θεωρία του Miller περιλαμβάνει μια σειρά 20 διαδικασιών που ασχολούνται πρώτον με ανταλλαγές υλικών και ενέργειας που εμπλέκονται στη μεταβολική διαδικασία του συστήματος και δεύτερον με τις πληροφορίες για τον συντονισμό, καθοδήγηση και έλεγχο του συστήματος. Ενσωματώνει το ιεραρχικό σύστημα 8 επιπέδων και 20 υποσυστημάτων σε πίνακα με 160 πεδία.

Η βασική στρατηγική εφαρμογής της γενικής Θεωρίας «Ζωντανών» Συστημάτων για την αντιμετώπιση ή διεξαγωγή έρευνας σε προβλήματα μεμονωμένων συστημάτων είναι η εξής:

- 1) Διευκρίνιση του επιπέδου του συστήματος.
- 2) Αναγνώριση των στοιχείων καθενός από τα 20 υποσυστήματα.
- 3) Απεικόνιση κάθε στοιχείου των υποσυστημάτων με κατάλληλα σύμβολα.

- 4) Σχεδιασμός ροών ύλης-ενέργειας και πληροφοριών μέσω των στοιχείων του υποσυστήματος από την είσοδο στο όριο μέσω του συστήματος και από το όριο στην έξοδο.

Η Θεωρία «Ζωντανών» Συστημάτων είχε μεγαλύτερο αντίκτυπο και χρησιμότητα σε βιολογικές επιστήμες και εφαρμογές της, αλλά απέτυχε στο να λειτουργήσει ως ένα κοινό θεωρητικό πλαίσιο το οποίο να είναι εφαρμόσιμο σε κάθε σύστημα.

### 2.3.3 Θεωρία Μαθηματικών Συστημάτων (Mathematical Systems Theory)

Η Θεωρία των Μαθηματικών Συστημάτων είχε τρεις κύριους συνεισφορές, οι οποίες συνέβαλαν ο καθένας με τη δική του προσέγγιση και είναι οι: Mihajlo D. Mesarovic, A. Wayne Wymore και George J. Klir.

Ο πρώτος χρησιμοποίησε μία αξιωματική προσέγγιση όπου το σύστημα παριστάνεται ως μια σχέση αφηρημένων συνόλων. Σε αυτή τη προσέγγιση το σύστημα μπορεί να περιγραφεί ως ένα σύστημα εισροών-εκροών ή ως ένα σύστημα επικεντρωμένο στην αναζήτηση στόχων. Ο Mesarovic, κατανοώντας τον περιορισμό μιας καθαρά μαθηματικής προσέγγισης, προσδιόρισε τους ακόλουθους δύο περιορισμούς μιας μαθηματικής θεωρίας γενικών συστημάτων:

- 1) Εφόσον ουσιαστικά είναι μια μαθηματική θεωρία μπορεί να θέσει σοβαρούς περιορισμούς στην περιγραφή συμπεριφοράς συστημάτων στην πραγματική ζωή, ειδικά όταν αφορούν πολύπλοκες βιολογικές ή κοινωνικές καταστάσεις.
- 2) Εφόσον η θεωρία χρησιμοποιεί «αδύναμες» μαθηματικές δομές, δεν είναι δυνατόν να «λύσουμε» αρκετά προβλήματα ή να έχουμε αρκετά χρήσιμα αποτελέσματα.

Ο A. Wane Wymore επίσης προσέγγισε τη θεωρία συστημάτων χρησιμοποιώντας θεωρία συνόλων, αναπτύσσοντας τη θεωρία του βασισμένη στα τρικοτυλήδονα (trycotyledon) για τον σχεδιασμό του συστήματος, η οποία παρείχε μια επίσημη θεωρία για να βοηθήσει στη σχεδίαση συστημάτων. Ο ορισμός του για ένα σύστημα βασίζεται σε δομές μεταβαλλόμενης κατάστασης. Για τον λόγο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε υβριδικά συστήματα που περιέχουν μεταβαλλόμενες και σταθερές μεταβλητές ή σε συστήματα που καθορίζονται από άπειρα σύνολα. Η θεωρία του έθεσε τα θεμέλια για την μετέπειτα εξέλιξη της μοντελοποίησης και προσομοίωσης.

Ο George J. Klir προσέγγισε τη θεωρία συστημάτων προσδιορίζοντας αρχικά τα χαρακτηριστικά του συστήματος. Τα χαρακτηριστικά συντάσσονται από μεταβλητές που είναι παρούσες στο σύστημα, συμπεριλαμβανομένων συμπεριφορών, καταστάσεων, στοιχείων, μεταβάσεων, συνδέσεων, ιεραρχιών κτλ. Τα συντασσόμενα χαρακτηριστικά επισημοποιούνται σε λεκτική και μαθηματική μορφή. Το σύστημα χαρακτηρίζεται ως ανήκον σε έναν από τους πέντε βασικούς ορισμούς συστημάτων που αποτελούν το συνεχές των συστημάτων του Klir. Κάθε ορισμός συστήματος σχετίζεται με μια συγκεκριμένη κατηγορία προβλημάτων συστήματος. Η κατηγοριοποίηση αυτή κάνει το θεώρημα του Klir να λειτουργεί ως βάση για μια γενική συστημική μεθοδολογία.

### 2.3.4 Κυβερνητική (Cybernetics)

Ο όρος Ανατροφοδότηση/Ανάδραση (feedback) είναι ένας όρος ζωτικής σημασίας για την κυβερνητική και ορίζει μια διαδικασία κατά την οποία κάποιο τμήμα της στιγμιαίας εκροής ενός συστήματος ανακατευθύνεται και επανατροφοδοτείται στο σύστημα ως νέα εισροή. Στη συνέχεια το σύστημα τη χρησιμοποιεί ώστε να αυτο-οργανώσει τη συμπεριφορά του ή να μετασχηματίσει τη δομή του βάσει της νέας εισροής πληροφοριών και τους εσωτερικούς κανόνες που το διέπουν. Αυτό μπορεί να συμβαίνει σε κάθε κύκλο input-throughput-output και χρησιμεύει ώστε το σύστημα να μπορέσει να κρίνει εάν η εισερχόμενη πληροφορία ήταν χρήσιμη ή όχι. Η ανάδραση αποτελεί ουσιαστικά τον αρωγό της εξέλιξης ενός συστήματος.

Όπως και με τη Θεωρία Μαθηματικών Συστημάτων έτσι και στη Κυβερνητική τρία άτομα συνέβαλαν στις προσεγγίσεις που κατηγοριοποιήθηκαν ως Κυβερνητική. Αυτοί ήταν ο Norbert Wiener (1894-1964), ο W. Ross Ashby (1903-1972) και ο Jay Forrester.

Ο Norbert Wiener ήταν μία γιγάντια φυσιογνωμία στον τομέα των μαθηματικών και της λογικής. Η ιδέα της κυβερνητικής προέκυψε από την ενασχόλησή του με την επίλυση του προβλήματος ελέγχου πυρός και αντιαεροπορικών κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκόσμιου Πολέμου. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ήταν συν-συγγραφέας σε μια πρωτοποριακή διατριβή επικεντρωμένη στη σκόπιμη συμπεριφορά συστημάτων. Η διατριβή αυτή αποτέλεσε τη βάση για το θεμελιώδες βιβλίο του "Cybernetics". Ο Wiener θεώρησε ότι η κυβερνητική βασίζεται στη θεωρία της ρύθμισης και εντολής τόσο στα μηχανιστικά όσο και στα οργανικά συστήματα. Οι δύο κύριες αρχές του ήταν η επικοινωνία και ο έλεγχος που βασίζονται στην ανατροφοδότηση των λειτουργικών μονάδων και στη μετάδοση πληροφοριών. Ο Wiener αποδίδει στον Claude Shannon (1916-2001) την εισαγωγή της έννοιας της εντροπίας στη θεωρία της πληροφορίας, που εισήγαγε ένα βαθμό επίσημης διατύπωσης ανάλογο με αυτόν στην κλασική στατιστική μηχανική κατά τον υπολογισμό της ποσότητας των πληροφοριών.

Ο W. Ross Ashby ήταν ένας γιατρός που βάσισε ένα μεγάλο μέρος της δουλειάς του στη λειτουργία του ανθρώπινου σώματος, όπως περιγράφεται στο βιβλίο του «Design for a Brain». Μία από τις μεγαλύτερες συνεισφορές του ήταν η κατανόηση ότι ένα σύστημα πρέπει να είναι «πλούσια συνδεδεμένο», όπως το έθεσε, αλλά όχι σε υπερβολικό βαθμό. Εξήγησε ξεκάθαρα ότι κανένα σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει, ούτε να υπάρξει, χωρίς περιορισμούς αλλά με συνολικά αρκετή παρέκκλιση ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται. Το ομοιοστατικό του μοντέλο έδειξε πως ένα σύστημα που αποτελείται από αλληλοεπιδρώντα στοιχεία μπορεί να ταλαντώνεται και να ισορροπεί μέσα σε προοδευτικά αυτο-καθοριζόμενα όρια σταθερότητας. Ίσως η πιο αναγνωρίσιμη συμβολή του ήταν τα βιβλία του «Law of Requisite Variety» και «Conant-Ashby Principle» που δηλώνουν ότι ο έλεγχος μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν η ποικιλία (variety) του ελεγκτή είναι τουλάχιστον τόσο μεγάλη όσο η ποικιλία της κατάστασης που πρέπει να ελεγχθεί.

Ο Jay Forrester ήταν ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός ο οποίος ασχολήθηκε με τους πρώτους ψηφιακούς υπολογιστές. Από το έργο του είχε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τη τεχνογνωσία του ως μηχανικός ηλεκτρονικών συστημάτων και ψηφιακών υπολογιστών στον τομέα των συστημάτων. Χρησιμοποίησε προσομοιώσεις υπολογιστών για να αναλύσει κοινωνικά συστήματα και να προβλέψει επιπτώσεις σε μια σειρά επίσημων μοντέλων. Μέσω της πράξης του αυτής έγινε ο ιδρυτής της Συστημικής Δυναμικής (System Dynamics). Εξέδωσε το πρώτο του βιβλίο με τίτλο «Industrial Dynamics» και στη συνέχεια τα βιβλία «Urban Dynamics» και «World Dynamics».

Η χρονική περίοδος 1945-1960 ονομάστηκε αργότερα από τον Heinz Von Foerster ως «Κυβερνητική Πρώτης Τάξης» και κατά την περίοδο αυτή θεμελιώθηκαν οι βασικές έννοιες της νέας αυτής επιστημονικής προσέγγισης που αποτέλεσαν τη βάση για τη μετέπειτα εξέλιξή της.

Η «Κυβερνητική Δεύτερης Τάξης» θεωρείται πως ξεκίνησε από το 1960 και ονομάστηκε έτσι από τον Heinz Von Foerster στο έργο του με τίτλο "Cybernetics of Cybernetics" (1979), όπου διαχώρισε τις δύο τάξεις και περιέγραψε τη δεύτερη ως την κυβερνητική των συστημάτων που παρατηρούν (observing systems), η οποία επικεντρώθηκε στη θετική ανατροφοδότηση (feedback), σε αντίθεση με τη μείωση της απόκλισης.

Επισημαίνεται ότι η κυβερνητική πρώτης τάξης έδινε έμφαση σε μηχανισμούς αρνητικής ανατροφοδότησης (negative feedback loops), δηλαδή ανατροφοδότησης που αποσκοπεί στο να μειώσει την απόκλιση, ενώ η κυβερνητική δεύτερης τάξης στράφηκε προς τους μηχανισμούς της θετικής ανατροφοδότησης που επιτυγχάνουν το ακριβώς αντίθετο. Στη θετική ανατροφοδότηση, η εισροή του συστήματος επανατροφοδοτείται στην εισροή, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόκλιση και να μειώνεται διαρκώς η σταθερότητα του συστήματος, με αποτέλεσμα τη μετάβαση του συστήματος σε νέα κατάσταση.

### **2.3.5 Θεωρία Κοινωνικών Συστημάτων (Social Systems Theory)**

Και στη Θεωρία Κοινωνικών Συστημάτων τρία άτομα ήταν συνεισφέρον με τις προσεγγίσεις τους στη διαμόρφωσή της. Ο Talcot Parsons (1902-1979), ο Walter F. Buckley (1922-2006) και ο Niklas Luhmann (1927-1998). Ο Parson ηγήθηκε αυτού που αποκαλείται πρώτη τάξη της

θεωρίας των κοινωνικών συστημάτων, ενώ οι Buckley και Luhmann ηγήθηκαν της δεύτερης τάξης της θεωρίας των κοινωνικών συστημάτων.

Ο Talcot Parsons ήταν καθηγητής του Harvard από το 1930 μέχρι το 1970 και ήταν από τους πιο γνωστούς κοινωνιολόγους των Ηνωμένων Πολιτειών. Είναι πολύ δύσκολο να συνοψίσουμε όλο το εύρος του έργου του, αλλά μπορούμε να επικεντρωθούμε στις ιδέες του που αφορούν την κοινωνιολογική θεωρία και συστήματα. Η πολύ σημαντική θεωρία του Parson ήταν βασισμένη σε έννοιες της Κυβερνητικής. Ανέπτυξε ένα μοντέλο (AGIL) όπου οι λειτουργίες του συστήματος κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες:

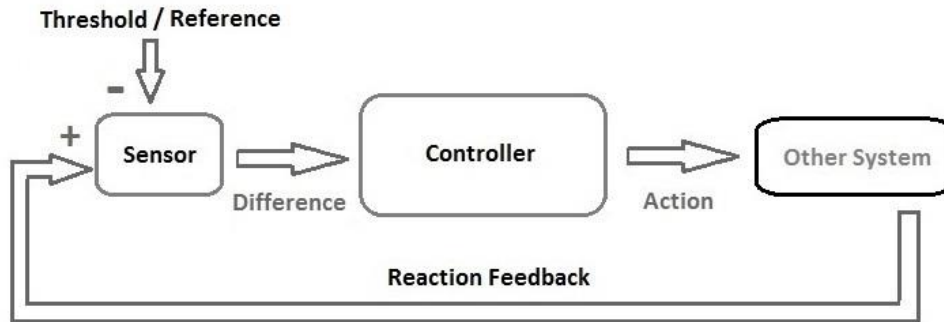
- 1) Προσαρμογή (Adaptation)
- 2) Επίτευξη στόχων (Goal attainment)
- 3) Ενσωμάτωση (Integration)
- 4) Αδράνεια (Latency)

Κάθε λειτουργία του συστήματος υποστηρίζεται από υποσυστήματα με συγκεκριμένους ρόλους και λειτουργίες, τις οποίες παρομοίωσε με τις λειτουργίες και τα όργανα του ανθρώπινου σώματος. Το έργο του είχε μεγάλη επιρροή, δίδαξε και επηρέασε πολλές ομάδες κοινωνιολόγων, συμπεριλαμβανομένου του Niklas Luhmann. Ο Parsons επεκτάθηκε πέρα από τα παραδοσιακά κοινωνιολογικά θέματα και συμμετείχε το 1950 στα Συνέδρια Macy για τη Συστημική Θεωρία και Κυβερνητική με άλλους θεωρητικούς συστημάτων, όπως οι Norbert Wiener, Ludwig von Bertalanffy, Ross Ashby, Warren McCulloch και Hans von Foerster. Το έργο του έθεσε τα θεμέλια για τη δεύτερη τάξη της Συστημικής Θεωρίας (Systems Theory).

Ο Walter F. Buckley, καθηγητής κοινωνιολογίας, ήταν από τους πρώτους που ενστερνίστηκε ιδέες από τη Γενική Συστημική Θεωρία του Bertalanffy. Το βιβλίο του «Sociology and the Modern Systems Theory» ήταν το πρώτο στο οποίο εφαρμόστηκε θεωρία συστημάτων επάνω στην κοινωνιολογία. Η προσέγγισή του ήταν μια σύνθεση συστημικών εννοιών, πληροφορίας και επικοινωνίας, εννοιών της κυβερνητικής, όπως ο έλεγχος και η ανάδραση, καθώς και εννοιών όπως η αυτο-οργάνωση και τα πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα (Complex Adaptive Systems, CAS).

Ο Niklas Luhmann μνημονεύεται στην Ευρώπη ως ο πιο σημαντικός κοινωνικός θεωρητικός του 20ού αιώνα. Ο Luhmann ήταν μαθητής του Talcott Parsons στο Harvard το 1962. Έβλεπε την κοινωνία ως ένα σύστημα και οι ιδέες του αποτυπώνονται στο βιβλίο του «Theory of Society». Η τοποθέτησή του ήταν ότι κάθε κοινωνική επαφή αναγνωρίζεται ως ένα σύστημα, συμπεριλαμβανομένης της κοινωνίας η οποία περιλαμβάνει όλες τις κοινωνικές επαφές. Η πρωτοποριακή του θεώρηση να περιγράψει τις κοινωνικές σχέσεις ως συστήματα ήταν αυτή που τον έκανε να ξεχωρίσει από τους συναδέλφους του. Πιο συγκεκριμένα η άποψή του ήταν ότι: «Τα συστήματα προσανατολίζονται από το περιβάλλον τους, όχι μόνο περιστασιακά και προσαρμοστικά, αλλά δομικά και δεν μπορούν να υπάρξουν χωρίς οργάνωση. Αποτελούν και διατηρούν τον εαυτό τους δημιουργώντας και διατηρώντας διαφορά από το περιβάλλον τους και χρησιμοποιούν τα όριά τους για να ρυθμίζουν αυτή τη διαφορά. Χωρίς διαφορά από ένα περιβάλλον δεν θα υπήρχε καν αυτο-αναφορά γιατί η διαφορά είναι η λειτουργική προϋπόθεση για αυτο-αναφορά».

Το έργο της δεύτερης τάξης των θεωρητικών των κοινωνικών συστημάτων συνέβαλε πάρα πολύ στην διεύρυνση του τρόπου σκέψης και αντίληψης όσον αφορά την εννοιολογική χρησιμότητα των συστημάτων.



## A Cybernetic Loop

### Εικόνα 7 – Κυβερνητικός βρόγχος

#### 2.3.6 Θεωρία Φιλοσοφικών Συστημάτων (Philosophical Systems Theory)

Πίσω από τις προσεγγίσεις που συντέλεσαν στη διαμόρφωση της Θεωρίας Φιλοσοφικών Συστημάτων βρίσκονταν οι Ervin Laszlo και Mario Bunge.

Ο Ervin Laszlo υιοθέτησε μια συστημική φιλοσοφία που συμπεριλάμβανε τη γνώση που είχε αποκτηθεί κατά την παρατήρηση του φυσικού κόσμου. Η προσέγγισή του έμοιαζε με του Bertalanffy, ο οποίος μάλιστα γνώριζε και αποδεχόταν τις ιδέες του Laszlo και έγραψε τον πρόλογο για το βιβλίο του Laszlo «Introduction to Systems Theory: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought». Οραματίστηκε τη δομή της επιστήμης ως ένα οικοδόμημα χτισμένο σε ένα οριζόντιο δισδιάστατο επίπεδο και υψώνεται πάνω από αυτό στην τρίτη διάσταση. Το δισδιάστατο θεμέλιο είναι η «φύση», όπως παρουσιάζεται στην επιστήμη μέσω της παρατήρησης και του πειράματος. Η δομή που υψώνεται πάνω από αυτήν είναι το σύνολο των εννοιών, αρχών, θεωριών και νόμων που αναπτύχθηκαν σε μια δεδομένη επιστήμη. Σε συνδυασμό με αυτή την τρισδιάστατη δομή θεωρεί μια γλώσσα συστημάτων που επιτρέπει την κατανόηση μεταξύ επιστημονικών αρχών που διαχωρίζονται από εξειδικευμένες έννοιες και όρους. Η προσέγγιση του Laszlo περιλαμβάνει μια σύγκριση της παραδοσιακής, ατομιστικής, αναλυτικής άποψης και της πιο ολιστικής και σύνθετης άποψης. Η ικανότητά του να διατηρεί την προοπτική του βασίζεται στον κεντρικό ρόλο της συστημικής σκέψης. Έτσι βλέπουμε ότι ο Laszlo χρησιμοποιεί συστημική σκέψη για να δει τον κόσμο αλλά και την ίδια του τη θέση στον κόσμο. Μέσω της συστημικής σκέψης είναι σε θέση να οργανώσει τη γνώση του με βάση τα συστήματα, τις συστημικές ιδιότητες και τις συστημικές σχέσεις. Η φιλοσοφία συστημάτων του Laszlo παρέχει πρόσθετα θεμέλια για την ανάπτυξη της θεωρίας συστημάτων.

Ο Mario Bunge εισήγαγε τη συστημική προσέγγιση σε συνδυασμό με επεξήγηση βασισμένη σε μηχανισμούς. Θεώρησε πως οι δίδυμες έννοιες του συστήματος και του μηχανισμού είναι τόσο κεντρικές στη σύγχρονη επιστήμη, είτε φυσική, κοινωνική ή βιοκοινωνική που η χρήση τους έχει δημιουργήσει ολόκληρη οντολογία την οποία ονόμασε συστημισμό. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση τα πάντα στο σύμπαν ήταν, είναι και θα είναι ένα σύστημα. Πιστεύει ότι ο συστημισμός είναι η εναλλακτική λύση τόσο στον ατομικισμό όσο και στην ολιστική προσέγγιση. Ωστόσο σημειώνει ότι υπάρχει μεγάλη διάκριση μεταξύ συστήματος και μηχανισμού και δηλώνει πως ο μηχανισμός είναι μια διαδικασία στο σύστημα.

## 2.4 Συστημική έναντι Συμβατικής σκέψης

Καθένας από εμάς έχει μια κοσμοθεωρία, έναν τρόπο να παρατηρούμε το περιβάλλον μας και να αντιλαμβανόμαστε την πραγματικότητά μας. Χρησιμοποιούμε την κοσμοθεωρία αυτή ως τον θεμελιώδη λίθο που θα χτίσει τις ιδέες μας, την κοινωνία και κατά συνέπεια τον πολιτισμό μας. Ανά τους αιώνες έχουμε βρεθεί σε διάφορα στάδια αλλαγής όσον αφορά την κυρίαρχη κοσμοθεωρία, και σημαντικών μετατοπίσεων με μεγάλες κοινωνικοπολιτικές επιπτώσεις. Για να κατανοήσουμε την αλλαγή αυτή, πρέπει να εξετάσουμε πιο προσεκτικά τις φιλοσοφίες και τις ιδέες που έχουν διαμορφώσει την τρέχουσα άποψή μας για τον κόσμο και τη μετατόπιση της σκέψης που απαιτείται. Για να κατανοήσουμε τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουμε ακολουθεί μια συνοπτική ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της δυτικής σκέψης μέχρι σήμερα.

Η δέσμευση στον τρόπο σκέψης αιτίου-αποτελέσματος οδήγησε σε τρεις πολύ θεμελιώδεις τρόπους σκέψης οι οποίοι είχαν κυρίαρχο ρόλο στον τρόπο που αντιλαμβανόμασταν το περιβάλλον και τα προβλήματα που προέκυπταν σχεδόν για τα τελευταία 400 χρόνια. Ο πρώτος ήταν ότι αν θέλουμε να αναλύσουμε και να εξηγήσουμε ένα φαινόμενο, το μόνο που πραγματικά χρειαζόμασταν ήταν να βρούμε την αιτία του. Δεν εμβαθύνουμε όμως περισσότερο στη διερεύνηση και κατανόηση της ίδιας της αιτίας και απλά την αντιμετωπίζαμε ως ένα αυτούσιο αποτέλεσμα. Η συνέπεια του δεύτερου τρόπου σκέψης ήταν ότι η νοοτροπία αιτίας-αποτελέσματος μας οδηγούσε στο να έχουμε μία θεωρία χωρίς περιβάλλον. Πιστεύαμε ότι η κατανόηση του σύμπαντος προέρχεται από την κατανόηση δυαδικών σχέσεων χωρίς την παρέμβαση του περιβάλλοντος, δηλαδή χρησιμοποιώντας τη συστημική σκέψη, ένα σύστημα χωρίς περιβάλλον. Έτσι τα γεγονότα που εξετάζαμε βρίσκονταν σε ένα πληροφοριακό κενό. Ο τρίτος τρόπος σκέψης ήταν ο ντετερμινισμός (determinism), δηλαδή ότι όλα όσα συμβαίνουν είναι το προκαθορισμένο αποτέλεσμα που προκάλεσε μια προηγούμενη αιτία. Τίποτα δεν μπορεί να συμβεί αυθόρμητα ή τυχαία και κάθε γεγονός ορίζεται από τα γεγονότα που προηγήθηκαν.

Ο Νεύτωνας (Isaac Newton) ήταν ο πρώτος που συνδύασε τους τρόπους αυτούς σκέψης σε ένα ενιαίο πλαίσιο που περιγράφει το σύμπαν μας. Το περιέγραψε ως ένα κλειστό μηχανικό σύστημα, αυτόνομο, χωρίς περιβάλλον. Αυτός ο μηχανιστικός τρόπος σκέψης, δηλαδή ότι το σύμπαν είναι ουσιαστικά μια μηχανή, εξαπλώθηκε ραγδαία στον Δυτικό κόσμο και υιοθετήθηκε ως ο κύριος τρόπος σκέψης. Με βάση αυτό τον τρόπο σκέψης προέκυψε ο συλλογισμός πως ο άνθρωπος πρέπει να δημιουργήσει μηχανές για να κάνουν την εργασία του. Αυτή ήταν και η αρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης.

Η Βιομηχανική Επανάσταση, αντικατοπτρίζει την άποψη αυτή, που βλέπει τον κόσμο ως μηχανή, και επέφερε τη μηχανοποίηση της εργασίας. Η εργασία ορίστηκε με αναγωγικούς όρους ως η εφαρμογή ενέργειας στην ύλη για να τη μετασχηματίσει. Με βάση αυτή την πεποίθηση, ο Frederick Taylor ανέπτυξε ένα μοντέλο παραγωγής που μείωσε την εργασία στα πιο βασικά της στοιχεία. Οι εργασίες που μπορούσαν να μηχανοποιηθούν ανατέθηκαν σε μηχανές, ενώ οι υπόλοιπες γίνονταν με μισθωτή εργασία. Στη συνέχεια, οι μηχανές και οι άνθρωποι συγκεντρώθηκαν σε ένα δίκτυο στοιχειωδών εργασιών αφιερωμένων στην παραγωγή ενός προϊόντος - του σύγχρονου εργοστασίου. Στη διαδικασία της μηχανοποίησης της εργασίας, ωστόσο, κάναμε τους ανθρώπους να συμπεριφέρονται σαν να ήταν μηχανές.

Με την πάροδο του χρόνου κάποια διλήμματα που αμφισβήτησαν την εγκυρότητα της κοσμοθεωρίας αυτής άρχισαν να εμφανίζονται. Το πρώτο ήταν η συνειδητοποίηση ότι αν ό,τι κάνουμε καθορίζεται από κάτι που προηγήθηκε (σκέψη αιτίου-αποτελέσματος), τότε δεν υπάρχει ελεύθερη βούληση. Αυτό ερχόταν σε αντίθεση με την ελεύθερη βούληση και την ελευθερία επιλογής. Το 1923, ο Γερμανός φυσικός Werner Heisenberg ανακάλυψε ότι όσο ακριβέστερα μπορείτε να προσδιορίσετε μια βασική ιδιότητα ενός ατόμου, τόσο λιγότερο θα είστε σε θέση να γνωρίζετε τις άλλες ιδιότητές του. Το εύρημά του αμφισβήτησε την πεποίθηση ότι το σύμπαν μπορεί να γίνει πλήρως κατανοητό.

Το δίλημμα που τελικά οδήγησε στην κατάρρευση του τρόπου σκέψης της Εποχής της Μηχανής (μηχανιστική σκέψη) ήταν η περαιτέρω κατανόηση των συστημάτων που διαδόθηκε από τον Norbert Wiener και von Bertalanffy και το έργο τους επάνω στην Κυβερνητική (Cybernetics) και με το βιβλίο του von Bertalanffy «General Systems Theory» (1954).

Γιατί τα συστήματα υπερτέρησαν της σκέψης της Μηχανικής Εποχής; Έχει να κάνει με τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των συστημάτων. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ένα σύστημα είναι ένα σύνολο που αποτελείται από δύο ή περισσότερα μέρη. Κάθε μέρος επηρεάζει τη συμπεριφορά του συνόλου, ανάλογα με το πώς αλληλοεπιδρά με τα άλλα μέρη του συστήματος. Επίσης, οι βασικές ιδιότητες που ορίζουν κάθε σύστημα είναι ιδιότητες του συνόλου που κανένα από τα μέρη του δεν έχει. Για να κατανοήσουμε ένα σύστημα, η συμβατική ανάλυση λέει να το αποσυναρμολογήσουμε στα διάφορα μέρη του. Αλλά όταν συμβεί αυτό, τότε το σύστημα χάνει τις βασικές του ιδιότητες. Η ανακάλυψη ότι δεν μπορούμε να κατανοήσουμε τη φύση ενός συστήματος με ανάλυση, μας ανάγκασε να συνειδητοποιήσουμε ότι απαιτείται άλλος τύπος σκέψης, ο οποίος ονομάστηκε σύνθεση (synthesis).

Η σύνθεση είναι ακριβώς το αντίθετο της ανάλυσης. Το πρώτο βήμα της σύνθεσης είναι να προσδιοριστεί το μεγαλύτερο σύστημα του οποίου μέρος αποτελεί το προς επεξήγηση σύστημα. Το δεύτερο βήμα είναι να προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε το μεγαλύτερο σύστημα στο σύνολό του. Το τρίτο βήμα είναι η διάσπαση της κατανόησης του συνόλου σε μια κατανόηση του μέρους, προσδιορίζοντας τον ρόλο ή τη λειτουργία του μέσα στο σύστημα που το περιέχει.

Η ανάλυση, από την άλλη πλευρά, αποκαλύπτει τη δομή, δηλαδή το πώς λειτουργεί ένα σύστημα. Εάν, για παράδειγμα, θέλουμε να επισκευάσουμε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή πρέπει να τον αναλύσουμε για να βρούμε ποιο εξάρτημα δεν λειτουργεί. Τελικά η συνθετική σκέψη αντικαταστάθηκε από την αναλυτική σκέψη λόγω της νοοτροπίας ότι παρότι δεν θα καταφέρουμε να έχουμε πλήρη κατανόηση του σύμπαντος με την ανάλυση, θα επιτύχουμε μια πιο σταδιακά ευρύτερη κατανόηση αναλογική με το μέγεθος του συστήματος. Υπεύθυνος για την υιοθέτηση αυτού του τρόπου σκέψης ήταν ο Arthur Singer, Jr (1898) και σήμανε την αρχή του τέλους της Εποχής της Μηχανής. Πρέπει να τονιστεί ότι η σκέψη παραγωγού-προϊόντος του Singer δεν αντικαθιστά την ανάλυση αίτιου-αποτελέσματος είναι απλώς ένας άλλος τρόπος να βλέπουμε τον κόσμο. Ακριβώς όπως ένα πορτοκάλι φαίνεται διαφορετικό ανάλογα με τον τρόπο που το κόβεις, ο Singer έδειξε ότι η αιτία και το αποτέλεσμα είναι μόνο ένας τρόπος να δούμε την πραγματικότητα. Επειδή η πραγματικότητα είναι πολυδιάστατη, υπάρχουν άπειροι τρόποι να τη δει κάποιος και κάθε κομμάτι της μας δίνει μια διαφορετική άποψη. Επομένως, ο παραγωγός-προϊόν δεν αποτελεί εναλλακτική λύση στην αιτία-αποτελέσματα, αλλά τα δύο είναι συμπληρωματικά. Και όταν το βλέπεις έτσι, η ελεύθερη βούληση, ο σκοπός και η επιλογή είναι συμβατά.

Με τη μετέπειτα δημιουργία συνδικαλιστικών σωματείων και ενώσεων και αργότερα με τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ο τρόπος, οι απόψεις για το management, το εργατικό δυναμικό και τους stakeholders στους οργανισμούς, μεταβλήθηκαν ραγδαία. Οι νέες αρχές που ξεκίνησαν να διέπουν τον τρόπο σκέψης ήταν η παρατήρηση και η επικοινωνία.

Με πρωτοπόρους στη συστημική σκέψη, όπως ο Russel L. Ackoff που θεμελίωσε τις συστημικές αρχές μέσα από το έργο του, έγινε βέβαιο ότι η συστημική σκέψη διευρύνει το φάσμα των διαθέσιμων επιλογών για την επίλυση ενός προβλήματος, διευρύνοντας τη σκέψη μας και βοηθώντας μας να διατυπώσουμε προβλήματα με νέους και διαφορετικούς τρόπους. Ταυτόχρονα, οι αρχές της συστημικής σκέψης μάς κάνουν να συνειδητοποιήσουμε ότι δεν υπάρχουν τέλειες λύσεις. Οι επιλογές που κάνουμε θα έχουν αντίκτυπο σε άλλα μέρη του συστήματος. Προβλέποντας τον αντίκτυπο κάθε «αντιστάθμισης», μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε τη σοβαρότητά του ή ακόμα και να τον χρησιμοποιήσουμε προς όφελός μας.

Επομένως, η συστημική σκέψη μάς επιτρέπει να κάνουμε συνειδητές επιλογές, να αποφύγουμε βραχυπρόθεσμες λύσεις με μακροπρόθεσμα αρνητικά αποτελέσματα, να συνειδητοποιήσουμε πως, για να βελτιστοποιήσουμε το σύνολο, πρέπει να βελτιώσουμε τις σχέσεις μεταξύ των μερών του και να εφαρμόσουμε τις παραπάνω αρχές σε οποιοδήποτε τομέα και κλάδο και σε οποιαδήποτε κλίμακα.

## 2.5 Πολυπλοκότητα

### 2.5.1 Θεωρία Πολύπλοκων Συστημάτων (Complex Systems Theory)

Ένα «Πολύπλοκο ή Σύνθετο Σύστημα» (Complex System) είναι μια ομάδα ή μια οργάνωση που αποτελείται από πολλά αλληλοεπιδρώντα μέρη. Τα αρχετυπικά πολύπλοκα συστήματα περιλαμβάνουν το παγκόσμιο κλίμα, τις οικονομίες, τις αποικίες μυρμηγκιών και το ανοσοποιητικό σύστημα. Σε τέτοιου είδους συστήματα τα μεμονωμένα μέρη ονομάζονται συστατικά (components) ή παράγοντες/οντότητες (agents) και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους συχνά οδηγεί σε μεγάλης κλίμακας συμπεριφορές. Τέτοιου είδους συμπεριφορές είναι δύσκολα προβλέψιμες, αν γνωρίζουμε μόνο τη συμπεριφορά των μεμονωμένων παραγόντων τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάδυση (emergence) και οι συλλογικές συμπεριφορές τους αναδυόμενες (emergent) συμπεριφορές. Παραδείγματα αναδυόμενων συμπεριφορών αποτελούν οι βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες κλιματικές αλλαγές, η αυξομείωση των τιμών της αγοράς και ακόμη και η ικανότητα του ίδιου μας του ανοσοποιητικού συστήματος να διαχωρίζει τον εαυτό του από εξωτερικούς κινδύνους με αποτέλεσμα να μας προστατεύει.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό παράδειγμα ενός πολύπλοκου συστήματος είναι ένα οικοσύστημα. Ο κάθε οργανισμός ή το κάθε είδος σε ένα οικοσύστημα μπορεί να αποτελέσει έναν παράγοντα για το σύστημα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων μπορεί να έχει διάφορες μορφές, όπως η σχέση αρπακτικού-λείας, ξενιστή-παράσιτου κτλ. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές δεν είναι συμμετρικές, καθώς ο κάθε παράγοντας παίζει και διαφορετικό ρόλο. Συμμετρικές αλληλεπιδράσεις έχουμε όταν υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των παραγόντων για πόρους. Για παράδειγμα μέλη διαφορετικών ειδών ή και του ίδιου είδους που συναγωνίζονται για την ίδια λεία ή τροφή. Τέλος, μπορεί να έχουμε συμβιωτικές σχέσεις μεταξύ παραγόντων, οι οποίες είναι και αυτές συμμετρικές, καθώς επωφελοούνται και τα δύο μέρη.

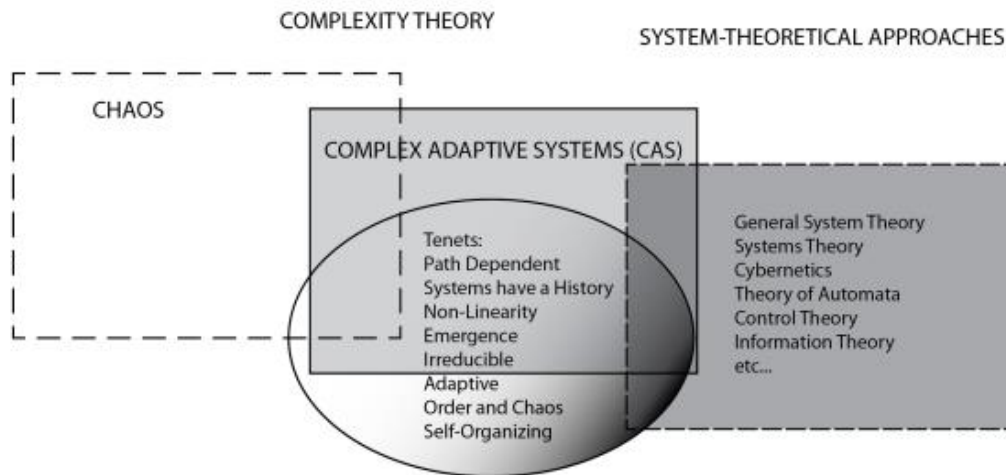
Επιπλέον σε ένα οικοσύστημα που έχουμε αλληλεπιδράσεις μεταξύ παραγόντων προκύπτουν και αναδυόμενες συμπεριφορές. Για παράδειγμα μπορεί να έχουμε ανταγωνισμούς ή συνεργασίες μεταξύ ειδών ως αποτέλεσμα μια άλλης αλληλεπίδρασης (ή και πολλαπλών) στο οικοσύστημα. Όλοι οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα στη Γη, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου, είναι αποτέλεσμα επιρροής του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η ίδια η εξέλιξη των ειδών των ζώων και του ανθρώπου με την πάροδο του χρόνου είναι ένα παράδειγμα αναδυόμενης συμπεριφοράς.

Η επιστήμη της πολυπλοκότητας έχει αναπτύξει τρεις σχολές σκέψης: την αναγωγική επιστήμη της πολυπλοκότητας (reductionist complexity science), τη σκέψη της πολυπλοκότητας (complexity thinking) και την επιστήμη της «μαλακής» πολυπλοκότητας (soft complexity science), γνωστή και ως μεταφορική σχολή (metaphorical school of complexity). Η αναγωγική σχολή μειώνει τα στοιχεία σε συνιστώσες χαμηλότερου επιπέδου και αναπτύσσει κανόνες αλληλεπίδρασης μεταξύ των στοιχείων χαμηλότερου επιπέδου και των στοιχείων ανώτερου επιπέδου, ως μέσο επεξήγησης των νέων αναδυόμενων ιδιοτήτων (emergent properties). Η σχολή της σκέψης της πολυπλοκότητας εστιάζει σε αυτό που δεν μπορεί να εξηγηθεί. Η επιστημολογία είναι ότι η γνώση που αφορά το περιβάλλον μας είναι πάντα ελλιπής και έτσι εστιάζει στα όρια αυτής της ελλιπούς γνώσης. Τέλος η μεταφορική σχολή πιστεύει ότι ο κοινωνικός κόσμος είναι εγγενώς διαφορετικός από τον φυσικό κόσμο και αμφισβητεί την κοσμοθεωρία του Νεύτωνα. Βλέπει την πολυπλοκότητα μέσα από μία συνδετική προοπτική όπου οι αιτιώδεις συνδέσεις δεν μπορούν να αναλυθούν, καθώς είναι πολύ απλοϊκές σε σύγκριση με όλο το σύστημα.

Το ερώτημα είναι πώς μπορεί η μελέτη των πολύπλοκων συστημάτων να βοηθήσει πρακτικά στη σύγχρονη πραγματικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία και ανάλυση μοντέλων τα οποία βασίζονται στη συμπεριφορά των μεμονωμένων παραγόντων (individual agent-based models). Με την προσομοίωση και μελέτη τέτοιων μοντέλων οι ειδικοί σκοπεύουν να κατανοήσουν τα φαινόμενα ανάδυσης και τους παράγοντες που τα προκαλούν. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να επιχειρήσουν μελλοντικά να προβλέψουν παρόμοιες συμπεριφορές, κάτι το οποίο θα αποτελούσε ένα τεράστιο σημαντικό και χρήσιμο εργαλείο για τη σύγχρονη αλλά και για τη μελλοντική κοινωνία. Επιπλέον η μελέτη του φαινομένου της ανάδυσης δεν



περιορίζεται μόνο σε ένα επιστημονικό πεδίο αλλά μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους κλάδους και η ευελιξία αυτή είναι που το καθιστά τόσο πολύτιμο ως μέσο της ανθρώπινης εξέλιξης. Για παράδειγμα, με την εφαρμογή μια τέτοιας μελέτης αναδυόμενης συμπεριφοράς στον τομέα της Γενετικής πάνω στο γενετικό μας υλικό (DNA) μπορεί να κατανοηθεί ο λόγος που προκαλούνται κάποιες γενετικές ασθένειες και είτε να βρεθεί θεραπεία για αυτές είτε να μπορέσουν να προληφθούν παντελώς.



**Εικόνα 8 – Αναπαράσταση στοιχείων θεωρίας πολυπλοκότητας**

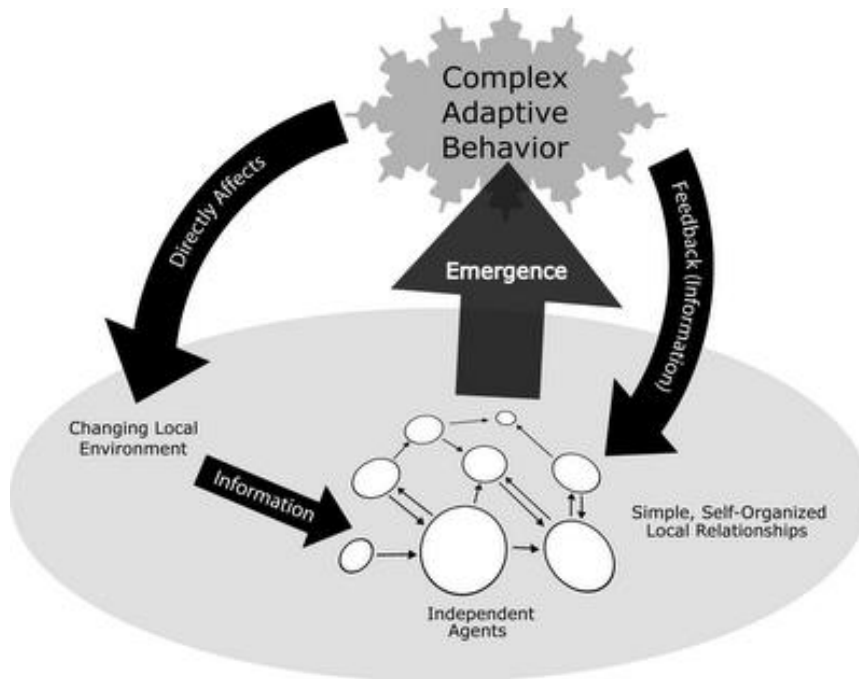
### 2.5.2 Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα (Complex Adaptive Systems)

Τα πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα (Complex Adaptive Systems, CAS) αναφέρονται γενικά σε ανοιχτά δυναμικά συστήματα που είναι σε θέση να αυτο-οργανώνουν τη δομική τους διαμόρφωση μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών, ενέργειας και άλλων πόρων στο περιβάλλον τους και είναι σε θέση να μετασχηματίσουν αυτούς τους πόρους για να υποστηρίξουν δράση. Είναι αυτο-οργανωμένα συστήματα με ελάχιστο έως καθόλου άμεσο έλεγχο από εξωτερικές δυνάμεις. Τα συστήματα αυτά είναι, όπως προαναφέρθηκε, δυναμικά, καθώς έχουν διαρκείς οργανικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων που συναντούν, διότι τα στοιχεία του συστήματος προσαρμόζονται στις εξωτερικές δυνάμεις. Και σύμφωνα με το φαινόμενο της ανάδυσης (emergence) τείνουν να μετασχηματίζονται σε νέες καταστάσεις, όταν έχουν μάθει πώς να προσαρμοστούν στο νέο τους περιβάλλον. Η αυτο-οργάνωση συνεπάγεται ότι κανένα συστατικό του συστήματος (ή οτιδήποτε εκτός του συστήματος) δεν έχει άμεσο ή αποκλειστικό έλεγχο στα συλλογικά του πρότυπα ή στο πώς αλλάζουν τα πρότυπα αυτά. Συνεπάγεται επίσης ότι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος δεν ελέγχονται κεντρικά αλλά τοπικά, και αυτή η εντοπιότητα σχετίζεται με σωματικές ή γνωστικές διαστάσεις. Τα συλλογικά, διατεταγμένα μοτίβα που προκύπτουν μέσω της αυτο-οργάνωσης των πολύπλοκων προσαρμοστικών συστημάτων είναι γνωστά ως αναδυόμενες ιδιότητες (emergent properties),

Ένα πολύπλοκο προσαρμοστικό σύστημα έχει ποικίλα χαρακτηριστικά λόγω της σύνθετης δομής του, αλλά γενικότερα παρατηρούνται τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- **Εξάρτηση διαδρομής (Path dependence):** Η ευαισθησία σε μικρές αλλαγές είναι ζωτικής σημασίας για τον χαρακτηριστικό αυτό των πολύπλοκων προσαρμοστικών συστημάτων. Τα συστήματα που εξαρτώνται από τη διαδρομή (path-dependent) είναι «ευαίσθητα» στις αρχικές τους συνθήκες, έτσι ώστε η ίδια δύναμη να επηρεάζει φαινομενικά παρόμοιους οργανισμούς [συστήματα] με διαφορετικό τρόπο, με βάση το ιστορικό τους.

- **Μη γραμμικότητα (Non-linearity):** Όπως εξηγήσαμε, τα πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα είναι δύσκολα προβλέψιμα λόγω της δομής τους και της αλληλεπίδρασης των παραγόντων τους. Μικρές αλλαγές σε ένα σύστημα μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλα αποτελέσματα και, εντός του ίδιου συστήματος, μεγάλες αλλαγές μπορούν επίσης να έχουν ελάχιστα αποτελέσματα. Αυτή η αδυναμία πρόβλεψης μελλοντικών καταστάσεων του συστήματος τα καθιστά μη γραμμικά συστήματα.
- **Ανάδυση (Emergence):** Οι παράγοντες (agents) των πολύπλοκων προσαρμοστικών συστημάτων αλληλοεπιδρούν ο ένας με τον άλλο. Αυτή τους η αλληλεπίδραση οδηγεί στην ανάδυση. Παροδικά το σύνολο γίνεται μεγαλύτερο από το άθροισμα των παραγόντων του. Το κύριο πρόβλημα με τη συμπεριφορά αυτή είναι ότι είναι αδύνατον να κατανοήσουμε το συνολικό σύστημα εξετάζοντας μεμονωμένα τα μέρη του.
- **Προσαρμοστικότητα (Adaptiveness):** Ακριβώς λόγω της ανάδυσης, το σύστημα μετασχηματίζεται αλλάζοντας την αρχική του κατάσταση. Η ικανότητα προσαρμογής σημαίνει λειτουργία μεταξύ χάους και τάξης, αλλά ταυτόχρονα την αποφυγή και των δύο. Αυτή η ενδιάμεση ισορροπία επιτρέπει στο σύστημα να εξελιχθεί σε νέες αναδυόμενες καταστάσεις.



**Εικόνα 9 – Πολύπλοκη προσαρμοστική συμπεριφορά**

### 2.5.3 Οργανισμοί ως Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα (CAS)

Ως πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα (CAS), όλοι οι οργανισμοί είναι οργανισμοί μάθησης: δοκιμάζουν νοητικά μοντέλα ή πρότυπα για το πώς λειτουργούν τα πράγματα σε σχέση με την ανατροφοδότηση από τον πραγματικό κόσμο. Ωστόσο, με τον ίδιο τρόπο που ένα παιδί μπορεί να μάθει και να οικοδομήσει δυσπροσαρμοστικά (maladaptive) νοητικά μοντέλα με βάση την εμπειρία του, η οργανωτική μάθηση μπορεί να ενισχύσει δυσπροσαρμοστικές συλλογικές συμπεριφορές και κουλτούρες με αποτέλεσμα την αρνητική συνολική επιρροή στον οργανισμό.

Η ικανότητα προσαρμογής είναι κρίσιμη για την πλοήγηση σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον και οι πολιτισμικοί κανόνες διαδραματίζουν μεγάλο ρόλο στον καθορισμό της προσαρμοστικότητας (adaptability). Για παράδειγμα, σε μια εταιρεία υπήρχε συνεργασία με έναν μεγάλο όμιλο ετερογενών δραστηριοτήτων που ήταν αρχικά μια περιφερειακή αεροπορική εταιρεία, μια εξαιρετικά τεχνική και με μεγάλη έμφαση από πλευράς logistics επιχείρηση. Η ανάπτυξη σε πολυεθνική εταιρεία σήμαινε την προσθήκη νέων και λιγότερο τεχνικών προϊόντων και υπηρεσιών. Το εξαιρετικά δομημένο μοντέλο προέλευσής τους, το οποίο εστίαζε στη μηχανική, είχε δημιουργήσει μια κουλτούρα που ήταν πιο αργή για να προσαρμοστεί και να εξελιχθεί προς αυτές τις λιγότερο τεχνικές ευκαιρίες: μεμονωμένοι υπάλληλοι είχαν συνηθίσει να κατευθύνονται ιδιαίτερα από τους ηγέτες και απαιτούσαν λεπτομερείς προδιαγραφές για να προχωρήσουν σε ένα έργο. Ο Διευθύνων Σύμβουλος ήθελε, καθώς το θεωρούσε αναγκαίο για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού, να έχουν περισσότερη ελευθερία να λειτουργούν και να προσαρμόζονται με δημιουργικούς τρόπους που θα δημιουργούσαν ευκαιρίες για νέα επιχειρηματικά τμήματα και νέες αγορές.

Η ικανότητα προσαρμογής είναι κρίσιμη για την πλοήγηση σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον και συνεπώς οι πολιτισμικοί κανόνες διαδραματίζουν τεράστιο ρόλο στον καθορισμό της προσαρμοστικότητας. Η πρόκληση έγκειται στο να δημιουργηθεί ένας οργανισμός που μαθαίνει πώς να επιβιώνει και να ευδοκιμεί μέσω της προσαρμογής. Χρειαζόμαστε οργανωτική μάθηση που να επικεντρώνεται στη βελτίωση της ικανότητάς μας να επιτύχουμε τους οργανωτικούς μας στόχους. Επιπλέον είναι απαραίτητο να υπάρχουν κατάλληλα συστήματα που θα μας επιτρέπουν να διασφαλίζουμε ότι η πιο παραγωγική ατομική μάθηση διαδίδεται σε ολόκληρο τον οργανισμό.

Από την κατανόηση των πολύπλοκων προσαρμοστικών συστημάτων, γνωρίζουμε ότι αν θέλουμε να επηρεάσουμε τις αναδυόμενες ιδιότητες ενός συστήματος (emergent properties), πρέπει να τροποποιήσουμε τους παράγοντες (agents) ή/και τους κανόνες συμπεριφοράς. Για να δημιουργήσουμε συμπεριφορά σε επίπεδο συστήματος, πρέπει να επικεντρωθούμε στους βασικούς κανόνες που την παράγουν. Επομένως, η επιρροή ενός ηγέτη έγκειται κυρίως στην επιλογή παραγόντων και στην απόφαση, την εφαρμογή και διασφάλιση απλών κανόνων (simple rules) για τον οργανισμό.

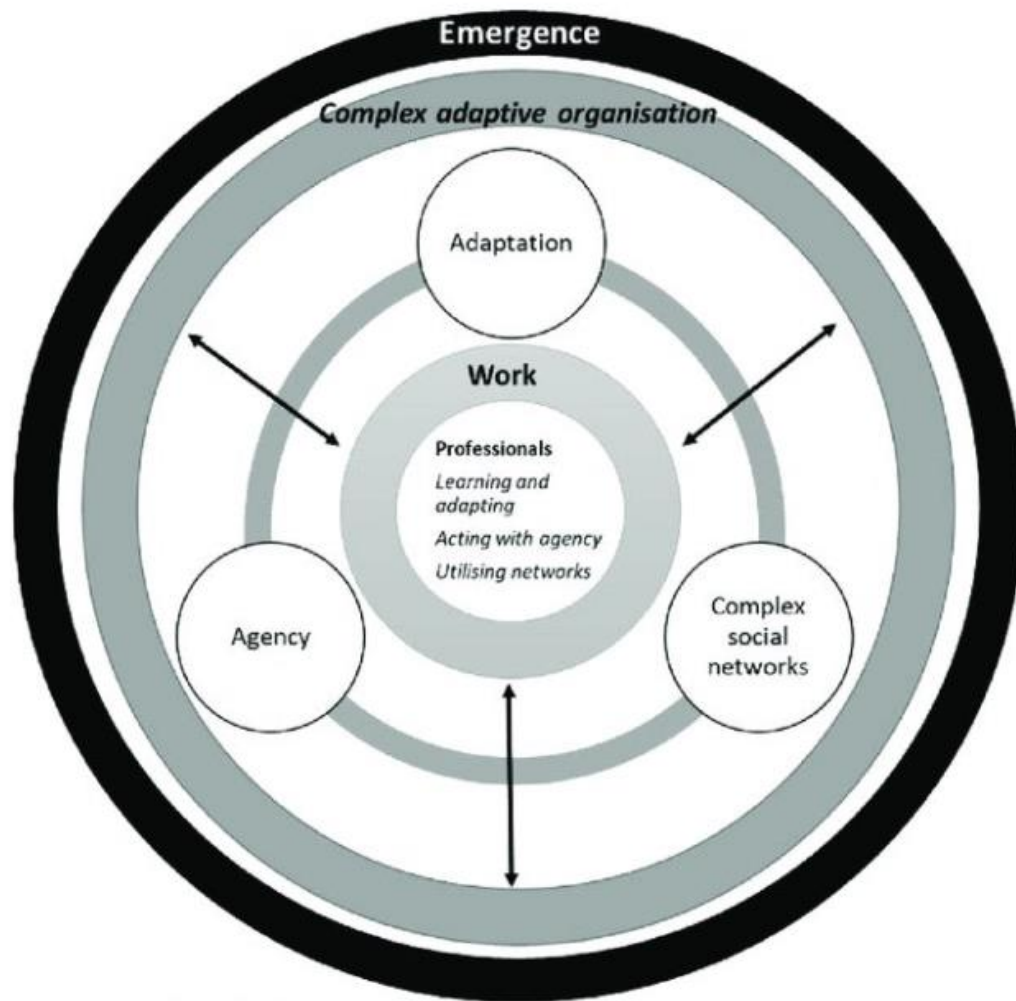
Συνεπώς μπορούμε να διακρίνουμε τρεις ιδιότητες/συμπεριφορές των οργανισμών ως Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα (CAS):

1. Η πρώτη συμπεριφορά των οργανισμών είναι η συνδεσιμότητα (connectivity), η οποία σχετίζεται με την ικανότητα του σύνθετου συστήματος να δημιουργεί δυναμικά νέες συνδέσεις μεταξύ των πρακτόρων του και με το περιβάλλον του. Όσο μεγαλύτερη είναι η συνδεσιμότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πολυπλοκότητα (complexity). Ωστόσο, για να διατηρηθεί αυτή η δυναμική, οι συνδέσεις που δημιουργούνται πρέπει να είναι εύκολο να σπάσουν και να αντικατασταθούν. Για παράδειγμα, οι εταιρείες που χρησιμοποιούν μια δομή αποτελούμενη από σταθερές ομάδες εργασίας δημιουργούν κακή συνδεσιμότητα σε σύγκριση με εταιρείες με ανοιχτή δομή και ευέλικτες ομάδες έργου. Από την άλλη πλευρά, η συνδεσιμότητα ενισχύεται σε εταιρείες που περιλαμβάνουν τους εξωτερικούς μετόχους τους (τραπεζίτες, πελάτες, προμηθευτές κτλ.) στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, σε εκπαιδευτικές συνεδρίες, σε εταιρικές εκδηλώσεις κτλ.
2. Η δεύτερη συμπεριφορά των οργανισμών ως πολύπλοκων συστημάτων είναι να ενθαρρύνουν αυτόνομους παράγοντες (agents). Κάθε στοιχείο της εταιρείας (εργαζόμενοι, τμήματα, έργα κτλ.) απολαμβάνει ένα ορισμένο επίπεδο αυτονομίας, αλλά σύμφωνα με ένα σύνολο βασικών κανόνων που ισχύουν εξίσου για όλους τους πράκτορες. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των εσωτερικών νόμων, τόσο πιο αυστηρή είναι η οργάνωση, τόσο χαμηλότερη είναι η αυτονομία και τόσο μικρότερη η ευελιξία σε περιόδους κρίσης. Από την άλλη πλευρά, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των εσωτερικών κανόνων, τόσο πιο κοντά στο χάος βρίσκεται το σύστημα.
3. Η τρίτη συμπεριφορά των οργανισμών ως πολύπλοκων προσαρμοστικών συστημάτων, η οποία αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι η ανάδυση (emergence). Αυτή

είναι μια από τις πιο σημαντικές θετικές πτυχές της πολυπλοκότητας, επειδή επιτρέπει τη δημιουργία αξίας χωρίς πρόσθετους πόρους. Για παράδειγμα σε έναν οργανισμό, μια ομάδα έργου καινοτομεί και προσαρμόζεται σε ένα απαιτητικό περιβάλλον, αλλά τα μέλη της ομάδας, μεμονωμένα, δεν είναι ιδιαίτερα δημιουργικά ή προσαρμόσιμα.

4. Η τέταρτη συμπεριφορά του είναι η μη ισορροπία (non equilibrium). Αφορά το σύστημα-οργανισμό στο σύνολό του και χαρακτηρίζεται από αστάθεια και δυσκολία να επιστρέψει στην ισορροπία μετά από ένα διασπαστικό γεγονός. Παράδειγμα τέτοιας συμπεριφοράς είναι οι χρηματιστηριακές, καθώς και όλα τα επιχειρηματικά περιβάλλοντα με υψηλή μεταβλητότητα (high volatility).
5. Η πέμπτη συμπεριφορά, είναι η μη γραμμικότητα (non-linearity), λόγω του υψηλού επιπέδου αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων των αλληλεπιδράσεων. Η είσοδος δημιουργείται αυθόρμητα, αυτο-ενισχύεται και επιταχύνεται, καθιστώντας σχεδόν αδύνατη την πρόβλεψη της εξόδου. Για παράδειγμα, επιχειρησιακά εναπόκειται στους παρατηρητές της αγοράς να αναγνωρίσουν τους κινδύνους αρκετά νωρίς για να αναλάβουν δράση και να αποφύγουν συντριβές στο χρηματιστήριο.
6. Η έκτη συμπεριφορά, η αυτο-οργάνωση, είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα των οργανισμών ως πολύπλοκα προσαρμοστικά συστήματα. Οι παρεμβολές από το εξωτερικό του περιβάλλον προκαλούν μια αυτόνομη αλλαγή στον τρόπο συμπεριφοράς και δομής του συστήματος-οργανισμού. Το διασπαστικό συμβάν θεωρείται ως απειλή (risk) που πρέπει να αποφευχθεί ή τουλάχιστον να προσαρμοστεί, μειώνοντας, αν όχι εξαλείφοντας, τον αντίκτυπό του. Η υγειονομική κρίση του Covid-19 έχει δείξει τη σημασία της αυτο-οργάνωσης στις εταιρείες καθώς όταν είναι επιτυχής, ο οργανισμός φτάνει σε μια νέα κατάσταση ισορροπίας. Εάν αποτύχει, δύο σενάρια είναι εύλογα: είτε η απόδοση της εταιρείας-οργανισμού μειώνεται, λόγω των μικρών σταδιακών αλλαγών (που τελικά οδηγούν στην συνολική αποτυχία), είτε μαθαίνει από την εμπειρία, προωθεί δημιουργικές λύσεις χάρη στη συλλογική της νοημοσύνη, και καταφέρνει να βελτιώσει την απόδοσή της.

Συνοψίζοντας η κατανόηση των συμπεριφορών του οργανισμού ως σύνθετου προσαρμοστικού συστήματος είναι ζωτικής σημασίας, εάν αυτός επιθυμεί να ελαχιστοποιήσει τα μειονεκτήματά του και να μεγιστοποιήσει τα πιθανά οφέλη/ κέρδη του. Η διαχείριση της πολυπλοκότητας ξεκινά με την επίγνωση και την αντικειμενικότητα, χωρίς να εμπίπτουμε στη νοοτροπία της καταστροφής. Ακόμα κι αν η πολυπλοκότητα συνδέεται συχνά με πιθανές αρνητικές της πτυχές (μη ισορροπία, μη γραμμικότητα), αυτές αντισταθμίζονται εύκολα από την προστιθέμενη αξία και την οικοδόμηση ανθεκτικότητας, την αυτο-οργάνωση και συνεξέλιξη που, όταν βελτιστοποιηθούν, οδηγούν σε καλύτερη συνολική και μελλοντική απόδοση ολόκληρου του οργανισμού.



**Εικόνα 10 – Πολύπλοκος προσαρμοστικός οργανισμός**

## Κεφάλαιο 3: Συστήματα στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον

### 3.1 Συστημική Σκέψη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον

Όσον αφορά τη διαχείριση οργανισμών, πολλοί βρίσκουν τη συστημική σκέψη μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση καθώς μπορεί να παρατηρεί διαφορετικές σύνθετες οντότητες και πώς αλληλοεπιδρούν και επηρεάζουν η μία την άλλη ώστε να συνθέσουν ολόκληρο το σύστημα. Διαφορετικά τμήματα ή ομάδες μέσα σε έναν οργανισμό συνδέονται και επηρεάζουν το ένα το άλλο. Στην ιδανική περίπτωση, συνεργάζονται για έναν στόχο. Οι ηγέτες επιχειρήσεων που σκέφτονται συστημικά βλέπουν «τη μεγαλύτερη εικόνα» (bigger picture) και σε αυτό εστιάζουν για να μεγιστοποιήσουν την απόδοση εντός του οργανισμού τους.

Η έννοια της συστημικής σκέψης είναι μια μορφή οργανωτικής ανάλυσης που είναι ελαφρώς διαφορετική από τις πιο παραδοσιακές μορφές και περιλαμβάνει την εξέταση της «μεγαλύτερης εικόνας» αντί για την εξέλιξη της σε μεμονωμένα ζητήματα. Ως διευθυντής, ή ακόμα και ως υπάλληλος, η συστημική σκέψη μετατοπίζει την προοπτική σας για να εστιάσετε στη δυναμική και στον τρόπο που οι αλληλοεπιδράσεις σχηματίζουν το τελικό αποτέλεσμα, σε αντίθεση με τη στενόμυαλη (narrow minded) προοπτική που εμποδίζει να εντοπίσουμε την πραγματική αιτία ενός προβλήματος, ώστε να φτάσουμε στη λύση του. Αλλά ακόμη και όταν δεν έχουμε φτάσει σε αυτό το σημείο η συστημική σκέψη μπορεί να μας βοηθήσει να δούμε ένα ευρύτερο φάσμα πιθανών λύσεων στο εργασιακό περιβάλλον και να αντιληφθούμε ολιστικά τον οργανισμό στον οποίο απασχολούμαστε.

Ενδεικτικά τα προβλήματα που είναι ιδανικά για μια παρέμβαση συστημικής σκέψης έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 1) Το πρόβλημα είναι χρόνιο και όχι μεμονωμένο γεγονός.
- 2) Το πρόβλημα είναι γνωστό και έχει γνωστή ιστορία.
- 3) Η λύση του προβλήματος δεν είναι εμφανής.

Μια κουλτούρα διοίκησης (management culture) αναπτύσσεται με τις δικές της μεθόδους αντιμετώπισης προκλήσεων, που συνήθως διαμορφώνονται από υποκείμενες αντιλήψεις. Η παραδοσιακή κουλτούρα διαχείρισης σχεδιάστηκε για να μεγιστοποιήσει την απόδοση της επένδυσης πόρων και να ελέγξει την εργασία. Ενώ στο παρελθόν η παραδοσιακή σκέψη ήταν πολύ επιτυχημένη, η οργανωτική κουλτούρα έχει από τότε εξελιχθεί στην αναγνώριση και χρήση της γνώσης, της δημιουργικότητας και του πνεύματος όλων των μελών του προσωπικού, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η θέληση για εργασία και η δέσμευση στον οργανισμό και τους στόχους του (οργανισμός ως σύστημα).

Πλεονεκτήματα συστημικής σκέψης έναντι παραδοσιακής ή αναλυτικής σκέψης σε επιχειρησιακό περιβάλλον:

- Μακροπρόθεσμα έναντι Βραχυπρόθεσμων αποτελεσμάτων.
- Συστημική (ολιστική) αλλαγή έναντι μεμονωμένης αλλαγής.
- Η απόδοση της ομάδας έναντι της απόδοσης του ατόμου.
- Ομαδικότητα (επικοινωνία και συνεργασία) έναντι ατομικότητας («Δεν με απασχολεί, γιατί δεν είναι στην αρμοδιότητά του»).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαρμογής συστημικής σκέψης στο εργασιακό περιβάλλον:

Πρόβλημα προς αντιμετώπιση: Πραγματοποίηση σφαλμάτων σε κρίσιμη φόρμα Logistics

- *Γραμμική σκέψη* – Στη δουλειά αντιμετωπίσαμε πρόβλημα. Είχαμε έναν συντονιστή logistics που ανέπτυξε διαδρομές για οδηγούς. Συχνά γίνονταν λάθη, με αποτέλεσμα να πρέπει να φτιαχτεί από την αρχή το φύλλο εργασίας. Κάθε φορά που συνέβαινε αυτό, ο προϊστάμενός του του έλεγε ότι έπρεπε να κάνει καλύτερη δουλειά παραμένοντας συγκεντρωμένος. Όμως το λάθος συνέβη ξανά και ξανά.
- *Συστημική σκέψη* – Για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος αλλάξαμε το φύλλο εργασίας έτσι ώστε να περιορίσουμε την ικανότητά του να κάνει λάθη στη φόρμα.

Αν το έκανε, το σύστημα δεν θα τον άφηνε να συνεχίσει να αναπτύσσει τη διαδρομή. Αλλάζοντας το πλήρες σύστημα, μπορέσαμε να το δομήσουμε με τρόπο που το λάθος του ήταν σχεδόν αδύνατο να γίνει.

### 3.2 Ο Ρόλος του Συστημικού Ελέγχου και Διαχείρισης στον οργανισμό

Η λειτουργία του συστημικού ελέγχου (control) είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την παρακολούθηση της οργανωτικής απόδοσης της κάθε σύγχρονου οργανισμού με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία του, την αποφυγή και αντιμετώπιση προβλημάτων και την επίτευξη των στόχων του. Η λειτουργία του ελέγχου είναι δυναμική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τελική συνάρτηση μιας δραστηριότητας ή για μελλοντικές προοπτικές σε προγραμματισμένες δραστηριότητες. Η λειτουργία του ελέγχου είναι επίσης πολύ σημαντική στον επιχειρησιακό σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων. Χωρίς αυτή, οι οργανισμοί δεν μπορούν να παρακολουθούν και να αξιολογούν αποτελεσματικά την απόδοση των επιχειρησιακών τους σχεδίων.

Η διαχείριση (management) στους οργανισμούς υφίσταται σε τρία οριζόντια επίπεδα: λειτουργικός έλεγχος (operational control), διαχειριστικός σχεδιασμός (managerial planning) και έλεγχος (middle control) και στρατηγική διαχείριση (strategic planning), όπως φαίνεται στην Εικόνα 11 . Κάθε επίπεδο φέρει τις δικές του ευθύνες και όλα μαζί συνεργάζονται με σκοπό την επίτευξη των οργανωτικών στόχων, συμβάλλοντας το καθένα με τον δικό του τρόπο. Πιο αναλυτικά:

- **Ο λειτουργικός έλεγχος (operational control)** αποτελεί το κατώτερο επίπεδο της διαχείρισης τριών επιπέδων. Οι διαχειριστές / διευθυντές λειτουργιών (operation managers) λαμβάνουν αποφάσεις χρησιμοποιώντας προκαθορισμένους κανόνες που έχουν προβλέψιμα αποτελέσματα όταν εφαρμόζονται σωστά. Λαμβάνουν αποφάσεις που επηρεάζουν την εφαρμογή στον προγραμματισμό εργασιών, τον έλεγχο των αποθεμάτων, την αποστολή, την παραλαβή και τον έλεγχο διαδικασιών όπως η παραγωγή. Συνολικά επιβλέπουν τις λεπτομέρειες των λειτουργιών του οργανισμού με σκοπό τη διατήρηση της εύρυθμης λειτουργίας τους.
- Το δεύτερο ή ενδιάμεσο επίπεδο του συστήματος διαχείρισης τριών επιπέδων αποτελεί ο **διαχειριστικός σχεδιασμός και έλεγχος**, τα οποία μαζί ονομάζονται μεσαία διοίκηση (middle management). Τα μεσαία στελέχη λαμβάνουν βραχυπρόθεσμες αποφάσεις προγραμματισμού και ελέγχου σχετικά με τον καλύτερο τρόπο κατανομής των πόρων για την επίτευξη των οργανωτικών στόχων. Οι αποφάσεις τους κυμαίνονται από την πρόβλεψη των μελλοντικών απαιτήσεων πόρων έως την επίλυση προβλημάτων των εργαζομένων που απειλούν την παραγωγικότητα. Ο τομέας λήψης αποφάσεων των μεσαίων στελεχών μπορεί να χαρακτηριστεί ως εν μέρει επιχειρησιακός και εν μέρει στρατηγικός, με συνεχείς διακυμάνσεις (operational and strategic).
- **Η στρατηγική διαχείριση (strategic management)** είναι το τρίτο επίπεδο της διαχείρισης. Οι στρατηγικοί διαχειριστές / διευθυντές (strategic managers) κοιτάζουν προς τα έξω από τον οργανισμό στο μέλλον, λαμβάνοντας αποφάσεις που θα καθοδηγούν τους μεσαίους και επιχειρησιακούς διευθυντές τους για το μελλοντικό διάστημα, είτε αυτό είναι μήνες είτε χρόνια. Η στρατηγική διαχείριση λειτουργεί σε ένα εξαιρετικά αβέβαιο περιβάλλον λήψης αποφάσεων. Μέσω της επιλογής στόχων και του καθορισμού στρατηγικών και πολιτικών για την επίτευξή τους, οι στρατηγικοί διαχειριστές / διευθυντές ουσιαστικά ορίζουν τον οργανισμό ως σύνολο. Αποφασίζουν σε ποια περίπτωση η εταιρεία θα αναπτύξει νέες σειρές προϊόντων, θα εκποιηθεί από μη κερδοφόρες επιχειρήσεις, θα αποκτήσει άλλες συμβατές εταιρείες ή ακόμη και θα επιτρέψει την εξαγορά ή τη συγχώνευση.

Συνολικά σε έναν οργανισμό, υπάρχουν έντονες αντιθέσεις μεταξύ των υπευθύνων λήψης αποφάσεων σε πολλαπλές διαστάσεις. Για παράδειγμα, οι στρατηγικοί διαχειριστές / διευθυντές έχουν πολλαπλούς στόχους απόφασης, ενώ οι διαχειριστές / διευθυντές λειτουργιών έχουν μεμονωμένους στόχους. Συχνά είναι δύσκολο για τους τα υψηλότερα επίπεδα να εντοπίσουν προβλήματα, αλλά είναι εύκολο για τους διαχειριστές / διευθυντές λειτουργιών να το κάνουν. Οι στρατηγικοί διαχειριστές/ διευθυντές αντιμετωπίζουν ελλιπή ή ημιδομημένα προβλήματα, ενώ οι διαχειριστές / διευθυντές κατώτερου επιπέδου ασχολούνται κυρίως με ξεκάθαρα δομημένα προβλήματα.

Για να αναλύσουν και να σχεδιάσουν κατάλληλες παρεμβάσεις, οι αναλυτές συστημάτων πρέπει να κατανοήσουν τους οργανισμούς στους οποίους εργάζονται ως συστήματα τα οποία διαμορφώνονται μέσω των αλληλεπιδράσεων τριών κύριων δυνάμεων: των επιπέδων διαχείρισης που εξετάσαμε, του σχεδιασμού των οργανισμών και της οργανωτικής κουλτούρας, την οποία θα εξετάσουμε στη συνέχεια.



**Εικόνα 11 – Επίπεδα management**

### 3.3 Διαχείριση Γνώσης (Knowledge Management)

Πριν εξετάσουμε γιατί η διαχείριση της γνώσης είναι σημαντική, πρέπει να ορίσουμε τι αντιλαμβανόμαστε ως γνώση. Ας θέσουμε ως βάση της επεξήγησης την παρατήρηση που έκανε Ο Neil Fleming (1966), η οποία συνίσταται στα παρακάτω:

- Μια συλλογή δεδομένων δεν είναι πληροφορία.
- Μια συλλογή πληροφοριών δεν είναι γνώση.
- Μια συλλογή γνώσεων δεν είναι σοφία.
- Μια συλλογή σοφίας δεν είναι αλήθεια.

Η βασική ιδέα είναι ότι η πληροφορία (information), η γνώση (knowledge) και η σοφία (wisdom) είναι κάτι περισσότερο από απλές συλλογές. Το σύνολο αντιπροσωπεύει περισσότερα από το άθροισμα των μερών του και έχει μια δική του συνέργεια. Ο Neil τονίζει πως η συλλογή δεδομένων (data), των οποίων τα στοιχεία δεν έχουν μεταξύ τους σχέση, δεν είναι πληροφορία. Τα κομμάτια των δεδομένων μπορεί να αντιπροσωπεύουν πληροφορία, ωστόσο το αν πρόκειται ή όχι για πληροφορία εξαρτάται από την κατανόηση αυτού που εξετάζει τα δεδομένα.



Οι πληροφορίες είναι πολύ απλά μια κατανόηση των σχέσεων μεταξύ τμημάτων δεδομένων ή μεταξύ τμημάτων δεδομένων και άλλων πληροφοριών. Ενώ η πληροφορία συνεπάγεται κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, γενικά δεν παρέχει μια βάση για τον λόγο που αυτά τα δεδομένα είναι αυτά που είναι, ούτε μια ένδειξη για το πώς τα δεδομένα αυτά είναι πιθανό να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου. Η πληροφορία έχει την τάση να είναι σχετικά στατική χρονικά και γραμμική (linear). Η πληροφορία είναι μια σχέση μεταξύ δεδομένων και με μεγάλη εξάρτηση από το τρέχον πλαίσιο κατανόησης για τη σημασία της και συνεπώς με ελάχιστες επιπτώσεις για το μέλλον.

Πέρα από τη σχέση υπάρχει πρότυπο (pattern), όπου το πρότυπο είναι κάτι περισσότερο από μια απλή σχέση σχέσεων. Όταν υπάρχει μια σχέση προτύπου ανάμεσα στα δεδομένα και τις πληροφορίες, τότε το πρότυπο έχει τη δυνατότητα να αντιπροσωπεύει τη γνώση. Γίνεται γνώση, ωστόσο, μόνο όταν κάποιος είναι σε θέση να συνειδητοποιήσει και να κατανοήσει τα πρότυπα και τις επιπτώσεις τους. Τα πρότυπα που αντιπροσωπεύουν τη γνώση έχουν την τάση να είναι αυτο-οριζόμενα. Δηλαδή, το πρότυπο τείνει, σε μεγάλο βαθμό, να δημιουργεί το δικό του πλαίσιο κατανόησης αντί να εξαρτάται από την κατανόηση του παρατηρητή στον ίδιο βαθμό με την πληροφορία. Ένα πρότυπο που αντιπροσωπεύει τη γνώση παρέχει επίσης, όταν το μοτίβο γίνεται κατανοητό, υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας ή προβλεψιμότητας ως προς το πώς θα εξελιχθεί το πρότυπο με την πάροδο του χρόνου, γιατί τα πρότυπα σπάνια είναι στατικά. Τα πρότυπα που αντιπροσωπεύουν τη γνώση έχουν μια πληρότητα που οι πληροφορίες απλώς δεν περιέχουν.

Η σοφία (wisdom) προκύπτει όταν κατανοήσει κανείς τις θεμελιώδεις αρχές που είναι υπεύθυνες για τα πρότυπα που αντιπροσωπεύουν τη γνώση ως αυτό που πραγματικά είναι. Και η σοφία, ακόμη περισσότερο από τη γνώση, τείνει να δημιουργεί το δικό της πλαίσιο κατανόησης.

Συνεπώς:

- Η πληροφορία σχετίζεται με την περιγραφή, τον ορισμό ή την προοπτική (τι, ποιος, πότε, πού).
- Η γνώση περιλαμβάνει στρατηγική, πρακτική, μέθοδο ή προσέγγιση (πώς).
- Η σοφία ενσωματώνει αρχή, διορατικότητα, ηθική ή αρχέτυπο (γιατί).

Η διαχείριση γνώσης (Knowledge Management) είναι η συλλογή μεθόδων που σχετίζονται με τη δημιουργία, την κοινή χρήση, τη χρήση και τη διαχείριση της γνώσης και των πληροφοριών ενός οργανισμού. Αναφέρεται σε μια διεπιστημονική προσέγγιση για την επίτευξη των οργανωτικών στόχων μέσω της καλύτερης χρήσης της γνώσης.

Στις μέρες μας πολλές μεγάλες εταιρείες, δημόσιοι οργανισμοί και μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί διαθέτουν πόρους, συχνά ως μέρος της επιχειρηματικής τους στρατηγικής, σε τμήματα πληροφορικής ή διαχείρισης ανθρώπινων πόρων. Παρομοίως εταιρείες συμβούλων παρέχουν υπηρεσίες σχετικά με τη διαχείριση γνώσης σε αυτούς τους οργανισμούς. Οι προσπάθειες διαχείρισης γνώσης εστιάζονται συνήθως σε οργανωτικούς στόχους, όπως βελτιωμένη απόδοση, ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καινοτομία, ανταλλαγή διδαγμάτων, ενσωμάτωση και συνεχής βελτίωση του οργανισμού. Αυτές οι προσπάθειες αλληλεπικαλύπτονται με την οργανωτική μάθηση και μπορούν να διακριθούν από αυτήν με τη μεγαλύτερη εστίαση στη διαχείριση της γνώσης ως στρατηγικό πλεονέκτημα και στην ενθάρρυνση της ανταλλαγής γνώσης. Η διαχείριση γνώσης είναι η διαδικασία με την οποία μια επιχείρηση συγκεντρώνει, οργανώνει, μοιράζεται και αναλύει τις γνώσεις της με τρόπο που να είναι εύκολα προσβάσιμος στους εργαζόμενούς της.

Η αξία της Διαχείρισης Γνώσης σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα με την οποία η διαχειριζόμενη γνώση δίνει τη δυνατότητα στα μέλη του οργανισμού να αντιμετωπίσουν τις σημερινές καταστάσεις και να οραματιστούν αποτελεσματικά για να δημιουργήσουν το μέλλον τους. Χωρίς κατά απαίτηση πρόσβαση (on-demand access) σε διαχειριζόμενη γνώση, κάθε κατάσταση αντιμετωπίζεται με βάση το τι φέρνει το άτομο ή η ομάδα στην κατάσταση μαζί τους. Με την πρόσβαση σε διαχειριζόμενη γνώση, κάθε κατάσταση μπορεί να αντιμετωπιστεί με το άθροισμα όλης της γνώσης των ατόμων που ανήκουν στον οργανισμό για μια κατάσταση παρόμοιας φύσης. Παρέχει ουσιαστικά ένα μέρος για τους ανθρώπους να εναποθέσουν τις

γνώσεις που έχουν αποκτήσει με την πάροδο του χρόνου, αποτρέποντας μια επιχείρηση να χάσει αυτές τις πληροφορίες όταν τα άτομα εγκαταλείπουν τον εργασιακό χώρο.

### 3.4 Οργανωτική Κουλτούρα

Η οργανωτική κουλτούρα (organizational culture) είναι η συλλογή αξιών, προσδοκιών και πρακτικών που καθοδηγούν και ενημερώνουν τις ενέργειες όλων των μελών της ομάδας. Είναι οι υποκείμενες πεποιθήσεις, υποθέσεις, αξίες και τρόποι αλληλεπίδρασης που συμβάλλουν στο μοναδικό κοινωνικό και ψυχολογικό περιβάλλον ενός οργανισμού, μια συλλογή από χαρακτηριστικά που κάνουν έναν οργανισμό αυτό που είναι. Μια εξαιρετική κουλτούρα αποτελεί παράδειγμα θετικών χαρακτηριστικών που οδηγούν σε βελτιωμένη απόδοση, ενώ μια δυσλειτουργική εταιρική κουλτούρα αναδεικνύει ιδιότητες που μπορούν να εμποδίσουν ακόμη και τους πιο επιτυχημένους οργανισμούς.

Η οργανωτική κουλτούρα δεν είναι στάσιμη. Τα μέλη ενός οργανισμού αναπτύσσουν μια κοινή πεποίθηση και αίσθηση ομαδικότητας καθώς αλληλοεπιδρούν με την πάροδο του χρόνου και μαθαίνουν τι αποφέρει θετικά αποτελέσματα και τι όχι. Όταν αυτές οι πεποιθήσεις και υποθέσεις οδηγούν σε λιγότερο επιτυχημένα αποτελέσματα, η κουλτούρα πρέπει να εξελιχθεί για να παραμείνει ο οργανισμός σχετικός σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Η αλλαγή της οργανωτικής κουλτούρας δεν είναι κάτι απλό. Οι εργαζόμενοι συχνά αντιστέκονται στην αλλαγή και μπορεί να συσπειρωθούν ενάντια σε μια νέα κουλτούρα με την οποία διαφωνούν. Έτσι, είναι καθήκον των ηγετών να πείσουν τους υπαλλήλους τους για τα οφέλη της αλλαγής και να δείξουν μέσω της συλλογικής εμπειρίας με νέες συμπεριφορές ότι η νέα κουλτούρα αυτή είναι ο καλύτερος τρόπος λειτουργίας για την επίτευξη των στόχων του οργανισμού και τη διατήρηση της συνοχής των ομάδων εργασιών.

Οι Cumming & Worley περιγράφουν έξι βασικές προδιαγραφές για την αλλαγή κουλτούρας

1. Διαμόρφωση ενός ξεκάθਾਰου στρατηγικού οράματος. Το όραμα δίνει την πρόθεση και την κατεύθυνση για τη μελλοντική αλλαγή κουλτούρας και είναι ένα απαραίτητο θεμέλιο για την επιτυχημένη αλλαγή και εξέλιξή της.
2. Εμφάνιση δέσμευσης ανώτατης διοίκησης. Η ανώτατη διοίκηση του οργανισμού πρέπει να ευνοεί την αλλαγή κουλτούρας, προκειμένου να εφαρμόσει πραγματικά την αλλαγή στον υπόλοιπο οργανισμό και να λειτουργήσει ως παράδειγμα για τα άλλα επίπεδα διοίκησης.
3. Πρότυπο αλλαγής κουλτούρας στο υψηλότερο επίπεδο. Η συμπεριφορά της διοίκησης πρέπει να συμβολίζει τα είδη αξιών και συμπεριφορών που πρέπει να πραγματοποιούνται στην υπόλοιπη εταιρεία. Οι παράγοντες αλλαγής (change agents) είναι το κλειδί για την επιτυχία αυτής της διαδικασίας της πολιτισμικής αλλαγής και λειτουργούν ως σημαντικοί φορείς επικοινωνίας νέων αξιών.
4. Τροποποίηση του οργανισμού για την υποστήριξη της οργανωτικής αλλαγής. Αυτό περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των υφιστάμενων συστημάτων, πολιτικών, διαδικασιών και κανόνων που πρέπει να αλλάξουν ώστε να επιτευχθεί η ευθυγράμμιση με τις νέες αξίες και την επιθυμητή κουλτούρα την οποία στοχεύει να υιοθετήσει ο οργανισμός.
5. Επιλογή και κοινωνικοποίηση νέων υπαλλήλων και τερματισμός ατόμων που επηρεάζουν αρνητικά το κοινωνικό και οργανωτικό κλίμα. Η ενθάρρυνση των κινήτρων των εργαζομένων και η πίστη στην εταιρεία θα δημιουργήσει μια υγιή κουλτούρα. Θα πρέπει να παρέχεται εκπαίδευση σε όλους τους εργαζόμενους για να τους βοηθήσει να κατανοήσουν τις νέες διαδικασίες, τις προσδοκίες και τα συστήματα του οργανισμού.
6. Ανάπτυξη ηθικής και νομικής νομοθεσίας. Με την ενέργεια αυτή μπορούν να εντοπιστούν τα εμπόδια της αλλαγής και οι προβληματικοί υπάλληλοι και να

αναγνωριστούν και να ανταμειφθούν αυτοί που συμβάλλουν θετικά στον οργανισμό, ενθαρρύνοντας τη συνεχή αλλαγή και συμμετοχή.

Συνοψίζοντας, ενώ υπάρχει ευρέως διαδεδομένη συμφωνία ότι υπάρχουν μετασχηματισμοί οργανωτικής κουλτούρας και ότι αποτελούν βασικό μοχλό στη διαμόρφωση οργανωτικών συμπεριφορών, ο ακριβής ορισμός της έννοιας είναι δύσκολο εγχείρημα. Μέσω της περιγραφής προδιαγραφών και αλληλεπιδράσεων μέσα σε έναν οργανισμό προσπαθούμε να φτάσουμε όσο πιο κοντά στη κατανόηση των παραγόντων η οποία είναι απαραίτητη για την επιτυχή αλλαγή της οργανωτικής κουλτούρας στον κάθε οργανισμό.



**Εικόνα 12 – Απεικόνιση στοιχείων μιας οργανωτικής κουλτούρας**

### 3.5 Ανάγκη για Συστημικές Μεθοδολογίες

Η ανάγκη για Συστημικές Μεθοδολογίες (Systems Methodologies) έγινε αντιληπτή στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, με σκοπό να δείξει πώς και γιατί η μηχανική συστημάτων κατάφερε να λειτουργήσει και ήταν τόσο αποτελεσματική.

Η μηχανική συστημάτων θεωρήθηκε ως μια ισχυρή μέθοδος για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων, ιδιαίτερα σε σχέση με μεγάλα έργα σε σημαντικούς τομείς όπως σε διαστημικά προγράμματα και στη βιομηχανία πολεμικής άμυνας. Αυτές οι πρώιμες επιτυχίες βασίστηκαν στην επιστήμη των συστημάτων και στις μεθόδους συστημάτων που ήταν σχετικά νέες, αφού προέκυψαν ως μια απάντηση στους αντιληπτούς περιορισμούς που αντιλήφθηκαν στις σκληρές επιστήμες (hard sciences), ιδίως στην αδυναμία τους να εξηγήσουν τη ζωή και την αντίθετη συμπεριφορά των συνόλων.

Μια μεθοδολογία αποτελείται από μια διαδικασία που εκτελείται από ειδικευμένους ανθρώπους χρησιμοποιώντας μεθόδους και υποστηρίζεται από εργαλεία (systemic tools). Μια μεθοδολογία συστημάτων, λοιπόν, είναι βασικά μια διαδικασία που ενσωματώνει επιστημονικές μεθόδους, που υποστηρίζονται από εργαλεία σκέψης και προσομοίωσης συστημάτων, που αναλαμβάνονται από άτομα με κατάλληλα συστήματα και δεξιότητες εφαρμοσμένης επιστήμης και μηχανικής. Η μηχανική συστημάτων (systems engineering) είναι η τέχνη και η επιστήμη της δημιουργίας βέλτιστων λύσεων συστήματος σε πολύπλοκα ζητήματα και προβλήματα.

Η μηχανική συστημάτων είναι ένας κλάδος τους οποίου ευθύνη είναι η δημιουργία και η εκτέλεση μιας διεπιστημονικής διαδικασίας για να διασφαλίσει ότι οι ανάγκες του πελάτη και των ενδιαφερόμενων μερών ικανοποιούνται με υψηλή ποιότητα, αξιοπιστία, αποδοτικότητα από

πλευράς κόστους και μέσα στο απαιτούμενο χρονικό πλαίσιο κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός συστήματος. Η διαδικασία αυτή αποτελείται συνήθως από επτά ενέργειες:

- Δήλωση του προβλήματος
- Διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων
- Μοντελοποίηση του συστήματος
- Ενσωμάτωση
- Εκκίνηση της προσομοίωσης του συστήματος
- Αξιολόγηση της απόδοσης
- Επαναξιολόγηση και τροποποίηση

Στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον έχουμε μια μεγάλη ποικιλία μεθοδολογιών οι οποίες έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου. Μεθοδολογίες όπως το μοντέλο του καταρράκτη (Waterfall), SCRUM, DCSYM, SAST, VSM, SSM κτλ. αλλά και μετα-μεθοδολογίες όπως TSI, META ή και συνδυασμός τους με πολύ-μεθοδολογίες (STIMEVIS). Επαφίεται στον κάθε αναλυτή να αναγνωρίσει, να επιλέξει και να εφαρμόσει την κατάλληλη μεθοδολογία για τη βέλτιστη ανάλυση στο εξεταζόμενο σύστημα, ώστε να μπορέσει να προτείνει τις κατάλληλες επεμβάσεις/παρεμβάσεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι Συστημικές μεθοδολογίες περιλαμβάνουν ένα πλήρες φάσμα πτυχών, ορισμένες από τις οποίες – όπως η διαδικασία, τα εργαλεία και οι μέθοδοι – είναι μέθοδοι συστημάτων ανεξάρτητες από το πλαίσιο, ενώ άλλες, ιδίως η Γνώση (Knowledge) και η Οργάνωση (Organization), μπορεί να αφορούν συγκεκριμένες καταστάσεις. Η διαχείριση νοητικών ή γνωστικών μοντέλων και η διαμόρφωση κατάλληλου στρατηγικού σχεδιασμού είναι απαραίτητες για την επιτυχημένη εφαρμογή μεθοδολογιών σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ή ζήτημα και, όπως αναφέρθηκε, οι συστημικοί αναλυτές επιλέγουν εργαλεία και μεθόδους κατάλληλες για το συγκεκριμένο πρόβλημα και τομέα.

### 3.6 Μοντελοποίηση Συστημάτων

Η μοντελοποίηση συστημάτων είναι μια πτυχή της θεωρίας συστημάτων που εξετάζει τις αρχές κατασκευής τεχνητών και φυσικών συστημάτων. Είναι η διεπιστημονική μελέτη της χρήσης μοντέλων για την εννοιολόγηση και την κατασκευή συστημάτων. Έχει πρακτική εφαρμογή στον σχεδιασμό τεχνικών και εμπορικών συστημάτων σε επιχειρήσεις, πληροφορική κτλ. και μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε επιστημονικό κλάδο.

Ως τύπος μοντελοποίησης, η μοντελοποίηση συστημάτων βασίζεται στη συστημική σκέψη και στη συστημική προσέγγιση. Στις επιχειρήσεις και τα συστήματα πληροφορικής η μοντελοποίηση έρχεται σε αντίθεση με άλλες προσεγγίσεις όπως:

- Μοντελοποίηση βασισμένη σε παράγοντες (agent based modeling)
- Μοντελοποίηση δεδομένων (data modeling)
- Μαθηματική μοντελοποίηση (mathematical modeling)

Ίσως η πιο θεμελιώδης έννοια στη μοντελοποίηση συστημάτων είναι η αφαίρεση (abstraction), η οποία αφορά την απόκρυψη ασήμαντων λεπτομερειών, προκειμένου να εστιάσουμε σε πιο αναγκαία χαρακτηριστικά. Τα συστήματα που αξίζει να μοντελοποιηθούν έχουν πάρα πολλές λεπτομέρειες που καθιστούν αδύνατη τη μοντελοποίηση. Εκτός από το τεράστιο μέγεθος και τη δομική πολυπλοκότητα που μπορεί να διαθέτει ένα σύστημα, μπορεί επίσης να είναι και πολύπλοκο ως προς τη συμπεριφορά του, με αναδυόμενες ιδιότητες, μη ντετερμινιστική συμπεριφορά και άλλες ιδιότητες που είναι δύσκολο να προσδιοριστούν πλήρως. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα πρέπει να επικεντρωθούν σε μερικά ζωικά χαρακτηριστικά, προκειμένου να είναι υπολογιστικά και διανοητικά προσπελάσιμα. Οι τεχνικές μοντελοποίησης αντιμετωπίζουν αυτή την πολυπλοκότητα μέσω διαφόρων μορφών αφαίρεσης. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο μπορεί να θεωρήσει ότι τα δομικά χαρακτηριστικά πολλών μεμονωμένων στοιχείων ενός συγκεκριμένου τύπου είναι όλα τα ίδια, αγνοώντας τις μικρές

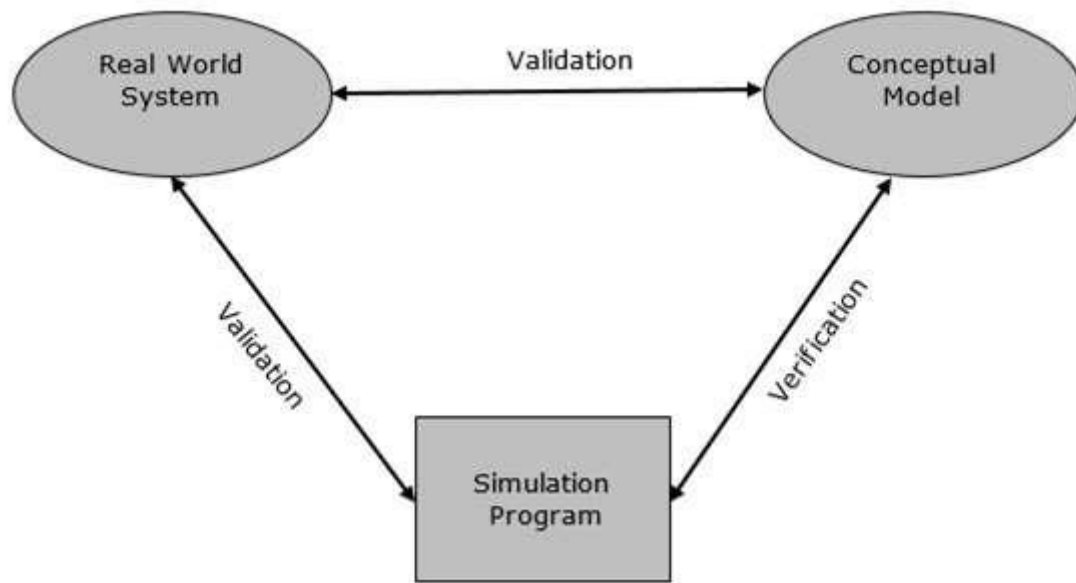
διαφορές τάξης μεταξύ των ατόμων σε περιπτώσεις που εμφανίζονται στην πραγματική ζωή. Σε αυτήν την περίπτωση, αυτές οι διαφορές θεωρείται ότι δεν είναι σημαντικές για τη μοντελοποίηση της δομικής ακεραιότητας αυτών των στοιχείων. Φυσικά, εάν αυτή η υπόθεση είναι λανθασμένη, τότε το μοντέλο θα μπορούσε να οδηγήσει σε ψευδή εμπιστοσύνη σε αυτή τη δομική ακεραιότητα.

Μια πολύ κοινή τεχνική αφαίρεσης είναι η μοντελοποίηση του συστήματος ως μαύρο κουτί (black-box), το οποίο εκθέτει μόνο τα χαρακτηριστικά του συστήματος που είναι ορατά από έναν εξωτερικό παρατηρητή και κρύβει τις εσωτερικές λεπτομέρειες του σχεδίου του συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει την εξωτερικά ορατή συμπεριφορά και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά, όπως η μάζα του συστήματος. Ένα μοντέλο λευκού κουτιού (white-box) από την άλλη πλευρά, δείχνει την εσωτερική δομή και δείχνει τη συμπεριφορά του συστήματος. Η μοντελοποίηση μαύρου και λευκού κουτιού μπορεί να εφαρμοστεί στο σύστημα μέχρι να έχουμε μοντέλα λευκού και μαύρου κουτιού για το κάθε στοιχείο του συστήματος.

Συνεπώς παρατηρούμε ότι ένα μοντέλο συστήματος αντιπροσωπεύει πτυχές ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι μοντέλων, καθώς υπάρχει ποικιλία σκοπών για τους οποίους κατασκευάζονται. Είναι χρήσιμο να έχουμε έναν κοινό τρόπο να μιλάμε για τις έννοιες που κρύβονται πίσω από τους πολλούς διαφορετικούς τύπους μοντέλων (π.χ. πολλές τεχνικές μοντελοποίησης επιτρέπουν την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος, ενώ άλλες επιτρέπουν την κατανόηση της δομής του συστήματος) και για τον λόγο αυτό βασιζόμαστε σε μια πληθώρα εννοιών.

Για τον λόγο αυτό, όπως η συστημική σκέψη, έτσι και η μοντελοποίηση συστημάτων μπορεί να χωριστεί σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον τομέα και τον σκοπό που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα στον επιχειρησιακό και πληροφοριακό τομέα μπορούμε να διακρίνουμε λειτουργική μοντελοποίηση (functional modeling), αρχιτεκτονική συστημάτων (systems architecture), μοντελοποίηση επιχειρηματικής διαδικασίας (business process modeling) και μοντελοποίηση επιχειρήσεων (enterprise modeling). Μπορεί επίσης να διακριθεί περαιτέρω σε ανάλυση συστημάτων (systems analysis), μοντελοποίηση «σκληρών» συστημάτων ή μοντελοποίηση επιχειρησιακής έρευνας (hard system modeling), μοντελοποίηση «μαλακών» συστημάτων (soft system modeling), μοντελοποίηση συστημάτων που βασίζεται σε διαδικασίες (process-based modeling). Και ανάλογα με πιο εξειδικευμένη περίπτωση χρήσης και εφαρμογής τους μπορούμε να διακρίνουμε και άλλες υποκατηγορίες (αναφορικά μοντελοποίηση σύνθετων, δυναμικών και κρίσιμων) συστημάτων.

Όλα τα μοντέλα έχουν κάποιο παράγοντα που δεν συμπεριλαμβάνεται και αυτό ισχύει ακόμη και για τα καλύτερα δυνατά μοντέλα. Η πρόκληση είναι να είμαστε περιεκτικοί ως προς την προοπτική, με την έννοια να έχουμε λάβει υπόψη όλα τα πιθανά στοιχεία, αλλά όχι απαραίτητα να τα συμπεριλαμβάνουμε στο μοντέλο. Τα καλά μοντέλα είναι περιεκτικά και «λιτά», δηλαδή προσπαθούν να αποτυπώσουν ένα σημαντικό σύνολο σχέσεων χωρίς να αποσπώνται από λιγότερο σημαντικές λεπτομέρειες. Το κλειδί για τη διαδικασία αυτή είναι να σκεφτόμαστε τη διαδικασία, όχι ως δημιουργία μιας λίστας αγορών με όλα όσα μπορεί να συμπεριληφθούν, αλλά ως συσχέτιση βασικών στοιχείων με βάση την κατανόηση του τι συμβαίνει. Για παράδειγμα, κάποιος μπορεί να προσπαθήσει να κατανοήσει και να μοντελοποιήσει τις υποκείμενες αιτίες της σύγκρουσης ή να προσπαθήσει να χαρτογραφήσει τι προκαλεί την αλλαγή των συγκρούσεων μεταξύ των συστημάτων με συγκεκριμένους επιθυμητούς τρόπους.



**Εικόνα 13 – Κύκλος μοντελοποίησης**

## Κεφάλαιο 4: Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας

Στην εποχή της παγκοσμιοποίησης, της κοινωνίας της γνώσης και της πληροφορίας και της δημογραφικής γήρανσης η διά βίου μάθηση αποτελεί καθοριστικής σημασίας παράγοντα ανάπτυξης, κοινωνικής συνοχής και ευημερίας για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά και διεθνώς. Ως διά βίου μάθηση νοείται κάθε δραστηριότητα μάθησης που αναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής, με στόχο τη βελτίωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων, σε μια προοπτική ανάπτυξης του ατόμου, του πολίτη, καθώς και σε κοινωνική ή/και συνδεδεμένη με την απασχόληση προοπτική (Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων COM, 2001). Ευρύ πεδίο της διά βίου μάθησης αποτελεί η εκπαίδευση ενηλίκων, δηλαδή κάθε εκπαιδευτική διεργασία μέσω της οποίας, άτομα που θεωρούνται ενήλικα από την κοινωνία στην αναπτύσσονται τις ικανότητές τους, εμπλουτίζουν τις γνώσεις τους, βελτιώνουν τα επαγγελματικά τους προσόντα ή τα προσανατολίζουν προς άλλη κατεύθυνση, επιφέροντας αλλαγές στις στάσεις ή τη συμπεριφορά τους, με στόχο την πλήρη προσωπική τους ανάπτυξη και τη συμμετοχή τους σε μία εναρμονισμένη και αυτοδύναμη κοινωνική, οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη (UNESCO, 1976).

Η Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας (ΓΓΔΒΜΝ) του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων (ΥΠΑΙΘ) είναι ο κατεξοχήν αρμόδιος φορέας για τη διά βίου μάθηση και την εκπαίδευση ενηλίκων στη χώρα μας.

[Το θεσμικό πλαίσιο για τη διά βίου μάθηση στη χώρα μας συνίσταται σε δύο βασικούς νόμους, τον νόμο 3879/2010/ΦΕΚ Α'163 και τον νόμο 4763/2020/ΦΕΚ Α'254. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έγιναν τροποποιήσεις στην επωνυμία και στο οργανόγραμμα του περιγραφόμενου φορέα για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων (βλ. Γενικό Κανονισμό 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία δεδομένων - General Data Protection Regulation/GDPR) που ισχύει για όλα τα κράτη μέλη από 25/5/2018].

**Όραμα** της ΓΓΔΒΜΝ είναι η ανάδειξη της ως εθνικού φορέα ενασχόλησης με θέματα διά βίου μάθησης και νεολαίας, μέσω της αποτελεσματικής κάλυψης των εκπαιδευτικών αναγκών του συνόλου των πολιτών και των νέων με την παροχή προγραμμάτων εκπαίδευσης που θα ανταποκρίνονται στις εκάστοτε πολιτικο-οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες.

**Αποστολή** της ΓΓΔΒΜΝ είναι ο σχεδιασμός, ο συντονισμός, η εποπτεία και η αξιολόγηση των πολιτικών, των δράσεων και των προγραμμάτων στους τομείς της διά βίου μάθησης, με έμφαση στην εκπαίδευση ενηλίκων, και της νεολαίας, με κύριο σκοπό την προσωπική ανάπτυξη και την αναβάθμιση δεξιοτήτων και προσόντων των πολιτών, χωρίς διακρίσεις και αποκλεισμούς, καθώς και τη διασφάλιση των δικαιωμάτων και των ίσων ευκαιριών του συνόλου των νέων, για την απρόσκοπτη ένταξη όλων στην εκπαιδευτική, κοινωνική και οικονομική ζωή της χώρας.

Η ΓΓΔΒΜΝ είναι μία από τις Γενικές Γραμματείες του ΥΠΑΙΘ (οι υπόλοιπες είναι: Γενική Γραμματεία Πρωτοβάθμιας, Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και Ειδικής Αγωγής, Γενική Γραμματεία Ανώτατης Εκπαίδευσης, Γενική Γραμματεία Θρησκευμάτων). Όπως όλες οι Γενικές Γραμματείες των υπουργείων, έτσι και η ΓΓΔΒΜΝ αποτελεί ενιαίο σύνολο υπηρεσιών του ΥΠΑΙΘ σε συναφείς τομείς δραστηριότητάς του και υπάγεται απευθείας στον Υπουργό Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Στη ΓΓΔΒΜΝ προϊστάται *Γενικός Γραμματέας*, μετακλητός υπάλληλος με βαθμό 1ο της κατηγορίας ειδικών θέσεων, ο οποίος διορίζεται και παύεται με κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και του Υπουργού Παιδείας και Θρησκευμάτων που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Τα καθήκοντα των Γενικών Γραμματέων, συμπεριλαμβανομένου και του Γενικού Γραμματέα Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας είναι τα εξής: (α) επικουρούν τον Πρωθυπουργό, Υπουργό, Αναπληρωτή Υπουργό ή Υφυπουργό κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και εφαρμογής των δημόσιων πολιτικών στο πεδίο αρμοδιοτήτων που τους έχει ανατεθεί, (β) προϊστανται αμέσως μετά τον Πρωθυπουργό, Υπουργό, τον Αναπληρωτή Υπουργό και τον Υφυπουργό όλων των υπηρεσιών που αποτελούν τη Γενική Γραμματεία και τις συντονίζουν προς την κατεύθυνση της υλοποίησης των σχεδιαζόμενων κυβερνητικών πολιτικών, της εξυπηρέτησης ή περαιτέρω εξειδίκευσης των στρατηγικών της στόχων και της διαχείρισης

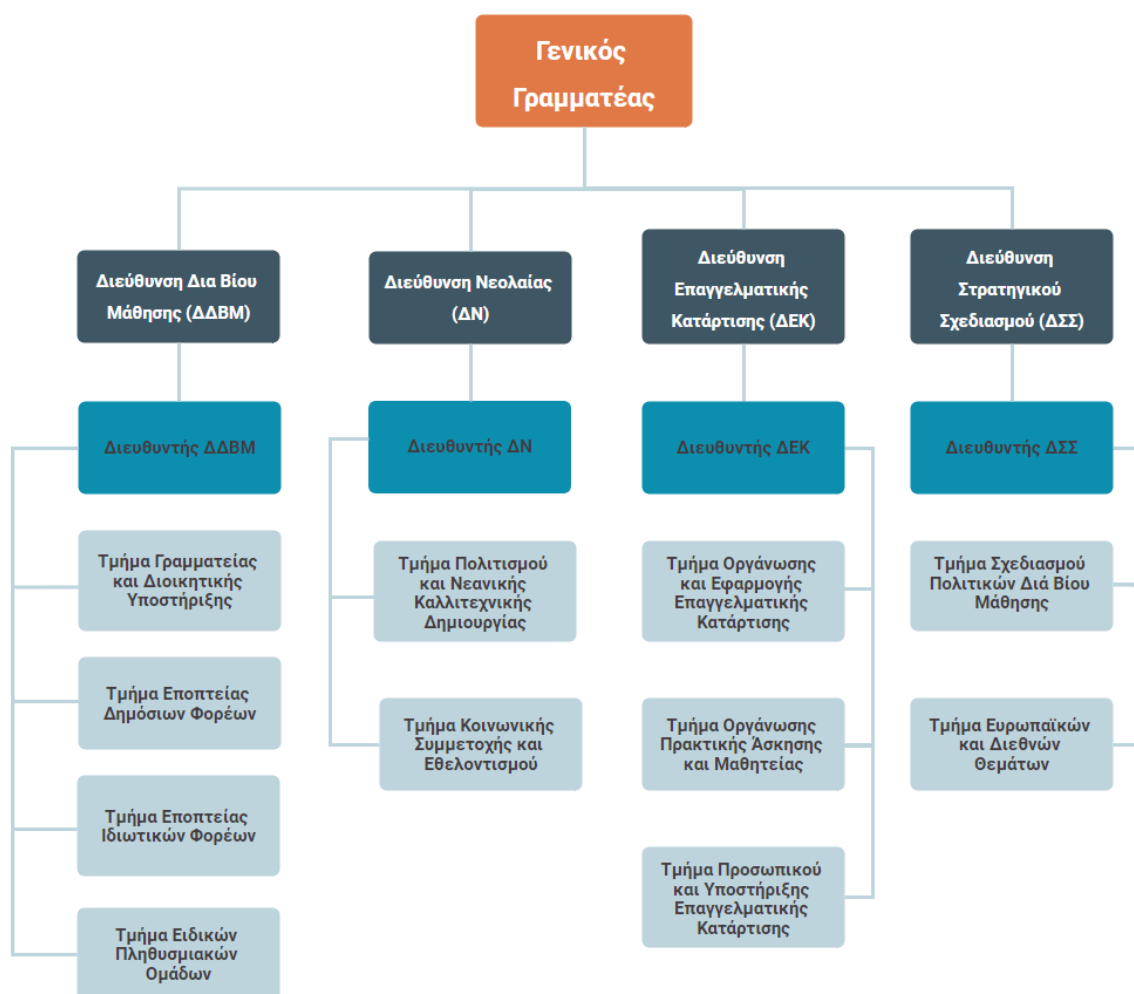
ενδεχόμενων κρίσεων ή κινδύνων, (γ) μεριμνούν για την εύρυθμη λειτουργία των υπηρεσιών της Γενικής Γραμματείας, (δ) προσυπογράφουν όλα τα έγγραφα που υπογράφονται από τον Πρωθυπουργό, τον Υπουργό, τον Αναπληρωτή Υπουργό ή τον Υφυπουργό, κατά το μέρος της αρμοδιότητάς τους, εφόσον προέρχονται από τις υπαγόμενες σε αυτούς υπηρεσίες, (ε) συμμετέχουν στη διαδικασία σύνταξης του Σχεδίου Δράσης του Υπουργείου καθώς και στην παρακολούθηση της εφαρμογής του κυβερνητικού έργου, κατά το μέρος της αρμοδιότητάς τους, (στ) υλοποιούν τη στοχοθεσία και το πρόγραμμα δράσεων που τους έχει τεθεί και (ζ) ασκούν κάθε αρμοδιότητα που μεταβιβάζεται σε αυτούς (νόμος 4622/2019/ΦΕΚ Α' 133).

Η ΓΓΔΒΜΝ έχει την εξής οργανωτική διάρθρωση (οργανόγραμμα) σε επίπεδο Διευθύνσεων και Τμημάτων:

- 1) Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης, με τέσσερα (4) τμήματα: Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων, Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων, Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.
- 2) Διεύθυνση Νεολαίας, με δύο (2) τμήματα: Τμήμα Πολιτισμού και Νεανικής Καλλιτεχνικής Δημιουργίας, Τμήμα Κοινωνικής Συμμετοχής και Εθελοντισμού.
- 3) Διεύθυνση Επαγγελματικής Κατάρτισης, με τρία (3) τμήματα: Τμήμα Οργάνωσης και Εφαρμογής Επαγγελματικής Κατάρτισης, Τμήμα Οργάνωσης Πρακτικής Άσκησης και Μαθητείας, Τμήμα Προσωπικού και Υποστήριξης Επαγγελματικής Κατάρτισης.
- 4) Διεύθυνση Στρατηγικού Σχεδιασμού, με δύο (2) τμήματα: Τμήμα Σχεδιασμού Πολιτικών Διά Βίου Μάθησης, Τμήμα Ευρωπαϊκών και Διεθνών Θεμάτων.

Σε καθεμία από τις παραπάνω Διευθύνσεις προϊστάται Διευθυντής, ο οποίος έχει υπό την εποπτεία του τους τους αντίστοιχους Προϊσταμένους των Τμημάτων της Διεύθυνσής του. Το οργανόγραμμα της ΔΔΒΜΝ αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα:





**Εικόνα 14 – Οργανόγραμμα Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας**

Η Διεύθυνση η οποία αποτελεί αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία είναι η Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης (ΔΔΒΜ). Πριν αναφερθούμε αναλυτικά στους επιχειρησιακούς στόχους της ΔΔΒΜ και στις επιμέρους αρμοδιότητες των τμημάτων της, παρουσιάζονται συνοπτικά οι επιχειρησιακοί στόχοι των άλλων Διευθύνσεων της ΓΓΔΒΜΝ και οι αρμοδιότητες των τμημάτων τους.

**Διεύθυνση Νεολαίας:**

*Επιχειρησιακός στόχος* της Διεύθυνσης Νεολαίας είναι ο συντονισμός και η εφαρμογή της πολιτικής για τη νεολαία, η προώθηση πρωτοβουλιών και δράσεων, καθώς και ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η αξιολόγηση εξειδικευμένων προγραμμάτων και δράσεων που απευθύνονται στη νεολαία.

- Το *Τμήμα Πολιτισμού και Νεανικής Καλλιτεχνικής Δημιουργίας* είναι αρμόδιο κυρίως για την υλοποίηση της εθνικής πολιτικής για τους νέους σε θέματα πολιτισμού, για την προώθηση και ανάδειξη της καλλιτεχνικής και πολιτιστικής έκφρασης των νέων σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο, για την οργάνωση πολιτιστικών και καλλιτεχνικών εκδηλώσεων για τη νεολαία καθώς και εκπαιδευτικών προγραμμάτων για νέους καλλιτέχνες, για την υποστήριξη της νεανικής καλλιτεχνικής δημιουργίας και τη σύνδεσή

της με την κοινωνία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

- Το *Τμήμα Κοινωνικής Συμμετοχής και Εθελοντισμού* είναι αρμόδιο κυρίως για την προώθηση του εθελοντισμού και της εθελοντικής δράσης των νέων σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο, για την υλοποίηση προγραμμάτων και δράσεων σε θέματα εθελοντισμού και κοινωνικής δράσης, για την τήρηση μητρώου εθελοντικών οργανώσεων νεολαίας, για τη στήριξη ευπαθών ομάδων της νεολαίας μέσω εξειδικευμένων δράσεων, για τη δημιουργία προϋποθέσεων και κινήτρων με στόχο τη διεύρυνση της κοινωνικής συμμετοχής των νέων, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

#### **Διεύθυνση Επαγγελματικής Κατάρτισης:**

Επιχειρησιακός στόχος της Διεύθυνσης Εφαρμογής Επαγγελματικής Κατάρτισης είναι η οργάνωση και εφαρμογή του συστήματος της αρχικής και συνεχιζόμενης επαγγελματικής κατάρτισης, συμπεριλαμβανομένων αντίστοιχων θεμάτων που άπτονται ειδικών πληθυσμιακών ομάδων.

- Το *Τμήμα Οργάνωσης και Εφαρμογής Επαγγελματικής Κατάρτισης* είναι αρμόδιο κυρίως για τη σύνταξη και έκδοση των κανονισμών οργάνωσης και λειτουργίας των δημοσίων και ιδιωτικών Ινστιτούτων Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΙΕΚ) αρμοδιότητας του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, καθώς και τη συνεργασία για τη διαμόρφωση των Κανονισμών Λειτουργίας των ΙΕΚ αρμοδιότητας άλλων Υπουργείων, για το περιεχόμενο, το εκπαιδευτικό υλικό, τη διάρκεια, τις μεθόδους, την αξιολόγηση και τις γενικότερες εκπαιδευτικές προδιαγραφές της επαγγελματικής κατάρτισης στα ΙΕΚ, τη διερεύνηση των αναγκών κατάρτισης σε σχέση με τις ανάγκες της αγοράς εργασίας, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.
- Το *Τμήμα Οργάνωσης Πρακτικής Άσκησης και Μαθητείας* είναι αρμόδιο κυρίως για την οργάνωση, λειτουργία και εποπτεία της πρακτικής άσκησης και της μαθητείας στα ΙΕΚ, αλλά και για την οργάνωση και διοίκηση της μαθητείας των ΕΠΑΛ σε συνεργασία με τις αντίστοιχες εκπαιδευτικές δομές και τις περιφερειακές Διευθύνσεις Εκπαίδευσης, όσον αφορά το περιεχόμενο, το εκπαιδευτικό υλικό, τη διάρκεια, τις μεθόδους και την αξιολόγησή της, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.
- Το *Τμήμα Προσωπικού και Υποστήριξης Επαγγελματικής Κατάρτισης* είναι αρμόδιο κυρίως για τη ρύθμιση θεμάτων, που αφορούν στην ίδρυση, συγχώνευση ή κατάργηση Ι.Ε.Κ. αρμοδιότητας του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, για τη στελέχωση των δημοσίων Ι.Ε.Κ. με το πάσης φύσεως προσωπικό και την υπηρεσιακή κατάσταση του μόνιμου εκπαιδευτικού προσωπικού των ως άνω μονάδων, για τη ρύθμιση κάθε θέματος που αφορά στην εκπαίδευση και επιμόρφωση του πάσης φύσεως προσωπικού επαγγελματικής κατάρτισης, για την έκδοση αποφάσεων κριτηρίων μοριοδότησης υποψηφίων για θέσεις πάσης φύσεως προσωπικού των δημοσίων ΙΕΚ, για την τήρηση και λειτουργία του Μητρώου Εκπαιδευτών Επαγγελματικής Κατάρτισης, για τη σύνταξη πρότασης περί της υλικοτεχνικής υποδομής των ΙΕΚ μέσω του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων και μέσω συγχρηματοδοτούμενων προγραμμάτων, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

#### **Διεύθυνση Στρατηγικού Σχεδιασμού:**

Επιχειρησιακός στόχος της Διεύθυνσης Στρατηγικού Σχεδιασμού είναι ο σχεδιασμός, η παρακολούθηση και η αξιολόγηση πολιτικών, προγραμμάτων και δράσεων για τη διά βίου μάθηση και τη νεολαία, ο συντονισμός των συναρμόδιων φορέων, η παρακολούθηση και η διεθνής και ευρωπαϊκή εκπροσώπηση για τα ανωτέρω θέματα.

- Το *Τμήμα Σχεδιασμού Πολιτικών Διά Βίου Μάθησης* είναι αρμόδιο κυρίως για τη συνεργασία με συναρμόδιες υπηρεσίες και φορείς ως προς τη χάραξη στρατηγικής στον τομέα της διά βίου μάθησης, για τον συντονισμό υπηρεσιών των Υπουργείων και άλλων οργανισμών και φορέων κατά την ανάπτυξη συνεργειών και κοινών δράσεων στον τομέα της διά βίου μάθησης και της νεολαίας, για τη μέριμνα σχετικά με τη σύγκληση και

υποστήριξη συλλογικών οργάνων στο πλαίσιο διυπουργικών συνεργασιών σε αντίστοιχα θέματα, για τη σύνταξη εκθέσεων αξιολόγησης πολιτικών για τη διά βίου μάθηση και τη νεολαία και εισηγήσεων για τον σχεδιασμό προγραμμάτων διά βίου μάθησης (για τον γενικό πληθυσμό και τις ευπαθείς ομάδες), καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

- Το *Τμήμα Ευρωπαϊκών και Διεθνών Θεμάτων* είναι αρμόδιο κυρίως για την παρακολούθηση, τη συμμετοχή στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή πολιτικών για τη διά βίου μάθηση σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, για την εκπροσώπηση σε σχετικά συνέδρια, σεμινάρια, όργανα και επιτροπές ευρωπαϊκών και διεθνών οργανισμών, για την ανάπτυξη συνεργασιών με ομόλογους φορείς σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, για την προβολή της εθνικής πολιτικής σε θέματα διά βίου μάθησης και νεολαίας στο εξωτερικό, για τη συγκέντρωση και την επεξεργασία στοιχείων που προκύπτουν από τη συμμετοχή σε διεθνείς συναντήσεις και από τη συνεργασία με διεθνείς οργανισμούς και τη διάχυση της σχετικής πληροφόρησης στις αρμόδιες υπηρεσίες, για τη σύνταξη και υποβολή περιοδικών εθνικών εκθέσεων και ερωτηματολογίων για συναφή θέματα στο πλαίσιο συμμετοχής της χώρας μας σε ευρωπαϊκούς και διεθνείς οργανισμούς, καθώς και για τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

### **Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης:**

*Επιχειρησιακός στόχος* της ΔΔΒΜ είναι η οργάνωση και εφαρμογή του συστήματος εκπαίδευσης ενηλίκων στα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ) και στα Κέντρα Διά Βίου Μάθησης (ΚΔΒΜ), η εποπτεία δημόσιων φορέων εκπαίδευσης και κατάρτισης ενηλίκων, η γενική εποπτεία, η αδειοδότηση και ο έλεγχος ιδιωτικών φορέων εκπαίδευσης και κατάρτισης ενηλίκων, καθώς και ο χειρισμός συναφών θεμάτων που άπτονται ειδικών πληθυσμιακών ομάδων και ειδικών θεμάτων ελληνομάθειας. Πιο συγκεκριμένα, οι ανωτέρω δημόσιοι φορείς είναι τα ΣΔΕ, τα δημόσια ΚΔΒΜ και τα δημόσια Ινστιτούτα Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΙΕΚ) που απευθύνονται στον γενικό πληθυσμό και σε ευπαθείς ομάδες (κρατούμενοι, ΑμεΑ κτλ.), ενώ οι ιδιωτικοί φορείς είναι τα ιδιωτικά ΚΔΒΜ, τα ιδιωτικά ΙΕΚ και τα Κολλέγια.



**Εικόνα 15 – Οργανόγραμμα Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης**

Οι αρμοδιότητες των τεσσάρων (4) τμημάτων της ΔΔΒΜ περιγράφονται στη συνέχεια.

Το *Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης* είναι αρμόδιο για τα εξής:

- την τήρηση του ψηφιακού και του εντύπου πρωτοκόλλου της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης,
- την έκδοση αποφάσεων, εγκυκλίων και κάθε είδους κανονιστικών πράξεων για θέματα αρμοδιοτήτων των τμημάτων της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης, σε συνεργασία με τα κατά περίπτωση συναρμόδια τμήματά της,
- την έκδοση βεβαιώσεων που αφορούν τις δομές εκπαίδευσης και κατάρτισης εποπτείας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης προς κάθε ενδιαφερόμενο (εκπαιδευόμενο, καταρτιζόμενο, εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό, άλλους φορείς), σε συνεργασία με τα κατά περίπτωση συναρμόδια τμήματά της,
- την έκδοση των πιστοποιητικών μετά από επιτυχή ολοκλήρωση της παρακολούθησης προγραμμάτων για τον γενικό πληθυσμό και για ευπαθείς ομάδες ή μετά από επιτυχή συμμετοχή σε εξετάσεις πιστοποίησης αρμοδιότητας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης, σε συνεργασία με τα κατά περίπτωση συναρμόδια τμήματά της,
- τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

Το *Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων* είναι αρμόδιο για τα εξής:

- την ίδρυση, την οργάνωση τη στελέχωση και την εποπτεία της λειτουργίας των ΣΔΕ,
- την ίδρυση, την οργάνωση και την εποπτεία της λειτουργίας των δημοσίων ΚΔΒΜ,
- τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού πλαισίου των ΣΔΕ και των δημοσίων ΚΔΒΜ,
- την έκδοση κανονισμών λειτουργίας των ΣΔΕ και των δημοσίων ΚΔΒΜ,

- την αξιολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών στα ΣΔΕ και στα δημόσια ΚΔΒΜ,
- την εποπτεία της λειτουργίας των δημοσίων ΙΕΚ και την αξιολόγηση των παρεχόμενων σε αυτά υπηρεσιών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τίθενται από τα αρμόδια τμήματα της Διεύθυνσης Επαγγελματικής Κατάρτισης,
- την υποστήριξη των δήμων για την αποτελεσματική προσαρμογή των οργανωτικών τους δομών στην άσκηση αρμοδιοτήτων διά βίου μάθησης με τη δημιουργία ΚΔΒΜ,
- την οργάνωση και τη διαχείριση προγραμμάτων διά βίου μάθησης για τον γενικό πληθυσμό της χώρας,
- τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

Το Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων είναι αρμόδιο για τα εξής:

- την έκδοση κανονισμών λειτουργίας για τη ρύθμιση θεμάτων οργάνωσης, λειτουργίας και διασφάλισης ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών από ιδιωτικούς φορείς διά βίου μάθησης,
- τον καθορισμό των δικαιολογητικών για τη χορήγηση, τροποποίηση, ανανέωση, μεταβίβαση και ανάκληση αδειών ιδιωτικών φορέων διά βίου μάθησης,
- την εξέταση αιτήσεων και τη σύνταξη σχεδίων αποφάσεων που αφορούν στην έκδοση άδειας ίδρυσης και λειτουργίας, τροποποίησης, ανανέωσης, μεταβίβασης και ανάκλησης αδειών ιδιωτικών ΙΕΚ, ιδιωτικών ΚΔΒΜ και Κολλεγίων,
- τη σύνταξη σχεδίων πράξεων, αποφάσεων και εγκυκλίων που αφορούν στην παρακολούθηση και εποπτεία της λειτουργίας των ιδιωτικών φορέων διά βίου μάθησης,
- την εποπτεία της λειτουργίας των ιδιωτικών φορέων διά βίου μάθησης και την πραγματοποίηση τακτικών και έκτακτων ελέγχων σε αυτούς,
- την τήρηση και διαχείριση Μητρώου ιδιωτικών ΙΕΚ και ιδιωτικών ΚΔΒΜ και την παροχή σχετικών υπηρεσιών προς τους πολίτες,
- την τήρηση και διαχείριση μητρώου Κολλεγίων και μητρώου διδασκόντων σε αυτά και την παροχή σχετικών υπηρεσιών προς τους πολίτες,
- τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

Το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων είναι αρμόδιο για τα εξής:

- την εφαρμογή της εκπαιδευτικής πολιτικής στα Καταστήματα Κράτησης, όπως αυτή εξειδικεύεται στο πλαίσιο της συνεργασίας των συναρμόδιων υπουργείων,
- τα θέματα σπουδών και οργάνωσης της εκπαίδευσης των κρατούμενων για όλες τις βαθμίδες και τύπους εκπαίδευσης και για το σύνολο των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που διοργανώνονται σε εκπαιδευτικές δομές εντός Καταστημάτων Κράτησης,
- το περιεχόμενο και τις μεθόδους εκπαίδευσης και κατάρτισης σε Καταστήματα Κράτησης,
- την επιμόρφωση του προσωπικού των δομών εκπαίδευσης και κατάρτισης σε Καταστήματα Κράτησης σε ζητήματα σχετικά με τις ιδιαιτερότητες λειτουργίας αυτών των δομών, τη διερεύνηση των εκπαιδευτικών αναγκών των κρατούμενων και την υιοθέτηση κατάλληλων μεθόδων εκπαίδευσής τους,
- τη συνεργασία με το συναρμόδιο για τα Καταστήματα Κράτησης Υπουργείο για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση επιμορφωτικών προγραμμάτων για το προσωπικό των Καταστημάτων Κράτησης,
- τον σχεδιασμό και την υλοποίηση προγραμμάτων εκπαίδευσης ενηλίκων πολιτών τρίτων χωρών σε θέματα της ελληνικής γλώσσας, ιστορίας και πολιτισμού,
- την οργάνωση και υλοποίηση εξετάσεων πιστοποίησης της γνώσης της ελληνικής γλώσσας επιπέδου Α2, ιστορίας και ελληνικού πολιτισμού που απευθύνονται σε πολίτες τρίτων χωρών, με σκοπό την υπαγωγή τους στο καθεστώς του «επί μακρόν διαμένοντος» (περ. ε΄ της παρ. 1 του άρθρου 107 του ν. 4251/2014/ΦΕΚ Α΄ 80),
- την οργάνωση και τη διαχείριση προγραμμάτων διά βίου μάθησης για ευπαθείς ομάδες,
- τον χειρισμό κάθε άλλου συναφούς θέματος.

## Κεφάλαιο 5: Συστημική μεθοδολογία DCSYM

Η Μεθοδολογία DCSYM (Design and Control Systemic Methodology) ανήκει στην κατηγορία των μεθοδολογιών κυβερνητικής αποτύπωσης (Panayotopoulos & Assimakopoulos, 1987). Είναι μια γλώσσα σχεδιασμού υψηλού επιπέδου (high-level design language), η οποία επιτρέπει την αποτελεσματική σύγχρονη και ασύγχρονη συνομιλία πολλαπλών παραγόντων (multi-agent) και εκτελεί ακριβώς αυτήν την εργασία, την περιγραφή του συστήματος.

Η φιλοσοφία της βασίζεται στην έννοια του συστήματος καθώς προσεγγίζει μία κατάσταση, προβληματική ή μη, αντιμετωπίζοντας τα διάφορα σύνολα στοιχείων ως συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογία DCSYM βασίζεται στις έννοιες σύστημα (system), υποσύστημα (subsystem), άτομο (individual), επικοινωνία (communication) και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να αποτυπώνει δομές και διαδικασίες. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που διαθέτει η μεθοδολογία αυτή είναι ότι τα αποτελέσματά της έχουν διάρκεια στον χρόνο. Πέρα από τον αρχικό σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται, που είναι η δόμηση μίας κατάστασης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων, την αναδιοργάνωση και τον έλεγχο των λειτουργιών μέσα σε έναν οργανισμό.

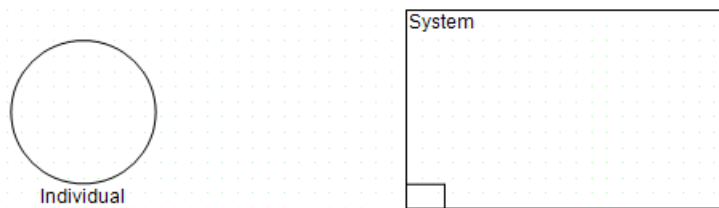
Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της DCSYM είναι ότι δεν επηρεάζεται από την υποκειμενικότητα του ερευνητή και κατορθώνει να φθάσει σε πλήρη ταύτιση του προβλήματος. Με την DCSYM ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να μπει σε λεπτομέρειες και να συνθέσει τα διαφορετικά μέρη του προβλήματος. Αυτό με τη σειρά του θα οδηγήσει στην ανίχνευση των λαθών και σε προτάσεις βελτίωσης. Η μεθοδολογία είναι αποτελεσματική, μόνο εφ' όσον έχουμε καλή γνώση όλων των απόψεων του προβλήματος και συνεκτιμηθούν οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών απόψεων. Πρέπει δηλαδή η χρήση της PSM να συνοδεύεται και από τη Συστημική Σκέψη από μέρος του ερευνητή.

### 5.1 Στοιχεία και Ορισμοί της DCSYM

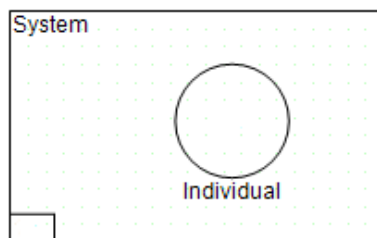
Στη DCSYM τα στοιχεία ενός συστήματος είναι:

1. Τα συστήματα τα οποία έχουν ορθογώνιο σχήμα (Εικόνα 16)
2. Τα άτομα τα οποία έχουν κυκλικό σχήμα (Εικόνα 16)
3. Υποσυστήματα τα οποία συμβολίζονται ως συστήματα μέσα σε άλλα συστήματα (Εικόνα 19)
4. Σχέσεις που συμβολίζονται ως γραμμές μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Οι σχέσεις αντιπροσωπεύουν επικοινωνία (communication, Εικόνα 20) ή έλεγχο (control, Εικόνα 21) μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Η ποιότητα μιας σχέσης επικοινωνίας/ελέγχου διαφοροποιείται σύμφωνα με τον συμβολισμό Ken Bowen (1981) και μπορεί να είναι ένας από τους ακόλουθους τύπους:
  - ρ, P: Δυνητική πάλη (αρνητική επικοινωνία σε μία κατάσταση πάλης)
  - c, C: Επικοινωνία (καλή επικοινωνία)
  - u, U: Πράξη σκοπού (καλή απαραίτητη επικοινωνία)
  - g, G: Γενική αλληλεπίδραση ή επιρροή (αλληλεπίδραση, χωρίς ιδιαίτερη πίεση στην επικοινωνία)
  - d, D: Επικοινωνία με απόκλιση (ημιτελής επικοινωνία με μοιραία απόκλιση πληροφορίας)
  - δ, Δ: Επικοινωνία με σκόπιμη απόκλιση (ημιτελής απαραίτητη επικοινωνία με μοιραία απόκλιση πληροφορίας)

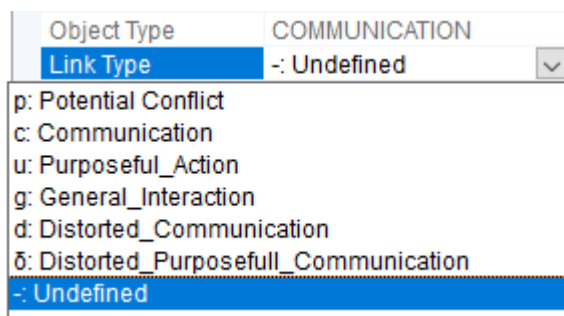
Κατά τη διαδικασία δόμησης ενός προβλήματος με τη μεθοδολογία DCSYM είναι απαραίτητο να σχεδιαστούν τα διάφορα υποσυστήματα και άτομα του συστήματος καθώς και οι μεταξύ τους σχέσεις. Για να γίνει αυτό θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό κάθε στοιχείο να τοποθετείται έτσι ώστε να φαίνεται ξεκάθαρα η θέση και ο ρόλος του μέσα στο Ω. Προκειμένου να γίνει αυτό με τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργείται σύγχυση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία του συστήματος και η θέση του κάθε στοιχείου να είναι μοναδική, χρησιμοποιείται, ένας αριθμός ο οποίος τοποθετείται μέσα στο στοιχείο σε ένα μικρό τετράγωνο (1s, 1i, Εικόνα 22).



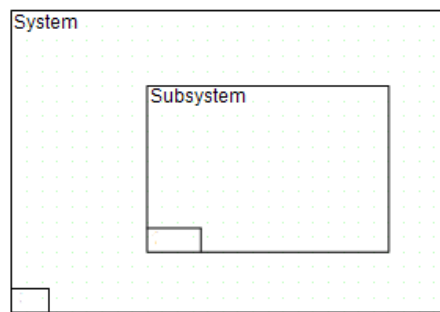
**Εικόνα 16 - Άτομο και Σύστημα**



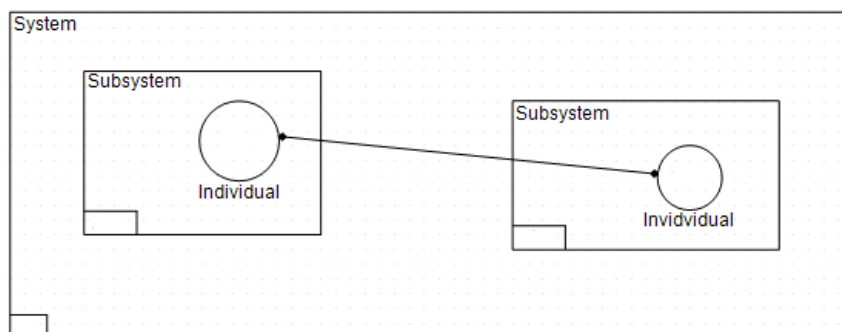
**Εικόνα 17 - Άτομο μέσα στο σύστημα**



**Εικόνα 18 – Σύμβολα επικοινωνίας DCSYM case tool**

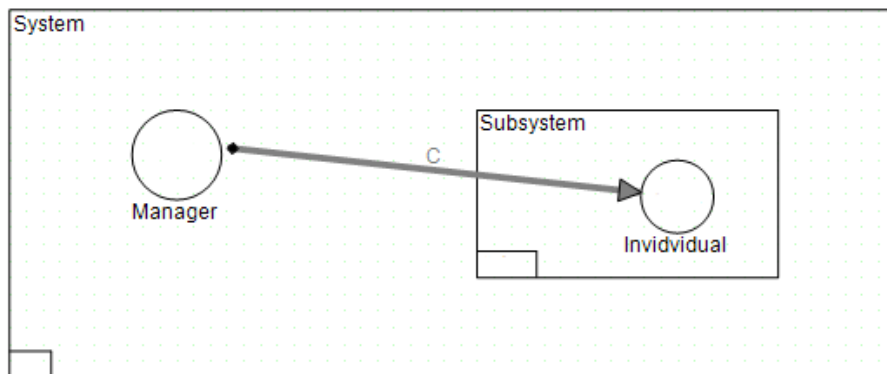


**Εικόνα 19 – Σύστημα και υποσύστημα**



**Εικόνα 20 – Επικοινωνία μεταξύ ατόμων συστημάτων**

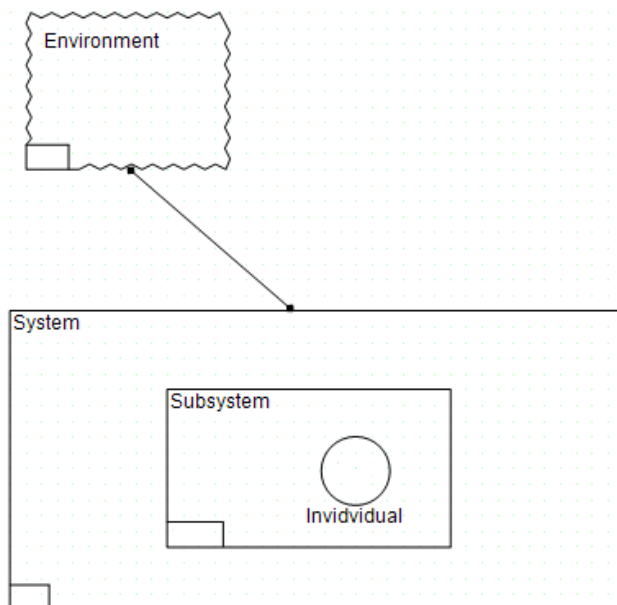




**Εικόνα 21 – Έλεγχος μεταξύ διοίκησης και ατόμου**



**Εικόνα 22 – Μοναδικός συμβολισμός στοιχείων του συστήματος (1s,1i)**



**Εικόνα 23 – Αλληλεπίδραση (αμφίδρομη επικοινωνία) του συστήματος με το περιβάλλον**

## 5.2 DCSYM Case Tool

Όσον αφορά τα συστήματα, ειδικά τα κοινωνικοτεχνικά συστήματα, είναι σημαντικό να μπορούμε να τα αποτυπώσουμε αποτελεσματικά. Εάν δεν μπορούμε να γράψουμε το σύστημα ή το μοντέλο, χρησιμοποιώντας μια καλά καθορισμένη γλώσσα, τότε, όχι μόνο δεν μπορούμε να διατυπώσουμε μια ιδέα που είναι ξεκάθαρη στον εαυτό μας, αλλά δεν μπορούμε επίσης να μεταδώσουμε το νόημά της σε άλλους ανθρώπους.

Για να περιγράψουμε συστήματα ή μοντέλα, είναι προφανές ότι χρειαζόμαστε μια κοινή γλώσσα, κατά προτίμηση μια γραφική (graphical), ικανή να ορίσει τα στοιχεία του συστήματος και τις σχέσεις μεταξύ τους.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι και εργαλεία για τον σχεδιασμό συστημάτων ή μοντέλων, κάποια από τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, το καθένα αφιερωμένο στον συγκεκριμένο σκοπό που στοχεύει να εξυπηρετήσει. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι, γενικά, όλες οι αναπαραστάσεις μοντέλων στερούνται απεικόνισης της δομής συστήματος-υποσυστήμα.

Το DCSYM CASE TOOL, το οποίο δημιουργήθηκε από τον Παναγιώτη Παπαϊωάννου, είναι μια εφαρμογή λογισμικού που αναπτύχθηκε πρόσφατα, σκοπός της οποίας είναι να διευκολύνει τον σχεδιασμό συστημάτων σύμφωνα με τη DCSYM. Αντιπροσωπεύει ολόκληρο το σχέδιο του προβλήματος σε έναν πίνακα ή καμβά και επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάζει συστήματα, υποσυστήματα και άτομα, καθώς και συνδέσμους επικοινωνίας και ελέγχου μεταξύ τους. Λειτουργεί σαν μια εφαρμογή σχεδίασης με τρόπο που είναι οικείος στον μέσο χρήστη, αλλά με κάποια επιπλέον λειτουργικότητα για την υποστήριξη λειτουργιών που σχετίζονται με τον σχεδιασμό συστημάτων σύμφωνα μόνο με τη DCSYM. Υποστηρίζει συστήματα ένθεσης (nesting systems) σε οποιοδήποτε επίπεδο και εκτελεί βασικούς, προς το παρόν, υπολογισμούς στο σύστημα, όπως η κυκλωματική πολυπλοκότητα (cyclomatic complexity) του.

Δεδομένου ότι η Συστημική Σκέψη (Systems Thinking) μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές καταστάσεις, από οικολογικά ή κοινωνικά συστήματα έως οργανωτική πολυπλοκότητα και από τον στρατηγικό σχεδιασμό έως την ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης ποιότητας (quality management systems), η μεθοδολογία DCSYM και το αντίστοιχο DCSYM CASE TOOL μπορούν να είναι πολύ χρήσιμα εργαλεία τόσο για τον επαγγελματία Συστημικό Αναλυτή όσο και για οποιονδήποτε άλλο που ασχολείται με τον σχεδιασμό προσέγγισης συστημάτων (systems approach design).

### 5.3 Εφαρμογή της DCSYM στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης

Με την βοήθεια της συστημικής μεθοδολογίας DCSYM θα σχεδιάσουμε τη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης ως ένα σύστημα, θα μελετήσουμε την υπάρχουσα κατάσταση και θα αποτυπώσουμε τις αλληλεπιδράσεις των υποσυστημάτων με βάση την επικοινωνία και τον έλεγχο για να εξετάσουμε πώς και κατά πόσο λειτουργεί σωστά.

#### Υπάρχουσα κατάσταση:

Η υπάρχουσα κατάσταση αναφορικά με τη λειτουργία της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα προβλήματα, που ανακύπτουν σχεδόν σε καθημερινή βάση, σχετίζονται με τον τρόπο επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ των τμημάτων της, σύμφωνα με το υφιστάμενο οργανόγραμμα, και παρακωλύουν τη διεκπεραίωση των καθηκόντων του προσωπικού, την άμεση εξυπηρέτηση του κοινού και την εύρυθμη λειτουργία της Διεύθυνσης.

Παρότι στο οργανόγραμμα της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης οι αρμοδιότητες των τμημάτων είναι σαφώς περιεγραμμένες και οριοθετημένες, κατά την εφαρμογή τους στην πράξη προκύπτουν προβλήματα που σχετίζονται με:

- την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των τμημάτων της Διεύθυνσης
- τις χρονοβόρες διαδικασίες που απαιτούνται σε ορισμένες εργασίες προκειμένου να επιτευχθεί η συνεργασία μεταξύ των τμημάτων της Διεύθυνσης
- την εποπτεία και τον έλεγχο των εργασιών των τμημάτων από τον Διευθυντή.

Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα Τμήματα της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης είναι τέσσερα: το Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, το Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων, το Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων και το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων. Δύο από τις βασικές αρμοδιότητες του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης είναι οι εξής:

- Η έκδοση βεβαιώσεων που αφορούν τις δομές εκπαίδευσης και κατάρτισης εποπτείας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης και χορηγούνται κατόπιν αιτήσεων των ενδιαφερομένων, οι οποίοι μπορεί να είναι εκπαιδευόμενοι, καταρτιζόμενοι, εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό των δομών.
- Η έκδοση πιστοποιητικών μετά από επιτυχή ολοκλήρωση της παρακολούθησης προγραμμάτων για τον γενικό πληθυσμό και για ευπαθείς ομάδες ή μετά από επιτυχή συμμετοχή σε εξετάσεις πιστοποίησης αρμοδιότητας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης.

Για την έκδοση των ανωτέρω βεβαιώσεων και πιστοποιητικών απαιτείται η συνεργασία του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης με τα κατά περίπτωση συναρμόδια τμήματα. Αναλυτικότερα, όσον αφορά τις βεβαιώσεις:

- Για την έκδοση βεβαιώσεων που αφορούν εκπαιδευόμενους, εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό των ΣΔΕ, των δημοσίων ΚΔΒΜ και των δημοσίων ΙΕΚ απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση σχετικών στοιχείων από τα αρχεία του Τμήματος Εποπτείας Δημόσιων Φορέων. Εάν πρόκειται για αντίστοιχες βεβαιώσεις που αφορούν ιδιωτικά ΚΔΒΜ και ιδιωτικά ΙΕΚ, απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση σχετικών στοιχείων από τα αρχεία του Τμήματος Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων. Εάν πάλι πρόκειται για αντίστοιχες βεβαιώσεις που αφορούν δημόσιες δομές εκπαίδευσης και κατάρτισης που

λειτουργούν μέσα σε Καταστήματα Κράτησης απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση στοιχείων από τα αρχεία του Τμήματος Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.

- Για την έκδοση βεβαιώσεων γνησιότητας πιστοποιητικών φοίτησης σε δημόσιες δομές εποπτείας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση σχετικών στοιχείων από τα αρχεία του Τμήματος Εποπτείας Δημόσιων Φορέων, ενώ αν πρόκειται για βεβαιώσεις γνησιότητας πιστοποιητικών που αφορούν δημόσιες δομές που λειτουργούν σε Καταστήματα Κράτησης απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση στοιχείων από τα αρχεία του Τμήματος Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.
- Για την έκδοση βεβαιώσεων γνησιότητας πιστοποιητικών επιτυχούς συμμετοχής στις εξετάσεις πιστοποίησης της γνώσης της ελληνικής γλώσσας επιπέδου Α2, ιστορίας και ελληνικού πολιτισμού που απευθύνονται σε πολίτες τρίτων χωρών, με σκοπό την υπαγωγή τους στο καθεστώς του «επί μακρόν διαμένοντος» απαιτείται η αναζήτηση και χορήγηση σχετικών στοιχείων από το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.

Όσον αφορά την έκδοση πιστοποιητικών:

- Για την έκδοση πιστοποιητικών επιτυχούς παρακολούθησης προγραμμάτων διά βίου μάθησης για τον γενικό πληθυσμό που οργανώνονται από το Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων απαιτείται η χορήγηση εκ μέρους του τμήματος αυτού των απαραίτητων για την έκδοσή τους στοιχείων.
- Για την έκδοση πιστοποιητικών επιτυχούς παρακολούθησης προγραμμάτων διά βίου μάθησης για ευπαθείς ομάδες, καθώς και πιστοποιητικών επιτυχούς παρακολούθησης προγραμμάτων εκπαίδευσης ενηλίκων πολιτών τρίτων χωρών σε θέματα της ελληνικής γλώσσας, ιστορίας και πολιτισμού που οργανώνονται από το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων απαιτείται η χορήγηση εκ μέρους του τμήματος αυτού των απαραίτητων για την έκδοσή τους στοιχείων.
- Για την έκδοση πιστοποιητικών επιτυχούς συμμετοχής στις εξετάσεις πιστοποίησης της γνώσης της ελληνικής γλώσσας επιπέδου Α2, ιστορίας και ελληνικού πολιτισμού που απευθύνονται σε πολίτες τρίτων χωρών, με σκοπό την υπαγωγή τους στο καθεστώς του «επί μακρόν διαμένοντος», απαιτείται η χορήγηση στοιχείων από το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.

Από όλα τα παραπάνω, μόνον η έκδοση πιστοποιητικών συμμετοχής στις εξετάσεις πιστοποίησης γνώσης της ελληνικής γλώσσας (Α2), ελληνικής ιστορίας και πολιτισμού πραγματοποιείται σε προγραμματισμένο χρόνο, καθώς οι εξετάσεις γίνονται δύο φορές ανά έτος (Μάιο και Οκτώβριο).

Η έκδοση βεβαιώσεων και πιστοποιητικών είναι χρονοβόρες διαδικασίες στις οποίες καταναλώνεται σημαντικό μέρος του χρόνου του προσωπικού που συμμετέχει σε αυτές, όχι μόνο των υπαλλήλων του Τμήματος Γραμματειακής και Διοικητικής Υποστήριξης, αλλά και των κατά περίπτωση συναρμόδιων/συνεργαζόμενων τμημάτων, με όσα αυτό συνεπάγεται για την εύρυθμη λειτουργία της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, οι τρέχουσες διαδικασίες έκδοσης βεβαιώσεων και πιστοποιητικών είναι οι εξής:

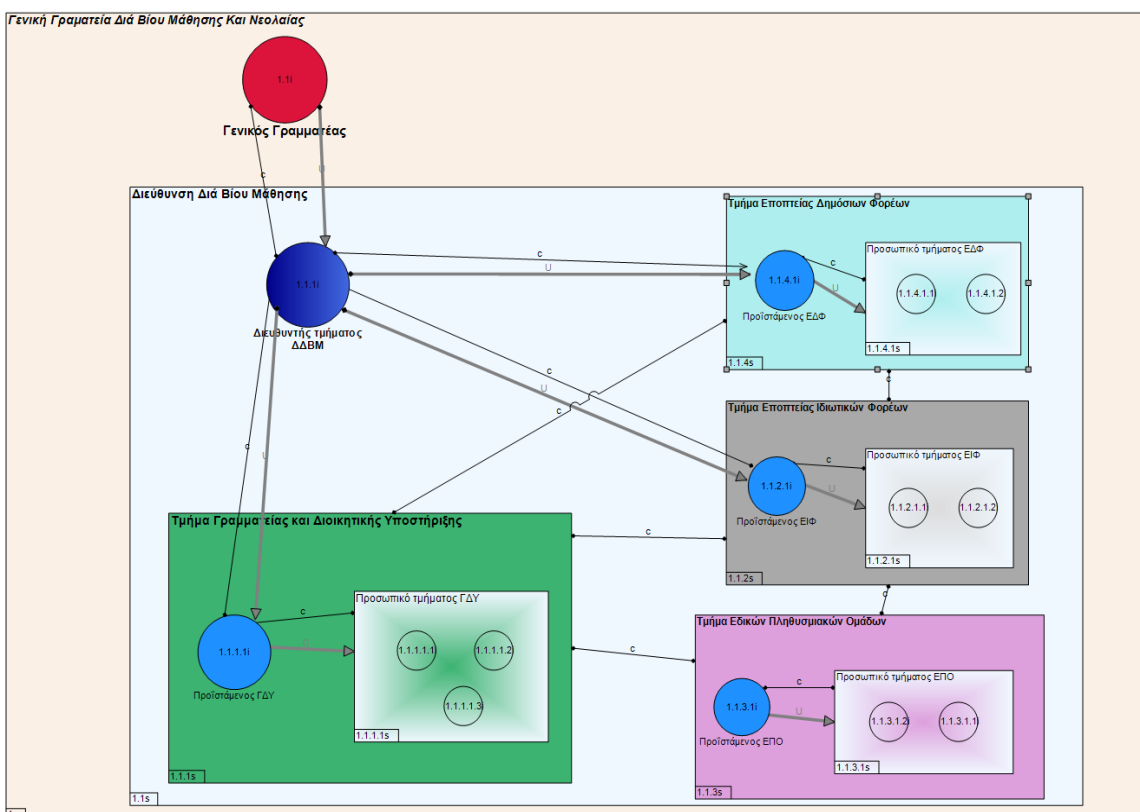
#### Τρέχουσα διαδικασία έκδοσης βεβαιώσεων:

- (1) Παραλαβή αιτήματος από πρωτόκολλο Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης (Διευθυντής, ανάθεση στον Προϊστάμενο Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, ανάθεση από τον Προϊστάμενο σε υπάλληλο του Τμήματος),
- (2) Υπηρεσιακό σημείωμα (με συντάκτη υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης και τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο) στο αρμόδιο κατά περίπτωση τμήμα για τη χορήγηση των απαιτούμενων στοιχείων,
- (3) Χορήγηση στοιχείων από το αρμόδιο κατά περίπτωση τμήμα με υπηρεσιακό σημείωμα (με συντάκτη υπάλληλο του αρμόδιου τμήματος και τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο),
- (4) Σύνταξη και διεκπεραίωση βεβαίωσης (συντάσσεται από υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, υπογράφεται από τον Προϊστάμενο, λαμβάνει αριθμό πρωτοκόλλου εισερχομένου και αποστέλλεται στον αιτούντα).

Τρέχουσα διαδικασία έκδοσης πιστοποιητικών:

- (1) Υπηρεσιακό σημείωμα με αίτημα έκδοσης πιστοποιητικών και χορήγηση σχετικών στοιχείων (με συντάκτη υπάλληλο του αρμόδιου κατά περίπτωση τμήματος που αιτείται την έκδοση των πιστοποιητικών με τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο),
- (2) Σύνταξη και έκδοση των πιστοποιητικών από υπαλλήλους του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης,
- (3) Διαβίβαση των πιστοποιητικών στον Διευθυντή Διά Βίου Μάθησης προς υπογραφή.
- (4) Παραλαβή των υπογεγραμμένων πιστοποιητικών,
- (5) Διαβίβαση των πιστοποιητικών με υπηρεσιακό σημείωμα (με συντάκτη υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης και τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο) προς το τμήμα που αιτήθηκε την έκδοσή τους.

Συνοψίζοντας παρατηρούμε ότι η συνεχής ανάγκη για επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων για την παραλαβή και υπογραφή – έγκριση εγγράφων σε συνδυασμό με τη διαβίβαση υπηρεσιακών σημειωμάτων δημιουργούν έντονες καθυστερήσεις σε όλα τα επίπεδα λειτουργίας της Διεύθυνσης. Το κάθε τμήμα ξοδεύει μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω γραφειοκρατικών υποχρεώσεων και το ίδιο και ο Διευθυντής, ο οποίος όπως εξηγήθηκε καλείται να εγκρίνει τα έγγραφα (πιστοποιητικά, βεβαιώσεις κτλ.) και ο Προϊστάμενος του κάθε τμήματος, με αποτέλεσμα συνολικά η Διεύθυνση να ξοδεύει ένα μεγάλο ποσοστό του διαθέσιμου χρόνου λειτουργίας της απλά για την κάλυψη των επικοινωνιών.



**Εικόνα 24 – Απεικόνιση της υπάρχουσας κατάστασης με DCSYM**

# Πίνακας Συστημάτων

Σύστημα	Ονομασία
1s	Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας
1.1s	Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης
1.1i	Γενικός Γραμματέας
1.1.1s	Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης
1.1.1i	Διευθυντής τμήματος ΔΔΒΜ
1.1.1.1s	Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης.Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1i	Προϊστάμενος ΓΔΥ
1.1.1.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1.3i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.2s	Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων
1.1.2.1s	Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων.Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.2.1i	Προϊστάμενος ΕΙΦ
1.1.2.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.2.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.3s	Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων
1.1.3.1s	Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.3.1i	Προϊστάμενος ΕΠΟ
1.1.3.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.3.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.4s	Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων
1.1.4.1s	Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων.Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ
1.1.4.1i	Προϊστάμενος ΕΔΦ
1.1.4.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ
1.1.4.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ

**Εικόνα 25 – Πίνακας Συστημάτων Υπάρχουσας κατάστασης**

	1s	1.1s	1.1i	1.1.1s	1.1.1i	1.1.1.1s	1.1.1.1i	1.1.1.1.1i	1.1.1.1.2i	1.1.1.1.3i	1.1.2s	1.1.2.1s	1.1.2.1i	1.1.2.1.1i	1.1.2.1.2i	1.1.3s	1.1.3.1s	1.1.3.1i	1.1.3.1.1i	1.1.3.1.2i	1.1.4s	1.1.4.1s	1.1.4.1i	1.1.4.1.1i	1.1.4.1.2i	
Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας	1s																									
Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας.Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης	1.1s																									
Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας.Γενικός Γραμματέας	1.1i		c, u																							
Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης	1.1.1s																									
Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.Διευθυντής τμήματος ΔΔΒΜ	1.1.1i		c		c, u																					c, u
Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης.Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ	1.1.1.1s				c																					
Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης.Προϊστάμενος ΓΔΥ	1.1.1.1i			c	c, c																					
Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ.	1.1.1.1.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ.	1.1.1.1.2i																									
Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ.	1.1.1.1.3i																									
Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων	1.1.2s		c																							
Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων.Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ	1.1.2.1s																									
Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων.Προϊστάμενος ΕΙΦ	1.1.2.1i		c																							
Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ.	1.1.2.1.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ.	1.1.2.1.2i																									
Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων	1.1.3s		c																							
Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ	1.1.3.1s																									
Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων.Προϊστάμενος ΕΠΟ	1.1.3.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ.	1.1.3.1.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ.	1.1.3.1.2i																									
Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης.Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων	1.1.4s		c																							
Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων.Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ	1.1.4.1s																									
Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων.Προϊστάμενος ΕΔΦ	1.1.4.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ.	1.1.4.1.1i																									
Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ.	1.1.4.1.2i																									

**Εικόνα 26 – Πίνακας Επικοινωνιών Υπάρχουσας κατάσταση**

Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής

**Προτεινόμενη βελτίωση:**

Η προτεινόμενη βελτίωση που θα εφαρμόσουμε και αποτυπώσουμε αφορά την προσθήκη ενός πληροφοριακού συστήματος το οποίο θα διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων και θα συμβάλει στην αύξηση της αποδοτικότητας της εκτέλεσης των λειτουργιών της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Το πληροφοριακό σύστημα θα περιλαμβάνει βάση δεδομένων με στοιχεία για το εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό των δομών εποπτείας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης, τους εκπαιδευόμενους των προγραμμάτων και τους συμμετέχοντες σε εξετάσεις πιστοποίησης αρμοδιότητας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης, που θα ενημερώνεται συστηματικά από τα κατά περίπτωση αρμόδια τμήματα της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Επίσης, το πληροφοριακό σύστημα θα δίνει τη δυνατότητα «αυτοματοποιημένης» έκδοσης πιστοποιητικών με ψηφιακή υπογραφή του Διευθυντή Διά Βίου Μάθησης. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί η απλούστευση των υφιστάμενων διαδικασιών έκδοσης βεβαιώσεων και πιστοποιητικών, με αποτέλεσμα αφενός την επιτάχυνση της εξυπηρέτησης των πολιτών, αλλά και την εξοικονόμηση ανθρώπινων πόρων προς όφελος της συνολικής λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης.

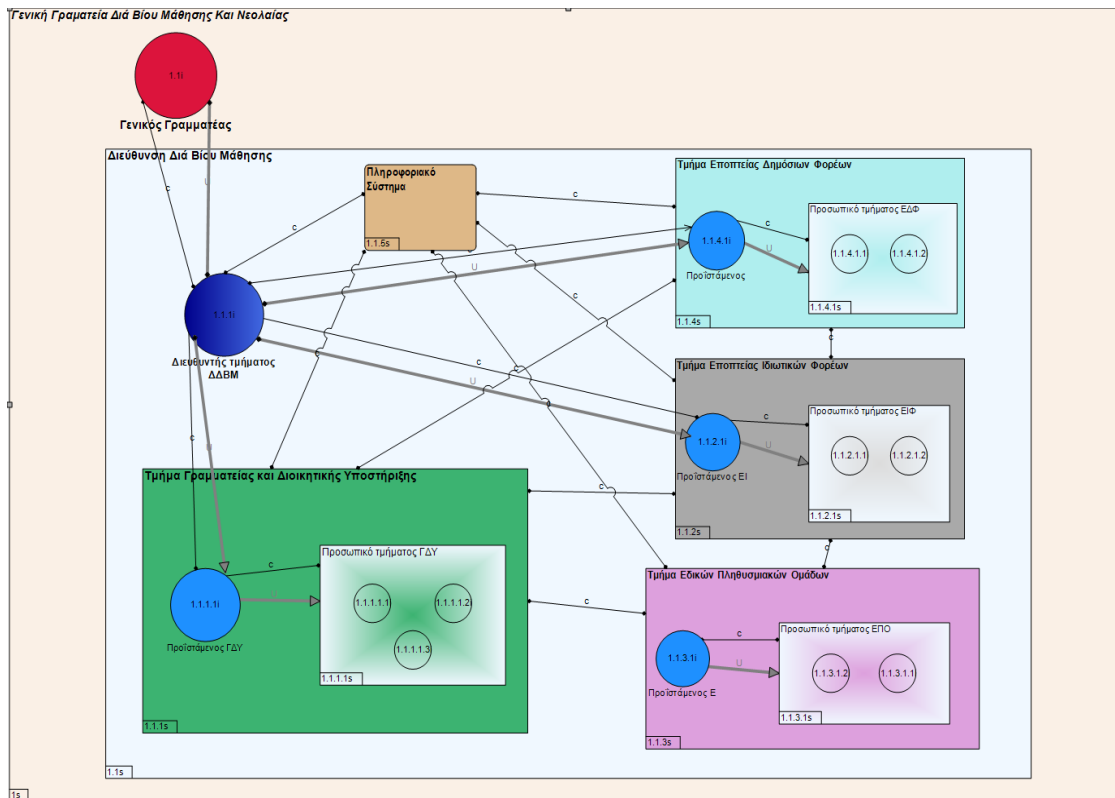
**Έκδοση βεβαιώσεων με πληροφοριακό σύστημα:**

- (1) Παραλαβή αιτήματος από πρωτόκολλο Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης (Διευθυντής, ανάθεση στον Προϊστάμενο Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, ανάθεση από τον Προϊστάμενο σε υπάλληλο του Τμήματος),
- (2) Αναζήτηση και εύρεση στοιχείων (από τον υπάλληλο στον οποίο ανατέθηκε) από το πληροφοριακό σύστημα
- (3) Σύνταξη και διεκπεραίωση βεβαίωσης (συντάσσεται από υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης, υπογράφεται από τον Προϊστάμενο, λαμβάνει αριθμό πρωτοκόλλου εισερχομένου και αποστέλλεται στον αιτούντα).

**Έκδοση πιστοποιητικών με πληροφοριακό σύστημα-βάση δεδομένων:**

- (1) Υπηρεσιακό σημείωμα με αίτημα έκδοσης πιστοποιητικών (με συντάκτη υπάλληλο του αρμόδιου κατά περίπτωση τμήματος που αιτείται την έκδοση των πιστοποιητικών με τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο),
- (2) Έκδοση των πιστοποιητικών από το πληροφοριακό σύστημα από αρμόδιο κατά περίπτωση υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης,
- (3) Διαβίβαση των πιστοποιητικών με υπηρεσιακό σημείωμα (με συντάκτη υπάλληλο του Τμήματος Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης και τελικό υπογράφοντα τον Προϊστάμενο) προς το τμήμα που αιτήθηκε την έκδοσή τους.

Συνεπώς παρατηρούμε ότι με την εισαγωγή του πληροφοριακού συστήματος στο σύστημα της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης επιτυγχάνουμε μείωση της πολυπλοκότητας των διαδικασιών, συντόμευση της χρονικής περιόδου εκτέλεσής τους, μείωση πλεονασματικών στοιχείων, βελτιστοποίηση των ανθρώπινων πόρων, καθώς ο κάθε υπάλληλος έχει περισσότερο χρόνο για την εκτέλεση των καθηκόντων του εφόσον δεν χρειάζεται να εκτελέσει περιττές γραφειοκρατικές διαδικασίες οι οποίες πλέον μπορούν να γίνουν από το σύστημα και συνολικά μια ποιοτική βελτίωση των καθηκόντων της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Επιπλέον η βελτίωση αυτή φέρει και θετικά αποτελέσματα ως προς το υπερσύστημα (Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας), καθώς οι επιμέρους Διευθύνσεις μπορούν να φέρουν εις πέρας περισσότερες ευθύνες τους σε συνεργασία με τη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης αλλά και το εξωτερικό της περιβάλλον, το οποίο θα εξετάσουμε αναλυτικότερα σε επόμενο κεφάλαιο.



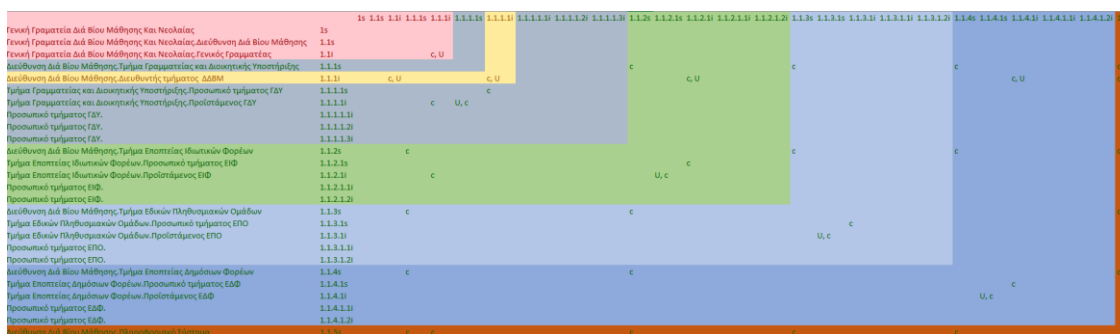
**Εικόνα 27 – Απεικόνιση προτεινόμενης βελτίωσης με τη DCSYM**



## Πίνακας Συστημάτων

Σύστημα	Ονομασία
1s	Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης Και Νεολαίας
1.1s	Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης
1.1i	Γενικός Γραμματέας
1.1.1s	Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης
1.1.1i	Διευθυντής τμήματος ΔΔΒΜ
1.1.1.1s	Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης. Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1i	Προϊστάμενος ΓΔΥ
1.1.1.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.1.1.3i	Προσωπικό τμήματος ΓΔΥ
1.1.2s	Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων
1.1.2.1s	Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων. Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.2.1i	Προϊστάμενος ΕΙΦ
1.1.2.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.2.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΙΦ
1.1.3s	Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων
1.1.3.1s	Τμήμα Εδικών Πληθυσμιακών Ομάδων. Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.3.1i	Προϊστάμενος ΕΠΟ
1.1.3.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.3.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΠΟ
1.1.4s	Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων
1.1.4.1s	Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων. Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ
1.1.4.1i	Προϊστάμενος ΕΔΦ
1.1.4.1.1i	Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ
1.1.4.1.2i	Προσωπικό τμήματος ΕΔΦ
1.1.5s	Πληροφοριακό Σύστημα

**Εικόνα 28 – Πίνακας Συστημάτων προτεινόμενης βελτίωσης**



**Εικόνα 29 – Πίνακας Επικοινωνιών προτεινόμενη βελτίωσης**

## Κεφάλαιο 6: Προσομοίωση με το Συστημικό εργαλείο Vensim

### 6.1 Συστημική Δυναμική (System Dynamics)

#### 6.1.1 Η δημιουργία της Συστημικής Δυναμικής

Η Συστημική Δυναμική (Systems Dynamics) είναι μια μεθοδολογία και τεχνική μαθηματικής μοντελοποίησης για να πλαισιώσει, να κατανοήσει και να συζητήσει περίπλοκα ζητήματα και προβλήματα. Αρχικά αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1950 για να βοηθήσει τους διαχειριστές επιχειρήσεων να βελτιώσουν την κατανόησή τους για τις βιομηχανικές διαδικασίες και χρησιμοποιείται επί του παρόντος σε όλο τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα για την ανάλυση και τον σχεδιασμό πολιτικής.

Η δυναμική συστημάτων είναι μια πτυχή της θεωρίας συστημάτων ως μέθοδος για την κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων. Η βάση της μεθόδου είναι η αναγνώριση ότι η δομή οποιουδήποτε συστήματος, οι πολλές κυκλικές (circular), αλληλάνδρες (interlocking), και μερικές φορές χρονικά καθυστερημένες (time-delayed) σχέσεις μεταξύ των συστατικών του, είναι συχνά εξίσου σημαντικές για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς του με τα ίδια τα επιμέρους στοιχεία. Παραδείγματα είναι η θεωρία του χάους (chaos theory) και η κοινωνική δυναμική (social dynamics). Υποστηρίζεται επίσης ότι, επειδή συχνά υπάρχουν ιδιότητες του συνόλου που δεν μπορούν να βρεθούν μεταξύ των ιδιοτήτων των μεμονωμένων στοιχείων, σε ορισμένες περιπτώσεις η συμπεριφορά του συνόλου δεν μπορεί να εξηγηθεί με όρους συμπεριφοράς των μερών.

Η Συστημική Δυναμική δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1950 από τον καθηγητή Jay Forrester του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Το 1956, ο Forrester δέχτηκε μια θέση καθηγητή στο νεοσύστατο MIT Sloan School of Management. Ο αρχικός του στόχος ήταν να καθορίσει πώς το επιστημονικό του υπόβαθρο στην επιστήμη και τη μηχανική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και να εφαρμοστεί για την επίλυση των βασικών ζητημάτων που καθορίζουν την επιτυχία ή την αποτυχία των εταιρειών. Οι γνώσεις του Forrester για τα κοινά θεμέλια που αποτελούν τη βάση της μηχανικής, που οδήγησαν στη δημιουργία της δυναμικής του συστήματος, οφείλονται, σε μεγάλο βαθμό, στη συναναστροφή του με διευθυντές της General Electric (GE) στα μέσα της δεκαετίας του 1950. Εκείνη την εποχή, τα διευθυντικά στελέχη της GE ήταν προβληματισμένα επειδή η απασχόληση στα εργοστάσια συσκευών τους στο Κεντάκι (Kentucky) παρουσίαζε έναν σημαντικό κύκλο τριών ετών. Ο οικονομικός κύκλος κρίθηκε ως ανεπαρκής εξήγηση για την αστάθεια της απασχόλησης και μέσα από προσομοιώσεις με το χέρι (στην πρώιμη μορφή τους) της δομής αποθέματος-ροής-ανάδρασης των εργοστασίων της GE, που περιλάμβαναν την υπάρχουσα εταιρική δομή λήψης αποφάσεων για προσλήψεις και απολύσεις, ο Forrester μπόρεσε να δείξει πως η αστάθεια στην απασχόληση της GE οφειλόταν στην εσωτερική δομή της επιχείρησης και όχι σε μια εξωτερική δύναμη όπως ο επιχειρηματικός κύκλος. Αυτές οι προσομοιώσεις ήταν η αρχή του πεδίου της συστημικής δυναμικής.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 και στις αρχές της δεκαετίας του 1960, ο Forrester και μια ομάδα μεταπτυχιακών φοιτητών μετέφεραν το αναδυόμενο πεδίο της Συστημικής Δυναμικής από το στάδιο της προσομοίωσης με το χέρι στο επίσημο στάδιο της μοντελοποίησης με χρήση υπολογιστή. Ο Richard Bennet δημιούργησε την πρώτη γλώσσα μοντελοποίησης υπολογιστή Συστημικής Δυναμικής που ονομάστηκε SIMPLE (Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations) την άνοιξη του 1958. Το 1959, οι Phyllis Fox και Alexander Pugh δημιούργησαν την πρώτη έκδοση του DYNAMO (Dynamic Models), μια βελτιωμένη έκδοση του SIMPLE και η γλώσσα της συστημικής δυναμικής έγινε το πρότυπο του κλάδου για περισσότερα από τριάντα χρόνια. Ο Forrester δημοσίευσε το πρώτο, και ακόμα κλασικό, βιβλίο στον τομέα με τίτλο «Industrial Dynamics» το 1961.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 έως τα τέλη της δεκαετίας του 1960, η Συστημική Δυναμική εφαρμόστηκε σχεδόν αποκλειστικά σε εταιρικά/διαχειριστικά προβλήματα. Το 1968, ωστόσο, ένα απροσδόκητο περιστατικό έκανε το πεδίο να διευρυνθεί πέρα από το εταιρικό

μοντέλο. Ο John F. Collins, ο πρώην δήμαρχος της Βοστώνης, διορίστηκε επισκέπτης καθηγητής Αστικών Υποθέσεων στο MIT. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας Collins και Forrester ήταν ένα βιβλίο με τίτλο «Urban Dynamics». Το μοντέλο Urban Dynamics που παρουσιάστηκε στο βιβλίο ήταν η πρώτη σημαντική μη εταιρική εφαρμογή της συστημικής δυναμικής.

Η δεύτερη σημαντική μη εταιρική εφαρμογή της συστημικής δυναμικής έγινε σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα μετά την πρώτη. Έτσι το 1970, ο Jay Forrester προσκλήθηκε από τη Λέσχη της Ρώμης (Club of Rome) σε μια συνάντηση στη Βέρνη της Ελβετίας. Η Λέσχη της Ρώμης είναι ένας οργανισμός αφοσιωμένος στην επίλυση της δυνητικής παγκόσμιας κρίσης που μπορεί να εμφανιστεί κάποια στιγμή στο μέλλον, λόγω των απαιτήσεων που τίθενται στη φέρουσα ικανότητα της Γης από τον εκθετικά αυξανόμενο πληθυσμό του κόσμου, δηλαδή οι πηγές ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πόρων και η διαχείριση των ρύπων τους. Στη συνάντηση της Βέρνης, ο Forrester ρωτήθηκε εάν η δυναμική του συστήματος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση αυτής της δύσκολης κατάστασης της ανθρωπότητας. Η απάντησή του, φυσικά, ήταν ότι θα μπορούσε. Στο αεροπλάνο της επιστροφής από τη συνάντηση της Βέρνης, ο Forrester δημιούργησε το πρώτο προσχέδιο ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής του παγκόσμιου κοινωνικοοικονομικού συστήματος. Ονόμασε αυτό το μοντέλο WORLD1 και μετά την επιστροφή του στις Ηνωμένες Πολιτείες, το βελτίωσε προετοιμάζοντας μια επίσκεψη στο MIT από μέλη της Λέσχης της Ρώμης. Ο Forrester ονόμασε τη νέα και βελτιωμένη έκδοση του μοντέλου WORLD2. Τέλος, δημοσίευσε το WORLD2 στο βιβλίο του με τίτλο «World Dynamics».

Συνεπώς παρατηρούμε ότι η συμβατική επίλυση προβλημάτων τείνει να προσεγγίζει σύνθετα προβλήματα σπάζοντας τα στα συστατικά μέρη τους και εξετάζοντάς τα χωριστά. Η συστημική επικεντρώνεται στην ιδέα ότι υπάρχουν προβλήματα ακριβώς λόγω των αλληλεπιδράσεων, των βρόχων ανάδρασης και των καθυστερήσεων υλικού και πληροφοριών μεταξύ των εξαρτημάτων ενός συστήματος. Επομένως, η δυναμική του συστήματος εστιάζει στις σχέσεις μεταξύ των μερών, αντί να εστιάζει σε ξεχωριστά μέρη μεμονωμένα. Η δυναμική του συστήματος βασίζεται επίσης έντονα στην έννοια της ενδογένειας, που σημαίνει ότι επιδιώκει να βρει εξηγήσεις για τη συμπεριφορά του συστήματος κατανοώντας την εσωτερική δομή ενός συστήματος, αντί να εστιάζει σε παράγοντες εξωτερικούς του συστήματος. Για παράδειγμα, όταν προσπαθούμε να καταλάβουμε γιατί εξακολουθούν να συμβαίνουν ιατρικά λάθη σε φαινομενικά καλά διαχειριζόμενες νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, η εύκολη λύση είναι να αποδώσει κάποιος το πρόβλημα σε παράγοντες ατομικού επιπέδου, σε ανικανότητα των γιατρών. Όμως μια ενδογενής προοπτική θα θεωρούσε ότι τα περισσότερα ιατρικά λάθη είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού συστημικών παραγόντων, όπως ο φόρτος των ασθενών του ιατρού, η εκπαίδευση, οι πρακτικές επισήμανσης φαρμάκων, οι ώρες εργασίας κ.λπ. και επομένως η λύση βρίσκεται στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες συμβάλλουν στα ιατρικά λάθη και στη συνέχεια η τροποποίηση του συστήματος για την πρόληψη σφαλμάτων.

### 6.1.2 Στοιχεία και Ορισμοί της Συστημικής Δυναμικής

Καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα, χρειαζόμαστε ολιστικές προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε σε περίπλοκα συστήματα. Η έλλειψη της ολιστικής άποψης θα μπορούσε να μας οδηγήσει να έρθουμε αντιμέτωποι με τα συμπτώματα ενός μεγαλύτερου προβλήματος που προκύπτει από τη δομή του συστήματος. Ως εκ τούτου, η προσέγγιση της Συστημικής Δυναμικής μάς παρέχει εργαλεία και μεθόδους για να κατανοήσουμε τα πολύπλοκα συστήματα.

Τα κύρια στοιχεία των διαγραμμάτων δυναμικής συστήματος είναι η ανάδραση (feedback), η συσσώρευση ροών (flow) στα αποθέματα (stock) και οι χρονικές καθυστερήσεις (time delays).

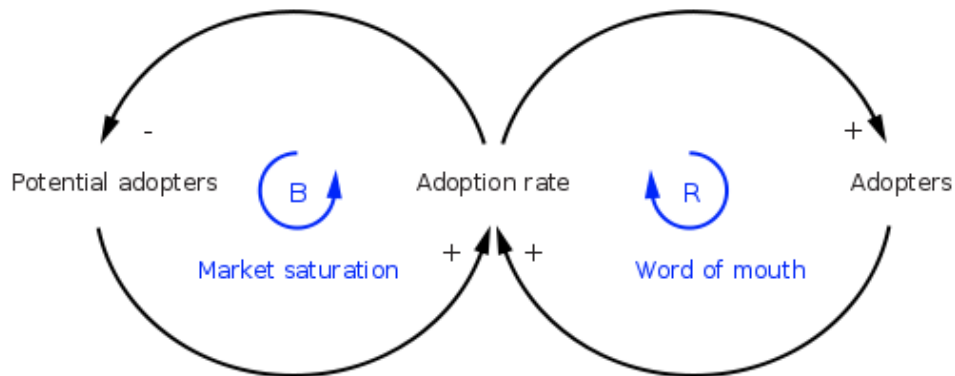
Οι βρόχοι ανάδρασης λειτουργούν (feedback loops) ως αλυσίδες σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος που σχηματίζουν έναν βρόχο όπου η έξοδος του οδηγεί πίσω στην αλυσίδα ως είσοδος. Ως εκ τούτου, αυτά τα συστήματα ανατροφοδοτούν τον εαυτό τους. Τα στοιχεία του συστήματος δημιουργούν βρόχους ανάδρασης και οι σχέσεις μεταξύ αυτών των βρόχων ανάδρασης δημιουργούν δομές που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά και τα γεγονότα σε ένα

σύστημα. Όλα τα συστήματα περιέχουν βρόχους ανάδρασης, αφού όλη η δυναμική των συστημάτων προκύπτει από τις αλληλεπιδράσεις των βρόχων ανάδρασης. Επομένως, ο εντοπισμός των βρόχων ανάδρασης είναι ζωτικής σημασίας στη μεθοδολογία της Συστημικής Δυναμικής του συστήματος.

Στη μεθοδολογία δυναμικής συστήματος, ένα πρόβλημα ή ένα σύστημα (π.χ. οικοσύστημα, πολιτικό σύστημα ή μηχανικό σύστημα) μπορεί να αναπαρασταθεί ως διάγραμμα βρόχου αιτιότητας (causal loop diagram). Το διάγραμμα βρόχου αιτιότητας είναι ένας απλός χάρτης ενός συστήματος με όλα τα συστατικά στοιχεία του και τις αλληλεπιδράσεις τους. Καταγράφοντας τις αλληλεπιδράσεις και κατά συνέπεια τους βρόχους ανάδρασης, ένα διάγραμμα αιτιώδους βρόχου αποκαλύπτει τη δομή ενός συστήματος. Με την κατανόηση της δομής ενός συστήματος, καθίσταται δυνατό να εξακριβωθεί η συμπεριφορά ενός συστήματος για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

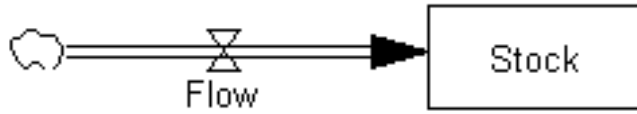
Το διάγραμμα αιτιώδους βρόχου της εισαγωγής ενός νέου προϊόντος στην αγορά μπορεί απεικονιστεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 30. Υπάρχουν δύο βρόχοι ανάδρασης σε αυτό το διάγραμμα. Ο βρόχος θετικής ενίσχυσης (R) στα δεξιά υποδηλώνει ότι όσο περισσότεροι άνθρωποι έχουν ήδη υιοθετήσει το νέο προϊόν, τόσο ισχυρότερος είναι ο αντίκτυπος από στόμα σε στόμα. Θα υπάρξουν περισσότερες αναφορές στο προϊόν, περισσότερες επιδείξεις και περισσότερες κριτικές. Αυτή η θετική ανατροφοδότηση (positive feedback) θα δημιουργήσει πωλήσεις που συνεχίζουν να αυξάνονται. Ο δεύτερος βρόχος ανάδρασης στα αριστερά είναι η αρνητική ενίσχυση (negative feedback, B). Σαφώς, η ανάπτυξη δεν μπορεί να συνεχιστεί για πάντα, γιατί όσο όλο και περισσότεροι άνθρωποι αγοράζουν το προϊόν, τόσο παραμένουν όλο και λιγότεροι πιθανοί αγοραστής.

Οι δύο βρόχοι ανάδρασης δρουν ταυτόχρονα, αλλά μπορεί να έχουν διαφορετικές δυνάμεις ισορροπίας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Επομένως, θα μπορούσε κανείς να αναμένει αύξηση των πωλήσεων τα πρώτα χρόνια και στη συνέχεια μείωση των πωλήσεων τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο, γενικά ένα διάγραμμα αιτιώδους βρόχου δεν προσδιορίζει τη δομή ενός συστήματος επαρκώς ώστε να επιτρέπει τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς του μόνο από την οπτική αναπαράσταση. Κάθε σύστημα έχει μια υποκείμενη δομή που καθορίζει τη συμπεριφορά του και για τον λόγο αυτό, για να κατανοήσουμε το σύστημα, είναι απαραίτητο να ανακαλύψουμε την υποκείμενη αυτή δομή μέσω της χαρτογράφησης του.



**Εικόνα 30 – Παράδειγμα βρόχου αιτιότητας**

Για να πραγματοποιηθεί μια πιο λεπτομερής ποσοτική ανάλυση, ένα διάγραμμα αιτιώδους βρόχου μετατρέπεται σε διάγραμμα αποθέματος και ροής (stock and flow diagram). Ένα μοντέλο αποθέματος και ροής βοηθά στη μελέτη και την ανάλυση του συστήματος με ποσοτικό τρόπο. Τέτοια μοντέλα συνήθως κατασκευάζονται και προσομοιώνονται χρησιμοποιώντας λογισμικό υπολογιστή. Ένα απόθεμα (stock) είναι ο όρος για κάθε οντότητα που συσσωρεύεται ή εξαντλείται με την πάροδο του χρόνου. Μια ροή (flow) είναι ο ρυθμός μεταβολής σε ένα απόθεμα (Εικόνα 31).

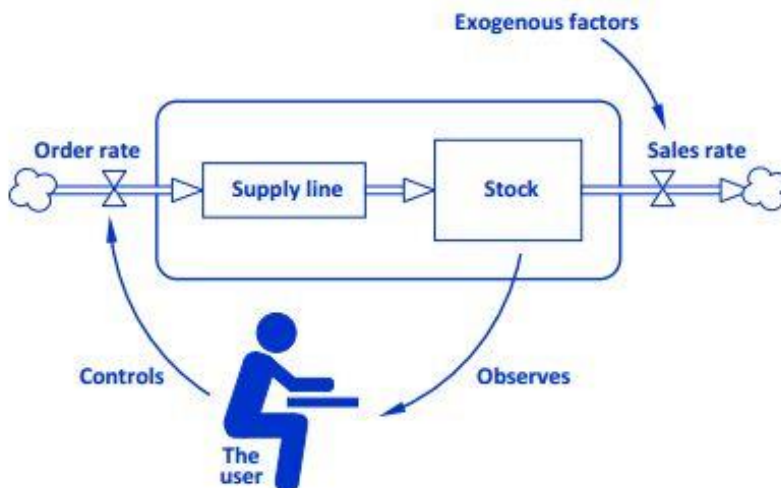


**Εικόνα 31 – Αναπαράσταση ροής και αποθέματος**

Μετά την αντιστοίχιση της δομής του συστήματος, οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη ενός μοντέλου του συστήματος μέσω της ποσοτικοποίησης των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Το μοντέλο προσομοιώνεται σε λογισμικό υπολογιστή για να παρατηρηθεί η έξοδος του συστήματος (Εικόνα 32). Η παρατήρηση της συμπεριφοράς του συστήματος με προσομοίωση υπολογιστή μάς επιτρέπει να αναλύσουμε το σύστημα και την υποκείμενη του δομή. Ως εκ τούτου, μας βοηθά να κατανοήσουμε καλύτερα το σύστημα. Η καλύτερη κατανόηση του συστήματος μας δίνει την ευκαιρία να σχεδιάσουμε πολιτικές για την επίλυση προβλημάτων σε πολύπλοκα συστήματα.

Το λογισμικό υπολογιστών χρησιμοποιείται για την προσομοίωση ενός μοντέλου δυναμικής συστήματος της υπό μελέτη κατάστασης. Η εκτέλεση προσομοιώσεων μας επιτρέπει να εξετάσουμε σενάρια για τη δοκιμή ορισμένων πολιτικών σε ένα τέτοιο μοντέλο και μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το σύστημα αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Η Συστημική Δυναμική ακολουθεί παρόμοιο τρόπο σκέψης με τη συστημική σκέψη και χρησιμοποιεί τα ίδια διαγράμματα βρόχου αιτιότητας συστημάτων με ανάδραση. Ωστόσο, η Συστημική Δυναμική του συστήματος συνήθως προχωρά πέρα από αυτό και χρησιμοποιεί προσομοίωση για να μελετήσει τη συμπεριφορά των συστημάτων και τον αντίκτυπο των εναλλακτικών πολιτικών.

Στη μέρες μας η συστημική δυναμική έχει εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα τομέων, για παράδειγμα επιχειρήσεις, γεωργία, οικολογικά και οικονομικά συστήματα, πληθυσμιακής καταγραφή κτλ. τα οποία συνήθως αλληλοεπιδρούν έντονα μεταξύ τους. Αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση και σύγκριση της λειτουργίας νοητικών μοντέλων, την εξερεύνηση συνεπειών μια απόφασης στο σύστημα και την αναγνώριση και επίλυση δυσλειτουργικών συστημάτων στην καθημερινότητα του κάθε οργανισμού.



**Εικόνα 32 – Παράδειγμα μοντελοποίησης με System Dynamics**

## 6.2 Το συστημικό εργαλείο Vensim

Το Vensim είναι ένα λογισμικό προσομοίωσης που αναπτύχθηκε από την Ventana Systems. Υποστηρίζει κυρίως συνεχή προσομοίωση (Συστημική Δυναμική), με ορισμένες διακριτές δυνατότητες μοντελοποίησης γεγονότων και παραγόντων. Διατίθεται στο εμπόριο και ως δωρεάν "Personal Learning Edition", η οποία θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή την μελέτη.

Το Vensim παρέχει μια γραφική διεπαφή (interface) μοντελοποίησης με διαγράμματα αποθέματος και ροής και αιτιατού βρόχου, πάνω από ένα σύστημα εξισώσεων σε μια δηλωτική γλώσσα προγραμματισμού. Περιλαμβάνει μια κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μέθοδο για διαδραστική ανίχνευση συμπεριφοράς μέσω αιτιατών συνδέσμων στη δομή του μοντέλου καθώς και μια επέκταση γλώσσας για την αυτοματοποίηση πειραμάτων ποιοτικού ελέγχου σε μοντέλα που ονομάζεται Έλεγχος πραγματικότητας (Reality Check). Υποστηρίζει επίσης εισαγωγή/εξαγωγή δεδομένων χρονικής σειράς (time-series data), αρχείων κειμένου, spreadsheet και ODBC.

Τα αρχεία μοντέλων Vensim μπορούν να συσκευαστούν και να δημοσιευτούν σε μια προσαρμοσμένη μορφή μόνο για ανάγνωση που μπορεί να εκτελεστεί από ένα δωρεάν διαθέσιμο Model Reader. Αυτό επιτρέπει την κοινή χρήση διαδραστικών μοντέλων με χρήστες που δεν κατέχουν το πρόγραμμα ή/και στους οποίους ο συγγραφέας του μοντέλου δεν επιθυμεί να έχει πρόσβαση στη βάση κώδικα του μοντέλου.

## 6.3 Προσομοίωση λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης με χρήση Vensim

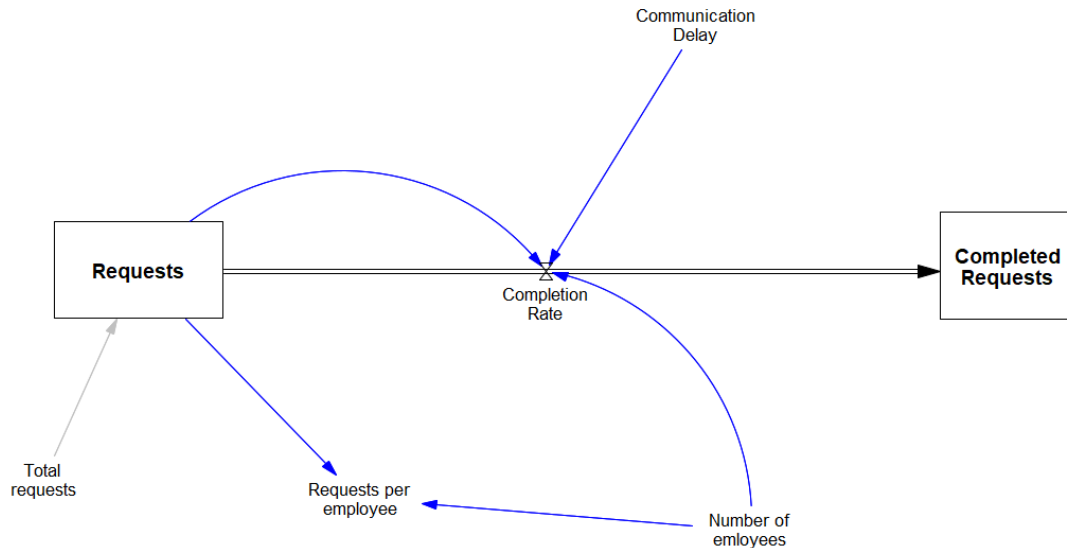
Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιήσουμε το Συστημικό εργαλείο Vensim για να προσομοιώσουμε μία από τις βασικές λειτουργίες της Διεύθυνσης Διά Βίου. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο μία από τις κύριες αρμοδιότητες της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης είναι η έκδοση πιστοποιητικών και βεβαιώσεων από τα τμήματά της. Πιο συγκεκριμένα η έκδοση πιστοποιητικών μετά από επιτυχή ολοκλήρωση της παρακολούθησης προγραμμάτων για τον γενικό πληθυσμό και για ευπαθείς ομάδες ή μετά από επιτυχή συμμετοχή σε εξετάσεις πιστοποίησης αρμοδιότητας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Επίσης η έκδοση βεβαιώσεων που αφορούν τις δομές εκπαίδευσης και κατάρτισης εποπτείας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης προς κάθε ενδιαφερόμενο, δηλαδή εκπαιδευόμενους, καταρτιζόμενους, εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό, καθώς και άλλους φορείς (π.χ. γνησιότητα πιστοποιητικών που έχουν εκδοθεί από τη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης και τις δομές εποπτείας της). Ως αποτέλεσμα η Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης δέχεται καθημερινά πάρα πολλές αιτήσεις για έκδοση βεβαιώσεων και πιστοποιητικών, αλλά και, όπως αναφέραμε στην ανάλυση με DCSYM, υπάρχει το πρόβλημα των εσωτερικών επικοινωνιών που συμβάλλει στην καθυστέρηση της έκδοσής τους.

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε προσομοιώνει τη διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνοντας τις συνολικές αιτήσεις που η Διεύθυνση δέχεται καθημερινά, τον ρυθμό ολοκλήρωσης – έκδοσής τους, και το πόσες κατάφεραν να ολοκληρωθούν συνολικά, συμπεριλαμβάνοντας τις καθυστερήσεις λόγω των επικοινωνιών πριν και μετά την εισαγωγή της προτεινόμενης βελτίωσης με την εισαγωγή του πληροφοριακού συστήματος (Εικόνα 34, Εικόνα). Θα παρουσιαστούν παρακάτω τα μοντέλα της υπάρχουσας κατάστασης και προτεινόμενης βελτίωσης και τα στοιχεία τους.

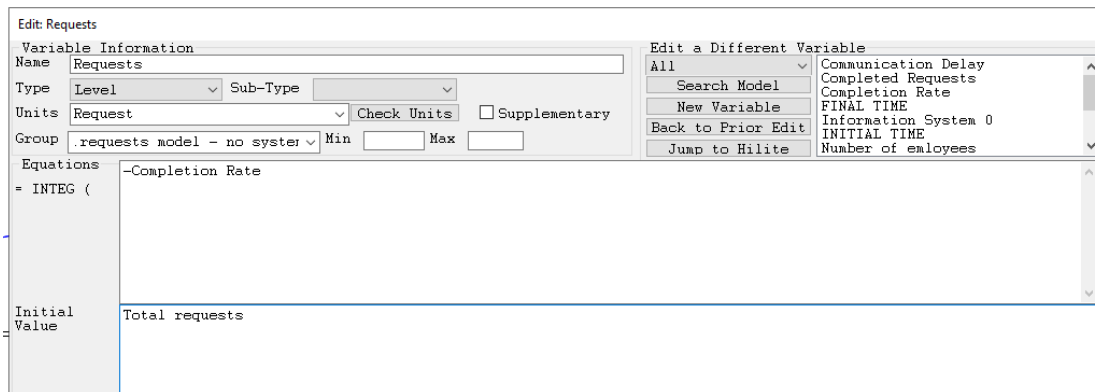
### Υπάρχουσα κατάσταση:

Στο μοντέλο της υπάρχουσας κατάστασης (Εικόνα 33) οι αιτήσεις «Requests» (Εικόνα 34) που δέχεται η διεύθυνση καθημερινά αποτελούν ένα απόθεμα (stock) ή αλλιώς σημείο συσσώρευσης το οποίο έχει αρχική τιμή τη μεταβλητή «Total Requests» η οποία ορίζει τον συνολικό αριθμό των αιτήσεων της Διεύθυνσης. Οι αιτήσεις που αναλογούν ανά υπάλληλο, «Requests per employee» (Εικόνα 35) υπολογίζεται από τον αριθμό των αιτήσεων διά τον αριθμό των υπαλλήλων «Number of Employees» (Εικόνα 39), Requests / Number of employees, όπου ο αριθμός των υπαλλήλων είναι μια ορισμένη σταθερά. Ο ρυθμός

διεκπεραίωσης των αιτήσεων «Completion Rate» (Εικόνα 36), υπολογίζεται με την εξίσωση  $Requests / (Number\ of\ employee * Communication\ Delay)$ , όπου «Communication Delay» (Εικόνα 38) είναι μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τις χρονικές καθυστερήσεις λόγω επικοινωνιών στο σύστημα. Τέλος το σημείο συσσώρευσης «Completed Requests» (Εικόνα 37) δείχνει τον αριθμό των διεκπεραιωμένων αιτήσεων.



**Εικόνα 33 – Μοντέλο Vensim υπάρχουσας κατάστασης**



**Εικόνα 34 – Πληροφορίες σημείου συσσώρευσης Requests**

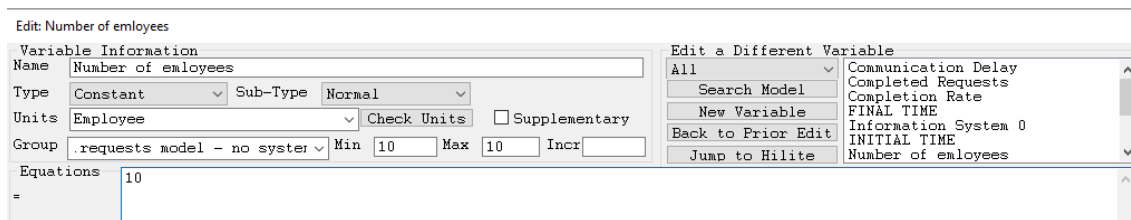
**Εικόνα 35 – Πληροφορίες μεταβλητής Requests per employee**

**Εικόνα 36 – Πληροφορίες ροής Completion Rate**

**Εικόνα 37 – Πληροφορίες σημείου συσσώρευσης Completed Requests**

**Εικόνα 38 – Πληροφορίες μεταβλητής Communication Delay**



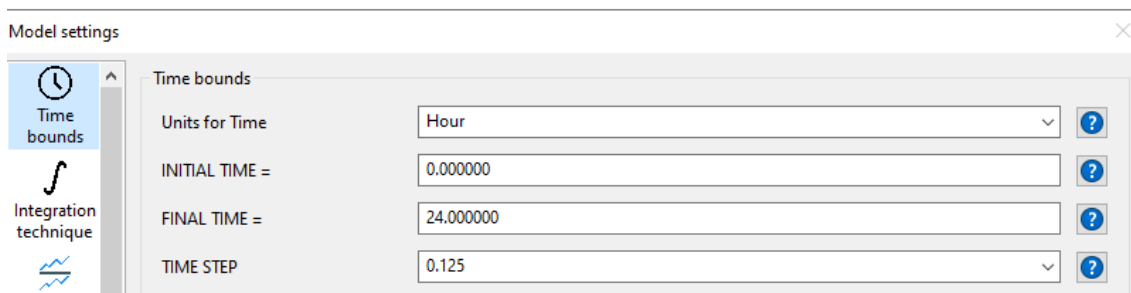


**Εικόνα 39 – Πληροφορίες μεταβλητής Number of employees**

Συνολικά το μοντέλο Υπάρχουσας κατάστασης περιλαμβάνει:

- Σημεία συσσώρευσης: Requests, Completed Requests
- Ροές: Completed Requests
- Μεταβλητές: Communication Delay, Number of Employees, Requests per employee, Total requests (shadow variable)

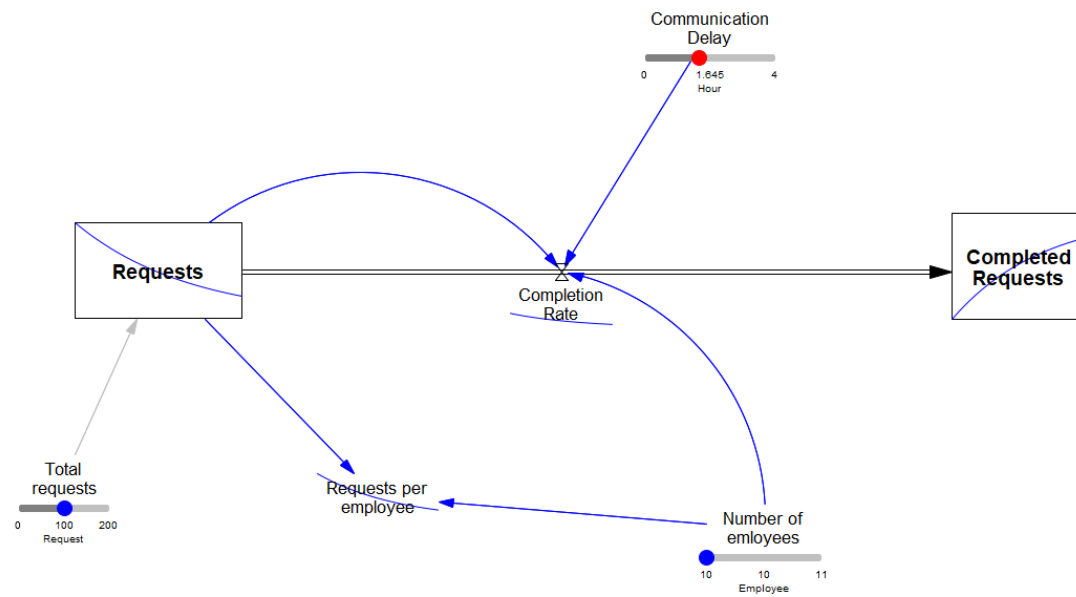
Οι χρονικές ρυθμίσεις του μοντέλου για την προσομοίωση φαίνονται στην Εικόνα 40.



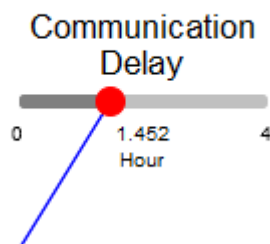
**Εικόνα 40 – Χρονικές ρυθμίσεις μοντέλου**

### Εκτέλεση προσομοίωσης:

Πατώντας το κουμπί «Run simulation on each slider change» στο Vensim, γίνεται εκτέλεση της προσομοίωσης με την επιλογή να μπορούμε να μετακινούμε τα slider των μεταβλητών ανάλογα πάντα με τα όρια Min και Max που έχουμε θέσει στην κάθε μία (Εικόνα 41). Στο μοντέλο αυτό η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει να αυξομειώνουμε μέσω του slider (Εικόνα 42), ώστε να δούμε τη συμπεριφορά του συστήματος είναι η Communication Delay.



**Εικόνα 41 – Εκτέλεση προσομοίωσης υπάρχουσας κατάστασης με slider**

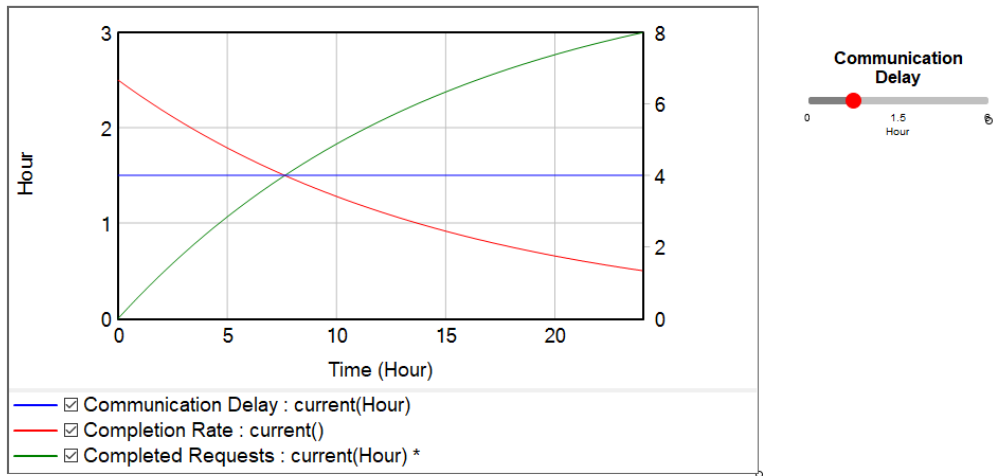


**Εικόνα 42 – Αυξομείωση της μεταβλητής καθυστέρησης επικοινωνιών**

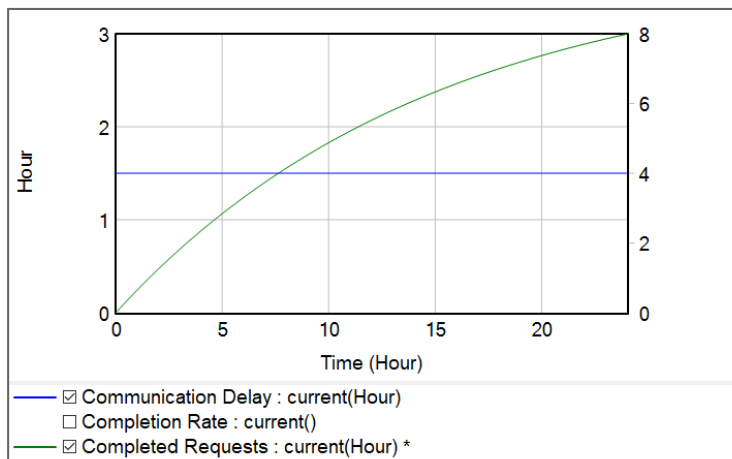
Στο μοντέλο αυτό δημιουργήθηκε επίσης γράφημα το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να δούμε τις επιλεγμένες μεταβλητές και τη μεταβολή τους κατά το χρονικό περιθώριο που έχουμε θέσει για την προσομοίωση. Επίσης μπορούμε να αυξομειώνουμε επιλεγμένες μεταβλητές με slider και το γράφημα να αποτυπώνει τα αποτελέσμα τους κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης (Εικόνα 43).

**Αποτελέσματα:**

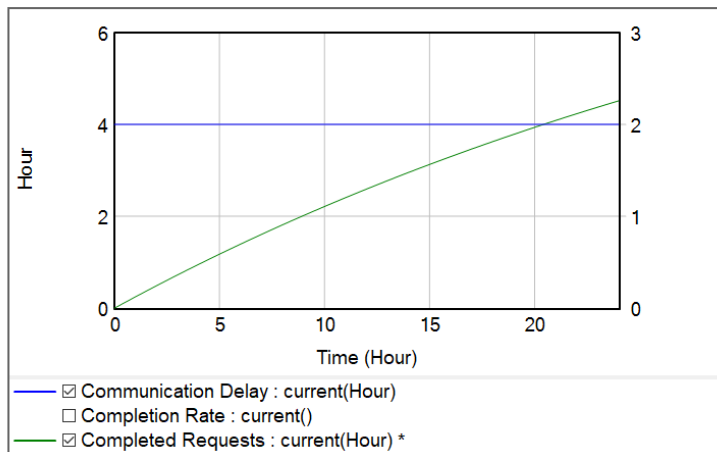
Παρατηρούμε ότι όσο μικρότερη είναι η τιμή της μεταβλητής Communication Delay τόσο μεγαλύτερη η τιμή της Completed Requests (Εικόνα 44, 45). Και αντιθέτως όσο αυξάνεται η καθυστέρηση επικοινωνίας τόσο μειώνεται ο αριθμός των αιτήσεων που διεκπεραιώνονται. Συνεπώς η καθυστέρηση επικοινωνίας είναι αντιστρόφως ανάλογη της διεκπεραίωσης αιτήσεων κάτι το οποίο συμβαδίζει με την ανάλυσή της υπάρχουσας κατάστασης σε προηγούμενο κεφάλαιο.



**Εικόνα 43 – Γράφημα με επιλογή αυξομείωσης μεταβλητής**



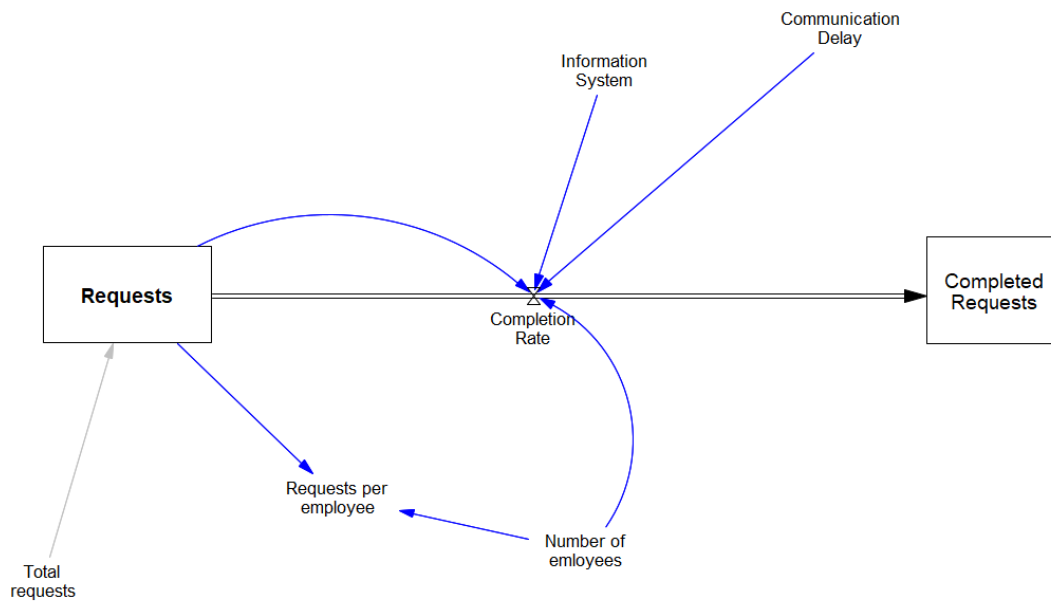
**Εικόνα 44 – Σχέση Communication Delay με Completed Requests**



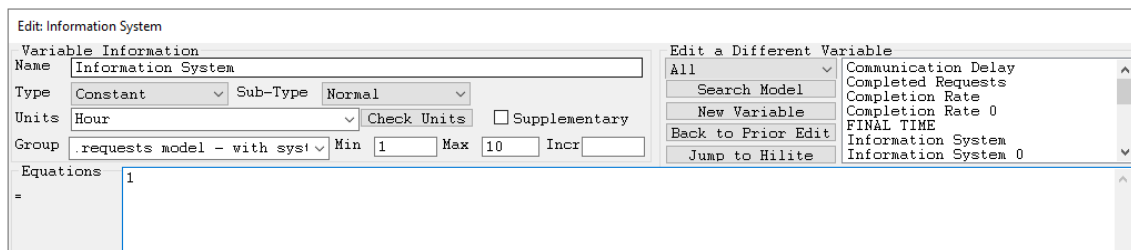
**Εικόνα 45 - Σχέση Communication Delay με Completed Requests**

#### Προτεινόμενη βελτίωση:

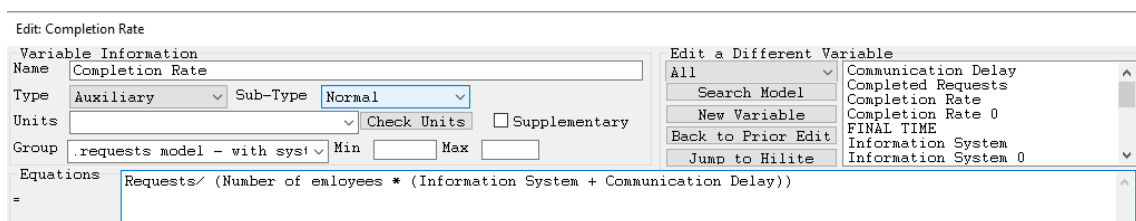
Στο μοντέλο της προτεινόμενης βελτίωσης (Εικόνα 46) έχουμε τις εξής κοινές μεταβλητές: οι αιτήσεις «Requests» (Εικόνα 34) που δέχεται η διεύθυνση καθημερινά αποτελούν ένα απόθεμα (stock) ή αλλιώς σημείο συσσώρευσης το οποίο έχει αρχική τιμή τη μεταβλητή «Total Requests» η οποία ορίζει τον συνολικό αριθμό των αιτήσεων της Διεύθυνσης. Οι αιτήσεις που αναλογούν ανά υπάλληλο, «Requests per employee» (Εικόνα 35) υπολογίζεται από τον αριθμό των αιτήσεων διά τον αριθμό των υπαλλήλων «Number of Employees» (Εικόνα 39),  $\text{Requests} / \text{Number of employees}$ , όπου ο αριθμός των υπαλλήλων είναι μια ορισμένη σταθερά. Η νέα μεταβλητή «Information System» (Εικόνα 47) αντιπροσωπεύει το πληροφοριακό σύστημα που έχει προταθεί το οποίο θα μειώσει την τιμή της Communication Delay. Ο ρυθμός διεκπεραίωσης των αιτήσεων «Completion Rate» (Εικόνα 48), υπολογίζεται με τη νέα εξίσωση  $\text{Requests} / (\text{Number of employees} * (\text{Information System} + \text{Communication Delay}))$ , όπου «Communication Delay» (Εικόνα 38) είναι η μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τις χρονικές καθυστερήσεις λόγω επικοινωνιών στο σύστημα και προστίθεται με τον χρόνο επικοινωνίας μέσω του πληροφοριακού συστήματος. Τέλος, το σημείο συσσώρευσης «Completed Requests» (Εικόνα 37) δείχνει τον αριθμό των διεκπεραιωμένων αιτήσεων. Πλέον το Communication Delay παραμένει σταθερό, καθώς οι επικοινωνίες γίνονται μέσω του πληροφοριακού συστήματος.



**Εικόνα 46 – Μοντέλο προτεινόμενης βελτίωσης**



**Εικόνα 47 – Πληροφορίες μεταβλητής Information System**



**Εικόνα 48 – Πληροφορίες της μεταβλητής Completion Rate στο νέο μοντέλο**

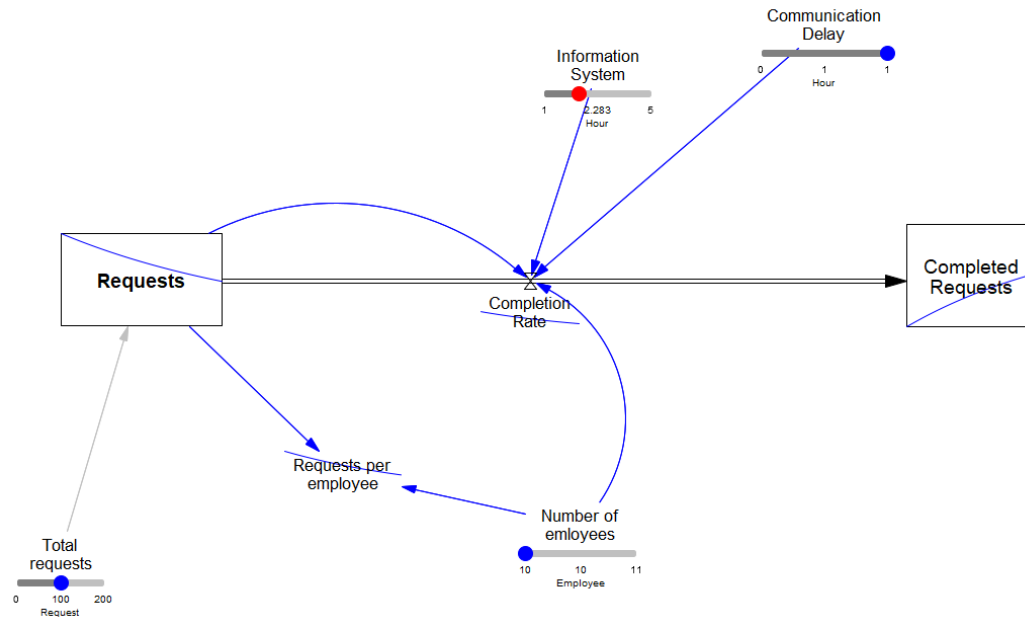
Συνολικά το μοντέλο Υπάρχουσας κατάστασης περιλαμβάνει:

- Σημεία συσσώρευσης: Requests, Completed Requests
- Ροές: Completed Requests
- Μεταβλητές: Communication Delay, Number of Employees, Requests per employee, , Information System, Total requests (shadow variable)

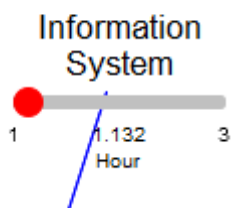
Οι χρονικές ρυθμίσεις του μοντέλου για την προσομοίωση φαίνονται στην Εικόνα 40.

**Εκτέλεση προσομοίωσης:**

Όπως και για την υπάρχουσα κατάσταση έτσι και για το μοντέλο της προτεινόμενης βελτίωσης, πατώντας το κουμπί «Run simulation on each slider change» στο Vensim, γίνεται εκτέλεση της προσομοίωσης με την επιλογή να μπορούμε να μετακινούμε τα slider των μεταβλητών ανάλογα πάντα με τα όρια Min και Max που έχουμε θέσει στην κάθε μία (Εικόνα 49). Με την προσθήκη του Information System μπορούμε να δούμε τη συμπεριφορά του συστήματος κατά την αυξομείωσή τους, καθώς πλέον οι επικοινωνίες γίνονται μέσω αυτού (Εικόνα 50).



**Εικόνα 49 - Εκτέλεση προσομοίωσης προτεινόμενης βελτίωσης με slider**

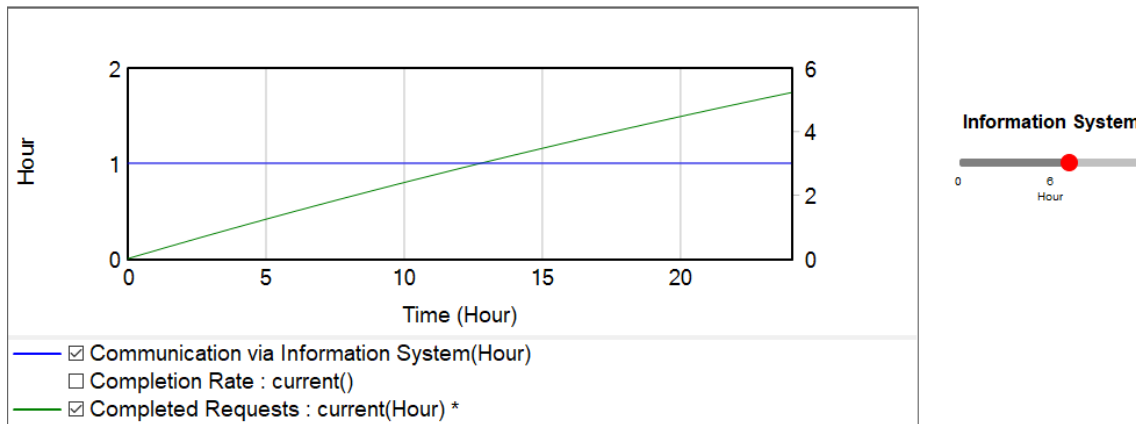


**Εικόνα 50 - Αυξομείωση των επικοινωνιών μέσω πληροφοριακού συστήματος**

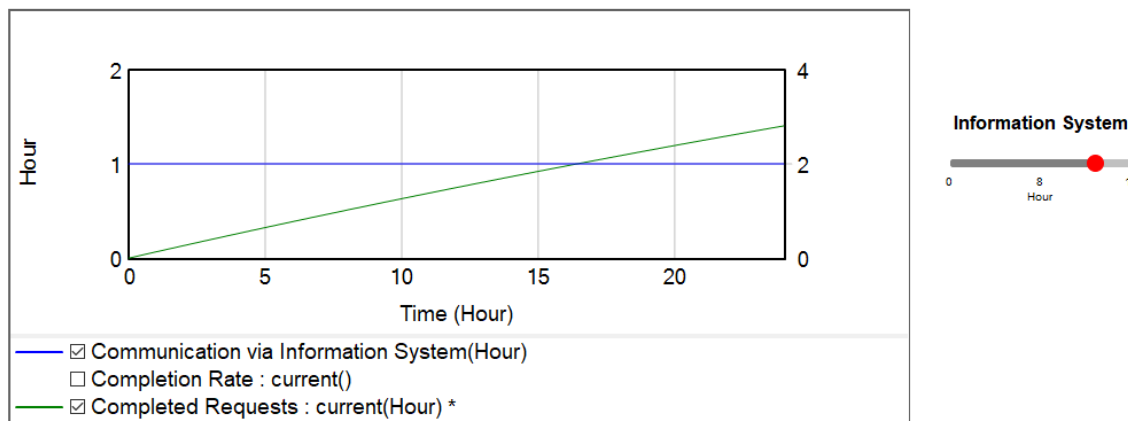
**Αποτέλεσμα:**

Παρατηρούμε ότι όσο μικρότερη είναι η τιμή της μεταβλητής Information System, δηλαδή της επικοινωνίας μέσω του πληροφοριακού συστήματος τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της Completed Requests (Εικόνα 51, 52). Και αντίθετως όσο αυξάνεται η καθυστέρηση επικοινωνίας τόσο μειώνεται ο αριθμός των αιτήσεων που διεκπεραιώνονται. Επίσης ο αριθμός των αιτήσεων που διεκπεραιώθηκαν με την προσθήκη της προτεινόμενης βελτίωσης είναι πιο

ραγδαίος από αυτόν της υπάρχουσας κατάστασης, κάτι που θα εξηγήσουμε παρακάτω στη σύγκριση αποτελεσμάτων.



**Εικόνα 51 - Σχέση Information System με Completed Requests**



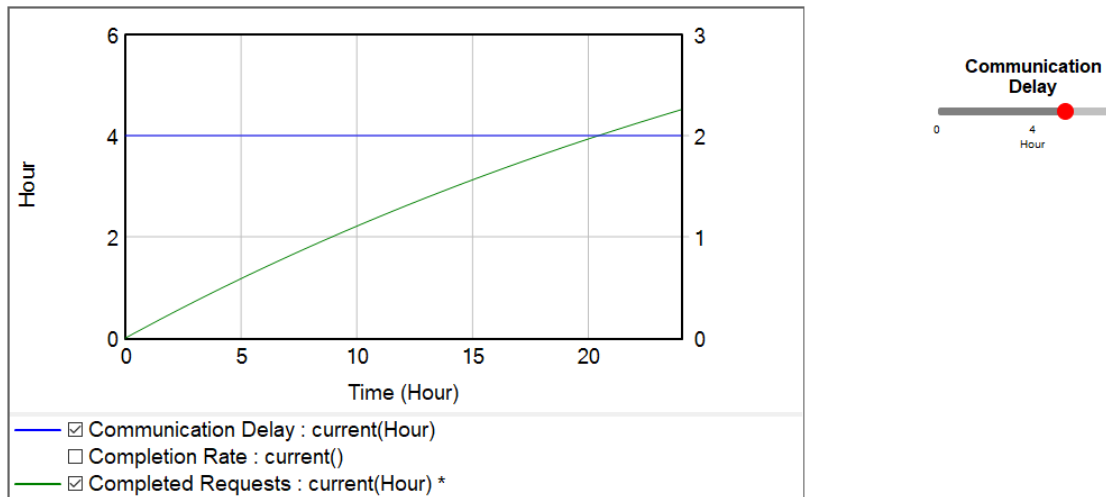
**Εικόνα 52 - Σχέση Information System με Completed Requests**

**Σύγκριση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα:**

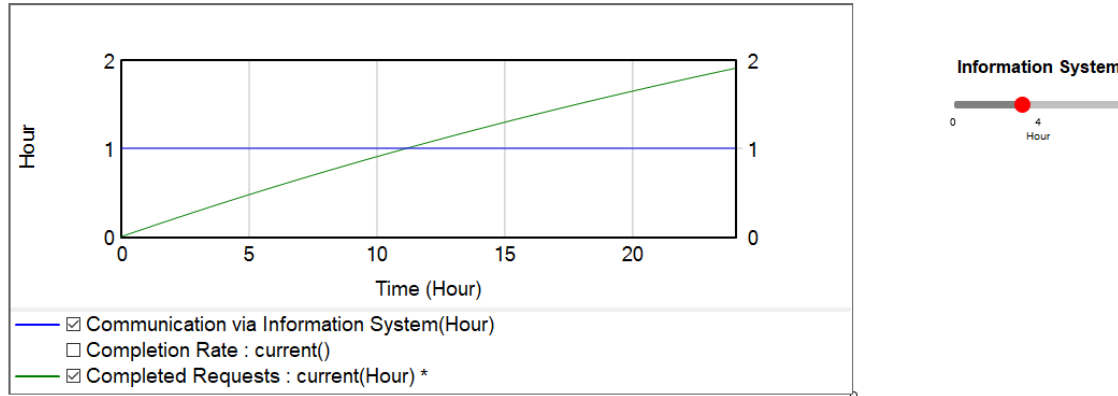
Εξετάζοντας τις προσομοιώσεις και παρατηρώντας τα γραφήματα της υπάρχουσας κατάστασης και προτεινόμενης βελτίωσης μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

Έχοντας θέσει τον ίδιο χρόνο καθυστέρησης επικοινωνιών και τα ίδια δεδομένα προσομοίωσης στα μοντέλα της υπάρχουσας κατάστασης και προτεινόμενης βελτίωσης παίρνουμε τα παρακάτω γραφήματα (Εικόνες 53, 54, 55, 56). Παρατηρούμε ότι με την ίδια χρονική καθυστέρηση, στην υπάρχουσα κατάσταση με τη μεταβλητή Communication Delay και στην προτεινόμενη βελτίωση με τη μεταβλητή Information System ο αριθμός διεκπεραιωμένων αιτήσεων (Completed Requests) έχει φανερά μικρότερη τιμή στην υπάρχουσα κατάσταση (Εικόνα 53) έναντι της προτεινόμενης βελτίωσης (Εικόνα 54). Το ίδιο συμβαίνει και με τον ρυθμό διεκπεραίωσης αιτήσεων (Completion Rate) όπου είναι φανερά μικρότερος στην υπάρχουσα κατάσταση έναντι της προτεινόμενης βελτίωσης. Συνεπώς συμπεραίνουμε ότι η προτεινόμενη

βελτίωση με την εισαγωγή του πληροφοριακού συστήματος κατάφερε να επιτύχει αύξηση του ρυθμού διεκπεραίωσης και του συνολικού αριθμού διεκπεραιωμένων αιτήσεων ανά ώρα και ακολούθως τη βελτίωση της λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης.

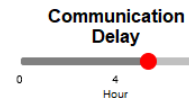
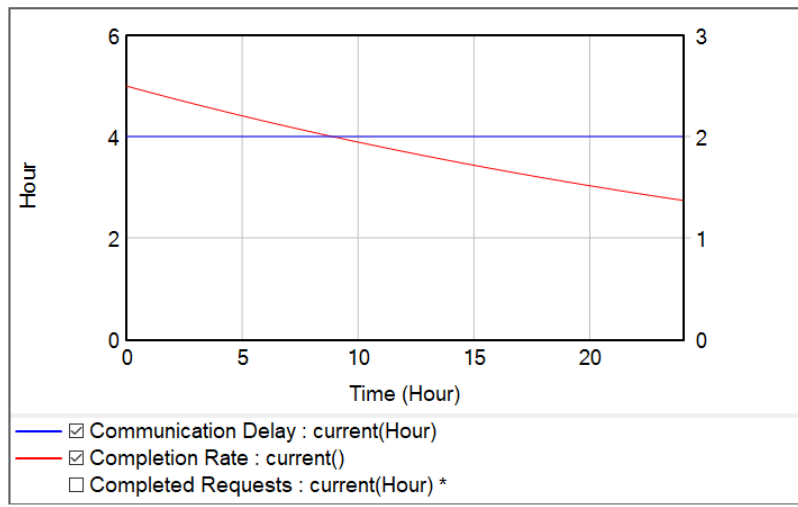


**Εικόνα 53 – Γράφημα υπάρχουσας κατάστασης**

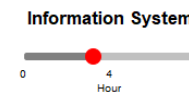
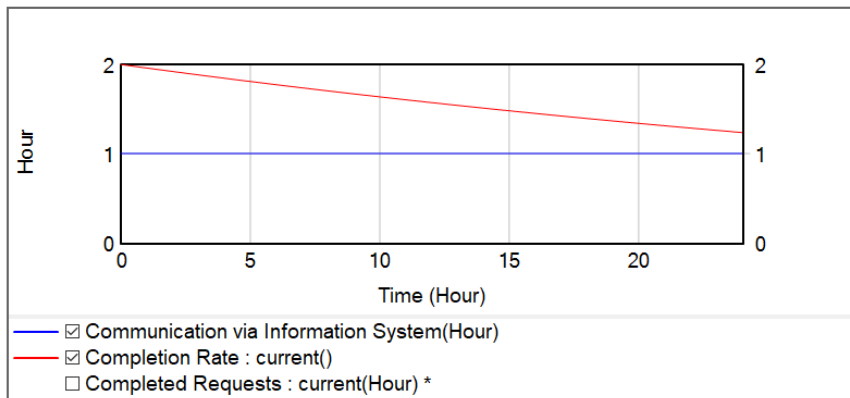


**Εικόνα 54 - Γράφημα προτεινόμενης βελτίωσης**





**Εικόνα 55 - Γράφημα υπάρχουσας κατάστασης**



**Εικόνα 56 - Γράφημα προτεινόμενης βελτίωσης**

## **Κεφάλαιο 7: Προσομοίωση με το Συστημικό εργαλείο AnyLogic**

### **7.1 Το συστημικό εργαλείο AnyLogic**

Το AnyLogic είναι ένα από τα κορυφαία λογισμικό προσομοίωσης μοντελοποίησης για επιχειρηματικές εφαρμογές και χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε πάνω από το 40% των εταιρειών του Fortune 100. Τα μοντέλα προσομοίωσης AnyLogic επιτρέπουν σε αναλυτές, μηχανικούς και managers να αποκτήσουν βαθύτερες γνώσεις και να βελτιστοποιήσουν πολύπλοκα συστήματα και διαδικασίες σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών.

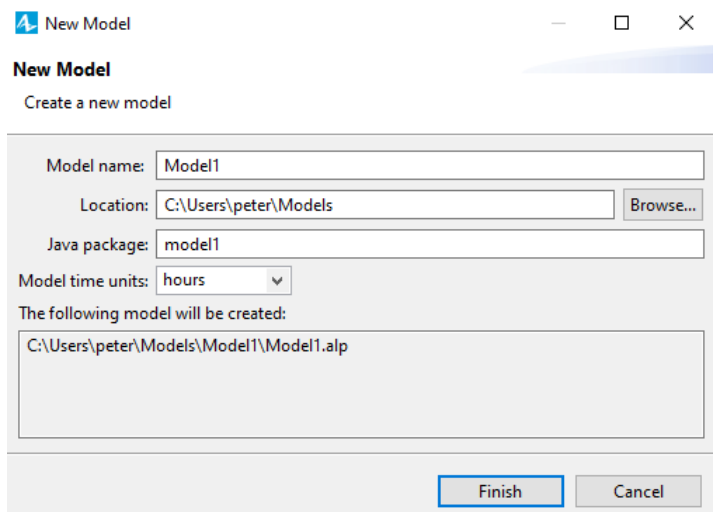
Εφαρμόζει την ιδέα της μοντελοποίησης πολλαπλών μεθόδων, η οποία ενσωματώνει απρόσκοπτα διαφορετικές μεθόδους μοντελοποίησης και προσομοίωσης για να ξεπεραστούν τα μειονεκτήματα μεμονωμένων προσεγγίσεων και να αξιοποιηθεί στο έπακρο η καθεμία. Ο συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων οδηγεί σε αποτελεσματικά και πιο ευκολότερα να διαχειριστούν μοντέλα χωρίς τη χρήση εναλλακτικών λύσεων. Χρησιμοποιώντας μία μόνο μέθοδο, μπορεί να είναι δύσκολο να δημιουργηθεί ένα μοντέλο στο κατάλληλο επίπεδο αφαίρεσης. Μπορεί να είναι δυνατή η μοντελοποίηση των ενεργειών των αυτόνομων οντοτήτων μέσω της συστημικής δυναμικής, αλλά αυτό είναι περιττό όταν τα εργαλεία είναι βασισμένα σε παράγοντες και αποφεύγουν την ανάγκη για πρόσθετες αφαιρέσεις και υποθέσεις. Ομοίως, οι διακριτές μέθοδοι είναι αναποτελεσματικές για τη μοντελοποίηση συνεχών μεταβλητών όταν είναι διαθέσιμες μέθοδοι συστημικής δυναμικής.

Οι περισσότερες περιπτώσεις στον πραγματικό κόσμο είναι πολύπλοκες και έτσι είναι βολικό να περιγράφονται διαφορετικά μέρη ενός συστήματος με διαφορετικές μεθόδους. Η ικανότητα αποτύπωσης επιχειρηματικών συστημάτων με την πραγματική πολυπλοκότητα και τις αλληλεπιδράσεις τους μπορεί να περιοριστεί σοβαρά χρησιμοποιώντας μία μόνο μέθοδο.

### **7.2 Προσομοίωση λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης με χρήση AnyLogic**

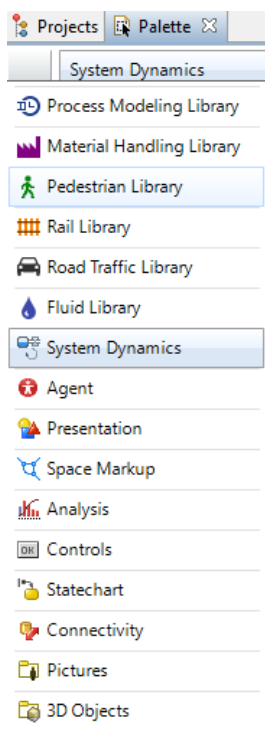
Όπως και στο προηγούμενο κεφάλαιο με τη χρήση του Vensim θα χρησιμοποιήσουμε το Συστημικό εργαλείο AnyLogic για να προσομοιώσουμε μία από τις βασικές λειτουργίες της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης. Όπως επίσης αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, μία από τις κύριες αρμοδιότητες της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης είναι η έκδοση πιστοποιητικών και βεβαιώσεων από τα τμήματά της και ως αποτέλεσμα η Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης δέχεται καθημερινά πάρα πολλές αιτήσεις για βεβαιώσεις και πιστοποιητικά. Αντιμετωπίζει το πρόβλημα των εσωτερικών επικοινωνιών που συμβάλλει στην καθυστέρηση της έκδοσής τους και το μοντέλο του AnyLogic θα προσομοιώσει την κατάσταση πριν και μετά από την προτεινόμενη βελτίωση. Θα παρουσιαστούν παρακάτω το μοντέλο και τα στοιχεία του, καθώς και πληροφορίες για τη χρήση του AnyLogic.

Αρχικά δημιουργήσαμε ένα νέο μοντέλο και επιλέξαμε τη μονάδα μέτρησης του χρόνου την οποία θα χρησιμοποιεί. Στο μοντέλο αυτό επιλέχθηκε η μονάδα της ώρα καθώς θα μετράμε τον αριθμό των διεκπεραιωμένων αιτήσεων ανά ώρα (Εικόνα 57).

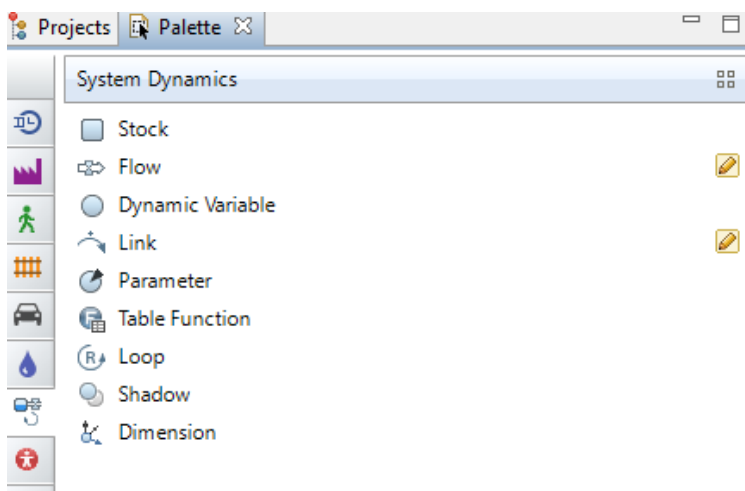


**Εικόνα 57- Δημιουργία μοντέλου**

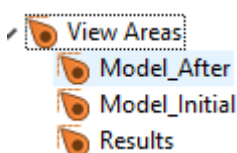
Το AnyLogic διαθέτει πληθώρα συμβόλων και στοιχείων για μοντελοποίηση (Εικόνα 58). Στο μοντέλο αυτό επιλέξαμε στοιχεία της Συστημικής Δυναμικής (System Dynamics) (Εικόνα 59). Χρησιμοποιώντας την επιλογή Presentation και στη συνέχεια View Area (Εικόνα 60) μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικές περιοχές οι οποίες θα έχουν και διαφορετική χρήση μέσα στο ίδιο Project. Επίσης, κάτι το ιδιαίτερα βολικό, η κάθε περιοχή μπορεί να εμπεριέχει διαφορετικά μοντέλα. Στο πλαίσιο της μελέτης αυτή δημιουργήσαμε τρεις περιοχές, που περιλαμβάνουν το μοντέλο της υπάρχουσας κατάστασης, το μοντέλο της κατάστασης μετά την προτεινόμενη βελτίωση και μία περιοχή με γραφήματα των αποτελεσμάτων.



**Εικόνα 58 – Κατηγορίες διαθέσιμων στοιχείων για μοντελοποίηση στο AnyLogic**



**Εικόνα 59 – Στοιχεία Συστημικής Δυναμικής στο AnyLogic**



**Εικόνα 60 – Δημιουργία περιοχής view**

**Υπάρχουσα κατάσταση:**

Στο μοντέλο της υπάρχουσας κατάστασης (Εικόνα 61) έχουμε τα παρακάτω:

**Σημεία συσσώρευσης (Stock)**

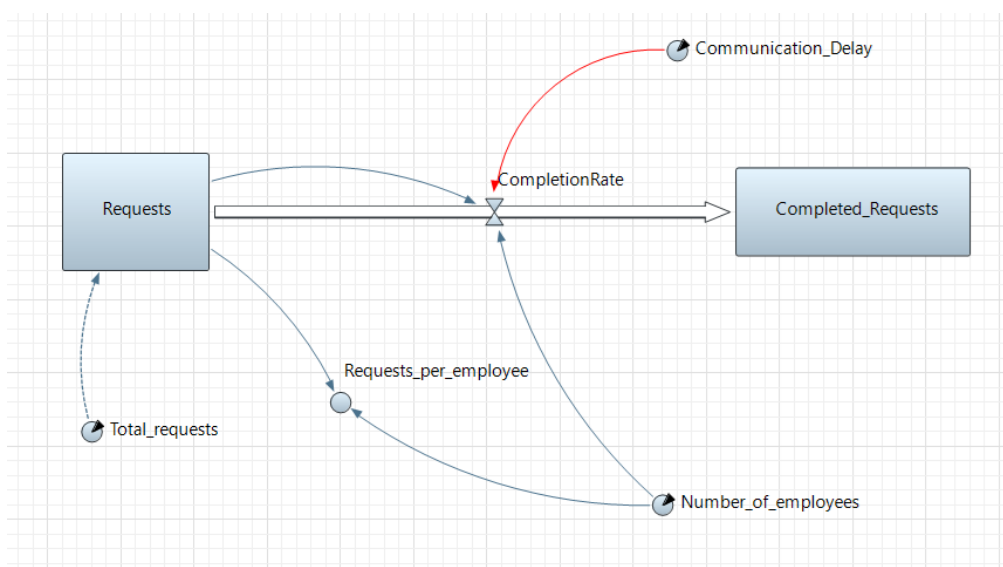
- Requests, οι αιτήσεις που δέχεται η Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης προς διεκπεραίωση (Εικόνα 62) και εξαρτάται από τη μεταβλητή Total\_requests
- Completed\_Requests, οι αιτήσεις που κατάφεραν να διεκπεραιωθούν ανά ώρα, με αρχική τιμή μηδέν (Εικόνα 63)

**Ροές (Flow):**

- CompletionRate, ο ρυθμός με τον οποίο διεκπεραιώνονται οι αιτήσεις ανά ώρα. Υπολογίζεται από την εξίσωση  $Requests / Number\_of\_employees * Communication\_Delay$  (Εικόνα 64)

**Μεταβλητές / Παράμετροι (Variables/Parameters):**

- Number\_of\_employees, ο αριθμός των υπαλλήλων της Διεύθυνσης, τύπου integer (Εικόνα 65)
- Total\_requests, ο συνολικός αριθμός αιτήσεων που λαμβάνει η Διεύθυνση (Εικόνα 66)
- Requests\_per\_employee, ο αριθμός των αιτήσεων προς διεκπεραίωση που αντιστοιχεί στον κάθε υπάλληλο. Είναι μια δυναμική μεταβλητή τύπου integer που υπολογίζεται από την εξίσωση  $Requests / Number\_of\_employees$  (Εικόνα 67)
- Communication\_Delay, οι καθυστερήσεις στην επικοινωνία μεταξύ υπαλλήλων λόγω γραφειοκρατικών και περιττών διαδικασιών, τύπου double (Εικόνα 68)



**Εικόνα 61 – Μοντέλο υπάρχουσας κατάστασης**

**Requests - Stock**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array

Initial value:

Equation mode:  Classic  Custom

$d(\text{Requests})/dt =$

**Εικόνα 62 – Σημείο συσσώρευσης Requests**

**Completed\_Requests - Stock**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array

Initial value:

Equation mode:  Classic  Custom

$d(\text{Completed_Requests})/dt =$

**Εικόνα 63 – Σημείο συσσώρευσης Completed\_Requests**

**CompletionRate - Flow**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array  Dependent  Constant

CompletionRate=

**Εικόνα 64 – Ροή Completion\_Rate**

**Number\_of\_employees - Parameter**

Name:   Show name  Ignore

Visible:  yes

Type:

Default value:

System dynamics array

**Εικόνα 65 – Παράμετρος Number\_of\_employees τύπου integer**

**Total\_requests - Parameter**

Name:   Show name  Ignore

Visible:  yes

Type:

Default value:

System dynamics array

**Εικόνα 66 – Παράμετρος Total\_Requests τύπου integer**

**Requests\_per\_employee - Dynamic Variable**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

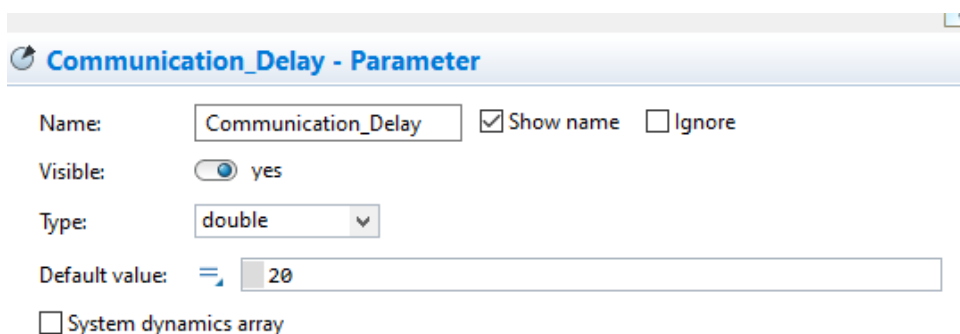
Visible:  yes

Color:

Array  Dependent  Constant

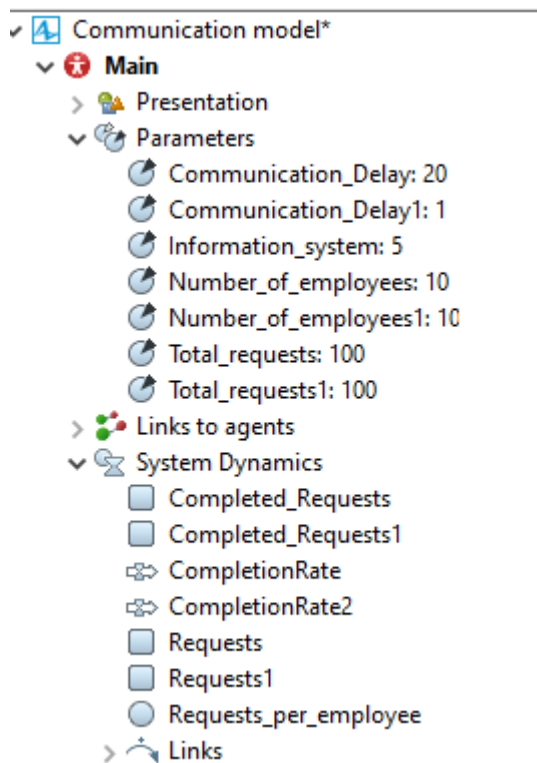
Requests\_per\_employee=

**Εικόνα 67 – Δυναμική μεταβλητή – παράμετρος Requests\_per\_emplooyee**



**Εικόνα 68 – Παράμετρος Communication\_Delay τύπου double**

Το AnyLogic μας επιτρέπει επίσης να δούμε όλα τα στοιχεία ενός project και κάθε μοντέλου (Εικόνα 69)



**Εικόνα 69 – Στοιχεία μοντέλου**



**Προτεινόμενη βελτίωση:**

Στο μοντέλο της υπάρχουσας κατάστασης (Εικόνα 70) έχουμε τα παρακάτω:

**Σημεία συσσώρευσης (Stock)**

- Requests1, οι αιτήσεις που δέχεται η Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης προς διεκπεραίωση (Εικόνα 71) και εξαρτάται από τη μεταβλητή Total\_requests
- Completed\_Requests1, οι αιτήσεις που κατάφεραν να διεκπεραιωθούν ανά ώρα, με αρχική τιμή μηδέν (Εικόνα 72)

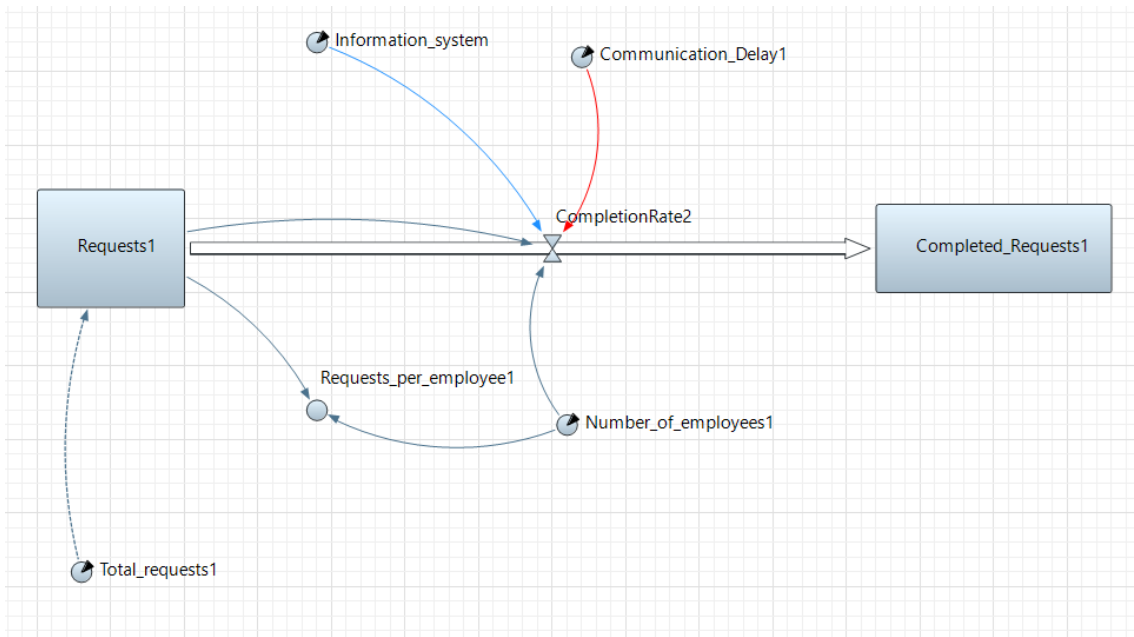
**Ροές (Flow):**

- CompletionRate2, ο ρυθμός με τον οποίο διεκπεραιώνονται οι αιτήσεις ανά ώρα. Υπολογίζεται από την εξίσωση:  

$$\text{Requests} / \text{Number\_of\_employees} * (\text{Communication\_Delay} + \text{Information\_system})$$
 (Εικόνα 73)

**Μεταβλητές / Παράμετροι (Variables/Parameters):**

- Number\_of\_employees1, ο αριθμός των υπαλλήλων της Διεύθυνσης, τύπου integer (Εικόνα 74)
- Total\_requests1, ο συνολικός αριθμός αιτήσεων που λαμβάνει η Διεύθυνση (Εικόνα 66)
- Requests\_per\_employee, ο αριθμός των αιτήσεων προς διεκπεραίωση που αντιστοιχεί στον κάθε υπάλληλο. Είναι μια δυναμική μεταβλητή τύπου integer που υπολογίζεται από την εξίσωση  $\text{Requests} / \text{Number\_of\_employees}$  (Εικόνα 75)
- Communication\_Delay1, οι καθυστερήσεις στην επικοινωνία μεταξύ υπαλλήλων λόγω γραφειοκρατικών και περιττών διαδικασιών, τύπου double (Εικόνα 76)
- Information\_system, οι επικοινωνίες που απλοποιούνται μέσω του πληροφοριακού συστήματος και καθιστά το Communication\_Delay1 ως σταθερά λόγω της εξάλειψης των περιττών επικοινωνιών



**Εικόνα 70 – Μοντέλο προτεινόμενης βελτίωσης**

**Requests1 - Stock**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array

Initial value:

Equation mode:  Classic  Custom

**Εικόνα 71 – Σημείο συσσώρευσης Requests1**

**Completed\_Requests1 - Stock**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array

Initial value:

Equation mode:  Classic  Custom

**Εικόνα 72 – Σημείο συσσώρευσης Completed\_Requests1**

**CompletionRate2 - Flow**

Name:   Show name  Ignore

Visible on upper agent

Visible:  yes

Color:  ▾

Array  Dependent  Constant

CompletionRate2=

**Εικόνα 73 – Ποή CompletionRate2**

**Number\_of\_employees1 - Parameter**

Name:   Show name  Ignore

Visible:  yes

Type:

Default value:

System dynamics array

**Εικόνα 74 – Παράμετρος Number\_of\_employees1 τύπου integer**

**Total\_requests1 - Parameter**

Name:   Show name  Ignore

Visible:  yes

Type:

Default value:

System dynamics array

**Εικόνα 75 – Παράμετρος Total\_requests1 τύπου integer**

**Information\_system - Parameter**

Name:   Show name  Ignore

Visible:  yes

Type:

Default value:

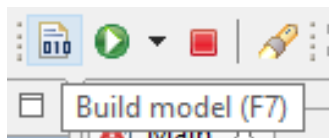
System dynamics array

**Εικόνα 76 – Παράμετρος Information System τύπου double**

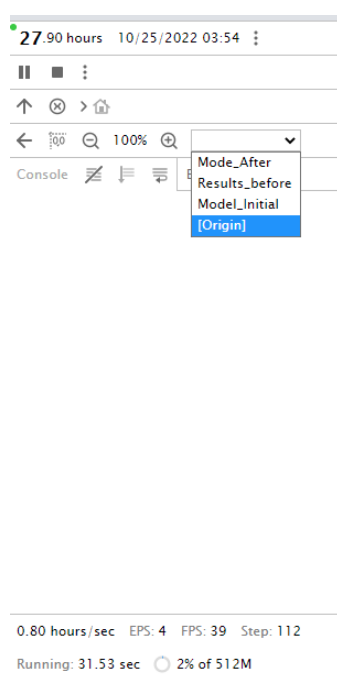
### Εκτέλεση προσομοίωσης:

Για να εκτελέσουμε την προσομοίωση στο AnyLogic πρέπει αρχικά να επιλέξουμε «Build model» και στη συνέχεια «Run simulation». (Εικόνα 77). Όταν τρέξουμε την προσομοίωση βλέπουμε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη των λειτουργιών του μοντέλου ανάμεσα στα σημεία

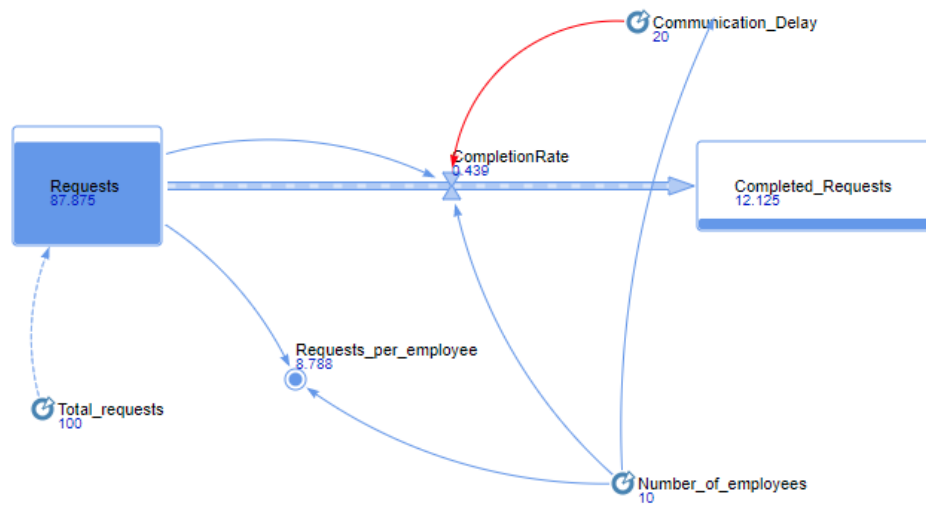
συσσώρευσης μέσω της ροής και έχουμε μεταβαλλόμενες μετρήσεις ανά πάσα στιγμή (Εικόνες 79, 80). Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε πιο View από αυτά που έχουμε δημιουργήσει θέλουμε να επιλέξουμε, και πληροφορίες για την προσομοίωση που τρέχει (χρόνο, πεπερασμένη ώρα σε χρόνο του μοντέλου, χρονικά βήματα που έχουν περάσει κτλ.), όπως φαίνεται στην Εικόνα 78.



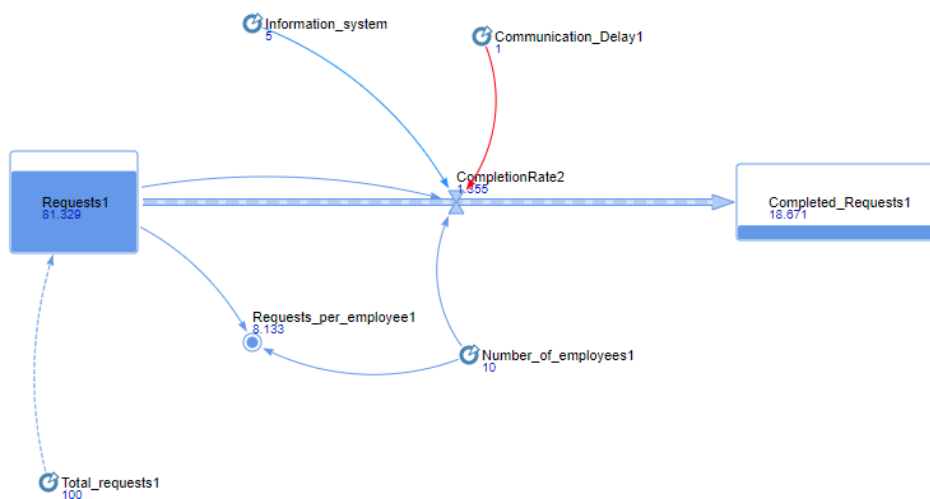
**Εικόνα 77 – Διεπαφή AnyLogic**



**Εικόνα 78 – Στοιχεία προσομοίωσης**



**Εικόνα 79 – Εκτέλεση προσομοίωσης υπάρχουσας κατάστασης**



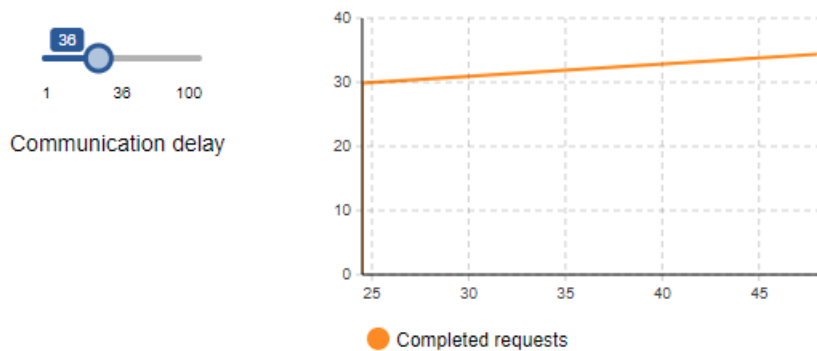
**Εικόνα 80 – Εκτέλεση προσομοίωσης προτεινόμενης βελτίωσης**

**Ερμηνεία Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα:**

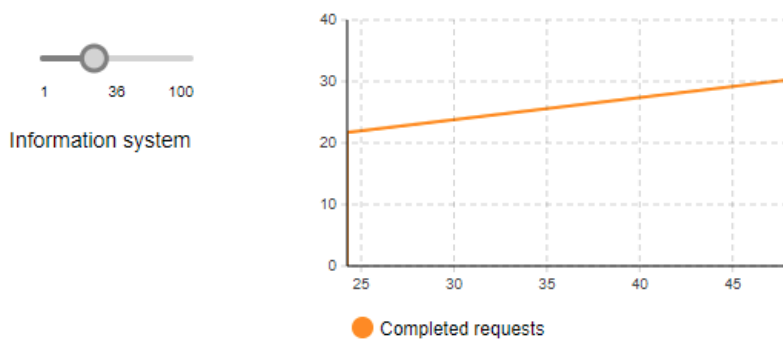
Παρατηρώντας τα γραφήματα που απεικονίζουν το αποτέλεσμα της προσομοίωσης μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

Συγκρίνοντας το γράφημα της υπάρχουσας κατάστασης (Εικόνα 81) και της προτεινόμενης βελτίωσης (Εικόνα 82) θέτοντας την ίδια τιμή καθυστέρησης στην επικοινωνία, δηλαδή 36, έχει τον ίδιο αριθμό εκπληρωμένων αιτημάτων παρά το γεγονός ότι ο χρόνος που έχει περάσει είναι λιγότερος (άξονας του χρόνου 30 με 20). Επίσης το AnyLogic μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε γραφήματα που συγκρίνουν τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων σε πραγματικό χρόνο. Στο πλαίσιο της εργασίας δημιουργήσαμε ένα γράφημα το οποίο συγκρίνει τις μεταβλητές

Completed\_Requests και Completed\_Requests1 δηλαδή τον αριθμό των πιστοποιητικών που διεκπεραιώθηκαν με την υπάρχουσα κατάσταση και με την προτεινόμενη βελτίωση αντίστοιχα κατά το ίδιο χρονικό διάστημα (Εικόνα 83). Στο γράφημα στατιστικών (bar chart) που δημιουργήθηκε και σύγκρινε τις δύο καταστάσεις σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 84) βλέπουμε ότι μετά την παρέμβαση στο σύστημα (προτεινόμενη βελτίωση) ο αριθμός των διεκπεραιωμένων αιτήσεων ανά ώρα αυξήθηκε δραματικά (σχεδόν τριπλασιάστηκε). Συνεπώς η παρέμβαση στο σύστημα ήταν επιτυχής στην εξάλειψη των εσωτερικών προβλημάτων και στην επαναφορά της εύρυθμης λειτουργία της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης.



**Εικόνα 81 – Γράφημα υπάρχουσας κατάστασης**



**Εικόνα 82 – Γράφημα προτεινόμενης βελτίωσης**

**CompletedRequests - Bar Chart**

Name:   Ignore  Visible on upper agent  Lock

Scale:  Auto  Fixed  100%

From:

Update data automatically  
 Do not update data automatically

Use model time  Use calendar dates

First update time:

Update date:

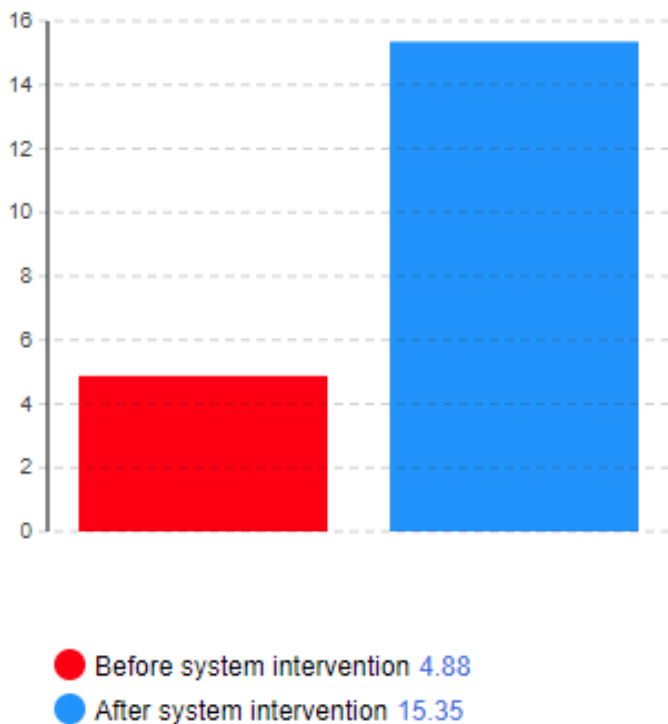
Recurrence time:

**Data**

Title:   
 Color:   
 Value:

Title:   
 Color:   
 Value:

**Εικόνα 83 – Δημιουργία γραφήματος στατιστικών σύγκρισης (Bar Chart)**



**Εικόνα 84 – Γράφημα σύγκρισης καταστάσεων**

## **Κεφάλαιο 8: Θεωρία του Βιώσιμου Συστήματος και Συστημική Μεθοδολογία VSM (Viable System Model)**

### **8.1 Η Θεωρία του Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Theory)**

Η Θεωρία του Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Theory) αφορά τις κυβερνητικές διεργασίες σε σχέση με την ανάπτυξη/εξέλιξη δυναμικών συστημάτων. Θεωρούνται ζωντανά συστήματα με την έννοια ότι είναι πολύπλοκα και προσαρμοστικά, μπορούν να μάθουν και είναι ικανά να διατηρήσουν μια αυτόνομη ύπαρξη, τουλάχιστον εντός των ορίων των περιορισμών τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά αφορούν τη διατήρηση της εσωτερικής σταθερότητας μέσω της προσαρμογής σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Κάποιος μπορεί να διακρίνει ανάμεσα σε δύο σκέλη τέτοια θεωρία: επίσημα συστήματα και κυρίως μη τυπικό σύστημα. Η τυπική θεωρία βιώσιμων συστημάτων αναφέρεται συνήθως ως θεωρία βιωσιμότητας και παρέχει μια μαθηματική προσέγγιση για τη διερεύνηση της δυναμικής σύνθετων συστημάτων που τίθενται στο πλαίσιο της θεωρίας ελέγχου. Αντίθετα, κυρίως η μη τυπική θεωρία βιώσιμων συστημάτων ασχολείται με περιγραφικές προσεγγίσεις για τη μελέτη της βιωσιμότητας μέσω των διαδικασιών ελέγχου και επικοινωνίας, αν και αυτές οι θεωρίες μπορεί να έχουν μαθηματικές περιγραφές που σχετίζονται με αυτές.

Η έννοια της βιωσιμότητας προέκυψε με τον Anthony Stafford Bee τη δεκαετία του 1950 μέσω του παραδείγματος των συστημάτων διαχείρισης. Η επίσημη θεωρία της βιωσιμότητας ξεκίνησε τη το 1976 με τη μαθηματική ερμηνεία ενός βιβλίου του Jacques Monod που δημοσιεύτηκε το 1971 με τίτλο «Chance and Necessity» και το οποίο αφορούσε τις διαδικασίες της εξέλιξης.[4] Η θεωρία βιωσιμότητας ασχολείται με τη δυναμική προσαρμογή αβέβαιων εξελικτικών συστημάτων σε περιβάλλοντα που ορίζονται από περιορισμούς, οι τιμές των οποίων καθορίζουν τη βιωσιμότητα του συστήματος. Τόσο οι τυπικές όσο και οι μη τυπικές προσεγγίσεις αφορούν τη δομή και την εξελικτική δυναμική (evolutionary dynamics) της βιωσιμότητας σε πολύπλοκα συστήματα.

Η Θεωρία Του Βιώσιμου Συστήματος του Beer είναι πιο γνωστή μέσω του Μοντέλου Βιώσιμου Συστήματος το οποίο θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο και ασχολείται με βιώσιμους οργανισμούς, ικανούς να εξελιχθούν. Μέσω τόσο της εσωτερικής όσο και της εξωτερικής ανάλυσης είναι δυνατό να εντοπιστούν οι σχέσεις και οι τρόποι συμπεριφοράς που συνιστούν τη βιωσιμότητα. Αυτό υποστηρίζεται από τη συνειδητοποίηση ότι οι οργανισμοί είναι πολύπλοκοι και η αναγνώριση της ύπαρξης πολυπλοκότητας είναι εγγενής στις διαδικασίες ανάλυσης. Το παράδειγμα των συστημάτων διαχείρισης του Beer στηρίζεται σε ένα σύνολο προτάσεων, που μερικές φορές αναφέρονται ως νόμοι της κυβερνητικής, η οποία αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (cybernetic laws). Ο νόμος της βιωσιμότητας του Beer δηλώνει ότι κάθε βιώσιμο σύστημα περιέχει και περιέχεται σε ένα βιώσιμο σύστημα. Οι κυβερνητικοί νόμοι εφαρμόζονται σε όλους τους τύπους συστημάτων ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως οργανισμοί και επιχειρήσεις.

Υπάρχει επίσης και η Θεωρία Βιωσιμότητας του Schwarz, η οποία εστιάζει στην πολυπλοκότητα. Ο Schwarz όρισε ρητά το ζωντανό σύστημα ως προς τη μεταδομή του, που περιλαμβάνει ένα σύστημα, ένα μετασύστημα και ένα μετα-μετασύστημα. Ο Schwarz ορίζει ότι ένα σύστημα μπορεί να επιβιώσει, δηλαδή να γίνει βιώσιμο όταν:

- Αναπτύσσει πρότυπα αυτο-οργάνωσης που οδηγούν σε αυτο-οργάνωση μέσω μορφογένεσης και πολυπλοκότητας.
- Αναπτύσσει πρότυπα για μακροπρόθεσμη εξέλιξη προς την αυτονομία.
- Αναπτύσσει πρότυπα που οδηγούν στη λειτουργία βιώσιμων συστημάτων.

Αυτή η θεωρία είχε σκοπό να εστιάσει στη δυναμική των συστημάτων διάχυσης που χρησιμοποιούν τα επίπεδα πληροφορίας, το πεδίο των πληροφοριών και το επίπεδο ολότητας.



## 8.2 Το Μοντέλο Βιώσιμου Συστήματος (Viable System Model)

Ο Anthony Stafford Beer, εφηύρε το VSM τη δεκαετία του 1950 και το περιέγραψε ως ένα «ολιστικό μοντέλο που περιλαμβάνει τις περίπλοκες αλληλεπιδράσεις πέντε αναγνωρίσιμων αλλά όχι ξεχωριστών υποσυστημάτων». Το μοντέλο αναπτύχθηκε, όπως αναφέρθηκε, γύρω στο 1950, το διάστημα κατά το οποίο ο Beer ήταν διευθυντής στη βιομηχανία χάλυβα στο Σέφιλντ (Sheffield) του Ηνωμένου Βασιλείου, ως ένα πρακτικό εργαλείο ικανό να αντιμετωπίσει ζητήματα οργανωτικής δομής. Η αρχή του ήταν ότι οι οργανισμοί έπρεπε να μεγιστοποιήσουν την ελευθερία των συμμετεχόντων τους, εντός όλων των πρακτικών περιορισμών της απαίτησης να εκπληρώσουν τον σκοπό τους. Συνδύασε το πεδίο της κυβερνητικής (cybernetics) με αυτό της διαχείρισης (management), προκειμένου να προσπαθήσει να διαμορφώσει οργανωτικά συστήματα που επιλέγουν αυτά τα κριτήρια.

Το VSM έχει τα θεμέλιά του στη Συστημική Θεωρία και εμπνέεται από τον τρόπο που ο ανθρώπινος εγκέφαλος συντονίζει τους μύες και τα όργανα. Η θεωρητική του βάση είναι το έργο του Ashby, και ιδιαίτερα ο νόμος της απαιτούμενης ποικιλίας (Law of Requisite Variety), η ανάπτυξη της κυβερνητικής από τον Wiener (που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο), τα μαθηματικά των αναδρομικών συστημάτων και οι θεωρίες του McCulloch για τα νευρωνικά δίκτυα. Αυτό που προκύπτει από όλα αυτά είναι ένα σύνολο γνώσεων που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν όλα τα βιώσιμα συστήματα. Ο Beer προσδιόρισε τις σταθερές μεταβλητές που ισχύουν παγκοσμίως, ανεξάρτητα από το μέγεθος ή τη φύση του βιώσιμου συστήματος. Και για τον λόγο αυτό το μοντέλο του Βιώσιμου Συστήματος έχει εφαρμοστεί σε όλες τις κλίμακες, από μικρές ομάδες εργασίας έως εθνικά κράτη.

Τα πρώτα μοντέλα του Beer ήταν πλήρως μαθηματικά, όμως αποδείχθηκαν δυσνόητα για τους περισσότερους. Στη συνέχεια σχεδίασε το γραφικό μοντέλο που απεικονίζει τα πέντε υποσυστήματα (τα δομικά στοιχεία του VSM) και τις σύνθετες αλληλεπιδράσεις που τα συνδέουν. Η Εικόνα 85 δείχνει επίσης τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του βιώσιμου συστήματος και του περιβάλλοντός του – της θέσης εντός της οποίας λειτουργεί και δείχνει τα τρία κύρια στοιχεία: τη λειτουργία (operation, O), τη διαχείριση (management, M) και το περιβάλλον (environment, E).

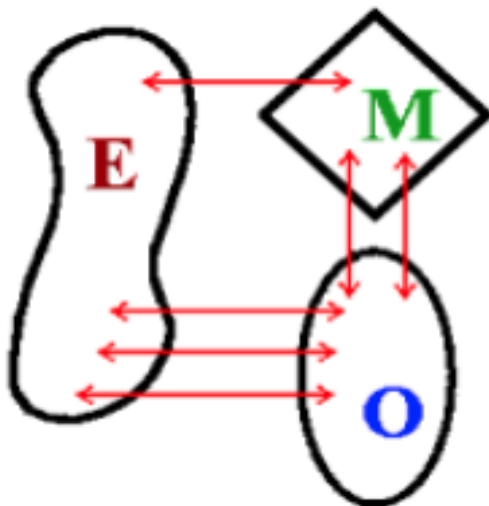
Πριν προχωρήσουμε στην επεξήγηση των υποσυστημάτων μέσα στο μοντέλο του VSM, πρέπει να κατανοήσουμε περαιτέρω τη σχεδιαστική λειτουργία του. Η κύρια βάση του VSM του Beer είναι ότι οι οργανισμοί είναι πολύ πιο περίπλοκοι όσον αφορά τα συστήματα ελέγχου που συχνά θα θέλαμε να πιστέψουμε ή να κατανοήσουμε. Το πλαίσιο μέσω του οποίου ασκείται έλεγχος σε έναν οργανισμό ή σύστημα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε πολλαπλά διασυνδεδεμένα επίπεδα, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα οργανογράμματα, που περιγράφουν ιεραρχίες και ρόλους εργασίας, συχνά παραμελούν τις διαδικασίες μέσω των οποίων η επιχείρηση ή το σύστημα λειτουργεί πραγματικά. Οι σχέσεις μεταξύ ατόμων, τμημάτων και ομάδων είναι, στην πραγματικότητα, πολύ πιο διαφοροποιημένες από τον διευθυντικό έλεγχο.

Σε αυτό το σημείο προσέρχεται και ο όρος της ποικιλίας (variety) που αναφέρθηκε σύντομα προηγουμένως. Η ποικιλία, όσον αφορά την κυβερνητική, είναι απλώς ένας όρος που περιγράφει τον αριθμό των πιθανών καταστάσεων μέσα σε ένα σύστημα, ο οποίος εξαρτάται από το τι μπορεί να γίνει αντιληπτό από τον παρατηρητή. Η ποικιλία αυξάνεται εκθετικά με το μέγεθος των οργανισμών και των μεγάλων συστημάτων, δημιουργώντας έτσι τεράστια ποσά πολυπλοκότητας όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις της. Ορισμένα συστήματα του πραγματικού κόσμου έχουν επίπεδα ποικιλίας που είναι ουσιαστικά άπειρα. Ωστόσο, οι αντιλήψεις μας εξασθενούν (attenuate) κάθε ποικιλία που δεν είναι σχετική με αυτό που προσπαθούμε να παρατηρήσουμε. Ομοίως, συχνά προσπαθούμε να αυξήσουμε τη δική μας παραγωγή ποικιλίας ως μια προσαρμοστική στρατηγική για να αντιμετωπίσουμε υψηλά επίπεδα ποικιλίας που εισβάλλουν από το περιβάλλον μας. Το προφανές παράδειγμα μέσα στους ανθρώπους είναι ο εγκέφαλός μας – εκατομμύρια νευρώνες, συνδέσεις και συνεπώς συστήματα που δημιουργούν αναρίθμητους συνδυασμούς και επίπεδα ποικιλίας. Μέσα στους ανθρώπους, η πολυπλοκότητα του εγκεφάλου μας και των συστημάτων τους δημιούργησε πλήθος στρατηγικών και δυνατοτήτων που θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν την απροσδόκητη ποικιλία που παράγεται από κάθε είδους περιβάλλον.

Ωστόσο, ενώ τα περιβάλλοντα στα οποία ζουν οι άνθρωποι μπορεί να αλλάξουν, εξακολουθούν να είναι σε θέση να διατηρούν μια αίσθηση ταυτότητας και σκοπού. Αυτό είναι κάτι που συμβαίνει επίσης σε ανθρώπινες οργανώσεις. Ο οργανωτικός σκοπός επιτρέπει την αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ των διαφόρων συστατικών του συστήματος, ανεξάρτητα από το αν τα ίδια τα συστατικά μπορεί να αλλάξουν. Αυτή η διαδικασία/ιδιότητα είναι γνωστή ως αυτο-οργάνωση. Οποιοσδήποτε οργανισμός δεν είναι σε θέση να διατηρήσει τον σκοπό του είναι επιρρεπής σε κατάρρευση λόγω της αποτυχίας να δημιουργήσει τις απαραίτητες σχέσεις μεταξύ των στοιχείων. Τέτοια συστήματα αυτο-οργάνωσης συχνά διαθέτουν μια ιεραρχία σκοπών σε διαφορετικά επίπεδα. Ωστόσο, όλα αυτά πρέπει να παραμείνουν βιώσιμα για να λειτουργήσει ο οργανισμός. Για να μπορέσουν τα αυτο-οργανωτικά συστήματα να διατηρηθούν βιώσιμα πρέπει να υπάρχουν υποκείμενες δομές που να λειτουργούν προκειμένου να διατηρηθούν βιώσιμοι αυτοί οι σκοποί του συστήματος. Αυτό είναι που αποτελεί τη βάση του Μοντέλου Βιώσιμου Συστήματος και υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία που εμπλέκονται σε οποιοδήποτε αυτο-οργανωμένο σύστημα: Οι λειτουργίες (operations), δηλαδή τα στοιχεία αυτά που κάνουν πράγματα μέσα στο σύστημα, η διαχείριση (management), δηλαδή τα στοιχεία που ελέγχουν τις λειτουργίες και το περιβάλλον (environment) μέσα στο οποίο λειτουργούν τα άλλα στοιχεία.

Η ποικιλία στο περιβάλλον υπερβαίνει πάντα αυτή των λειτουργιών και η ποικιλία εντός των λειτουργιών υπερβαίνει πάντα αυτή της διαχείρισης. Συνεπώς το επίπεδο διαχείρισης λαμβάνει όλη την ποικιλία του από το περιβάλλον μέσω του επιπέδου των λειτουργιών, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις. Ολόκληρο το σύστημα θα γίνει ασταθές εάν ένα επίπεδο δεν μπορεί να μετριάσει την ποικιλία που εισέρχεται σε αυτό μέσω άλλου καναλιού. Εάν χαθεί η ισορροπία ή η κατάσταση της ομοιόστασης (homeostasis), ο οργανισμός κινδυνεύει να καταρρεύσει.

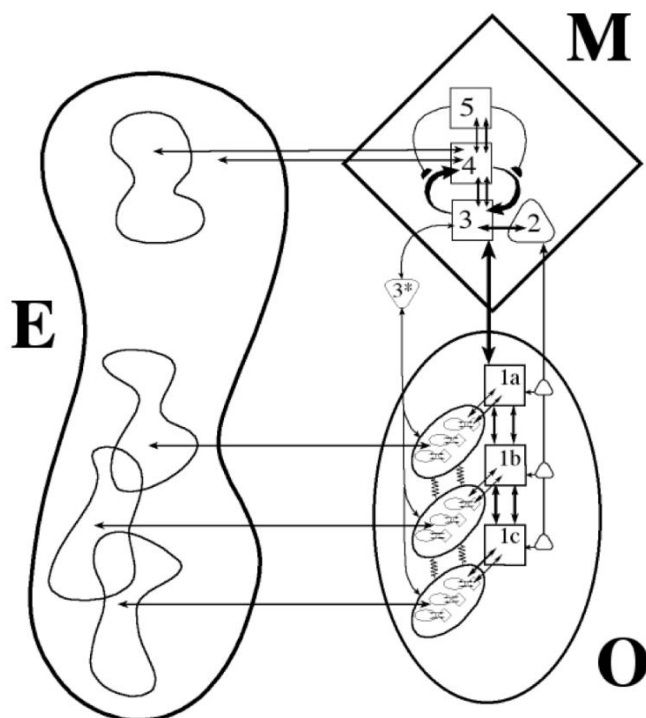
Για τον λόγο αυτό το μοντέλο του Βιώσιμου Συστήματος απλοποιεί τη διαδικασία αυτή με το να υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα και υποσυστήματα ενσωματωμένα το ένα στο άλλο. Πολλές λειτουργίες μέσα σε ένα μόνο βιώσιμο σύστημα μπορούν συχνά να συσχετιστούν με έναν αριθμό λειτουργιών διαχείρισης, και επίσης η καθεμία μπορεί να λειτουργήσει σε ένα ανεξάρτητο περιβάλλον. Σε έναν οργανισμό, για να επιτευχθεί ισορροπία χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως κοινά επιχειρησιακά σχέδια ή διευθυντές που επιβλέπουν πολλαπλές λειτουργίες. Η ύπαρξη ενός γενικού σκοπού για τον οργανισμό στο σύνολό του μπορεί να βοηθήσει στην αρμονική συνεργασία μεταξύ των λειτουργιών του.



**Εικόνα 85 – Οι τρεις βασικές λειτουργίες του VSM**

### 8.3 Υποσυστήματα στο VSM

Ο Beer περιέγραψε πώς το μοντέλο βιώσιμου συστήματος ενσωματώνει σε ένα ενιαίο επίπεδο πέντε διαφορετικά υποσυστήματα (Εικόνα 86), τα οποία μπορούν να αντιστοιχιστούν σε διάφορες πτυχές της δομής ενός οργανισμού. Τα συστήματα ένα έως τρία (1-3) ασχολούνται γενικά με τον τρόπο λειτουργίας του οργανισμού στο παρόν περιβάλλον, ενώ το σύστημα τέσσερα (4) ασχολείται με το μέλλον, δηλαδή με τυχόν εξωτερικές, περιβαλλοντικές ή μελλοντικές απαιτήσεις σε οποιοδήποτε άλλο πεδίο. Τέλος το σύστημα πέντε (5) ασχολείται με την εξισορρόπηση του παρόντος και του μέλλοντος μέσω οδηγιών πολιτικής που επιτρέπουν την βιωσιμότητα του οργανισμού.



Εικόνα 86 – Απεικόνιση των συστημάτων του VSM

Αναλυτικότερα:

- Σύστημα 1 (Implementation / Operations):** Το πρώτο σύστημα αφορά γενικά όλες τις βασικές, πρωταρχικές λειτουργίες του οργανισμού, που δικαιολογούν την ύπαρξη του συστήματος στο σύνολό του, και τη διαχείριση αυτών των λειτουργιών. Λειτουργεί ως διαμεσολαβητής της λειτουργικής μονάδας με το περιβάλλον και κάθε λειτουργική μονάδα του είναι ένα ξεχωριστό βιώσιμο σύστημα και υπεύθυνη για τη δική της γραμμή παραγωγής. Το Σύστημα 1 δεν περιλαμβάνει τα ανώτερα στελέχη, τα οποία λειτουργούν ως σύνολο υπηρεσιών σε αυτό, αλλά αντίθετα αφορά το πρωταρχικό επίπεδο ηγεσίας. Υπάρχουν συχνά πολλές λειτουργίες σε αυτό το επίπεδο και τα περιβάλλοντα του καθενός μπορεί να επικαλύπτονται ή μπορεί να είναι εντελώς ξεχωριστά.
- Σύστημα 2 (Coordination):** Το Σύστημα 2, γνωστό και ως Συντονισμός, αποτελείται από κέντρα που έχουν σχεδιαστεί για να ρυθμίζουν τις δραστηριότητες στο Σύστημα 1, καθώς και ένα γενικό ρυθμιστικό κέντρο εντός της ανώτερης ηγεσίας. Αντιπροσωπεύει επίσης όλα τα κανάλια επικοινωνίας που επιτρέπουν στις λειτουργίες που διαχειρίζεται το Σύστημα 1 να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και, στη συνέχεια, επιτρέπουν στο Σύστημα 3 να παρακολουθεί και να συντονίζει όλες τις δραστηριότητες που υπάρχουν

στο Σύστημα 1. Μεγάλο μέρος αυτού του κανονισμού και της επικοινωνίας γίνεται μέσω άτυπων καναλιών, όπως συνομιλίες κατά τη διάρκεια του μεσημεριανού γεύματος, και επομένως είναι συχνά δύσκολο να παρακολουθηθεί και να ελεγχθεί.

- **Σύστημα 3 (Control):** Το τρίτο σύστημα, ο Έλεγχος, αντιπροσωπεύει όλες τις δομές που έχουν τεθεί σε εφαρμογή από ανώτερα στελέχη για να υπαγορεύουν κανόνες, δικαιώματα, πόρους και ευθύνες εντός του Συστήματος 1. Εξετάζει ολόκληρο το σύμπλεγμα των λειτουργικών μονάδων που αλληλοεπιδρούν από τη μετα-συστημική προοπτική και είναι υπεύθυνο για την αρμονική τους συνεργασία και μεγιστοποίηση της αποδοτικότητάς τους. Επίσης λειτουργεί ως μια διεπαφή για αλληλεπίδραση με τα Συστήματα 4 και 5. Απλούστερα, είναι ο καθημερινός έλεγχος του οργανισμού που ασκείται από ανώτερα στελέχη. Υπάρχει μικρή ποικιλία στις δραστηριότητες που εμφανίζονται στο τρίτο σύστημα
- **Σύστημα 4 (Intelligence):** Το τέταρτο σύστημα είναι υπεύθυνο για τη διασφάλιση της λειτουργίας του οργανισμού και είναι συνδεδεμένο με το μέλλον και το εξωτερικό περιβάλλον του οργανισμού. Κοιτώντας το μέλλον μπορεί να προετοιμάσει τον οργανισμό και να τον καταστήσει έτοιμο να ανταπεξέλθει και να προσαρμοστεί σε νέες συνθήκες. Αποτελεί μια εξωτερική βλέψη από τον οργανισμό ή το συνολικό σύστημα, το περιβάλλον. Με άλλα λόγια ασχολείται με τον καθορισμό των παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν τις λειτουργίες και τον τρόπο προσαρμογής του συστήματος ώστε να παραμείνει βιώσιμο. Υπάρχουν επίσης κανάλια που οδηγούν σε κάθε κατεύθυνση μεταξύ του Συστήματος 4 και του Συστήματος 3, καθώς οποιοσδήποτε απαραίτητες αλλαγές πρέπει να υλοποιηθούν μέσω ροής προς τα συστήματα ελέγχου, αλλά και το Σύστημα 3 πρέπει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον οργανισμό στην τρέχουσα μορφή του. Αυτό επιτρέπει στο Σύστημα 4 να διαμορφώσει ένα σαφές μοντέλο που περιέχει τόσο τον οργανισμό όσο και το περιβάλλον, το οποίο αποτελεί τη βάση των προσαρμοστικών στρατηγικών.
- **Σύστημα 5 (Policy):** Το Σύστημα 5, αποτελεί τη μέγιστη εξουσία στον οργανισμό και για τον λόγο αυτό είναι το μόνο που μπορεί να ρυθμίζει την αλληλεπίδραση του Συστήματος 3 και Συστήματος 4 και απορροφά όλη την ποικιλία που αδυνατούν να απορροφήσουν. Δρα ώστε να ισορροπήσει το παρόν και το μέλλον του οργανισμού, λαμβάνοντας υπόψη του όλους τους εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Περιλαμβάνει όλες τις αποφάσεις πολιτικής εντός του οργανισμού, εξισορροπώντας τις απαιτήσεις από όλα τα άλλα συστήματα και κατευθύνει ολόκληρο το σύστημα σε μια ενιαία, συνεκτική κατεύθυνση. Αυτό είναι το σύστημα που κατέχει τον συνολικό έλεγχο, αν και όχι απαραίτητα άμεσα, καθώς διαμορφώνει την κουλτούρα και τις αξίες του οργανισμού, ή αλλιώς το ήθος του οργανισμού, και έτσι υπαγορεύει αποφάσεις πολιτικής που ελέγχουν όλα τα παρακάτω συστήματα.

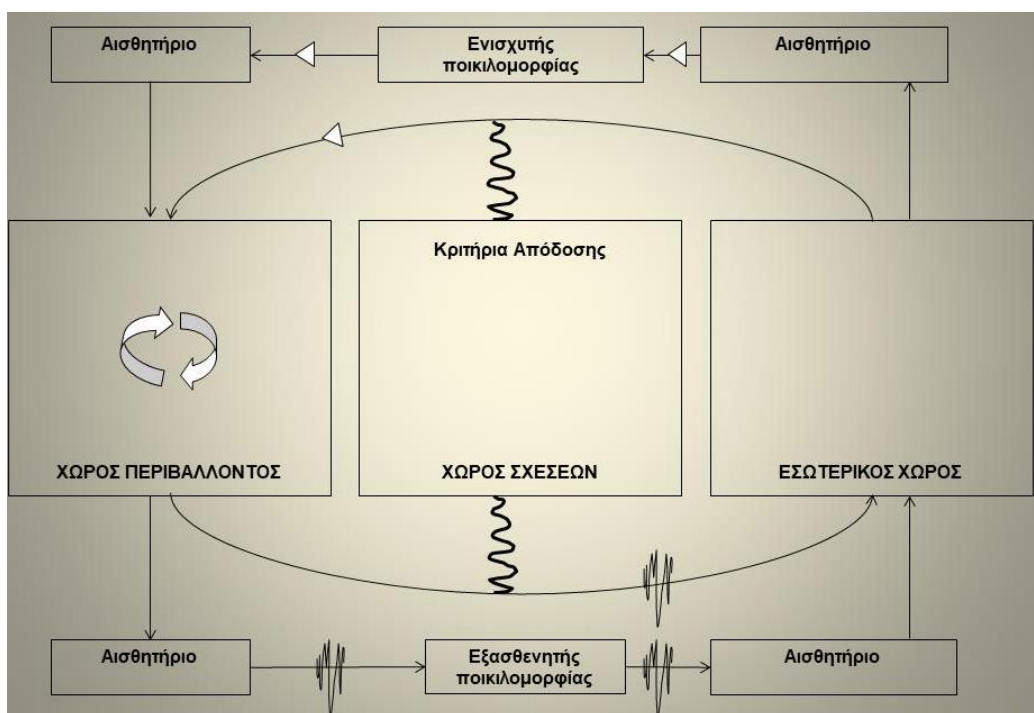
Το μοντέλο του VSM είναι αναδρομικό, δηλαδή υπάρχει πιθανότητα πολλαπλών διαφορετικών επαναλήψεων των Συστημάτων και εμφανίσεων τους, δημιουργώντας πλήθος συνδυασμών δραστηριοτήτων. Κάθε ένα από τα συστήματα είναι ένθετα το ένα μέσα στο άλλο, δημιουργώντας ένα μικρότερο VSM σε κάθε επίπεδο. Υπάρχουν συχνά πολλά τμήματα εντός των οργανισμών και οι οργανισμοί λειτουργούν σε περιβάλλοντα πολλών ιδρυμάτων, καθένα από τα οποία λειτουργεί ως VSM από μόνο του. Ο Beer πίστευε ότι το VSM ήταν μια λύση για την ισορροπία μεταξύ αποτελεσματικότητας και ελέγχου. Υποστήριξε ότι τα κυβερνητικά όργανα θα μπορούσαν να εξακολουθούν να ασκούν αποτελεσματικό έλεγχο και καθοδήγηση σε υψηλότερο επίπεδο, επιτρέποντας παράλληλα σε αυτούς που ανήκουν στα κατώτερα Συστήματα να έχουν έλεγχο και επίβλεψη των χαμηλότερων επιπέδων.

Μετά από 50 χρόνια, κανείς δεν μπόρεσε να βρει μια μελέτη περίπτωσης στην οποία το VSM απέτυχε. Σε όλες τις πολλές και ποικίλες εφαρμογές του παρείχε διορατική διάγνωση και κατευθύνει την οργανωτική αναδιάρθρωση για τη δημιουργία αποτελεσματικών οργανισμών, με βάση την ατομική αυτονομία και τη δημιουργικότητα .

### 8.4 Εφαρμογή του VSM στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης

Με την εφαρμογή του VSM σε έναν οργανισμό, καθίσταται δυνατό να δούμε την εσωτερική και εξωτερική ισορροπία του και να φέρουμε στο φως την παραμικρή λεπτομέρεια. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η βιωσιμότητα αποτελεί εξάρτηση 1) της σταθερότητας της λειτουργίας του συστήματος σε σχέση με την προσαρμογή του σε περιβαλλοντικές μεταβολές 2) του ισοζυγίου μεταξύ της αυτονομίας των υποσυστημάτων του σε σχέση με το ρόλο αυτά διαδραματίζονται στο όλο σύστημα.

Μια επιχείρηση ως οργανισμός πρέπει να μπορεί σε επίπεδο επιχείρησης να προσαρμοστεί στο περιβάλλον της (στις διάφορες πιέσεις που ασκεί το περιβάλλον επάνω στην επιχείρηση), ωστόσο θα πρέπει και τα επιμέρους κομμάτια που απαρτίζουν αυτόν τον οργανισμό να μπορούν να προσαρμοστούν στο ιδιαίτερο κομμάτι του συνολικού περιβάλλοντος που τα αφορούν. Πρέπει λοιπόν να χτίζουμε τις κατάλληλες δομές ώστε το κάθε υποσύστημα (τμήμα, διεύθυνση) να μπορεί να προσαρμοστεί στις πιέσεις που δέχεται στο περιβάλλον του, διατηρώντας ωστόσο τη συνοχή μεταξύ των διαφόρων οργανωτικών μονάδων ώστε να διασφαλίσουμε πως το συνολικό σύστημα, ο συνολικός οργανισμός, δεν έχει χάσει την ταυτότητά του. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε το κάθε σύστημα του VSM στο πλαίσιο της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης και έπειτα θα δούμε μια γραφική τους απεικόνιση με το εργαλείο VSMoD. Θα απεικονιστεί επίσης σχηματικά η μηχανική ποικιλομορφίας (Εικόνα 87), καθώς και οι αισθητήρες, ενισχυτές και εξασθενητές ποικιλομορφίας των συστημάτων 3, 3\* και 4.



**Εικόνα 87 – Μηχανική ποικιλομορφίας (πηγή Ράλλης Αντωνιάδης)**

#### Σύστημα 5:

Όπως αναφέρθηκε το Σύστημα 5 αποτελεί την ταυτότητα του συστήματος και είναι η ανώτατη βαθμίδα διοίκησης. Στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης το ρόλο αυτό αναλαμβάνει ο Διευθυντής της, ο οποίος:

- Είναι υπεύθυνος για την ιεράρχηση των στόχων που καθορίζονται από τον Γενικό Γραμματέα της Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας, καθώς και από το νομοθετικό πλαίσιο του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων,

- Αποτελεί το «ήθος» της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης και είναι υπεύθυνος για τη διατήρηση των αξιών και τη μετάδοσή τους στο ανθρώπινο δυναμικό του,
- Καθορίζει την κατανομή και εκχώρηση πόρων και προσωπικού στα τμήματα της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης ανάλογα με τις ανάγκες τους και τους διαθέσιμους υλικοτεχνικούς πόρους,
- Αναθέτει αρμοδιότητες στον προϊστάμενο του κάθε τμήματος και
- Είναι ο μόνος που έχει την εξουσία να παρακολουθεί και να ρυθμίζει την αλληλεπίδραση του Συστήματος 3 με 4 (στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε το φαινόμενο της αυτο-αναφοράς και αυτορρύθμισης, καθώς ο Διευθυντής αποτελεί τα συστήματα 3, 4 και 5)

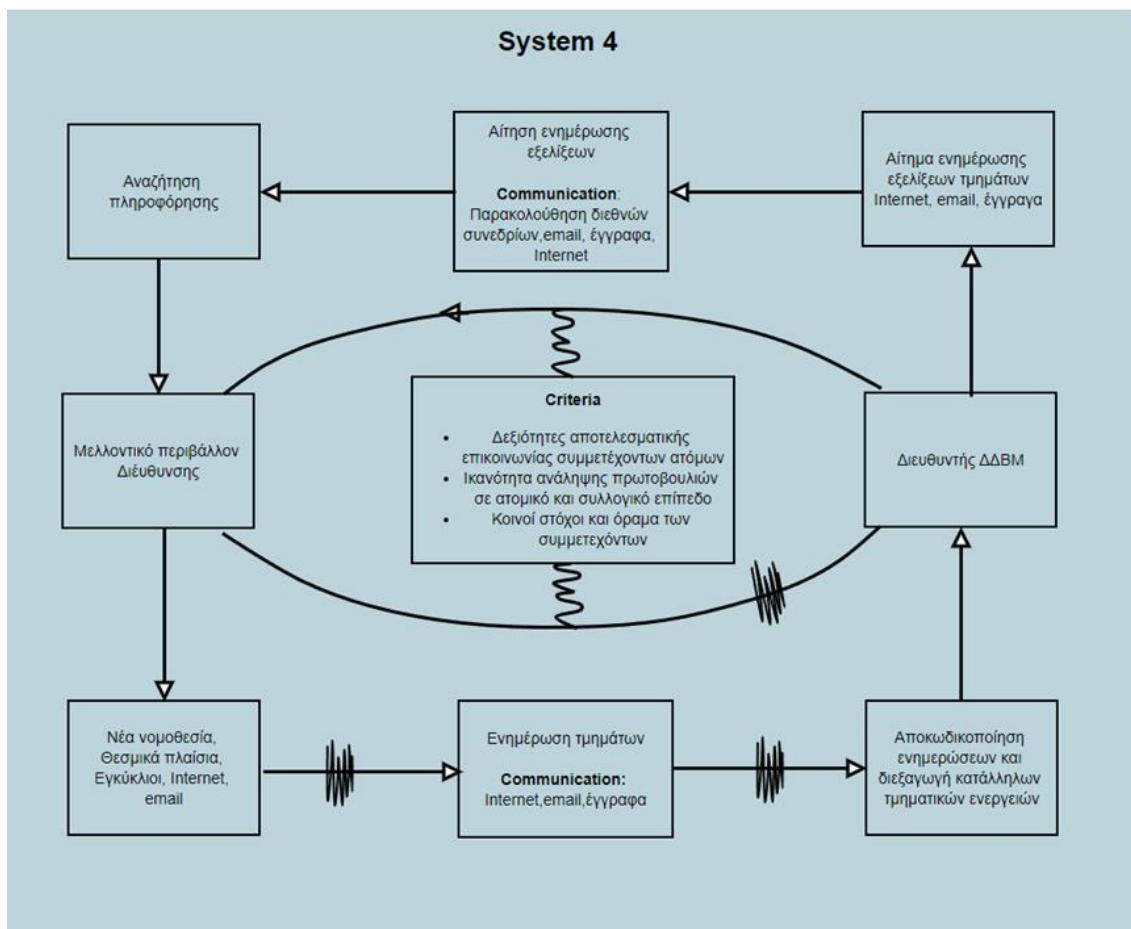
#### **Σύστημα 4:**

Όπως προαναφέρθηκε, στη συγκεκριμένη Διεύθυνση ο Διευθυντής αναλαμβάνει τον ρόλο των Συστημάτων 3, 4 και 5 και επειδή ουσιαστικά είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο του εαυτού του έχουμε το φαινόμενο της αυτο-αναφοράς (ως Σύστημα 3), καθώς και της αυτορρύθμισης ως υπεύθυνος για την αλληλεπίδραση των Συστημάτων 3 και 4 (ως Σύστημα 5). Ωστόσο οι αρμοδιότητές του ως κάθε σύστημα είναι ξεχωριστές και έτσι θα τις αναλύσουμε.

Το Σύστημα 4, όπως προαναφέρθηκε, κοιτάζει το εξωτερικό μελλοντικό περιβάλλον με σκοπό την προσαρμογή και εξέλιξη του οργανισμού σε νέες εξελίξεις. Ο Διευθυντής Διά Βίου Μάθησης ως Σύστημα 4, έχει ως εξωτερικό μελλοντικό περιβάλλον τους Φορείς Διά Βίου Μάθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τους Διεθνείς Οργανισμούς Διά Βίου Μάθησης και τις Επιστημονικές Ενώσεις Διά Βίου Μάθησης. Ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνεί με το περιβάλλον αυτό είναι με το να:

- Παρακολουθεί διεθνή επιστημονικά συνέδρια για θέματα Διά Βίου Μάθησης στα οποία συζητούνται θέματα σχετικά με τις επιστημονικές εξελίξεις στο πεδίο της Διά Βίου Μάθησης, οι οποίες επηρεάζουν τον σχεδιασμό και την οργάνωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και δομών.
- Να συμμετέχει σε συσκέψεις με εκπροσώπους Διεθνών Φορέων Διά Βίου Μάθησης για τον καθορισμό θεσμικών θεμάτων (νομοθεσία, στρατηγικές και πολιτικές), προκειμένου να εφαρμόσει και προσαρμόσει όποιες από αυτές είναι δυνατόν στη διεύθυνσή του για τη βελτίωση της λειτουργίας της και την προσαρμογή της σε νέα δεδομένα και καλές πρακτικές.
- Να παραμένει ενήμερος μέσω forum και ιστοσελίδων φορέων για διεθνείς εξελίξεις και νομοθεσία στη Διά Βίου Μάθηση για επιπρόσθετη ενημέρωσή του για νέα δεδομένα, τόσο στο επιστημονικό πεδίο όσο και στο θεσμικό πλαίσιο της Διά Βίου Μάθησης προκειμένου να είναι σε θέση να προσαρμοστεί σε νέες εξελίξεις.

Στη συνέχεια, εφόσον είναι ενήμερος για όποια νέα νομοθεσία, θεσμικά πλαίσια, εγκυκλίους και όποιες άλλες νέες εξελίξεις στον τομέα της Διά Βίου Μάθησης, οφείλει (ως εξασθενητής ποικιλίας) να ενημερώσει τα τμήματα της Διεύθυνσης, είτε μέσω των Προϊσταμένων τους, είτε μέσω μια σύσκεψης που θα καλέσει με το προσωπικό, ώστε να τους να τους αναθέσει κατάλληλες προσαρμοστικές ενέργειες με βάση τα καθήκοντα και τις αρμοδιότητές του κάθε τμήματος, όπου φυσικά είναι εφικτό (Εικόνα 88).



**Εικόνα 88 – Εξισορρόπηση ποικιλομορφίας Συστήματος 4**

### Σύστημα 3:

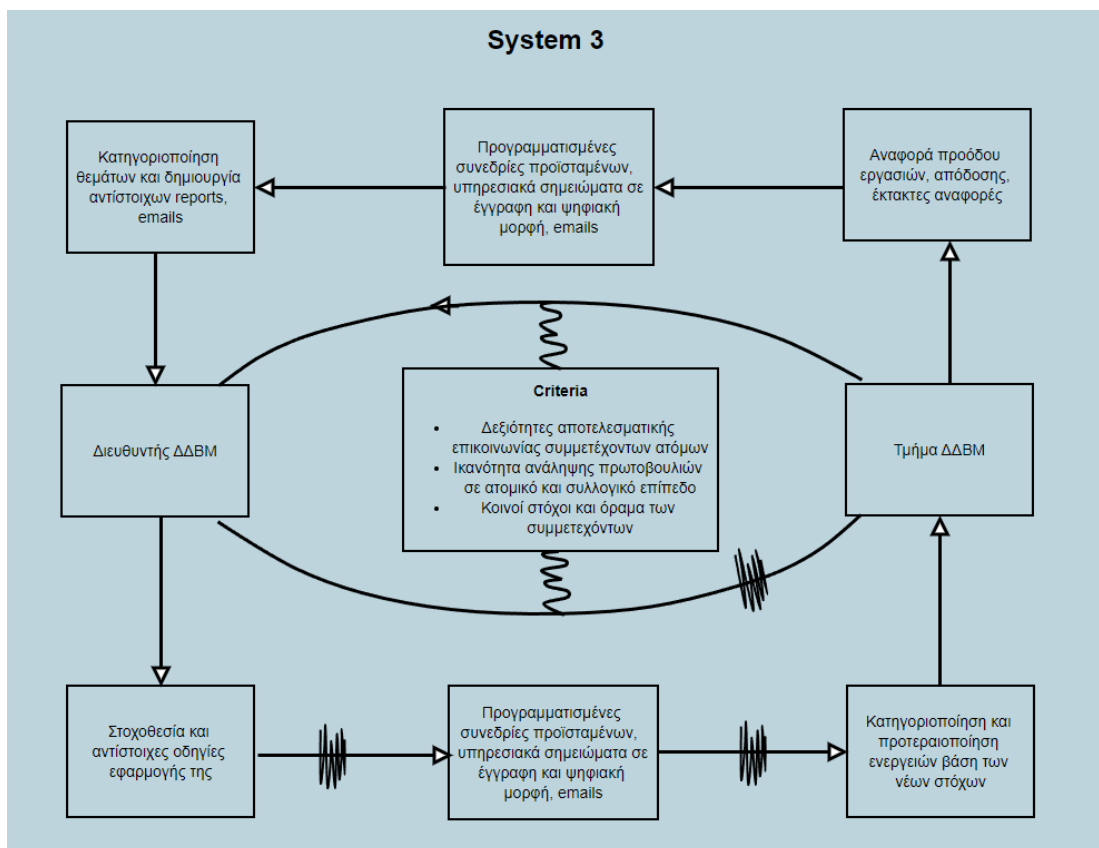
Τον ρόλο του Συστήματος 3 στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης αναλαμβάνει όπως αναφέραμε ο Διευθυντής της. Ο ρόλος του Συστήματος 3 είναι ο έλεγχος των λειτουργικών μονάδων που αποτελούν το Σύστημα 1, η διασφάλιση της αρμονικής τους λειτουργίας με την επίλυση και πρόληψη συγκρούσεων. Οι οδηγίες που το Σύστημα 3 δίνει για τα καθήκοντα του Συστήματος 1, πρέπει να επιτευχθούν σε συνεργασία με το Σύστημα 4 και σύμφωνα πάντα με το Σύστημα 5.

Έτσι λοιπόν ο Διευθυντής της Διά Βίου Μάθησης ως Σύστημα 3:

- Λαμβάνει αναφορές προόδου εργασιών, απόδοσης αλλά και έκτακτες αναφορές από τους Προϊσταμένους του κάθε τμήματος.
- Έπειτα συμμετέχει σε προγραμματισμένες συνεδρίες με τους προϊσταμένους των τμημάτων για να διερευνηθούν εκτενέστερα θέματα τα οποία μπορεί να έχουν προκύψει (για τα οποία μπορεί να έχουν ενημερωθεί από οποιοδήποτε μέσο π.χ. υπηρεσιακά σημειώματα έγγραφης ή ψηφιακής μορφής, email κτλ.), δράση ενίσχυσης ποικιλομορφίας
- Κατηγοριοποιούνται τα θέματα και δημιουργούνται αντίστοιχες αναφορές ή emails.
- Ο Διευθυντής, αφού λάβει τις κατηγοριοποιημένες αναφορές των θεμάτων, συντάσσει νέα στοχοθεσία ώστε να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που προέκυψαν και οδηγίες για τη σωστή εφαρμογή τους.

- Έπειτα πραγματοποιούνται και πάλι προγραμματισμένες συνεδρίες με τους προϊσταμένους των τμημάτων (δράση εξασθένησης ποικιλομορφίας)
- Και τέλος γίνεται κατηγοριοποίηση και προτεραιοποίηση των ενεργειών που πρέπει να γίνουν με βάση τους νέους στόχους που έχουν τεθεί.

Έτσι όπως φαίνεται και συνολικά στην Εικόνα 89, ο Διευθυντής παραμένει τακτικά ενήμερος για τα προβλήματα που προκύπτουν μέσω αυτού του προγράμματος το οποίο εξελίσσεται και τροποποιείται ανάλογα με τις ανάγκες των λειτουργικών μονάδων για τη διατήρηση και διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας τους, την παρακολούθηση απόδοσης και επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί από τον Διευθυντή.



**Εικόνα 89 – Εξισορρόπηση ποικιλομορφίας Συστήματος 3**

**Σύστημα 3\*:**

Το Σύστημα 3\* είναι ένα σύστημα υποστήριξης για το Σύστημα 3, του οποίου η κύρια αποστολή είναι να αποκτά πληροφορίες για τη λειτουργία του Συστήματος 1, οι οποίες δεν μπορούν να αποκτηθούν μέσω των άμεσων καναλιών επικοινωνίας του Συστήματος 3 με το Σύστημα 1. Μέσω της κάθετης διασύνδεσης του Συστήματος 3 και 1 και του Συστήματος 2 καταφέρνει να αποκτήσει τις πληροφορίες αυτές που δεν μπορεί το Σύστημα 3. Η διαφορά στη φύση της πληροφορίας με το Σύστημα 3 είναι ότι ο έλεγχος δεν είναι προγραμματισμένος και αφορά πάντα το σύνολο του Συστήματος 1. Στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης τον ρόλο αυτό αναλαμβάνει ο Διευθυντής. Η σειρά των διαδικασιών είναι η εξής:

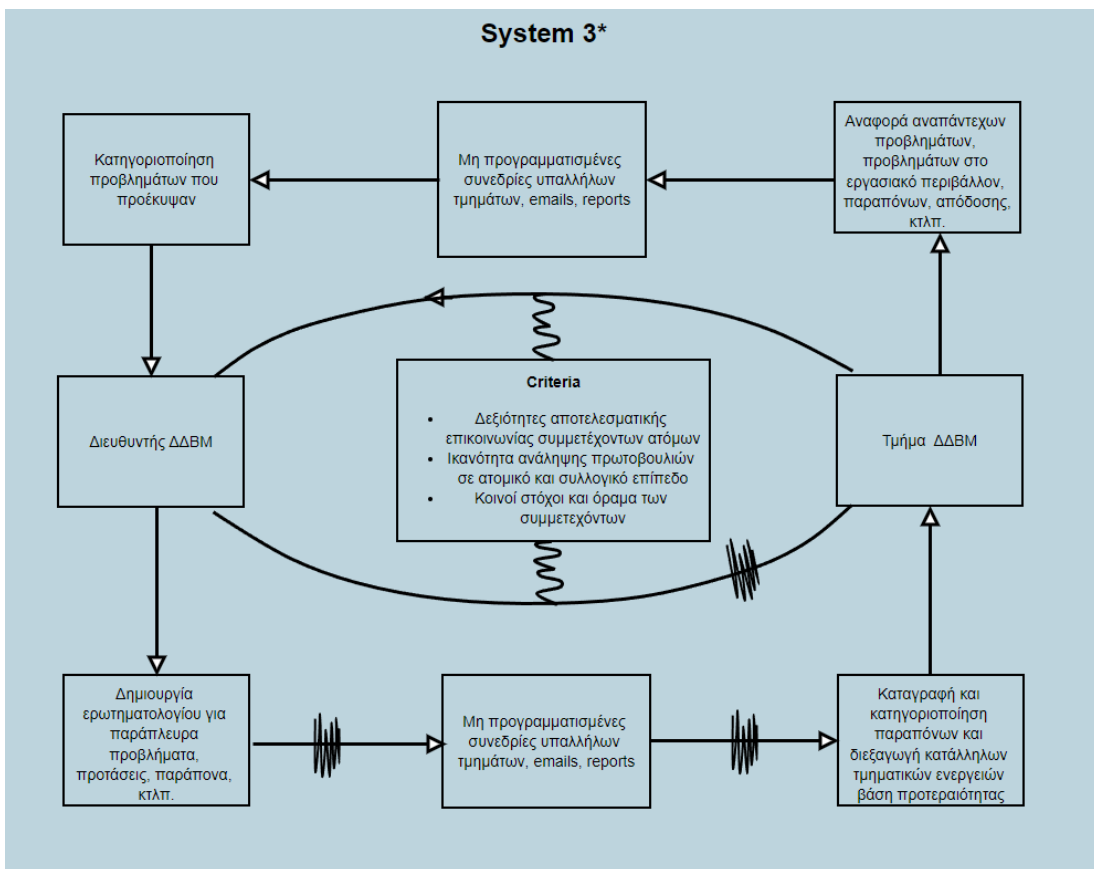
- Το κάθε τμήμα αναφέρει τα αναπάντεχα, παράπλευρα προβλήματα που προκύπτουν στο εργασιακό περιβάλλον (π.χ. παράπωνα συνθηκών, απόδοσης κτλ.)
- Γίνονται μη προγραμματισμένες συνεδρίες με υπαλλήλους τμημάτων (μπορεί να είναι κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων ή και των ωρών εργασίας) για να διερευνηθούν



πραιτέρω τα προβλήματα αυτά ή να ανακαλυφθούν νέα. Τα προβλήματα αναφέρονται προφορικά, γραπτά ή με email από τον Προϊστάμενο του κάθε τμήματος.

- Τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατηγοριοποιούνται.
- Στη συνέχεια ο Διευθυντής της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης δημιουργεί νέα ερωτηματολόγια για παράπλευρα προβλήματα, προτάσεις, παράπωνα υπαλλήλων κτλ.
- Γίνονται και πάλι μη προγραμματισμένες συνεδρίες με υπαλλήλους.
- Καταγράφονται και κατηγοριοποιούνται τα προβλήματα και παράπωνα που βρέθηκαν και διεξάγονται κατάλληλες τμηματικές ενέργειες για την επίλυσή τους, με βάση σειράς προτεραιότητας.

Με τη διαδικασία αυτή του «αιφνιδιαστικού» ελέγχου το Σύστημα 3\* (Εικόνα 90) επιτυγχάνει να εντοπίζει παράπλευρα προβλήματα τα οποία επηρεάζουν την απόδοση των υπαλλήλων και βρίσκονται εμπόδιο στην αρμονική λειτουργία των λειτουργικών μονάδων και όλης της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης.



**Εικόνα 90 – Εξισορρόπηση ποικιλομορφίας Συστήματος 3\***

**Σύστημα 2:**

Σκοπός του Συστήματος 2 είναι ο συντονισμός των λειτουργιών που εκτελούν οι λειτουργικές μονάδες ή δημιουργία ενός προγράμματος/κανονισμού και η τήρηση ενός καθορισμένου χρονοδιαγράμματος.

Στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης το Σύστημα 2 είναι το πρόγραμμα συντονισμού που συντάσσεται από τον Διευθυντή.

Ο διευθυντής καταρτίζει το πρόγραμμα συντονισμού της διεύθυνσης ανά εξάμηνο και το κοινοποιεί στους προϊστάμενους της διεύθυνσης. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει τη στοχοθεσία σε επίπεδο διεύθυνσης και επιμέρους τμημάτων, το χρονοδιάγραμμα και τις απαιτούμενες ενέργειες για κάθε τμήμα προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί. Έπειτα ο προϊστάμενος του κάθε τμήματος κοινοποιεί το πρόγραμμα στους υπαλλήλους του τμήματός του, κατανέμει τις εργασίες και εποπτεύει την εκτέλεσή τους με βάση το πρόγραμμα συντονισμού. Σε παρακάτω κεφάλαιο μπορούμε να δούμε πιο ξεκάθαρα τη δομή του Συστήματος 2 με χρήση του VSMod (Εικόνα 98).

### **Σύστημα 1:**

Τέλος, το Σύστημα 1 είναι όλες οι λειτουργικές μονάδες του συστήματος που στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης που εξετάζουμε είναι τα τέσσερα τμήματά της:

1. Το Τμήμα Γραμματείας και Διοικητικής Υποστήριξης
2. Το Τμήμα Εποπτείας Δημόσιων Φορέων
3. Το Τμήμα Εποπτείας Ιδιωτικών Φορέων
4. Το Τμήμα Ειδικών Πληθυσμιακών Μονάδων

Το καθένα έχει τις δικές του αρμοδιότητες όπως περιεγράφηκαν στο Κεφάλαιο 4. Μια σχηματική απεικόνισή τους μέσω του VSMod μπορούμε να δούμε στις Εικόνες 98 και 102.

## **8.5 Απεικόνιση του VSM με χρήση συστημικού εργαλείου VSMod**

Η δυνατότητα που παρέχεται από το VSM για την ανάλυση ενός προβλήματος από διάφορες οπτικές γωνίες, επιλέγοντας διαφορετικά κριτήρια και επίπεδα αναδρομής, είναι ένα πολύ ισχυρό και σημαντικό χαρακτηριστικό του μοντέλου. Η ικανότητά του να ταξιδεύει κατακόρυφα σε διάφορες διαστάσεις του επιτρέπει να προσδιορίζει τα επίπεδα αναδρομής που αντικατοπτρίζουν τα μέσα με τα οποία ένας οργανισμός προσπαθεί να αντιμετωπίσει την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιείται.

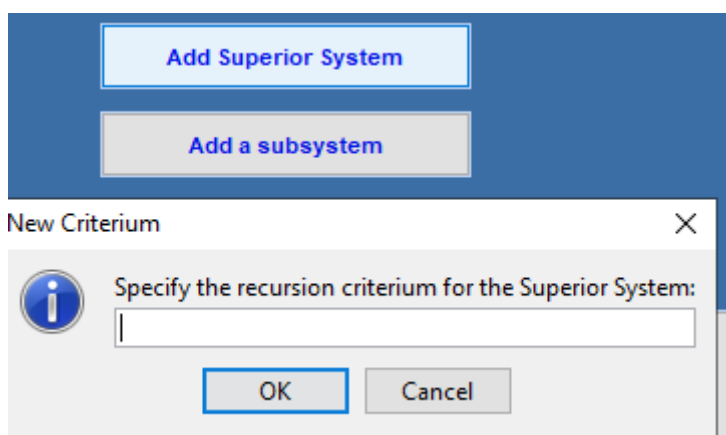
Ωστόσο, αυτό το αναλυτικό δυναμικό συνεπάγεται επίσης αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου. Εάν χρησιμοποιήσουμε διαφορετικά κριτήρια και επίπεδα αναδρομής, ο αριθμός των στοιχείων που πρέπει να ληφθούν υπόψη αυξάνεται πολύ γρήγορα.

Για κάθε επίπεδο αναδρομής θα πρέπει επίσης να υπάρχει αναγνώριση του πλήρους συνόλου συστημάτων/λειτουργιών (Σύστημα 1, Σύστημα 2, Σύστημα 3, Σύστημα 3\*, Σύστημα 4 και Σύστημα 5), κανάλια επικοινωνίας, μετατροπείς, περιβάλλοντα, σχέσεις μεταξύ των περιβαλλόντων, σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του Συστήματος 1, καθώς και όλων των στοιχείων πληροφοριών που σχετίζονται με καθένα από αυτά.

Κατά συνέπεια, το έργο της αναγνώρισης κάθε στοιχείου και της καταχώρισης των αντίστοιχων πληροφοριών είναι μάλλον πολύπλοκο και επιδεινώνεται από τη δυσκολία διατήρησης του ελέγχου του τόπου στον οποίο βρισκόμαστε οποιαδήποτε στιγμή της μελέτης.

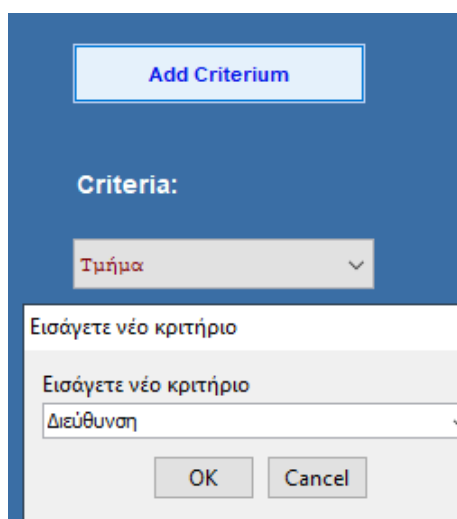
Για το λόγο αυτό, για την καλύτερη απεικόνιση των μεμονωμένων στοιχείων και συνδέσεων του VSM αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Vallaloid, στο πλαίσιο της Ομάδας Συστημικής Σκέψης το συστημικό εργαλείο VSMod. Μας επιτρέπει να έχουμε μια γραφική αποτύπωση της εφαρμογής του Μοντέλου των Βιώσιμων Συστημάτων στους οργανισμούς.

Αρχικά μπορούμε να προσθέσουμε ένα υπερσύστημα και υποσύστημα με τα αντίστοιχα κουμπιά «Add Superior System» και «Add a subsystem» και να θέσουμε το αναδρομικό κριτήριο του καθενός όπως φαίνονται στην Εικόνα 94.



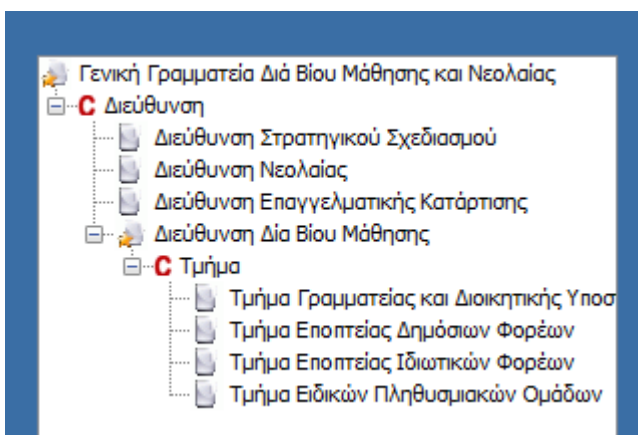
**Εικόνα 91 – Εισαγωγή αναδρομικού κριτηρίου**

Επιπλέον με το κουμπί «Add Criterium» , έχουμε την επιλογή να προσθέσουμε νέα κριτήρια, όπως το Τμήμα και η Διεύθυνση (Εικόνα 92).

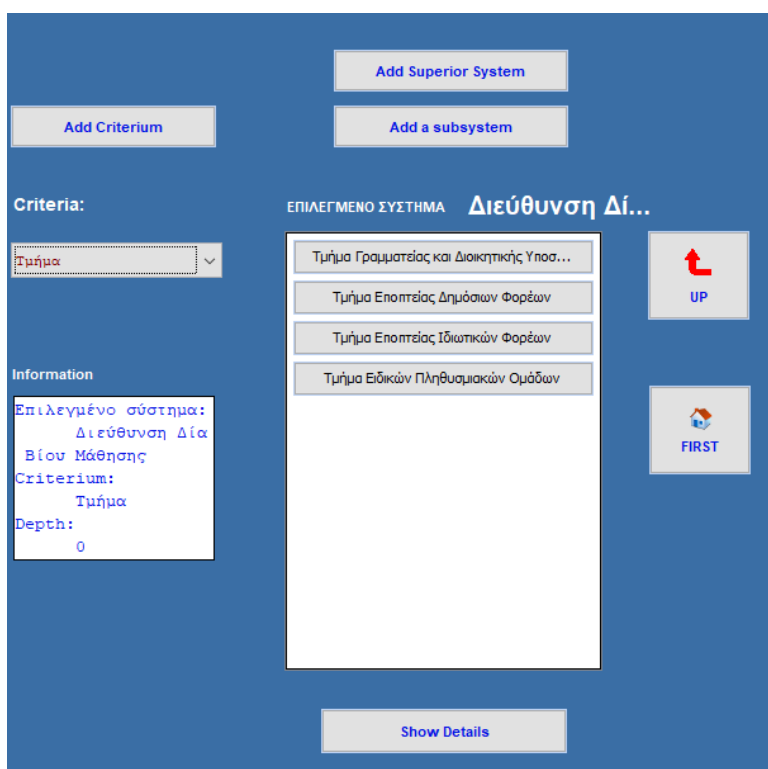


**Εικόνα 92 – Εισαγωγή νέου κριτηρίου**

Στην ακόλουθη Εικόνα 93, απεικονίζεται η δομή της Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας, οι Διευθύνσεις της και τα τμήματα του συστήματος υπό εξέταση της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης (Εικόνα 94), δηλαδή το Σύστημα 1. Επίσης μπορούμε να κάνουμε αναζήτηση με βάση τα κριτήρια που έχουμε θέσει προηγουμένως (Εικόνα 95).

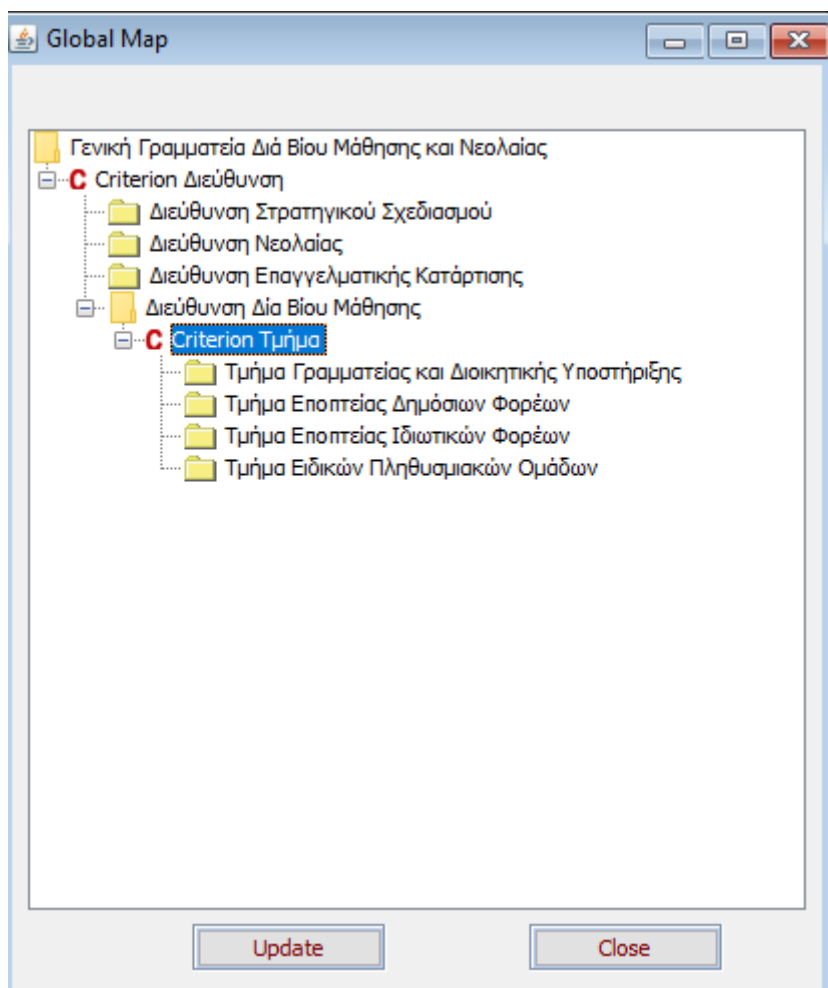


**Εικόνα 93 – δομή Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης**



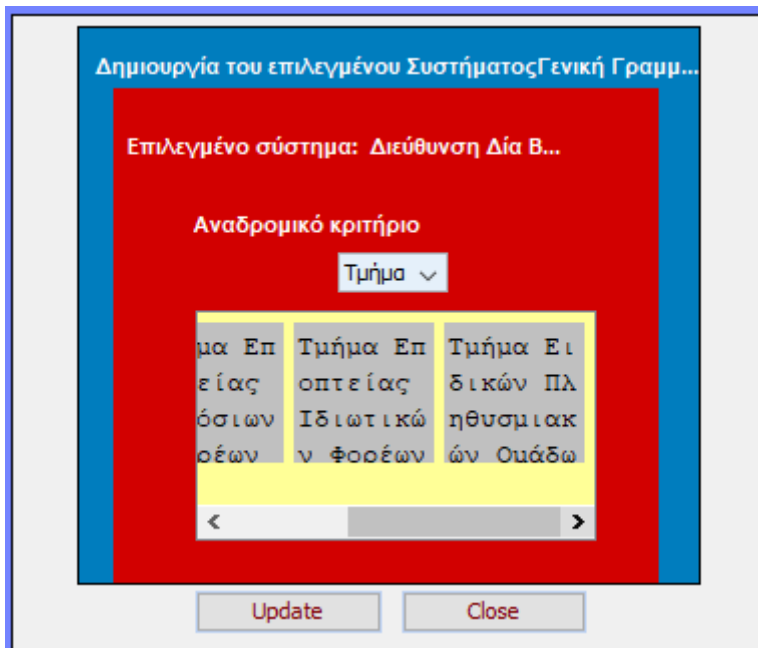
**Εικόνα 94 – Τμήματα Διεύθυνσης Διά Βίο Μάθησης στο VSMod**

Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής

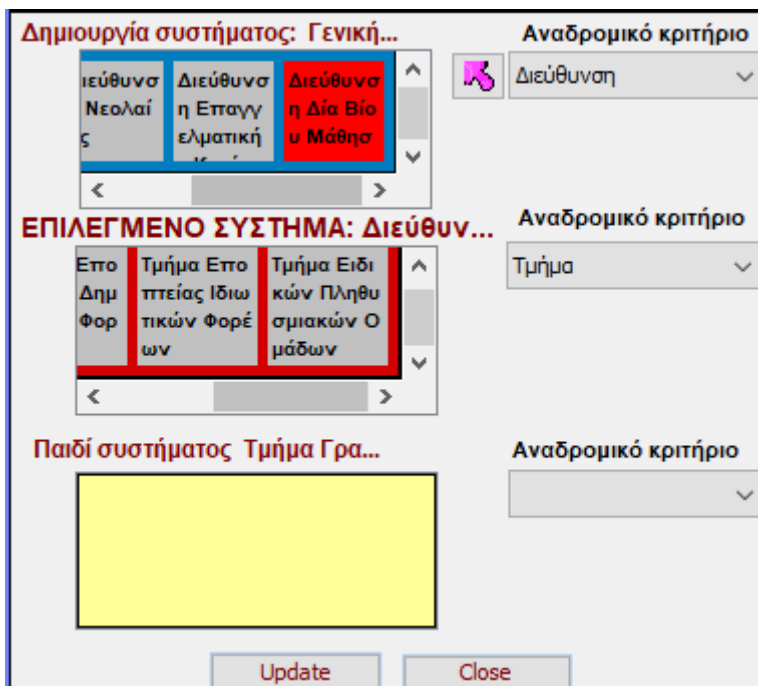


**Εικόνα 95 –Αναζήτηση με βάση κριτήριο (Τμήμα)**

Στην Εικόνα 96 μπορούμε να δούμε το Επιλεγμένο Σύστημα. Το επιλεγμένο αναδρομικό κριτήριο και το VSMoD θα μας εμφανίσει τα τμήματά του καθώς και το υψηλότερο και χαμηλότερο (παιδί) σύστημα στην Εικόνα 97.



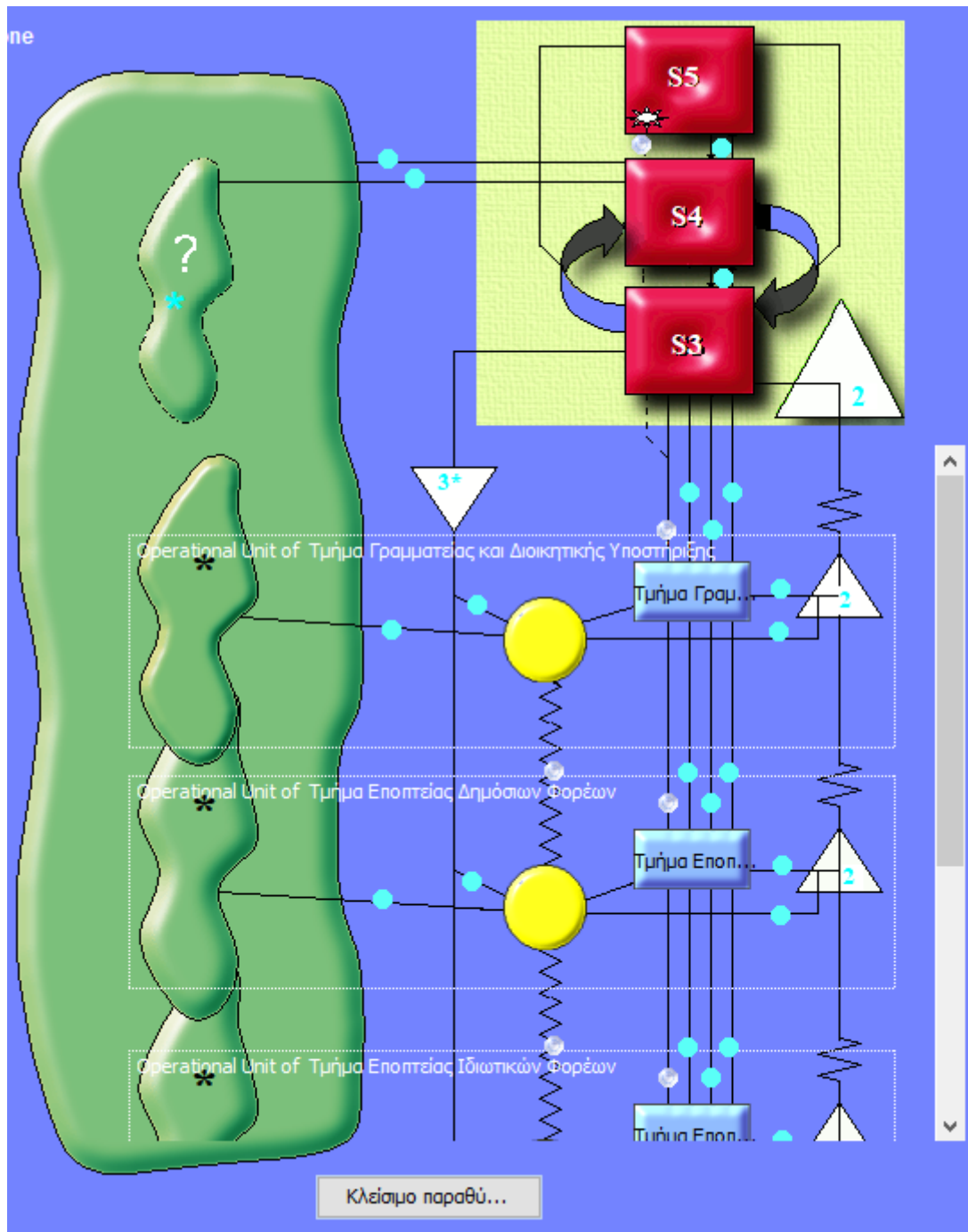
**Εικόνα 96 – Εμφάνιση στοιχείων που τηρούν το αναδρομικό κριτήριο**



**Εικόνα 97**

Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής

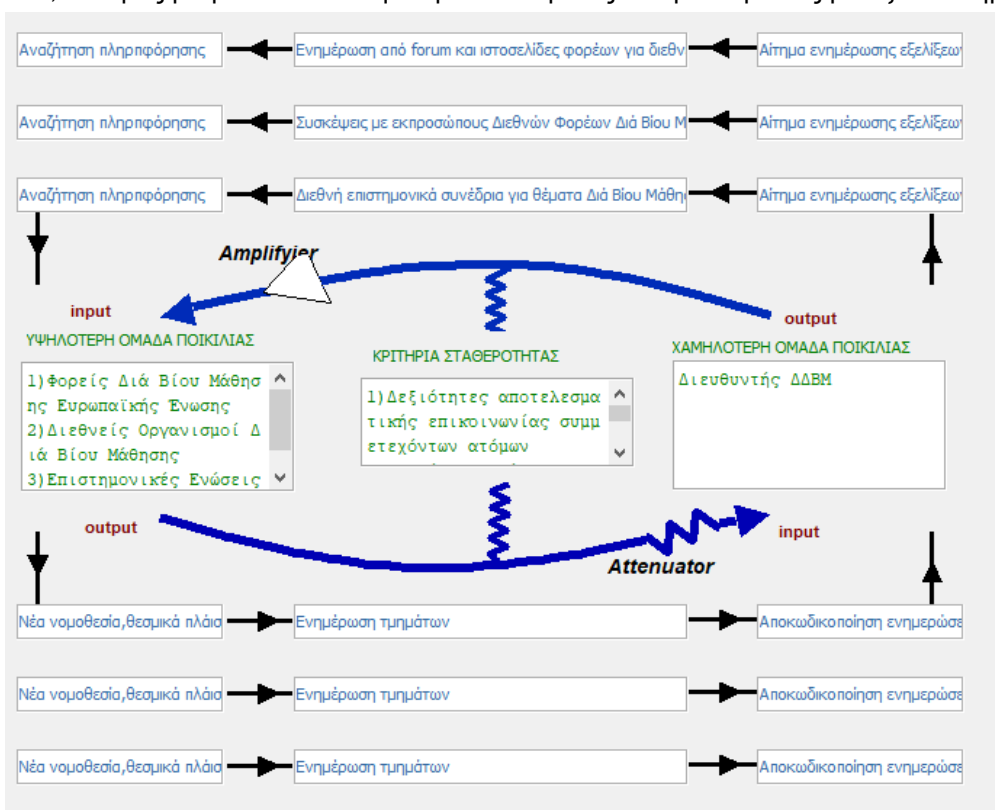
Επιπλέον μπορούμε να δούμε συνολικά το VSM της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης με όλες του τις διασυνδέσεις και το περιβάλλον του κάθε Συστήματος (Εικόνα 98).



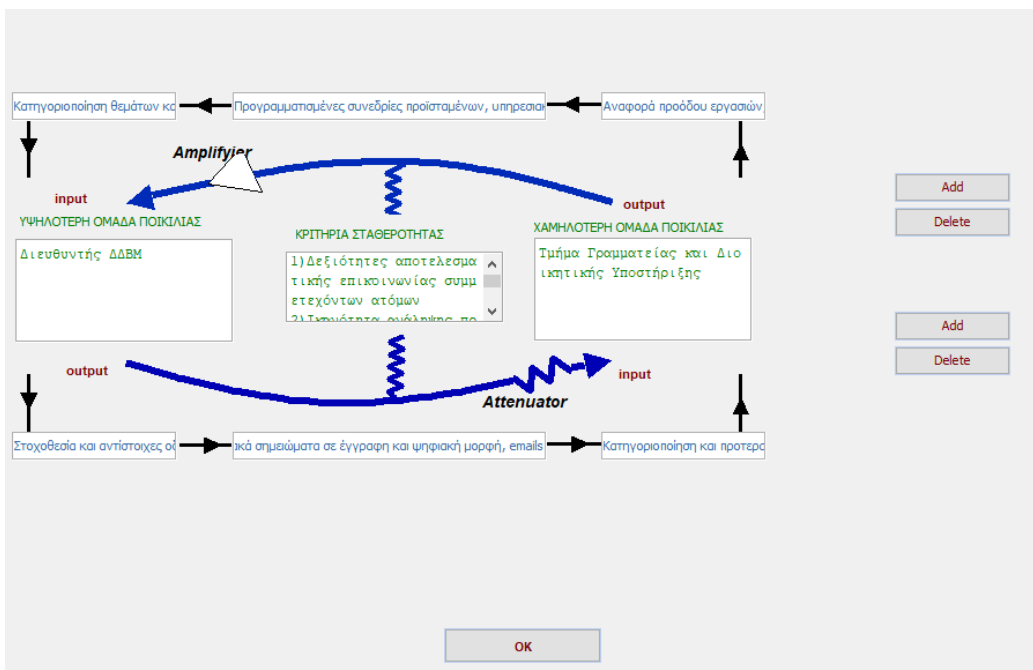
**Εικόνα 98 – Συνολική απεικόνιση VSM της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης**

Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής

Και πατώντας πάνω στον σύνδεσμο να προσθέσουμε πληροφορίες ή ομοιοστατικούς βρόγχους ανάδρασης (Εικόνες 99, 100), αλλά και τις διασυνδέσεις μεταξύ συστημάτων όπως στην εικόνα 101, που μας βοηθά να κατανοήσουμε καλύτερα τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ συστημάτων.



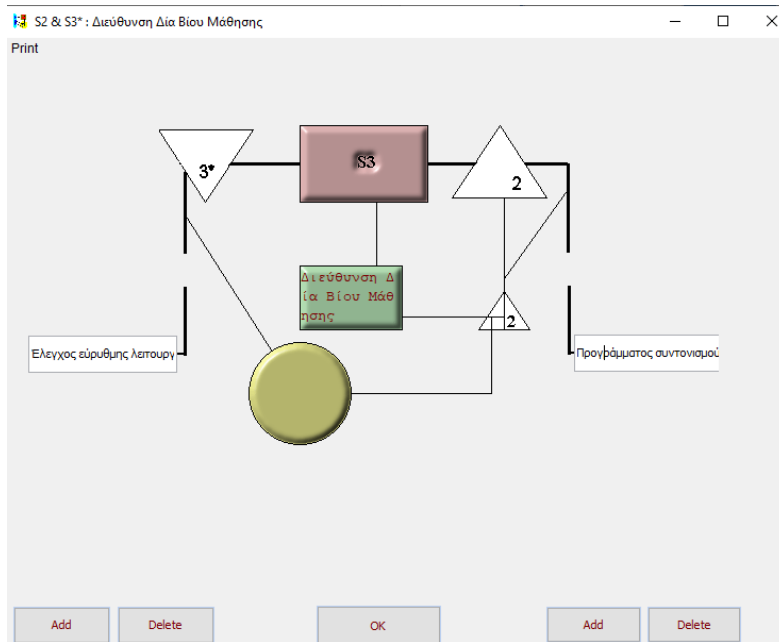
**Εικόνα 99 – Ομοιοστατικός βρόγχος Συστήματος 4**



**Εικόνα 100 – Ομοιοστατικός βρόγχος Συστήματος 3**

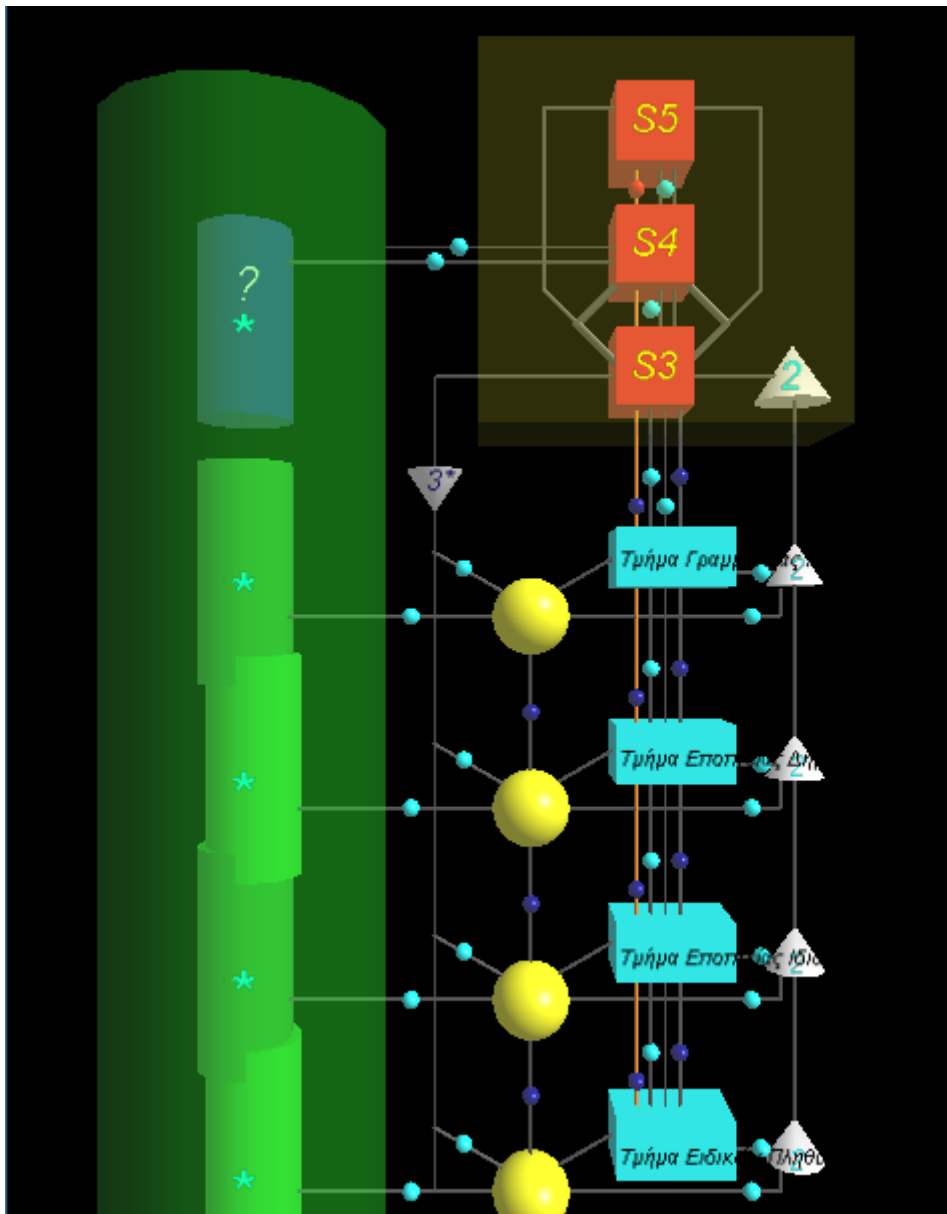
Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής





**Εικόνα 101 – Διασύνδεση Συστήματος 3\* και Συστήματος 2**

Τέλος μπορούμε να επιλέξουμε τρισδιάστατη αναπαράσταση του συστήματος που έχουμε δημιουργήσει, η οποία έχει τη δυνατότητα περιστροφής και έτσι να τονίσουμε τα επιμέρους μέρη της εάν κάνουμε αριστερό κλικ πάνω σε αυτά (Εικόνα 102).



**Εικόνα 102 – Τρισδιάστατη αναπαράσταση του VSM της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης**

Συστημική προσέγγιση στην ανάλυση εργασιών Διεύθυνσης Υπουργείου με χρήση λογισμικών Συστημικής Δυναμικής

## **Συμπεράσματα**

Ο στόχος της μελέτης ήταν η μείωση της πολυπλοκότητας και η απλοποίηση των διαδικασιών στη Διεύθυνση Διά Βίου Μάθησης. Μέσα από την ανάλυση με τη μεθοδολογία DCSYM ήταν δυνατό να εντοπίσουμε τα προβλήματα στη δομή της Διεύθυνσης και έπειτα να προτείνουμε μια βελτίωση, λύση για τα προβλήματα αυτά. Με την προτεινόμενη λύση, την εισαγωγή πληροφοριακού συστήματος το οποίο διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων και συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας στην εκτέλεση των λειτουργιών της, επιτεύχθηκε απλούστευση των υφιστάμενων διαδικασιών με αποτέλεσμα αφενός την επιτάχυνση της εξυπηρέτησης των πολιτών, για την παραλαβή πιστοποιητικών και βεβαιώσεων, αλλά και τη συνολική εξοικονόμηση ανθρώπινων πόρων. Επίσης η βελτίωση της λειτουργίας της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης έχει θετικά αποτελέσματα και στον ευρύτερο οργανισμό της Γενικής Γραμματείας Διά Βίου Μάθησης και Νεολαίας, καθώς η Διεύθυνση ως μέρος αυτής δυσλειτουργούσε. Αυτό συμβαίνει επειδή, όπως είδαμε και σε διάφορα κεφάλαια της μελέτης, βελτιώνοντας τα μεμονωμένα μέρη του συστήματος βελτιώνεται και το ευρύτερο σύστημα.

Ο δεύτερος στόχος της μελέτης ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου-εργαλείου για την καλύτερη λήψη αποφάσεων, χρησιμοποιώντας συστημικές μεθοδολογίες. Μελετώντας τα προβλήματα του οργανισμού από διάφορες οπτικές γωνίες, δημιουργήθηκε ένα τέτοιο μοντέλο. Επιπλέον τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες έδειξαν ότι η προτεινόμενη βελτίωση είναι όντως εφαρμόσιμη και θα επιφέρει σημαντική βελτίωση των λειτουργιών της Διεύθυνσης Διά Βίου Μάθησης, εάν αυτή αποφασίσει να την υιοθετήσει.

## Βιβλιογραφία

- [1] Adams, K., Hester, P., & Bradley, J. (2013). A historical perspective of systems theory. *IIE Annual Conference and Expo 2013*, 4102–4109.
- [2] Alqirem, R. (2009). A Viable System Model to Analyze an Organization's Department of Management Information Systems. Al-Zaytoonah University of Jordan.
- [3] Ασημακόπουλος, Ν. (2006-2010). Συστημική Ανάλυση. Σημειώσεις Διδασκαλίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [4] Beer, S. (1979). *The Heart of Enterprise*. London and New York: John Wiley.
- [5] Beer, S. (1981). *Brain of the Firm*. 2nd ed. London and New York: John Wiley.
- [6] Beer, S. (1985). *Diagnosing the System for Organizations*. Chichester and New York: John Wiley.
- [7] Cabrera, D. & Cabrera, L. (2020). All Organizations Are Complex Adaptive Systems.
- [8] Cummings, Thomas G. & Worley, Christopher G. (2004), *Organization Development and Change*. 8th Ed., South-Western College Pub.
- [9] Currie, D.J., Smith, C. & Jagals, P. (2018). The application of system dynamics modelling to environmental health decision-making and policy - a scoping review. *BMC Public Health* 18, 402 <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5318-8>
- [10] Foerster H. von (1981). On Cybernetics of Cybernetics and Social Theory. In: G. Roth & H. Schwegler (eds.), *Self-Organizing Systems*, Campus Verlag, Frankfurt am Main, pp. 102–105.
- [11] Lizier, A. L. & Reich, A. (2021). Learning through work and structured learning and development systems in complex adaptive organisations: ongoing disconnections, *Studies in Continuing Education*, 43:2, 261-276, DOI: [10.1080/0158037X.2020.1814714](https://doi.org/10.1080/0158037X.2020.1814714)
- [12] Μασούρου, Β. & Ευθυμιόπουλος, Α. (2015). Συστημική προσέγγιση στην οργάνωση, διοίκηση και εκτέλεση της εκπαίδευσης. Θεσσαλονίκη-Καβάλα.
- [13] Mitchell, M. & Newman, M. (2001). *Complex systems theory and evolution*. Santa Fe Institute.
- [14] Senge, P. (2006). *The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization*. Random House Books.
- [15] Titov, E., Virovere, A., & Kuimet, K. (2018). Conflict in Organization: Indicator for Organizational Values. In (Ed.), *Organizational Conflict*. Intechopen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75496>
- [16] Turner, J. R., Baker, R., & Morris, M. (2017). Complex Adaptive Systems: Adapting and Managing Teams and Team Conflict. In (Ed.), *Organizational Conflict*. Intechopen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72344>
- [17] Turner, J. R., & Baker, R. M. (2019). Complexity Theory: An Overview with Potential Applications for the Social Sciences, *Systems* 7, no. 1:4. <https://doi.org/10.3390/systems7010004>
- [18] Waldrop, M.M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Simon and Schuster.
- [19] Walker, J. (1991). *The Viable Systems Model: a guide for cooperatives and federations*.
- [20] Yolles, M. (2006). *Organizations as Complex Systems: An Introduction to Knowledge Cybernetics*.

## Διαδικτυακές Πηγές

<http://www.systems-thinking.org/index.htm>  
<https://www.incose.org/about-systems-engineering/system-and-se-definition/more-systems>  
<https://www.lesswrong.com/posts/DshBToGnNbTBD7BSw/systems-theory-terms>  
<https://electricalworkbook.com/static-and-dynamic-systems-theory-solved-examples/>  
<https://www.w3computing.com/systemsanalysis/>  
<https://thesystemsthinker.com/from-mechanistic-to-social-systemic-thinking/>  
<https://www.onlinemswprograms.com/social-work/theories/systems-theory>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Viable\\_system\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Viable_system_theory)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Viable\\_system\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Viable_system_model)  
<https://gothamculture.com/what-is-organizational-culture-definition/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Systems\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Systems_modeling)  
<https://www.beyondintractability.org/essay/systems-modeling>  
[https://www.sebokwiki.org/wiki/System\\_Modeling\\_Concepts](https://www.sebokwiki.org/wiki/System_Modeling_Concepts)  
[https://www.tutorialspoint.com/modelling\\_and\\_simulation/](https://www.tutorialspoint.com/modelling_and_simulation/)  
<https://padakuu.com/system-definition-and-concepts-characteristics-and-types-of-system-2-article>  
<https://sites.google.com/site/systemsandcomplexity/a-systemic-world?authuser=0>  
<https://sites.google.com/site/systemsandcomplexity/dcsym?authuser=0>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/System\\_dynamics](https://en.wikipedia.org/wiki/System_dynamics)  
<https://www.anylogic.fr/blog/system-dynamics-and-dynamic-systems-is-the-just-published-ch/>  
<https://www.anylogic.com/use-of-simulation/system-dynamics/>  
<https://www.uib.no/en/rg/dynamics/39282/what-system-dynamics>  
<https://metaphorum.org/viable-system-model>  
<https://www.stormbal.com/100/tag/general+systems+theory>  
[https://www.kybernetik.ch/en/fs\\_methmod3.html](https://www.kybernetik.ch/en/fs_methmod3.html)  
<https://www.businessballs.com/strategy-innovation/viable-system-model-stafford-beer/>  
<http://www.vsmo.org/introduction>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Vensim>