



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**που εκπονήθηκε για τη χορήγηση
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών**

**από τον
Ιωάννη Παναγιωτόπουλο
Α.Μ. 4262020028**

**ΘΕΜΑ: «Εφαρμογές των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών
Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης»**

**TOPIC: «Dynamic Systems Simulation Softwares applications in
Education Governance»**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κρητικός Γεώργιος	Ε.ΔΙ.Π.	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπων
Κοντάκος Αναστάσιος	Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος συμβουλευτικής Επιτροπής
Καλαβάσης Φραγκίσκος	Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος συμβουλευτικής Επιτροπής

ΡΟΔΟΣ, 2023

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέως.

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή της Διπλωματικής μου εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Κρητικό Γεώργιο, Μέλος Ε.ΔΙ.Π. του Πανεπιστημίου Αιγαίου για την καθοδήγηση, τις επιστημονικές υποδείξεις και τη συμβολή του στην υλοποίηση του στόχου μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής και συγκεκριμένα τον Καθηγητή κ. Κοντάκο Αναστάσιο, Διευθυντή του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Μοντέλα Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Εκπαιδευτικών Μονάδων» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου, όπως και τον Καθηγητή κ. Καλαβάση Φραγκίσκο για τις συμβουλές και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Τελειώνοντας αυτό το όμορφο ταξίδι, θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τις διδάσκουσες και τους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος, οι οποίες και οποιοί σε μια μέθεξη παιδείας συνέβαλαν στην ανάπτυξη από μέρους μου μιας νέας θέασης της πολύπλοκης πραγματικότητας, συλλαμβάνοντας μια γοητευτική ατραπό προς νέους ορίζοντες. Οφείλω να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στη γραμματεία του τμήματος για την άψογη συνεργασία και υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή που έδειξε κατά τη διάρκεια αυτών των δύο χρόνων.

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στους Μαχητές και Υπερασπιστές των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου.

Περίληψη

Οι εκπαιδευτικοί οργανισμοί είναι πολύπλοκα και δυναμικά κοινωνικά συστήματα. Οι παρεμβάσεις σε αυτά τα συστήματα συχνά οδηγούν σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα λόγω της αντιδραστικής συμπεριφοράς τους, με χαρακτηριστική την εμφάνιση της αντίστασης πολιτικής. Έτσι, η εισαγωγή μιας παρέμβασης μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση παρενεργειών, ή ακόμη η απόκριση του συστήματος να διαφέρει σε χρόνο και σε τόπο χωρίς προφανή σύνδεση αιτίου-αιτιατού. Ο λόγος είναι η μη κατανόηση από τους ανθρώπους της δυναμικής πολυπλοκότητας του συστήματος. Μια ολιστική-συστημική θεώρηση προτείνεται για τη λήψη αποφάσεων με στόχο τη βελτίωση των εκπαιδευτικών μονάδων.

Η μεθοδολογία της συστημικής δυναμικής παρέχει μέσω λογισμικών τα εργαλεία μοντελοποίησης των συστημάτων. Μέσω της προσομοίωσης μπορεί να γίνει έλεγχος των αποφάσεων και παρεμβάσεων πριν την εφαρμογή τους στο σύστημα. Τα στελέχη της εκπαίδευσης και ιδίως οι διευθυντές/διευθύντριες των εκπαιδευτικών μονάδων λαμβάνουν αποφάσεις και εφαρμόζουν πολιτικές για τη βελτίωσή τους. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρήση Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε ποιοτική έρευνα με συνεντεύξεις σε 6 στελέχη της εκπαίδευσης, σε έναν νομό μιας περιφερειακής διεύθυνσης εκπαίδευσης της χώρας.

Από την έρευνα προέκυψε ότι τα στελέχη της εκπαίδευσης δε γνωρίζουν τις βασικές έννοιες της συστημικής σκέψης. Οι αποφάσεις που λαμβάνουν αφορούν θέματα κυρίως καθημερινής λειτουργίας των εκπαιδευτικών μονάδων που διοικούν, ως εκ τούτου δεν υφίσταται σχεδιασμός για τη λήψη αποφάσεων σε μεσο-μακροχρόνιο επίπεδο. Δεν χρησιμοποιούν επομένως λογισμικά προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων κατά τη λήψη των αποφάσεων. Αποτιμούν θετικά τις δυνατότητες των λογισμικών και τα θεωρούν χρήσιμα εργαλεία. Θα επιθυμούσαν να τα χρησιμοποιήσουν κατά τη λήψη των αποφάσεών τους με την προϋπόθεση της πρότερης επιμόρφωσης. Παράλληλα, τονίζουν ότι επί του παρόντος είναι περισσότερο χρήσιμα σε επίπεδο περιφερειακών διευθύνσεων ή υπουργείου, καθώς η αυτονομία των εκπαιδευτικών μονάδων είναι περιορισμένη.

Λέξεις-κλειδιά: Συστημική Σκέψη, Δυναμικά Συστήματα, Συστημική Δυναμική, Μοντελοποίηση, Προσομοίωση, Λήψη Αποφάσεων, Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης

Abstract

Educational organizations are complex and dynamic social systems. Interventions in these systems often lead to undesired results due to their counterintuitive behavior, with the appearance of policy resistance characteristic. Thus, the introduction of an intervention may lead to the occurrence of side effects, or even the response of the system to vary in time and place without an obvious cause-and-effect connection. The reason is people's lack of understanding of the dynamic complexity of the system. A holistic-systemic view is proposed for decision-making aimed at improving educational units.

The system dynamics methodology provides the modeling tools of the systems through software. Through the simulation, decisions and interventions can be checked before their implementation in the system. Education officials and especially the directors of educational units make decisions and implement policies for their improvement. The purpose of this research is to investigate the views of education executives on the use of Dynamic Systems Simulation Software in Education Governance. For this purpose, a qualitative research was carried out with interviews with 6 education officials, in a prefecture of a regional education directorate of the country.

The research showed that the education executives do not know the basic concepts of systemic thinking. The decisions they take mainly concern matters of daily operation of the educational units they manage, therefore there is no planning for decision-making at a medium-long-term level. They therefore do not use dynamic systems simulation software when making decisions. They positively evaluate the software's capabilities and consider them useful tools. They would like to use them in their decision-making provided they are trained beforehand. At the same time, they emphasize that currently these are more useful at the level of regional directorates or ministries, as the autonomy of educational units is limited.

Keywords: *Systems Thinking, Complex Dynamic Systems, System Dynamics, Modeling, Simulation, Decision Making, Educational Governance*

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	4
Abstract	6
Κατάλογος Πινάκων	11
Κατάλογος Εικόνων.....	11
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	13
Εισαγωγή	16
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	20
Κεφάλαιο 1	20
Συστήματα	20
1.1 Ορισμοί Συστήματος.....	20
Κεφάλαιο 2	24
Συστημική Σκέψη	24
2.1 Ιστορική αναδρομή	24
2.2 Ορισμοί - Εφαρμογές	30
Κεφάλαιο 3	38
Συστημική Δυναμική	38
3.1 Ιστορική αναδρομή	38
3.2 Χαρακτηριστικά δυναμικών συστημάτων	42
3.2.1 Βρόχοι Ανατροφοδότησης.....	42
3.2.2 Αντίσταση Πολιτικής	44
3.2.3 Δυναμική Πολυπλοκότητα	46
3.2.4 Αντιδιδασθητική Συμπεριφορά (Counterintuitive Behavior).....	48
3.2.5 Χρονοκαθυστερήσεις	49
3.2.5 Μη Γραμμικότητα	49

3.3 Μοντελοποίηση και Προσομοίωση	50
3.4 Μεθοδολογία και Εργαλεία Μοντελοποίησης	54
3.4.1 Διαγράμματα βρόχων – αιτιών (Causal Loops Diagrams)	56
3.4.2 Χρονοδιαγράμματα Συμπεριφοράς (Behavior Over Time Graphs)	57
3.4.3 Διαγράμματα Συσσωρευτών - Ροών (Stock and Flow maps)	58
3.4.4 Εξισώσεις μοντέλου	60
3.4.5 Υπολογιστικές Προσομοιώσεις	61
3.5 Εφαρμογές της Συστημικής Δυναμικής	63
Κεφάλαιο 4	87
Λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων	87
4.1 Vensim	87
4.2 Insight Maker	93
4.3 NetLogo.....	98
4.4 Stella.....	102
4.5 Simantics System Dynamics	106
4.6 Powersim.....	109
4.7 Anylogic	114
4.8 Forio	117
Κεφάλαιο 5	121
Βιβλιογραφική επισκόπηση εφαρμογών προσομοίωσης στη διακυβέρνηση της εκπαίδευσης	121
ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	137
Κεφάλαιο 6	137
Μεθοδολογία Έρευνας.....	137
6.1 Αναγκαιότητα και πρωτοτυπία της έρευνας	137
6.2 Ο ερευνητικός σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα.....	138
6.3 Η ερευνητική προσέγγιση	139

6.4 Το εργαλείο της συλλογής των πρωτογενών δεδομένων	140
6.5 Δείγμα της έρευνας	142
6.6 Διεξαγωγή της έρευνας	143
6.7 Διαδικασία ελέγχου της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας	147
6.8 Ηθική της έρευνας.....	148
6.9 Ανάλυση των δεδομένων	149
6.10 Οι περιορισμοί της έρευνας.....	151
Κεφάλαιο 7	153
Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας	153
7.1 Εισαγωγικά.....	153
7.2 Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος.....	154
7.3 Γνώσεις, αντιλήψεις, παρανοήσεις των στελεχών για την έννοια της Συστημικής Σκέψης.....	156
7.4 Λήψη Αποφάσεων.....	157
7.4.1 Χρονική διάσταση του Σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων	157
7.4.2 Θεματικές περιοχές και προβλήματα λήψης αποφάσεων	158
7.4.3 Χρήση επικουρικών εργαλείων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.....	160
7.5 Αποκωδικοποίηση της μελέτης περίπτωσης και της επίδειξης του λογισμικού	161
7.5.1 Δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων. 161	
7.5.2 Αποτύπωση των μερών και των σχέσεων ενός συστήματος.....	164
7.5.3 Δυσκολία χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης	166
7.6 Αξιοποίηση του λογισμικού στη λήψη αποφάσεων.....	167
7.6.1 Αντιλήψεις των στελεχών για τη χρησιμότητα του εργαλείου	167
7.6.2 Αντιλήψεις των στελεχών για την εφικτότητα εφαρμογής της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. 169	

7.6.3 Αξιοποίηση του εργαλείου προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη λήψη αποφάσεων από τα στελέχη	172
7.7 Στάσεις των υποκειμένων	174
7.8 Αποτύπωση συχνότητας εμφάνισης λέξεων και δενδρική απεικόνιση συνδέσεων κατά τη διαδικασία των συνεντεύξεων (Word Frequency Query).....	176
7.9 Διαγραμματική κωδικοποίηση των απαντήσεων των στελεχών εκπαίδευσης (Project Maps).....	180
Κεφάλαιο 8	186
Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	186
8.1 Συμπεράσματα	186
8.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	190
Βιβλιογραφία	191
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	207
Παράρτημα Α: Κωδικοί Ανάλυσης Δεδομένων (Codebook)	207
Παράρτημα Β: Πρωτόκολλο Συνέντευξης.....	213
Παράρτημα Γ: Έντυπο Συγκατάθεσης.....	215
Παράρτημα Δ: Οι Απομαγνητοφωνήσεις των Συνεντεύξεων.....	216

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Παραδείγματα Αντίστασης Πολιτικής (Policy Resistance)	45
Πίνακας 2: Δυναμική Πολυπλοκότητα	47
Πίνακας 3: Θεματικές ενότητες και σύνδεση με ερευνητικά ερωτήματα	150
Πίνακας 4: Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων	155
Πίνακας 5: Αποκωδικοποίηση και στάσεις των στελεχών (Matrix Coding Query)..	175
Πίνακας 6: Αξιοποίηση και στάσεις των στελεχών (Matrix Coding Query)	176

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Τα Κύματα της Συστημικής Σκέψης (Cabrera et al., 2021)	29
Εικόνα 2. Το μοντέλο Iceberg model του Goodman (Kim, 1999)	31
Εικόνα 3: The Feedback View of the World. Προσαρμογή από Sterman (2001).	44
Εικόνα 4: Εφαρμογές της μοντελοποίησης σε αφαιρετική κλίμακα (Borshchev & Filippov, 2004)	50
Εικόνα 5: Προσεγγίσεις Μοντελοποίησης (Borshchev & Filippov, 2004)	51
Εικόνα 6: Διαδικασία συστημικής δυναμικής. Προσαρμογή από Forrester (1994). ...	54
Εικόνα 7: Επισκόπηση των πρότυπων τομέων και των διασυνδέσεων (Dianati et al., 2021).	82
Εικόνα 8: Interface Vensim	87
Εικόνα 9: Δημιουργός εξισώσεων Vensim.	89
Εικόνα 10: Η αρχική επιφάνεια διεπαφής στο Insight Maker.	95
Εικόνα 11: : Μοντελοποίηση με μεθοδολογία συστημικής δυναμικής στο NetLogo.	100
Εικόνα 12: Μοντελοποίηση στο NetLogo Web.	101
Εικόνα 13: Κέντρο εντολών και κώδικας στο NetLogo Web.	101
Εικόνα 14: Μοντελοποίηση στο Stella Architect.	103
Εικόνα 15: Αποθετήριο Exchange της isee..	104
Εικόνα 16: Δημοσιευμένο μοντέλο Predators/Prey στο Exchange.	104
Εικόνα 17: Μοντελοποίηση στο Stella Online.	105
Εικόνα 18: Μοντελοποίηση στο isee Player.	105
Εικόνα 19: Σχεδιασμός συσσωρευτών-ροών στο Simantics System Dynamics Tool.	106

Εικόνα 20: Μοντελοποίηση και προσομοίωση στο Simantics System Dynamics Tool.	108
Εικόνα 21: Περιβάλλον pForecast του Powersim.	109
Εικόνα 22: Εργαλειοθήκη Powersim Studio 10.	110
Εικόνα 23: Περιβάλλον προσομοίωσης στο Powersim.	113
Εικόνα 24: Περιβάλλον μοντελοποίησης στο AnyLogic.	115
Εικόνα 25: Μοντέλο Epidemic με χρήση συστημικής δυναμικής στο AnyLogic.....	116
Εικόνα 26: Μοντελοποίηση στο Epicenter.	118
Εικόνα 27: Μοντελοποίηση στο Forio σε συνεργασία με το MIT.	119
Εικόνα 28: Μοντελοποίηση της TESLA στο Forio σε περιβάλλον Powersim.	120
Εικόνα 29: Παραμετροποίηση μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017).....	127
Εικόνα 30: Οργανόγραμμα Εκπαίδευσης (Πηγή: ΠΕ.Κ.Ε.Σ. Στερεάς Ελλάδας).....	143
Εικόνα 31: Δενδρική απεικόνιση λέξης "λογισμικό" (Text Search Query)	177
Εικόνα 32: Δενδρική απεικόνιση λέξης "εργαλείο" (Text Search Query)	178
Εικόνα 33: Δενδρική απεικόνιση λέξης "απόφαση" (Text Search Query).....	178
Εικόνα 34: Δενδρική απεικόνιση λέξης "σύστημα" (Text Search Query)	178
Εικόνα 35: Δενδρική απεικόνιση λέξης "προσομοίωση" (Text Search Query)	179
Εικόνα 36: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθύντριας Γενικού Λυκείου.....	180
Εικόνα 37: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.....	181
Εικόνα 38: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου	182
Εικόνα 39: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Εργαστηριακού Κέντρου	183
Εικόνα 40: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Επαγγελματικού Λυκείου	184
Εικόνα 41: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Προϊσταμένης Ολιγοθέσιου Δημοτικού Σχολείου	185

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Γράφημα 1: Αποτύπωση δομής μοντέλου	52
Γράφημα 2: Διάγραμμα βρόχων – αιτιών (Causal Loop Diagram).....	56
Γράφημα 3: Χρονοδιάγραμμα Συμπεριφοράς (Behavior Over Time Graph)	58
Γράφημα 4: Η μπανιέρα του Sterman (Προσαρμογή από Sterman, 2000).	59
Γράφημα 5: Διάγραμμα συσσωρευτών – Ροών (Vensim).....	59
Γράφημα 6: Εξισώσεις μοντέλου Pray - Predator	61
Γράφημα 7: Προσομοίωση σε περιβάλλον Vensim	62
Γράφημα 8: Προσομοίωση σε περιβάλλον NetLogo.....	62
Γράφημα 9: Μοντέλο αιτιωδών σχέσεων και δομών (Stave, 2002).....	64
Γράφημα 10: Διάγραμμα βρόχων - αιτιών De la Prieta et al. (2022)	66
Γράφημα 11: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών De la Prieta et al. (2022).	66
Γράφημα 12: Πρώτη προσομοίωση (SIM-1) μοντέλου De la Prieta et al. (2022).	67
Γράφημα 13: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών εργοστασίου (Olivares-Aguila & ElMaraghy, 2021).....	71
Γράφημα 14: Επίδραση πλήρους διαταραχής στο επίπεδο και κόστος των υπηρεσιών (Olivares-Aguila & ElMaraghy, 2021),.....	72
Γράφημα 15: Διάγραμμα βρόχων - αιτιών (Causal Loop Diagram) Ruiz-Meza et al., (2022).....	74
Γράφημα 16: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών (Stock and Flow Map) των σχέσεων των μεταβλητών brand awareness του προορισμού Ruiz-Meza et al., (2022).....	75
Γράφημα 17: Συμπεριφορά των τουριστικών αφίξεων στο Sucre σύμφωνα με τα σενάρια δοκιμής (204 μήνες), Ruiz-Meza et al., (2022).	77
Γράφημα 18: Επίδραση της πολυπλοκότητας στις διαστάσεις της εικόνας της μάρκας, της αντιλαμβανόμενης αξίας και της αντιλαμβανόμενης ποιότητας Ruiz-Meza et al., (2022).....	78
Γράφημα 19: Τομέας 1, Συλλογή αποβλήτων (Dianati et al., 2021).	83
Γράφημα 20: Εκπομπές GHG, σενάρια βάσης, απαγόρευσης καύσης και βιοαερίου (Dianati et al., 2021).....	85
Γράφημα 21: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών Vensim.	88
Γράφημα 22: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης Vensim.	88

Γράφημα 23: Μοντέλο πληθυσμού Vensim.....	89
Γράφημα 24: Προσομοίωση συστήματος πληθυσμού Vensim.....	90
Γράφημα 25: Χρονοδιάγραμμα συμπεριφοράς Vensim.....	90
Γράφημα 26: Causal Tracing Vensim.....	92
Γράφημα 27: Σχεδιασμός συσσωρευτών-ροών στο Insight Maker.....	96
Γράφημα 28: Πίνακας διαμόρφωσης μοντέλου Insight Maker.....	96
Γράφημα 29: Αποτύπωση ολοκληρωμένου μοντέλου στο Insight Maker.....	97
Γράφημα 30: Προσομοίωση στο Insight Maker.....	97
Γράφημα 31: Storytelling στο Insight Maker.....	98
Γράφημα 32: Μοντέλο Inventory στο Powersim.....	112
Γράφημα 33: Διάγραμμα βρόχων-αιτιών στο Powersim.....	112
Γράφημα 34: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων (Mohammadi & Faskhodi, 2022).....	122
Γράφημα 35: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Tomljenović et al., 2022).....	123
Γράφημα 36: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης (Manesh & Khatami, 2021).....	123
Γράφημα 37: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Relic & Bozikon, 2020).....	124
Γράφημα 38: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης (Al Hallak et al., 2019).....	125
Γράφημα 39: Διάγραμμα αιτιωδών σχέσεων μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017).....	126
Γράφημα 40: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017).....	126
Γράφημα 41: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης αλληλεπίδρασης Βιομηχανίας - Τεχνικής Εκπαίδευσης (Upadhayay & Vrat, 2016).....	128
Γράφημα 42: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Strauss & Borenstein, 2015).....	129
Γράφημα 43: Διάγραμμα αιτιωδών σχέσεων των βρόχων ενίσχυσης της Δράσης NCLB (Groff, 2013).....	130
Γράφημα 44: Διάγραμμα ανάλυσης συσσωρευτών-ροών NCLB (Groff, 2013).....	130
Γράφημα 45: Διάγραμμα σχέσεων οντοτήτων για το σύστημα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Pedamallu et al., 2010).....	131
Γράφημα 46: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών μοντέλου προσφοράς-ζήτησης δασκάλων (Hsiao et al., 2009).....	132
Γράφημα 47: Δυναμική υπόθεση μοντέλου STEM (Sanchez et al., 2009).....	133
Γράφημα 48: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών STEM (Sanchez et al., 2009).....	133

Γράφημα 49: Μοντελοποίηση τομέα του δημοτικού σχολείου (Altamirano & Daalen, 2004).....	134
Γράφημα 50: Μοντέλο SOL και αρχική σύλληψη των αποτελεσμάτων (Προσαρμογή από Wheat, 2000)	135
Γράφημα 51: Οι ανεπιθύμητες παρενέργειες του μοντέλου SOL (Wheat, 2000)	136
Γράφημα 52: Παρουσίαση μοντέλου πληθυσμού	146
Γράφημα 53: Προσομοίωση μοντέλου παρουσίασης.....	146
Γράφημα 54: Προσομοίωση με παρέμβαση	147
Γράφημα 55: Συμμετέχοντες/ουσες και θεματικές ερωτήσεων.....	153
Γράφημα 56: Επιθυμία αξιοποίησης της μεθόδου από τα στελέχη της εκπαίδευσης	174
Γράφημα 57: Διάγραμμα Matrix Coding Query αποκωδικοποίησης και στάσεων των στελεχών	175
Γράφημα 58: Διάγραμμα Matrix Coding Query αξιοποίησης και στάσεων των στελεχών	176
Γράφημα 59: Συχνότητα χρήσης λέξεων στις συνεντεύξεις (Word Frequency Query)	177

Εισαγωγή

Ο κόσμος αποτελείται από συστήματα. Τα συστήματα αποτελούνται από μέρη τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους εμφανίζοντας έτσι το σύστημα μια ενιαία συμπεριφορά. Τα κοινωνικά συστήματα χαρακτηρίζονται ως πολύπλοκα και δυναμικά. Πολύπλοκα γιατί είναι δύσκολη η πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους και δυναμικά γιατί μεταβάλλονται στην πορεία του χρόνου (Barlas, 2002). Βασικό χαρακτηριστικό των κοινωνικών συστημάτων είναι ότι η συμπεριφορά τους δεν οφείλεται σε γραμμικές σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος αλλά αποδίδεται σε βρόχους ανατροφοδότησης (feedback loops). Οι βρόχοι ανατροφοδότησης μπορεί να είναι θετικοί-ενισχυτικοί (reinforcement) ή αρνητικοί-εξισορροπητικοί (balancing). Συχνά οι άνθρωποι προσπαθούν να παρέμβουν στα συστήματα και οι αποφάσεις που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση ζητημάτων ή η εφαρμογή πολιτικών έχουν ως αποτέλεσμα την επιδείνωση της κατάστασης του συστήματος. Η αντιδραστική συμπεριφορά των συστημάτων έχει ως αποτέλεσμα την αντίσταση πολιτικής, δηλαδή την τάση των συστημάτων να αντιστέκονται στις αλλαγές μέσω απρόβλεπτων αντιδράσεων και ανεπιθύμητων παρενεργειών (Sterman, 2001).

Υπάρχει δυσκολία στην κατανόηση των πολύπλοκων συστημάτων. Η ικανότητα των ανθρώπων να προβλέπουν τις επιπτώσεις των παρεμβάσεων σε ένα σύστημα είναι ανεπαρκής. Οι άνθρωποι τείνουν να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση στατικά και απλουστευτικά νοητικά μοντέλα. Οι γνωστικές δυσκολίες στην κατανόηση των πολύπλοκων και δυναμικών κοινωνικών συστημάτων έχουν επιβεβαιωθεί εμπειρικά και προέρχονται από τη μη κατανόηση των διαδικασιών ανατροφοδότησης, των χρονοκαθυστερήσεων, των σχέσεων συσσωρευτών-ροών και της μη γραμμικότητας. Μια ολιστική θεώρηση επιτρέπει την αποτελεσματικότερη μάθηση και την αποφυγή εμφάνισης της αντίστασης πολιτικής. Η συστημική προοπτική μπορεί να οδηγήσει στη λήψη αποφάσεων συνεπών με τις προσδοκίες των ανθρώπων αλλά και του συστήματος ως ολότητα. (Sterman, 2002; Sterman & Swenney, 2000).

Τα εκπαιδευτικά συστήματα είναι πολύπλοκα και δυναμικά (Fidan & Balci, 2017; Schuelka & Engsig, 2022; Waslander et al., 2020). Οι ιθύνοντες της εκπαίδευσης

παρεμβαίνουν σε αυτά για τη διόρθωση της πορείας τους ή την εφαρμογή κάποιας πολιτικής. Συχνά όμως, αυτές οι παρεμβάσεις αυτές έχουν αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα (Groff, 2013). Η ανάδυση περιπτώσεων αντίστασης πολιτικής είναι αρκετά συνηθισμένη. Ο λόγος για αυτό είναι ότι δε λαμβάνεται υπόψη η δυναμική πολυπλοκότητα του συστήματος. Οι άνθρωποι έχουν συνηθίσει να αλληλεπιδρούν με απλά συστήματα όπου κυριαρχεί η χρονική εγγύτητα αιτίας-αποτελέσματος αλλά και η αναλυτική προσέγγιση. Οι βιώσιμες αλλαγές στα εκπαιδευτικά συστήματα μπορούν να επιτευχθούν μέσω της αλλαγής της ικανότητας των εκπαιδευτικών μονάδων για διαρκή βελτίωση και μέσω μιας ολιστικής συστημικής προσέγγισης (Burns & Köster, 2016; Fullan, 2001).

Η συστημική δυναμική (system dynamics) είναι μια μεθοδολογία που ενισχύει τη μάθηση της δυναμικής πολυπλοκότητας, την κατανόηση των πηγών της αντίστασης πολιτικής και τον σχεδιασμό αποτελεσματικών πολιτικών. Δημιουργεί μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των διανοητικών μοντέλων των ανθρώπων και των μοντέλων προσομοίωσης (Forrester, 2009). Παρέχει μέσω λογισμικών τα εργαλεία για τη μοντελοποίηση και ανάλυση δυναμικών συστημάτων. Είναι μια μεθοδολογία με την οποία μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα για να αποτυπωθεί η μεταβολή των πολύπλοκων συστημάτων. Έτσι, μπορεί να γίνει έλεγχος των πολιτικών παρεμβάσεων πριν την εφαρμογή τους στα συστήματα σε μια προσπάθεια να επιτευχθούν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα (systemdynamics.org; Bures, 2015; Latuszynska, 2017). Έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στη Διοίκηση Επιχειρήσεων, στην Ιατρική, στην Οικολογία και σε άλλους κλάδους. Σχετικά λίγες είναι οι εφαρμογές της στο πεδίο της Εκπαίδευσης, ενώ στην Ελλάδα δεν υπάρχουν καταγεγραμμένες αντίστοιχες μελέτες.

Η εξαντλητική επισκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε ότι δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν επικεντρωθεί στις απόψεις και στάσεις των διοικούντων των εκπαιδευτικών μονάδων για την εφαρμογή λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Οι διευθυντές και διευθύντριες των εκπαιδευτικών μονάδων, αλλά και τα στελέχη των υψηλότερων επιπέδων διοίκησης, έρχονται αντιμέτωπα με θέματα στα οποία καλούνται να λάβουν αποφάσεις και να εφαρμόσουν πολιτικές προκειμένου να βελτιώσουν την εκπαιδευτική μονάδα. Στο ελληνικό συγκείμενο, μεγάλο μέρος των αποφάσεων που αφορούν τις εκπαιδευτικές μονάδες λαμβάνεται σε κεντρικό επίπεδο. Ο OECD πρότεινε τη μεγαλύτερη σχολική αυτονομία για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών μονάδων (Burns, 2012;

Busemeyer, 2012; OECD, 2020). Η πολιτεία, έχει δραστηριοποιηθεί προς αυτή την κατεύθυνση μέσω των περιφερειακών δομών υποστήριξης, όμως παραμένει το ερώτημα ως προς το κατά πόσο τα στελέχη διοίκησης των εκπαιδευτικών μονάδων έχουν τη σχετική αυτονομία ως προς τη λήψη αποφάσεων.

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις των Στελεχών της Εκπαίδευσης για τη χρήση Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί να διερευνηθούν οι γνώσεις των στελεχών για την έννοια της συστημικής σκέψης, να αναδειχθεί η χρονική διάσταση του σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων των στελεχών, να καταγραφούν οι απόψεις τους για τις δυνατότητες των λογισμικών προσομοίωσης και να ανιχνευθούν οι διαθέσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την αξιοποίηση των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη λήψη αποφάσεων Διακυβέρνησης της Εκπαίδευσης.

Το σύστημα βιβλιογραφικών αναφορών που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία είναι το American Psychological Association 7th edition. Για τη διαχείριση των βιβλιογραφικών αναφορών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Mendeley Reference Manager. Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της ποιοτικής έρευνας. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις. Για την ανάλυση περιεχομένου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων NVivo της QSR International.

Το θεωρητικό μέρος της εργασίας διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στις βασικές έννοιες των συστημάτων. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στους ορισμούς των συστημάτων, στα στοιχεία τους, τις κατηγοριοποιήσεις και τη συμπεριφορά των συστημάτων.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη Συστημική Σκέψη. Παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή, η εξέλιξη της συστημικής σκέψης, οι ορισμοί, τα εργαλεία, τα χαρακτηριστικά της και τα πεδία εφαρμογών της.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Συστημική Δυναμική. Πιο συγκεκριμένα, παρατίθενται ιστορικά στοιχεία της εμφάνισης και εξέλιξής της, τα χαρακτηριστικά των δυναμικών συστημάτων, η μοντελοποίηση και προσομοίωση, η μεθοδολογία και τα εργαλεία μοντελοποίησης και τέλος οι εφαρμογές της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα λογισμικά μέσω των οποίων εφαρμόζεται η συστημική δυναμική, τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητές τους.

Το πέμπτο κεφάλαιο πραγματεύεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση των εφαρμογών προσομοίωσης στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Παρουσιάζεται το σύνολο των ερευνών που εντοπίστηκαν σε διεθνές επίπεδο και που εφαρμόζουν τη συστημική δυναμική στο πεδίο της εκπαιδευτικής διακυβέρνησης.

Τα επόμενα κεφάλαια αναφέρονται στο ερευνητικό μέρος της εργασίας. Το έκτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μεθοδολογία της έρευνας και περιέχει την προβληματική της, την αναγκαιότητα και πρωτοτυπία της, τον ερευνητικό σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα, το εργαλείο συλλογής των δεδομένων, το δείγμα της έρευνας, τη διαδικασία διεξαγωγής της, τη διαδικασία ελέγχου της εγκυρότητας και αξιοπιστίας της, την ηθική διάσταση, την ανάλυση των δεδομένων και τους περιορισμούς της έρευνας.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας, μελέτη και σχολιασμός των ευρημάτων.

Στο όγδοο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της έρευνας σε σχέση με τους ερευνητικούς άξονες και ακολουθούν οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Κεφάλαιο 1

Συστήματα

1.1 Ορισμοί Συστήματος

Σύμφωνα με το Oxford English Dictionary ένα σύστημα είναι μια ομάδα, σύνολο ή άθροισμα πραγμάτων, φυσικών ή τεχνητών, που σχηματίζουν ένα συνδεδεμένο ή πολύπλοκο σύνολο. Στο Merriam-Webster δίνεται ως ορισμός του συστήματος μια τακτικά αλληλεπιδρούσα ή αλληλοεξαρτώμενη ομάδα στοιχείων που σχηματίζουν ένα ενιαίο σύνολο και, ένα οργανωμένο σύνολο δογμάτων, ιδεών ή αρχών που συνήθως προορίζονται να εξηγήσουν τη διάταξη ή τη λειτουργία ενός συστηματικού συνόλου. Στο Britannica Dictionary το σύστημα ορίζεται ως μια ομάδα συνδεδεμένων μερών τα οποία κινούνται ή λειτουργούν μαζί. Ο Gaines (1979), δηλώνει ότι σύστημα είναι αυτό που διακρίνεται ως σύστημα. Επίσης, σύστημα είναι ό,τι θέλουμε να διακρίνουμε ως σύστημα. Σύμφωνα με τον Bertalanffy (1968), το σύστημα ορίζεται ως ένα σύνολο στοιχείων σε αλληλεπίδραση, ενώ κατά τους Goguen & Varela (1979) ο κόσμος δεν παρουσιάζεται έτσι απλά χωρισμένος σε συστήματα, οικοσυστήματα και περιβάλλοντα. Αυτά είναι κατηγοριοποιήσεις που γίνονται από τους ανθρώπους για λόγους ευκολίας και για συγκεκριμένους σκοπούς. Σύστημα είναι μια συλλογή μερών που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους έτσι ώστε να λειτουργούν σαν ένα «όλο». Για παράδειγμα, το σύστημα ψύξης ενός αυτοκινήτου μπορεί να αποτελείται από ένα σώμα καλοριφέρ, τον ανεμιστήρα, την αντλία νερού, αρκετούς σωλήνες και σφιγκτήρες. Όλα μαζί λειτουργούν για να προστατεύουν τη μηχανή από την υπερθέρμανση ενώ ξεχωριστά δεν έχουν κάποια χρησιμότητα. Για να πραγματοποιηθεί η λειτουργία, πρέπει όλα τα μέρη να είναι παρόντα και τακτοποιημένα με τον κατάλληλο τρόπο. Μετακινώντας έστω λίγο την άκρη ενός σωλήνα είναι αρκετό για να τεθεί το σύστημα ψύξης του αυτοκινήτου εκτός λειτουργίας. Εάν κάτι αποτελείται από έναν αριθμό μερών και δεν έχει σημασία πώς τα μέρη αυτά είναι τακτοποιημένα, τότε υπάρχει μια «στοίβα», ένας «σωρός» και όχι ένα σύστημα. Π.χ., ένας σωρός από άμμο παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητος ακόμα και αν τον ανακατευτεί. Μια άλλη διαφορά μεταξύ συστημάτων και «σωρών» ή αθροίσματος μερών είναι ότι οι σωροί δε μεταβάλλονται ουσιαστικά προσθέτοντας στο μέγεθός τους ή αφαιρώντας κάποια μέρη τους.

Προσθέτοντας περισσότερο γάλα στο δοχείο υπάρχει μια μεγαλύτερη ποσότητα από γάλα, αλλά προσθέτοντας μια ακόμα αγελάδα σε αυτή που ήδη υπάρχει, δεν οδηγεί στο να υπάρξει μια μεγαλύτερη αγελάδα. Με τον ίδιο τρόπο, ρίχνοντας το μισό γάλα σε ένα άλλο δοχείο υπάρχουν δυο μικρότερες ποσότητες γάλατος αλλά, χωρίζοντας την αγελάδα στη μέση δεν υπάρχουν δυο μικρότερες αγελάδες, καθώς η ουσιαστική φύση της αγελάδας, ενός ζωντανού συστήματος, θα έχει χαθεί. Αυτό είναι που εννοείται λέγοντας ότι ένα σύστημα λειτουργεί σαν ένα «όλο». Η συμπεριφορά του εξαρτάται από τη συνολική δομή του και όχι απλά αθροίζοντας τη συμπεριφορά των διαφορετικών μερών του. Ένα σύστημα μπορεί βέβαια να είναι μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος. Τότε, λέγεται υποσύστημα του μεγαλύτερου συστήματος. Και αυτό το μεγαλύτερο σύστημα βέβαια, μπορεί να είναι υποσύστημα ενός ακόμα μεγαλύτερου συστήματος. Αυτό το πρότυπο των συστημάτων που είναι μέρος μεγαλύτερων συστημάτων μπορεί να εντοπιστεί σε όλες τις διαστάσεις του ανθρώπινου περιβάλλοντος (Kauffman, 1980).

Κατά τον Ackoff (1971), ένα σύστημα είναι ένα σύνολο συσχετισμένων στοιχείων. Συνεπώς, ένα σύστημα είναι μια οντότητα που αποτελείται από τουλάχιστον δύο στοιχεία και μια σχέση μεταξύ καθενός από τα στοιχεία του και τουλάχιστον ενός άλλου στοιχείου του συνόλου.

Αφηρημένο σύστημα είναι αυτό που όλα τα στοιχεία του είναι έννοιες. Οι γλώσσες, τα φιλοσοφικά συστήματα, τα αριθμητικά συστήματα είναι σχετικά παραδείγματα. *Σαφές* είναι ένα σύστημα όταν δύο τουλάχιστον από τα στοιχεία του είναι αντικείμενα. Η *κατάσταση ενός συστήματος* σε μια χρονική στιγμή είναι το σύνολο των σχετικών ιδιοτήτων που έχει το σύστημα τη δεδομένη χρονική στιγμή. Οι αξίες των σχετικών ιδιοτήτων συνιστούν την κατάσταση του συστήματος. Το *περιβάλλον ενός συστήματος* είναι ένα σύνολο στοιχείων και οι σχετικές τους ιδιότητες, τα οποία στοιχεία δεν είναι μέρος του συστήματος, αλλά μια αλλαγή σε οποιοδήποτε από αυτά μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στην κατάσταση του συστήματος. Συνεπώς, το περιβάλλον ενός συστήματος αποτελείται από όλες τις μεταβλητές που μπορεί να επηρεάσουν την κατάστασή του. Ένα *κλειστό σύστημα* δεν έχει περιβάλλον, σε αντίθεση με το *ανοιχτό σύστημα*. Ένα *στατικό (one-state) σύστημα* είναι αυτό στο οποίο δε συμβαίνουν γεγονότα. Σε ένα τραπέζι π.χ., που μπορεί να νοηθεί ως ένα σταθερό σύστημα που αποτελείται από τέσσερα πόδια, επιφάνεια, βίδες και κόλλα, δεν απεικονίζονται δομικές αλλαγές ιδιοτήτων ή αλλαγή κατάστασης. Ένα *δυναμικό (multi-state) σύστημα*

είναι αυτό στο οποίο συμβαίνουν γεγονότα, του οποίου η κατάσταση αλλάζει στο χρόνο, όπως ένα αυτοκίνητο που μπορεί να κινηθεί μπρος ή πίσω και με διαφορετικές ταχύτητες. Ένα ομοιοστατικό (*homeostatic*) σύστημα είναι ένα στατικό σύστημα του οποίου τα στοιχεία και το περιβάλλον είναι δυναμικά. Συνεπώς, ένα ομοιοστατικό σύστημα είναι αυτό που συγκρατεί την κατάστασή του σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον με εσωτερικές ρυθμίσεις. Ένα σπίτι που συντηρεί σταθερή τη θερμοκρασία του ενώ η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται είναι ομοιοστατικό. Η συμπεριφορά του υποσυστήματος θέρμανσής του το κάνει αυτό δυνατό.

Ο Klir (2001), προτείνει την μαθηματική αποτύπωση $S = (T, R)$, όπου S συμβολίζει ένα σύστημα, T ένα σύνολο αντικειμένων και R μια σχέση ορισμένη στο T . Το σύμβολο T μπορεί να σημαίνει ένα ενιαίο σύνολο στοιχείων, πεπερασμένων ή άπειρων, αλλά μπορεί και να αντιπροσωπεύει, ένα σύνολο ισχύος (το σύνολο όλων των υποσυνόλων ενός άλλου συνόλου), οποιοδήποτε υποσύνολο του συνόλου ισχύος ή μια αυθαίρετη οικογένεια διακριτών συνόλων. Το περιεχόμενο του συμβόλου R είναι ακόμα πιο πλούσιο καθώς, για κάθε σύνολο T με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, το σύμβολο αντιπροσωπεύει κάθε σχέση που μπορεί να οριστεί στο σύνολο. Για να εισαγάγουμε την έννοια της σχέσης, πρέπει πρώτα να εισάγουμε την υποκείμενη έννοια ενός καρτεσιανού προϊόντος συνόλων. Για να γίνει αυτό, ας υποθέσουμε ότι το σύμβολο T στην εξίσωση $S = (T, R)$ σημαίνει την οικογένεια των συνόλων A_1, A_2, \dots, A_n , δηλαδή,

$$T = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$$

Στην περίπτωση αυτή, το καρτεσιανό γινόμενο των συνόλων αυτής της οικογένειας, το οποίο συνήθως συμβολίζεται με το σύμβολο

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$$

είναι το σύνολο όλων των πιθανών διατεταγμένων n -πλειάδων που σχηματίζονται επιλέγοντας την πρώτη συνιστώσα από το σύνολο A_1 , τη δεύτερη συνιστώσα από το A_2 και την τελευταία συνιστώσα από το A_n .

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n = \{(a_1, a_2, \dots, a_n), a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_n \in A_n\}$$

Σε ένα καρτεσιανό γινόμενο μπορούν να οριστούν πολλές διακριτές σχέσεις, ο αριθμός των οποίων αυξάνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός των διακριτών συνόλων της εξίσωσης

$S = (T, R)$. Όταν το T είναι ένα μοναδικό σύνολο, έστω το A , οι σχεσιακές μορφές είναι:

$$R \subseteq A^2 (= A \times A),$$

$$R \subseteq A^2 (= A \times A \times A),$$

$$R \subseteq A^n (= \underline{A \times A \times \dots A}) \text{ } n \text{ φορές.}$$

Όταν το T αποτελείται από μια οικογένεια δύο συνόλων $T = (A, B)$, ο αριθμός των δυνατών σχεσιακών μορφών αυξάνεται περαιτέρω. Μερικά παραδείγματα είναι:

$$R \subseteq A \times B,$$

$$R \subseteq (A \times A) \times B,$$

$$R \subseteq (A \times B) \times (A \times B),$$

$$R \subseteq (A \times A \times A) \times B,$$

$$R \subseteq (A \times A \times A) \times (B \times B),$$

$$R \subseteq (A \times B) \times (A \times B) \times (A \times B).$$

Όσο αυξάνεται ο αριθμός των διακριτών συνόλων στο T , τόσο αυξάνεται ο αριθμός των σχεσιακών μορφών. Οι έννοιες των μαθηματικών σχέσεων ως υποσύνολα των καρτεσιανών γινομένων μπορούν να περιλάβουν τις σχετικές με το σύστημα έννοιες της διασύνδεσης, της σύζευξης, της αλληλεξάρτησης, της οργάνωσης, λειτουργίας, δομής και του προτύπου.

Κεφάλαιο 2

Συστημική Σκέψη

2.1 Ιστορική αναδρομή

Κατά τη διάρκεια αυτού του αιώνα η αλλαγή από το μηχανιστικό στο οικολογικό παράδειγμα έχει προχωρήσει με διαφορετικές μορφές ένταση στα διάφορα επιστημονικά πεδία. Περιλαμβάνει επιστημονικές επαναστάσεις, αντιδράσεις και ταλαντεύσεις. Η βασική ένταση είναι μεταξύ των μερών και του συνόλου. Η έμφαση στα μέρη έχει ονομαστεί μηχανιστική ή αναγωγική, η έμφαση στο όλο ολιστική, οργανισμική ή οικολογική. Στον εικοστό αιώνα η ολιστική προοπτική έχει γίνει γνωστή ως «συστημική» και ο τρόπος σκέψης της ως «συστημική σκέψη». Τα κύρια χαρακτηριστικά της συστημικής σκέψης εμφανίστηκαν ταυτόχρονα σε διάφορους κλάδους κατά το πρώτο μισό του αιώνα, ιδιαίτερα κατά τη δεκαετία του 1920. Στην υιοθέτηση της συστημικής σκέψης πρωτοστάτησαν οι βιολόγοι, προσδίδοντας έμφαση στη θεώρηση των ζωντανών οργανισμών ως ολοκληρωμένων ολότητων. Εμπλουτίστηκε περαιτέρω από την ψυχολογία Gestalt και τη νέα επιστήμη της οικολογίας. Η αντίθεση μεταξύ μηχανιστικής και ολιστικής αντίληψης ήταν συνέπεια της αρχαίας διχοτόμησης μεταξύ του περιεχομένου (ύλη, δομή, ποσότητα) και της μορφής (σχέδιο, τάξη, ποιότητα). Στη βιολογική μορφή κυριαρχεί μια συνεχής ροή ύλης μέσω ενός ζωντανού οργανισμού, ενώ η μορφή του διατηρείται, ορίζοντας έτσι την ανάπτυξη και την εξέλιξη. Έτσι η κατανόηση της βιολογικής μορφής είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κατανόηση των μεταβολικών και αναπτυξιακών διεργασιών. Ο Πυθαγόρας διέκρινε το πρότυπο από την ύλη, θεωρώντας το ως κάτι που την περιορίζει και της δίνει σχήμα. Σύμφωνα με τον Gregory Bateson, το επιχείρημα πήρε τη μορφή «ρωτάτε από τι είναι φτιαγμένο;» ή ρωτάτε «ποιο είναι το μοτίβο του;». Οι Πυθαγόρειοι αντιπροσώπευαν την έρευνα για το πρότυπο αντί για την έρευνα για την ουσία (Capra, 1996).

Ο Αριστοτέλης, ο πρώτος βιολόγος στη δυτική παράδοση, διέκρινε επίσης μεταξύ ύλης και μορφής, συνδέοντάς τες μέσω μιας διαδικασίας ανάπτυξης. Σε αντίθεση με τον Πλάτωνα, ο Αριστοτέλης πίστευε ότι η μορφή δεν είχε χωριστή ύπαρξη αλλά ήταν ενυπάρχουσα στην ύλη. Ούτε η ύλη θα μπορούσε να υπάρχει χωριστά από τη μορφή. Η ύλη, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, έχει τη δυνατότητα να περιέχει την ουσιαστική

φύση όλων των πραγμάτων. Μέσω της μορφής αυτής η ουσία γίνεται πραγματική. Ο Αριστοτέλης ορίζει ως ενδελέχεια ή αυτό-ολοκλήρωση τη διαδικασία αυτοπραγμάτωσης της ουσίας στα πραγματικά φαινόμενα. Πρόκειται για τη διαδικασία ανάπτυξης, όπου ύλη και μορφή χωρίζονται μέσω της αφαίρεσης.

Τον δέκατο έκτο και τον δέκατο έβδομο αιώνα η έννοια του οργανικού σύμπαντος αντικαταστάθηκε από τη μηχανιστική αντίληψη. Αυτή η αλλαγή προέκυψε λόγω της Επιστημονικής Επανάστασης στα πεδία της αστρονομίας, των μαθηματικών και της φυσικής και συνδέεται με τα ονόματα των Κοπέρνικου, Γαλιλαίου, Ντεκάρτ, Μπέικον και Νεύτωνα. Ο Γαλιλαίος απαγόρευσε την ποιότητα από την επιστήμη, περιορίζοντάς την στη μελέτη φαινομένων που μπορούσαν να μετρηθούν και να ποσοτικοποιηθούν. Ο Ντεκάρτ συνέλαβε τη μέθοδο της αναλυτικής σκέψης, η οποία συνίσταται στη διάσπαση σύνθετων φαινομένων σε κομμάτια προκειμένου να κατανοηθεί η συμπεριφορά του συνόλου από τις ιδιότητες των μερών του.

Ισχυρή αντίθεση στο μηχανιστικό παράδειγμα προήλθε από το ρομαντικό κίνημα στην τέχνη, τη λογοτεχνία και τη φιλοσοφία στα τέλη του δέκατου όγδοου αιώνα. Οι Γερμανοί ρομαντικοί εστίασαν στη φύση της οργανικής μορφής επιστρέφοντας στην αριστοτελική παράδοση. Ο Γκαίτε χρησιμοποίησε τον όρο «μορφολογία» για τη μελέτη της βιολογικής μορφής από μια δυναμική και αναπτυξιακή σκοπιά. Θαύμαζε την «κινούμενη τάξη» της φύσης και αντιλήφθηκε τη μορφή ως ένα πρότυπο σχέσεων μέσα σε ένα οργανωμένο σύνολο. «Κάθε πλάσμα» έγραψε ο Γκαίτε, «δεν είναι παρά μια διαμορφωμένη διαβάθμιση ενός μεγάλου αρμονικού συνόλου». Ο Καντ, υποστήριξε ότι οι οργανισμοί σε αντίθεση με τις μηχανές είναι αυτοαναπαραγόμενες, ολότητες. Σε μια μηχανή, σύμφωνα με τον Καντ, τα μέρη αλληλοϋποστηρίζονται όντας σε ένα λειτουργικό σύνολο. Σε έναν οργανισμό, τα μέρη υπάρχουν επίσης μεταξύ τους, με την έννοια ότι παράγουν το ένα το άλλο. Ο Καντ έγινε ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο «αυτοοργάνωση». Η ρομαντική θεώρηση της φύσης ως «ένα αρμονικό σύνολο», όπως το έθεσε ο Γκαίτε, οδήγησε ορισμένους επιστήμονες εκείνης της περιόδου στο να δουν τον πλανήτη ως ένα ενιαίο σύνολο.

Τον δέκατο ένατο αιώνα, η αναγωγική άποψη περί της θεωρίας των μικροβίων της νόσου, κατά την οποία τα βακτήρια θεωρήθηκαν η μόνη αιτία της ασθένειας, επισκίασε τη θεώρηση του Claude Bernard, ιδρυτή της σύγχρονης πειραματικής ιατρικής. Ο Bernard είχε υποστηρίξει ότι ο οργανισμός και το περιβάλλον του έχουν στενή σχέση

και ότι το εσωτερικό περιβάλλον του υγιούς οργανισμού παραμένει αμετάβλητο ακόμα και όταν το εξωτερικό περιβάλλον μεταβάλλεται, προαναγγέλλοντας την έννοια της ομοιόστασης, που αναπτύχθηκε από τον Walter Cannon τη δεκαετία του 1920. Η σταθερή πεποίθηση μεταξύ των βιολόγων ότι όλες οι ιδιότητες και οι λειτουργίες των ζωντανών οργανισμών θα εξηγούνταν τελικά με όρους χημικών και φυσικών νόμων εδραιώθηκε από την επιστήμη της βιοχημείας.

Η καθιέρωση της μηχανιστικής αντίληψης μεταξύ των βιολόγων οδήγησε στην οργανισμική βιολογία. Παρά την πρόοδο στην κατανόηση των δομών και λειτουργιών του κυττάρου, η κυτταρική βιολογία αγνοούσε τις δραστηριότητες που ενσωμάτωναν αυτές τις λειτουργίες στη λειτουργία του κυττάρου ως όλου. Πριν την εμφάνιση της οργανισμικής βιολογίας πολλοί βιολόγοι πέρασαν από μια φάση βιταλισμού τροφοδοτώντας μια μακρόχρονη συζήτηση μεταξύ της μηχανιστικής και της ολιστικής αντίληψης ή και στο πλαίσιο της μηχανιστικής αντίληψης και του βιταλισμού. Ο βιταλισμός και η οργανισμική αντίληψη υποστήριζαν ότι η συμπεριφορά ενός ζωντανού οργανισμού ως ολοκληρωμένου συνόλου δεν μπορεί να κατανοηθεί μόνο από τη μελέτη των μερών του. Οι βιταλιστές και οι οργανισμικοί βιολόγοι διέφεραν έντονα στις απαντήσεις τους στο ερώτημα με ποια έννοια ακριβώς το σύνολο είναι περισσότερο από το άθροισμα των μερών του. Οι βιταλιστές ισχυρίζονταν για την κατανόηση της ζωής απαιτούνταν η προσθήκη μιας μη φυσικής οντότητας, ενώ Οι οργανισμικοί βιολόγοι υποστήριζαν ότι η κατανόηση της «οργάνωσης» ήταν αυτό το πρόσθετο στοιχείο.

Στις αρχές του εικοστού αιώνα, οι οργανισμικοί βιολόγοι, αντιτιθέμενοι τόσο στη μηχανιστική αντίληψη όσο και στο βιταλισμό, αντιμετώπισαν το πρόβλημα της βιολογικής μορφής με νέο ενθουσιασμό, επεξεργάστηκαν και τελειοποίησαν πολλές από τις ιδέες του Αριστοτέλη, του Γκαίτε και του Καντ. Από τους προβληματισμούς αυτούς προέκυψαν τα κύρια χαρακτηριστικά της συστημικής σκέψης. Ο Ross Harrison διερεύνησε την έννοια της οργάνωσης, ενώ ο Lawrence Henderson άσκησε επιρροή μέσω της πρώιμης χρήσης του όρου «σύστημα», αναφερόμενος στους ζωντανούς οργανισμούς και τα κοινωνικά συστήματα. Από τότε, ένα σύστημα έχει καταλήξει να σημαίνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο, του οποίου οι βασικές ιδιότητες πηγάζουν από τις σχέσεις μεταξύ των μερών του και «συστημική σκέψη», η κατανόηση ενός φαινομένου μέσα στο πλαίσιο ενός ευρύτερου όλου. Αναγνωρίστηκε ως βασικό χαρακτηριστικό των ζωντανών οργανισμών η ιεραρχική φύση της οργάνωσης, ενώ ως

ιεραρχίες χαρακτηρίστηκαν οι πολυεπίπεδες δομές. Οι πρώτοι στοχαστές συστημάτων αναγνώρισαν την ύπαρξη διαφορετικών επιπέδων πολυπλοκότητας με διαφορετικά είδη νόμων σε κάθε επίπεδο. Η έννοια της «οργανωμένης πολυπλοκότητας» έγινε το αντικείμενο της συστημικής προσέγγισης. Στις αρχές της δεκαετίας του 1920 ο φιλόσοφος C. D. Broad επινόησε τον όρο «αναδυόμενες ιδιότητες» για τις ιδιότητες που εμφανίζονται σε ένα ορισμένο επίπεδο πολυπλοκότητας αλλά δεν υπάρχουν σε χαμηλότερα επίπεδα.

Οι ιδέες των οργανισμικών βιολόγων οδήγησαν στη γέννηση ενός νέου τρόπου σκέψης, της συστημικής σκέψης. Σύμφωνα με τη συστημική θεώρηση, οι βασικές ιδιότητες ενός οργανισμού ή ζωντανού συστήματος είναι ιδιότητες του συνόλου, τις οποίες κανένα από τα μέρη δεν έχει. Προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις και τις σχέσεις μεταξύ των μερών. Αυτές οι ιδιότητες δεν υφίστανται όταν το σύστημα αναλύεται σε μεμονωμένα στοιχεία. Τα μεμονωμένα μέρη σε ένα σύστημα δεν είναι απομονωμένα και η φύση του συνόλου είναι διαφορετική από το απλό άθροισμα των μερών του. Η θεώρηση ότι σε κάθε πολύπλοκο σύστημα η συμπεριφορά του συνόλου μπορεί να κατανοηθεί εξ ολοκλήρου από τις ιδιότητες των μερών του είναι κεντρική στο καρτεσιανό παράδειγμα. Αυτή ήταν η περίφημη μέθοδος αναλυτικής σκέψης του Ντεκάρτ. Στην αναλυτική προσέγγιση, τα μέρη δεν μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω, παρά μόνο με την αναγωγή τους σε ακόμα μικρότερα μέρη. Το μεγάλο σοκ της επιστήμης του εικοστού αιώνα ήταν ότι τα συστήματα δεν μπορούν να γίνουν κατανοητά με ανάλυση. Οι ιδιότητες των μερών μπορούν να γίνουν κατανοητές μόνο στο πλαίσιο του ευρύτερου συνόλου. Στη συστημική προσέγγιση οι ιδιότητες των μερών μπορούν να γίνουν κατανοητές μόνο από την οργάνωση του συνόλου. Ανάλυση σημαίνει διαχωρισμός για την κατανόηση, συστημική σκέψη σημαίνει τοποθέτηση στο πλαίσιο ενός ευρύτερου συνόλου.

Το πρώτο κύμα που είναι γνωστό ως “hard systems thinking” χαρακτηρίζεται από προσπάθεια για αντικειμενικότητα και την ποσοτική μοντελοποίηση. Ξεκίνησε τη δεκαετία του 1950 και εισήλθε στη δεκαετία του 1960 με ορισμένους υποστηρικτές του να συνεχίζουν να αναπτύσσουν τις ιδέες τους αφού είχαν ήδη ξεκινήσει νέα κύματα. Περιλάμβανε μια δομική – λειτουργιστική προσέγγιση στα συστήματα, υποθέτοντας ότι ζούμε μέσα σε συνεκτικά δομημένα κοινωνικά συστήματα και ότι οι ρόλοι μας είναι λειτουργικοί όσον αφορά τη διατήρηση και την εξέλιξη αυτών των συστημάτων με έμφαση στην εξειδικευμένη, ποσοτική μοντελοποίηση. Από πολλές απόψεις τα

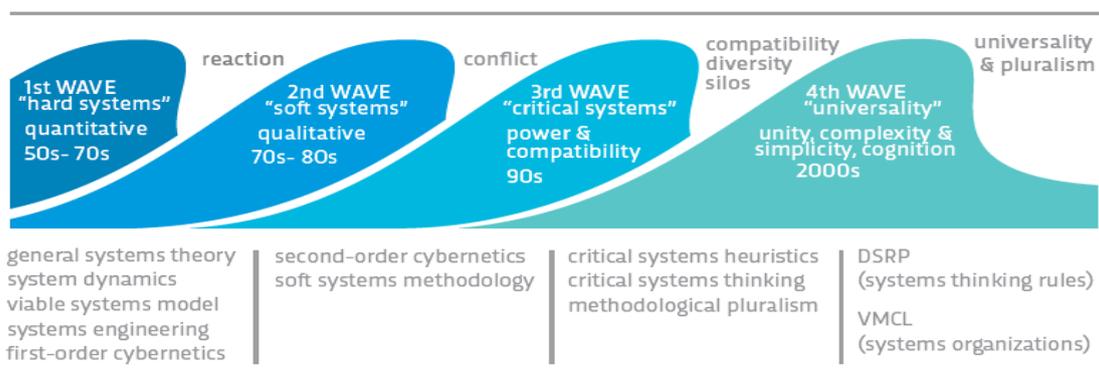
συστήματα θεωρούνταν κυρίως φυσικά και μια υπολογιστική μεταφορά περιείχε τις περισσότερες προσεγγίσεις στα συστήματα εκείνη την εποχή. Η συστημική σκέψη ήταν σε μεγάλο βαθμό κριτική απέναντι στην επιστήμη που είχε γίνει παράλογα αναγωγική, προσπαθώντας να εξηγήσει τα πράγματα αποσυνθέτοντας συστήματα στα μικρότερα δυνατά μέρη τους, σαν η αιτιότητα να βρίσκεται στα μέρη του συστήματος παρά στις συλλογικές τους σχέσεις. Οι υποκείμενες ιδέες του πρώτου κύματος παραμένουν εξέχουσες στους τομείς της μηχανικής και της επιχειρησιακής έρευνας. Στις δεκαετίες του 1970 και του 1980 δέχτηκε επιθέσεις από τους στοχαστές του δεύτερου κύματος.

Το δεύτερο κύμα είναι γνωστό ως “soft systems thinking” και χαρακτηρίζεται από ποιοτική μοντελοποίηση και συμμετοχική πρακτική. Έγινε το κυρίαρχο παράδειγμα στις αρχές της δεκαετίας του 1980 ως απάντηση στις κριτικές του πρώτου κύματος. Δόθηκε έμφαση στην επιδίωξη πάντα να λαμβάνονται υπόψη οι ανθρώπινες και μη τεχνικές πτυχές των παρεμβάσεων στα συστήματα. Επιπλέον, δόθηκε έμφαση στη διερεύνηση πολλαπλών προοπτικών και στη διυποκειμενική κατασκευή συμφωνιών σχετικά με τον τρόπο ανάληψης συντονισμένης δράσης. Η ιδέα του συστήματος έγινε αντιληπτή ως μια χρήσιμη εννοιολογική κατασκευή για την ερμηνεία περίπλοκων καταστάσεων. Οι μεθοδολογίες περιλάμβαναν τη μεθοδολογία των μαλακών συστημάτων, τον διαδραστικό σχεδιασμό και την εμφάνιση και δοκιμή στρατηγικών παραδοχών. Ο συμμετέχων παρατηρητής επανήλθε στο προσκήνιο. Η κυβερνητική δεύτερης τάξης πρότεινε μια ριζική μετατόπιση από μια καθαρά φυσική και αντικειμενική προοπτική της συστημικής σκέψης. Μαζί με την αναγνώριση του κοινωνικού πλαισίου μέσα στο οποίο εμφανίστηκε οποιαδήποτε σκέψη των τεχνικών συστημάτων, αυτή ήταν μια σημαντική γνωσιολογική αλλαγή στη συστημική σκέψη που σήμαινε ότι το κοινωνικό πλαίσιο και τα αποτελέσματα δεύτερης τάξης – οι επιδράσεις του παρατηρητή – δεν θα μπορούσε ποτέ ξανά να αγνοηθεί δικαιολογημένα. Άρχισε να δίνεται έμφαση στο διάλογο, στην κοινή κατανόηση, στην αμοιβαία εκτίμηση και στην εξερεύνηση των υποθέσεων μέσω του συμμετοχικού διαλόγου. Η στάση αυτή επικρίθηκε τη δεκαετία του 1980 επειδή δεν έλαβε επαρκώς υπόψη τις σχέσεις εξουσίας και επειδή ξεκίνησε έναν πόλεμο παραδειγμάτων με στοχαστές

συστημάτων πρώτου κύματος, απειλώντας να κατακερματίσει την ερευνητική κοινότητα των συστημάτων.

Στο τρίτο κύμα δίνεται μερικές φορές ο γενικός όρος ‘critical systems thinking’. Ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του 1980, επηρεάστηκε από την κριτική κοινωνική θεωρία και έδωσε έμφαση στην αντιμετώπιση των σχέσεων εξουσίας, επιτρέποντας το διάλογο με την κοινωνία των πολιτών και αναμιγνύοντας μεθόδους τόσο του πρώτου όσο και του δεύτερου κύματος για τη δημιουργία μιας πιο ευέλικτης και ανταποκρινόμενης συστημικής πρακτικής. Το τρίτο κύμα προώθησε την ιδέα ότι μπορούμε να μάθουμε πολλά κοιτάζοντας τον κόσμο μέσα από διαφορετικούς φακούς. Παρέμεινε το κυρίαρχο παράδειγμα τη δεκαετία του 1990 και μεγάλο μέρος της δεκαετίας του 2000. Πρόσφατα, η έμφαση στο μεθοδολογικό πλουραλισμό έχει γίνει αντικείμενο κριτικής για τη μη διατήρηση μιας αρκετά ισχυρής βασικής αφήγησης σχετικά με τις θεμελιώδεις αρχές της συστημικής σκέψης.

Τα προβλήματα με το τρίτο κύμα είναι αρκετά σημαντικά ώστε να δικαιολογούν την εμφάνιση ενός τέταρτου κύματος, αλλά δεν είναι σαφές εάν οι πρώτες διογκώσεις που παρατηρούνται αυτή τη στιγμή θα κορυφωθούν σε ένα πλήρες κύμα, ή αν θα ξεπεραστούν από κάποιο άλλο κίνημα που θα καταλήξει να γίνει η ώθηση ενός νέου συνόλου ιδεών. Η ώθηση του τέταρτου κύματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως τριπλή, λόγω μιας αναζήτησης για την καθολικότητα, λόγω της εστίασης στην επιστημική ή φυσικό – γνωστική πολυπλοκότητα που περιλαμβάνει τη ρητή αναγνώριση ότι η συστημική σκέψη πρέπει να βασίζεται τόσο σε μια φυσική όσο και σε μια γνωσιακή επιστήμη (Cabrera et al., 2021).

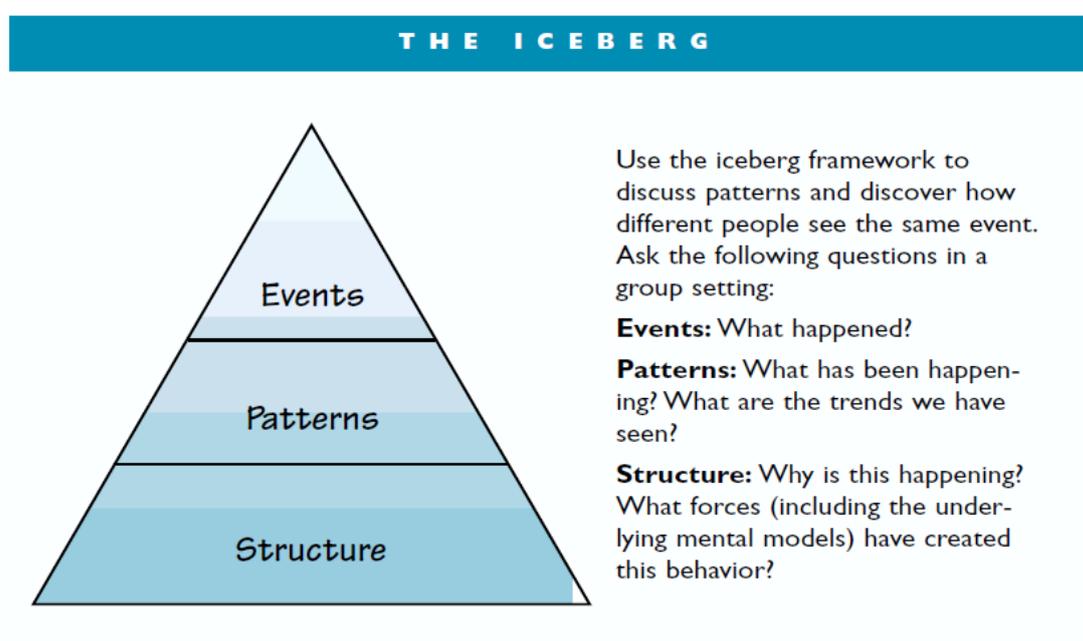


Εικόνα 1: Τα Κύματα της Συστημικής Σκέψης (Cabrera et al., 2021)

2.2 Ορισμοί - Εφαρμογές

Η αλλαγή επιταχύνεται και όσο μεγαλώνει η πολυπλοκότητα των συστημάτων στα οποία ζούμε, τόσο αυξάνονται οι απρόβλεπτες παρενέργειες των ανθρώπινων ενεργειών, αυξάνοντας περαιτέρω την πολυπλοκότητα. Η ανάπτυξη της συστημικής σκέψης είναι το ζητούμενο για μια σοφή διαχείριση η οποία προϋποθέτει τη μάθηση των ανθρώπων για τα πολύπλοκα δυναμικά συστήματα. Η μάθηση είναι μια διαδικασία ανατροφοδότησης κατά την οποία οι αποφάσεις των ανθρώπων αλλάζουν τον πραγματικό κόσμο μέσω της λήψης πληροφοριών και αναθεώρησης των αποφάσεων και των νοητικών μοντέλων που συνδέονται με αυτές. Στον κόσμο της κοινωνικής δράσης διάφορα εμπόδια επιβραδύνουν ή αποτρέπουν τη λειτουργία αυτών των μαθησιακών ανατροφοδοτήσεων, επιτρέποντας τη διατήρηση λανθασμένων και επιβλαβών συμπεριφορών και πεποιθήσεων. Η δυναμική πολυπλοκότητα των συστημάτων αποτελεί εμπόδιο στη μάθηση. Οι αποτελεσματικές μέθοδοι για τη μάθηση των πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων πρέπει να περιλαμβάνουν: 1) εργαλεία για την εκμαίευση της γνώσης των συμμετεχόντων, την άρθρωση και την αναπλαισίωση των αντιλήψεων και τη δημιουργία χαρτών της δομής ανάδρασης ενός προβλήματος από αυτές τις αντιλήψεις. 2) εργαλεία προσομοίωσης για την αξιολόγηση της δυναμικής αυτών των χαρτών και τη δοκιμή νέων πολιτικών. 3) μεθόδους για τη βελτίωση των δεξιοτήτων επιστημονικής συλλογιστικής, την ενίσχυση της ομαδικής διαδικασίας και την υπέρβαση των αμυντικών ρουτινών για άτομα και ομάδες (Sterman, 1994). Για τη λύση των σύνθετων, αλληλένδετων προβλημάτων απαιτείται συστημική σκέψη, κάτι που δεν αποτυπώνεται εύκολα στις διαδικασίες χάραξης κυβερνητικών πολιτικών. Ο σχεδιασμός μιας ολιστικής πολιτικής θα οδηγήσει σε οφέλη είναι: Οικονομική αποδοτικότητα, αποδοτικότητα πόρων, βελτιωμένες επιλογές διαβίωσης και δημόσια υγεία (Bazilian et al., 2011). Η συστημική σκέψη, στηριζόμενη στους κλάδους της Βιολογίας, της Κυβερνητικής και της Οικολογίας, παρέχει έναν τρόπο θεώρησης του πώς λειτουργεί ο κόσμος πολύ διαφορετικό από την παραδοσιακή αναγωγική, αναλυτική άποψη, ως απαραίτητο συμπλήρωμα της αναλυτικής σκέψης. Η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων επιτρέπει στους ανθρώπους να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά και προληπτικά μέσα σε αυτά. Η κατανόηση της συστημικής συμπεριφοράς οδηγεί σε καλύτερη πρόβλεψή της. Η συστημική σκέψη λοιπόν είναι ένας τρόπος θεώρησης της πραγματικότητας. Περιλαμβάνει τη δική της

ορολογία για την περιγραφή της συστημικής συμπεριφοράς και έτσι μπορεί να θεωρηθεί και ως γλώσσα, ενώ παράλληλα, καθώς προσφέρει μια σειρά τεχνικών για οπτική καταγραφή και επικοινωνία με τα συστήματα, είναι ένα σύνολο εργαλείων (Kim, 1999). Για την εμβάθυνση της κατανόησής μας για τη συμπεριφορά των συστημάτων είναι απαραίτητη η εξοικείωσή μας με τους όρους και τα εργαλεία της συστημικής σκέψης. Είναι χρήσιμο να δούμε πρώτα πώς τα συστήματα ταιριάζουν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Μπορούμε να δούμε την πραγματικότητα από τα ακόλουθα πολλαπλά επίπεδα οπτικής σύμφωνα με το μοντέλο του παγόβουνου: Γεγονότα (events), μοτίβα (patterns) και συστημικές δομές (systemic structures).



Εικόνα 2. Το μοντέλο Iceberg model του Goodman (Kim, 1999)

Τα εργαλεία με τα οποία πρέπει να εξοικειωθούμε ώστε να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά των συστημάτων είναι τα διαγράμματα βρόχων αιτιών (Causal Loop Diagrams – CLD), τα χρονοδιαγράμματα συμπεριφοράς (Behavior over Time Graphs), ανατροφοδότηση (Feedback), οι καθυστερήσεις (Delays), οι συσσωρευτές και οι ροές (Stocks & Flows).

Η Συστημική Σκέψη είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που προσφέρει τρόπους καλύτερης κατανόησης της συμπεριφοράς και της δομής ενός πολύπλοκου συστήματος (Hossain et al., 2020). Οι οργανισμοί έχουν την τάση να ανασχεδιάζουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα λόγω της ραγδαίας τεχνολογικής και οικονομικής εξέλιξης. Ως αποτέλεσμα, προσπαθούν να βρίσκουν νέα εργαλεία και τεχνικές για την

αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων των πολύπλοκων συστημάτων (Bankes, 2002; Jaradat et al., 2020; Nagahi, Hossain, et al., 2020). Άλλα χαρακτηριστικά των πολύπλοκων συστημάτων είναι η ασάφεια, η ανάδυση, η διασύνδεση και οι κοινωνικο-οικονομικές δυνάμεις, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την καλύτερη διαχείριση των προβληματικών περιοχών τους (Jaradat et al., 2018). Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων οι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει τις ολιστικές προσεγγίσεις που άγονται μέσω του παραδείγματος της συστημικής σκέψης. (Flood, 2010a; Gharajedaghi et al., 2004; Sterman & Sweeney, 2000).

Η ιδέα της συστημικής σκέψης αναδύεται περίπου το 1960 ως μία πλατφόρμα για την κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς των πολύπλοκων συστημάτων, όταν η γραμμική σκέψη αιτίου-αποτελέσματος δεν ήταν πλέον χρήσιμη για τη δημιουργία ολοκληρωμένων λύσεων (Ratter, 2012). Ο Bertalanffy (1968), πατέρας της γενικής θεωρίας των συστημάτων, παρουσίασε μια γενική θεωρία συστημάτων. Πρότεινε μια παγκόσμια γλώσσα και νόμους που διέτρεχαν πολλούς κλάδους με καθολική εφαρμογή. Μετά την εργασία του Bertalanffy στη θεωρία συστημάτων εμφανίστηκε ένα ρεύμα προς γενικευμένες θεωρίες στη Βιολογία, τη Φυσική, την Ψυχολογία, τις Κοινωνικές Επιστήμες και άλλους τομείς (Chen & Stroup, 1993; Drack et al., 2007). Η μετατόπιση προς τη θεωρία συστημάτων ήταν απαραίτητη λόγω: 1) της αδυναμίας των μαθηματικών μεθόδων και της φυσικής να συλλάβουν την έννοια της ολότητας, 2) της ανάγκης προσέγγισης ενός προβλήματος μέσω νέων τρόπων σκέψης που προτείνουν γενικές αρχές για όλα τα συστήματα ανεξάρτητα από τη φύση τους, και 3) της αποτυχίας των μαθηματικών μοντέλων να λύσουν κοινωνικο-τεχνικά προβλήματα. Η έννοια της συστημικής σκέψης χρονολογείται από την εποχή του Αριστοτέλη (Checkland, 2000), ο οποίος πρότεινε την έννοια του ολισμού ως βάση για τη συστημική σκέψη. Η συστημική σκέψη είναι η γνωστική διαδικασία, η οποία διαμορφώνει τις δεξιότητες σκέψης και ομιλίας μιας νέας ολιστικής γλώσσας. Ο Senge (1990:10), υποστήριξε ότι η συστημική σκέψη είναι ένα θεωρητικό πλαίσιο που προσδιορίζει τα σημεία μόχλευσης ενός συστήματος μέσω της ανάπτυξης γνώσης και εργαλείων τις τελευταίες πέντε δεκαετίες. Οι Flood et al., (1992), παρουσίασαν τη φιλοσοφία της ολικής παρέμβασης στο σύστημα (Total System Intervention – TSI), που ακολουθεί τις αρχές της κριτικής συστημικής σκέψης για την αντιμετώπιση των σύνθετων προβλημάτων. Οι Adams & Keating (2011), τόνισαν ότι η κατανόηση των

αρχών της συστημικής θεωρίας είναι ένα ουσιαστικό και θεμελιώδες βήμα προς την κατανόηση πολύπλοκων συστημάτων.

Οι Arnold & Wade (2015), προσπάθησαν να προτείνουν έναν πλήρη ορισμό της συστημικής σκέψης ορίζοντάς την ως ένα σύνολο συνεργατικών, αναλυτικών δεξιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ικανότητας αναγνώρισης και κατανόησης των συστημάτων, την πρόβλεψη των συμπεριφορών τους και την επινόηση τροποποιήσεων σε αυτά προκειμένου να παραχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτές οι δεξιότητες λειτουργούν μαζί ως σύστημα. Ο Richmond (1994), τονίζει ότι η συστημική σκέψη είναι η τέχνη και η επιστήμη της εξαγωγής αξιόπιστων συμπερασμάτων σχετικά με τη συμπεριφορά, αναπτύσσοντας μια όλο και πιο βαθιά κατανόηση της υποκείμενης δομής. Ο Senge (1990) ορίζει τη συστημική σκέψη ως ένα επιστημονικό αντικείμενο και ένα πλαίσιο για τη μελέτη αλληλεπιδράσεων και μοτίβων αλλαγής, παρά στατικών δεδομένων. Υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι που καταφέρνουν να χειρίζονται την πολυπλοκότητα εργάζονται σε έναν διαισθητικό τομέα που δε λαμβάνεται υπόψη στις εκπαιδευτικές θεωρίες, υπογραμμίζοντας μια διαισθητική ιδιότητα της συστημικής σκέψης. Οι Sterman & Sweeney (2000), διαπίστωσαν ότι η τέχνη της συστημικής σκέψης περιλαμβάνει την ικανότητα αναπαράστασης και αξιολόγησης της δυναμικής πολυπλοκότητας, απαριθμώντας συγκεκριμένες δεξιότητες συστημικής σκέψης που περιλαμβάνουν τις ικανότητες:

1. Κατανόησης πώς η συμπεριφορά ενός συστήματος είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των στοιχείων του με την πάροδο του χρόνου (δυναμική πολυπλοκότητα),
2. Ανακάλυψης και αναπαράστασης θετικών και αρνητικών διαδικασιών ανάδρασης που αποτελούν τη βάση των παρατηρούμενων μοτίβων συμπεριφοράς του συστήματος,
3. Προσδιορισμού των σχέσεων αποθεμάτων και ροών (stock & flow),
4. Αναγνώριση των καθυστερήσεων (delays) και των επιπτώσεών τους,
5. Προσδιορισμού των μη γραμμικοτήτων,
6. Αναγνώρισης και αμφισβήτησης των ορίων των νοητικών μοντέλων.

Οι Hopper & Stave (2008), υποστήριζαν ότι ο όρος συστημική σκέψη χρησιμοποιείται με ποικίλους και αντικρουόμενους τρόπους. Κάποιοι μελετητές της

δυναμικής των συστημάτων βλέπουν τη συστημική σκέψη ως το θεμέλιο της συστημικής δυναμικής, ενώ κάποιοι άλλοι βλέπουν τη συστημική σκέψη ως ένα υποσύνολο της συστημικής δυναμικής. Οι Hopper & Stave συνέταξαν την ακόλουθη λίστα χαρακτηριστικών της συστημικής σκέψης:

1. Αναγνώριση διασυνδέσεων,
2. Προσδιορισμός ανατροφοδότησης,
3. Κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς,
4. Διαφοροποίηση τύπων ροών και μεταβλητών,
5. Χρήση εννοιολογικών μοντέλων,
6. Δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης,
7. Πολιτικές δοκιμών.

Οι Korainsky et al. (2011), αναφέρουν ότι ο ορισμός της συστημικής σκέψης θα πρέπει να περιλαμβάνει μακροχρόνιο προγραμματισμό, βρόχους ανατροφοδότησης, μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και συνεργατικό σχεδιασμό σε όλους τους τομείς ενός οργανισμού. Σύμφωνα με τους Squires et al. (2011), η συστημική σκέψη ορίστηκε ως η ικανότητα οι άνθρωποι να σκέφτονται αφηρημένα προκειμένου να:

1. Ενσωματώνονται πολλαπλές προοπτικές,
2. Εργάζονται σε ένα χώρο όπου το όριο ή το εύρος του προβλήματος ή του συστήματος μπορεί να είναι ασαφές,
3. Κατανοούν διάφορα λειτουργικά πλαίσια του συστήματος,
4. Να προσδιορίζουν τις αλληλεπιδράσεις και τις εξαρτήσεις,
5. Κατανοούν τη σύνθετη συμπεριφορά του συστήματος,
6. Προβλέπουν αξιόπιστα τον αντίκτυπο της αλλαγής στο σύστημα.

Ο Ackoff (1971), εξετάζοντας τη σχέση του συστήματος και των μερών του, υπέβαλε την πρόταση ότι όλα τα συστήματα είτε αυξάνουν είτε μειώνουν την ποικιλία σε σχέση με τη συμπεριφορά των μερών τους. Διευκρίνισε ότι κατά τις παρεμβάσεις σε πολύπλοκα συστήματα η εστίαση πρέπει να είναι σε ολόκληρο το σύστημα και όχι στα μέρη του, θεωρώντας ότι όλα τα μέρη ενός πολύπλοκου συστήματος συνδέονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, προτείνοντας έτσι την ολιστική θεώρηση για τη λύση αντίστοιχων προβλημάτων. Ο Checkland (1981:115; 2000), έδειξε την πρακτική χρήση της συστημικής επιστήμης και προσέγγισης μέσω της εισαγωγής της μεθοδολογίας της

συστημικής σκέψης των ήπιων συστημάτων, θεωρώντας τα οργανωτικά συστήματα ως σύνθετα συστήματα ανθρώπινης δραστηριότητας. Ο Senge (1990), έδωσε έμφαση στη μεγάλη εικόνα και το σύνολο μέσω των συστημικών αρχετύπων, των βρόχων ενίσχυσης και εξισορρόπησης και των καθυστερήσεων για την επίλυση σύνθετων οργανωτικών προβλημάτων. Ο Richmond (1993) τόνισε ότι το χάσμα μεταξύ της φύσης των προβλημάτων μας και της ικανότητας κατανόησής τους μεγαλώνει, θεωρώντας τη συστημική σκέψη σημαντική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών για την κάλυψη αυτού του κενού. Διερεύνησε την επίδραση της συστημικής σκέψης στην εκπαιδευτική διαδικασία και εισήγαγε τρεις ικανότητες κριτικής σκέψης, την επιχειρησιακή, κλειστού βρόχου και μη γραμμικής σκέψης. Η έλλειψη κατανόησης της συστημικής σκέψης των ατόμων αποδεικνύεται από την έρευνα των Sterman & Sweeney (2000) σε ομάδες φοιτητών μιας ελίτ σχολής διοίκησης επιχειρήσεων. Τα ευρήματα στο περιβάλλον μελέτης και αξιολόγησης (Bathtub Dynamics) έδειξαν χαμηλό επίπεδο κατανόησης των σχέσεων αποθεμάτων (stocks), ροών (flows) και χρονικών καθυστερήσεων (delays). Οι Maani & Maharaj (2004), αναγνωρίζοντας ότι η συστημική σκέψη είναι μια απάντηση στην αυξανόμενη πολυπλοκότητα του κόσμου, διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της συστημικής σκέψης και της σύνθετης λήψης αποφάσεων χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της Ανάλυσης Λεκτικού Πρωτοκόλλου (VPA-Verbal Protocol Analysis). Τα ευρήματα αποκάλυψαν ένα κυκλικό μοτίβο σκέψης των φοιτητών, αποτελούμενο από τις φάσεις της σύλληψης, του σχεδιασμού και της δράσης, συμβάλλοντας έτσι στα πεδία της συστημικής σκέψης και της λήψης αποφάσεων ενσωματώνοντας γνώση και μεθοδολογία από διάφορους κλάδους όπως, της Ψυχολογίας, της Διοίκησης και της Πληροφορικής. Η συστημική σκέψη προτείνεται ως κρίσιμη ικανότητα για τα άτομα που πρέπει να σχεδιάσουν, αναλύσουν και μετασχηματίσουν τη σύνθετη διακυβέρνηση του συστήματος και να αντιμετωπίσουν τα παράγωγά του προβλήματα. Ο Jaradat (2015), ανέπτυξε ένα εργαλείο συστημικής σκέψης για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της συστημικής σκέψης που είναι απαραίτητα ώστε τα άτομα να εμπλέκονται στο υψηλότερο επίπεδο της ολιστικής σκέψης σχετικά με τον σχεδιασμό της διακυβέρνησης των πολύπλοκων συστημάτων. Η Leveson (2018), εστιάζει στον τύπο των συστημάτων που οι θεωρητικοί των συστημάτων αποκαλούν οργανωμένη πολυπλοκότητα. Αυτά τα συστήματα είναι πολύ περίπλοκα για πλήρη ανάλυση και πολύ οργανωμένα για στατιστική ανάλυση καθώς, οι μέσοι διαταράσσονται από την υποκείμενη δομή. Πολλά από τα πολύπλοκα μηχανικά συστήματα της μετά τον Β'

Παγκόσμιο Πόλεμο εποχής, καθώς και βιολογικά και κοινωνικά συστήματα εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία. Η οργανωμένη πολυπλοκότητα αντιπροσωπεύει επίσης ιδιαίτερα καλά τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν όσοι προσπαθούν να δημιουργήσουν σύνθετο λογισμικό και εξηγεί τη δυσκολία που είχαν οι επιστήμονες υπολογιστών στην προσπάθεια εφαρμογής ανάλυσης και στατιστικής στο λογισμικό. Η συστημική προσέγγιση εστιάζει στα συστήματα που λαμβάνονται ως σύνολο. Υποθέτει ότι ορισμένες ιδιότητες των συστημάτων μπορούν να αντιμετωπιστούν επαρκώς μόνο ολιστικά. Αυτές οι ιδιότητες του συστήματος προέρχονται από τις σχέσεις μεταξύ των μερών των συστημάτων: πώς τα μέρη αλληλεπιδρούν και ταιριάζουν μεταξύ τους. Η επικέντρωση στην ανάλυση και τη σχεδίαση του συνόλου ως ξεχωριστή από τα συστατικά ή μέρη παρέχει ένα μέσο για τη μελέτη συστημάτων που παρουσιάζουν οργανωμένη πολυπλοκότητα.

Η συστημική σκέψη εφαρμόζεται σε διαφορετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών επιστημών, της μηχανικής, των επιχειρήσεων και του μάνατζμεντ, της επιστήμης των υπολογιστών και της ιατρικής. Η μελέτη της βιβλιογραφίας της συστημικής σκέψης καταδεικνύει τις κύριες θεματικές που έχουν απασχολήσει τους ερευνητές. Αρκετές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στο γενικό παράδειγμα της συστημικής σκέψης (Arnold & Wade, 2015; Dekker et al., 2011; Robert Louis Flood, 2010b; Henshaw, 2019; Mingers & White, 2010; John D. Sterman, 2006). Άλλες έρευνες παρέχουν μια περιεκτική ανασκόπηση για διαφορετικές πτυχές της συστημικής σκέψης σε διάφορους τομείς, όπως ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης (Adam & De Savigny, 2012; Jackson & Sambo, 2020; Leischow et al., 2008; Wong et al., 2010), η βιωσιμότητα (R. Adams et al., 2016; Martínez León & Calvo-Amodio, 2017; Onat et al., 2017; Rebs et al., 2019; Williams et al., 2017), οι έξυπνες πόλεις (Söderström et al., 2014), η διαχείριση ανθρώπινων πόρων (S. E. Jackson et al., 2014; Karam et al., 2020), το Μάνατζμεντ Γνώσης (Rubenstein-Montano et al., 2001), η δυναμική των οικοσυστημάτων (Kay et al., 1999), η εκπαίδευση (Assaraf & Orion, 2005; Davis et al., 2015; Frank, 2012; R. Jaradat et al., n.d.; Nagahi et al., 2020; Valley et al., 2018; Vo et al., 2006), η γενική πρακτική (Sturmberg et al., 2014), οι ατομικές διαφορές και η προσωπικότητα (Nagahi, Jaradat, Goerger, et al., 2020), οι ψηφιακές δεξιότητες (van Laar et al., 2017), οι μελέτες φύλου (Nagahi et al., 2019), η εικονική πραγματικότητα (R. Jaradat et al., 2019), η μηχανική συστημάτων (Hossain et al., 2019; R. M. Jaradat, 2015; Kossiakoff et al., 2011). Καταγράφηκε επίσης προσπάθεια σύνδεσης της έννοιας

της συστημικής σκέψης με τη γνωστική νοημοσύνη, μέσω χρήσης όρων όπως, νοητικοί χάρτες, μετα-μάθηση, δομική σκέψη, γνωστικές πεποιθήσεις και νοοτροπία (Calori et al., 1994; Cavaleri & Sterman, 1997; Richmond, 1994; Skaržauskiene, 2010; Walsh & Fahey, 1986). Η Mononen (2017), αναγνώρισε ότι η εφαρμογή της συστημικής σκέψης σε τομείς όπως η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία, έδειξε πως αυτοί οι τομείς έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Κεφάλαιο 3

Συστημική Δυναμική

Η Συστημική Δυναμική (System Dynamics) είναι μια προσέγγιση με τη βοήθεια υπολογιστή για σχεδιασμό στρατηγικής και πολιτικής. Ο κύριος στόχος η λήψη καλύτερων αποφάσεων ως προς την εφαρμογή πολιτικών ή παρεμβάσεων σε πολύπλοκα δυναμικά συστήματα. Η μεθοδολογία αυτή παρέχει μεθόδους και εργαλεία για τη μοντελοποίηση και την ανάλυση δυναμικών συστημάτων. Τα αποτελέσματα του μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία βασικών ευρημάτων και για την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος. Χρησιμοποιεί μοντελοποίηση προσομοίωσης που βασίζεται στη θεωρία συστημάτων ανάδρασης που συμπληρώνει τις προσεγγίσεις της συστημικής σκέψης. Εφαρμόζεται σε δυναμικά προβλήματα που προκύπτουν σε πολύπλοκα κοινωνικά, διαχειριστικά, οικονομικά ή οικολογικά συστήματα. (Systemdynamics.org, 2015).

3.1 Ιστορική αναδρομή

Η Συστημική Δυναμική δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1950 από τον καθηγητή Jay W. Forrester του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Ο Forrester έφτασε στο MIT το 1939 για μεταπτυχιακές σπουδές στην Ηλεκτρολογία. Κατά την πρώτη ερευνητική του μαθητεία τέθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή Gordon Brown, ιδρυτή του Servomechanism Laboratory του MIT. Μέλη του εργαστηρίου διεξήγαγαν τότε πρωτοποριακή έρευνα στους μηχανισμούς ελέγχου ανάδρασης για στρατιωτικούς εξοπλισμούς. Στο τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου ο Forrester ασχολήθηκε με τη δημιουργία ενός προσομοιωτή πτήσης αεροσκαφών για το Ναυτικό των ΗΠΑ. Κατά τον σχεδιασμό, έγινε φανερό ότι μια καλύτερη εφαρμογή της αναδυόμενης τεχνολογίας ήταν η δοκιμή των ηλεκτρονικών συστημάτων πληροφοριών μάχης. Το 1947 ανέλαβε τη διεύθυνση του του Ψηφιακού Εργαστηρίου Υπολογιστών του MIT. Το πρώτο έργο του εργαστηρίου ήταν η δημιουργία του WHIRLWIND I, του πρώτου ψηφιακού υπολογιστή γενικής χρήσης του MIT και ενός περιβάλλοντος για τον έλεγχο των συστημάτων πληροφοριών μάχης. Ως μέρος του έργου WHIRLWIND I ο Forrester επινόησε και κατοχύρωσε τη μαγνητική μνήμη υπολογιστή τυχαίας πρόσβασης συμπίπτοντος ρεύματος που έγινε το βιομηχανικό πρότυπο για τη μνήμη υπολογιστή για είκοσι χρόνια. Το έργο WHIRLWIND I ήταν η αφορμή για τη

δημιουργία από τον Forrester της τεχνολογίας διευκόλυνσης του ψηφιακού ελέγχου των εργαλειομηχανών.

Μετά το έργο WHIRLWIND I ο Forrester ηγήθηκε ενός τμήματος του Lincoln Laboratory του MIT για τη δημιουργία υπολογιστών για το βορειοαμερικανικό σύστημα αεράμυνας (Semi-Automatic Ground Environment). Οι υπολογιστές που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια του έργου SAGE παρέμειναν σε λειτουργία για είκοσι πέντε χρόνια με έναν αξιοσημείωτο χρόνο λειτουργίας 99,8%.

Ένα άλλο αποτέλεσμα των έργων WHIRLWIND I ήταν η εκτίμηση που ανέπτυξε ο Jay Forrester για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα στελέχη επιχειρήσεων. Οι εμπειρίες του Forrester ως μάνατζερ τον οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο εμπόδιο για την πρόοδο προέρχεται από την πλευρά της διοίκησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κοινωνικά συστήματα είναι πολύ πιο δύσκολο να κατανοηθούν και να ελεγχθούν σε σχέση με τα φυσικά συστήματα. Το 1956, λαμβάνοντας θέση καθηγητή στη νεοσύστατη Σχολή Διοίκησης του MIT, αρχικός του στόχος ήταν να αντιμετωπίσει και βρει λύσεις στα βασικά ζητήματα που καθορίζουν την επιτυχία ή την αποτυχία των εταιρειών.

Οι γνώσεις του Forrester για τα κοινά θεμέλια που αποτελούν τη βάση της μηχανικής και της διαχείρισης, που οδήγησαν στη δημιουργία της συστημικής δυναμικής, πυροδοτήθηκαν, σε μεγάλο βαθμό, από την εμπλοκή του με διευθυντές της General Electric στα μέσα της δεκαετίας του 1950. Εκείνη την εποχή, τα διευθυντικά στελέχη της GE ήταν μπερδεμένα επειδή η απασχόληση στα εργοστάσια συσκευών τους στο Κεντάκι παρουσίαζε έναν σημαντικό κύκλο τριών ετών. Ο οικονομικός κύκλος κρίθηκε ως ανεπαρκής εξήγηση για την αστάθεια της απασχόλησης.

Μέσω προσομοιώσεων με το χέρι ο Forrester μπόρεσε να δείξει πώς η αστάθεια στην απασχόληση της GE οφειλόταν στην εσωτερική δομή της επιχείρησης και όχι σε μια εξωτερική δύναμη. Αυτές οι προσομοιώσεις με το χέρι ήταν η αρχή του πεδίου της συστημικής δυναμικής.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 και στις αρχές της δεκαετίας του 1960, ο Forrester και η ομάδα του μετέφεραν το αναδύομενο πεδίο της δυναμικής των συστημάτων, με από το στάδιο της προσομοίωσης με το χέρι στο επίσημο στάδιο της μοντελοποίησης μέσω υπολογιστή. Ο Richard Bennett δημιούργησε την πρώτη γλώσσα μοντελοποίησης μέσω υπολογιστή δυναμικής συστήματος που ονομάζεται SIMPLE

(Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations) την άνοιξη του 1958. Το 1959, οι Phyllis Fox και Alexander Pugh εξέδωσαν την DYNAMO (DYNAmic MOdels), μια βελτιωμένη έκδοση του SIMPLE που έγινε το πρότυπο του κλάδου για περισσότερα από τριάντα χρόνια. Ο Forrester δημοσίευσε το πρώτο βιβλίο στον τομέα με τίτλο Industrial Dynamics το 1961 (Forrester, 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 γεγονός προκάλεσε τη διεύρυνση του πεδίου πέρα από την εταιρική μοντελοποίηση. Ο John Collins, πρώην δήμαρχος της Βοστώνης, διορίστηκε επισκέπτης καθηγητής Αστικών Υποθέσεων στο MIT. Ο Collins είχε προσβληθεί από πολιομυελίτιδα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 και, ως εκ τούτου, χρειάστηκε ένα γραφείο σε ένα κτίριο με πρόσβαση αυτοκινήτων στο επίπεδο του ανελκυστήρα. Ο Collins έγινε έτσι ο εργασιακός γείτονας του Forrester και οι δυο τους άρχισαν να συμμετέχουν σε τακτικές συζητήσεις σχετικά με τα προβλήματα των πόλεων και τη δυνατότητα της συστημικής δυναμικής να αντιμετωπίσει τα προβλήματα. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας Collins-Forrester ήταν ένα βιβλίο με τίτλο Urban Dynamics (Forrester, 1969). Το μοντέλο Αστικής Δυναμικής που παρουσιάζεται στο βιβλίο ήταν η πρώτη σημαντική μη εταιρική εφαρμογή της συστημικής δυναμικής. Το μοντέλο καταδεικνύει γιατί πολλές γνωστές αστικές πολιτικές είτε είναι αναποτελεσματικές είτε επιδεινώνουν τα αστικά προβλήματα. Επιπλέον, το μοντέλο δείχνει ότι οι αντι-διαισθητικές πολιτικές - δηλαδή, οι πολιτικές που φαίνονται με την πρώτη ματιά λανθασμένες, συχνά αποφέρουν εκπληκτικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, στο μοντέλο Urban Dynamics, μια πολιτική κατασκευής κατοικιών για ανθρώπους χαμηλών εισοδημάτων δημιουργεί μια παγίδα φτώχειας που ωθεί στην στασιμότητα μιας πόλης, ενώ μια πολιτική κατεδάφισης των κατοικιών αυτών δημιουργεί θέσεις εργασίας και ένα αυξανόμενο βιοτικό επίπεδο για όλους τους κατοίκους της πόλης.

Το 1971, ο Jay Forrester προσκλήθηκε από τη Λέσχη της Ρώμης στη Βέρνη. Η Λέσχη της Ρώμης ήταν μια οργάνωση αφιερωμένη στην επίλυση αυτού που τα μέλη της περιγράφουν ως «δύσκολη θέση της ανθρωπότητας» - δηλαδή, την παγκόσμια κρίση που μπορεί να εμφανιστεί κάποια στιγμή στο μέλλον, λόγω των απαιτήσεων που τίθενται στη φέρουσα ικανότητα της γης (πηγές ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πόρων και καταβόθρες της για τη διάθεση ρύπων) από τον εκθετικά αυξανόμενο

πληθυσμό του κόσμου. Στη συνάντηση της Βέρνης, ο Forrester ρωτήθηκε αν η συστημική δυναμική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της δύσκολης θέσης της ανθρωπότητας. Η απάντησή του ήταν ότι μπορούσε. Στο αεροπλάνο μετά από τη συνάντηση της Βέρνης, ο Forrester δημιούργησε το πρώτο σχέδιο ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής του παγκόσμιου κοινωνικο-οικονομικού συστήματος. Ονόμασε αυτό το μοντέλο WORLD1. Μετά την επιστροφή του στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο Forrester βελτίωσε το WORLD1 στο πλαίσιο της προετοιμασίας για μια επίσκεψη στο MIT από μέλη της Λέσχης της Ρώμης. Ο Forrester ανέπτυξε την εκλεπτυσμένη έκδοση του μοντέλου WORLD2 το οποίο δημοσίευσε σε ένα βιβλίο με τίτλο World Dynamics (Forrester, 1971b) που τράβηξε την προσοχή σε τεράστιο βαθμό. Το μοντέλο WORLD2 αποτύπωσε σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του παγκόσμιου πληθυσμού, της βιομηχανικής παραγωγής, της ρύπανσης, των πόρων και των τροφίμων. Το μοντέλο έδειξε ότι κάποια στιγμή, κατά τη διάρκεια του εικοστού πρώτου αιώνα, το παγκόσμιο κοινωνικο-οικονομικό σύστημα θα κατέρρεε εάν δε λαμβάνονταν μέτρα ορθολογικότερης χρήσης των φυσικών πόρων. Το μοντέλο πρότεινε επίσης πολιτικές βιώσιμης κατάστασης στο μέλλον. Η Λέσχη της Ρώμης πρόσφερε χρηματοδότηση για μια μελέτη της δύσκολης θέσης στην οποία είχε περιέλθει η ανθρωπότητα, μέσω της συστημικής δυναμικής. Ο Forrester λόγω ανειλημμένων υποχρεώσεων πρότεινε στον Dennis Meadows να διεξάγει τη μελέτη. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε από τον Meadows και τους συνεργάτες του ονομάστηκε WORLD3 και δημοσιεύθηκε με τίτλο “The Limits to Growth” (Meadows et al., 1972). Το μοντέλο WORLD3 μετέφερε τα ίδια θεμελιώδη μηνύματα με το WORLD2. Παρά τις ομοιότητες, τα όρια της ανάπτυξης έλαβαν ακόμη μεγαλύτερη παγκόσμια προσοχή από την Παγκόσμια Δυναμική. Το 1991, τρεις από τους αρχικούς συγγραφείς του The Limits to Growth επανέλαβαν τη μελέτη. Τα αποτελέσματα δημοσιεύθηκαν με τίτλο “Beyond the Limits”. Το αναθεωρημένο μοντέλο συστημικής δυναμικής ονομάστηκε WORLD3-91. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο Beyond the Limits ήταν συνεπή με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο World Dynamics και το The Limits to Growth.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων είκοσι ετών, ο Jay Forrester επικεντρώθηκε 1) στη δημιουργία ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής της οικονομίας των Ηνωμένων Πολιτειών και 2) στην επέκταση της συστημικής δυναμικής στην εκπαίδευση. Αν και το εθνικό οικονομικό μοντέλο του Forrester παραμένει ημιτελές, έχουν δημοσιευθεί

κάποια αποτελέσματα. Το πιο αξιοσημείωτο από τα αποτελέσματα είναι ότι το μοντέλο δημιουργεί έναν οικονομικό κύκλο σαράντα έως εξήντα ετών ή «μακρύ κύμα» που όχι μόνο εξηγεί τη Μεγάλη Ύφεση της δεκαετίας του 1930, αλλά δείχνει επίσης ότι οι βαθιές οικονομικές υφέσεις είναι ένα επαναλαμβανόμενο χαρακτηριστικό των καπιταλιστικών οικονομιών. Οι προσπάθειες του Forrester να επεκτείνει τη δυναμική του συστήματος στην εκπαίδευση K-12 τον έχουν, κατά μία έννοια, οδηγήσει σε πλήρη κύκλο, καθώς η ιστορία ξεκινά με τον αρχικό του μέντορα του MIT Gordon Brown. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, ο Brown εισήγαγε τη συστημική δυναμική στους εκπαιδευτικούς στο σχολικό σύστημα του Tucson. Το αποτέλεσμα ήταν η εξάπλωση της συστημικής δυναμικής σε όλη τη σχολική περιφέρεια. Επιπλέον, η ίδια η περιοχή χρησιμοποιεί τη συστημική δυναμική σε μια προσπάθεια να γίνει ένας οργανισμός μάθησης. Το μέλλον της συστημικής δυναμικής στην εκπαίδευση K-12 φαίνεται υποσχόμενο, καθώς πολλοί εκπαιδευτικοί K-12, στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο εξωτερικό, έχουν ενσωματώσει τη συστημική δυναμική στις τάξεις τους και ενημερώνονται για τις εξελίξεις μέσω συμμετοχών σε διεθνή συνέδρια. Διαφαίνεται ότι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων δύνανται να αρχίσουν να βλέπουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν μέσα από το πρίσμα της συστημικής δυναμικής (Forrester, 2008; Lane & Sterman, 2011).

3.2 Χαρακτηριστικά δυναμικών συστημάτων

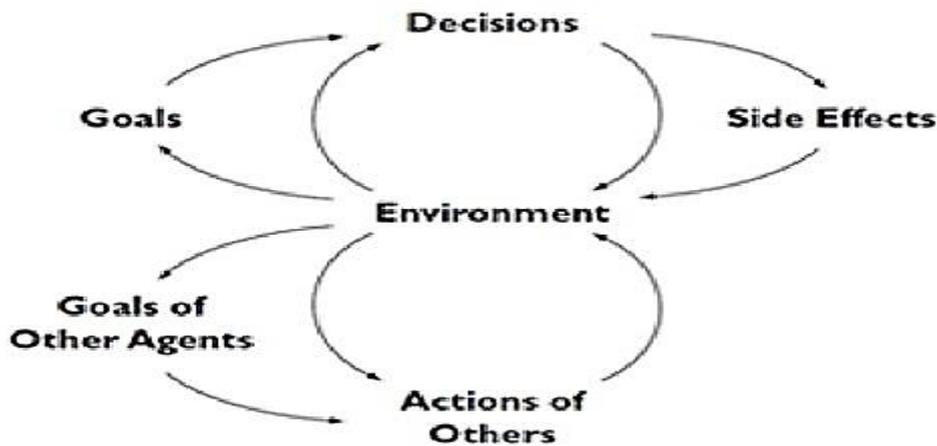
Το αντικείμενο της συστημικής δυναμικής είναι η αντιμετώπιση δυναμικών, μακροπρόθεσμων προβλημάτων πολιτικής σε ένα πλαίσιο εμφάνισης όλο και πιο σύνθετων και δυναμικών προβλημάτων. Οι εφαρμογές της αφορούν ένα πολύ ευρύ φάσμα, συμπεριλαμβανομένων των εθνικών οικονομικών προβλημάτων, των αλυσίδων εφοδιασμού, της διαχείρισης έργων, των εκπαιδευτικών προβλημάτων, των ενεργειακών συστημάτων, της βιώσιμης ανάπτυξης, της πολιτικής, της ψυχολογίας, των ιατρικών επιστημών, της υγειονομικής περίθαλψης και πολλών άλλων τομέων. Στο πλαίσιο της παγκοσμιοποίησης και των νέων προκλήσεων στον κοινωνικό και οικονομικό τομέα και με την ταχύτητα της επικοινωνίας, οι οργανισμοί emπίπτοντας σε ένα πολύπλοκο δίκτυο σχέσεων καλούνται να κατανοήσουν τη δυναμική του προκειμένου να παραμείνουν βιώσιμοι και ανταγωνιστικοί.

3.2.1 Βρόχοι Ανατροφοδότησης

Τα παραδείγματα που αναφέρονται παραπάνω ως κοινό χαρακτηριστικό ότι όλα είναι δυναμικά, μακροπρόθεσμα προβλήματα πολιτικής. Δυναμικά, σημαίνει ότι

μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Τα δυναμικά προβλήματα απαιτούν δυναμική, συνεχή διοικητική δράση. Στο πλαίσιο της διαχείρισης, χάραξης και εφαρμογής πολιτικής, ως δυναμικά προβλήματα χαρακτηρίζονται αυτά που είναι χρόνια, επίμονα και επαναλαμβανόμενα. Οι άνθρωποι προβαίνουν σε διαχειριστικές ενέργειες, παρατηρούν τα αποτελέσματα, τα αξιολογούν και προβαίνουν σε νέες ενέργειες, αποφέροντας νέα αποτελέσματα, παρατηρήσεις, περαιτέρω ενέργειες και ούτω καθεξής, κάτι που αποτελεί «κλειστό βρόχο». Τα πιο δυναμικά προβλήματα διαχείρισης αποτελούν προβλήματα «ανατροφοδότησης». Βρόχοι ανάδρασης εμφανίζονται όχι μόνο μεταξύ του ελέγχου και του συστήματος, αλλά και μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του συστήματος. Τέτοια δυναμικά προβλήματα ανάδρασης είναι «συστημικής» φύσης, ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών του συστήματος. Επειδή η δυναμική διαχείριση απαιτεί μια ροή δυναμικών αποφάσεων, η ερευνητική εστίαση αφορά στους κανόνες με τους οποίους λαμβάνονται αυτές οι αποφάσεις, δηλαδή στις «πολιτικές». Οι αποφάσεις είναι τα αποτελέσματα της εφαρμογής των υιοθετημένων πολιτικών.

Η θεωρία του ανοικτού βρόχου που είναι προσανατολισμένη στα γεγονότα οδηγεί σε μια προσανατολισμένη στα γεγονότα, αναδραστική προσέγγιση στην επίλυση προβλημάτων. Οι άνθρωποι αξιολογούν την κατάσταση των πραγμάτων και τη συγκρίνουν με τους στόχους τους. Το χάσμα μεταξύ της επιθυμητής και της αντιλαμβανόμενης κατάστασης ορίζει το πρόβλημα. Όμως, τα πραγματικά συστήματα αντιδρούν στις παρεμβάσεις. Υπάρχει ανατροφοδότηση: τα αποτελέσματα των ενεργειών των ανθρώπων καθορίζουν την κατάσταση που θα αντιμετωπιστεί στο μέλλον. Η νέα κατάσταση μεταβάλλει την εκτίμηση για το πρόβλημα και τις αποφάσεις του αύριο. Οι ενέργειες μπορεί επίσης να προκαλέσουν απρόβλεπτες παρενέργειες. Άλλοι παράγοντες, επιδιώκοντας να επιτύχουν τους στόχους τους, αντιδρούν για να αποκαταστήσουν την ισορροπία που έχει διαταραχθεί. Η αντίσταση στην πολιτική προκύπτει λόγω τη μη κατανόησης του πλήρους φάσματος των ανατροφοδοτήσεων του συστήματος.



Εικόνα 3: *The Feedback View of the World*. Προσαρμογή από Sterman (2001).

Οι λύσεις του χθες γίνονται τα προβλήματα του σήμερα. Χωρίς κατανόηση των διαδικασιών ανατροφοδότησης που δημιουργούν αυτά τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα ως συνέπεια των δικών μας αποφάσεων, οι εμφανιζόμενες κρίσεις επιβεβαιώνουν την άποψη ότι ο κόσμος είναι απρόβλεπτος.

3.2.2 Αντίσταση Πολιτικής

Καθώς ο κόσμος αλλάζει όλο και πιο γρήγορα, οι σκεπτόμενοι ηγέτες αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο ότι όχι μόνο αποτυγχάνουν να λύσουν τα επίμονα προβλήματα που αντιμετωπίζουν, αλλά στην πραγματικότητα τα προκαλούν. Συχνά, οι προσπάθειες επίλυσης πιεστικών προβλημάτων δημιουργούν απρόβλεπτες παρενέργειες. Οι αποφάσεις των ανθρώπων προκαλούν απρόβλεπτες και οι σημερινές λύσεις γίνονται τα προβλήματα του αύριο, με αποτέλεσμα την αντίσταση πολιτικής, δηλαδή την τάση οι παρεμβάσεις να ηττώνται από την αντίδραση του συστήματος στην παρέμβαση. Από τις αποτυχημένες μεταρρυθμίσεις ηλεκτρικής ενέργειας της Καλιφόρνιας, έως τα προγράμματα κατασκευής δρόμων που δημιουργούν προαστιακή εξάπλωση και στην πραγματικότητα αυξάνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, έως παθογόνους παράγοντες που αναπτύσσουν ανοχή στα αντιβιοτικά, οι καλύτερες προσπάθειές μας για την επίλυση προβλημάτων συχνά τα επιδεινώνουν. Στη ρίζα αυτού του φαινομένου βρίσκεται η στενή, προσανατολισμένη στα γεγονότα, αναγωγιστική κοσμοθεωρία με την οποία ζουν οι περισσότεροι άνθρωποι. Καθώς έχουν εκπαιδευτεί να βλέπουν τον κόσμο ως μια σειρά γεγονότων, να βλέπουν την κατάστασή τους ως αποτέλεσμα εξωγενών δυνάμεων, δυνάμεων σε μεγάλο βαθμό απρόβλεπτων και ανεξέλεγκτων, οι άνθρωποι συχνά μιλούν για απροσδόκητες εκπλήξεις και παρενέργειες σαν να ήταν χαρακτηριστικό της πραγματικότητας. Τα μη

αναμενόμενα είναι οι παρενέργειες. Η επισήμανση εξωτερικών κλυδωνισμών και παρενεργειών για τη δικαιολόγηση της αποτυχία των πολιτικών, δεν περιγράφει μια ιδιότροπη και απρόβλεπτη πραγματικότητα, αλλά στην πραγματικότητα, επισημαίνει τους περιορισμούς των νοητικών μοντέλων των ανθρώπων. Η συστημική δυναμική βοηθά στην επέκταση των ορίων των νοητικών μοντέλων των ανθρώπων, έτσι ώστε να προκύψει η συνειδητοποίηση και ανάληψη της ευθύνης για τις ανατροφοδοτήσεις που δημιουργούνται από τις ίδιες τις αποφάσεις τους (J. D. Sterman, 2002).

Πίνακας 1: Παραδείγματα Αντίστασης Πολιτικής (Policy Resistance)

<ul style="list-style-type: none"> • Τα προγράμματα οδοποιίας που ενώ σχεδιάστηκαν για τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης έχουν αυξήσει την κυκλοφορία, και τη ρύπανση.
<ul style="list-style-type: none"> • Τα τσιγάρα χαμηλής περιεκτικότητας σε πίσσα και νικοτίνη στην πραγματικότητα αυξάνουν την πρόσληψη καρκινογόνων ουσιών, καθώς οι καπνιστές αντισταθμίζουν τη χαμηλή περιεκτικότητα νικοτίνης καπνίζοντας περισσότερα τσιγάρα την ημέρα.
<ul style="list-style-type: none"> • Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών προκαλεί μεγαλύτερη πυκνότητα δέντρων και συσσώρευση καυσίμων, οδηγώντας σε μεγαλύτερες πυρκαγιές.
<ul style="list-style-type: none"> • Οι προσπάθειες ελέγχου των πλημμυρών, όπως η κατασκευή φραγμάτων, έχουν οδηγήσει σε πιο σοβαρές πλημμύρες αποτρέποντας τη φυσική διάχυση της περίσσειας νερού στις πεδιάδες. Το κόστος των ζημιών από τις πλημμύρες αυξήθηκε καθώς οι πεδιάδες υποδοχής των υδάτων κατοικήθηκαν πιστεύοντας ότι ήταν ασφαλείς.
<ul style="list-style-type: none"> • Τα αντιβιοτικά έχουν διεγείρει την εξέλιξη ανθεκτικών στα φάρμακα παθογόνων.
<ul style="list-style-type: none"> • Τα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικών παρασίτων, έχουν σκοτώσει τους φυσικούς θηρευτές και έχουν συσσωρευτεί στην τροφική αλυσίδα.
<ul style="list-style-type: none"> • Παρά τα κέρδη στο κατά κεφαλήν εισόδημα και την ευρεία χρήση της τεχνολογίας στην εργασία, οι Αμερικανοί έχουν λιγότερο ελεύθερο χρόνο σήμερα από ό, τι πριν από 50 χρόνια και είναι λιγότερο ευτυχισμένοι.

Πηγή: Προσαρμογή από Sterman (2006).

3.2.3 Δυναμική Πολυπλοκότητα

Οι περισσότεροι άνθρωποι ορίζουν την πολυπλοκότητα ως προς τον αριθμό των στοιχείων ή των πιθανών καταστάσεων σε ένα σύστημα. Στη φαρμακευτική ανάπτυξη, για παράδειγμα, ο βέλτιστος έλεγχος των νέων ενώσεων για θεραπευτική χρήση είναι εξαιρετικά περίπλοκος, αλλά η πολυπλοκότητα έγκειται στην εξεύρεση της βέλτιστης λύσης από έναν πολύ μεγάλο αριθμό δυνατοτήτων. Τέτοιου είδους προβλήματα έχουν υψηλά επίπεδα συνδυαστικής πολυπλοκότητας. Οι περισσότερες περιπτώσεις αντίστασης πολιτικής προκύπτουν από τη δυναμική πολυπλοκότητα - τη συχνά αντίθετη συμπεριφορά πολύπλοκων συστημάτων που προκύπτει από τις αλληλεπιδράσεις των στοιχείων τους με την πάροδο του χρόνου. Οι άνθρωποι τείνουν να λαμβάνουν αποφάσεις χρησιμοποιώντας νοητικά μοντέλα που είναι στατικά και αναγωγικά. Τα στοιχεία της δυναμικής πολυπλοκότητας που οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν περισσότερες δυσκολίες είναι η ανατροφοδότηση, η χρονοκαθυστέρηση, τα αποθέματα και οι ροές (Sterman, 2006).

Η βιβλιογραφία προτείνει μαθησιακές διαδικασίες μέσω των απλών αρνητικών βρόχων ανάδρασης. Οι βρόχοι θεωρούνται γραμμικές αρνητικές ανατροφοδοτήσεις που παράγουν σταθερή σύγκλιση σε μια ισορροπία. Ο πραγματικός κόσμος δεν είναι τόσο απλός. Η συστημική δυναμική έδωσε έμφαση στον μη γραμμικό χαρακτήρα των συστημάτων ανάδρασης (Forrester 1961). Οι αποφάσεις οποιουδήποτε πράκτορα (agent) αποτελούν μόνο έναν από τους πολλούς βρόχους ανάδρασης που λειτουργούν σε ένα σύστημα. Οι βρόχοι μπορεί να αντικατοπτρίζουν τόσο τις αναμενόμενες όσο και τις απρόβλεπτες παρενέργειες των ενεργειών του λήπτη αποφάσεων, ενώ μπορεί να υπάρχουν θετικοί και αρνητικοί βρόχοι ανάδρασης. Αυτοί οι βρόχοι θα περιέχουν πολλά αποθέματα (μεταβλητές κατάστασης) και πολλές μη γραμμικότητες. Τα φυσικά και ανθρώπινα συστήματα χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα δυναμικής πολυπλοκότητας.

Η δυναμική πολυπλοκότητα προκύπτει επειδή τα συστήματα χαρακτηρίζονται από:

- **Συνεχή μεταβολή:** Αυτό που φαίνεται να είναι αμετάβλητο, σε μεγαλύτερο χρονικό ορίζοντα, φαίνεται να μεταβάλλεται. Η αλλαγή στα συστήματα συμβαίνει σε πολλές χρονικές κλίμακες και αυτές οι διαφορετικές κλίμακες μερικές φορές αλληλεπιδρούν.

- **Στενή διασύνδεση:** Οι παράγοντες του συστήματος αλληλεπιδρούν έντονα μεταξύ τους και με τον φυσικό κόσμο.

- **Ανατροφοδότηση:** Οι ενέργειές μας ανατροφοδοτούνται από μόνες τους. Οι αποφάσεις μας μεταβάλλουν την κατάσταση του κόσμου, προκαλώντας αλλαγές στη φύση και ενεργοποιώντας άλλους να δράσουν, δημιουργώντας έτσι μια νέα κατάσταση, η οποία στη συνέχεια επηρεάζει τις επόμενες αποφάσεις μας.

- **Μη γραμμικότητα:** Το αποτέλεσμα σπάνια είναι ανάλογο του αιτίου και αυτό που συμβαίνει τοπικά σε ένα σύστημα συχνά δεν ισχύει σε μακρινές περιοχές (άλλες καταστάσεις του συστήματος).

- **Εξάρτηση από την ιστορία:** Η επιλογή ενός δρόμου συχνά αποκλείει την επιλογή άλλων και καθορίζει την κατάληξη (εξάρτηση από την πορεία). Πολλές ενέργειες είναι μη αναστρέψιμες.

- **Αυτο-οργάνωση:** Η δυναμική των συστημάτων προκύπτει από την εσωτερική τους δομή. Συχνά, μικρές διαταραχές ενισχύονται και διαμορφώνονται από τη δομή της ανατροφοδότησης, δημιουργώντας μοτίβα στο χώρο και στο χρόνο και δημιουργώντας εξαρτήσεις.

- **Προσαρμοστικότητα:** Οι ικανότητες και οι κανόνες λήψης αποφάσεων των παραγόντων στα πολύπλοκα συστήματα αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Η εξέλιξη οδηγεί στην επιλογή και τον πολλαπλασιασμό ορισμένων παραγόντων, ενώ άλλοι εξαφανίζονται.

- **Συμβιβασμούς:** Οι χρονικές καθυστερήσεις στα κανάλια ανατροφοδότησης σημαίνουν ότι η μακροπρόθεσμη απόκριση ενός συστήματος σε μια παρέμβαση είναι συχνά διαφορετική από τη βραχυπρόθεσμη απόκρισή του

- **Αντιδιδαισθητικότητα:** Στα πολύπλοκα συστήματα η αιτία και το αποτέλεσμα απέχουν χρονικά και χωρικά.

- **Αντίσταση Πολιτικής:** Η πολυπλοκότητα των συστημάτων στα οποία είμαστε ενσωματωμένοι υπερκαλύπτει την ικανότητά μας να τα κατανοήσουμε: Πολλές φαινομενικά προφανείς λύσεις σε προβλήματα αποτυγχάνουν ή στην πραγματικότητα επιδεινώνουν την κατάσταση.

Πηγή: Προσαρμογή από Sterman (2001).

3.2.4 Αντιδιαισθητική Συμπεριφορά (Counterintuitive Behavior)

Τα κοινωνικά συστήματα είναι συστήματα μη γραμμικής ανάδρασης πολλαπλών βρόχων. Στη μακρά ιστορία της εξέλιξης δεν ήταν απαραίτητο μέχρι πολύ πρόσφατους ιστορικούς χρόνους για τους ανθρώπους να κατανοήσουν πολύπλοκα συστήματα ανατροφοδότησης. Οι εξελικτικές διαδικασίες δεν έχουν δώσει στους ανθρώπους τη διανοητική ικανότητα να ερμηνεύουν σωστά τη δυναμική συμπεριφορά των πολύπλοκων συστημάτων. Οι ιδέες για συστήματα ανατροφοδότησης εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά σε συστήματα μηχανικής. Η κατανόηση των συστημάτων ανάδρασης κλειστού βρόχου έχει πλέον αποκτήσει πρακτική χρησιμότητα στα κοινωνικά συστήματα (Forrester, 1971a).

Πολλά χαρακτηριστικά των κοινωνικών συστημάτων παραπλανούν τους ανθρώπους. Η συμπεριφορά που οι άνθρωποι δεν αναμένουν στο πλαίσιο εταιρικών και αστικών συστημάτων και στα παγκόσμια θέματα που αφορούν τον πλανήτη. Τρεις αντίθετες συμπεριφορές των κοινωνικών συστημάτων είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες.

Πρώτον, τα κοινωνικά συστήματα είναι εγγενώς μη ευαίσθητα στις πολιτικές που εφαρμόζουν οι άνθρωποι σε μια προσπάθεια να αλλάξουν τη συμπεριφορά των συστημάτων. Τα κοινωνικά συστήματα εφιστούν την προσοχή στα ίδια τα σημεία στα οποία μια προσπάθεια παρέμβασης θα αποτύχει. Οι άνθρωποι έχουν εξοικείωση με απλά συστήματα. Σε απλά συστήματα, η αιτία ενός προβλήματος είναι κοντά τόσο στο χρόνο όσο και στο χώρο στα συμπτώματα του προβλήματος. Αν κάποιος αγγίξει μια ζεστή σόμπα, το κάψιμο συμβαίνει άμεσα, η αιτία είναι προφανής. Σε πολύπλοκα δυναμικά συστήματα, οι αιτίες συχνά απέχουν πολύ τόσο στο χρόνο όσο και στο χώρο από τα συμπτώματα. Οι πραγματικές αιτίες μπορεί να βρίσκονται πολύ πίσω στο χρόνο και να προκύπτουν από ένα εντελώς διαφορετικό μέρος του συστήματος. Ωστόσο, το πολύπλοκο σύστημα μπορεί να παραπλανήσει παρουσιάζοντας μια προφανή αιτία ανταποκρινόμενη στις προσδοκίες που προέρχονται από την έκθεση σε απλά

συστήματα. Ένα άτομο θα παρατηρήσει ποιες φαίνεται να είναι αιτίες που βρίσκονται κοντά στα συμπτώματα τόσο στο χρόνο όσο και στο χώρο.

Δεύτερον, τα κοινωνικά συστήματα έχουν μερικά ευαίσθητα σημεία μέσω των οποίων μπορεί να αλλάξει η συμπεριφορά. Αυτά τα σημεία υψηλής μόχλευσης δεν είναι εκεί που περιμένουν οι περισσότεροι άνθρωποι. Επιπλέον, όταν εντοπίζεται μια πολιτική υψηλής μόχλευσης, υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες ότι ένα άτομο που καθοδηγείται από τη διαίσθηση και την κρίση θα οδηγήσει το σύστημα προς τη λάθος κατεύθυνση.

Τρίτον, τα κοινωνικά συστήματα παρουσιάζουν σύγκρουση μεταξύ βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων συνεπειών μιας αλλαγής – εφαρμογής πολιτικής. Μια πολιτική που επιφέρει βελτίωση βραχυπρόθεσμα μπορεί να οδηγήσει ένα σύστημα σε υποβάθμιση μακροπρόθεσμα. Ομοίως, οι πολιτικές που παράγουν μακροπρόθεσμη βελτίωση μπορεί βραχυπρόθεσμα να μην αποδίδουν. Ακολουθίες ενεργειών που στοχεύουν στη βραχυπρόθεσμη βελτίωση μπορούν τελικά να επιβαρύνουν ένα σύστημα μακροπρόθεσμα τόσο σοβαρά, που μπορεί να μην είναι εφικτή πλέον η ανάκαμψη. Πολλά προβλήματα που αντιμετωπίζονται σήμερα είναι σωρευτικά αποτέλεσμα βραχυπρόθεσμων μέτρων που ελήφθησαν τις προηγούμενες δεκαετίες.

3.2.5 Χρονοκαθυστερήσεις

Είναι συχνό φαινόμενο η χρονική υστέρηση της απόκρισης ενός συστήματος μετά τη λήψη μιας απόφασης παρέμβασης. Οι επιπτώσεις μιας απόφασης στην κατάσταση του συστήματος μπορεί να εμφανιστούν σε διαφορετικό μέρος του συστήματος αλλά και με χρονική καθυστέρηση, η οποία είναι υπεύθυνη για τη δημιουργούμενη αστάθεια και την ταλάντωση των συστημάτων. Παρατηρείται συχνά, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να συνεχίζουν να παρεμβαίνουν στο σύστημα για αρκετό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που λήφθηκαν οι απαιτούμενες ενέργειες διόρθωσης. Οι άνθρωποι, συνήθως αγνοούν τις χρονικές καθυστερήσεις.

3.2.5 Μη Γραμμικότητα

Τα περισσότερα προβλήματα συστημικής δυναμικής είναι μη γραμμικά, δηλαδή οι σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι αναλογικές. Τα μη γραμμικά αποτελέσματα είναι ανεπαίσθητα, επειδή ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα που παρατηρείται σε ένα εύρος μπορεί να μην είναι καθόλου έγκυρο σε ένα άλλο εύρος. Η

μη γραμμικότητα συχνά σημαίνει ότι υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ μεταβλητών και είναι πολύ δύσκολο να αναλυθεί όχι μόνο διαισθητικά, αλλά και μαθηματικά, ειδικά όταν ενσωματώνεται σε ένα δυναμικό πλαίσιο ανάδρασης.

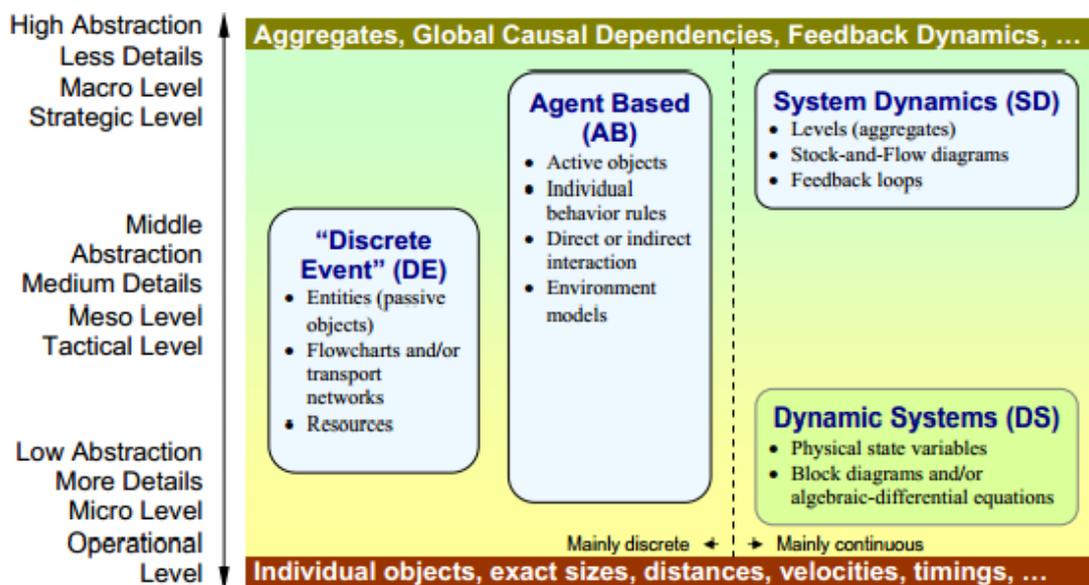
3.3 Μοντελοποίηση και Προσομοίωση

Ένα σύστημα μπορεί να οριστεί ως μια συλλογή αλληλένδετων στοιχείων, που σχηματίζουν ένα σύνολο. Έτσι, μπορεί να οριστεί ένα χρηματοπιστωτικό σύστημα, ένα κοινωνικό σύστημα, ένα πολιτικό σύστημα, ένα σύστημα παραγωγής, ένα σύστημα διανομής, ένα εκπαιδευτικό σύστημα ή ένα βιολογικό σύστημα. Κάθε ένα από αυτά τα συστήματα αποτελείται από πολλά στοιχεία που αλληλεπιδρούν με τρόπο, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να εξυπηρετήσει τον σκοπό του. Τα συστήματα όμως, ενώ επιλύουν ένα σύνολο προβλημάτων, ταυτόχρονα παράγουν άλλες σύνθετες προκλήσεις. Η οικονομική ανάπτυξη οδηγεί σε ρύπανση του αέρα και των υδάτων που απειλούν τη βιωσιμότητα της ζωής στη γη, οι εθνικές οικονομίες συχνά δεν είναι σε θέση να ελέγξουν τα προβλήματα του δημοσιονομικού ελλείμματος, του πληθωρισμού και της ανεργίας, οι μικρές εταιρείες συνήθως απολαμβάνουν μια ταχεία ανάπτυξη αρχικά, πριν μια ξαφνική κατάρρευση.

Ένα επιστημονικό εργαλείο που χρησιμοποιείται στη διερεύνηση προβλημάτων και λύσεων είναι η μοντελοποίηση. Ένα μοντέλο μπορεί να οριστεί ως μια αναπαράσταση ενός πραγματικού συστήματος σε σχέση με ορισμένα συγκεκριμένα προβλήματα. Έτσι, δεν κατασκευάζονται μοντέλα συστημάτων, αλλά μοντέλα επιλεγμένων πτυχών συστημάτων για τη μελέτη συγκεκριμένων προβλημάτων. Το πρόβλημα μπορεί να είναι πρακτικό ή θεωρητικό.



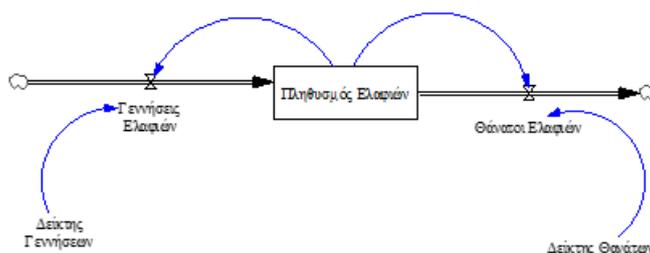
Εικόνα 4: Εφαρμογές της μοντελοποίησης σε αφαιρετική κλίμακα (Borshchev & Filippov, 2004)



Εικόνα 5: Προσεγγίσεις Μοντελοποίησης (Borshchev & Filippov, 2004)

Τα μοντέλα μπορούν να είναι πολλών τύπων: Τα φυσικά μοντέλα αποτελούνται από φυσικά αντικείμενα. Τα συμβολικά μοντέλα αποτελούνται από αφηρημένα σύμβολα. Τα μοντέλα συστημικής δυναμικής είναι συμβολικά μοντέλα που αποτελούνται από συνδυασμό διαγραμμάτων, γραφημάτων και εξισώσεων. Τα μοντέλα μπορεί να είναι στατικά, αντιπροσωπεύοντας στατικές ισορροπίες μεταξύ μεταβλητών σταθερών σε μια χρονική περίοδο. Μπορεί να είναι δυναμικά, αντιπροσωπεύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι μεταβλητές αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Μια άλλη τυπική ταξινόμηση των μοντέλων είναι: περιγραφική έναντι κανονιστικής. Τα περιγραφικά μοντέλα περιγράφουν πώς αλληλεπιδρούν οι μεταβλητές και πώς τα προβλήματα δημιουργούνται, δεν δηλώνουν πώς το σύστημα πρέπει να λειτουργεί για να εξαλείψει τα προβλήματα. Τα ρυθμιστικά (βελτιστοποίησης) μοντέλα επιδιώκουν να αντλήσουν τις βέλτιστες αποφάσεις. Τα μη γραμμικά προβλήματα είναι συνήθως μαθηματικά αδύνατο να αναπαρασταθούν και να επιλυθούν με μοντέλα βελτιστοποίησης. Τα μοντέλα συστημικής δυναμικής είναι περιγραφικά μοντέλα. Οι συστάσεις εφαρμογής πολιτικής δεν προκύπτουν από το μοντέλο, αλλά από τον σχεδιαστή του μοντέλου, ως αποτέλεσμα προσομοιώσεων. Τέλος, τα δυναμικά μοντέλα μπορεί να είναι συνεχή ή διακριτά στο χρόνο. Σε χρονικά συνεχή μοντέλα, η αλλαγή μπορεί να συμβεί ανά πάσα στιγμή (όπως η θερμοκρασία του αέρα ή ο πληθυσμός μιας πόλης), ενώ στα χρονικά

διακριτά μοντέλα, η αλλαγή μπορεί να συμβεί μόνο σε προκαθορισμένα διακριτά χρονικά σημεία (όπως ο μέσος όρος βαθμολογίας των φοιτητών που αλλάζει σε κάθε ακαδημαϊκή περίοδο). Τα πραγματικά δυναμικά συστήματα αποτελούνται και από τους δύο τύπους δυναμικής. Έτσι, ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής μπορεί να είναι συνεχές, διακριτό ή ακόμα και υβριδικό. Τα τυπικά μοντέλα δυναμικής συστημάτων είναι περιγραφικά, συνεχή ή διακριτά δυναμικά μοντέλα, που εστιάζουν σε προβλήματα πολιτικής που περιλαμβάνουν δομές ανάδρασης (Barlas, 2002).



Γράφημα 1: Αποτύπωση δομής μοντέλου

Όλες οι παραπάνω πολυπλοκότητες οδηγούν στο ακόλουθο συμπέρασμα: Τα μεγάλης κλίμακας, μη γραμμικά, δυναμικά μοντέλα ανατροφοδότησης είναι πολύ περίπλοκα για να αναλυθούν έστω και μερικώς και να κατανοηθούν από τη φυσική διαίσθηση των ανθρώπων. Για αυτό χρειάζεται η μοντελοποίηση. Με την μοντελοποίηση μπορεί να καταστεί το νοητικό μοντέλο των ανθρώπων σαφές, αναλύσιμο και ελέγξιμο, καθιστώντας δυνατή την επιστημονική βελτίωση. Τα νοητικά μοντέλα χαρακτηρίζονται από σημαντικά μειονεκτήματα: είναι ασαφή, σιωπηρά, συχνά προκατειλημμένα, διαφορούμενα και μη ελέγξιμα. Ένα μοντέλο, αντίθετα, είναι σαφές, ακριβές, λιγότερο μεροληπτικό, ξεκάθαρο και ελέγξιμο. Ένα καλά κατασκευασμένο μοντέλο μπορεί να εξαλείψει τις περισσότερες από τις αδυναμίες των νοητικών μοντέλων. Απαιτείται επίσης μαθηματική ανάλυση, η οποία είναι σχεδόν πάντα αδύνατη για μεγάλα, μη γραμμικά μοντέλα δυναμικής ανάδρασης. Έτσι, η δεύτερη σημαντική βοήθεια είναι η προσομοίωση σε υπολογιστή. Η προσομοίωση είναι ένας πειραματικός τρόπος ανάλυσης του προβλήματος. Στην προσομοίωση, ο πειραματισμός δε γίνεται με το πραγματικό σύστημα, αλλά με ένα μοντέλο του πραγματικού προβλήματος. Η δομή του μοντέλου λειτουργεί σε προσομοιωμένο χρόνο, ακριβώς όπως η λειτουργία της πραγματικής δομής σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε η δυναμική των μεταβλητών να ξεδιπλώνεται σταδιακά. Έτσι, ένα σύνολο

πειραμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί στο μοντέλο προσομοίωσης, δίνοντας κάποια αποτελέσματα σχετικά με τις δυναμικές ιδιότητες του συστήματος, τις αιτίες της προβληματικής δυναμικής και του τρόπου βελτίωσής τους. Η εγκυρότητα του μοντέλου είναι φυσικά ζωτικής σημασίας. Στις μελέτες συστημικής δυναμικής, η προσομοίωση είναι συχνά η μόνη εφικτή επιστημονική μέθοδος ανάλυσης. Οι άλλες δύο κλασικές μέθοδοι, η μαθηματική ανάλυση και ο πειραματισμός στο πραγματικό σύστημα είναι συχνά αδύνατες. Η αδυναμία πραγματικού πειραματισμού του συστήματος προέρχεται από τεράστιους κινδύνους, κόστος, χρονικές καθυστερήσεις και άλλες πρακτικές αδυναμίες που εμπλέκονται στον πειραματισμό με κοινωνικοοικονομικά συστήματα. Η προσομοίωση συνδυάζει τα πλεονεκτήματα κόστους και κινδύνου της μαθηματικής μοντελοποίησης, με την απεριόριστη ισχύ και ευελιξία της πειραματικής ανάλυσης.

Η συστημική δυναμική δημιουργεί μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των νοητικών μοντέλων και των μοντέλων προσομοίωσης. Τα νοητικά μοντέλα αποτελούν τη βάση για τις καθημερινές αποφάσεις καθώς περιέχουν τεράστιες αποθήκες πληροφοριών. Ο ανθρώπινος νους είναι δύσκολο να κατανοήσει τι σημαίνουν οι διαθέσιμες πληροφορίες όσον αφορά τη συμπεριφορά. Η προσομοίωση σε υπολογιστή συνδυάζεται πολύ καλά με τα νοητικά μοντέλα λαμβάνοντας τις διανοητικά αποθηκευμένες πληροφορίες και στη συνέχεια εμφανίζοντας τις δυναμικές συνέπειες.

Τέτοια νοητικά μοντέλα ανήκουν στην ίδια κατηγορία με τα μοντέλα υπολογιστών που χρησιμοποιούνται στη συστημική δυναμική. Στην πραγματικότητα, ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής συχνά χτίζεται από υποθέσεις των νοητικών μοντέλων. Τα νοητικά μοντέλα είναι πλούσια και σχετικά ακριβή σχετικά με τα μέρη ενός συστήματος. Αλλά τα νοητικά μοντέλα δεν μπορούν να οδηγήσουν σε αξιόπιστα συμπεράσματα ως προς το ποια συμπεριφορά θα προκύψει από τα γνωστά μέρη ενός πολύπλοκου συστήματος. Μια προσομοίωση υπολογιστή μπορεί να αποκαλύψει τη συμπεριφορά που υπονοείται στη δομή από την οποία κατασκευάζεται.

Η μετάφραση ενός νοητικού μοντέλου σε ένα μοντέλο προσομοίωσης δυναμικής συστημικής κινείται σε διάφορα στάδια (Forrester, 2009).

1. Ένα μοντέλο πρέπει να δημιουργηθεί χωρίς λογικές ασυνέπειες, με ορισμό όλων των μεταβλητών. Καμία δεν μπορεί να οριστεί πάνω από μία φορά. Οι εξισώσεις πρέπει να είναι σαφείς. Οι μονάδες μέτρησης πρέπει να είναι οι ίδιες και στις δύο

πλευρές μιας εξίσωσης. Οι περισσότερες εφαρμογές λογισμικού δυναμικής συστήματος έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν και να εντοπίζουν τέτοια λογικά σφάλματα.

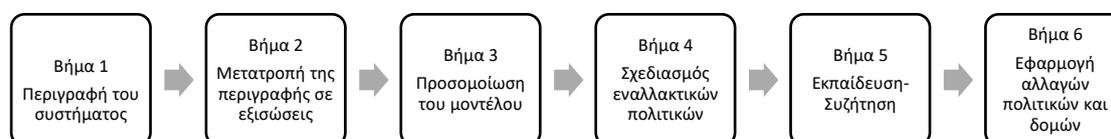
2. Όταν ένα μοντέλο προσομοιώνεται για πρώτη φορά, η προσομοιωμένη συμπεριφορά μπορεί να είναι αδύνατη και τα αποτελέσματα παράλογα. Τα αποθέματα, ή το νερό σε μια μπανιέρα, ή οι μαθητές στο σχολείο μπορεί να έχουν αρνητικές τιμές, οι οποίες δεν έχουν πραγματικό νόημα. Τότε απαιτείται βελτίωση του μοντέλου ώστε η δομή του να καταστεί πιο ρεαλιστική και πιο ισχυρή.

3. Καθώς ένα μοντέλο βελτιώνεται, η συμπεριφορά του συχνά δεν αποκαλύπτει σφάλματα του μοντέλου, αλλά αντίθετα αρχίζει να λέει κάτι για την πραγματική ζωή το οποίο δεν είχε εντοπιστεί προηγουμένως.

3.4 Μεθοδολογία και Εργαλεία Μοντελοποίησης

Απαραίτητα βήματα της μεθοδολογίας της συστημικής δυναμικής αποτελούν 1) ο προσδιορισμός και ορισμός (σκοπός) του προβλήματος, 2) η δυναμική υπόθεση και η εννοιολόγηση του μοντέλου, 3) η κατασκευή του μοντέλου, 4) ο έλεγχος της αξιοπιστίας και εγκυρότητας του μοντέλου, 5) η ανάλυση του μοντέλου και 6) η βελτίωση του σχεδιασμού (Barlas, 2002; 1996).

Σύμφωνα με τον (Forrester, 1994), απαιτούνται τα παρακάτω έξι βήματα:



Εικόνα 6: Διαδικασία συστημικής δυναμικής. Προσαρμογή από Forrester (1994).

Ως πρώτο βήμα, πρέπει να περιγραφεί το σχετικό σύστημα και να δημιουργηθεί μια υπόθεση (θεωρία) για το πώς το σύστημα δημιουργεί την ανησυχητική συμπεριφορά. Στο βήμα 2 αρχίζει η διαμόρφωση ενός μοντέλου προσομοίωσης. Η περιγραφή του συστήματος μεταφράζεται σε εξισώσεις ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής.

Το βήμα 3 πρέπει να συμμορφώνεται με ένα σημαντικό στοιχείο της καλής πρακτικής της δυναμικής συστημάτων: η προσομοίωση πρέπει να δείχνει πώς η εξεταζόμενη δυσκολία δημιουργείται στο πραγματικό σύστημα. Σε αντίθεση με τις μεθοδολογίες που επικεντρώνονται μόνο σε μια ιδανική μελλοντική κατάσταση για ένα σύστημα, η δυναμική συστημάτων πρέπει να αποκαλύπτει τον τρόπο με τον οποίο φτάσαμε στο παρόν και στη συνέχεια, σε ένα μεταγενέστερο βήμα, το μονοπάτι που οδηγεί στη βελτίωση. Οι πρώτες προσομοιώσεις στο βήμα 3 θα οδηγήσουν σε επιστροφές στα βήματα 1 και 2 μέχρι το μοντέλο να γίνει επαρκές για τον υπό εξέταση σκοπό.

Το βήμα 4 προσδιορίζει εναλλακτικές πολιτικές προς δοκιμή. Οι δοκιμές προσομοίωσης καθορίζουν ποιες πολιτικές υπόσχονται τα περισσότερα. Οι εναλλακτικές λύσεις μπορεί να προέρχονται από διαισθητικές ιδέες που δημιουργήθηκαν κατά τα τρία πρώτα στάδια, από την εμπειρία του αναλυτή, από προτάσεις που προωθούνται από άτομα του λειτουργικού συστήματος ή από μια εξαντλητική αυτόματη δοκιμή αλλαγών παραμέτρων.

Το βήμα 5 αποσκοπεί στην επίτευξη συναίνεσης για την εφαρμογή και αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για τις ηγετικές και τις δεξιότητες συντονισμού. Στην τελική εφαρμογή θα εμπλακούν πολλοί άνθρωποι. Το μοντέλο θα δείξει πώς το σύστημα προκαλεί τα προβλήματα και σχεδόν πάντα, οι λόγοι θα βρίσκονται σε πολιτικές που οι άνθρωποι πιστεύουν ότι θα οδηγήσουν σε λύσεις των προβλημάτων. Η εφαρμογή συχνά περιλαμβάνει την αντιστροφή ή αποποίηση βαθιά ριζωμένων πολιτικών και ισχυρά συναισθηματικών πεποιθήσεων.

Το βήμα 6 εφαρμόζει τις νέες πολιτικές. Οι δυσκολίες στο βήμα 6 θα προκύψουν κυρίως από ελλείψεις σε ένα προηγούμενο βήμα. Αν το μοντέλο είναι πειστικό και αν η εκπαίδευση στο βήμα 5 ήταν επαρκής, τότε το βήμα 6 μπορεί να προχωρήσει ομαλά. Η εφαρμογή μπορεί να διαρκέσει πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την εκκρίωση των παλαιών πολιτικών. Η εφαρμογή των νέων πολιτικών θα απαιτήσει τη δημιουργία νέων πηγών πληροφόρησης και εκπαίδευσης.

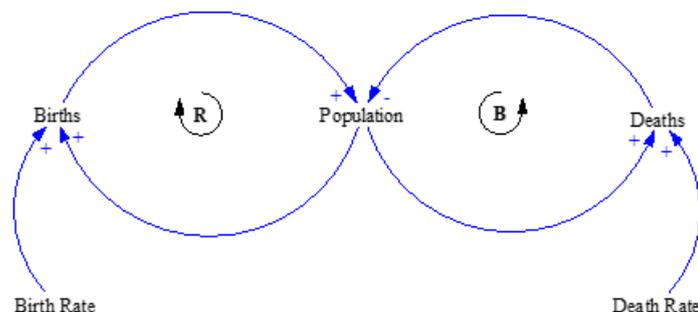
Για τη βελτίωση της ικανότητας μάθησης και διαχείρισης πολύπλοκων συστημάτων, χρειάζονται εργαλεία ικανά να καταγράφουν τις διαδικασίες ανατροφοδότησης, τα αποθέματα και τις ροές, τις χρονικές καθυστερήσεις και άλλες πηγές δυναμικής πολυπλοκότητας. Τα εργαλεία πρέπει επίσης να επιτρέπουν την κατανόηση του πώς

αυτές οι δομές δημιουργούν τη δυναμική ενός συστήματος και την αντίσταση πολιτικής. Πρέπει να βοηθούν στην αξιολόγηση των συνεπειών των νέων πολιτικών και των νέων δομών. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν την αιτιώδη χαρτογράφηση και τη μοντελοποίηση προσομοίωσης.

3.4.1 Διαγράμματα βρόχων – αιτιών (Causal Loops Diagrams)

Μεγάλο μέρος της τέχνης της μοντελοποίησης της δυναμικής του συστήματος προϋποθέτει την ανακάλυψη και την απεικόνιση των διαδικασιών ανατροφοδότησης και άλλων στοιχείων πολυπλοκότητας που καθορίζουν τη δυναμική ενός συστήματος. Όλες οι δυναμικές προκύπτουν από την αλληλεπίδραση δύο μόνο τύπων βρόχων ανατροφοδότησης, τους θετικούς ή ενίσχυσης (Positive-Reinforcing Feedback Loop) και τους αρνητικούς ή εξισορροπητικούς (Negative-Balancing Feedback Loop) βρόχους (Kirkwood, 1998). Οι θετικοί βρόχοι τείνουν να ενισχύουν οτιδήποτε συμβαίνει στο σύστημα: η ανάπτυξη όλο και περισσότερων πυρηνικών οπλικών συστημάτων από το NATO κατά τη διάρκεια του ψυχρού πολέμου οδήγούσε στην κατασκευή περισσότερων από τη Σοβιετική Ένωση, οδηγώντας το NATO σε κατασκευή ακόμα περισσότερων.

Οι αρνητικοί βρόχοι αντιτίθενται στην αλλαγή: όσο λιγότερη είναι η νικοτίνη στα τσιγάρα, τόσο περισσότερη καταναλώνουν οι καπνιστές για να πάρουν τη δόση που χρειάζονται. Όσο πιο ελκυστική είναι μια πόλη, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η μετανάστευση από τις γύρω περιοχές - αυξάνοντας την ανεργία, τις τιμές των κατοικιών και την κυκλοφοριακή συμφόρηση μέχρι του βαθμού η πόλη να μην είναι πιο ελκυστική από άλλα μέρη που θα μπορούσαν να ζήσουν οι άνθρωποι.



Γράφημα 2: Διάγραμμα βρόχων – αιτιών (Causal Loop Diagram)

Στο γράφημα 2, παρατηρούμε ότι η αύξηση των γεννήσεων οδηγεί στην αύξηση του πληθυσμού και η αύξηση του πληθυσμού στη συνέχεια οδηγεί στην αύξηση των γεννήσεων ενισχύοντας ξανά την ανατροφοδότηση. Οι αρνητικοί βρόχοι προσδίδουν μια ισορροπία στο σύστημα, έτσι παρατηρούμε ότι η αύξηση των θανάτων μειώνει τον πληθυσμό, ενώ στη συνέχεια η μείωση του πληθυσμού οδηγεί στη μείωση των θανάτων και στη συνέχεια στην αύξηση του πληθυσμού. Οι αρνητικοί βρόχοι αντιτίθενται στην αλλαγή θέτοντας όρια στην ανάπτυξη που επέρχεται λόγω των θετικών βρόχων.

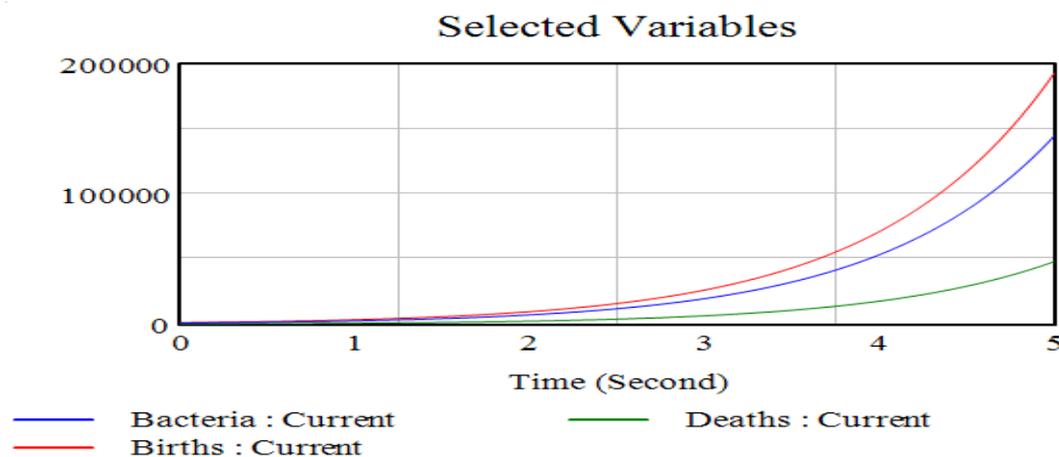
3.4.2 Χρονοδιαγράμματα Συμπεριφοράς (Behavior Over Time Graphs)

Ένα γράφημα συμπεριφοράς (BOT) με την πάροδο του χρόνου είναι ένα απλό γραμμικό γράφημα που δείχνει ένα μοτίβο αλλαγής με την πάροδο του χρόνου - δείχνει πώς κάτι αυξάνεται και μειώνεται καθώς περνάει ο χρόνος. Ο οριζόντιος άξονας στο γράφημα αντιπροσωπεύει πάντα τον χρόνο.

Ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει τη μεταβλητή που μπορεί να αυξάνεται ή να μειώνεται με το χρόνο - μια συσσώρευση. Μπορεί να είναι είτε "σκληρή" (hard) είτε "ήπια" (soft). Για παράδειγμα, σκληρές μεταβλητές μπορεί να είναι οι βαθμοί Κελσίου σε ένα εργαστηριακό πείραμα, τα χρήματα στην τράπεζα, το νερό σε μια δεξαμενή ή τα χιλιόμετρα που διανύονται. Μαλακές μεταβλητές θα μπορούσαν να είναι η ευτυχία ή το θάρρος ενός ατόμου, το ηθικό ή οι γνώσεις μιας ομάδας.

Τα χρονοδιαγράμματα συμπεριφοράς εστιάζουν σε πρότυπα συμπεριφοράς και όχι σε συγκεκριμένες λεπτομέρειες. Εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο κάτι αλλάζει.

Η σχεδίαση διαγραμμάτων συμπεριφοράς με την πάροδο του χρόνου μπορεί να βοηθήσει να ξεπεραστεί το δίλημμα της διαθεσιμότητας δεδομένων, δημιουργώντας αιτιώδεις θεωρίες πριν συγκεντρώσουμε τα απαραίτητα δεδομένα. Τα γραφήματα BOT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση της παρατηρούμενης συμπεριφοράς του παρελθόντος με τη μελλοντική συμπεριφορά με τρόπο που να προσφέρει εικόνα των αιτιωδών δομών της υπόθεσης. Τα BOT καθοδηγούν τη χρήση των δεδομένων, αλλά δεν δεσμεύονται από τα δεδομένα (Kim, 2010; Stamell, 2001).



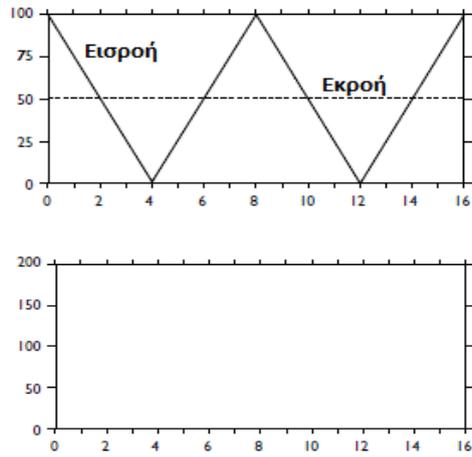
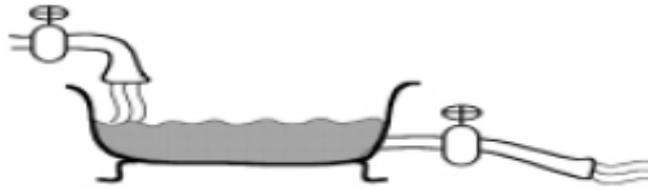
Γράφημα 3: Χρονοδιάγραμμα Συμπεριφοράς (Behavior Over Time Graph)

3.4.3 Διαγράμματα Συσσωρευτών - Ροών (Stock and Flow maps)

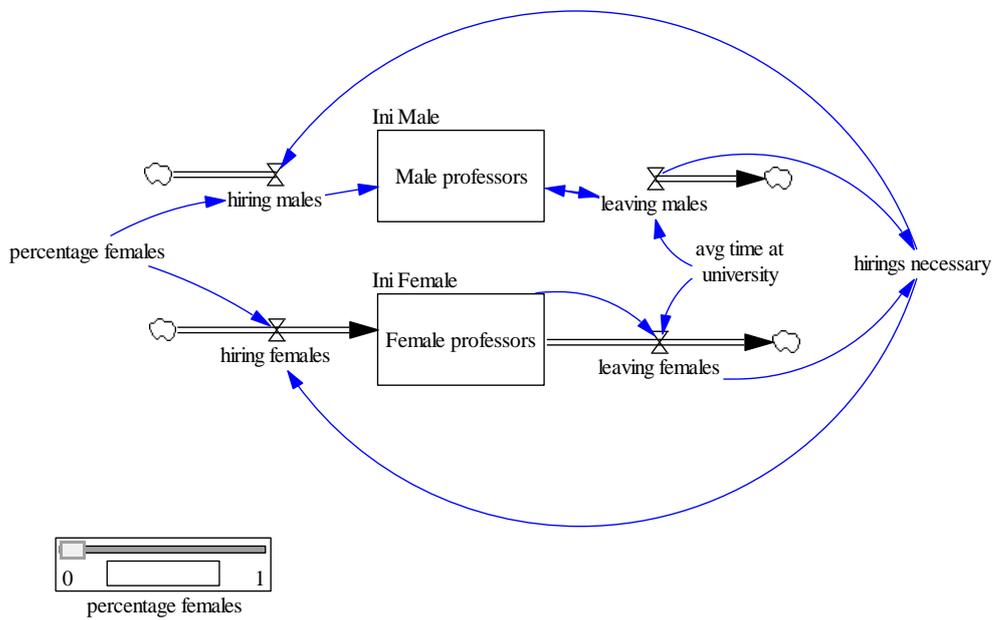
Τα αποθέματα και οι ροές αποτελούν το θεμέλιο της μοντελοποίησης της δυναμικής του συστήματος. Τα αποθέματα είναι οντότητες που συσσωρεύονται ή εξαντλούνται, όπως μια δεξαμενή η οποία γεμίζει με νερό από μια βρύση. Οι ροές είναι οντότητες που κάνουν τα αποθέματα να αυξάνονται ή να μειώνονται, όπως μια βρύση επηρεάζει τη στάθμη του νερού στην μπανιέρα. Η παραγωγή (που οδηγεί σε αύξηση των αποθεμάτων) και οι αγορές από τους καταναλωτές είναι παραδείγματα ροών, οι οποίες είναι οι μόνες μεταβλητές που μπορούν να μεταβάλλουν τα αποθέματα. Η παρουσία της ροής υποδηλώνει την κίνηση υλικών, όπως για παράδειγμα, τη ροή αποθεμάτων, μετρητών.

Μια τεχνική που χρησιμοποιείται συνήθως για τη διάκριση ενός αποθέματος από μια ροή είναι ο έλεγχος του τι θα συνέβαινε στο σύστημα αν ο χρόνος σταματούσε. Τα αποθέματα θα συνέχιζαν να υπάρχουν, ενώ οι ροές θα εξαφανίζονταν, επειδή είναι ενέργειες.

Τα διαγράμματα αποθεμάτων και ροών αποτελούν τη βάση για το επόμενο βήμα προς τη δημιουργία ενός υπολογιστικού μοντέλου του συστήματος. Επειδή τα λογισμικά μοντελοποίησης δυναμικής συστημάτων χρησιμοποιούν τα αποθέματα και τις ροές ως τη βασική τους γλώσσα, η δημιουργία του διαγράμματος αποθεμάτων και ροών διευκολύνει πολύ τη δημιουργία ενός υπολογιστικού μοντέλου του συστήματος. Το επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται για ένα διάγραμμα αποθεμάτων και ροών βοηθά στον προσδιορισμό του συστήματος με την ακρίβεια ενός υπολογιστικού μοντέλου (Aronson & Angelakis, 1999).



Γράφημα 4: Η μπανιέρα του Sterman (Προσαρμογή από Sterman, 2000).



Γράφημα 5: Διάγραμμα συσσωρευτών – Ροών (Vensim)

3.4.4 Εξισώσεις μοντέλου

Ίσως το πιο δύσκολο έργο στη διατύπωση ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής είναι η σύνθεση των εξισώσεων για τους ρυθμούς και τις βοηθητικές μεταβλητές. Στα σύγχρονα λογισμικά συστημικής δυναμικής οι εξισώσεις των μεταβλητών αποθέματος δημιουργούνται αυτόματα, επειδή το σύστημα μπορεί να δει τι εισρέει και τι εξέρχεται από ένα απόθεμα. Οι εξισώσεις ολοκλήρωσης έχουν τη μορφή: Αξία αποθέματος στην τρέχουσα χρονική στιγμή $t =$ παλαιά αξία αποθέματος κατά $t-dt + dt*(\text{Εισροές} - \text{Εκροές})$. Οι προσομοιώσεις συστημικής δυναμικής παρουσιάζουν σταθερή χρονική πρόοδο και μέσω αυτής της διαδικασίας οι εξισώσεις που περιγράφουν τους ρυθμούς ροής μετατρέπονται σε εξισώσεις διαφορών και επιλύονται για να προκύψουν οι τιμές των αποθεμάτων (Dangerfield, 2020; John D. Sterman, 2001).

Στην αρχή της προσομοίωσης απαιτείται μια παλαιά τιμή για την αρχικοποίηση του αποθέματος που ονομάζεται αρχική τιμή. Για όλα τα αποθέματα πρέπει να δηλωθεί μια σχετική αρχική τιμή προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία χρονικής προόδου της προσομοίωσης. Ενώ η διατύπωση των εξισώσεων ολοκλήρωσης μπορεί να αφηθεί στο λογισμικό, αυτό δεν συμβαίνει με τις εξισώσεις ρυθμού και τις βοηθητικές εξισώσεις, όπου ο χρήστης πρέπει να συνθέσει την εξίσωση με βάση τις γνωστές πληροφορίες που εμφανίζονται στο διάγραμμα ροής αποθεμάτων. Για το σκοπό αυτό συνιστάται η εισαγωγή των συνδέσμων επιρροής στο διάγραμμα πριν από τη δημιουργία των εξισώσεων.

Τα μοντέλα συστημικής δυναμικής, ως αιτιώδη-περιγραφικά, αποτελούνται από εξισώσεις αιτιώδους αιτίου-αποτελέσματος. Ως εκ τούτου, οι εξισώσεις αυτές πρέπει να υπακούουν σε ορισμένες θεμελιώδεις αρχές: Οι εξισώσεις πρέπει να αντιστοιχούν σε πραγματικές διαδικασίες. Για να έχει νόημα μια εξίσωση, όλες οι μεταβλητές και οι παράμετροι της πρέπει φυσικά να έχουν νόημα. Οι μεταβλητές και οι παράμετροι πρέπει να αντιστοιχούν στις έννοιες της πραγματικής ζωής, περιλαμβάνοντας ποσοτικές και ποιοτικές μεταβλητές. Οι εξισώσεις πρέπει να είναι διαστασιακά συνεπείς, να δίνουν έγκυρα αποτελέσματα ακόμη και σε ακραίες συνθήκες.

```

average lifetime=
    8
Units: Year

birth rate=
    0.125
Units: fraction/Year

births=
    Rabbit Population * birth rate
Units: rabbit/Year

deaths=
    Rabbit Population / average lifetime
Units: rabbit/Year

FINAL TIME = 30
Units: Year
The final time for the simulation.

INITIAL TIME = 0
Units: Year
The initial time for the simulation.

Rabbit Population= INTEG (
    births-deaths,

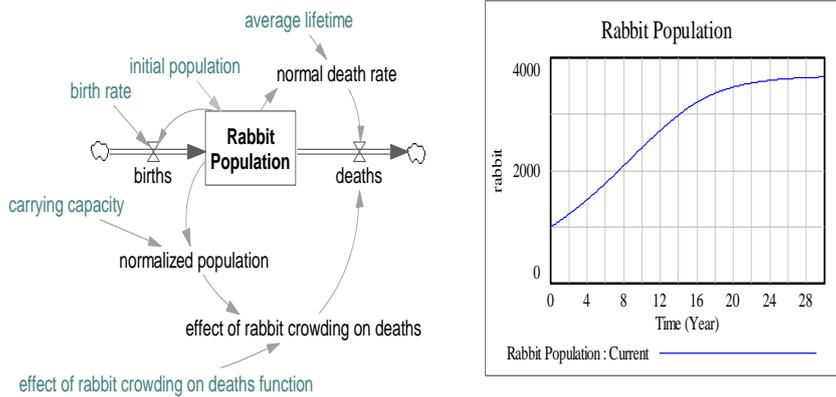
```

Γράφημα 6: Εξισώσεις μοντέλου Pray - Predator

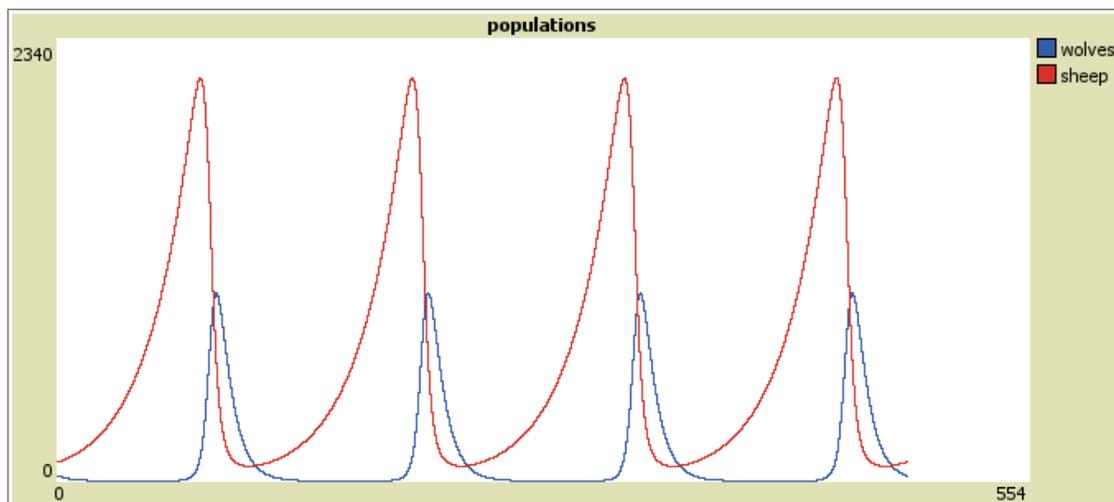
3.4.5 Υπολογιστικές Προσομοιώσεις

Η συνολική δυναμική του συστήματος εξαρτάται από το ποιος βρόχος ανατροφοδότησης θα κυριαρχήσει. Μέσω της προσομοίωσης αποτυπώνεται μια μίμηση της δυναμικής συμπεριφοράς και η ακρίβεια του μοντέλου μπορεί να εκτιμηθεί μέσω σύγκρισης της πραγματικής συμπεριφοράς του συστήματος με την συμπεριφορά που εμφανίζεται στην προσομοίωση. Στο στάδιο αυτό ο σχεδιαστής του συστήματος μπορεί να πειραματιστεί με διάφορες συνθήκες και να προβεί σε διορθώσεις πριν την εφαρμογή της παρέμβασης. Η εκτέλεση προσομοίωσης αφορά μια ενιαία προσομοίωση αποτελούμενη από υπολογιστικές πράξεις που παράγουν αριθμητικά αποτελέσματα. Αυτά τα αποτελέσματα αντιπροσωπεύουν ορισμένες πτυχές του συστήματος που ενδιαφέρει δεδομένης μιας περίπτωσης εισροών. Κατά τη σύγκριση διαφορετικών εκτελέσεων προσομοίωσης ενός μοντέλου διακρίνονται εκτελέσεις που χρησιμοποιούν τις ίδιες τιμές παραμέτρων και εξωγενών μεταβλητών αλλά διαφέρουν ως προς τις υλοποιήσεις των ροών και εκτελέσεις με χρήση τυχαίων-ψευδών αριθμών που χρησιμοποιούνται σε αυτές και σεναρίων, που διαφέρουν ως προς τις τιμές παραμέτρων ή εξωγενών μεταβλητών (Rahmandad & Sterman, 2012). Ένα πείραμα

λοιπόν προσομοίωσης συνίσταται στη δημιουργία του μοντέλου και στη διεξαγωγή πολλαπλών εκτελέσεων προσομοίωσης που παράγουν αριθμητικά αποτελέσματα. Οι εκτελέσεις προσομοίωσης μπορεί να διαφέρουν ως προς τις ρυθμίσεις των παραμέτρων τους, δηλαδή να ανήκουν σε διαφορετικά σενάρια, ή ως προς τις ροές τυχαίων αριθμών που οδηγούν, δηλαδή ως διαφορετικές υλοποιήσεις του ίδιου σεναρίου.



Γράφημα 7: Προσομοίωση σε περιβάλλον Vensim



Γράφημα 8: Προσομοίωση σε περιβάλλον NetLogo

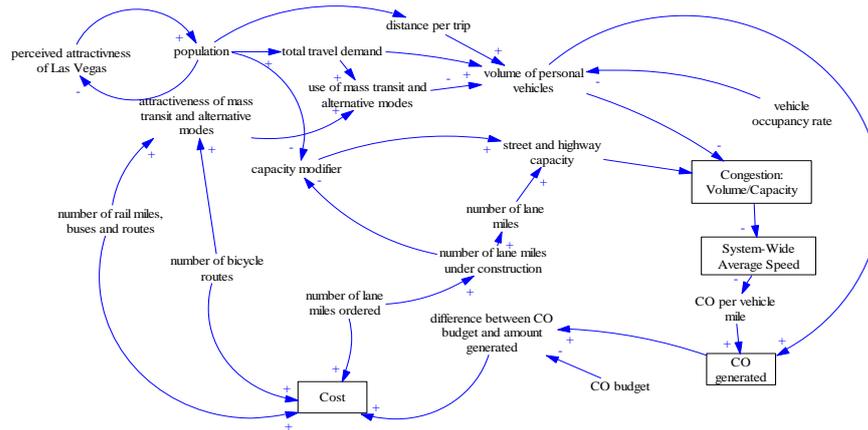
3.5 Εφαρμογές της Συστημικής Δυναμικής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ενδεικτικές εφαρμογές της συστημικής δυναμικής σε διάφορα πεδία.

Δημόσια συμμετοχή στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων

Η Stave (2002), και η ομάδα της ανέλαβε μελέτησαν το πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο Las Vegas και της κακής ποιότητας του αέρα και έκαναν προτάσεις αντιμετώπισής του. Η κακή ποιότητα του αέρα δημιουργούσε προβλήματα στην υγεία αλλά και στη χρηματοδότηση στον τομέα των μεταφορών λόγω υπέρβασης των προτύπων αέριας ρύπανσης. Στην ομάδα αποφάσεων συμμετείχαν μέλη της τοπικής κοινωνίας. Ο στόχος της Stave ήταν ορίζοντας και μοντελοποιώντας το πρόβλημα, να μπορέσει η ομάδα να κατανοήσει το σύστημα και τις παραμέτρους και να μπορέσει να αξιολογήσει εναλλακτικές.

Η δυναμική υπόθεση του μοντέλου ήταν ότι η αύξηση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων οδηγούσε σε μείωση της ταχύτητας της κυκλοφορίας η οποία με τη σειρά της οδηγούσε σε αύξηση αερίων ρύπων. Η προσομοίωση αφορούσε τα έτη από το 1990 ως το 2025. Η αύξηση της ελκυστικότητας των εναλλακτικών μέσων ή τρόπων μετακίνησης και η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς οδηγεί σε μείωση της μεταφοράς με ατομικά μέσα. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση ορίζεται ως ο όγκος των αυτοκινήτων σε σχέση με τη χωρητικότητα των δρόμων. Η αύξηση της κυκλοφορίας οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας, η οποία οδηγεί στην αύξηση της παραγωγής μονοξειδίου του άνθρακα. Ο μοναδικός βρόχος ανατροφοδότησης είναι αυτός μεταξύ του πληθυσμού και της ελκυστικότητας της πόλης.



Γράφημα 9: Μοντέλο αιτιωδών σχέσεων και δομών (Stave, 2002)

Οι εναλλακτικές συμπεριλάμβαναν την αύξηση της χωρητικότητας των δρόμων και του σιδηροδρομικού δικτύου, αύξηση της χωρητικότητας ανά όχημα και αύξηση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Η βέλτιστη επιλογή σύμφωνα με το συμβούλιο ήταν η μεγιστοποίηση της μεταφορικής πληρότητας των οχημάτων σε συνδυασμό με πολιτικές για τη βελτίωση του κόστους.

Παραπληροφόρηση στα κοινωνικά δίκτυα

Τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν τη μεγαλύτερη πλατφόρμα διάχυσης της παραπληροφόρησης. Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο διαδίδονται αυτές οι πληροφορίες, ιδίως σε σχέση με τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται, όπως τα bots και τα troll. Η εργασία των De La Prieta et al., (2022) είχε ως στόχο να μοντελοποιήσει και να προσομοιώσει σενάρια διάδοσης της παραπληροφόρησης στα κοινωνικά δίκτυα που προκαλούνται από bots. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ένα μαθηματικό μοντέλο, όσον αφορά την παραπληροφόρηση από αυτόν τον μηχανισμό, και τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν έναντι της αύξησης του ρυθμού ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των bots. Με τα αποτελέσματα αυτά αναγνωρίζεται ο κυρίαρχος ρόλος των κοινωνικών δικτύων στον έλεγχο της παραπληροφόρησης μέσω αυτού του μηχανισμού η δυνατότητα των bots να επηρεάζουν τους πολίτες. Η διάδοση της παραπληροφόρησης αυξάνεται ως αποτέλεσμα της μαζικής χρήσης των κοινωνικών δικτύων. Ένα παράδειγμα αυτού ήταν η περίπτωση του COVID-19, όταν τα ρωσικά

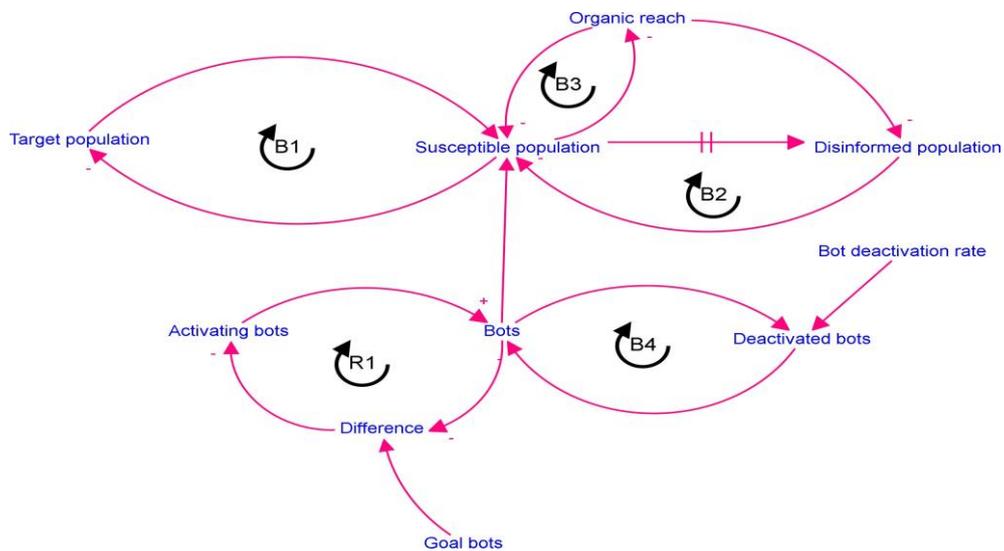
μέσα ενημέρωσης RT και Sputnik κατηγόρησαν το NATO και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ότι δημιούργησαν τον ιό με σκοπό την αποσταθεροποίηση της κινεζικής οικονομίας και η άμεση διάδοση των πληροφοριών αυτών σε κοινωνικά δίκτυα όπως το Facebook, το Twitter και το Tik Tok. Έχοντας υπόψη αυτά τα παραδείγματα τα προβλήματα που απασχολούν τους κοινωνικούς φορείς, ιδίως τα κράτη και την ακαδημαϊκή κοινότητα, είναι η έλλειψη ευαισθητοποίησης για την ύπαρξη αυτού του είδους των πληροφοριών και η έλλειψη κατανόησης των στρατηγικών που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλιστεί η διάδοση της παραπληροφόρησης στα κοινωνικά δίκτυα.

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στον δεύτερο τομέα του προβλήματος. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η παραπληροφόρηση μπορεί να διαδοθεί με την άμεση παρέμβαση ατόμων είτε συνειδητά είτε ασυνείδητα, καθώς και από αυτοματοποιημένους λογαριασμούς, γνωστούς ως bots. Τα bots είναι παρόντα σε όλα τα κοινωνικά δίκτυα, σε ορισμένα πιο αισθητά. Παράδειγμα αποτελεί το Twitter, όπου έχει υπολογιστεί ότι το 9% έως 15% των ενεργών λογαριασμών είναι bots.

Στόχος του παρόντος άρθρου ήταν η μοντελοποίηση και προσομοίωση σεναρίων διάδοσης της παραπληροφόρησης στα κοινωνικά δίκτυα που προκαλούνται από bots, με στόχο την ενίσχυση της κατανόησης του φαινομένου της παραπληροφόρησης μέσω bots. Μέσω αυτής της κατανόησης θα καταστεί δυνατή η καθιέρωση προτύπων συμπεριφοράς στο σύστημα και η αξιολόγηση των επιπτώσεων των διαφόρων αποφάσεων που λαμβάνουν οι εμπλεκόμενοι στην παραπληροφόρηση, ιδίως σε σχέση με τις πολιτικές των κοινωνικών δικτύων.

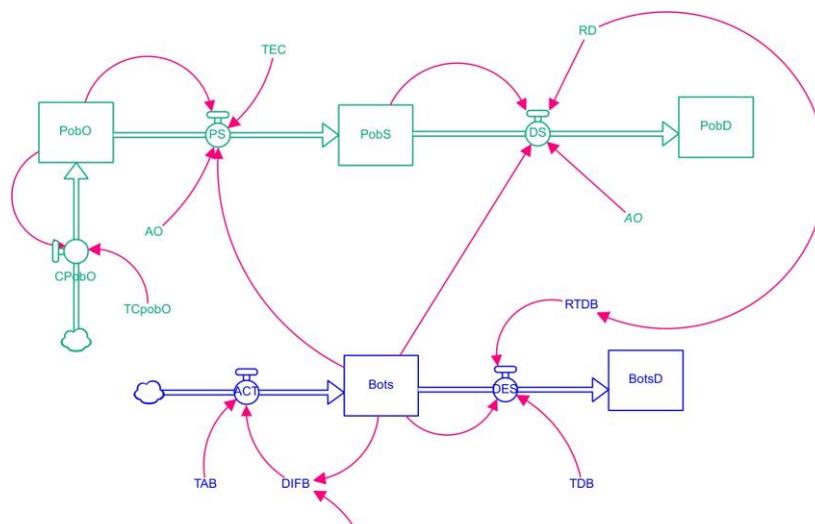
Ο ρόλος των bots ως μηχανισμού διάδοσης της παραπληροφόρησης ξεκινά με την ενεργοποίησή τους, όπου ο πράκτορας παραπληροφόρησης καθορίζει πόσα επιθυμεί να έχει, ωστόσο η διατήρηση ενός σταθερού αριθμού σε βάθος χρόνου είναι δύσκολη, δεδομένων των μηχανισμών αντίχενωσης που διαθέτουν τα κοινωνικά δίκτυα για την εξάλειψη ή τον αποκλεισμό αυτού του τύπου λογαριασμού. Η αλληλεπίδραση αυτών των ψεύτικων λογαριασμών γίνεται συνήθως με δημοσιεύσεις που βασίζονται σε ισχυρά hashtags, σχόλια και με διαμοιρασμό περιεχομένου. Ενόψει του αριθμού του πληθυσμού-στόχου, τα bots χαρακτηρίζονται από την χρήση της οργανικής εμβέλειας του λογαριασμού, έτσι ώστε όσο αυξάνεται ο αριθμός των οπαδών, η εμβέλεια αυτή

να μειώνεται, απαιτώντας μεγαλύτερο αριθμό bots ώστε να επηρεαστεί μεγαλύτερος αριθμός του πληθυσμού.



Γράφημα 10: Διάγραμμα βρόχων - αιτιών De la Prieta et al. (2022)

Το διάγραμμα συσσωρευτών - ροών βασίζεται στο μοντέλο SIR (επιδημιολογικό μοντέλο). Αποτελείται από πέντε μεταβλητές συσσωρευτών, πέντε μεταβλητές ροής και δέκα βοηθητικές μεταβλητές. Το πράσινο τμήμα αναπαριστά τη διαδικασία παραπληροφόρησης του πληθυσμού-στόχου και το μπλε τμήμα την συμπεριφορά ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των bots.

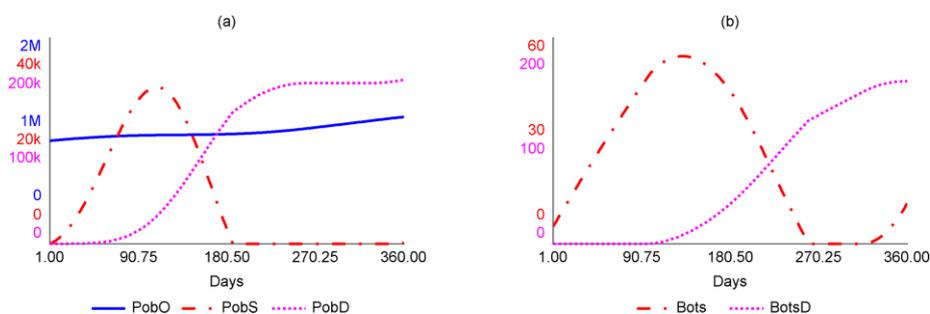


Γράφημα 11: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών De la Prieta et al. (2022).

Το μοντέλο εξηγεί τη συμπεριφορά του φαινομένου υπό τις ακόλουθες υποθέσεις:

- Μεταξύ της στιγμής της συγκρότησης του ευαίσθητου στην παραπληροφόρηση πληθυσμού (PobS) και της έναρξης διάδοσης της παραπληροφόρησης υπάρχει καθυστέρηση.
- Υπάρχει περιορισμένος αριθμός bots που ο παράγοντας παραπληροφόρησης επιθυμεί να τοποθετήσει στο κοινωνικό δίκτυο.
- Ύπαρξη καθυστέρησης για την απενεργοποίηση των bots.

Οι De La Prieta et al. δοκίμασαν διάφορα σενάρια προσομοίωσης. Στην πρώτη προσομοίωση (SIM-1), με τις αρχικές παραμέτρους για $t = 360$ η PobO (πληθυσμός – στόχος) αυξήθηκε κατά 230.000 άτομα, με 159.000 να είναι ουσιαστικά απληροφόρητοι, οι οποίοι αντιστοιχούν στο 15,9% της αρχικής PobO. Για $t = 90$, περίοδο έναρξης της παραπληροφόρησης του PobS, αυτό ήταν κοντά στα 28.200 άτομα, αυξανόμενο μέχρι $t = 111$, μετά από αυτή την ημέρα το PobS αρχίζει να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί. Στην περίπτωση των bots για $t = 133$ ο μεγαλύτερος αριθμός ενεργοποιημένων αυτομάτων ήταν 54,8 και για $t = 360$ ο αριθμός των απενεργοποιημένων bots ήταν 158.



Γράφημα 12: Πρώτη προσομοίωση (SIM-1) μοντέλου De la Prieta et al. (2022).

Το μοντέλο έδειξε ότι έχει τη δυνατότητα να αναπαράγει τη συμπεριφορά του συστήματος, όντας συνεπές με τις δυναμικές υποθέσεις που διατυπώθηκαν.

Το μοντέλο αυτό επιτρέπει στους φορείς που εμπλέκονται στην παραπληροφόρηση να αναλύουν με πιο αντικειμενικό τρόπο τα πρότυπα συμπεριφοράς της παραπληροφόρησης που προκαλούν τα bots για τη λήψη αποφάσεων, με βάση τρεις

υποθέσεις. Η πρώτη αφορά την καθυστέρηση στην έναρξη της παραπληροφόρησης, η δεύτερη τον περιορισμένο αριθμό bots που μπορεί να κινητοποιήσει ο παράγοντας παραπληροφόρησης και η τρίτη τους περιορισμούς των συστημάτων κοινωνικών δικτύων για τον εντοπισμό και την απενεργοποίηση αυτοματοποιημένων λογαριασμών.

Οι προσομοιώσεις αποσαφήνισαν ότι το σύστημα παραπληροφόρησης μέσω bots είναι ευαίσθητο σε πολιτικές που ευνοούν την ανίχνευση, τον αποκλεισμό και την εξάλειψη αυτών των λογαριασμών.

Από το προτεινόμενο μοντέλο και τις προσομοιώσεις που αναπτύχθηκαν, είναι απαραίτητο να αναγνωριστεί ο ρόλος των bots στην επιδείνωση των υφιστάμενων κοινωνικών προβλημάτων ως αποτέλεσμα της διάδοσης ψευδών πληροφοριών, εξ ου και η ανάγκη για εμβάθυνση σε διάφορες αναλύσεις, όπως η εξέλιξη αυτού του είδους των μηχανισμών, οι νέες τεχνολογίες που ενσωματώνουν για να παρακάμπτουν τα συστήματα ασφαλείας των κοινωνικών δικτύων και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε αυτά.

Διαταραχές στην εφοδιαστική αλυσίδα

Οι διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας (ΕΑ) είναι απροσδόκητα γεγονότα που έχουν προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω του ότι οι επιπτώσεις των διαταραχών θα μπορούσαν να παρατηρηθούν για παρατεταμένη περίοδο και το σοκ μπορεί να διαδοθεί σε άλλα κλιμάκια της ΕΑ. Προκαλώντας έτσι το γνωστό ως φαινόμενο του κυματισμού. Διαφορετικές αιτίες μπορούν να προκαλέσουν αυτού του είδους τα γεγονότα ωστόσο, ο αντίκτυπος στην απόδοση είναι πιο σημαντικό να χαρακτηριστεί από τη βασική αιτία. Η βιβλιογραφία για τις διαταραχές στην ΕΑ ασχοληθεί ελάχιστα με τα προβλήματα που προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις και τις δυναμικές ανατροφοδοτικές επιδράσεις ενός συστήματος πολλαπλών κλιμακίων ΕΑ. Στη βιβλιογραφία έχουν μελετηθεί προληπτικές αλλά και στρατηγικές αντιμετώπισης για τη μείωση των επιπτώσεων των διαταραχών.

Οι προληπτικές στρατηγικές περιλαμβάνουν εφεδρικούς προμηθευτές, αποθέματα και αποθέματα δυναμικότητας, τμηματοποίηση, ευελιξία προϊόντων και διαδικασιών, συντονισμό και σύναψη συμβάσεων. Οι στρατηγικές αντιμετώπισης εξετάζουν την παραμετρική προσαρμογή (επιτάχυνση), την προσαρμογή της διαδικασίας και του προϊόντος (αποθέματα ευελιξίας), την προσαρμογή της δομής της ΕΑ (εφεδρικοί

προμηθευτές). Η εφαρμογή αυτών των πολιτικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των διαταραχών. Ανάλογα με τη διάρκεια και τη σοβαρότητα της διαταραχής, μπορούν να εξεταστούν διαφορετικές στρατηγικές, έτσι, είναι ευκολότερο να αναλύονται οι συνέπειες παρά τα αίτια.

Στην έρευνα των (Olivares-Aguila & ElMaraghy, 2021), αναπτύσσεται μια μεθοδολογία λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό πολιτικών αντιμετώπισης διαταραχών της ΕΑ. Η έρευνα αποπειράται να απαντήσει στα ακόλουθα ερωτήματα:

- Πώς μπορούν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο των διαταραχών κατά το στάδιο του σχεδιασμού της ΕΑ;
- Ποιες είναι οι επιδόσεις της ΕΑ κατά την παρουσία μερικών ή πλήρων διαταραχών;
- Ποιες είναι οι επιδόσεις της ΕΑ παρουσία της επιτάχυνσης της παραγγελίας μετά τη διαταραχή;
- Τι συμβαίνει με την εμφάνιση της διαταραχής στα μεσαία κλιμάκια;

Ο πρώτος στόχος της έρευνας είναι να αναπτυχθεί ένα πλαίσιο στο οποίο με χρήση συστημικής δυναμικής να αντικατοπτρίζεται η συμπεριφορά της ΕΑ και οι πιθανές διαταραχές και στρατηγικές μετριασμού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Ο δεύτερος στόχος είναι η ανάπτυξη μιας ποσοτικής προσέγγισης για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων ως προς τον σχεδιασμό για τις διαταραχές.

Εξετάζονται πλήρεις και μερικές διαταραχές. Στην πλήρη διαταραχή, το επηρεαζόμενο κλιμάκιο ΕΑ δεν μπορεί να παράγει, να παραγγείλει ή να παραδώσει κατά τη διάρκεια της διακοπής. Στη μερική διαταραχή, η ΕΑ θα λειτουργεί σε χαμηλότερο επίπεδο δυναμικότητας και με υψηλότερο κόστος παραγωγής. Οι μερικές διαταραχές θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύουν την εφαρμογή στρατηγικών μετριασμού. Επιπλέον, το μοντέλο εξετάζει την επίσπευση των προϊόντων μετά τη διαταραχή. Η επιτάχυνση είναι μια κοινή πρακτική που εφαρμόζεται στην ΕΑ για τη διασφάλιση της έγκαιρης παράδοσης των προϊόντων και των εξαρτημάτων. Ανάλογα με το κλιμάκιο, οι παραγγελίες επισπεύδονται με πρόσθετο κόστος. Η επιτάχυνση επιτυγχάνεται με προσαρμογή της παραγωγής και επιλογές ταχύτερης μεταφοράς. Στην παρούσα έρευνα εξετάζεται η επιτάχυνση της παραγωγής μέσω μείωσης του χρόνου παραγωγής για τον μετριασμό των επιπτώσεων των διαταραχών.

Το μοντέλο επεκτάθηκε ώστε να συμπεριλάβει τη δομή των αποθεμάτων πρώτων υλών, τη διαταραχή της παραγωγικής ικανότητας, την επιτάχυνση και το κόστος. Στην παρούσα μελέτη αντιπροσωπεύεται ένα σύστημα ΕΑ τεσσάρων κλιμακίων. Οι ελλείψεις επιτρέπονται με τη μορφή των καθυστερημένων παραγγελιών. Αξιολογούνται βασικοί δείκτες απόδοσης, όπως το κέρδος, το κόστος, τα επίπεδα εξυπηρέτησης και τα αποθέματα.

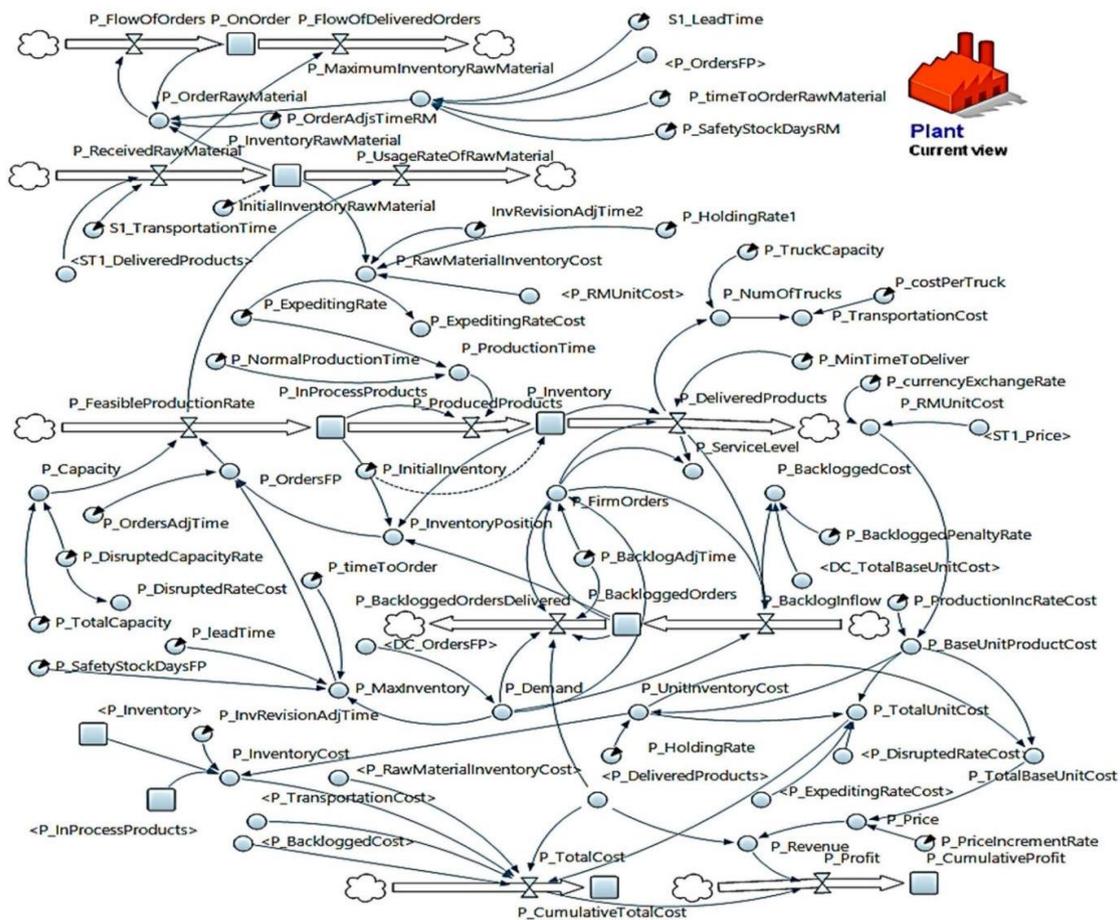
Παραδοχές:

- Πολιτική περιοδικού ελέγχου των παραγγελιών.
- Ο χρόνος παράδοσης είναι γνωστός και σταθερός σε κανονικές λειτουργίες
- Χρησιμοποιούνται διαφορετικοί ρυθμοί επιτάχυνσης με διαφορετικό κόστος.
- Η επιτάχυνση της παραγωγής επιτρέπεται μόνο μετά το πέρας της διαταραχής.
- Κατά τη διάρκεια μιας μερικής διακοπής, η εγκατάσταση συνεχίζει να λειτουργεί αλλά με καθορισμένο ρυθμό δυναμικότητας και κόστος
- Κατά τη διάρκεια μιας πλήρους διακοπής, η μονάδα που έχει υποστεί διακοπή δεν μπορεί να δώσει παραγγελίες, να παράγει παραγγελίες ή να πραγματοποιήσει αποστολές.
- Η ζήτηση των πελατών κατανέμεται ομοιόμορφα σε κάθε περίοδο.
- Για λόγους απλότητας, το κόστος και η χωρητικότητα κάθε φορτηγού σε όλα τα κλιμάκια είναι τα ίδια
- Οι διαταραχές μπορούν να συμβούν μόνο στα δύο ενδιάμεσα κλιμάκια (προμηθευτής της βαθμίδας 1 και εργοστάσιο).
- Κάθε κλιμάκιο έχει πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες για τη ζήτηση από το αμέσως κατώτερο κλιμάκιο.

Στο μοντέλο, ένα γεγονός διαταραχής προσομοιώνεται ως χρονική καθυστέρηση η οποία επιτρέπει την αναπαράσταση διαφορετικών διαταραχών (φυσικές καταστροφές, απεργίες κ.λπ.). Οι μερικές διακοπές επιτρέπουν την εξέταση προληπτικών στρατηγικών. Δηλαδή, αντί της προσομοίωσης πλήρους διαταραχής, εξετάζεται η περίπτωση μερικής διαταραχής. Αυτή η μερική διαταραχή θα επιτρέψει στο σύστημα να συνεχίσει να λειτουργεί, αλλά με ένα αυξημένο κόστος στο κανονικό κόστος

παραγωγής. Ως εκ τούτου, το κόστος των γενικών προληπτικών στρατηγικών εφαρμόζεται σιωπηρά στο μοντέλο.

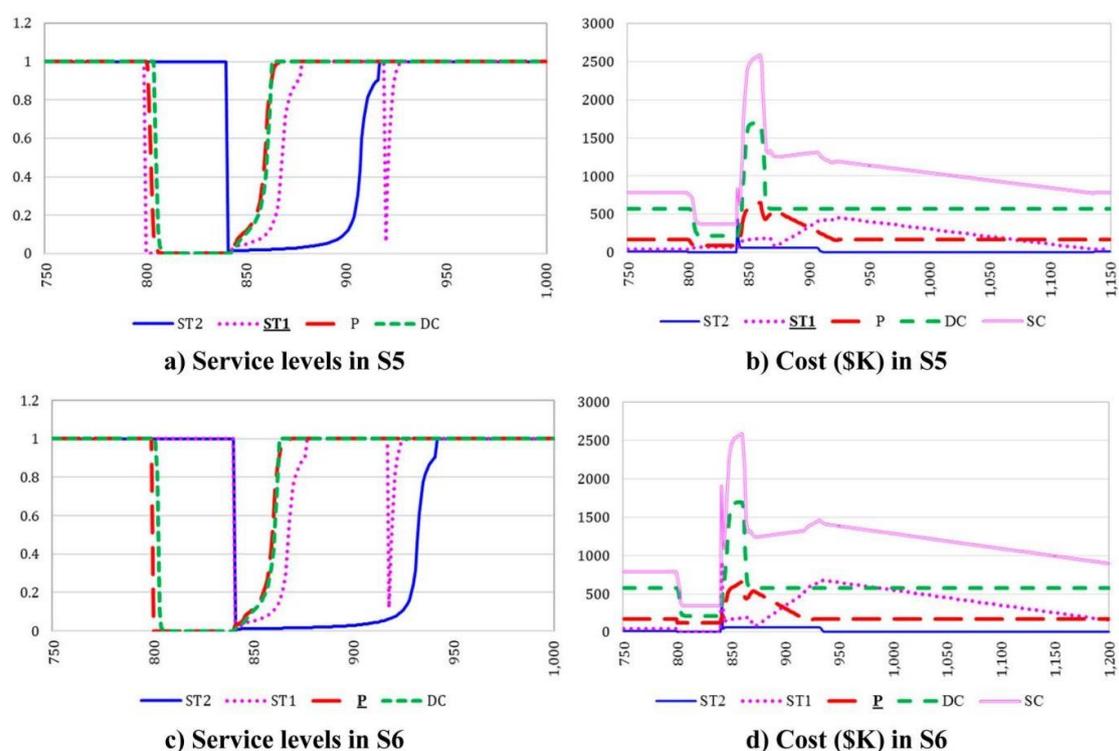
Το υπό μελέτη σύστημα ΕΑ έχει τέσσερα κλιμάκια, έναν προμηθευτή επιπέδου 2 (ST2), έναν προμηθευτή επιπέδου 1 (ST1), ένα εργοστάσιο (P) και ένα κέντρο διανομής (DC). Κάθε κλιμάκιο του μοντέλου αναπαρίσταται με ένα διάγραμμα δομής πολιτικής που δείχνει τα αποθέματα, τις ροές και τη δομή των αποφάσεων.



Γράφημα 13: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών εργοστασίου (Olivares-Aguila & ElMaraghy, 2021)

Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές ελέγχου της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας του μοντέλου. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση και προσομοίωση ήταν το AnyLogic. Ο έλεγχος ανωμαλίας συμπεριφοράς χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη αλλά και την επικύρωση του μοντέλου. Στην περίπτωση μη φυσιολογικής συμπεριφοράς, διερευνήθηκε η δομή του μοντέλου για τον εντοπισμό σφαλμάτων και τη διόρθωσή τους. Η δοκιμή ακραίων πολιτικών χρησιμοποιήθηκε στο στάδιο της

επικύρωσης και μοντελοποιήθηκαν διάφορες πολιτικές για την αναπαράσταση ακραίων συνθηκών με στόχο τον προσδιορισμό των δυναμικών συνεπειών. Για την επαλήθευση χρησιμοποιήθηκε η παρακολούθηση της εκτέλεσης προσομοίωσης και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Πραγματοποιήθηκαν επαναλήψεις διάρκειας 1500 ημερών. Με βάση τα αποτελέσματα των σεναρίων, εντοπίστηκε ότι οι αλλαγές στα δυναμικά πρότυπα συμπεριφοράς του μοντέλου αντιστοιχούν στις διαθέσιμες γνώσεις των συγγραφέων, για το λόγο αυτό το μοντέλο θεωρήθηκε κατάλληλο για την αξιολόγηση στρατηγικών.



Γράφημα 14: Επίδραση πλήρους διαταραχής στο επίπεδο και κόστος των υπηρεσιών (Oliveres-Aguila & ElMaraghy, 2021),

Οι υπολογιστικές προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν την συμπεριφορά του συστήματος σε περίοδο μερικής και πλήρους διαταραχής και τις αντίστοιχες επιπτώσεις στο κόστος και το επίπεδο εξυπηρέτησης, στο κόστος και το ύψος των αποθεμάτων, στο ανεκτέλεστο των παραγγελιών, τις επιδράσεις στα κλιμάκια της ΕΑ, στην επιτάχυνση της παραγωγής και στο κόστος της ΕΑ. Από την πειραματική

ανάλυση, συνάγεται ότι η εφαρμογή προληπτικών στρατηγικών θα έχει καλύτερη απόδοση από τις αναδραστικές στρατηγικές. Ωστόσο, θα μπορούσαν να συμβούν ανεξέλεγκτες διαταραχές ή περιπτώσεις περιορισμού της παραγωγής λόγω πρώτων υλών ή μέγιστης δυναμικότητας.

Ενώ η επιτάχυνση φαίνεται να είναι ελκυστική για τους διαχειριστές, η έλλειψη συντονισμού με τα άλλα κλιμάκια (προμηθευτές, κέντρο διανομής) μπορεί να εμποδίσει την απόδοση και να παράγει απρόβλεπτες συνέπειες όπως η αύξηση του κόστους. Για το λόγο αυτό, οι επαγγελματίες της SC πρέπει να αναλύουν ολιστικά τις προτεινόμενες αντιδραστικές στρατηγικές και να συνεργάζονται με τους προμηθευτές και τους πελάτες τους για να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις της διαταραχής.

Ανάλογα με τον στόχο της ΕΑ, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων μπορεί να επιτρέψει την επίσπευση, εάν αυτή συντονίζεται με τα άλλα κλιμάκια, και εάν η βραχυπρόθεσμη αποκατάσταση του επιπέδου εξυπηρέτησης αποτελεί πρωταρχικό στόχο. Διαφορετικά, η επιτάχυνση δεν συνιστάται.

Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο στάδιο του της ΕΑ για την εκτίμηση των επιπτώσεων πιθανών διαταραχών σε βασικούς δείκτες απόδοσης.

Παρατηρείται ότι οι προληπτικές στρατηγικές μετριάζουν τις επιπτώσεις στην απόδοση της ΕΑ. Ανάλογα με το κόστος της πολιτικής που χρησιμοποιείται, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να αξιολογήσουν το συμβιβασμό μεταξύ κόστους και επιπέδου υπηρεσιών.

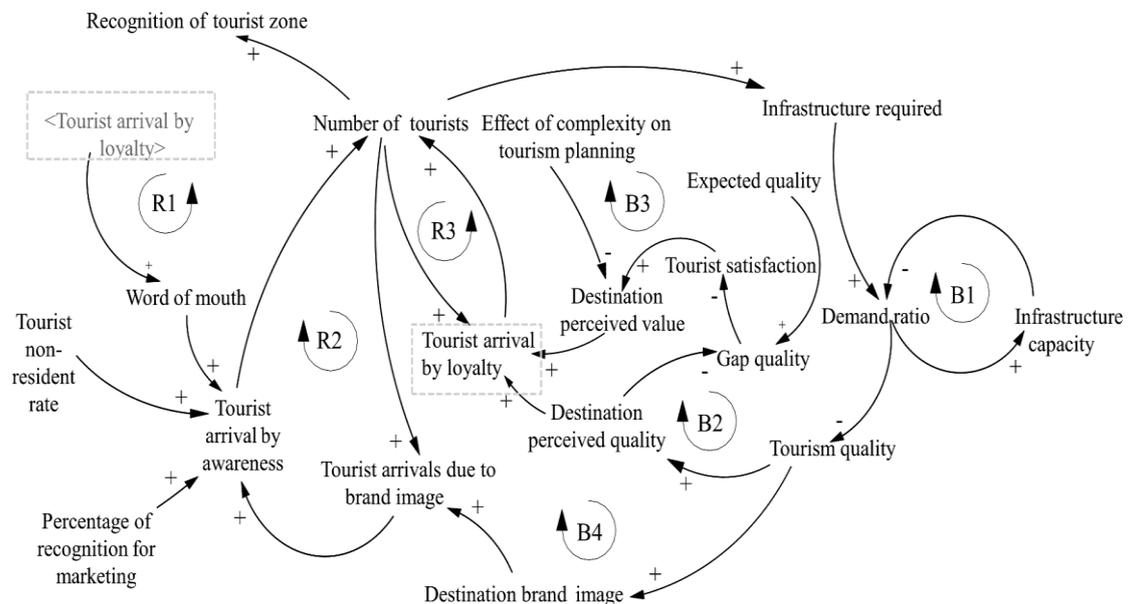
Η ανάλυση των σεναρίων επιτρέπει στους επαγγελματίες της ΕΑ το σχεδιασμό πολιτικών διακοπής πριν την εμφάνιση της διαταραχής. Οι πολιτικές διαταραχών και οι στρατηγικές μετριασμού πρέπει να έχουν υψηλότερη προτεραιότητα και να προετοιμάζονται περισσότερο εκ των προτέρων, ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις της διαταραχής. Οι περιορισμοί της μελέτης σχετίζονται με τις παραδοχές που καθορίστηκαν για την ανάπτυξη του μοντέλου.

Στρατηγικές τουριστικού σχεδιασμού

Ο τουρισμός περιορίζεται από την έλλειψη πολιτικών και στρατηγικών, ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη ευαισθητοποίησης εισροής τουριστών μέσω της δημιουργίας ταυτότητας μάρκας προορισμού (brand equity). Η ταυτότητα της μάρκας είναι σύνθετη επιχειρηματική πρόκληση λόγω της επίδρασής της στους τουρίστες με την πάροδο του

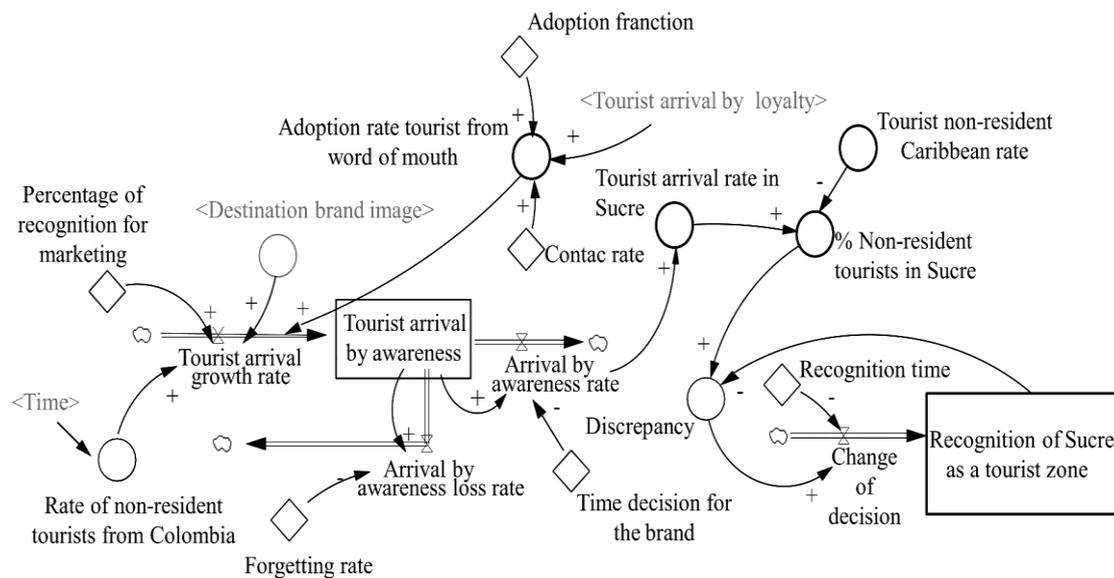
χρόνου. Η εργασία των Ruiz-Meza et al., (2022) προτείνει ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής για την αξία του brand equity του προορισμού για την αξιολόγηση της εξέλιξης της μελλοντικής συμπεριφοράς των σχετικών μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένων των αφίξεων τουριστών στην περιοχή Sucre της Κολομβίας. Το μοντέλο προσομοιώνει σενάρια και αναλύει τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών που μπορούν να εξηγήσουν την αξία του εμπορικού σήματος. Εξετάζονται οι επιδράσεις της εφαρμογής στρατηγικών μάρκετινγκ και της πολυπλοκότητας του τουριστικού σχεδιασμού. Αναλύεται η επίδραση της αξίας του εμπορικού σήματος στις αφίξεις των τουριστών, ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση του πολύπλοκου τουριστικού σχεδιασμού στην αντιληπτή αξία του εμπορικού σήματος. Επίσης, καταδεικνύεται η αντιφατική συμπεριφορά της επίδρασης των στρατηγικών μάρκετινγκ στην τάση των αφίξεων.

Το μοντέλο που παρουσιάζεται έχει ως στόχο να προσδιορίσει την επίδραση της ανάπτυξης του brand equity του προορισμού στο ρυθμό αφίξεων τουριστών σε έναν τουριστικό προορισμό. Προτείνεται ότι οι αφίξεις τουριστών μπορούν να αυξηθούν λόγω της δημιουργίας ενός εμπορικού σήματος προορισμού. Το μοντέλο εξετάζει την αρνητική επίδραση που δημιουργεί η πολυπλοκότητα της διαδικασίας σχεδιασμού του τουριστικού ταξιδιού στην αντιλαμβανόμενη αξία του προορισμού.



Γράφημα 15: Διάγραμμα θρόχων - αιτιών (Causal Loop Diagram) Ruiz-Meza et al., (2022).

Η διάχυση (word of mouth) εφαρμόζεται ως στρατηγική για την αύξηση της αναγνωρισιμότητας του προορισμού (R1). Η εικόνα του προορισμού από τους επισκέπτες τουρίστες χρησιμοποιείται ως θετική επίδραση στην αναγνωρισιμότητα του εμπορικού σήματος (R2). Η αύξηση των αφίξεων περιορίζεται από τη χωρητικότητα της υποδομής των καταλυμάτων (B1). Αυτό οδηγεί στην εξέταση των αντιλήψεων των τουριστών για την αναμενόμενη και την αντιλαμβανόμενη ποιότητα, δημιουργώντας ένα κενό που ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της αντιλαμβανόμενης και της αναμενόμενης ποιότητας που επιτρέπει τον προσδιορισμό της ικανοποίησης των τουριστών (B2). Επιπλέον, η αντιλαμβανόμενη αξία του προορισμού είναι η σχέση μεταξύ της ικανοποίησης των τουριστών και του δημιουργούμενου αποτελέσματος από την πολυπλοκότητα του τουριστικού σχεδιασμού (B3). Η ποιότητα του τουριστικού προορισμού σε συνάρτηση με την ικανότητα υποδομής θεωρείται ως η αντιλαμβανόμενη εικόνα του προορισμού (B4). Με βάση την αντιλαμβανόμενη ποιότητα και την αντιλαμβανόμενη αξία από τους επισκέπτες τουρίστες, δημιουργείται η αφοσίωση στην επωνυμία του προορισμού, η οποία συσχετίζεται θετικά με το ποσοστό άφιξης τουριστών στον προορισμό (R3).



Γράφημα 16: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών (Stock and Flow Map) των σχέσεων των μεταβλητών brand awareness του προορισμού Ruiz-Meza et al., (2022).

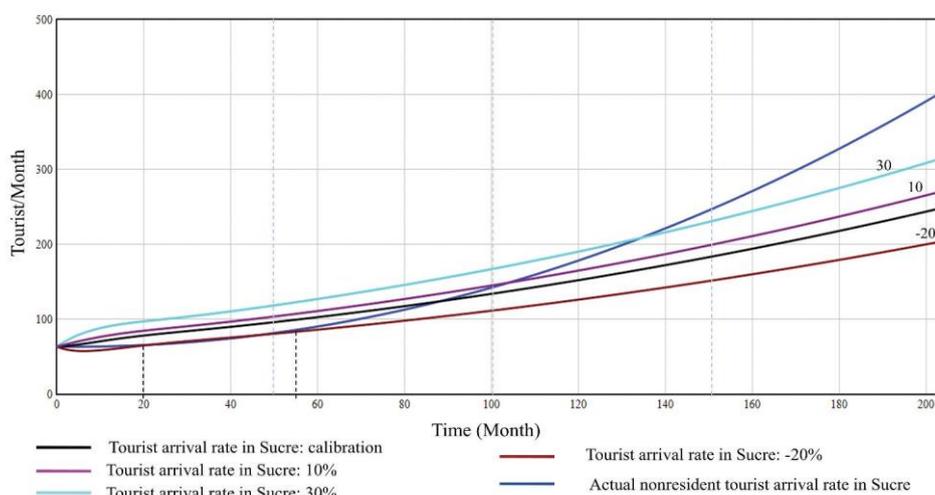
Ως στρατηγική επενδυτικής πολιτικής, εξετάζονται τρία υποθετικά σενάρια εφαρμογής στρατηγικών μάρκετινγκ. Στόχος είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας

και της ανταγωνιστικότητας του τομέα μέσω μιας διαφοροποιημένης στρατηγικής για τον τουρισμό. Το πρώτο σενάριο ορίζει αύξηση του ποσοστού προσέλκυσης κατά 10%, το δεύτερο κατά 30% και το τρίτο σενάριο ορίζει απώλεια 20% λόγω αρνητικής επίδρασης των στρατηγικών. Το πρώτο ποσοστό αντιστοιχεί στην τιμή του τρέχοντος ποσοστού του προϋπολογισμού μάρκετινγκ για τους οργανισμούς του τομέα των υπηρεσιών. Το δεύτερο ποσοστό αντιστοιχεί στον προβλεπόμενο προϋπολογισμό για την οικοδόμηση της αξίας του εμπορικού σήματος στις επιχειρήσεις του τομέα των υπηρεσιών. Το τρίτο ποσοστό αποτελεί προσομοίωση των αποτυχημένων στρατηγικών μάρκετινγκ.

Η προσομοίωση διεξάγεται για 204 μήνες για να παρατηρηθεί η συμπεριφορά των αφίξεων και η συμπεριφορά των διαστάσεων της αξίας του εμπορικού σήματος. Με τις δύο πρώτες στρατηγικές μάρκετινγκ (10% και 30%), παρατηρείται αύξηση του ποσοστού των αφίξεων. Με το σενάριο μείωσης του αριθμού των τουριστών που προσελκύονται μέσω της στρατηγικής μάρκετινγκ (-20%), η καμπύλη του ποσοστού αφίξεων επικαλύπτει τις τρέχουσες τιμές για 30 μήνες (στο διάστημα προσομοίωσης 20-50). Το αποτέλεσμα αυτό είναι αντιφατικό, διότι αναμενόταν ότι η αρνητική επίδραση των στρατηγικών μάρκετινγκ θα οδηγούσε τον ρυθμό άφιξης των τουριστών να είναι κάτω από τον προβλεπόμενο ρυθμό τάσης. Αυτό υποδηλώνει έλλειψη στρατηγικών μάρκετινγκ ή αρνητική εικόνα του προορισμού. Το ποσοστό της αύξησης του ποσοστού αφίξεων δείχνει μια συμπεριφορά ανάλογη με την αύξηση από τις στρατηγικές μάρκετινγκ. Δεν επιτυγχάνεται αναλογία 1:1 (δηλαδή, μια αύξηση 10% στο μάρκετινγκ δεν μεταφράζεται σε αύξηση 10% στο ποσοστό τουριστικών αφίξεων). Τον μήνα 102, η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των προσομοιωμένων και των αναμενόμενων ποσοστών τουριστικών αφίξεων σε κάθε ένα από τα σενάρια (10%, 30% και -20%) είναι 17,06%, 17,77% και 15,83%, αντίστοιχα. Τον μήνα 204, τα ποσοστά μειώνονται σε 10,74%, 11,06% και 10,01%, αντίστοιχα. Αυτό δείχνει ότι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να δημιουργηθεί μια τάση που δείχνει ότι για κάθε ποσοστιαία μονάδα αύξησης του μάρκετινγκ, μπορεί να προσεγγιστεί μια ανάλογη ποσοστιαία αύξηση στην άφιξη τουριστών.

Επιπλέον, η αυξημένη επένδυση στο μάρκετινγκ δημιουργεί μεγαλύτερη αύξηση στη ροή τουριστών με την πάροδο του χρόνου. Αυτό παρατηρείται με βάση τα αποτελέσματα της προσομοίωσης κατά τους μήνες 51, 102, 153 και 204, για τους οποίους η διαφορά μεταξύ του ποσοστού τουριστών για 30% μάρκετινγκ σε σύγκριση

με το 10% είναι 15, 22, 32 και 44 αντίστοιχα (από τον μήνα 51 που αντιστοιχεί σε διαφορά 14,42%, αυξάνεται σε διαφορά 16,23% τον μήνα 204). Αυτό δείχνει ότι όσο αυξάνεται το μάρκετινγκ, επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα με την πάροδο του χρόνου και η διαφορά που επιτυγχάνεται στο ποσοστό άφιξης συνεχίζει να έχει ανοδική τάση. Η επίδραση στην ξενοδοχειακή υποδομή αυξάνεται λόγω της αύξησης των τουριστικών αφίξεων, η οποία απαιτεί μεγαλύτερη χωρητικότητα σε υποδομές φιλοξενίας.

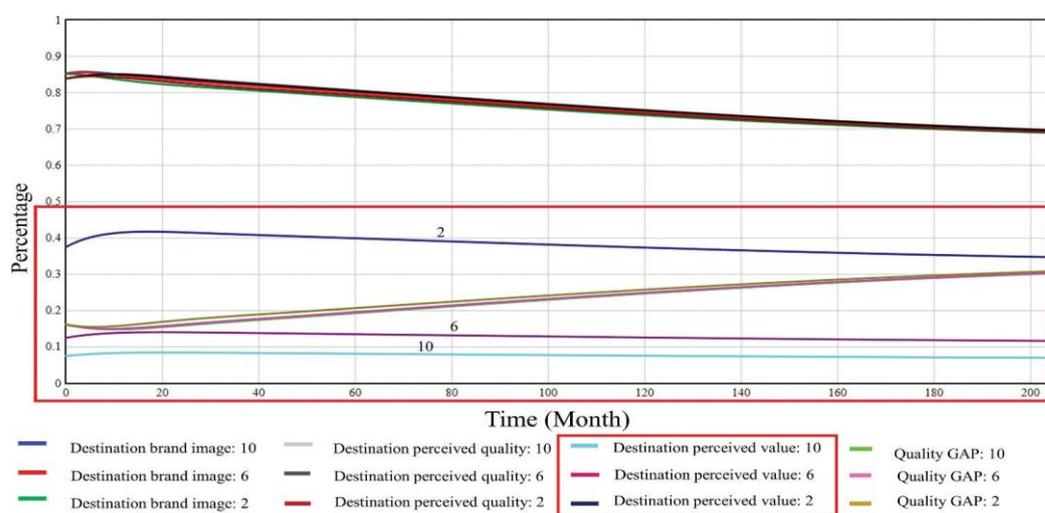


Γράφημα 17: Συμπεριφορά των τουριστικών αφίξεων στο Sucre σύμφωνα με τα σενάρια δοκιμής (204 μήνες), Ruiz-Meza et al., (2022).

Η εικόνα του εμπορικού σήματος του προορισμού και η αντιλαμβανόμενη ποιότητα του προορισμού συγκλίνουν με την πάροδο του χρόνου. Με υψηλότερη επένδυση μάρκετινγκ, τα ποσοστά αυτών των διαστάσεων μειώνονται. Το ίδιο ισχύει για την αντιλαμβανόμενη αξία του προορισμού. Η επίδραση της αύξησης ή μείωσης των στρατηγικών μάρκετινγκ δημιουργεί άμεσο αντίκτυπο σε όλες τις διαστάσεις της αξίας της μάρκας προορισμού. Η αντιλαμβανόμενη ποιότητα, η αξία και η εικόνα επηρεάζονται με την πάροδο του χρόνου λόγω του περιορισμού των υποδομών φιλοξενίας. Ο τρέχων ρυθμός κατασκευής ξενοδοχείων δεν καταφέρνει να καλύψει την αύξηση των αφίξεων, γεγονός που αυξάνει το χάσμα ποιότητας.

Η πολυπλοκότητα του τουριστικού σχεδιασμού μετριέται με το λόγο ικανοποίησης/πολυπλοκότητας που συνθέτει την αντιλαμβανόμενη αξία του προορισμού. Για την ολιστική αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας εφαρμόστηκε μια

κλίμακα Likert. Η κλίμακα που εφαρμόστηκε αντιπροσωπεύει τιμές από 0 έως 100% πολυπλοκότητα και με εύρη 0-2 για πολύ χαμηλή πολυπλοκότητα, 2-4 για τη χαμηλή πολυπλοκότητα, 4-6 για τη μεσαία πολυπλοκότητα, 6-8 για την υψηλή πολυπλοκότητα και 8-10 για την πολύ υψηλή πολυπλοκότητα. Οι προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν με τις μέγιστες τιμές τριών περιοχών. Η προσομοίωση διεξάγεται επίσης σε διάστημα 204 μηνών για να εξεταστεί η συμπεριφορά των αφίξεων τουριστών και η επίδραση στις διαστάσεις της αξίας του εμπορικού σήματος του προορισμού. Όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα του τουριστικού σχεδιασμού μειώνεται η αντιλαμβανόμενη αξία του προορισμού. Όταν αυξάνεται η πολυπλοκότητα από 2 σε 6 και από 2 σε 10, μειώνεται η αντιλαμβανόμενη αξία κατά 23,07% και 27,72% αντίστοιχα. Όταν αυξάνεται η επίδραση της πολυπλοκότητας από 6 στο 10, η μείωση είναι 4,65%. Αυτό δείχνει ότι η πολυπλοκότητα επηρεάζει άμεσα την αντιλαμβανόμενη αξία, όχι σε αναλογία 1:1. Στις άλλες διαστάσεις δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της πολυπλοκότητας. Διαφαίνεται επίδραση της πολυπλοκότητας στον αριθμό των τουριστών που είναι πιστοί στο εμπορικό σήμα. Η κατάσταση αυτή εξηγείται λόγω της σχέσης της αντιλαμβανόμενης αξίας που αυξάνεται όσο μειώνεται η επίδραση της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού. Η μεταβολή στις αφίξεις τουριστών ευνοείται με την ελαχιστοποίηση της πολυπλοκότητας.



Γράφημα 18: Επίδραση της πολυπλοκότητας στις διαστάσεις της εικόνας της μάρκας, της αντιλαμβανόμενης αξίας και της αντιλαμβανόμενης ποιότητας Ruiz-Meza et al., (2022).

Το μοντέλο βαθμονομήθηκε με ιστορικά δεδομένα και δημιουργήθηκαν δύο σενάρια. Ένα πρώτο σενάριο δημιουργήθηκε για να επαληθευτεί η επίδραση που προκαλούν οι στρατηγικές μάρκετινγκ στην προσέλκυση ή την απώλεια νέων δυνητικών τουριστών. Παρατηρήθηκε ανάπτυξη με τα σενάρια αύξησης 10% και 30%, ενώ με το σενάριο της απώλειας 20% λόγω κακών επιδράσεων του μάρκετινγκ το ποσοστό αφίξεων συμπεριφέρθηκε ομοίως για περισσότερους από 30 μήνες προσομοίωσης. Η συμπεριφορά αυτή είναι αντιφατική. Η ποσοστιαία αύξηση ή μείωση του μάρκετινγκ δεν επηρεάζει σε αναλογία 1:1 (δηλαδή, η αύξηση του ποσοστού του μάρκετινγκ κατά 10% δεν αυξάνει τον αριθμό των τουριστών που φθάνουν στον προορισμό κατά 10%).

Ως δεύτερο σενάριο, αξιολογήθηκε η επίδραση της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού των τουριστικών ταξιδιών. Παρατηρήθηκε επίδραση στην αφοσίωση στο εμπορικό σήμα του προορισμού που εξετάστηκε μέσω τριών επιπέδων πολυπλοκότητας σχεδιασμού σε κλίμακα από 2 έως 10. Με την αύξηση της πολυπλοκότητας από το 6 στο 10, η αύξηση είναι μικρότερη από ό,τι από το 2 στο 6. Άρα, το πιο σχετικό εύρος πολυπλοκότητας είναι μεταξύ 2 και 6. Η προσέγγιση της ανάπτυξης μιας επωνυμίας προορισμού η οποία αυξάνει τα επίπεδα των τουριστών που επισκέπτονται την περιοχή, αποτελεί θεμελιώδη στρατηγική που πρέπει να αναδειχθεί. Το προτεινόμενο μοντέλο συστημικής δυναμικής περιλαμβάνει μεταβλητές και σχέσεις που δεν είχαν ληφθεί υπόψη σε μοντέλα που είχαν κατασκευαστεί για την κατανόηση τουριστικών σεναρίων. Εκπονήθηκε ένα πιο ολοκληρωμένο σημείο αφετηρίας για την κατανόηση της αιτιώδους δομής της δυναμικής των διαδικασιών branding προορισμών και την αύξηση ή τη μείωση των τουριστικών αφίξεων σε έναν τόπο.

Παρά τα σημαντικά αποτελέσματα της έρευνας ως προς τη λήψη αποφάσεων, το μοντέλο έχει ορισμένους περιορισμούς. Η εκτίμηση της ποιότητας των υπηρεσιών σε έναν προορισμό εξέτασε μόνο την υποδομή των καταλυμάτων, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες διαστάσεις, όπως οι ανθρώπινοι πόροι, η οδική υποδομή και η τεχνολογία που εφαρμόζεται στον τουρισμό. Θεωρείται επίσης απαραίτητο να δημιουργηθούν σενάρια αυξημένων ρυθμών κατασκευής ξενοδοχείων για την παρατήρηση της συμπεριφοράς της αντιλαμβανόμενης ποιότητας του προορισμού και της εικόνας του προορισμού.

Διαχείριση στερεών οικιακών αποβλήτων

Το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι αυξανόμενης σημασίας ζήτημα σε πλαίσια χαμηλού εισοδήματος, συμπεριλαμβανομένου του αστικοποιημένου πλαισίου της Κένυας. Η κομητεία Kisumu είναι ένα τέτοιο πλαίσιο με παραγωγή 500 τόνων απορριμμάτων ημερησίως και με λιγότερο του μισού αυτής της ποσότητας να συλλέγονται τακτικά. Η ανοικτή καύση και η φυσική αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) με δυσμενείς συνέπειες για την υγεία. Η εργασία των (Dianati et al., 2021) χρησιμοποιεί τη συστημική δυναμική για να διερευνήσει τις αναμενόμενες επιπτώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω (i) μιας πρωτοβουλίας μετατροπής των αποβλήτων σε βιοαέριο και (ii) μιας κανονιστικής απαγόρευσης της ανοικτής καύσης αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Στο μοντέλο εκτιμάται ο αντίκτυπος στη θνησιμότητα μέσω μείωσης της έκθεσης στα PM_{2.5}. το αποτέλεσμα δείχνει ότι ο συνδυασμός των παρεμβάσεων δημιουργεί πάνω από 1,1 εκατομμύρια τόνους εξοικονόμησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2035, εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος (42%) προκύπτει από το παραγόμενο βιοαέριο στη χρήση του μαγειρέματος αντί των ακάθαρτων καυσίμων. Ο συνδυασμός των δύο παρεμβάσεων προσδοκάται να μειώσει τις εκπομπές PM_{2,5} από τα απόβλητα και τον τομέα των κατοικιών κατά 30% σε σύγκριση με το βασικό σενάριο έως το 2035, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 1150 ετών ζωής κατά την περίοδο 2021-2035. Η συμβολή και η καινοτομία της έρευνας έγκειται στην ποσοτικοποίηση ενός σεναρίου μετατροπής των αποβλήτων σε βιοαέριο και των περιβαλλοντικών και υγειονομικών επιπτώσεών του στο Kisumu.

Διερευνάται η επιλογή να καταστεί το βιοαέριο προσβάσιμο στα νοικοκυριά για χρήση στο μαγείρεμα. Σχεδόν το 80% των νοικοκυριών στο Kisumu χρησιμοποιούν καύσιμα βιομάζας για το μαγείρεμα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση εσωτερικών χώρων λόγω του παραδοσιακού τρόπου μαγειρέματος είναι σήμερα ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός κίνδυνος για την υγεία στην ανατολική υπο-Σαχάρια Αφρική. Επιπλέον, η χρήση ξύλου και ξυλάνθρακα για το μαγείρεμα αποτελεί σημαντικό παράγοντα αποψίλωσης των δασών και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η χρήση εναλλακτικών εστιών μαγειρέματος μειώνει τη ρύπανση του αέρα σε εσωτερικούς χώρους. Σε αυτό το πλαίσιο, ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι επομένως να διερευνήσει την ιδέα της μετάβασης προς την αναερόβια χώνευση του οργανικού

κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων του Kisumu και τη χρήση του παραγόμενου βιοαερίου στο οικιακό μαγείρεμα στα επίπεδα των αποβλήτων που συσσωρεύονται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή των αποβλήτων που διασκορπίζονται αλλού, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τα απόβλητα, τις συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων και τις σχετικές επιπτώσεις στην υγεία. Η καινοτομία και η σημασία του παρόντος εγγράφου έγκειται στην ποσοτικοποίηση για πρώτη φορά ενός πιθανού σεναρίου μετατροπής των αποβλήτων σε βιοαέριο και των περιβαλλοντικών και υγειονομικών επιπτώσεών του στο Kisumu.

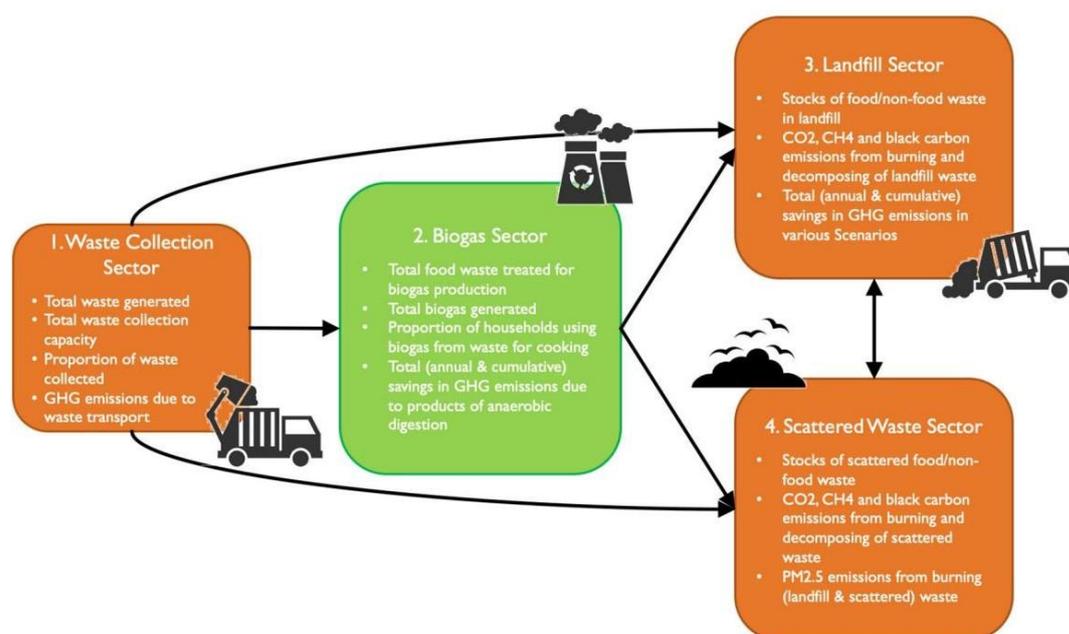
Το μοντέλο αποτελείται από τέσσερις τομείς: (1) Συλλογή αποβλήτων, (2) Βιοαέριο, (3) Επιχωμάτωση και (4) Διάσπαρτα απόβλητα. Οι μεταβλητές που υπολογίζονται σε κάποιον τομέα χρησιμοποιούνται ως είσοδοι σε κάποιον άλλο τομέα. Στον πρώτο τομέα, υπολογίζονται οι δείκτες του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων, της συνολικής ικανότητας συλλογής αποβλήτων, του ποσοστού συλλεγόμενων αποβλήτων και των εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου λόγω της μεταφοράς των αποβλήτων. Η συνολική δυναμικότητα συλλογής αποβλήτων των τροφίμων αποτελεί βασική εισροή στον τομέα βιοαερίου, ως περιορισμός της δυναμικότητας παραγωγής βιοαερίου μαζί με τη σωρευτική δυναμικότητα των εγκαταστάσεων βιοαερίου, καθορίζοντας από κοινού το παραγόμενο βιοαέριο. Υπολογίζεται η εξοικονόμηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω μετάβασης σε καθαρό βιοαέριο για το μαγείρεμα και σωρεύεται στο απόθεμα εξοικονόμησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω παραγόμενων προϊόντων μέσω της αναερόβιας χώνευσης.

Υποπροϊόν των μονάδων βιοαερίου είναι το χωνεμένο υπόλειμμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα. Αυτό το οργανικό λίπασμα μειώνει την ανάγκη χρήσης ανόργανων λιπασμάτων στην περιοχή, αντιμετωπίζοντας ενδεχομένως μια άλλη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα σχετικά με την έκταση της εξοικονόμησης, ως εκ τούτου, οποιαδήποτε εξοικονόμηση ή φορτίο αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη χώνευση δεν λαμβάνεται υπόψη σε αυτό το μοντέλο.

Τα απόβλητα που παραμένουν και δεν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαερίου μεταφέρονται σε χώρους υγειονομικής ταφής δεδομένων των περιορισμών συλλογής σύμμεικτων αποβλήτων. Η συσσώρευση αποβλήτων τροφίμων και μη τροφίμων σε χώρους υγειονομικής ταφής, μαζί με τη μείωση της μάζας των αποβλήτων

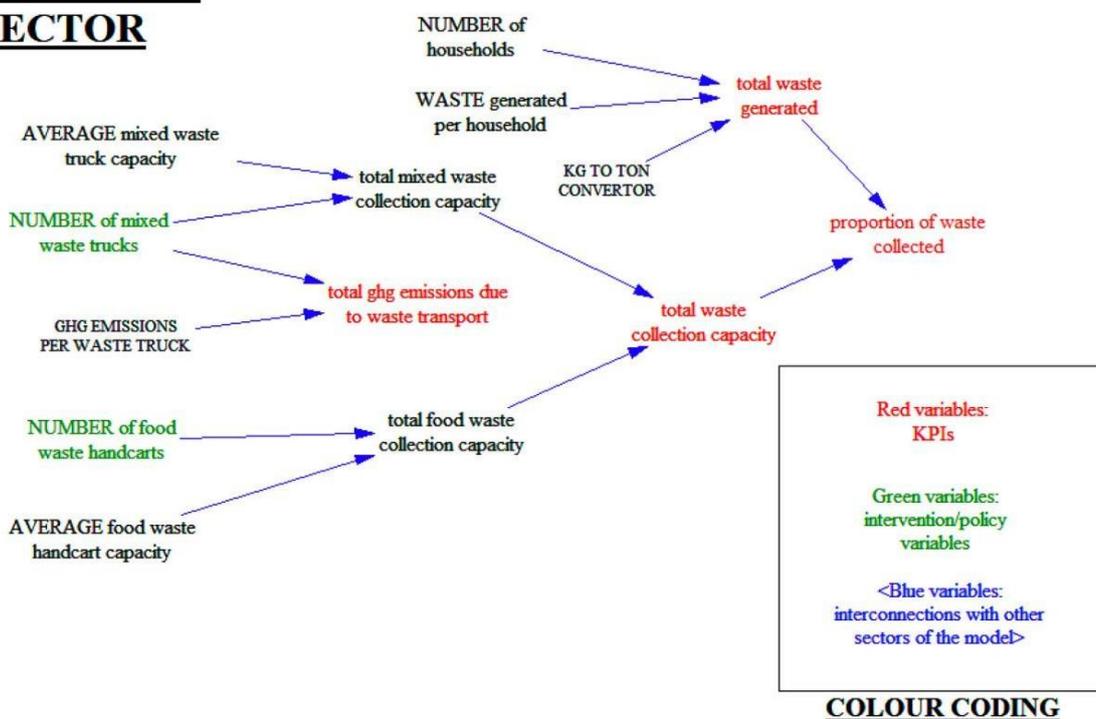
μέσω της ανοικτής καύσης και της φυσικής αποσύνθεσης, υπολογίζονται στον τομέα της υγειονομικής ταφής. Επιπλέον, υπολογίζονται επίσης οι εκπομπές διαφόρων τύπων αερίων του θερμοκηπίου ως αποτέλεσμα της καύσης και της αποσύνθεσης, συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄) και του μαύρου άνθρακα (BC), καθώς και η ετήσια και σωρευτική εξοικονόμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (τόσο από τα απόβλητα του χώρου υγειονομικής ταφής όσο και από τα διάσπαρτα απόβλητα, όπως εισάγονται από τον τομέα των διάσπαρτων αποβλήτων). Υπολογίζονται δυναμικά τα απόβλητα τροφίμων και μη τροφίμων που παραμένουν μετά την παραγωγή βιοαερίου και απορρίπτονται. Αυτό οδηγεί σε αποτελέσματα που δεν είναι άμεσα εμφανή χωρίς τη χρήση προσομοίωσης.

Ο τομέας των διάσπαρτων αποβλήτων αποτυπώνει τη συσσώρευση, εξάντληση τη διαδικασία εκπομπών για τα απόβλητα τροφίμων και μη τροφίμων που δεν συλλέγονται εξαιτίας των περιορισμών της χωρητικότητας του στόλου συλλογής αποβλήτων, ενώ είναι δομημένος όπως ο τομέας του ΧΥΤΑ. Εκτός από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, στον τομέα αυτό υπολογίζονται επίσης οι εκπομπές σωματιδίων (PM_{2.5}) τόσο από τους χώρους υγειονομικής ταφής όσο και από τα διάσπαρτα απόβλητα, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για την εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων των σεναρίων μας στην υγεία του πληθυσμού.



Εικόνα 7: Επισκόπηση των πρότυπων τομέων και των διασυνδέσεων (Dianati et al., 2021).

1. WASTE COLLECTION SECTOR



Γράφημα 19: Τομέας 1, Συλλογή αποβλήτων (Dianati et al., 2021).

Στην παρούσα μελέτη, προσομοιώνονται τέσσερα διαφορετικά σενάρια. Στο βασικό σενάριο (1) (business-as-usual), αποτυπώνεται η παραδοχή μιας σταδιακής αύξησης του στόλου μεταφοράς σύμμεικτων απορριμμάτων. Η διαχείριση του όγκου των αποβλήτων στη χωματερή γίνεται με ανοικτή καύση. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων αποτελείται από υγρή οργανική ύλη, η καύση πραγματοποιείται μόνο στην επιφάνεια και δεν οδηγεί σε μείωση του όγκου των αποβλήτων. Αυτή η ανοικτή καύση συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ατμοσφαιρικών ρύπων.

Στο σενάριο (1β) απαγόρευσης της καύσης, τίθεται η παραδοχή της επιβολής κανονιστικής απαγόρευσης της ανοικτής καύσης των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η απαγόρευση της ανοικτής καύσης είναι ένας από τους στόχους διαχείρισης αποβλήτων που έχει θέσει το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP). Καθώς πρόκειται για μια σημαντική αλλαγή στις πρακτικές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στο Kisumu, σε συνεννόηση με τους

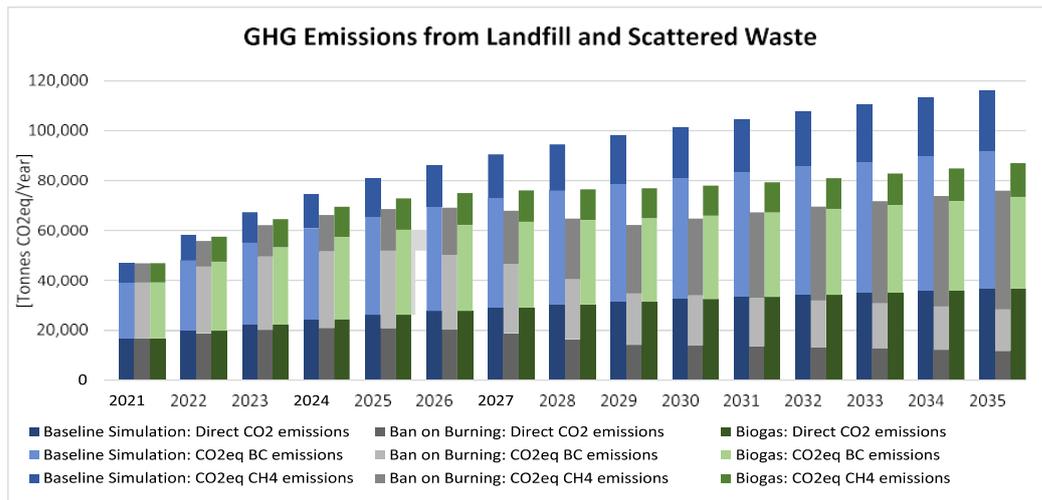
αξιοματούχους της κομητείας τίθεται η παραδοχή ότι η απαγόρευση πραγματοποιείται σε μια περίοδο οκτώ ετών, μειώνοντας σταδιακά το κλάσμα των αποβλήτων που καίγονται ετησίως από το σημερινό 23% σε μηδέν. Αυτή η απαγόρευση προβλέπεται να εφαρμοστεί μόνο στις χωματερές σε αυτό το στάδιο.

Στο σενάριο (2) για το βιοαέριο, λαμβάνει χώρα η υπόθεση της σταδιακής θέσης σε λειτουργία 30 αποκεντρωμένων εγκαταστάσεων βιοαερίου σε διάφορες τοποθεσίες στην κομητεία Kisumu σε διάστημα οκτώ ετών (περίπου τέσσερις νέες εγκαταστάσεις κάθε χρόνο). Κάθε εγκατάσταση προβλέπεται ως μια μεσαίου μεγέθους μονάδα με ικανότητα επεξεργασίας 3000 τόνων βιοαποβλήτων ετησίως (περίπου 8 τόνους ανά ημέρα), με τη συνολική δυναμικότητα να φτάνει τους 90.000 τόνους ετησίως, δηλαδή περίπου τα δύο τρίτα των αποβλήτων τροφίμων του Kisumu, μέχρι το 2028. Οι μονάδες προτείνεται να λειτουργούν σταδιακά, ώστε η απαιτούμενη χρηματοδότηση να είναι λιγότερο απαγορευτική και να μπορεί να παρέχεται σε εγκαταστάσεις και να μεταφέρεται η γνώση από τη λειτουργία των μονάδων από κάθε φάση στην επόμενη.

Η αποκεντρωμένη προσέγγιση έχει το πλεονέκτημα της ελαχιστοποίησης της απόστασης για τη μεταφορά των αποβλήτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Η συλλογή των αποβλήτων τροφίμων θα γίνεται και με καροτσάκια ειδικής χρήσης, ικανά να προσεγγίζουν στενά σοκάκια.

Το παραγόμενο βιοαέριο θα εμφιαλώνεται στη συνέχεια και θα διανέμεται στα νοικοκυριά για χρήση στο μαγείρεμα αντί της επικρατούσας βιομάζας και της κηροζίνης. Ένα σύνολο εγκαταστάσεων καθιστά τους σταθμούς πλήρωσης εύκολα προσβάσιμους για τα νοικοκυριά, ενώ παράλληλα παρέχει θέσεις εργασίας. Με βάση την παραδοχή ότι η δυναμικότητα επεξεργασίας είναι 3000 τόνοι ετησίως, η απόδοση είναι 100 m³ ανά τόνο αποβλήτων τροφίμων και κάθε εγκατάσταση αναμένεται να παρέχει καύσιμο για το μαγείρεμα σε περίπου 1150 νοικοκυριά.

Τέλος, στο σενάριο (2β) Βιοαέριο + απαγόρευση της καύσης, συνδυάζονται οι προαναφερθείσες παραδοχές των σεναρίων 1β και 2. Σε όλα τα σενάρια τίθεται η παραδοχή αύξησης του αριθμού των νοικοκυριών σύμφωνα με τους ρυθμούς ανάπτυξης που προκύπτουν από τις προβλέψεις του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών.



Γράφημα 20: Εκπομπές GHG, σενάρια βάσης, απαγόρευσης καύσης και βιοαερίου (Dianati et al., 2021).

Τα αποτελέσματά δείχνουν ότι με τις παρούσες συνθήκες λειτουργίας, η κατάσταση των αποβλήτων που συσσωρεύονται στον ΧΥΤΑ του Kisumu αναμένεται να επιδεινωθεί, με τον όγκο των αποβλήτων να φτάνει πάνω από 550.000 τόνους μέχρι το 2035. Ωστόσο, στο σενάριο για το βιοαέριο, το οποίο συνεπάγεται τη σταδιακή επέκταση της δυναμικότητας μετατροπής των αποβλήτων σε βιοαέριο σε 90.000 τόνους ετησίως έως το 2028, αναμένεται μείωση κατά 7% περίπου των συσσωρευμένων αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής έως το 2035. Ως προς τα διάσπαρτα απόβλητα, σύμφωνα με το σενάριο για το βιοαέριο, αναμένεται να φτάσουν σχεδόν στο μηδέν μέχρι το 2035, με αποτέλεσμα καθαρούς δρόμους λόγω της υποτιθέμενης σταδιακής επέκτασης του στόλου συλλογής απορριμμάτων. Επιπλέον, η προσομοίωση δείχνει ότι, με βάση τις παραδοχές του μοντέλου, μέχρι το 2028 κάθε χρόνο μπορούν να παράγονται περίπου 9 εκατομμύρια m³ βιοαερίου από τα βιοαπόβλητα, παρέχοντας καύσιμο για μαγείρεμα στο 8-9% του συνόλου των νοικοκυριών της επαρχίας Kisumu County. Σύμφωνα με το σενάριο για το βιοαέριο, η συνολική σωρευτική εξοικονόμηση εκπομπών φτάνει λίγο πάνω από 700.000 τόνους CO₂ μέχρι το 2035, τα δύο τρίτα των οποίων προέρχονται από το βιοαέριο που αντικαθιστά τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα για το μαγείρεμα.

Με την κανονιστική απαγόρευση της ανοικτής καύσης των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής, τα απόβλητα συσσωρεύονται ταχύτερα στους χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται σημαντικά, και είναι περίπου 35% χαμηλότερες από το βασικό επίπεδο

μέχρι το 2035. Ο συνδυασμός των δύο παρεμβάσεων, δηλαδή του βιοαερίου και της απαγόρευσης της καύσης, οδηγεί σε σωρευτική εξοικονόμηση άνω των 1,1 εκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2035. Από αυτό το σύνολο, η μεγαλύτερη συνεισφορά (42% το 2035) προέρχεται από το βιοαέριο που παράγεται και αντικαθιστά τα ακάθαρτα καύσιμα στις κουζίνες της κοινότητας. Όσον αφορά τις εκπομπές και τις συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικών ρύπων, ο συνδυασμός των δύο παρεμβάσεων αναμένεται να μειώσει τις συνολικές εκπομπές PM_{2,5} από τους οικιακούς τομείς και τους τομείς των αποβλήτων κατά 30% σε σύγκριση με το βασικό επίπεδο μέχρι το 2035, επίπεδο μόνο 6% υψηλότερο από το σημερινό, παρά την προβλεπόμενη αύξηση του πληθυσμού κατά 40% κατά την περίοδο αυτή. Επιπλέον, το μοντέλο εκτιμά μια πιθανή βελτίωση της τάξης του 10% στις συγκεντρώσεις PM_{2,5} στον εσωτερικό αέρα έως το 2035, ως αποτέλεσμα της δυνατότητας ενός μέρους των νοικοκυριών (8,2%) να στραφούν σε βιοαέριο για μαγείρεμα, καθώς και της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος. Η εκτίμηση του μοντέλου των Dianati et al. για τις επιπτώσεις στην υγεία υποδεικνύει ότι αυτές οι συνδυασμένες βελτιώσεις στην έκθεση αναμένεται να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση σχεδόν 1150 σωρευτικών ετών ζωής έως το 2035, με επιπλέον ~220 έτη ή και περισσότερα να προστίθενται σε αυτές τις εξοικονομήσεις κάθε χρόνο έως τότε.

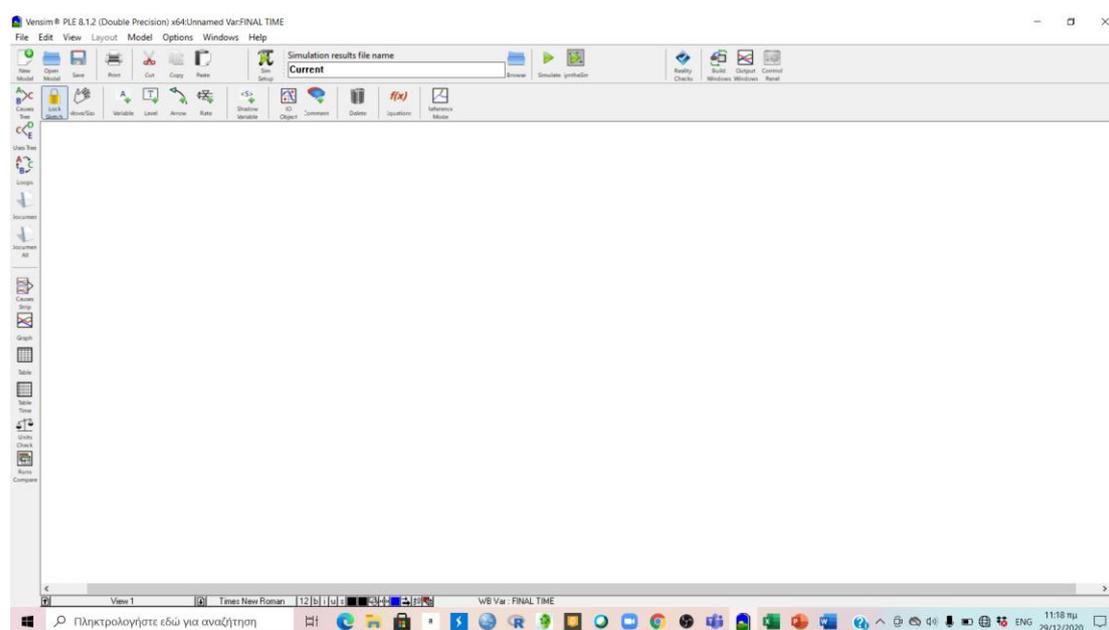
Κεφάλαιο 4

Λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων

4.1 Vensim

Το Vensim είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης που επιτρέπει τον σχεδιασμό, την προσομοίωση, την τεκμηρίωση, την ανάλυση και βελτιστοποίηση μοντέλων δυναμικών συστημάτων. Παρέχει έναν ευέλικτο τρόπο κατασκευής μοντέλων προσομοίωσης μέσω χρήσης διαγραμμάτων αιτιωδών βρόχων, συσσωρευτών και ροών. Αναπτύχθηκε από την Ventana Systems. Το Vensim έχει πολλά πλεονεκτήματα και είναι ιδιαίτερα φιλικό για τον χρήστη. Περιέχει πολλές κορυφαίες εξελίξεις στην τεχνολογία προσομοίωσης.

Το Vensim είναι ιδανικό για τις περιπτώσεις πολύπλοκων προβλημάτων με πολλαπλά ενδιαφερόμενα μέρη σε τομείς όπως η υγεία, η ενέργεια, το κλίμα, οι πόλεις, τα logistics, τα έργα, η παραγωγή, η τεχνολογία. Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε, μέσω της αποτελεσματικής κατασκευής ανάλυσης υψηλής ποιότητας μοντέλων να συντελεί μέσω της κατασκευής μοντέλων να συντελεί στη διαδικασία βελτίωσης της σκέψης και της λήψης αποφάσεων (Sapiri et al., 2017; *Vensim.Com*, n.d.).

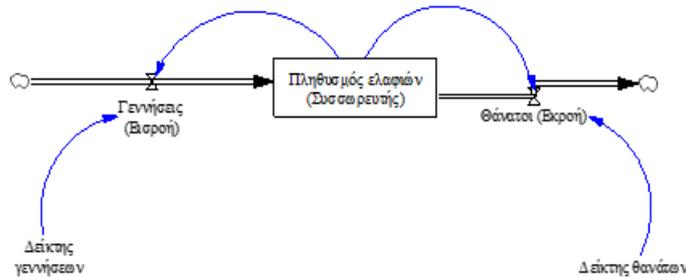


Εικόνα 8: Interface Vensim

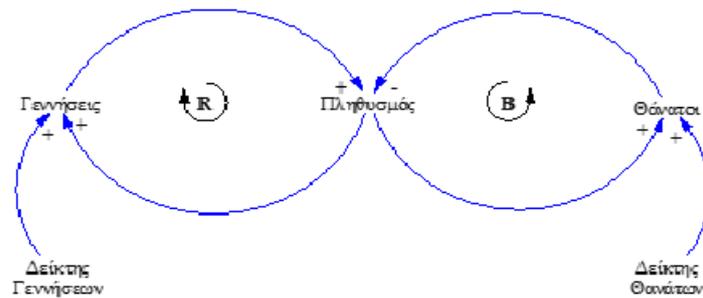
Μοντέλα οικοδόμησης

Το Vensim διευκολύνει τη δημιουργία διαγραμμάτων αιτιώδους βρόχου ή αποθέματος και ροής. Τα διαγράμματα μπορούν να αποτυπωθούν με διαφορετικά χρώματα, γραμματοσειρές, σύμβολα, βέλη και σχήματα. Μπορούν να δημιουργηθούν πολλαπλές προβολές του μοντέλου με κάθε προβολή να αποτυπώνει ένα τμήμα της συνολικής δομής του μοντέλου.

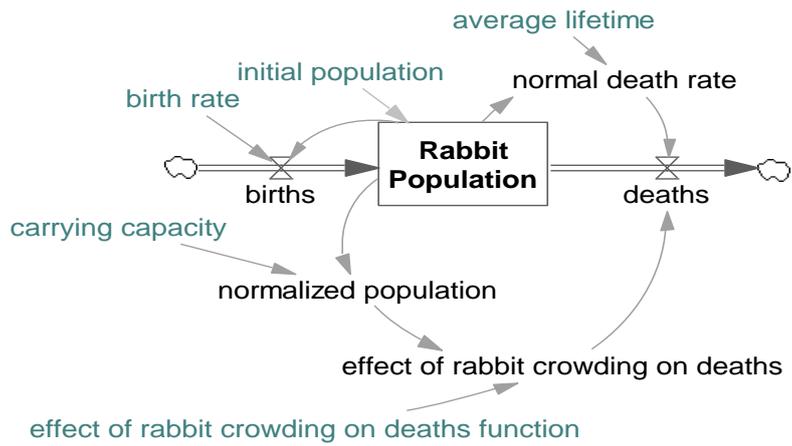
Το Vensim παρέχει ένα παραγωγικό περιβάλλον για τη δημιουργία εξισώσεων. Μπορεί να δημιουργήσει και να προσομοιώσει μοντέλα με λίγες ή πολλές μεταβλητές. Διαθέτει πολλές ενσωματωμένες λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων Lookups οριζόμενων από το χρήστη, πρότυπα εισόδου, λογικούς τελεστές, γεννήτριες τυχαίων αριθμών, συνεχείς και διακριτές καθυστερήσεις, εξομαλύνσεις και προβλέψεις, επιστημονικές συναρτήσεις και μακροεντολές (Sapiri et al., 2017).



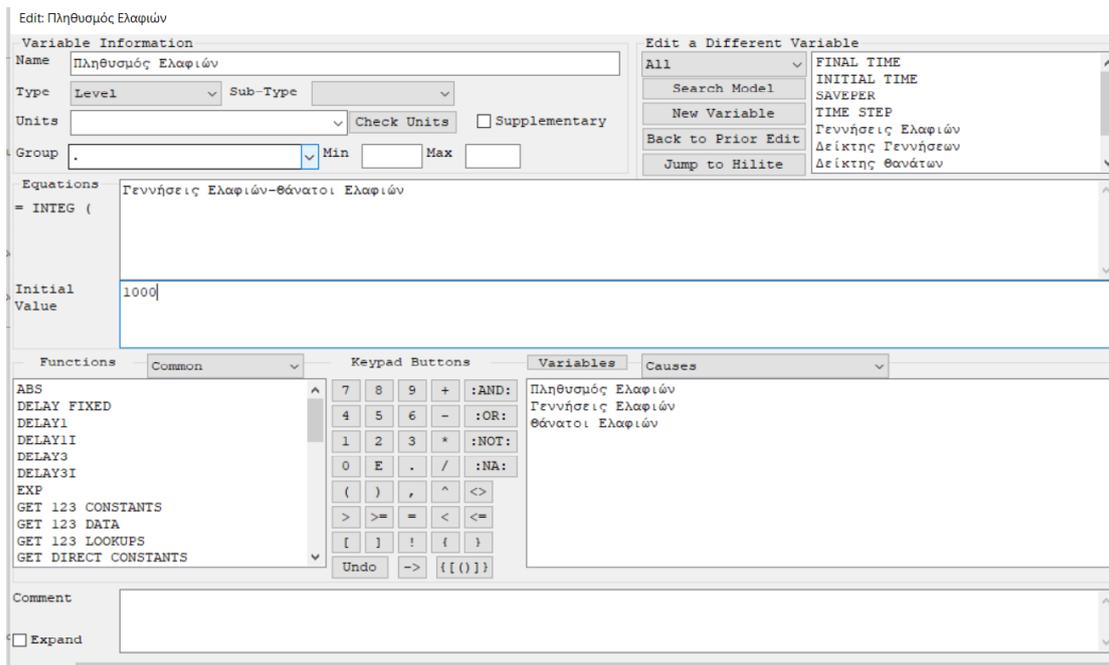
Γράφημα 21: Διάγραμμα συσσωρευτών - ροών Vensim.



Γράφημα 22: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης Vensim.



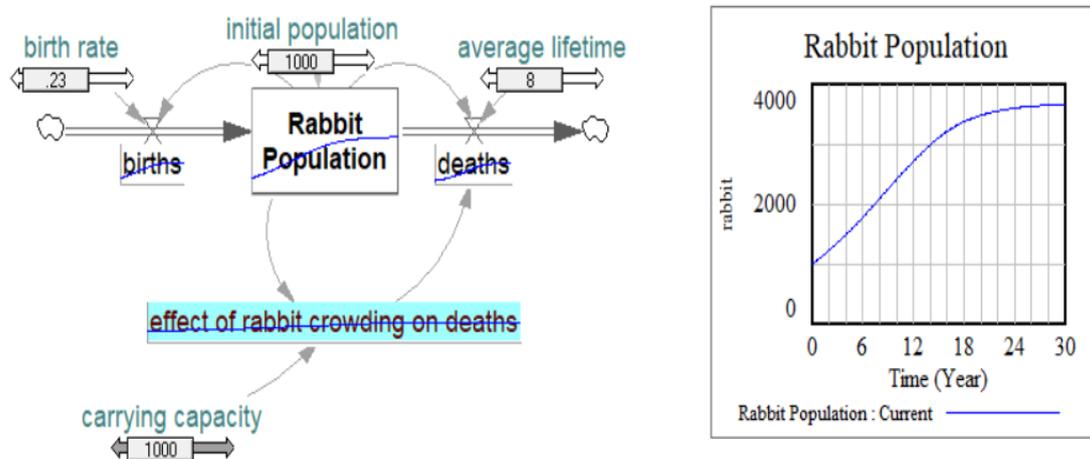
Γράφημα 23: Μοντέλο πληθυσμού Vensim.



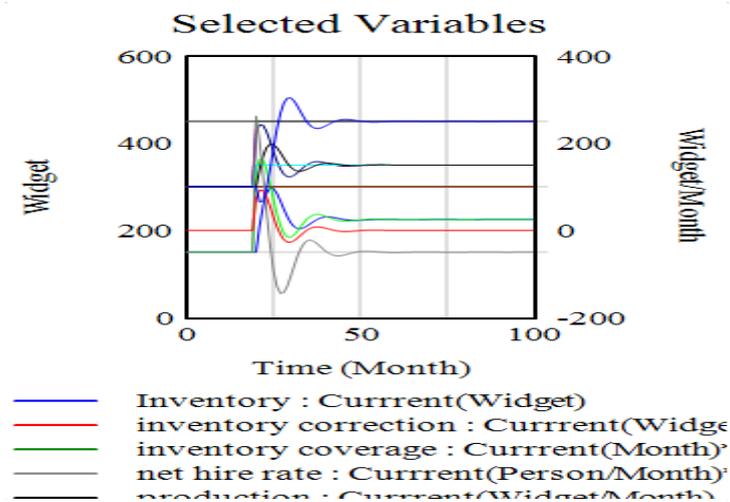
Εικόνα 9: Δημιουργός εξισώσεων Vensim.

Προσομοίωση

Η προσομοίωση στο Vensim είναι γρήγορη και επιτρέπει την αποθήκευση μεγάλων συνόλων δεδομένων. Μεγάλα μοντέλα μπορούν να μεταγλωττιστούν σε C για ταχύτερη προσομοίωση. Η λειτουργία προσομοίωσης επιτρέπει στο χρήστη να κάνει βήματα προς τα εμπρός σε διακριτά χρονικά διαστήματα κάνοντας αλλαγές στις μεταβλητές του μοντέλου σε κάθε βήμα. Το Vensim μπορεί επίσης να εκτελεστεί και μέσω δικτύου επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες την αλληλεπίδραση με ένα μόνο μοντέλο.



Γράφημα 24: Προσομοίωση συστήματος πληθυσμού Vensim.



Γράφημα 25: Χρονοδιάγραμμα συμπεριφοράς Vensim.

Δεδομένα

Το Vensim μπορεί να χρησιμοποιήσει εξωτερικές σειρές δεδομένων ως εξωγενείς εισροές για την οδήγηση ενός μοντέλου ή για τη σύγκριση με δεδομένα από εκτελέσεις προσομοίωσης. Ο σχεδιαστής μπορεί να εφαρμόσει εξωτερικά δεδομένα σε επεξεργαστές κειμένου, να τα εισάγει ή εξάγει μέσω εφαρμογών βάσεων δεδομένων και λογιστικών φύλλων. Το Vensim παρέχει διαχωρισμό μοντέλου και δεδομένων, ώστε τα πειράματά να μην μπορούν να επηρεάσουν την ακεραιότητα του βασικού μοντέλου.

Αλγόριθμοι - Βελτιστοποίηση

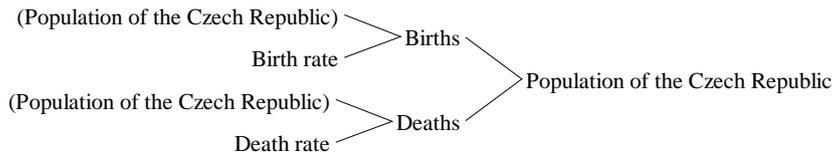
Για την πλήρη αξιοποίηση των μοντέλων και των δεδομένων απαιτείται ένα καλό μοντέλο και εξελιγμένοι αλγόριθμοι βαθμονόμησης και το Vensim παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία, καθώς ένα μοντέλο βαθμονομείται αυτόματα για να προσαρμοστεί σε ιστορικές σειρές δεδομένων. Φορτώνονται οι εξωτερικές σειρές δεδομένων και καθορίζονται οι παράμετροι που πρέπει να προσαρμοστούν, και στη συνέχεια το Vensim προσαρμόζει αυτόματα αυτές τις παραμέτρους για να επιτύχει την καλύτερη προσαρμογή. Η μηχανή βελτιστοποίησης του Vensim αναζητά μέσα σε πολύπλοκες πολυδιάστατες επιφάνειες για τις βέλτιστες λύσεις.

Δοκιμή ευαισθησίας

Ο έλεγχος ευαισθησίας περιλαμβάνει την αλλαγή των υποθέσεων του μοντέλου κατά την εκτέλεση πολλαπλών προσομοιώσεων και, στη συνέχεια, την εξέταση της αβεβαιότητας στις επιλεγμένες μεταβλητές εξόδου. Το Vensim αυτοματοποιεί προσομοιώσεις Monte Carlo, καθώς και ποικιλία μεθόδων αναζήτησης διανυσμάτων και πλέγματος. Η έξοδος μπορεί να εμφανιστεί με τη μορφή γραφημάτων, με όρια εμπιστοσύνης, ή ιστογράμματα.

Αιτιώδης ανίχνευση

Το Causal Tracing, είναι μια ισχυρή μέθοδος παρακολούθησης των αιτιών ή των χρήσεων μιας μεταβλητής σε ολόκληρο το μοντέλο. Η ανίχνευση της δομής του μοντέλου γίνεται με δενδροειδή διαγράμματα και της συμπεριφοράς του με γραφήματα λωρίδων. Η αιτιώδης ανίχνευση καθιστά πολύ πιο εύκολη την ενδελεχή διερεύνηση και αφαίρεση των σφαλμάτων ενός πολύπλοκου μοντέλου - αυτό ενισχύει σημαντικά την κατανόηση της συμπεριφοράς του μοντέλου.



Γράφημα 26: Causal Tracing Vensim.

Έλεγχος πραγματικότητας

Η τεχνολογία Reality Check επιτρέπει τον έλεγχο των μοντέλων προσομοίωσης σε σχέση με την κατανόηση της πραγματικότητας. Η κατασκευή ενός μοντέλου που αποτυπώνει με ακρίβεια ένα πολύπλοκο σύστημα μπορεί να είναι πολύ δύσκολη. Οι έλεγχοι πραγματικότητας παρέχουν έναν εύκολο τρόπο αυτόματου ελέγχου των δηλώσεων σχετικά με την πραγματικότητα σε σχέση με τη συμπεριφορά που δημιουργείται σε ένα μοντέλο, διατηρώντας το μοντέλο σε συμφωνία με τον πραγματικό κόσμο.

Η οικογένεια λογισμικού Vensim

Το Vensim διατίθεται σε διάφορες εκδόσεις για να προσαρμόζεται σε διαφορετικές ανάγκες μοντελοποίησης:

Η έκδοση Vensim PLE (Personal Learning Edition) βοηθά με την κατασκευή μοντέλων συστημικής δυναμικής ιδιαίτερα σε αρχικά στάδια. Το Vensim PLE είναι δωρεάν για εκπαιδευτική ή προσωπική χρήση.

Το Vensim Professional επιτρέπει με συνδρομή τον εύκολο χειρισμό της πολυπλοκότητας, περιέχει επεξεργαστή κειμένου και διαθέτει δυνατότητες βαθμονόμησης και βελτιστοποίησης πολιτικής.

Το Vensim DSS επιτρέπει τη δημιουργία προσομοιωτών πτήσης (flight simulators) για μοντέλα, την προσαρμογή του Vensim με χρήση μακροεντολών ή εξωτερικών συναρτήσεων και τη σύνδεση με άλλα λογισμικά προγραμματισμού μέσω των DLL του Vensim.

Το Vensim περιλαμβάνει μια σειρά από δείγματα μοντέλων και έναν οδηγό χρήσης και εγχειρίδιο αναφοράς για απλά φυσικά συστήματα έως μεγάλα και πολύπλοκα

επιχειρηματικά και κοινωνικά συστήματα. Όλες οι εκδόσεις συνοδεύονται από ένα πρόγραμμα Model Reader, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει διάχυση επιτρέποντας σε άλλους να εξετάζουν και να προσομοιώνουν τα μοντέλα.

Η οικογένεια λογισμικού Vensim τρέχει σε Windows 7, 8 & 10 και Mac OS10. Έχει μικρό αποτύπωμα μνήμης και δίσκου για πλήρη εγκατάσταση.

4.2 Insight Maker

Το Insight Maker είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης που εκτελείται στο πρόγραμμα περιήγησης ιστού. Υποστηρίζει εκτεταμένες δυνατότητες διαγραμματικής απεικόνισης και μοντελοποίησης που επιτρέπουν την εύκολη δημιουργία αναπαραστάσεων ενός συστήματος. Για την χαρτογράφηση εννοιολογικών μοντέλων χρησιμοποιεί διαγράμματα βρόχων ή πλούσιες εικόνες προκειμένου περιγραφεί ένα σύστημα.

Το Insight Maker υποστηρίζει δύο διαφορετικά παραδείγματα μοντελοποίησης:

- Τη Συστημική Δυναμική (System Dynamics), η οποία επικεντρώνεται στη συμπεριφορά ενός συστήματος. Συντελεί στην κατανόηση των συνολικών λειτουργιών του συστήματος σε μακροσκοπική κλίμακα. Απομακρύνοντας τις περιττές λεπτομέρειες και εστιάζοντας σε αυτό που είναι πραγματικά σημαντικό σε ένα μοντέλο.
- Μοντελοποίηση με βάση τους πράκτορες (Agent Based Modeling): Τα μοντέλα με βάση τους πράκτορες επιτρέπουν τη μοντελοποίηση μεμονωμένων πρακτόρων (στοιχείων) σε ένα σύστημα. Ενώ στη Συστημική Δυναμική εξετάζεται ο πληθυσμός ως σύνολο, στη μοντελοποίηση με βάση τους πράκτορες μπορεί να μοντελοποιηθεί κάθε άτομο (πράκτορας) του πληθυσμού και να διερευνηθούν οι διαφορές και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των ατόμων.

Τα μοντέλα συστημικής δυναμικής κατασκευάζονται από ένα σύνολο βασικών δομικών στοιχείων. Τα βασικά πρωταρχικά στοιχεία είναι τα αποθέματα, οι ροές, οι μεταβλητές και οι σύνδεσμοι (Fortmann-Roe, 2014; *Home / Insight Maker*, n.d.).

Με τη χρήση των βασικών primitives και των άλλων εργαλείων που υποστηρίζονται από το Insight Maker, μπορούν να κατασκευαστούν απλά και πολύπλοκα μοντέλα με απλό τρόπο.

Πρωτότυπα (primitives): Τα μοντέλα System Dynamics χτίζονται γραφικά από primitives, δομικά στοιχεία το καθένα με μια μοναδική λειτουργία. Το βασικό παράδειγμα είναι αυτό ενός μοντέλου αποθέματος και ροής, όπου το υλικό μετακινείται με πρωταρχικά στοιχεία ροής μεταξύ πρωταρχικών στοιχείων αποθέματος. Αυτό αντιστοιχίζεται εννοιολογικά και άμεσα με τα τυποποιημένα μοντέλα διαφορικών εξισώσεων ή δυναμικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς. Σε αυτή την αντιστοίχιση, τα αποθέματα αντιπροσωπεύουν μεταβλητές κατάστασης και οι ροές αντιπροσωπεύουν τους ρυθμούς μεταβολής αυτών των μεταβλητών κατάστασης.

Συναρτήσεις (functions): Η κοινότητα της Δυναμικής Συστημάτων έχει αναπτύξει συμβάσεις για τις συναρτήσεις και τα πρότυπα κατασκευής μοντέλων. Οι οποίες είναι κοινές μεταξύ των διαφόρων εργαλείων λογισμικού προσομοίωσης συστημικής δυναμικής μαζί με τους εκπαιδευτικούς πόρους. Οι συμβάσεις ακολουθούνται μέσα στο περιβάλλον του προσομοιωτή συστημικής δυναμικής με συμπερίληψη τυποποιημένων συναρτήσεων, όπως αυτές για τη δημιουργία κανονικών εισόδων (RAMP, STEP και PULSE) και συναρτήσεων για τη δημιουργία καθυστερήσεων και ανατροφοδότησης (DELAY1 και DELAY3). Αυτές οι συμβάσεις διευκολύνουν τη μετακίνηση μοντέλων και ιδεών μεταξύ περιβαλλόντων λογισμικού συστημικής δυναμικής και υποστηρίζονται στην υλοποίηση του προσομοιωτή.

Αριθμητικός επιλυτής διαφορικών εξισώσεων (Numeric differential equation solver): Ο προσομοιωτής περιλαμβάνει δύο αριθμητικούς επιλυτές για τη λύση των διαφορικών εξισώσεων και οι οποίες διέπουν τα μοντέλα System Dynamic: Τη μέθοδο του Euler και μια μέθοδο Runge-Kutta 4ης τάξης. Η μέθοδος Euler μπορεί να προτιμηθεί σε δύο περιπτώσεις: κατά την εμφάνιση πολλών ασυνεχειών στους ρυθμούς μεταβολής των μεταβλητών κατάστασης του συστήματος και σε περιβάλλοντα μάθησης και εκπαίδευσης, καθώς είναι εννοιολογικά απλούστερη και ευκολότερα κατανοητή σε σύγκριση με τη μέθοδο Runge-Kutta 4ης τάξης.

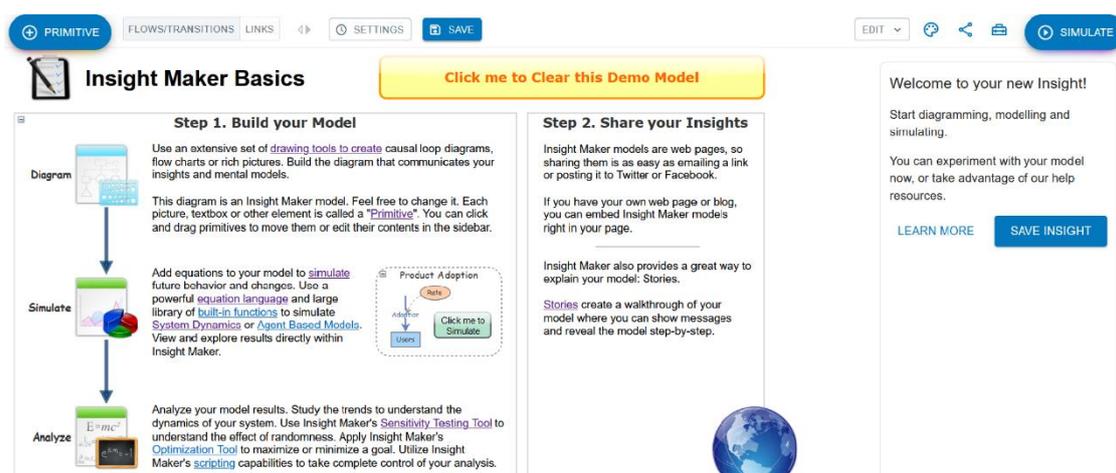
Βελτιστοποιητής (optimizer): Ο προσομοιωτής περιλαμβάνει έναν βελτιστοποιητή για τον προσδιορισμό των τιμών των παραμέτρων που ελαχιστοποιούν ή μεγιστοποιούν μια αντικειμενική συνάρτηση. Ο χρήστης καθορίζει την αντικειμενική συνάρτηση, τις παραμέτρους που πρέπει να ρυθμιστούν και τα αντίστοιχα εύρη αυτών των

παραμέτρων και στη συνέχεια, ο βελτιστοποιητής διερευνά τον καθορισμένο χώρο παραμέτρων προς αναζήτηση του συνόλου παραμέτρων που επιτυγχάνουν το στόχο.

Έλεγχος ευαισθησίας (Sensitivity testing): Το εργαλείο ελέγχου ευαισθησίας του προσομοιωτή εκτελεί επανειλημμένα μια προσομοίωση και συγκεντρώνει τα αποτελέσματα. Μπορεί να εμφανίσει το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα με απεικόνιση των αποτελεσμάτων για κάθε εκτέλεση ή με τη μέση τιμή των εκτελέσεων και υπολογισμό της κατανομής τους.

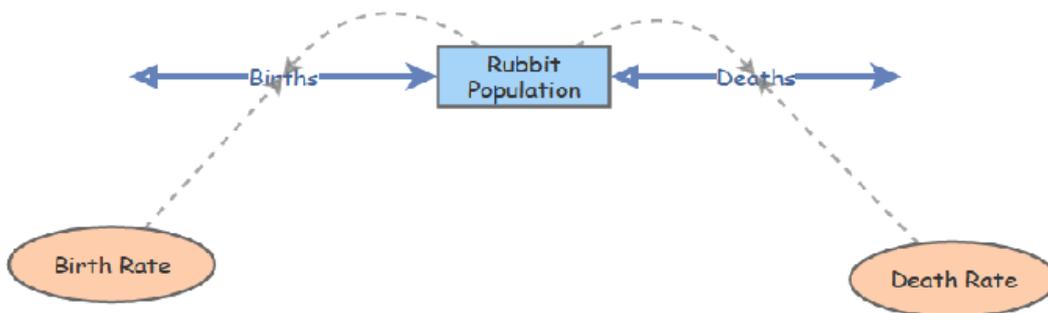
Η χρήση του Insight Maker ως διαδικτυακή εφαρμογή σημαίνει ότι οι εκάστοτε χρήστες την εκτελούν αποκτώντας πρόσβαση σε μια διεύθυνση URL μέσω του προγράμματος περιήγησης ιστού.

Η διεπαφή χωρίζεται σε τρία κύρια στοιχεία: το διάγραμμα μοντέλου, τη γραμμή εργαλείων και τον πίνακα διαμόρφωσης.



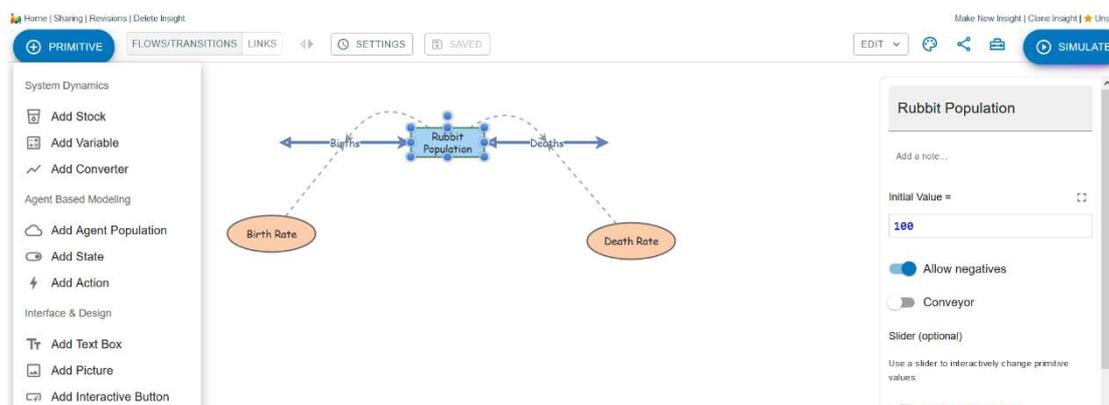
Εικόνα 10: Η αρχική επιφάνεια διεπαφής στο Insight Maker.

Το διάγραμμα μοντέλου είναι μια διαδραστική απεικόνιση της δομής του μοντέλου μαζί με πρόσθετα χαρακτηριστικά του. Οι χρήστες μπορούν να επιλέγουν, να τοποθετούν και να αλλάζουν το μέγεθος των στοιχείων στο διάγραμμα του μοντέλου. Κάθε στοιχείο στο διάγραμμα μοντέλου έχει ένα σύνολο χαρακτηριστικών που σχετίζονται με αυτό και ελέγχουν τις συμπεριφορές του.



Γράφημα 27: Σχεδιασμός συσσωρευτών-ροών στο Insight Maker

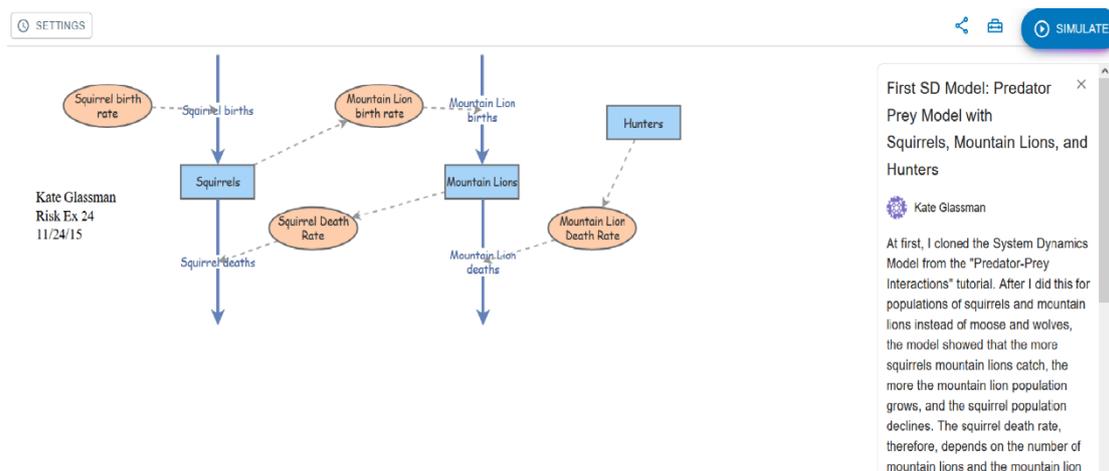
Τα χαρακτηριστικά μπορούν να διαμορφωθούν στον πίνακα διαμόρφωσης. Η στήλη εργαλείων στο αριστερό μέρος του παραθύρου παρέχει μια σειρά από λειτουργίες, περιέχοντας και έναν επιλογέα για την προσθήκη διαφορετικών τύπων αντικειμένων στο διάγραμμα μοντέλου (primitives). Στην οριζόντια γραμμή παρέχονται εργαλεία για την επεξεργασία εγγράφων, επιλογές μορφοποίησης για την προσαρμογή της εμφάνισης των αντικειμένων στο διάγραμμα, εργαλεία για τη διασύνδεση με την προσομοίωση και κουμπιά για την αποθήκευση του ολοκληρωμένου μοντέλου ή την έναρξη της προσομοίωσης.



Γράφημα 28: Πίνακας διαμόρφωσης μοντέλου Insight Maker

Ολόκληρη η πτυχή της δημιουργίας μοντέλου και της προσομοίωσης της εφαρμογής εκτελείται μέσα σε ένα μόνο παράθυρο του προγράμματος περιήγησης στο διαδίκτυο. Όταν ολοκληρωθεί μια προσομοίωση, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο παράθυρο του προγράμματος περιήγησης. Είναι διαθέσιμοι διάφοροι τύποι για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων, όπως διαγράμματα χρονοσειρών, πίνακες, ιστογράμματα, διαγράμματα διασποράς.

του εκχωρήσει δικαίωμα επεξεργασίας μέσω επεξεργασίας των ιδιοτήτων του λογισμικού. Από προεπιλογή, τα πάντα στο Insight Maker είναι δημόσια. Όλα τα Insights ευρετηριοποιούνται και κατηγοριοποιούνται ώστε να αποτελούν αντικείμενο έρευνας και συνεισφοράς των μετεχόντων στην κοινότητα του εργαλείου, ενώ ο σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να κρατήσει το ιδιωτικό το Insight. Εκτός από την αποστολή συνδέσμων σε άτομα, τα Insights μπορούν επίσης να ενσωματωθούν απευθείας σε μια ιστοσελίδα ή ένα ιστολόγιο.



Γράφημα 31: Storytelling στο Insight Maker

4.3 NetLogo

Το NetLogo είναι μια γλώσσα προγραμματισμού και ένα περιβάλλον μοντελοποίησης πολλαπλών πρακτόρων για την προσομοίωση φυσικών και κοινωνικών φαινομένων. Αναπτύχθηκε από τον Uri Wilensky, υπεύθυνου του Northwestern University's Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL) το 1999. Είναι κατάλληλο για μοντελοποίηση πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων. Οι μοντελοποιητές μπορούν να δώσουν οδηγίες σε εκατοντάδες ή χιλιάδες "πράκτορες" που δρουν ανεξάρτητα. Αυτό καθιστά δυνατή τη διερεύνηση της σύνδεσης μεταξύ της συμπεριφοράς των ατόμων σε μικροεπίπεδο και των προτύπων σε μακροεπίπεδο.

Το NetLogo επιτρέπει στους χρήστες τη δημιουργία προσομοιώσεων, πειραματισμού και εξερεύνησης της συμπεριφορά τους υπό διάφορες συνθήκες. Πρόκειται και για ένα περιβάλλον που επιτρέπει στους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς και τους προγραμματιστές να δημιουργούν τα δικά τους μοντέλα. Το NetLogo είναι

απλό για μαθητές και καθηγητές, αλλά και αρκετά προηγμένο ώστε να χρησιμεύει ως ένα ισχυρό εργαλείο για ερευνητές. Σχεδιάστηκε τόσο για την εκπαίδευση όσο και για την έρευνα (*NetLogo Home Page*, n.d.; Tisue & Wilensky, 2004).

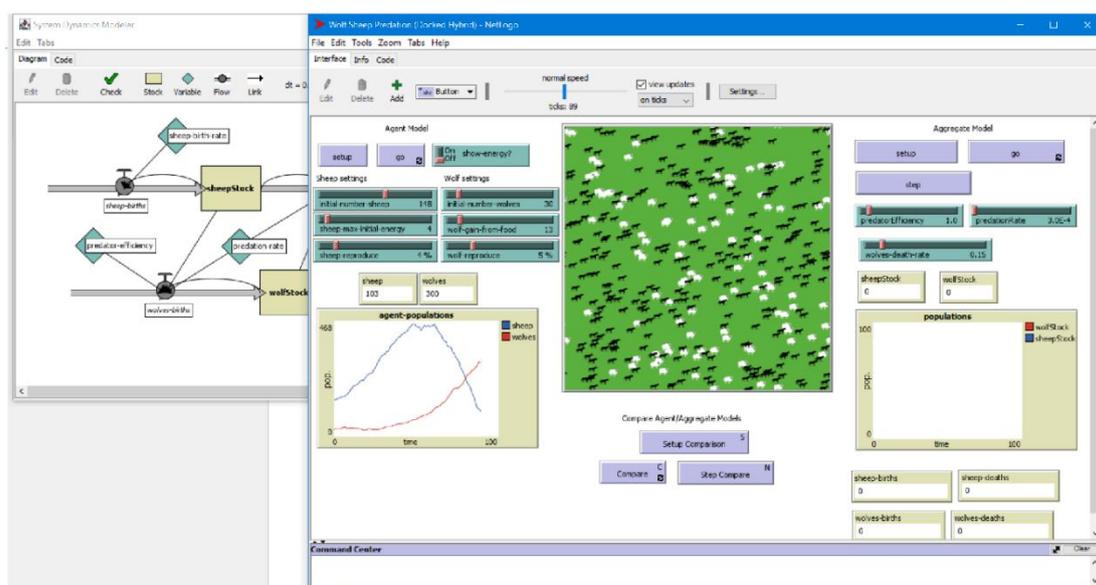
Συνοδεύεται από τη Βιβλιοθήκη Μοντέλων, με μια μεγάλη συλλογή προσομοιώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να τροποποιηθούν. Αφορούν τομείς των φυσικών και κοινωνικών επιστημών, όπως η βιολογία και η ιατρική, η φυσική και η χημεία, τα μαθηματικά και η επιστήμη των υπολογιστών, καθώς και τα οικονομικά και η κοινωνική ψυχολογία.

Το NetLogo είναι η επόμενη γενιά της σειράς γλωσσών μοντελοποίησης πολλαπλών πρακτόρων, συμπεριλαμβανομένων των StarLogo και StarLogoT. Το NetLogo εφαρμόζεται στην εικονική μηχανή Java, έτσι ώστε να λειτουργεί σε όλες τις κύριες πλατφόρμες (Mac, Windows, Linux κ.ά.).

Το NetLogo προέρχεται από ένα μείγμα της StarLisp και της Logo. Από τη Logo, κληρονομεί τη "χελώνα". Στην Logo, ο προγραμματιστής ελέγχει μία μόνο χελώνα, ενώ ένα μοντέλο NetLogo μπορεί να έχει χιλιάδες χελώνες. Το NetLogo ακολουθεί επίσης τη φιλοσοφία της Logo για ευκολία χρήσης. Εκτός από τη μοντελοποίηση που βασίζεται σε πράκτορες (Agent Based Modeling), το NetLogo περιλαμβάνει επίσης βασική υποστήριξη για δυναμική μοντελοποίηση συστημάτων.

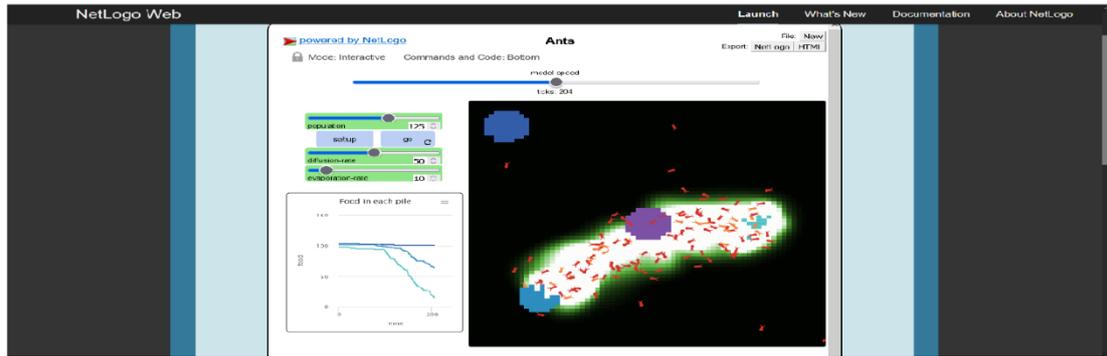
Πρόκειται για λογισμικό ανοικτού κώδικα, είναι πλήρως προγραμματιζόμενο και με προσιτή σύνταξη σε γλώσσα Logo που επεκτείνεται για την υποστήριξη πρακτόρων. Κινητοί πράκτορες (χελώνες) κινούνται πάνω σε ένα πλέγμα σταθερών πρακτόρων (patches) ενώ οι πράκτορες σύνδεσης συνδέουν τις χελώνες για να δημιουργήσουν δίκτυα, γραφήματα και σύνολα. Περιέχει μεγάλο λεξιλόγιο γλωσσικών προτύπων και οι εκτελέσεις είναι αναπαραγώγιμες σε όλες τις πλατφόρμες.

Η επιφάνεια διεπαφής μπορεί να χωριστεί σε δύο κύρια μέρη: το μενού NetLogo και το κύριο παράθυρο NetLogo. Το κύριο παράθυρο χωρίζεται σε καρτέλες. Επίσης παρουσιάζονται στις αντίστοιχες περιοχές πληροφορίες για το μοντέλο και ο χρησιμοποιούμενος κώδικας. Το περιβάλλον διεπαφής εμπεριέχει το κέντρο εντολών, τον κατασκευαστή διεπαφής με τα κομβία ρυθμίσεων, οθόνες ελέγχου, πλαίσια σημειώσεων, περιοχή εξόδου και καρτέλα πληροφοριών για σχολιασμό του μοντέλου με μορφοποιημένο κείμενο και εικόνες.

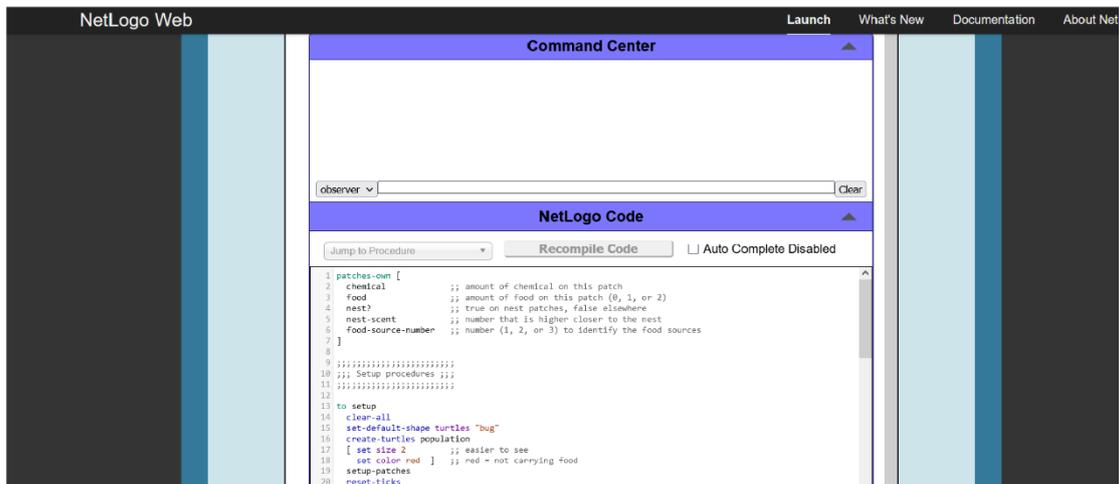


Εικόνα 11: : Μοντελοποίηση με μεθοδολογία συστημικής δυναμικής στο NetLogo.

Το HubNet παρέχει τη δυνατότητα συμμετοχικών προσομοιώσεων. Το Behavior Space είναι ένα εργαλείο ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων από πολλαπλές παράλληλες εκτελέσεις ενός μοντέλου, το NetLogo 3D χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση τρισδιάστατων κόσμων, ενώ η λειτουργία Headless επιτρέπει τη διενέργεια ομαδικών εκτελέσεων από τη γραμμή εντολών. Ως προς την εμφάνιση και οπτικοποίηση είναι διαθέσιμα γραμμικά στοιχεία, ραβδογράμματα και διαγράμματα διασποράς, κλιμακούμενα και περιστρεφόμενα διανυσματικά σχήματα. Ο ρυθμιστής ταχύτητας επιτρέπει τη ρύθμιση της ταχύτητας του μοντέλου, το οποίο μπορεί να προβληθεί σε 2D ή 3D. Μέσω των APIs επιτρέπεται η ενσωμάτωση του NetLogo σε ένα σενάριο ή εφαρμογή, ενώ περιλαμβάνονται επεκτάσεις παραδειγμάτων ανοικτού κώδικα. Μέσω του εργαλείου Tools μπορεί να επιλεγεί ο μοντελοποιητής συστημικής δυναμικής. Οι χρήστες έχουν εκτός από τη δυνατότητα download της εφαρμογής χωρίς χρέωση, να πειραματιστούν με τον ίδιο τρόπο στο NetLogo Web.



Εικόνα 12: Μοντελοποίηση στο NetLogo Web.



Εικόνα 13: Κέντρο εντολών και κώδικας στο NetLogo Web.

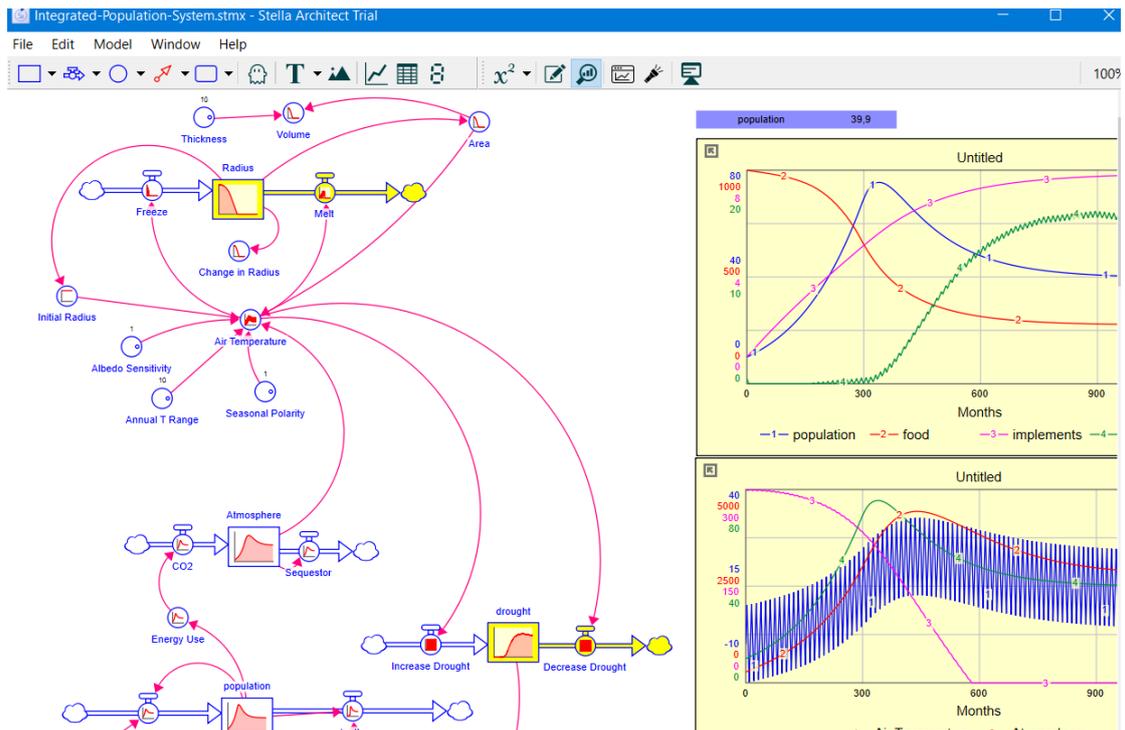
Οι χρήστες του NetLogo ενθαρρύνονται να μοιράζονται τα μοντέλα τους μέσω μεταφόρτωσής τους στην κοινότητα χρηστών του NetLogo, όπου δημιουργείται αυτόματα μια ιστοσελίδα για το μοντέλο, ενώ μπορούν να φιλοξενηθούν μοντέλα σε εξωτερικούς συνδέσμους. Οι δυνητικοί χρήστες μπορούν να συμμετάσχουν στην ομάδα χρηστών (NetLogo Users Group), μια διαδραστική κοινότητα περιήγησης, σκέψεων και συζητήσεων. Μπορούν επίσης να ενημερώνονται σχετικά μέσω εγγραφής στη λίστα ανακοινώσεων ή στο Twitter.

4.4 Stella

Το λογισμικό Stella παρέχει τα εργαλεία για τη δημιουργία μοντέλων που αναπαριστούν και καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των μερών ενός συστήματος. Χαρακτηρίζεται από την εύκολη δημιουργία διαγραμμάτων μοντέλων και την εύκολη επεξεργασία εξισώσεων για την προσομοίωση και γρήγορη προβολή των αποτελεσμάτων. Το Stella υποστηρίζει τις μεθοδολογίες της συστημικής δυναμικής (SD), διακριτά γεγονότα (Discrete events) και μοντελοποίηση με βάση τους πράκτορες (Agent-Based).

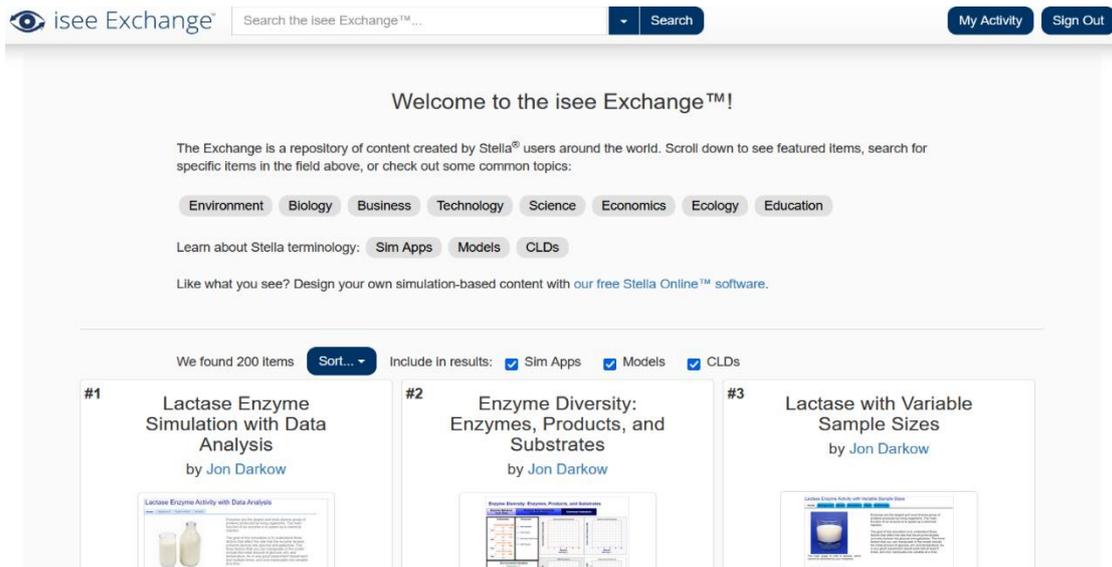
Τα ισχυρά χαρακτηριστικά διεπαφής του προσφέρουν μια ποικιλία τρόπων προβολής των αποτελεσμάτων, καθώς και αυτόματες λειτουργίες εξαγωγής/εισαγωγής δεδομένων που επιτρέπουν την ενσωμάτωση προσομοιώσεων από άλλες εφαρμογές. Τα αναλυτικά χαρακτηριστικά του Stella, συμπεριλαμβανομένων των Stella Live™, Loops That Matter™ και Sensitivity Analysis, επιτρέπουν τον εύκολο εντοπισμό βρόχων ανατροφοδότησης και σημείων υψηλής μόχλευσης χωρίς πολύπλοκη κωδικοποίηση. Διευκολύνεται έτσι ο σχεδιαστής στο να μάθει περισσότερα για το σύστημα και να ανακαλύψετε πώς να παρέμβει για να έχει τα αποτελέσματα που θέλει. Το Stella επιτρέπει την προσομοίωση μοντέλων και την αλλαγή παραμέτρων με το Stella Live και την άμεση παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Τα Loops that Matter και Sensitivity Analysis εντοπίζουν εύκολα τους βρόχους ανάδρασης και τα σημεία υψηλής μόχλευσης. Η μοναδική λειτουργία Storytelling του Stella αναλύει και σχολιάζει τη δομή του μοντέλου για να εξηγήσει τις σχέσεις και τη συμπεριφορά (*Isee Systems*, n.d.).

Τα προϊόντα που προσφέρει η Isee Systems σύμφωνα με τις ανάγκες των σχεδιαστών είναι τα Stella Architect, Stella Professional και Stella Designer. Το Exchange είναι ένα αποθετήριο περιεχομένου που δημιουργήθηκε από χρήστες της Stella® σε όλο τον κόσμο. Οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν δημοσιευμένα μοντέλα, κάτω από την κατηγορία ενδιαφέροντος.

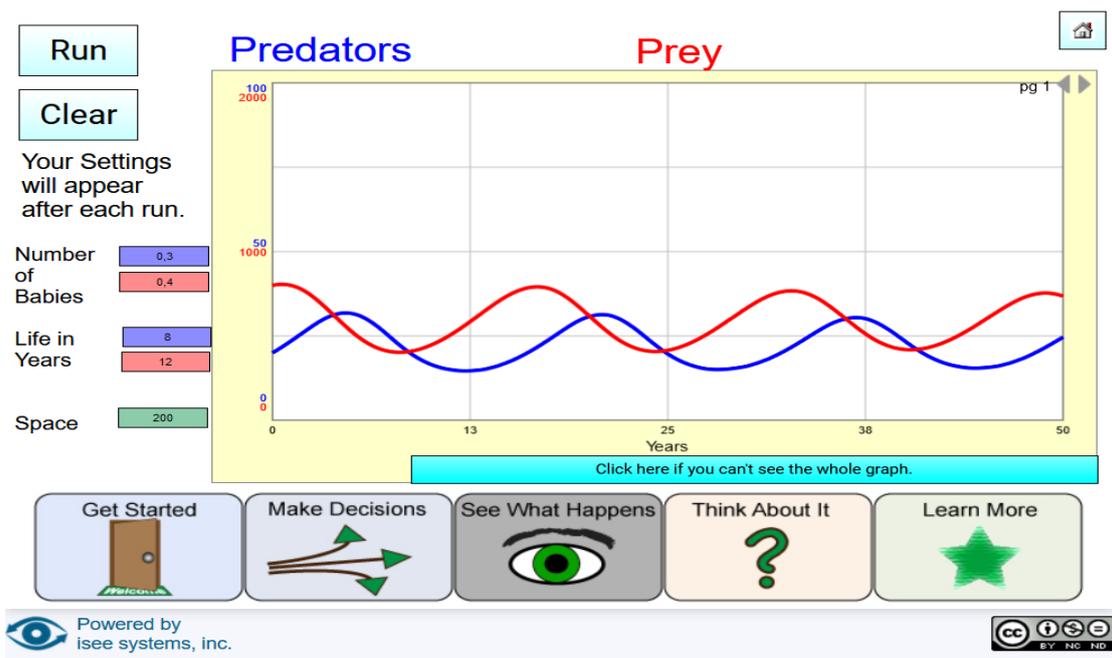


Εικόνα 14: Μοντελοποίηση στο Stella Architect.

Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα δημοσίευσης στους διακομιστές των συστημάτων iSee Exchange, συμφωνώντας είτε με την Άδεια δημοσιευμένης διεπαφής είτε με την Άδεια Creative Commons (μοντέλα και CLDs) χωρίς κόστος, παράλληλα παρέχονται υπηρεσίες δημοσίευσης και διανομής έναντι πληρωμής, όπως η δυνατότητα δημοσίευσης μέσω κινητών συσκευών ή τοπικών διακομιστών με χρήση του API του Stella Designer και του iSee Runtime.



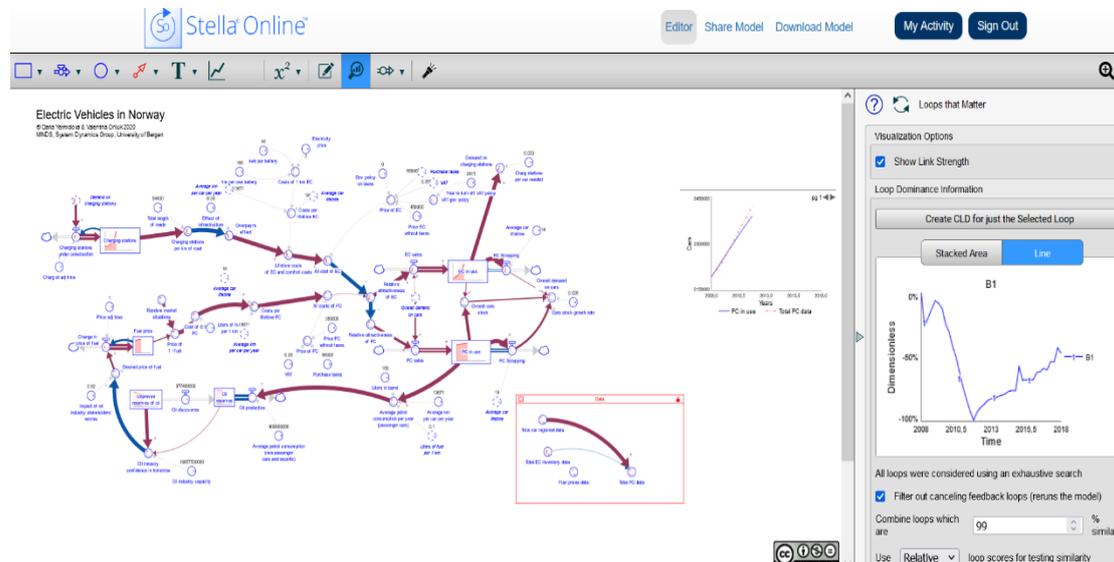
Εικόνα 15: Αποθετήριο Exchange της iSee..



Εικόνα 16: Δημοσιευμένο μοντέλο Predators/Prey στο Exchange.

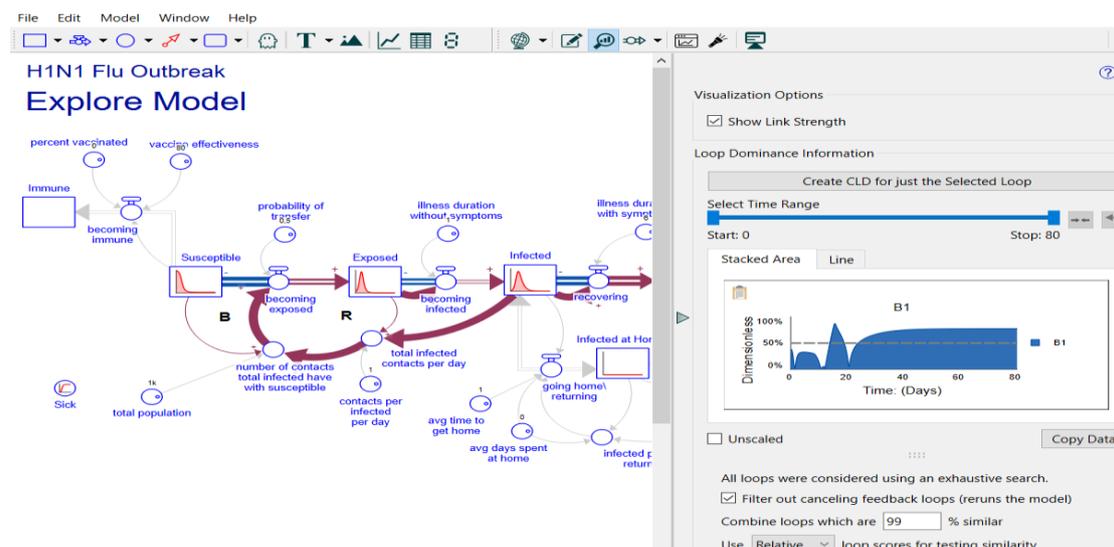
Η iSee παρέχει επίσης το Stella® Online™ με ισχυρές δυνατότητες μοντελοποίησης και διαγραμματικής απεικόνισης σε οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο. Χρησιμοποιώντας το διαδικτυακό εργαλείο μοντελοποίησης στο iSee Exchange, παρέχεται η δυνατότητα εύκολης σχεδίασης μοντέλων προσομοίωσης όπως

και στο Stella Professional με δυνατότητα διαμοιρασμού. Το Stella Online λειτουργεί στα σύγχρονα προγράμματα περιήγησης, σε επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές, ταμπλέτες, smartphones και Chromebooks.



Εικόνα 17: Μοντελοποίηση στο Stella Online.

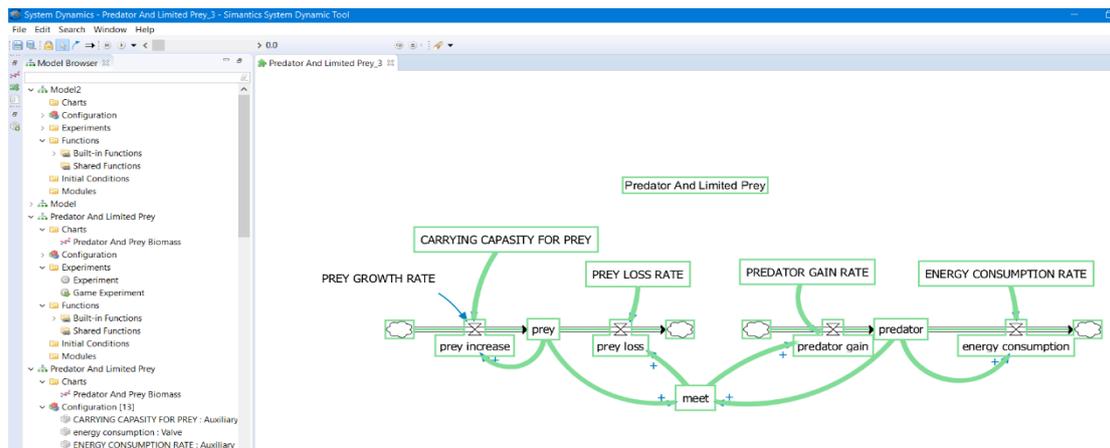
Η isee systems παρέχει επίσης τον isee Player, έναν free player για την εκτέλεση προσομοιώσεων Stella που επιτρέπει την προβολή, εκτέλεση και διαμοιρασμό μοντέλων Stella.



Εικόνα 18: Μοντελοποίηση στο isee Player.

4.5 Simantics System Dynamics

Το Simantics System Dynamics είναι μια έτοιμη προς χρήση εφαρμογή λογισμικού μοντελοποίησης και προσομοίωσης δυναμικής συστημάτων για την κατανόηση διαφόρων οργανισμών, αγορών και άλλων πολύπλοκων συστημάτων και της δυναμικής συμπεριφοράς τους. Το Simantics System Dynamics χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση και προσομοίωση μεγάλων μοντέλων με πολυδιάστατες μεταβλητές. Τα μοντέλα δημιουργούνται με διαγράμματα αποθεμάτων και ροών και διαγράμματα αιτιωδών βρόχων.



Εικόνα 19: Σχεδιασμός συσσωρευτών-ροών στο Simantics System Dynamics Tool.

Η ανάπτυξη του Simantics ξεκίνησε στο VTT Technical Research Centre της Φινλανδίας τον Σεπτέμβριο του 2006 ως εσωτερικό έργο έρευνας και ανάπτυξης για τη διαχείριση δεδομένων μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Από την αρχή του έργου η Simantics αποσκοπούσε σε ένα αναπτυσσόμενο και ζωνικό προϊόν λογισμικού. Εκτός από την τεχνική ανάπτυξη, ξεκίνησε επίσης η οικοδόμηση της κοινότητας και του οικοσυστήματος. Στις αρχές του 2010 ξεκίνησε το τμήμα THTH/Simantics ως αποτέλεσμα της προσπάθειας (*Simantics System Dynamics / Open Source Modelling and Simulating Tool for Simantics.*, n.d.).

Στο Simantics χρησιμοποιείται η τυπική αρχιτεκτονική διακομιστή-πελάτη. Το βασικό στοιχείο του Simantics είναι ο διακομιστής σημασιολογικής βάσης δεδομένων. Η εφαρμογή λογισμικού-πελάτη, Simantics Workbench, είναι κατασκευασμένη στην πλατφόρμα Eclipse και περιέχει όλα τα γραφικά εργαλεία για μοντελοποίηση, οπτικοποίηση και άλλες λειτουργίες. Η λειτουργικότητα προσομοίωσης της

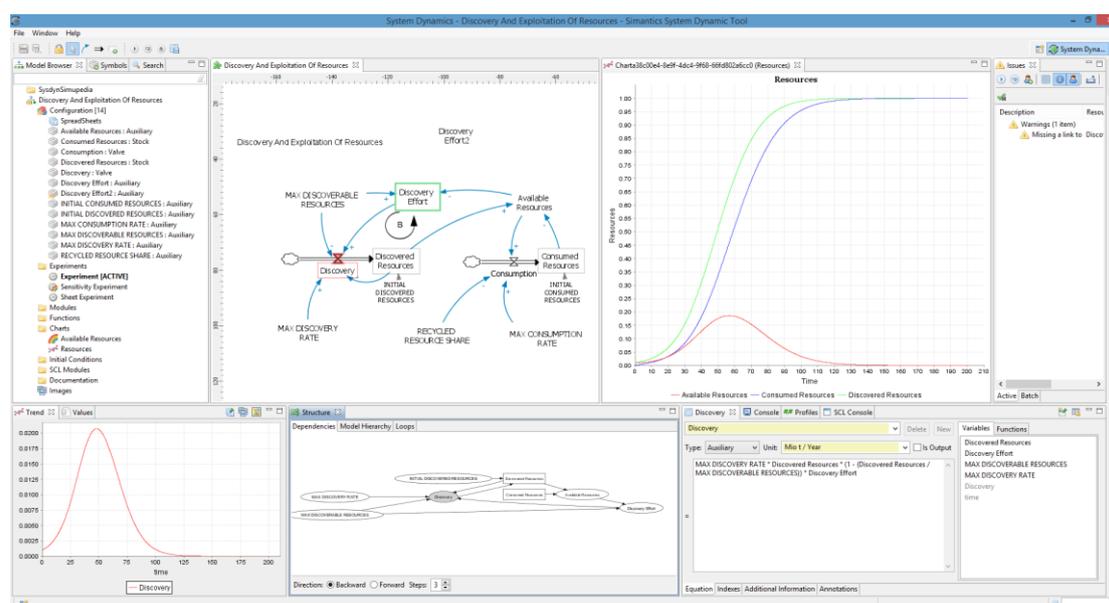
πλατφόρμας Simantics βρίσκεται σε plug-ins. Τα plug-ins είναι εξωτερικά υπολογιστικά εργαλεία, όπως επιλυτές και άλλες εφαρμογές λογισμικού ανάλυσης. Η Simantics ενσωμάτωσε τις εφαρμογές λογισμικού προσομοίωσης διεργασιών Apros® και Balas® στην πλατφόρμα Simantics. Επιπλέον, έχει ξεκινήσει η ενσωμάτωση των επιλυτών CFD OpenFOAM και του περιβάλλοντος. Το τέταρτο στοιχείο της αρχιτεκτονικής είναι το Simantics Databoard, το οποίο αντιμετωπίζει θέματα διαχείρισης και επικοινωνίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτά τα στοιχεία σε συνδυασμό με προηγμένα χαρακτηριστικά, όπως η σημασιολογική διαχείριση δεδομένων, ο έλεγχος εκδόσεων, η πιστοποίηση ταυτότητας χρηστών και πολλά άλλα, αποτελούν ένα στέρεο θεμέλιο για υπολογιστικές λύσεις μεγάλης κλίμακας.

Η μεγάλη πρόκληση στη μοντελοποίηση και τις προσομοιώσεις μέσω υπολογιστή είναι ο τρόπος διαχείρισης των δεδομένων μοντελοποίησης και προσομοίωσης ανεξάρτητα από τη μορφή των δεδομένων. Ακόμη και μέσα σε έναν τομέα μοντελοποίησης η ανταλλαγή μοντέλων μπορεί να είναι πραγματικά δύσκολη. Η προσέγγιση στο Simantics είναι διαφορετική. Η ανοικτή πλατφόρμα προσφέρει διάφορα εργαλεία για τη σύνδεση διαφορετικών εργαλείων μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Η πλατφόρμα λογισμικού-πελάτη διαθέτει έναν μηχανισμό σύνδεσης plug-in για να επιτρέπει την απλή και ευθεία ενσωμάτωση. Η διαχείριση των δεδομένων μοντελοποίησης στο εσωτερικό της πλατφόρμας, ο πυρήνας σημασιολογικής οντολογίας, είναι το βασικό χαρακτηριστικό για τον ανεξάρτητο χειρισμό των δεδομένων μορφής. Ο σημασιολογικός γραφιστικός απεικονιστής και οι οντολογίες επιτρέπουν έναν απλό αλλά ισχυρά εκφραστικό τρόπο περιγραφής όλων των χαρακτηριστικών της πλατφόρμας καθώς και όλων των δεδομένων μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Αυτό επιτρέπει σχεδόν αυθαίρετες συνδέσεις μεταξύ τμημάτων δεδομένων και επιτρέπει τη σχετικά εύκολη ενσωμάτωση τομέων.

Το Simantics System Dynamics Tool είναι ένα πλήρως εξοπλισμένο πακέτο μοντελοποίησης και προσομοίωσης δυναμικής συστημάτων ανοικτού κώδικα, βασισμένο στην πλατφόρμα Simantics, για την κατανόηση της συμπεριφοράς πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων που ανήκουν σε διάφορους τομείς με τη χρήση μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Τα μοντελοποιημένα συστήματα μπορεί να είναι, κοινωνικοοικονομικά, χρηματοοικονομικά, κλιματικά ή φυσικά. Τα μοντέλα συστημικής δυναμικής αποτελούνται από λίγους μόνο βασικούς τύπους μεταβλητών

που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διαγραμμάτων αποθέματος και ροής με βρόχους ανάδρασης και καθυστερήσεις.

Το λογισμικό Simantics System Dynamics διαθέτει ένα εύχρηστο γραφικό περιβάλλον χρήστη με βάση το Eclipse. Ολόκληρη η δομή του μοντέλου μπορεί να αποτυπωθεί γραφικά και να εισαχθούν εξισώσεις για μεταβλητές χρησιμοποιώντας επεξεργαστές με υποβοήθηση περιεχομένου. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης παρουσιάζονται με τη χρήση διαφόρων τύπων διαγραμμάτων και μπορούν να προβληθούν σε μορφή πίνακα.



Εικόνα 20: Μοντελοποίηση και προσομοίωση στο Simantics System Dynamics Tool.

Το Simantics System Dynamics έχει χρησιμοποιηθεί σε έργα εντός της VTT, ενώ έχει επίσης μια συνεχώς αυξανόμενη παγκόσμια βάση χρηστών. Βασίζεται στη γλώσσα Modelica που επιτρέπει την χρησιμοποίηση των τυπικών χαρακτηριστικών της. Κατά την προσομοίωση ενός μοντέλου συστημικής δυναμικής με γραφική μοντελοποίηση, το εργαλείο μετατρέπει το μοντέλο σε μοντέλο Modelica, το οποίο προσομοιώνεται είτε με χρήση του εσωτερικού επιλυτή Modelica είτε με το OpenModelica, ένα περιβάλλον Modelica ανοικτού κώδικα.

Το Simantics System Dynamics υποστηρίζει όλες τις συνήθεις λειτουργίες μοντελοποίησης δυναμικής συστημάτων, περιλαμβάνοντας πολλά προηγμένα χαρακτηριστικά, όπως δομικά επαναχρησιμοποιήσιμα στοιχεία, πολυδιάστατες μεταβλητές και ανάλυση ευαισθησίας.

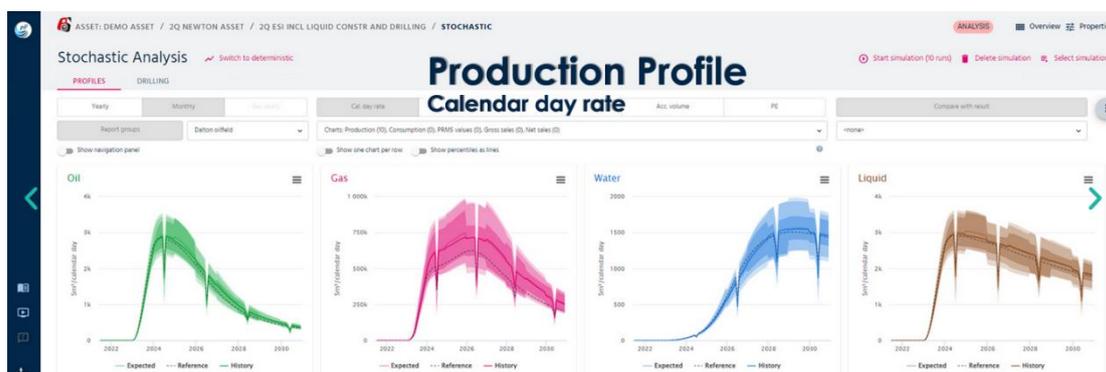
4.6 Powersim

Η Powersim Software είναι μια νορβηγική εταιρεία με έδρα το Μπέργκεν και εδώ και χρόνια επικεντρώνεται γύρω από την κορυφαία εφαρμογή Powersim Studio για τη μαθηματική μοντελοποίηση. Η Powersim Software αναπτύσσει επίσης τη λύση pForecast SaaS, η οποία μεταφέρει την πρόβλεψη παραγωγής στο μέλλον.

Το Powersim Software παρέχει μια οικογένεια επιχειρηματικών εργαλείων προσαρμοσμένων για την πρόβλεψη και την ανάλυση σύνθετων δυναμικών προβλημάτων.

pForecast;

Λύση λογισμικού ως υπηρεσία για την ψηφιοποίηση, απλοποίηση και τυποποίηση του τρόπου με τον οποίο παράγονται και χρησιμοποιούνται οι προβλέψεις παραγωγής. Το pForecast χρησιμοποιεί δεδομένα εισόδου από εργαλεία υπεδάφους, όπως το Eclipse, τα μοντέλα δικτύου και το ResX, και εκτελεί προσομοίωση της πρόβλεψης παραγωγής και έγχυσης σε πλήρη διάρκεια ζωής. Με το pForecast οι χρήστες μπορούν να αποδίδουν αβεβαιότητες στα δεδομένα εισόδου και να κάνουν στοχαστικές αναλύσεις εκτελώντας προσομοιώσεις Monte Carlo. Το pForecast ενοποιεί τη μεθοδολογία, βασισμένο σε τεχνολογία cloud με φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας και προσφέρει μια ενιαία μέθοδο για τις προβλέψεις της εταιρείας ως αποτέλεσμα ενός κοινού πλαισίου ανάλυσης σε όλα τα περιουσιακά στοιχεία. Με το pForecast, είναι εύκολο να καταρτιστούν επικαιροποιημένες προβλέψεις παραγωγής όταν αλλάζουν οι παραδοχές με συνεπαγόμενη εξοικονόμηση χρόνου και προσπάθειας.



Εικόνα 21: Περιβάλλον pForecast του Powersim.

Powersim Studio - Δημιουργία μοντέλων System Dynamics

Το Powersim Studio 10 είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για τη δημιουργία και εκτέλεση μοντέλων προσομοίωσης επιχειρήσεων στην πλατφόρμα Microsoft® Windows. Τα εργαλεία μοντελοποίησης του Powersim Studio καλύπτουν όλες τις ανάγκες μικρών και μεγαλύτερων οργανισμών. Παρέχεται η δυνατότητα διανομής των μοντέλων στο κοινό μέσω των End-User tools. Η σουίτα Powersim Studio Developer επιτρέπει τη δημιουργία προσομοιώσεων κατά παραγγελία και τη διανομή τους ως διαδικτυακών λύσεων ή προσαρμοσμένων εφαρμογών. Το Powersim Studio Academic αποτελεί εξαιρετική επιλογή για φοιτητές και καθηγητές.

Εργαλεία Powersim Studio

Powersim Studio tools			
Studio Modelling tools	Studio End-User tools	Studio Developer tools	Studio Academic tools
<ul style="list-style-type: none">Build and run System Dynamics modelsUnit of measurement is an integral part of the expression for variablesRun scenarios, Monte Carlo simulations, and include uncertainty for input factorsConnect to MS Excel and relational databasesClient-based licenses	<ul style="list-style-type: none">Run System Dynamics models shared by your teamSet up a Presentation to share your model with end usersSave scenarios to share with your teamImport from MS Excel or relational databaseClient-based licenses	<ul style="list-style-type: none">Develop tailor-made applications and user interfaces for your modelsConnect to existing models using builtin dynamic objectsSpeed up simulation time using server installationConnect to databases and other online resourcesServer or web based	<ul style="list-style-type: none">Build and run System Dynamics models, for academic purposesDrag-and-drop variables to create user interfacesRun scenarios, Monte Carlo simulations, and include uncertainty for input factorsConnect to MS Excel and relational databasesSingle-user or multi-user licenses

Εικόνα 22: Εργαλειοθήκη Powersim Studio 10.

Εργαλεία μοντελοποίησης Studio (Studio Modelling tools)

- Δημιουργία και εκτέλεση μοντέλων συστημικής δυναμικής.
- Η μονάδα μέτρησης ως αναπόσπαστο μέρος της έκφρασης για τις μεταβλητές.
- Εκτέλεση σεναρίων και προσομοιώσεων Monte Carlo με συμπερίληψη αβεβαιότητας για τους παράγοντες εισόδου.
- Σύνδεση με το MS Excel και σχεσιακές βάσεις δεδομένων.
- Άδειες χρήσης ανά πελάτη.

Εργαλεία τελικού χρήστη Studio (Studio End-User tools)

- Εκτέλεση και διαμοιρασμός μοντέλων συστημικής δυναμικής.
- Εισαγωγή από MS Excel ή σχεσιακή βάση δεδομένων.
- Άδειες χρήσης ανά πελάτη

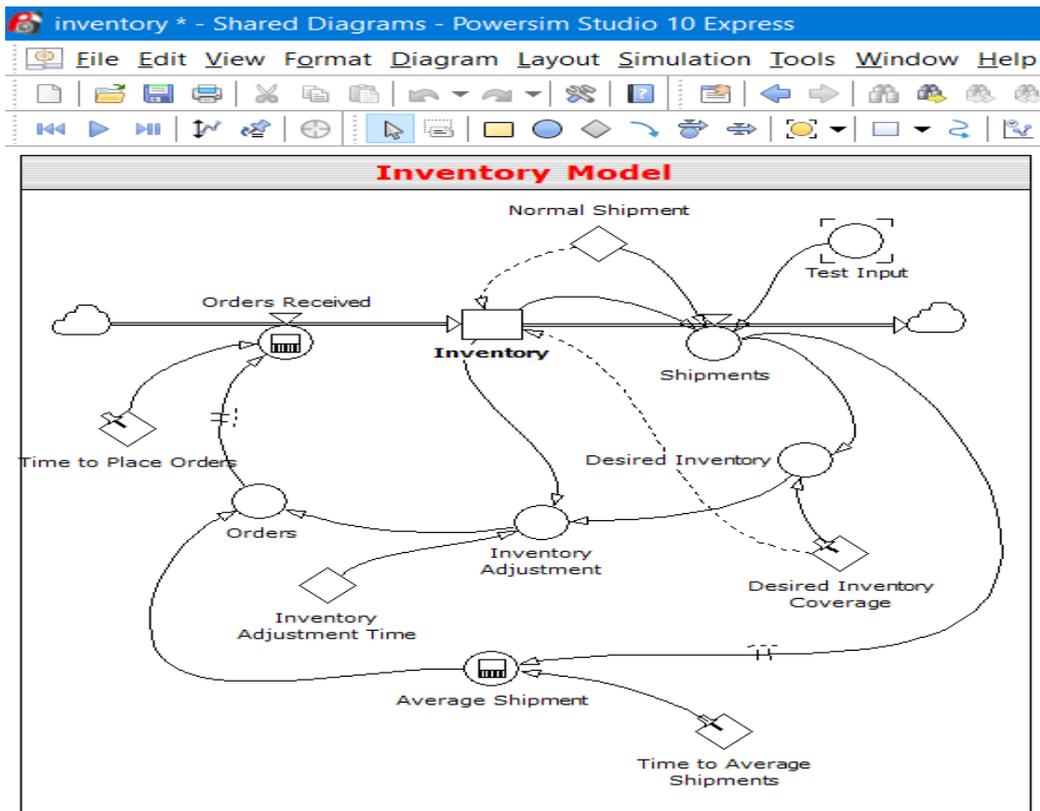
Εργαλεία Studio Developer (Studio Developer tools)

- Ανάπτυξη εξατομικευμένων εφαρμογών και διεπαφής χρήστη.
- Σύνδεση σε υπάρχοντα μοντέλα με χρήση ενσωματωμένων δυναμικών αντικειμένων.
- Επιτάχυνση του χρόνου προσομοίωσης.
- Σύνδεση με βάσεις δεδομένων και διαδικτυακούς πόρους.

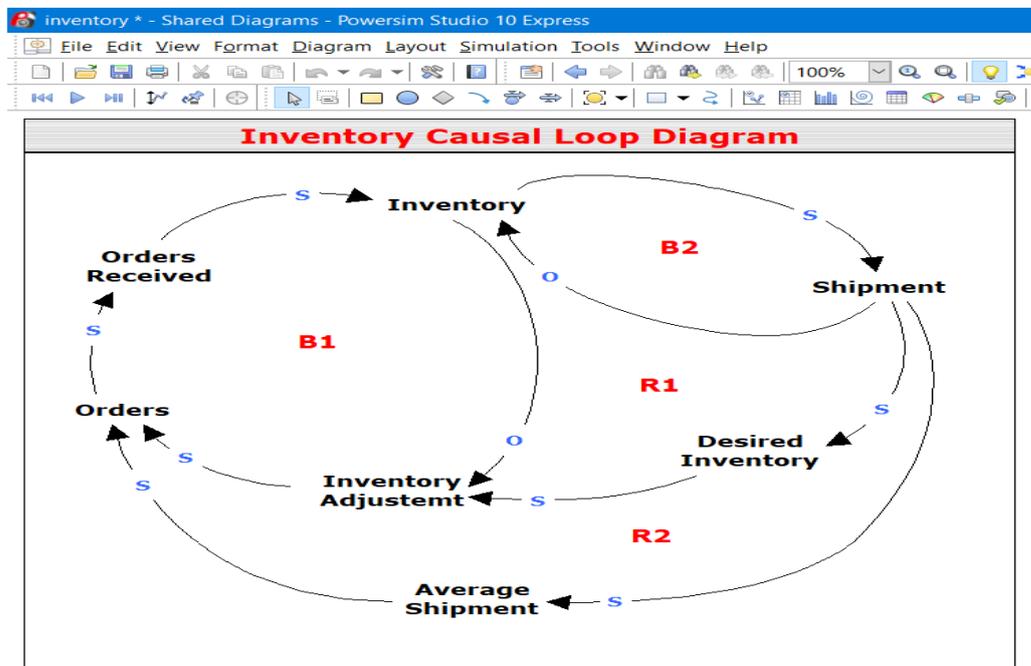
Studio Academic tools

- Δημιουργία μοντέλων συστημικής δυναμικής για ακαδημαϊκούς σκοπούς.
- Εκτέλεση σεναρίων και προσομοιώσεων Monte Carlo με συμπερίληψη αβεβαιότητας για τους παράγοντες εισόδου.
- Σύνδεση με MS Excel και σχεσιακές βάσεις δεδομένων.
- Άδειες χρήσης ανά χρήστη.

Η δημιουργία ενός μοντέλου ακολουθεί την κλασική διαδικασία δημιουργίας συσσωρευτών και ροών. Η επιφάνεια διεπαφής μέσω των μενού επεξεργασίας μοντελοποίησης δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να πειραματιστεί δημιουργώντας είτε τα δικά του μοντέλα, είτε αξιοποιώντας δείγματα μοντέλων που παρουσιάζονται από το Powersim. Η γραμμή μενού και η τυπική γραμμή εργαλείων εμφανίζονται στην κορυφή του παραθύρου. Παρέχονται οδηγοί για αρχάριους και προχωρημένους μέσω βίντεο, κειμένων επεξηγήσεων και παραδειγμάτων στα οποία μπορεί να ανατρέξει ο χρήστης (*Powersim Software, n.d.*).

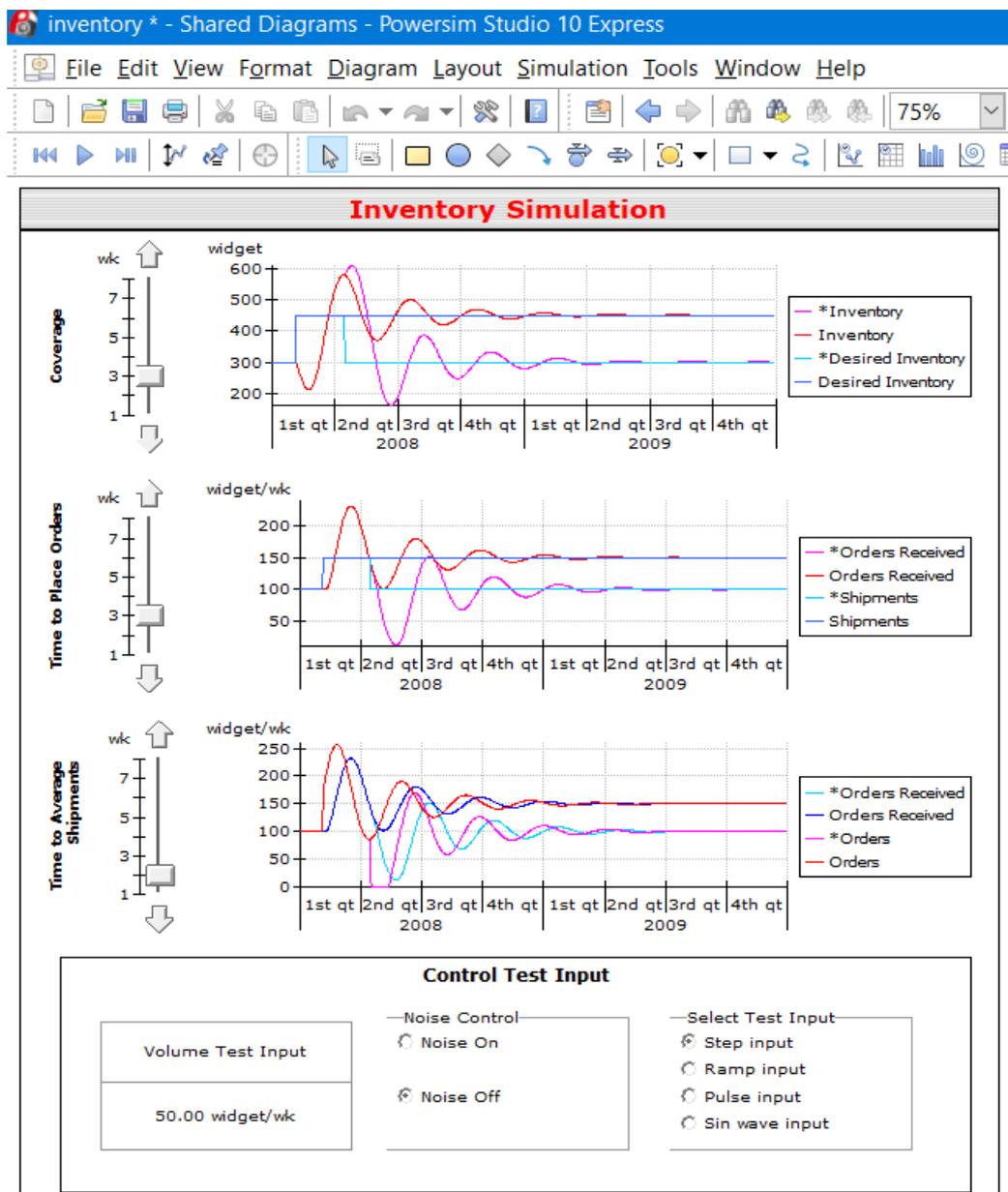


Γράφημα 32: Μοντέλο Inventory στο Powersim.



Γράφημα 33: Διάγραμμα βρόχων-αιτών στο Powersim.

Στα βασικά χαρακτηριστικά του POWERSIM περιλαμβάνονται συστοιχίες με δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων, ενσωματωμένες λειτουργίες για μαθηματικο-στατιστική υποστήριξη, και δυνατότητα ανάπτυξης προσομοιωτών πτήσης (MFS) αξιοποιώντας τις λειτουργίες διασύνδεσης που διαθέτει. Η διασύνδεση καθιστά επίσης πιο εύκολη την εισαγωγή των δεδομένων εισόδου και επιτρέπει τον έλεγχο της μορφοποίησης των αποτελεσμάτων. Οι συγκριτικές εκτελέσεις και η ανάλυση ευαισθησίας επιτρέπουν την αποθήκευση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες πρόσφατες εκτελέσεις.



Εικόνα 23: Περιβάλλον προσομοίωσης στο Powersim.

Το PowerSIM, καλύπτει ένα κενό στις διαθέσιμες εργαλείοι για τους μάνατζερ που θέλουν να εφαρμόσουν τη συστημική σκέψη στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Έχει την ισχύ και την ικανότητά να χειρίζεται μεγάλα μοντέλα και έχει καταστεί εξαιρετικά δημοφιλές στους επαγγελματίες κατασκευαστές μοντέλων.

4.7 Anylogic

Η εταιρεία AnyLogic είναι μια πολυεθνική ομάδα που δραστηριοποιείται στις ΗΠΑ και την Ευρώπη. Σχεδιάζει και αναπτύσσει λογισμικό μοντελοποίησης προσομοίωσης για επιχειρηματικές εφαρμογές:

AnyLogic-λογισμικό προσομοίωσης γενικού σκοπού

Το AnyLogic είναι λογισμικό προσομοίωσης για επιχειρηματικές εφαρμογές, το οποίο χρησιμοποιείται παγκοσμίως από πάνω από το 40% των εταιρειών. Τα μοντέλα της AnyLogic επιτρέπουν στους αναλυτές να αποκτούν βαθύτερες γνώσεις και να βελτιστοποιούν πολύπλοκα συστήματα και διαδικασίες σε ένα ευρύ φάσμα τομέων.

AnyLogic Cloud-περιβάλλον νέφους για την εκτέλεση και ολοκλήρωση μοντέλων

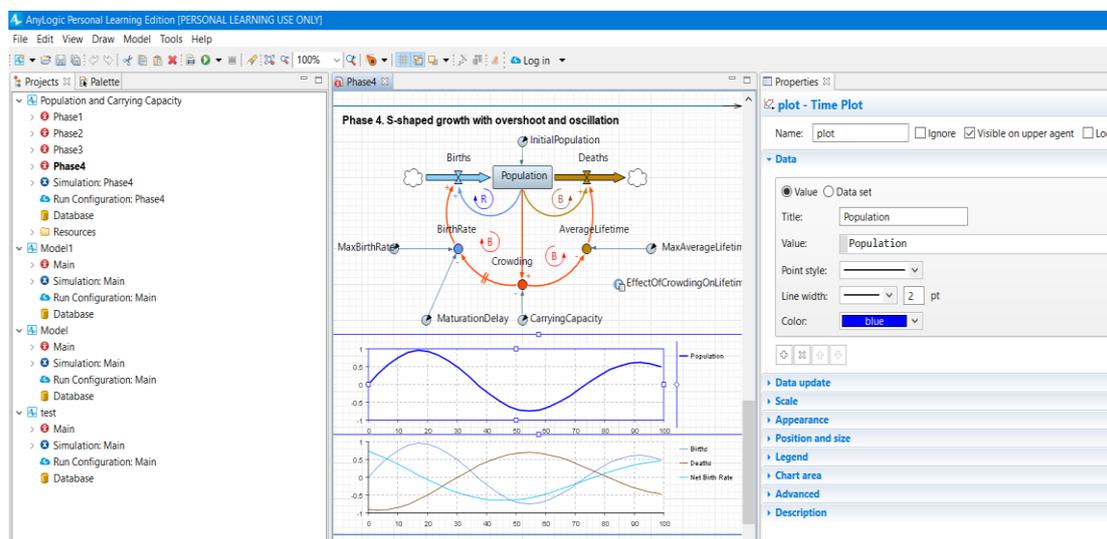
Το AnyLogic Cloud επιτρέπει την εκτέλεση μοντέλων προσομοίωσης online σε οποιαδήποτε συσκευή, συμπεριλαμβανομένων των τηλεφώνων και των tablet, και το διαμοιρασμό των μοντέλων στους χρήστες. Διαθέτει ένα ευρύ φάσμα πειραμάτων μοντέλων και προσαρμοσμένων διαδικτυακών πινάκων ελέγχου.

AnyLogistix-λογισμικό για μοντελοποίηση εφοδιαστικής αλυσίδας

Το λογισμικό σχεδιασμού και βελτιστοποίησης εφοδιαστικής αλυσίδας anyLogistix παρέχει στους αναλυτές τη δυνατότητα προσομοίωσης και πειραματισμού, για καινοτομία στην εφοδιαστική αλυσίδα. Συνδυάζει αναλυτικές προσεγγίσεις βελτιστοποίησης και καινοτόμες τεχνολογίες δυναμικής προσομοίωσης ώστε να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων για την ανάλυση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το AnyLogic, έχει επεκτείνει την εφαρμογή των μοντέλων προσομοίωσης σε πολύπλοκα επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Η ευελιξία του επιτρέπει στους χρήστες να αποτυπώνουν την πολυπλοκότητα οποιουδήποτε συστήματος, σε οποιοδήποτε επίπεδο λεπτομέρειας.

Το AnyLogic υποστηρίζει το σχεδιασμό και την προσομοίωση δομών ανατροφοδότησης, όπως, διαγράμματα αποθέματος και ροής, μεταβλητές συστοιχίας (subscripts) με τρόπο που οι περισσότεροι μοντελοποιητές συστημικής δυναμικής είναι εξοικειωμένοι (*AnyLogic: Simulation Modeling Software Tools & Solutions for Business*, n.d.).



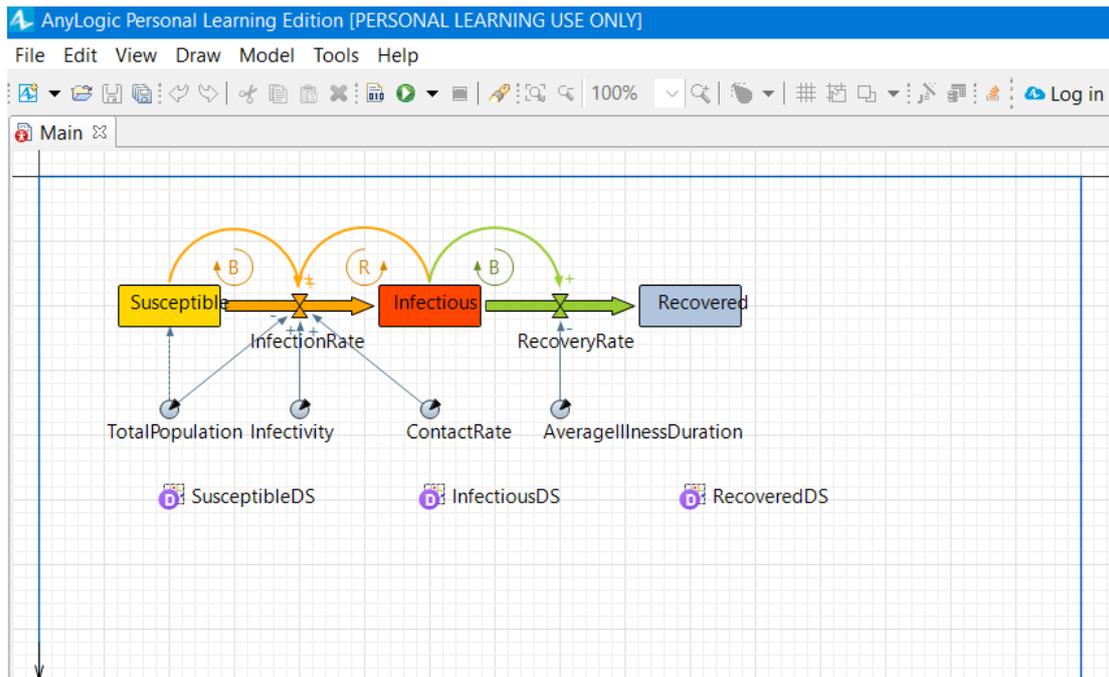
Εικόνα 24: Περιβάλλον μοντελοποίησης στο AnyLogic.

Το AnyLogic προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα της αντικειμενοστραφούς προσέγγισης στη μοντελοποίηση δυναμικής συστήματος.

Επιπλέον, ένα συχνά συναντώμενο πρότυπο συστημικής δυναμικής μπορεί να αποθηκευτεί ως αντικείμενο βιβλιοθήκης και να επαναχρησιμοποιηθεί εντός ενός μοντέλου προσομοίωσης ή σε διαφορετικά μοντέλα.

Οι χρήστες του AnyLogic επωφελούνται επίσης από τα πλεονεκτήματα της εξαγωγής των μοντέλων, της εκτέλεσης των μοντέλων στο cloud, την εξελιγμένη κινούμενη εικόνα και τη διαλειτουργικότητα με άλλα εργαλεία λογισμικού.

Το AnyLogic επιτρέπει τον συνδυασμό μοντέλων συστημικής δυναμικής με μεντέλα με βάση τους πράκτορες (agent-based) και διακριτών συμβάντων (discrete-event). Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα, η καταναλωτική αγορά μπορεί να μοντελοποιηθεί με τη χρήση της συστημικής δυναμικής και η αλυσίδα εφοδιασμού με την προσέγγιση που βασίζεται σε πράκτορες, συνδυάζοντάς τα με τρόπο που η καταναλωτική αγορά να οδηγεί την αλυσίδα εφοδιασμού.



Εικόνα 25: Μοντέλο Epidemic με χρήση συστημικής δυναμικής στο AnyLogic.

Οι διεπαφές και οι ανατροφοδοτήσεις μεταξύ των μοντέλων συστημικής δυναμικής, των μοντέλων agent-based και των μοντέλων discrete-event είναι πολύ εύκολες στο AnyLogic.

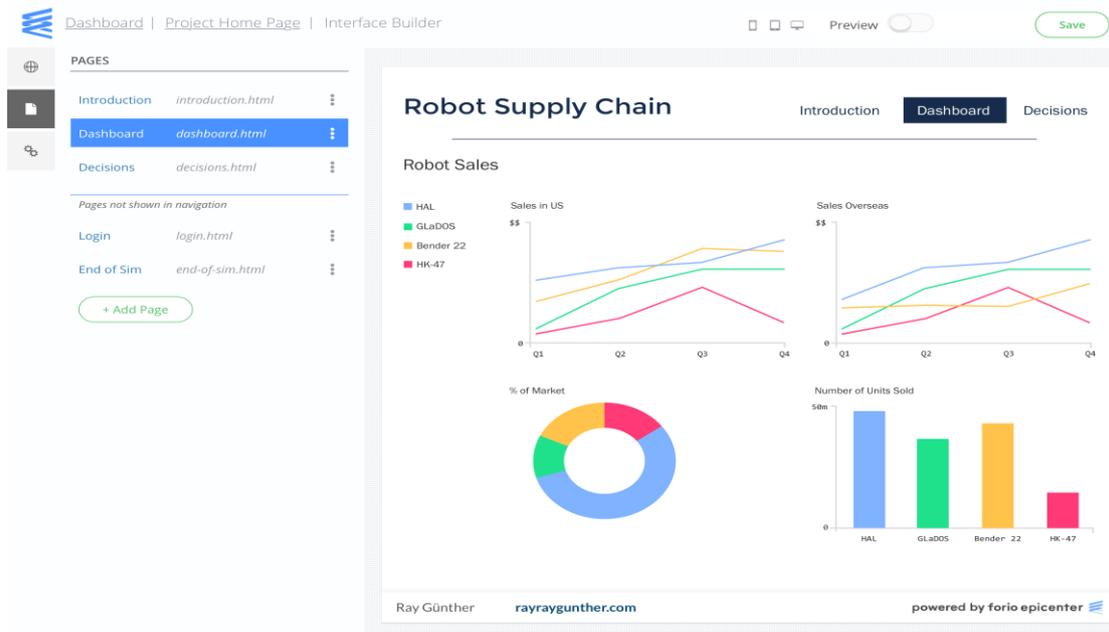
Για πιο τεχνικά ερευνητικά έργα, το AnyLogic διαθέτει επεκτασιμότητα επιπέδου Java. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία σύνθετων και επαναχρησιμοποιήσιμων προσαρμοσμένων αντικειμένων, πειραμάτων, και βιβλιοθηκών. Οι σχεδιαστές μπορούν να επαναχρησιμοποιούν στοιχεία και να αναπτύσσουν ακόμη και βιβλιοθήκες για την εξειδίκευσή τους. Αυτή η επεκτασιμότητα σε συνδυασμό με τη διαλειτουργικότητα των δεδομένων παρέχει ευελιξία στους σχεδιαστές. Τα μοντέλα μπορούν να διαβάζουν ή να γράφουν σε λογιστικά φύλλα και βάσεις δεδομένων ή να συνδέονται με εξωτερικές πλατφόρμες μέσω API. Η ενσωματωμένη λειτουργικότητα χαρτογράφησης GIS επιτρέπει στα μοντέλα να χρησιμοποιούν δρομολόγηση και εντοπισμό με βάση την τοποθεσία τόσο online όσο και offline, καθώς και να συνδεθούν με άλλες υπηρεσίες χαρτογράφησης. Ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων είναι διαθέσιμο για τη διενέργεια αναλύσεων: Monte Carlo, ανάλυση ευαισθησίας και Parameter Variation. Επιπλέον, η βελτιστοποίηση προσομοίωσης, μια προηγμένη αλλά ολοένα και πιο δημοφιλής προσέγγιση, βοηθάει να βρεθούν καλύτερες λύσεις με βάση τους περιορισμούς και τις απαιτήσεις.

4.8 Forio

Η εταιρεία Forio δημιουργεί προϊόντα λογισμικού για τη διενέργεια προσομοιώσεων, την εξερεύνηση δεδομένων και την προγνωστική ανάλυση. Το Forio Epicenter συγκεντρώνει πολυετή εμπειρία με χρήση γλωσσών μαθηματικής μοντελοποίησης και τις καλύτερες τεχνολογίες ιστού. Το Epicenter διευκολύνει τη μετατροπή εξελιγμένων αναλύσεων σε διαδραστικές εφαρμογές ιστού που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο καθένας.

Αναπτύσσει επίσης προσαρμοσμένο λογισμικό, σε συνεργασία σε συνεργασία με πελάτες. Το λογισμικό και οι υπηρεσίες της Forio χρησιμοποιούνται από επιχειρήσεις, πανεπιστήμια και κυβερνητικές υπηρεσίες. Οι προσομοιώσεις, οι απεικονίσεις δεδομένων, οι εξερευνήσεις και οι προγνωστικές αναλύσεις παρέχουν τη δυνατότητα στους οργανισμούς να κατανοήσουν και να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων. Τα προσφερόμενα προϊόντα της Forio είναι το Epicenter, το Performer και το Ready-to-Run Simulations (*Forio / Custom Simulations for Training and Higher Education*).

Το Epicenter προσφέρει το μέλλον των προσομοιώσεων και των αναλύσεων στο κοινό με απλότητα. Πρόκειται για μια υπολογιστική πλατφόρμα για τη φιλοξενία μοντέλων, τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών web και την ανταλλαγή πληροφοριών. Το Epicenter επιτρέπει τη γρήγορη δημιουργία προσομοιώσεων για εκπαιδευτικούς σκοπούς, κατάρτιση, πρόβλεψη ή προγνωστική ανάλυση, ακόμη και παιχνίδια ενώ, μπορεί να φιλοξενήσει διεπαφές για εξερεύνηση, χωρίς να χρειάζεται να προϋπάρχει υπόβαθρο στην ανάλυση ή τη μοντελοποίηση. Παρέχει διάφορα εργαλεία για τη δημιουργία διεπαφών, παρέχοντας έναν ασφαλή χώρο εργασίας στο cloud. Το Interface Builder είναι ένας γρήγορος και απλός τρόπος για τη δημιουργία διεπαφών. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από μια βιβλιοθήκη προτύπων και θεμάτων και να προσθέσει διαγράμματα, γραφήματα, πίνακες και εικόνες για να απεικονίσει οπτικά το μοντέλο και στη συνέχεια να το δημοσιεύσει. Τα έργα που δημιουργούνται με το Interface Builder μπορούν να προβάλλονται σε πολλαπλά μεγέθη οθόνης, καθιστώντας την κοινή χρήση τους ακόμη πιο εύκολη. Ο κώδικας που παράγεται από το Interface Builder είναι επεξεργάσιμος, σε σύγχρονες τεχνολογίες ιστού, όπως η HTML, η CSS και η JavaScript.



Εικόνα 26: Μοντελοποίηση στο Epicenter.

Το Epicenter υπερβαίνει κατά πολύ την απλή δημοσίευση της ανάλυσης ή της προσομοίωσης στο διαδίκτυο. Η διαδικτυακή φιλοξενία του Epicenter παρέχει μια κλιμακούμενη διαδικτυακή πλατφόρμα από την οποία μπορεί ο χρήστης να επεξεργάζεται την διαδικτυακή του εφαρμογή ανάλυσης, οπτικοποίησης δεδομένων ή προσομοίωσης. Ο πυρήνας των περισσότερων έργων Forio Epicenter είναι ένα μοντέλο, το οποίο ενσωματώνει την επιχειρησιακή λογική του έργου. Μπορεί να είναι ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής, μια προσομοίωση Monte Carlo, μια γραμμική βελτιστοποίηση, ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης ή κάτι άλλο. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν τα μοντέλα του Forio Epicenter σε γλώσσες Python, R, Vensim, Powersim, Stella, Forio SimLang, Julia. Τα μοντέλα όλων των τύπων ενσωματώνονται αυτόματα με το Interface Builder του Epicenter και την πλήρη στοίβα APIs.

Το Performer αφορά την ανάπτυξη και μέτρηση των κοινωνικών δεξιοτήτων του προσωπικού μέσω οικονομικά αποδοτικών εικονικών σεναρίων παιχνιδιού ρόλων. Επιτρέπει την ατομική και ομαδική μάθηση. Το περιεχόμενο μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στους ρόλους και τα βασικά μέτρα απόδοσης του οργανισμού με online διεξαγωγή.



Εικόνα 27: Μοντελοποίηση στο Forio σε συνεργασία με το MIT.

Το προϊόν Ready-to-Run Simulations περιέχει ηλεκτρονικές προσομοιώσεις εταιρικής κατάρτισης που εστιάζουν στην επιχειρηματική στρατηγική, την ηγεσία και την οικοδόμηση ομάδων με σκοπό εκπαιδευόμενους αφοσιωμένους που αναζητούν προκλήσεις μέσω διαδραστικών εμπειριών ηλεκτρονικής μάθησης.

Το Forio είναι ο κορυφαίος πάροχος διαδικτυακών προσομοιώσεων επιχειρηματικών σχολών. Μέσω των πανεπιστημιακών συνεργασιών, έχει αναπτύξει μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη εκπαιδευτικών προσομοιώσεων και διαδραστικών μελετών περιπτώσεων. Αυτές οι ακαδημαϊκές προσομοιώσεις συνδυάζουν τη δύναμη της οπτικοποίησης δεδομένων με την καθηλωτική μάθηση για τη μεταμόρφωση της εκπαίδευσης.

Οι λύσεις του Forio για τη δημόσια πολιτική επιτρέπουν στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να επιλέγουν πρωτοβουλίες, να συγκρίνουν σενάρια, να αναλύουν τα αποτελέσματα και να μοιράζονται τα αποτελέσματα. Ενώ πολλές εμπειρικές μελέτες εξετάζουν μία ή δύο πρωτοβουλίες, οι διαδραστικές προσομοιώσεις και τα υποκείμενα μοντέλα τους επιτρέπουν στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να δουν τις συνδυαστικές επιδράσεις των πρωτοβουλιών με τρόπο που απλά δεν είναι εφικτός μέσω μιας ανασκόπησης της βιβλιογραφίας. Η σύγκριση σεναρίων, ομαδοποιήσεις

πρωτοβουλιών και η ανασκόπηση των αποτελεσμάτων αναδεικνύει αποτελεσματικές στρατηγικές που πρέπει να ακολουθήσουν οι οργανισμοί.

The Tesla Powerwall Simulation



See the estimated benefits of your investment in renewable energy technology for a chosen day.

You can adjust the number of Tesla Powerwall units and the size of solar panels to investigate how these will affect your energy production possibilities.

The yellow area shows when you are using energy from your own resources.



Back

4a. Benefits by Day



Next

Powerwall units (total battery power 6.4 kWh)



1 battery

Solar panels



65 m²

Peak solar production

21 kW

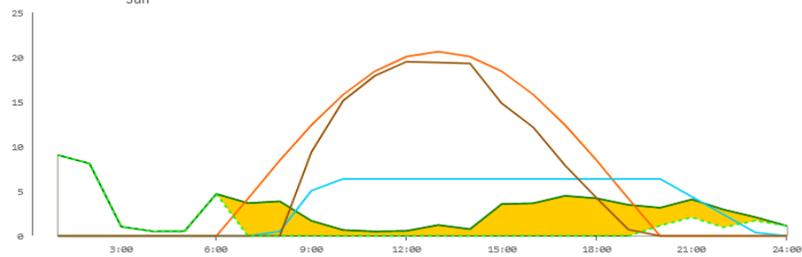
Select a day of the year



Jun

View sunniest day

View least sunny day



■ Total energy consumption (kWh/h) ■ Solar panel energy production (kWh/h) ■ Powerwall energy (kWh)
■ Produced excess solar energy sellable to grid (kWh/h) ■ Energy consumption from grid (kWh/h)
■ Energy from your own resources (kWh)

Εικόνα 28: Μοντελοποίηση της TESLA στο Forio σε περιβάλλον Powersim.

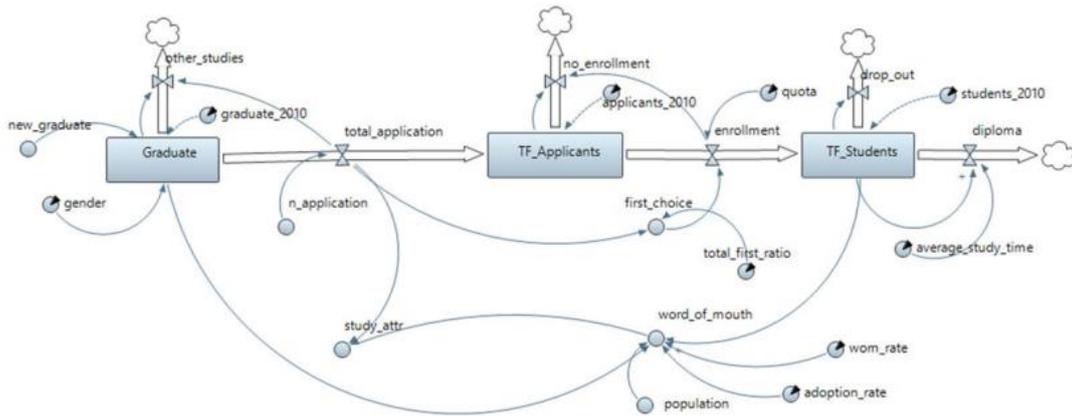
Κεφάλαιο 5

Βιβλιογραφική επισκόπηση εφαρμογών προσομοίωσης στη διακυβέρνηση της εκπαίδευσης

Μέσα από τη βιβλιογραφική επισκόπηση εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν όλες οι έρευνες που χρησιμοποιούν τη συστημική δυναμική στο πεδίο της εφαρμογής πολιτικών στην εκπαίδευση. Οι περιπτώσεις αυτές αφορούν τόσο την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όσο και την Τεχνική και Ανώτατη Εκπαίδευση. Από την έρευνα της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται ότι την τελευταία δεκαετία υπάρχει σημαντική αύξηση των σχετικών ερευνών, κάτι που δείχνει ότι όλο και περισσότεροι ερευνητές ελκύονται από το αντικείμενο της μοντελοποίησης και προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στον σχεδιασμό και την εφαρμογή πολιτικών στην εκπαίδευση. Παρουσιάζονται ενδεικτικές έρευνες:

Διαχείριση Γνώσης (Knowledge Management) στα εκπαιδευτικά ιδρύματα

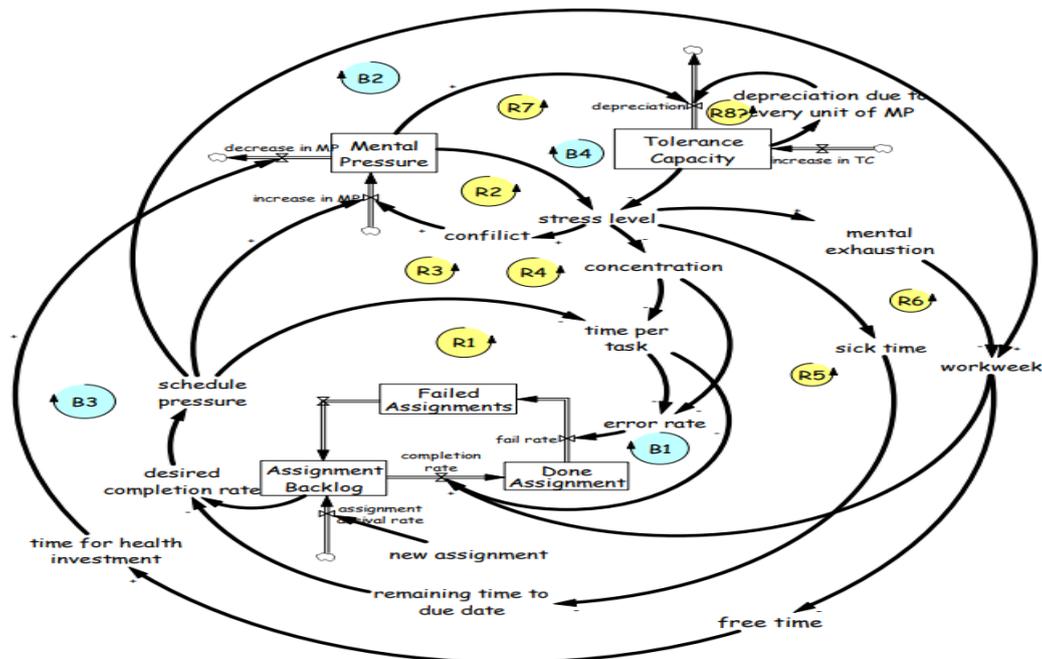
Η διαχείριση γνώσης ορίζεται ως η διαδικασία ανακάλυψης, απόκτησης, ανταλλαγής και εφαρμογής της σωστής γνώσης, τη σωστή στιγμή, από το κατάλληλο άτομο στο πλαίσιο ενός οργανισμού μέσω της σύνδεσης του ανθρώπινου δυναμικού και των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας, με σκοπό την αποτελεσματική χρήση στον οργανισμό και την ενίσχυση του μαθησιακού και διδακτικού περιβάλλοντος. Οι Mohammadi & Faskhodi (2022), μέσω του μοντέλου που αναπτύσσουν επιχειρούν να εντοπίσουν και αναλύσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχείριση γνώσης.



Γράφημα 35: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Tomljenović et al., 2022)

Σχεδιασμός αποτελεσματικότερου εκπαιδευτικού συστήματος

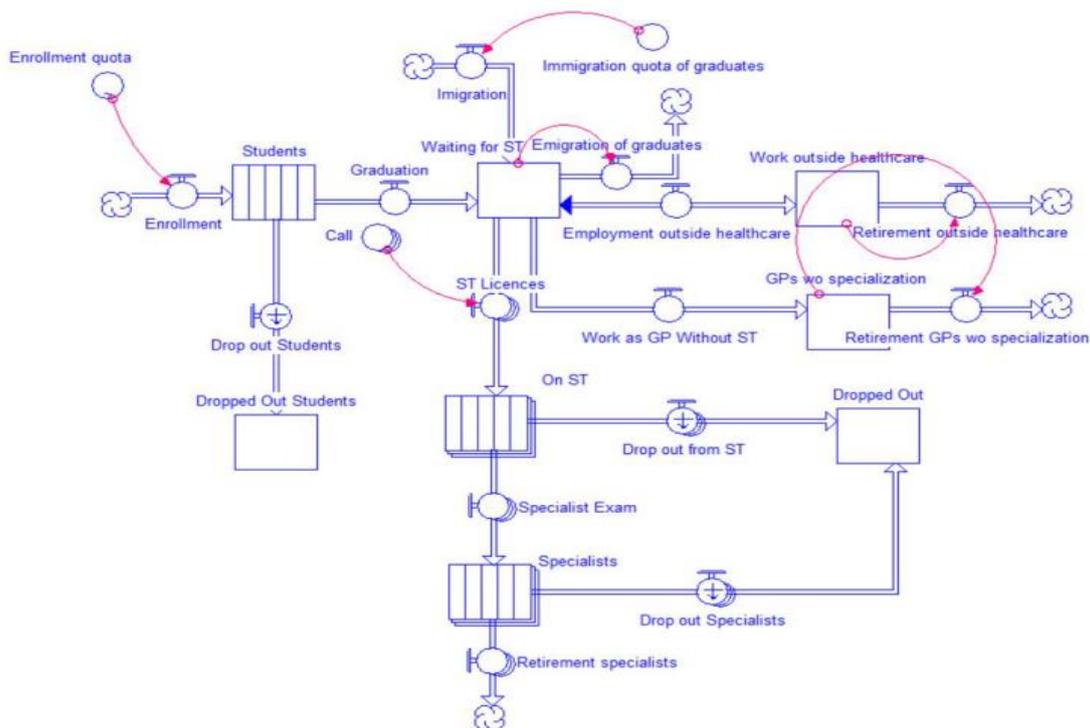
Οι Manesh & Khatami (2021), μελέτησαν τα εκπαιδευτικά συστήματα στα οποία οι κατ' οίκον εργασίες που δίνονται στους μαθητές σε κάθε συνεδρία δεν βαθμολογούνται, αλλά ελέγχονται και εάν δεν πληρούν το ελάχιστο αποδεκτό πρότυπο, ο μαθητής είναι υποχρεωμένος να τις επαναλάβει. Οι ερευνητές προσπάθησαν να δείξουν ότι τα αυστηρά πρότυπα που τίθενται για να γίνουν αποδεκτές οι εργασίες όχι μόνο δεν προάγουν απαραίτητα τη μάθηση, αλλά αντίθετα με την αρχική πρόθεση αυξάνουν τον φόρτο εργασίας και το άγχος των μαθητών ενώ παράλληλα μειώνουν την παραγωγικότητά του.



Γράφημα 36: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης (Manesh & Khatami, 2021)

Προσφορά Δυναμικού και ηλικιακή κατανομή ιατρών

Οι Relić & Božikov (2020), ανέπτυξαν ένα μοντέλο προσομοίωσης το οποίο εκτιμούσε την προσφορά ιατρικού δυναμικού και την ηλικιακή κατανομή των ιατρών στην Κροατία. Τα σενάρια που εφάρμοσαν έδειξαν ότι η Κροατία θα έφτανε τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 360 γιατρών ανά 100000 κατοίκους πολύ σύντομα. Το συμπέρασμα της έρευνας ήταν ότι δε χρειάζεται αύξηση του αριθμού των εγγραφών στις ιατρικές σχολές και ότι είναι απαραίτητο να διατηρηθεί ο ετήσιος αριθμός αδειών που χορηγούνται για εκπαίδευση εξειδίκευσης.

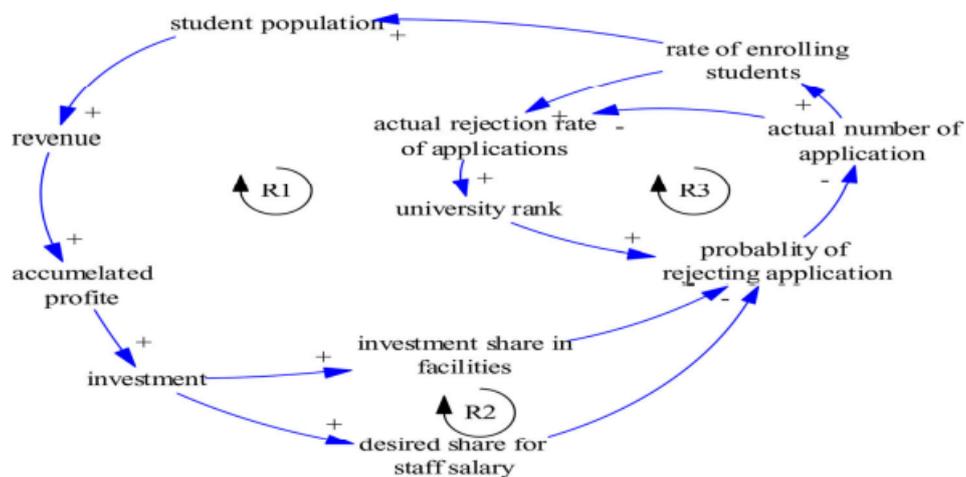


Γράφημα 37: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Relić & Božikov, 2020)

Εγγραφές φοιτητών στην ιδιωτική Ανώτατη Εκπαίδευση

Οι Al Hallak et al. (2019), ανέπτυξαν ένα μοντέλο για την εξέταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της ροής των φοιτητών, της αναλογίας του προσωπικού και των επενδύσεων σε εγκαταστάσεις. Το μοντέλο προσομοίωσης που πρότειναν περιλάμβανε πέντε στοιχεία: τον πληθυσμό των φοιτητών, τον μηχανισμό ανταγωνισμού μεταξύ των πανεπιστημίων, τον πληθυσμό του προσωπικού, τις πανεπιστημιακές υποδομές και τα οικονομικά στοιχεία. Στα ευρήματα της μελέτης τους πρότειναν την υιοθέτηση του μοντέλου για επενδύσεις σε προσωπικό και υποδομές, με στόχο την ενίσχυση της ελκυστικότητας του πανεπιστημίου. Συνέστησαν

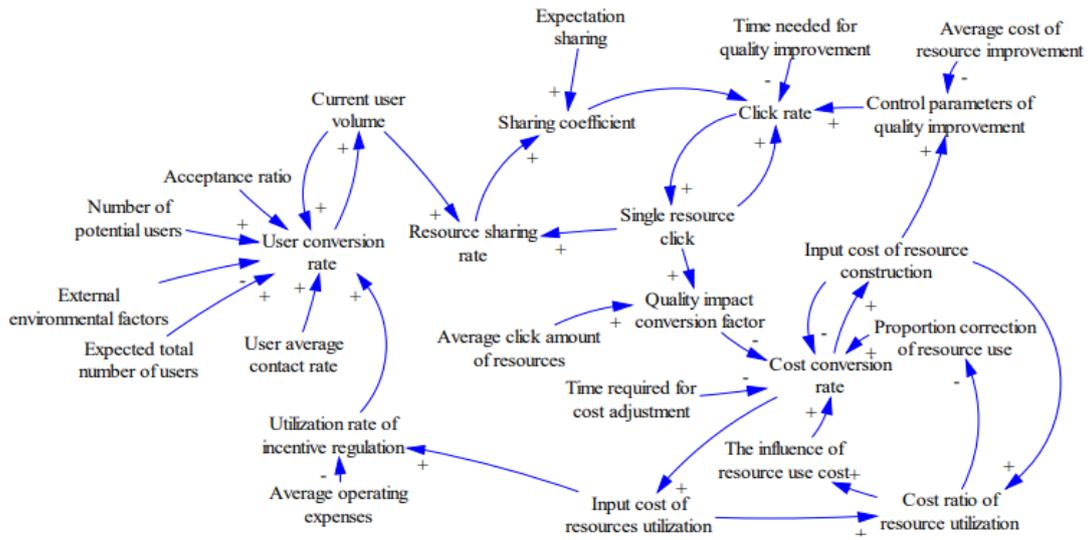
να μην αλλάξει το πανεπιστήμιο την πολιτική διδάκτρων και να παρακολουθεί τις στρατηγικές που ακολουθούνται από τον ανταγωνισμό. Πρότειναν, το συγκεκριμένο μοντέλο να χρησιμοποιείται για θέματα λήψης αποφάσεων και σε επίπεδο τμήματος.



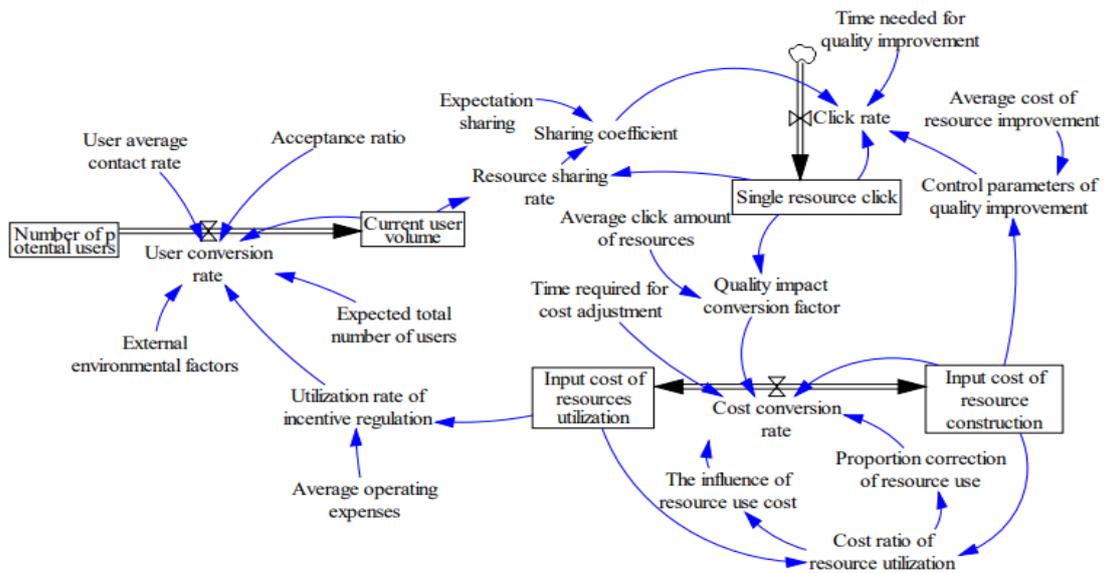
Γράφημα 38: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης (Al Hallak et al., 2019)

Μοντελοποίηση και προσομοίωση του μοντέλου διαμοιρασμού εκπαιδευτικών πόρων υψηλής ποιότητας

Οι Yang & Zhao (2017), μελέτησαν το μοντέλο κατανομής πληροφοριακών πόρων στο σύστημα εκπαίδευσης. Στοχεύοντας στο μοντέλο της κατανεμημένης εκπαίδευσης ως λύση στο πρόβλημα της μη ισόρροπης κατανομής των πληροφοριακών εκπαιδευτικών πόρων, διεξήγαγαν την αιτιώδη ανάλυση της δομής του συστήματος κατανομής εκπαιδευτικών πόρων, κατασκεύασαν τις σχέσεις και εφάρμοσαν τις μαθηματικές σχέσεις του συστήματος κατανομής, ανέλυσαν την επίδραση διαφορετικών παραγόντων στο σύστημα και πρότειναν τρόπους βελτίωσης του μοντέλου κατανομής πόρων.



Γράφημα 39: Διάγραμμα αιτιωδών σχέσεων μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017)



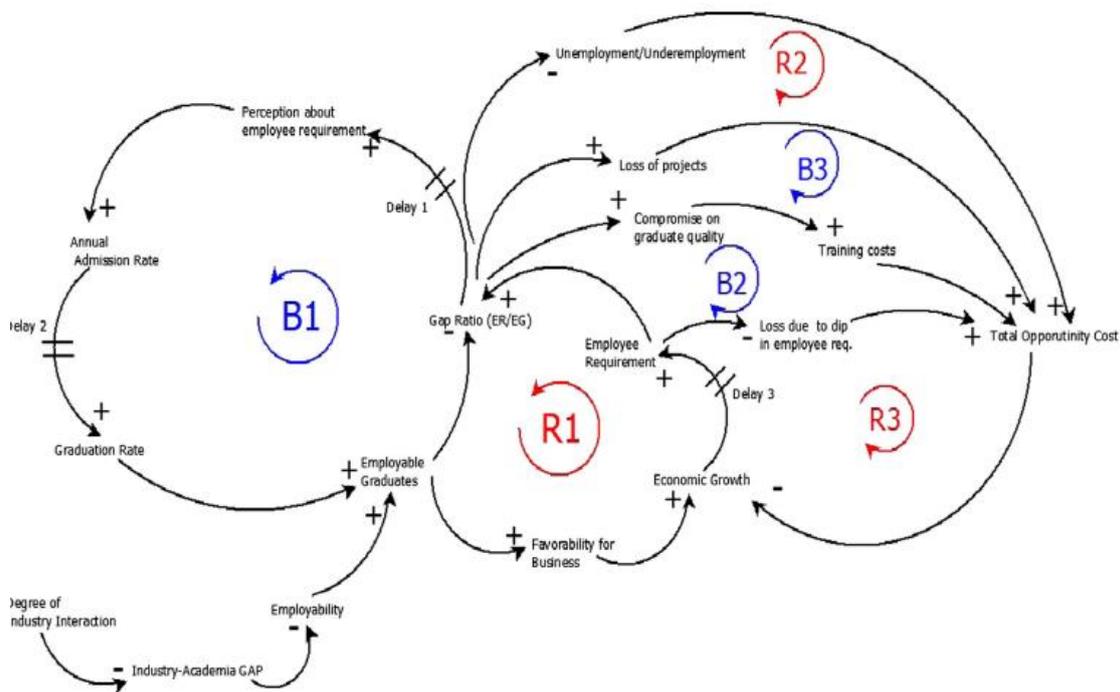
Γράφημα 40: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017)

Serial number	Variable name	Function expression	Initial value	Unit
1	Resource sharing rate	Resource sharing rate = Single resource click / Current user volume	—	Times / person
2	Coefficient sharing	Coefficient sharing = Resource sharing rate / Expectation sharing	—	Dmnl
3	Single resource click	Single resource click =INTEG (Click rate,, 100)	100	Times
4	Current user volume	Current user volume = INTEG (User conversion rate,, 20)	20	Person
5	Number of potential users	Number of potential users = INTEG (-User conversion rate,, 480)	480	Person
6	Click rate	Click rate =(Control parameters of quality improvement * Sharing coefficient * Single resource click)/ Time needed for quality improvement	—	Times / month
7	User conversion rate	User conversion rate =(External environmental factors * Utilization rate of incentive regulation * Average user contact rate * Acceptance ratio *(Current user volume / Expected total number of users)* Number of potential users)	—	Person / month
8	Cost conversion rate	Cost conversion rate= Quality impact conversion factor * Input cost of resource construction *(1- Proportion correction of resource use)* The influence of resource use cost / Time required for cost adjustment	—	Yuan / month
9	Input cost of resources utilization	Input cost of resources utilization =INTEG(Cost conversion rate,, 2000)	2000	Yuan
10	The influence of resource use cost	The influence of resource use cost = Cost ratio of resource utilization	—	Dmnl
11	Cost ratio of resource utilization	Cost ratio of resource utilization = Input cost of resources utilization /(Input cost of resources utilization + Input cost of resource construction)	—	Dmnl
12	Input cost of resource construction	Input cost of resource construction =INTEG(- Cost switching rate,, 8000)	—	Dmnl

Εικόνα 29: Παραμετροποίηση μοντέλου κατανομής εκπαιδευτικών πόρων (Yang & Zhao, 2017)

Ανάλυση του αντίκτυπου της αλληλεπίδρασης βιομηχανίας-ακαδημαϊκού χώρου στην ποιότητα της τεχνικής εκπαίδευσης

Στην Ινδία η μεγάλη ανάπτυξη της Τεχνικής Εκπαίδευσης επηρέασε αρνητικά την ποιότητα των αποφοίτων. Παρατηρήθηκε μια αποσύνδεση μεταξύ της βιομηχανίας και του ακαδημαϊκού χώρου ο οποίος της προσέφερε το ανθρώπινο κεφάλαιο λόγω του ότι η βιομηχανία θεωρούσε αυτή την τροφοδοσία ήσσονος σπουδαιότητας, με αποτέλεσμα την κακή ποιότητα της τεχνικής εκπαίδευσης. Οι Upadhayay & Vrat (2016), στην έρευνά τους αναλύουν τον αντίκτυπο της αλληλεπίδρασης βιομηχανίας και χώρου τεχνικής εκπαίδευσης στην ποιότητα της τεχνικής εκπαίδευσης. Η έρευνα αναλύει τις επιπτώσεις στην ανεργία, στην έλλειψη προσωπικού και στο συνολικό κόστος της συμμετοχής της βιομηχανίας στον ακαδημαϊκό χώρο. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Stella, δημιουργήθηκαν σενάρια συμπεριφοράς του συστήματος το οποίο προσομοιώθηκε για διάστημα 50 ετών. Τα ευρήματα των συγγραφέων δείχνουν ότι η προληπτική συμμετοχή της βιομηχανίας είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της τεχνικής εκπαίδευσης και κερδοφόρα για τις δύο πλευρές.

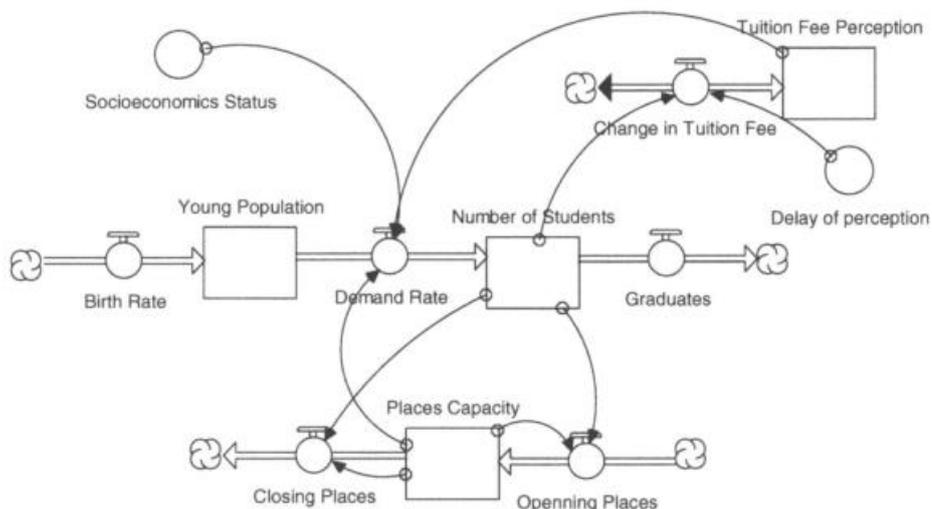


Γράφημα 41: Διάγραμμα βρόχων ανατροφοδότησης αλληλεπίδρασης Βιομηχανίας - Τεχνικής Εκπαίδευσης (Uradhayag & Vrat, 2016)

Μακροχρόνιος προγραμματισμός προπτυχιακής εκπαίδευσης

Η τριτοβάθμια εκπαίδευση στη Βραζιλία γνώρισε μια ταχεία ανάπτυξη από τη δεκαετία του 1990 μέσα από την πολιτική εισαγωγής νέων προγραμμάτων και ίδρυσης νέων τμημάτων. Η επέκταση αυτή προήλθε κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα. Το 2014 όμως, η Βραζιλία δεν είχε επιτύχει τον επιθυμητό στόχο εγγραφών, ενώ το σύστημα χαρακτηριζόταν από στασιμότητα. Οι Strauss & Borenstein (2015), κατασκεύασαν ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής με στόχο την ανάλυση σεναρίων της συμπεριφοράς παραγόντων που εμπλέκονται στο σύστημα όπως, οι κυβερνητικοί κανονισμοί, η ζήτηση, οι χώροι και η ισορροπία μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου τομέα. Αξιολογήθηκαν 4 σενάρια για μια περίοδο προσομοίωσης 60 ετών. Τα σενάρια προέβλεπαν συνθήκες οικονομικής ευμάρειας, δυσπραγίας, θεώρησης της εκπαίδευσης ως δημόσιο αγαθό και θεώρησής της δράσης της σύμφωνα με τους κανόνες της αγοράς. Διεξήγαγαν 50 προσομοιώσεις για κάθε σενάριο, οι μεταβλητές που ελέγχθηκαν ήταν οι εγγραφές φοιτητών ανά τομέα (δημόσιος-ιδιωτικός) και τύπο (δια ζώσης – εξ’ αποστάσεως), η επίτευξη του στόχου του επιθυμητού ποσοστού νέων στην ανώτατη εκπαίδευση, η ελκυστικότητα του δημόσιου σε σχέση με τον ιδιωτικό τομέα και το

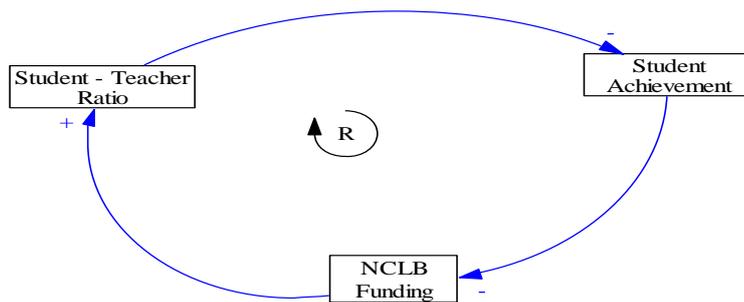
μέσο ύψος διδασκόντων. Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά και έδειξαν τις δυνατότητες της συστημικής δυναμικής ως προς τη βελτίωση των πολιτικών και την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών.



Γράφημα 42: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών (Strauss & Borenstein, 2015)

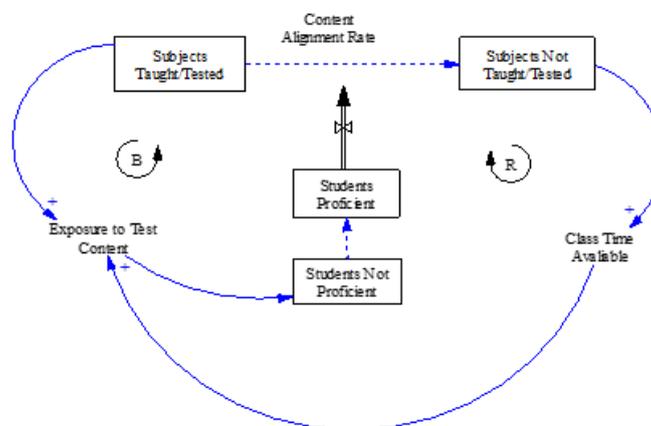
Εκπαιδευτικός σχεδιασμός και πολιτική

Το πρόγραμμα No Child Left Behind (NCLB) το 2001 της Η.Π.Α. αποσκοπούσε στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών K-12 μέσω νέων προτύπων απόδοσης και κινήτρων χρηματοδότησης για τα σχολεία. Η Groff (2013), χρησιμοποίησε το μέγεθος της τάξης ως συσσωρευτή (stock) για την αποτύπωση των δυναμικών του συστήματος. Εντόπισε έναν βρόχο ενίσχυσης που οδηγούσε σε αντίθετα αποτελέσματα. Εάν κάποια σχολεία είχαν ήδη μαθητές με χαμηλή απόδοση και υψηλή αναλογία μαθητών-δασκάλων στην τάξη πριν την εφαρμογή του προγράμματος, ήδη βρισκόνταν σε μειονεκτική θέση.



Γράφημα 43: Διάγραμμα αιτιωδών σχέσεων των βρόχων ενίσχυσης της Δράσης NCLB (Groff, 2013)

Η Groff αναφέρει το μοντέλο των Srikantaiah et al. (2008), σε μια ανάλυση των επιπτώσεων του προγράμματος NCLB στο Rhode Island, παραθέτοντας τα ευρήματα του αυξημένου χρόνου διδασκαλίας σε αντικείμενα προσανατολισμένα στα πρότυπα τεστ του NCLB, τη δασκαλοκεντρική μορφή διδασκαλίας και τον σημαντικό χρόνο που αφιερώνονταν σε «κλειστού» τύπου ερωτήσεις. Ως συσσωρευτές θεωρήθηκαν τα μαθήματα που διδάσκονται και αυτά που δεν διδάσκονται.



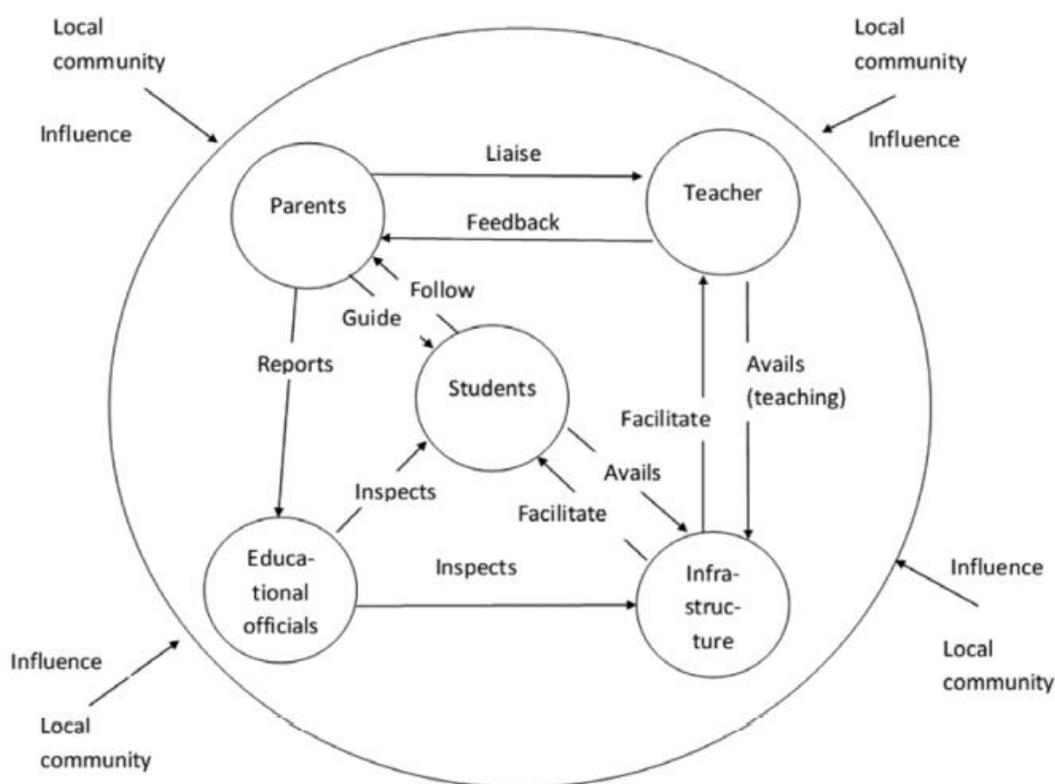
Γράφημα 44: Διάγραμμα ανάλυσης συσσωρευτών-ροών NCLB (Groff, 2013)

Η Groff τονίζει την χρησιμότητα και τις δυνατότητες της συστημικής δυναμικής στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, ιδιαίτερα ενόψει των προκλήσεων του 21^{ου} αιώνα.

Βελτίωση συμμετοχής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Οι Pedamallu et al. (2010), στο μοντέλο τους μελετούν τη σημασία των υποδομών στην ποιότητα της δημοτικής εκπαίδευσης στην Ινδία. Προβλέπουν τις επιδράσεις των παροχών-υποδομών (facilities) του σχολείου στην πρόσβαση της τοπικής κοινότητας

στο σχολείο. Το μοντέλο που αναπτύσσουν αποσκοπεί στον προσδιορισμό της σπουδαιότητας των υποδομών στις εγγραφές στο σχολείο. Ως περιβάλλον του συστήματος ορίζουν την κοινωνία και ως στοιχεία του συστήματος όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, τα οποία αναλύονται σε επίπεδα. Οι προσομοιώσεις επαναλήφθηκαν αρκετές φορές. Το συμπέρασμα της μελέτης ήταν ο υψηλός βαθμός σημαντικότητας των υποδομών στους δείκτες συμμετοχής στο σχολείο, πρόωρης εγκατάλειψης και επανάληψης της τάξης.

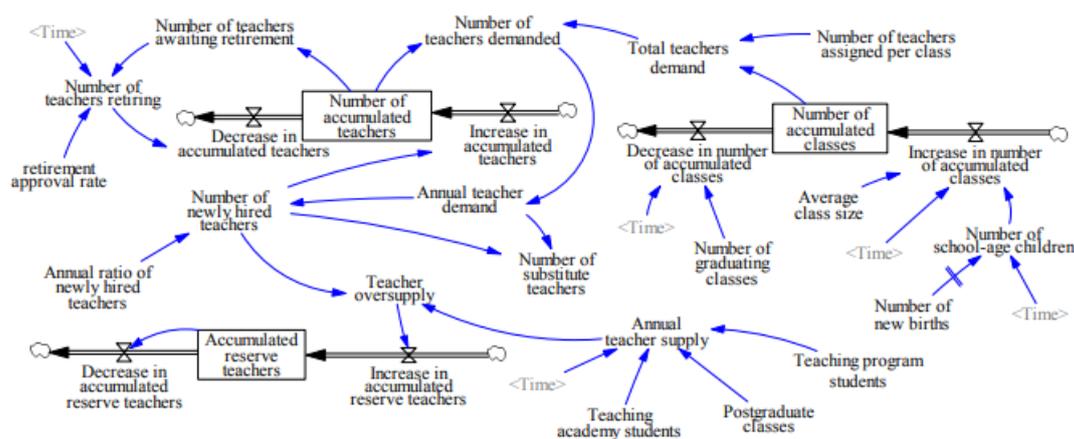


Γράφημα 45: Διάγραμμα σχέσεων οντοτήτων για το σύστημα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Pedamallu et al., 2010)

Μοντέλο Προσφοράς - Ζήτησης Δασκάλων στην Ταίwan

Λόγω μειωμένου αριθμού γεννήσεων, αναποτελεσματικών εκπαιδευτικών πολιτικών και του μεγάλου αριθμού συνταξιοδοτήσεων η Ταίwan αντιμετώπισε πρόβλημα με την περίσσεια δασκάλων το 2002. Οι Hsiao et al. (2009), λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως ο αριθμός και ο ρυθμός γεννήσεων, η μεταβολή του

μαθητικού πληθυσμού, ο χρόνος υπηρεσίας μέχρι την συνταξιοδότηση και ανέπτυξαν το μοντέλο του συστήματος. Ως αποθέματα χρησιμοποίησαν τον αριθμό των υπηρετούντων δασκάλων, τον αριθμό αυτών που αναμένουν την πρόσληψή τους και τον αριθμό των τμημάτων. Το μοντέλο θα έτρεχε ως το 2040. Η προσομοίωση έδειξε ότι τα τμήματα θα ανέλθουν στον αριθμό 60000 το 2015, ενώ το απόθεμα των δασκάλων ανέρχεται στις 76000 το 2017.

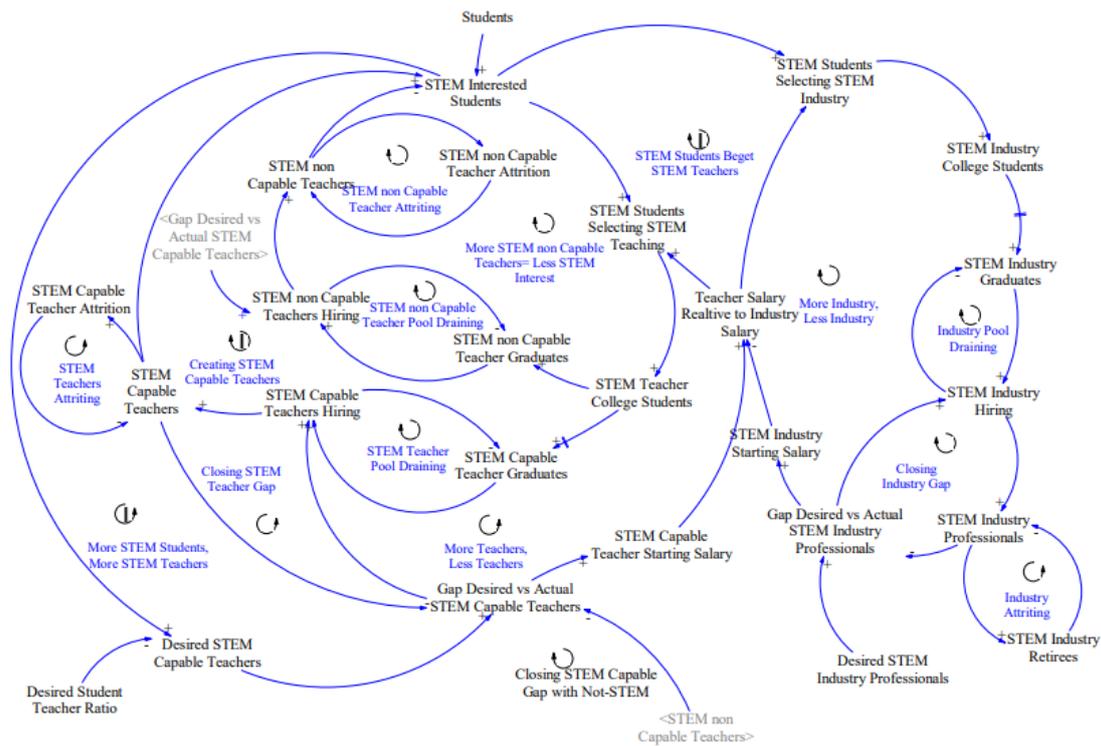


Γράφημα 46: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών μοντέλου προσφοράς-ζήτησης δασκάλων (Hsiao et al., 2009)

Οι Hsiao et al. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος προτείνουν την εφαρμογή πολιτικών για την ενθάρρυνση των γυναικών να κάνουν παιδιά, μέτρα για την αντιμετώπιση της ανεργίας, αύξηση των δασκάλων ανά τμήμα και μείωση των εισακτέων στις σχολές.

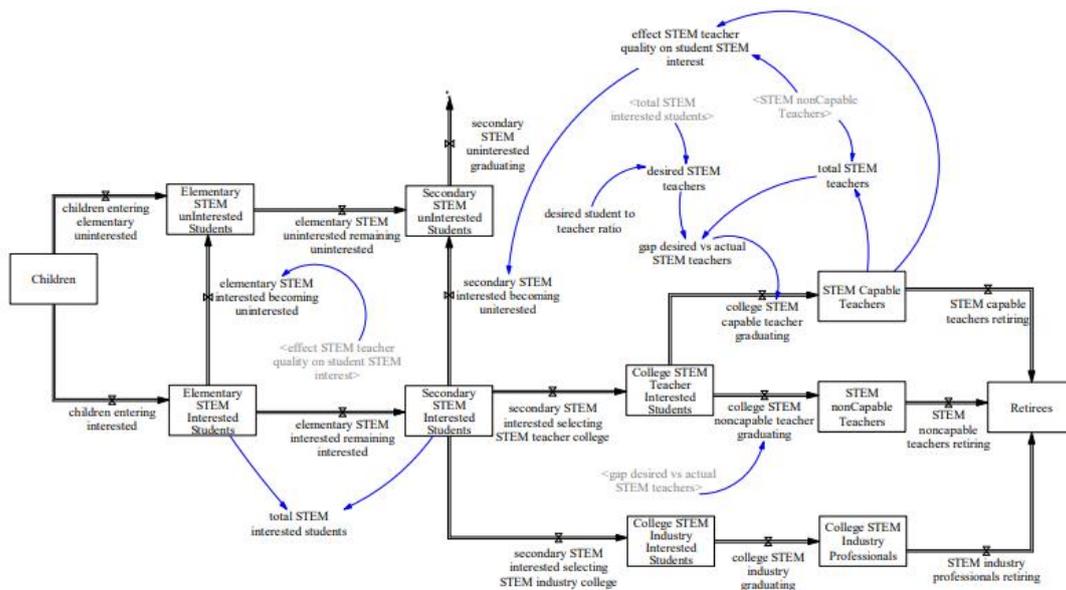
Πολιτική STEM

Το 2006 το Business Higher Education forum (BHEF) ανακοίνωσε ότι στις ΗΠΑ υπήρχε έλλειψη του απαραίτητου προσωπικού στους κλάδους τεχνολογίας, με σημαντική επίπτωση στην ανταγωνιστικότητα της χώρας. Πρότεινε ως λύση τη συνεισφορά από το εκπαιδευτικό σύστημα απόφοιτων που θα ενίσχυαν την δεξαμενή του προσωπικού με ταλέντο στο STEM. Οι Sanchez et al. (2009), μοντελοποίησαν το σύστημα. Οι μαθητές διακρίνονται σε κατηγορίες, ανάλογα με την κλίση τους στο αντικείμενο STEM, γεγονός που καθορίζει τη μελλοντική τους ενασχόληση.



Γράφημα 47: Δυναμική υπόθεση μοντέλου STEM (Sanchez et al., 2009)

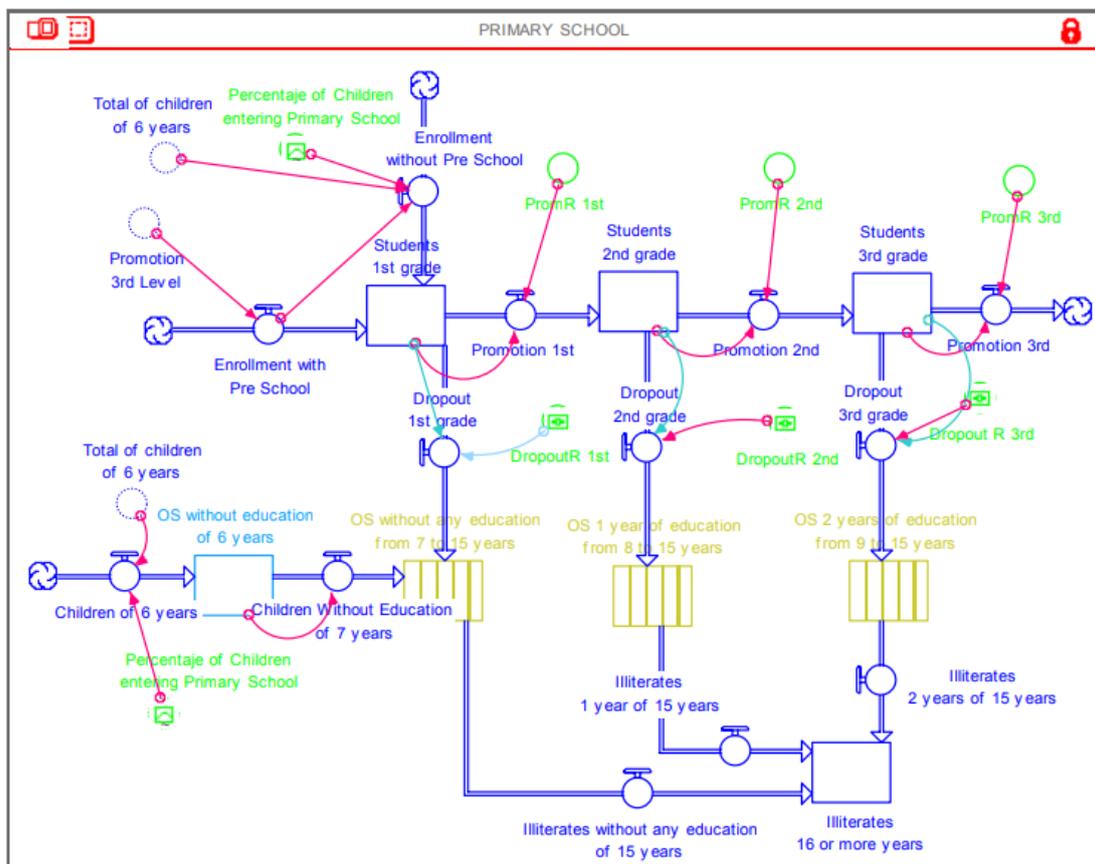
Οι ερευνητές καταλήγουν σε τρεις προτάσεις, από τις οποίες προκρίνεται η τριετής εξάσκηση των εκπαιδευτικών STEM και στη συνέχεια η πρόσληψή τους.



Γράφημα 48: Διάγραμμα συσσωρευτών-ροών STEM (Sanchez et al., 2009)

Μοντέλο πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Οι Altamirano & Daalen (2004), ανέπτυξαν ένα μοντέλο συστημικής δυναμικής για την ανάλυση του συστήματος της εκπαίδευσης στη Νικαράγουα. Το μοντέλο έδειξε ότι με τις τρέχουσες συνθήκες αναμένονταν μικρή αύξηση του αριθμού των μαθητών δημοτικού και γυμνασίου και υπερδιπλασιασμός του ποσοστού των αναλφάβητων εντός εικοσαετίας. Μελετήθηκαν δύο πολιτικές που συνίστανται στην ενίσχυση των προγραμμάτων αλφαριθμητισμού και στην ενίσχυση των φτωχών οικογενειών με επιδοτήσεις για την κάλυψη του κόστους ευκαιρίας των παιδιών τους όταν αυτά πηγαίνουν στο σχολείο. Το μοντέλο έδειξε ότι απαιτείται η εφαρμογή ενός συνδυασμού πολιτικών για να λυθεί το πρόβλημα. Η αποτελεσματικότητα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναδείχθηκε καθοριστική για τη λύση του προβλήματος του αναλφαριθμητισμού, με σημείο μόχλευσης τα ποσοστά εγκατάλειψης στο δημοτικό σχολείο.

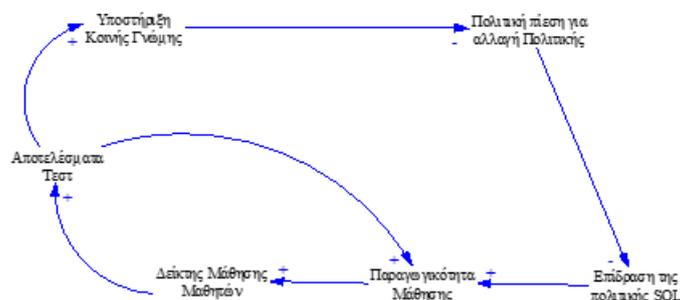


Γράφημα 49: Μοντελοποίηση τομέα του δημοτικού σχολείου (Altamirano & Daalen, 2004)

Εναλλακτική πολιτική (SOL – SOA)

Το 1995 η πολιτεία της Βιρτζίνια θέσπισε νέα μαθησιακά πρότυπα (Standards of Learning – SOL) στα Αγγλικά, στην Ιστορία και τις Κοινωνικές Επιστήμες, στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, με στόχο τη βελτίωση επιδόσεων των μαθητών. Το 1997 θεσπίστηκε μια νέα πολιτική (Standards of Accreditation – SOA) που απαιτούσε από τα σχολεία τουλάχιστον το 70% των μαθητών (από κάθε σχολείο) να περάσουν επιτυχώς δοκιμασίες παραπάνω αντικείμενα. Στο παράδειγμα αυτό (Wheat, 2000) παρατηρείται η αντιαισθητική συμπεριφορά του συστήματος λόγω της αντίστασης πολιτικής.

Αν και μεγάλος αριθμός των παιδιών πέτυχε στα τεστ, δεν ακολουθήθηκε αυτό όμως από αντίστοιχη επιτυχία στο ποσοστό των σχολείων. Πολλά σχολεία δεν θα έπαιρναν την διαπίστευση. Οι σχεδιαστές της πολιτικής θεωρούσαν ότι τα νέα πρότυπα θα οδηγούσαν σε αύξηση της μάθησης των μαθητών, στη συνέχεια η αύξηση της μάθησης θα οδηγούσε σε αύξηση των επιδόσεων και η κοινωνία θα αποδεχόταν θετικά τα προηγούμενα, με αποτέλεσμα την παγίωση της πολιτικής.

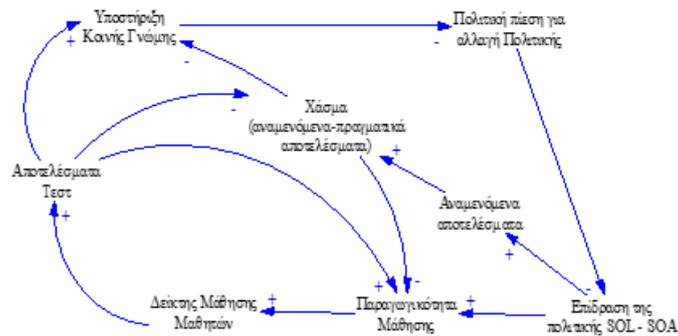


Γράφημα 50: Μοντέλο SOL και αρχική σύλληψη των αποτελεσμάτων (Προσαρμογή από Wheat, 2000)

Η βελτίωση στις δοκιμασίες ενίσχυε την σχολική παραγωγικότητα, η οποία στη συνέχεια ενίσχυε ξανά το δείκτη μάθησης συνεχίζοντας έτσι τη θετική ανατροφοδότηση.

Η δημιουργία μεγάλων προσδοκιών από τα ενδιαφερόμενα μέρη οδήγησε σε ένα «χάσμα». Η βελτίωση των αποτελεσμάτων των τεστ οδηγεί στο να μικραίνει το χάσμα και να ενισχύονται η παραγωγικότητα στη μάθηση αλλά και η δημόσια υποστήριξη στην εφαρμοζόμενη πολιτική. Το χάσμα αυτό όμως λόγω της διαφοράς αναμενόμενων και πραγματικών αποτελεσμάτων των τεστ, με αποτέλεσμα τη μείωση των κινήτρων μαθητών και εκπαιδευτικών, άρα μείωσης της παραγωγικότητας μάθησης και μείωσης

του δείκτη μάθησης, οδηγώντας σε χαμηλή υποστήριξη της πολιτικής, επομένως πιέσεις για αλλαγή της πολιτικής.



Γράφημα 51: Οι ανεπιθύμητες παρενέργειες του μοντέλου SOL (Wheat, 2000)

Λόγω της αντιδραστικής συμπεριφοράς του συστήματος διαφαίνεται ότι τα περισσότερα σχολεία δεν θα έπαιρναν τη διαπίστευση. Υπήρχε μια γεωγραφική ανισοκατανομή των μαθητών και μεγάλη σύγχυση μεταξύ της κατανόησης των πολιτικών SOL και SOA. Ο Wheat, έκανε προτάσεις βελτίωσης ως προς τη διαπίστευση των σχολείων βασισμένες σε βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών σε μια σχολική μονάδα και με αποτύπωση του τι κάνει ένα σχολείο με τους μαθητές που έχει.

ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 6

Μεθοδολογία Έρευνας

6.1 Αναγκαιότητα και πρωτοτυπία της έρευνας

Η πολυπλοκότητα των κοινωνικών συστημάτων δείχνει ότι οποιαδήποτε παρέμβαση σε ένα στοιχείο ενός συστήματος μπορεί να έχει απρόσμενες συνέπειες και μάλιστα όχι προς την κατεύθυνση που αναμένεται. Τα πολύπλοκα συστήματα χαρακτηρίζονται από μη γραμμική, αντιδραστική συμπεριφορά, επομένως μια αλλαγή σε ένα μέρος του συστήματος επιφέρει αποτελέσματα μη επιθυμητά, καθιστώντας έτσι δύσκολη την κατανόηση των συστημάτων.

Τα εκπαιδευτικά συστήματα είναι επίσης πολύπλοκα συστήματα και μια παρέμβαση σε ένα μέρος του συστήματος μπορεί να επιφέρει αποτελέσματα πολύ διαφορετικά από τα αναμενόμενα. Η μεθοδολογία της Συστημικής Δυναμικής έχει εφαρμοστεί σε πολλά πεδία προσφέροντας εργαλεία που ενισχύουν τη δυνατότητα να παραχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η μη συχνή εφαρμογή της Συστημικής Δυναμικής στο πεδίο της εκπαίδευσης δείχνει έλλειψη εξοικείωσης των ανθρώπων με τα πολύπλοκα συστήματα και τη συστημική σκέψη, αποτελώντας παράλληλα την αφορμή για την ενασχόλησή μας με το θέμα.

Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης διαπιστώθηκε έλλειψη ερευνητών/ερευνητριών και μελετών που να πραγματεύονται την εφαρμογή των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης μέσα από την καταγραφή των απόψεων, στάσεων, αντιλήψεων και παρανοήσεων των διοικούντων τις εκπαιδευτικές μονάδες. Διαπιστώθηκε επίσης έλλειψη ερευνών στο ελληνικό πλαίσιο που να πραγματεύονται την χρήση λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης από τους/τις διοικούντες/διοικούσες τις εκπαιδευτικές μονάδες. Ως εκ τούτου, η παρούσα έρευνα φιλοδοξεί να καλύψει το βιβλιογραφικό κενό ανιχνεύοντας και καταγράφοντας τις αντιλήψεις, γνώσεις και παρανοήσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την εφαρμογή των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και την αξιοποίησή τους στη λήψη αποφάσεων.

6.2 Ο ερευνητικός σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις των Στελεχών της Εκπαίδευσης για τη χρήση Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.

Επιμέρους στόχοι της έρευνας είναι:

1. Η διερεύνηση των γνώσεων των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης.
2. Η ανάδειξη της χρονικής διάστασης του σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων των στελεχών της εκπαίδευσης.
3. Η διερεύνηση υφιστάμενης χρήσης λογισμικών ως επικουρικών εργαλείων στη λήψη αποφάσεων από τα στελέχη της εκπαίδευσης.
4. Η καταγραφή των απόψεων των στελεχών της εκπαίδευσης για τις δυνατότητες των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων.
5. Η ανάδειξη των απόψεων των στελεχών της εκπαίδευσης για το βαθμό δυσκολίας χρήσης των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων.
6. Η διερεύνηση των απόψεων των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.
7. Η ανίχνευση των διαθέσεων των στελεχών της εκπαίδευσης για την αξιοποίηση των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη λήψη αποφάσεων.

Στην παρούσα έρευνα προσδοκάται να προσεγγιστούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι γνώσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης;
2. Σε ποια χρονική διάσταση έγκειται ο σχεδιασμός κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων των στελεχών της εκπαίδευσης;
3. Χρησιμοποιούν τα στελέχη της εκπαίδευσης λογισμικά ως επικουρικά εργαλεία στη λήψη αποφάσεων;
4. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τις δυνατότητες των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;

5. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για το βαθμό δυσκολίας χρήσης των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;
6. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;
7. Ποιες είναι οι διαθέσεις των στελεχών της εκπαίδευσης ως προς την αξιοποίηση των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη λήψη αποφάσεων;

Οι ερευνητικοί άξονες υπό τους οποίους τέθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

1^{ος} ερευνητικός άξονας: Γνώσεις, αντιλήψεις, παρανοήσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης.

2^{ος} ερευνητικός άξονας: Λήψη αποφάσεων και χρήση επικουρικών εργαλείων.

3^{ος} ερευνητικός άξονας: Αποκωδικοποίηση από τα στελέχη της μελέτης περίπτωσης.

4^{ος} ερευνητικός άξονας: Αξιοποίηση της Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.

6.3 Η ερευνητική προσέγγιση

Οι ποσοτικοί και ποιοτικοί ερευνητές προσεγγίζουν την έρευνα δηλώνοντας το σκοπό, θέτοντας το πρόβλημα ή το ερώτημα, ορίζοντας τον ερευνητικό πληθυσμό, συλλέγοντας, αναλύοντας και παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα. Η διαφορά στις απόψεις τους αφορά τη φύση της πραγματικότητας, τις υποθέσεις τους για το ρόλο του ερευνητή και τον τρόπο ορισμού της γνώσης. Η ποσοτική προσέγγιση θεωρεί ότι ο στόχος και οι μέθοδοι των κοινωνικών επιστημών είναι κατ' αρχήν ίδιοι με τους στόχους και τις μεθόδους των φυσικών επιστημών. Η ποσοτική έρευνα αγωνίζεται για ελεγχόμενες και επιβεβαιώσιμες θεωρίες που εξηγούν τα φαινόμενα δείχνοντας πως προέρχονται από θεωρητικές παραδοχές. Αναζητά επιστημονική εξήγηση για την ανακάλυψη νόμων που διέπουν όχι μόνο τη συμπεριφορά του φυσικού κόσμου και την ανθρώπινη συμπεριφορά. Η ποιοτική έρευνα ξεκινά από μια διαφορετική υπόθεση, θεωρώντας ότι το αντικείμενο των κοινωνικών ή ανθρωπιστικών επιστημών διαφέρει από το αντικείμενο των φυσικών ή φυσικών επιστημών απαιτώντας διαφορετικό στόχο ως προς την έρευνα και διαφορετικό σύνολο ερευνητικών μεθόδων. Οι ποιοτικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι συνδεδεμένη με το

πλαίσιο στο οποίο εμφανίζεται, ότι η κοινωνική πραγματικότητα δεν μπορεί να αναχθεί σε μεταβλητές όπως η φυσική πραγματικότητα και ότι αυτό που είναι πιο σημαντικό στους κοινωνικούς κλάδους είναι η κατανόηση και απεικόνιση του νοήματος που κατασκευάζεται από τους συμμετέχοντες σε συγκεκριμένα κοινωνικά περιβάλλοντα. Η ποιοτική έρευνα επιδιώκει την κατανόηση και ερμηνεία της ανθρώπινης και κοινωνικής συμπεριφορά όπως βιώνεται από τους συμμετέχοντες στο συγκεκριμένο κοινωνικό περιβάλλον. Αποτελεί έντονα προσωπικό είδος έρευνας, που αναγνωρίζει και παραδέχεται τις υποκειμενικές αντιλήψεις και προκαταλήψεις των συμμετεχόντων όσο και του ερευνητή. Οι υπερασπιστές των ποιοτικών προσεγγίσεων υποστηρίζουν ότι, αντίθετα, η ποσοτική έρευνα ασχολείται κυρίως με την ανακάλυψη «κοινωνικών γεγονότων» χωρίς υποκειμενικές αντιλήψεις για προθέσεις και διαζευγμένο από συγκεκριμένα κοινωνικά και ιστορικά πλαίσια (Argy et al., 2010).

Η παρούσα έρευνα έχει ως αντικείμενο να μελετήσει τις απόψεις και στάσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρήση Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Σκοπός της έρευνας είναι να ανιχνεύσει τους παράγοντες που επιδρούν στις απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης, όπως τους αντιλαμβάνονται οι ίδιοι/ες. Αυτό συνεπάγεται ότι η παρούσα έρευνα είναι ποιοτική.

6.4 Το εργαλείο της συλλογής των πρωτογενών δεδομένων

Οι συνεντεύξεις είναι καθοδηγούμενες συνομιλίες με χρήση ερωτήσεων και απαντήσεων, ή ανταλλαγή απόψεων μεταξύ δύο ατόμων για ένα θέμα αμοιβαίου ενδιαφέροντος. Αποτελούν κοινή πρακτική σε καταστάσεις, όπως θεραπεία, αστυνομικές έρευνες, ομάδες εστίασης μάρκετινγκ, φιλοσοφικοί/σωκρατικοί διάλογοι, ιατρικές εξετάσεις και δημοσκοπήσεις. Αν και οι άνθρωποι σκέφτονται τις συνεντεύξεις ως δυαδικές, πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπιδράσεις, η συνέντευξη μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μικρές ομάδες και μέσα από διάφορα περιβάλλοντα μεσολάβησης. Επειδή οι συνεντεύξεις δημιουργούνται και δημιουργούνται από ερευνητές, απαιτούν αρκετό προγραμματισμό και στρατηγική σκέψη.

Οι ποιοτικές συνεντεύξεις παρέχουν ευκαιρίες για αμοιβαία ανακάλυψη, κατανόηση, προβληματισμό. Διευκρινίζουν υποκειμενικά βιωμένες εμπειρίες και απόψεις από την οπτική γωνία των ερωτηθέντων. Παρόλο που ο συνεντευκτής και ο ερωτώμενος είναι, από πολλές απόψεις, συνομιλητές και μπορεί ακόμη και να είναι

φίλοι, ο συνεντευκτής έχει σχεδόν πάντα περισσότερο έλεγχο από τον ερωτώμενο όσον αφορά την κατεύθυνση του διαλόγου και την επίκαιρη έμφαση. Αυτή η διαφορά ισχύος σημαίνει επίσης ότι ο ερευνητής υποχρεούται να αντιμετωπίζει τον ερωτώμενο και τα δεδομένα που προκύπτουν με ηθική φροντίδα. Οι συνεντεύξεις δίνουν τη δυνατότητα στον ερευνητή να εξερευνήσει περαιτέρω σύνθετα φαινόμενα που διαφορετικά μπορεί να είναι αόρατα. Ωστόσο, οι συνεντεύξεις αφορούν τόσο τη ρητορική κατασκευή νοήματος και την αμοιβαία δημιουργία μιας ιστορίας όσο και την εξόρυξη πολύτιμων λίθων δεδομένων. Το νόημα δημιουργείται μεταξύ των και ανταλλάσσεται. Οι συνεντεύξεις δεν αποτελούν ουδέτερες ανταλλαγές ερωτήσεων και απαντήσεων, αλλά ενεργές διαδικασίες κατά τις οποίες οι άνθρωποι γνωρίζουν τους άλλους και τον εαυτό τους. Οι ερευνητές, πρέπει να εξετάσουν όχι μόνο το είδος των δεδομένων που συλλέγονται σε μια συνέντευξη, αλλά και τον τρόπο ολοκλήρωσης της συνέντευξη μέσω της ενεργητικής διαπραγμάτευσης αλληλεπίδρασης (Tracy, 2012).

Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η διεξαγωγή μιας ημι-δομημένης συνέντευξης με στελέχη της Δημόσιας Εκπαίδευσης. Οι μη δομημένες συνεντεύξεις είναι πιο ευέλικτες και οργανικές. Ο ερευνητής χρησιμοποιεί στη συνομιλία ευέλικτες ερωτήσεις και διερευνήσεις ή και με χρήση λίστας. Η χρήση ενός λιγότερου δομημένου οδηγού συνέντευξης έχει σκοπό την τόνωση και όχι την υπαγόρευση της συζήτησης. Μια τέτοια προσέγγιση ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα στις συνεντεύξεις, την προσαρμογή στις διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες και την εκχώρηση του ελέγχου της συζήτησης στον ερωτώμενο. Ο συνεντευκτής παίρνει τη στάση του ακροατή και του ανακλαστήρα. Τα πλεονεκτήματα των μη δομημένων συνεντεύξεων είναι ότι επιτρέπουν την άνθηση περισσότερων, αναδυόμενων κατανοήσεων και την ακρόαση των περίπλοκων απόψεων των ερωτηθέντων χωρίς τους αυστηρούς περιορισμούς των σεναριακών ερωτήσεων. Οι λιγότερο δομημένες συνεντεύξεις μπορούν να αγγίξουν το περιεχόμενο όσο και το συναισθηματικό επίπεδο. Συχνά η ίδια η διαδικασία συνέντευξης είναι ο χώρος μέσω του οποίου οι ερευνητές μαθαίνουν το βαθμό ενδιαφέροντος και σημαντικότητας των δεδομένων. Οι ευέλικτοι οδηγοί συνεντεύξεων επιτρέπουν την εστίαση σε γόνιμα θέματα, ενδιαφέροντα και σημαντικά. Εάν οι στόχοι της ανάλυσης είναι πολύ συγκεκριμένοι, τότε οι δομημένες συνεντεύξεις είναι πιο κατάλληλες. Όσο λιγότερο δομημένη είναι η συνέντευξη, τόσο περισσότερες δεξιότητες και γνώσεις απαιτούνται από τον συνεντευκτή. Για να είναι σε θέση να διερευνήσει αποτελεσματικά, ο ερευνητής πρέπει να κατανοήσει τους ερευνητικούς

στόχους και να γνωρίζει τη σχετική βιβλιογραφία. Για να συλλάβει συναισθηματικές ενδείξεις, ο ερευνητής πρέπει να έχει δεξιότητες ενσυναίσθησης και σχέσης.

Η ευελιξία της ημι-δομημένης συνέντευξης είναι ο λόγος για τον οποίο αποτελεί μια δημοφιλής μέθοδος συλλογής δεδομένων. Μπορεί να συνδυαστεί με ατομικές και με ομαδικές μεθόδους συνέντευξης, ενώ η ακαμψία της δομής της μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τον σκοπό της μελέτης και τα ερευνητικά ερωτήματα. Ένα από τα πλεονεκτήματα είναι ότι η μέθοδος της ημι-δομημένης συνέντευξης είναι επιτυχής στο να επιτρέπει την αμοιβαιότητα μεταξύ του συνεντευκτή και συμμετέχοντος, επιτρέποντας στον συνεντευκτή να αυτοσχεδιάζει επακόλουθες ερωτήσεις με βάση τις απαντήσεις του συμμετέχοντος, αφήνοντας παράλληλα χώρο έκφρασης στους συμμετέχοντες. Η χρήση ημιδομημένων συνεντεύξεων απαιτεί ένα ορισμένο επίπεδο προηγούμενης μελέτης στον τομέα της έρευνας καθώς οι ερωτήσεις της συνέντευξης βασίζονται σε προηγούμενες γνώσεις. Οι ερωτήσεις καθορίζονται πριν τη συνέντευξη και διατυπώνονται χρησιμοποιώντας τον οδηγό συνέντευξης. Ο οδηγός συνέντευξης καλύπτει τα κύρια θέματα της μελέτης, προσφέρει μια εστιασμένη δομή για τη συζήτηση κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, αλλά δεν πρέπει να ακολουθείται αυστηρά. Η ιδέα είναι να εξερευνηθεί η περιοχή της έρευνας συλλέγοντας παρόμοιους τύπους πληροφοριών από κάθε συμμετέχοντα, παρέχοντας στους συμμετέχοντες καθοδήγηση (Kallio et al., 2016).

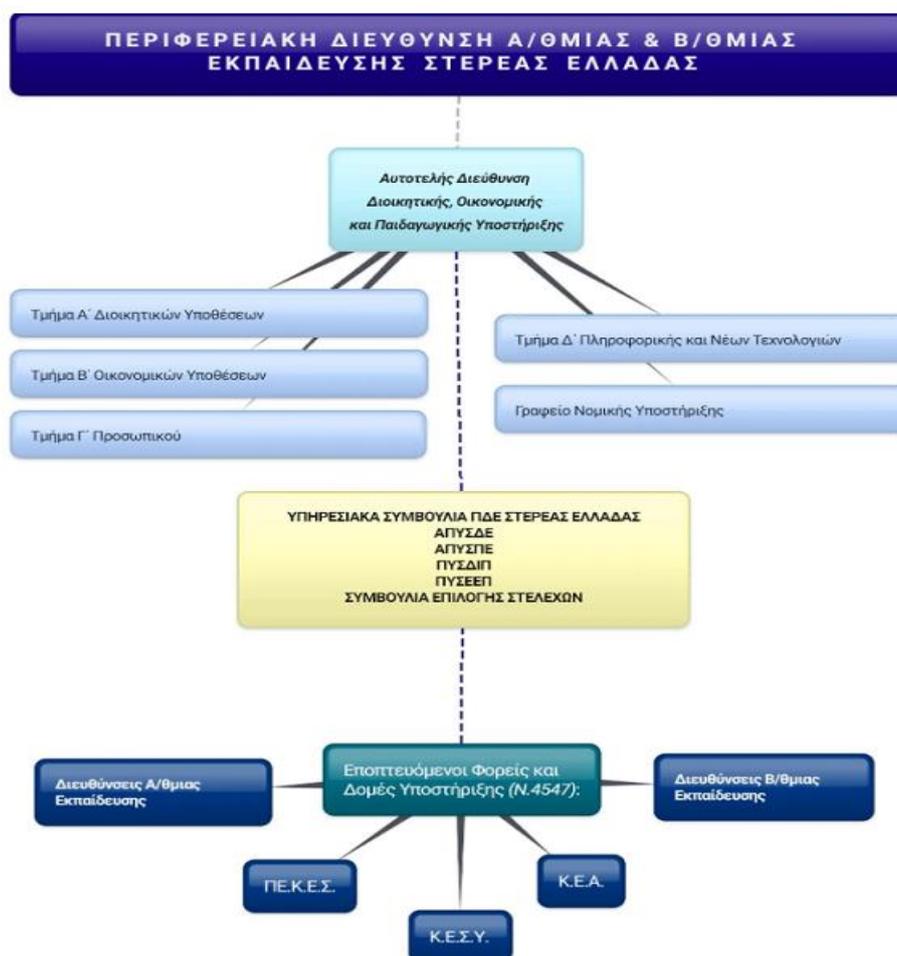
6.5 Δείγμα της έρευνας

Η έρευνα έγινε σε ένα δείγμα 6 στελεχών εκπαίδευσης σε μια συγκεκριμένη Περιφερειακή Διεύθυνση. Η προσέγγιση έγινε μέσω προσωπικών επαφών του ερευνητή με τα στελέχη. Η μέθοδος της δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της βολικής δειγματοληψίας, άρα βασικά κριτήρια επιλογής ήταν η ευκολία πρόσβασης και η διαθεσιμότητα των στελεχών (Andrade, 2021).

Ο ερευνητής θεώρησε σκόπιμο να διερευνήσει τις απόψεις στελεχών δύο επιπέδων διοίκησης, τόσο σε επίπεδο εκπαιδευτικών μονάδων όσο και σε επίπεδο διεύθυνσης βαθμίδας εκπαίδευσης. Τα στελέχη που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ένας διευθυντής Διεύθυνσης Β/θμιας Εκπαίδευσης, 4 διευθυντές/διευθύντριες εκπαιδευτικών μονάδων Α/βάθμιας και Β/βάθμιας εκπαίδευσης και μία προϊσταμένη ολιγοθέσιου δημοτικού σχολείου. Η συγκεκριμένη προϊσταμένη εκ του ρόλου της δεν εμπίπτει στην κατηγορία των στελεχών της εκπαίδευσης. Ο ερευνητής επί σκοπώ την

επέλεξε να συμμετάσχει στην έρευνα ώστε να αποτυπωθεί η οπτική της από την πλευρά μιας μικρής σχολικής μονάδας.

Το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό, καθώς δεν επιδιώκεται προσπάθεια γενίκευσης των αποτελεσμάτων, αλλά απόπειρα ανίχνευσης των στάσεων και αντιλήψεων των συμμετεχόντων.



Εικόνα 30: Οργανόγραμμα Εκπαίδευσης (Πηγή: ΠΕ.Κ.Ε.Σ. Στερεάς Ελλάδας)

6.6 Διεξαγωγή της έρευνας

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη το διάστημα Οκτωβρίου-Νοεμβρίου του 2022. Πριν την έναρξη των συνεντεύξεων πραγματοποιήθηκε μία πιλοτική συνέντευξη προκειμένου να δοκιμαστεί ο Οδηγός Συνέντευξης και να εξοικειωθεί ο ερευνητής με τη διαδικασία αλλά και στη διατύπωση των ερωτήσεων. Πραγματοποιήθηκαν 6 διαζώσης συνεντεύξεις με στελέχη εκπαίδευσης. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν

στα γραφεία των στελεχών, σε χρόνο που αυτοί επιθυμούσαν. Η κάθε συνέντευξη διήρκησε 55-60 λεπτά. Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε οι συμμετέχοντες/ουσες να νοιώθουν άνετα και σε περιβάλλον ασφάλειας. Η επιλογή των γραφείων των στελεχών ως χώρων διεξαγωγής των συνεντεύξεων συνετέλεσε ώστε να είναι πιο χαλαροί/ες και τοποθετούσε τους/τις συμμετέχοντες/ουσες σε κάποια θέση ελέγχου, ενώ παράλληλα δεν υπήρχαν περισπασμοί και διακοπές (Owen & Noonan, 2013). Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης ο ερευνητής είχε μαζί του το δημοσιογραφικό κασετόφωνο όπου και κατέγραφε τις συνομιλίες. Η καταγραφή των συνομιλιών προσδίδει στον ερευνητή τα πλεονεκτήματα της προσήλωσης στο ακουστικό σκέλος, της διατήρησης οπτικής επαφής και της τήρησης ενός πλήρους αρχείου της συνέντευξης για ανάλυση (Dawson, 2002). Οι συμμετέχοντες και συμμετέχουσες γνώριζαν εκ των προτέρων ότι οι συνομιλίες καταγράφονταν, επομένως, όλες οι συνεντεύξεις είναι μαγνητοφωνημένες με τη σύμφωνη γνώμη τους.

Η διαδικασία της συνέντευξης περιλάμβανε μια θεωρητική εισαγωγή από τον ερευνητή στο αντικείμενο της συστημικής σκέψης. Στη συνέχεια, ο ερευνητής παρουσίασε στα στελέχη περιληπτικά το μοντέλο των Hsiao et al. (2009) «A Dynamic Demand-Supply Model for Elementary School Teachers in Taiwan» και έκανε μια επίδειξη των δυνατοτήτων του λογισμικού Vensim. Προς ευκολία κατανόησης αλλά και για την εξοικονόμηση χρόνου, ο ερευνητής παρουσίασε στο Vensim ένα απλό μοντέλο πληθυσμού, κατασκευάζοντας ένα εκπαιδευτικό σύστημα και τα μέρη του. Παρουσιάστηκε στα στελέχη ο τρόπος που δημιουργείται το διάγραμμα συσσωρευτών και ροών, η ποσοτικοποίηση (εξισώσεις) των σχέσεων, η προσομοίωση και το χρονοδιάγραμμα συμπεριφοράς του μοντέλου και τέλος η λήψη απόφασης. Στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία των ερωτήσεων της συνέντευξης.

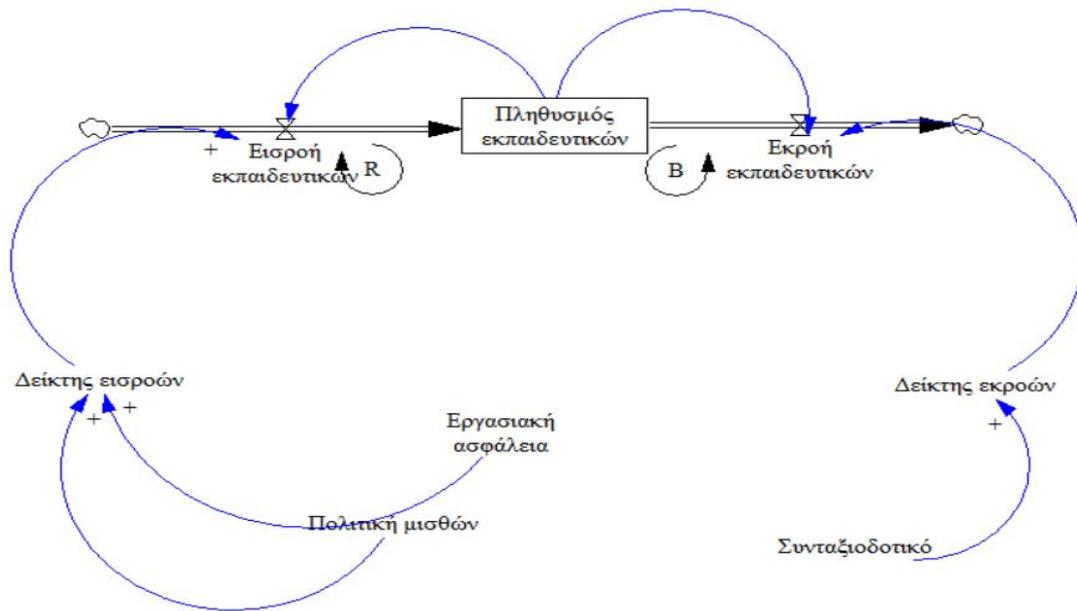
Παρουσίαση της επίδειξης:

Υπάρχει το σύστημα πληθυσμού εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δασκάλων). Ο πληθυσμός των εκπαιδευτικών είναι ο συσσωρευτής στο μοντέλο. Οι ροές του μοντέλου αφορούν τις εισροές εκπαιδευτικών στο σύστημα, που ορίζονται ως οι νέοι πτυχιούχοι και επομένως νεοεισερχόμενοι στον κλάδο και οι εκροές εκπαιδευτικών, που αφορούν τις συνταξιοδοτήσεις, την αλλαγή επαγγέλματος ή γενικά τις αποχωρήσεις από το σύστημα. Θεωρούμε την παραδοχή ότι ο κλάδος απασχόλησης

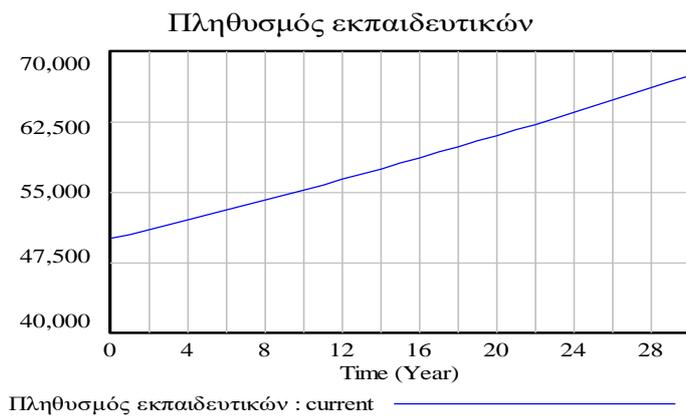
των εκπαιδευτικών είναι ελκυστικός. Η εισροή νέων εκπαιδευτικών αυξάνει το απόθεμα δηλαδή τον πληθυσμό των εκπαιδευτικών. Όσο αυξάνεται ο πληθυσμός των εκπαιδευτικών, τόσο περισσότεροι επιδιώκουν να εισέλθουν στον κλάδο (παραδοχή ελκυστικότητας). Επομένως, στο σημείο αυτό παρατηρείται ένας βρόχος ενίσχυσης (Reinforcing Loop), του συστήματος ο οποίος απεικονίζεται με το R. Όσο αυξάνεται ο πληθυσμός των εκπαιδευτικών, τόσο περισσότερες είναι οι αποχωρήσεις από το σύστημα (συνταξιοδοτήσεις) και όσο αυξάνονται οι αποχωρήσεις μειώνεται ο πληθυσμός των εκπαιδευτικών, δημιουργώντας στο σημείο αυτό έναν βρόχο εξισορρόπησης (Balancing Loop) στο σύστημα ο οποίος απεικονίζεται με B. Ως μέρη του συστήματος επίσης (μεταβλητές), αποτυπώνονται οι δείκτες εισροών και εκροών, η πολιτική μισθών, η εργασιακή ασφάλεια και το συνταξιοδοτικό. Οι δείκτες εισροών και εκροών επιδρούν αντίστοιχα στις εισροές και εκροές των εκπαιδευτικών. Η πολιτική μισθών και η εργασιακή ασφάλεια επιδρούν στο δείκτη εισροών, ενώ το συνταξιοδοτικό επιδρά στο δείκτη εκροών. Οποιαδήποτε αλλαγή στην πολιτική μισθών και στην εργασιακή ασφάλεια επιδρά κατά την ίδια φορά στο δείκτη εισροών. Δηλαδή, μια αύξηση μισθών, οδηγεί σε αύξηση του δείκτη εισροών, ή μια μείωση της εργασιακής ασφάλειας οδηγεί σε μείωση του δείκτη εισροών. Η επίδραση κατά την αυτή φορά αποτυπώνεται στο σύστημα με το θετικό πρόσημο (+). Με τον ίδιο τρόπο επιδρά το συνταξιοδοτικό στο δείκτη εκροών (+). Οι δείκτες εισροών και εκροών επιδρούν επίσης θετικά (+) στις εισροές και εκροές των εκπαιδευτικών. Ορίζεται προσομοίωση του συστήματος για 30 έτη. Ο παρατηρητής ή ελεγκτής του συστήματος παρατηρεί τη συμπεριφορά του συστήματος με τις παρούσες συνθήκες (παραδοχές), οι οποίες είναι:

<p>Αρχικός πληθυσμός εκπαιδευτικών = 50000 άτομα</p> <p>Εισροή εκπαιδευτικών = Πληθυσμός εκπαιδευτικών*Δείκτης εισροών</p> <p>Εκροή εκπαιδευτικών = Πληθυσμός εκπαιδευτικών*Δείκτης εκροών</p> <p>Δείκτης εισροών = 0.03*Πολιτική μισθών*Εργασιακή ασφάλεια</p> <p>Δείκτης εκροών = 0.02*Συνταξιοδοτικό</p> <p>Πολιτική μισθών = 1 (σταθερή)</p> <p>Εργασιακή ασφάλεια = 1 (σταθερή)</p> <p>Συνταξιοδοτικό = 1 (σταθερό)</p>
--

Με τις παρούσες συνθήκες η προσομοίωση δείχνει ότι ο πληθυσμός των εκπαιδευτικών σε 30 έτη θα ξεπεράσει τον αριθμό των 67000 ατόμων.



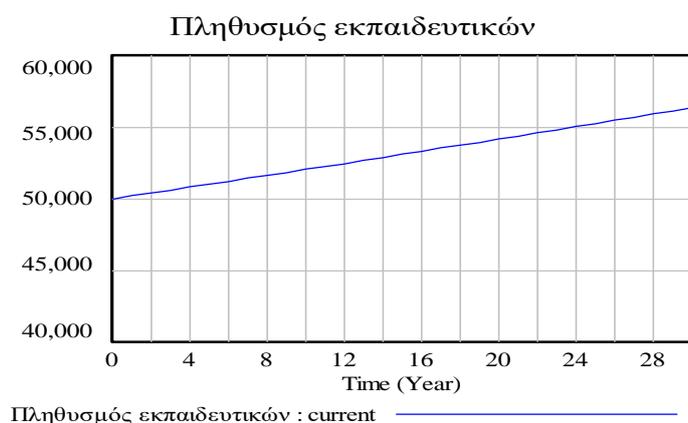
Γράφημα 52: Παρουσίαση μοντέλου πληθυσμού



Γράφημα 53: Προσομοίωση μοντέλου παρουσίασης

Εάν ο σχεδιαστής του συστήματος θεωρήσει ότι ο αριθμός των εκπαιδευτικών είναι μεγάλος και πρέπει να μειωθεί, τότε θα παρέμβει σε ένα μέρος του συστήματος, θα αλλάξει μια παράμετρο και θα ξανατρέξει την προσομοίωση ώστε να δει τη συμπεριφορά του συστήματος πριν την εφαρμογή της απόφασης. Εάν το αποτέλεσμα της προσομοίωσης τον ικανοποιήσει, τότε θα προχωρήσει στην εφαρμογή της πολιτικής. Εάν όχι, θα δοκιμάσει νέες αλλαγές και προσομοιώσεις μέχρι το σύστημα

να εμφανίσει την επιθυμητή συμπεριφορά. Έστω ότι ο ελεγκτής αποφασίζει να παρέμβει στην πολιτική μισθών, θεωρώντας ότι αυτή η απόφαση θα αποτελέσει τροχοπέδη εισόδου μεγάλου αριθμού εκπαιδευτικών στο σύστημα. Αποφασίζει περικοπές μισθών κατά 20% και προσομοιώνει το σύστημα. Με τα νέα δεδομένα η προσομοίωση δείχνει ότι σε 30 έτη ο αριθμός των εκπαιδευτικών στο σύστημα θα ανέλθει στον αριθμό των 56000 ατόμων. Με παρόμοιο τρόπο ο ελεγκτής ή σχεδιαστής του συστήματος μπορεί να παρέμβει σε άλλα σημεία του συστήματος ή συνδυαστικά έως ότου το σύστημα εμφανίσει την επιθυμητή συμπεριφορά.



Γράφημα 54: Προσομοίωση με παρέμβαση

6.7 Διαδικασία ελέγχου της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας

Αν και η εγκυρότητα και η αξιοπιστία έχουν συνδεθεί παραδοσιακά με τις ποσοτικές μελέτες, πλέον εφαρμόζονται και στις ποιοτικές έρευνες. Από την προοπτική της ποιοτικής έρευνας η εγκυρότητα αναφέρεται στην ορθότητα ή αξιοπιστία μιας περιγραφής, εξήγησης, ερμηνείας ή συμπεράσματος, ενώ η αξιοπιστία αναφέρεται στην εφαρμογή και καταλληλότητα των μεθόδων που αναλαμβάνονται και στην ακεραιότητα των τελικών συμπερασμάτων. Η απάντηση της ποιοτικής έρευνας στο θέμα της εγκυρότητας και αξιοπιστίας είναι η απαίτηση από τους ερευνητές να δείξουν ότι αυτό που κάνουν είναι κατάλληλο για τον ερευνητικό τους σκοπό. Η μεροληψία υπάρχει αναπόφευκτα στην ποιοτική έρευνα καθώς είναι αδύνατος ο έλεγχος ή η αφαίρεση όλων των κοινωνικών επιρροών. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι ποιοτικοί ερευνητές να παρουσιάζουν και διατυπώνουν μια καλά μελετημένη στρατηγική για τη διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας (Coleman, 2022).

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε προσπάθεια για διασφάλιση υψηλού βαθμού εγκυρότητας. Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν ψηφιακά, μέθοδος που προτιμήθηκε έναντι της χρήσης αποκλειστικά των σημειώσεων του ερευνητή για την επεξεργασία των δεδομένων. Η παραγωγή της μεταγραφής των ηχογραφημένων συνεντεύξεων σε κείμενο πραγματοποιήθηκε λέξη προς λέξη, οδηγώντας σε βαθύτερη και πιο αποκαλυπτική εικόνα. Μέσω της πυκνής περιγραφής αποτύπωσης των ευρημάτων έγινε προσπάθεια να προσφερθούν πολλαπλές προοπτικές, τα αποτελέσματα να εμφανίζονται περισσότερο ρεαλιστικά συντελώντας έτσι στην εγκυρότητα των ευρημάτων. Έγινε προσπάθεια να αποσαφηνιστεί η μεροληψία από μέρους του ερευνητή μέσω αναστοχασμού και σχολιασμού της διαμόρφωσης της ερμηνείας των αποτελεσμάτων σε σχέση με το κοινωνικο-πολιτισμικό του υπόβαθρο (Creswell, 2014). Αν και η ουδετερότητα ίσως να είναι ένας ανέφικτος στόχος, καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε να επιδειχτεί αυστηρότητα στην έρευνα.

Η αποτύπωση με διαφάνεια και αναλυτική περιγραφή του σκεπτικού της έρευνας, του σχεδιασμού και της εφαρμογής τηρώντας τη συνοχή ως προς το σκοπό, τα ερευνητικά ερωτήματα και το περιεχόμενο των ερωτήσεων των συνεντεύξεων, αποτελούν έναν οδηγό για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας της παρούσας έρευνας (Noble & Smith, 2015). Πραγματοποιήθηκε έλεγχος των μεταγραφών ώστε να διασφαλιστεί η μη ύπαρξη λαθών κατά την παραγωγή τους. Έγινε επανέλεγχος των κωδικών και των ορισμών τους ώστε να διασφαλιστεί η μη αλλαγή των εννοιών τους. Η διαδικασία ελέγχου πραγματοποιήθηκε συγκρίνοντας τα δεδομένα με τους κωδικούς και τις αντίστοιχες σημειώσεις.

6.8 Ηθική της έρευνας

Οι ποιοτικοί ερευνητές που εργάζονται σε διάφορους τομείς των κοινωνικών επιστημών πρέπει να αντιμετωπίζουν ηθικά ζητήματα σε κάθε στάδιο της ερευνητικής διαδικασίας, ανεξάρτητα από την προοπτική, τον ερευνητικό σχεδιασμό ή τις μεθόδους συλλογής δεδομένων που επιλέγουν. Η ποιοτική έρευνα, ειδικά οι μελέτες σε εκπαιδευτικά πλαίσια, θέτει συχνά ζητήματα ηθικής επειδή ο σχεδιασμός της μελέτης περιλαμβάνει ανθρώπινα υποκείμενα. Πριν ξεκινήσει οποιοδήποτε ερευνητικό έργο, ο ερευνητής ή/και η ερευνητική ομάδα θα εξετάσει προσεκτικά εάν η μελέτη μπορεί να προκαλέσει πιθανή βλάβη σε οποιονδήποτε εμπλέκεται. Εάν ο ερευνητής εντοπίσει τυχόν πιθανές αρνητικές επιπτώσεις, θα αναζητήσει την καλύτερη προσέγγιση για να ελαχιστοποιήσει αυτές τις επιπτώσεις (Ciuk & Latusek, 2017; Dooly et al., 2017).

Στην παρούσα έρευνα ο ερευνητής στα πλαίσια της προκαταρκτικής επαφής του με τους/τις υποψήφιους/ες συμμετέχοντες/ουσες τους/τις ενημέρωνε πλήρως για το σκοπό και την προσέγγιση της έρευνας. Τους εξηγούνταν πλήρως ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων. Η εθελοντική συμμετοχή επιτεύχθηκε μέσω της προφορικής ενημέρωσης και με χρήση εντύπου ενημερης συγκατάθεσης. Ο ερευνητής διασφάλισε την ανωνυμία των συμμετεχόντων/ουσών. Διευκρινίστηκε ότι η συλλογή των προσωπικών τους δεδομένων θα αφορούσε την τρέχουσα έρευνα και δε θα χρησιμοποιούνταν για κανέναν άλλο σκοπό. Ενημερώθηκαν ότι θα μπορούσαν να αποχωρήσουν από την έρευνα σε οποιοδήποτε στάδιο θεωρήσουν ότι ο ερευνητής δε σέβεται τους συμφωνημένους κανόνες.

6.9 Ανάλυση των δεδομένων

Μετά τη διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε απομαγνητοφώνηση των δεδομένων και μεταγραφή των διαλόγων σε κείμενο. Το πρώτο βήμα για την οργάνωση και την ανάλυση δεδομένων ομιλίας ή λεκτικών δεδομένων είναι η μεταγραφή, η οποία περιλαμβάνει την παρατήρηση των δεδομένων μέσω προσεκτικής και επαναλαμβανόμενης ακρόασης. Η μεταγραφή λεκτικών δεδομένων είναι ένα σημείο εκκίνησης για την οργάνωση και ανάλυση δεδομένων. Παρέχει στον ερευνητή την ευκαιρία να ακούσει προσεκτικά, να δώσει ιδιαίτερη προσοχή και να σκεφτεί βαθιά τα ψηφιακά ηχογραφημένα δεδομένα που βρίσκονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο συνέντευξης. Πρόκειται για μια κοινωνικο-γνωστική δραστηριότητα που περιλαμβάνει τον τρόπο με τον οποίο το μυαλό του ερευνητή αλληλεπιδρά με το προφορικό κείμενο (Widodo, 2014). Τη μεταγραφή ακολούθησε η πολλαπλή ανάγνωση των συνεντεύξεων ώστε να αναδειχθούν συγκεκριμένα νοήματα.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων είναι η ανάλυση περιεχομένου. Η ανάλυση περιεχομένου είναι μια τεχνική που δίνει τη δυνατότητα στους ερευνητές να μελετήσουν την ανθρώπινη συμπεριφορά έμμεσα, μέσω μιας ανάλυσης των επικοινωνιών τους. Είναι ακριβώς αυτό που υποδηλώνει το όνομά του: η ανάλυση του συνήθως, αλλά όχι απαραίτητα, γραπτού περιεχομένου μιας επικοινωνίας. Οι συνειδητές και ασυνειδητές πεποιθήσεις, στάσεις, αξίες, αντιλήψεις και ιδέες ενός ατόμου ή μιας ομάδας συχνά αποκαλύπτονται στις επικοινωνίες τους. Για να αναλύσει αυτά τα μηνύματα, ένας ερευνητής χρειάζεται να οργανώσει μεγάλο όγκο υλικού, να αναπτύξει κατάλληλες κατηγορίες και ταξινομήσεις που να μπορεί να χρησιμοποιήσει για μεταγενέστερη σύγκριση, προκειμένου να φωτίσει αυτό που

ερευνά (Fraenkel & Wallen, 2009). Η μέθοδος κρίθηκε η πλέον κατάλληλη για την ανάλυση του γραπτού λόγου των συμμετεχόντων και συμμετεχουσών, ώστε να αναδειχθούν οι γνώσεις, στάσεις, παρανοήσεις και εμπειρίες τους σε σχέση με την εφαρμογή λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.

Για την ανάλυση περιεχομένου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων NVivo της QSR International. Το NVivo βοηθά τους ποιοτικούς ερευνητές να οργανώσουν, να αναλύσουν και να βρουν γνώσεις σε μη δομημένα ή ποιοτικά δεδομένα, όπου απαιτούνται βαθιά επίπεδα ανάλυσης μικρού ή μεγάλου όγκου δεδομένων. Ο ερευνητής μπορεί να προσδιορίσει τις τάσεις και να διασταυρώσει τις πληροφορίες με πολλούς τρόπους χρησιμοποιώντας τη μηχανή αναζήτησης και τις λειτουργίες ερωτημάτων, επίσης μπορεί να αξιοποιήσει τη λειτουργία σημειώσεων στο λογισμικό και να δημιουργήσει ένα σύνολο αποδεικτικών στοιχείων για να υποστηρίξει την υπόθεση ή το έργο του.

Την προσεκτική και σε βάθος ανάγνωση των μεταγραφών ακολούθησε η ανάλυση των κειμένων και η διαδικασία της κωδικοποίησης. Κωδικοποίηση είναι η διαδικασία οργάνωσης των δεδομένων μέσω λήψης και κατάτμησης λέξεων, προτάσεων, παραγράφων, ή οπτικών δεδομένων σε κατηγορίες και η επισήμανση αυτών των κατηγοριών με όρους. Όμοιοι κωδικοί που προέκυπταν εντάσσονταν σε μία κατηγορία που αντιπροσώπευε μια ευρύτερη θεματική ενότητα. Στην παρούσα έρευνα οι θεματικές ενότητες διαμορφώθηκαν με βάση τους ερευνητικούς άξονες και επομένως και με τα ερευνητικά ερωτήματα με στόχο την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων χωρίς παρέκκλιση από τον σκοπό της έρευνας.

Πίνακας 3: Θεματικές ενότητες και σύνδεση με ερευνητικά ερωτήματα

Α/Α	ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ
1	Γνώσεις, αντιλήψεις, παρανοήσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης	1. Ποιες είναι οι γνώσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

2	Λήψη αποφάσεων και χρήση επικουρικών εργαλείων	<p>2. Σε ποια χρονική διάσταση έγκειται ο σχεδιασμός κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων των στελεχών της εκπαίδευσης;</p> <p>3. Χρησιμοποιούν τα στελέχη της εκπαίδευσης λογισμικά ως επικουρικά εργαλεία στη λήψη αποφάσεων;</p>
3	Αποκωδικοποίηση από τα στελέχη της μελέτης περίπτωσης	<p>4. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τις δυνατότητες των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;</p> <p>5. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για το βαθμό δυσκολίας χρήσης των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;</p>
4	Αξιοποίηση της Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης	<p>6. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;</p> <p>7. Ποιες είναι οι διαθέσεις των στελεχών της εκπαίδευσης ως προς την αξιοποίηση των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη λήψη αποφάσεων;</p>

6.10 Οι περιορισμοί της έρευνας

Με την παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να διερευνηθούν οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρήση λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη διακυβέρνηση της εκπαίδευσης. Η μελέτη εστιάστηκε σε διευθυντές και διευθύντριες εκπαιδευτικών μονάδων και διευθύνσεων εκπαίδευσης που υπηρετούν σε μια συγκεκριμένη περιφερειακή διεύθυνση της Ελλάδας και σε έναν συγκεκριμένο νομό.

Κατά αυτόν τον τρόπο συγκεντρώθηκαν στοιχεία μέσα από συνεντεύξεις διευθυντών και διευθυντριών 5 εκπαιδευτικών μονάδων και μιας διεύθυνσης εκπαίδευσης της προαναφερόμενης περιφέρειας. Προκειμένου να υπάρχει σχετική εκπροσώπηση των βαθμίδων και των ειδών των εκπαιδευτικών μονάδων, τα στελέχη που επιλέχθηκαν για τη διαδικασία των συνεντεύξεων ήταν ένας Διευθυντής Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ένας Διευθυντής Επαγγελματικού Λυκείου, ένας Διευθυντής Εργαστηριακού Κέντρου, μία Διευθύντρια Γενικού λυκείου, ένας Διευθυντής 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου και μία Προϊσταμένη Ολιγοθέσιου Δημοτικού Σχολείου. Διαπιστώνεται πως ο αριθμός αυτός είναι μικρός σε σχέση με τον αριθμό των εκπαιδευτικών μονάδων και των διεύθυνσεων εκπαίδευσης της συγκεκριμένης περιφέρειας εκπαίδευσης, επομένως, τα ευρήματα της έρευνας δεν μπορούν να γενικευτούν.

Το δείγμα της έρευνας δεν είναι αντιπροσωπευτικό καθώς, βασικό κριτήριο για την επιλογή των ερωτωμένων αποτέλεσαν η εγγύτητα, η διαθεσιμότητα και η προθυμία τους να συμμετέχουν στη διαδικασία των συνεντεύξεων.

Υπάρχει το ενδεχόμενο κάποιοι/ες από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες να προέβησαν σε μη ειλικρινείς απαντήσεις κατά τη διαδικασία των συνεντεύξεων.

Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν με στελέχη της δημόσιας εκπαίδευσης, επομένως, δεν αντικατοπτρίζονται απόψεις στελεχών που υπηρετούν στην ιδιωτική εκπαίδευση.

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στις απόψεις στελεχών δύο επιπέδων διοίκησης, σε επίπεδο εκπαιδευτικής μονάδας και σε επίπεδο διεύθυνσης εκπαίδευσης. Δεν αποτυπώνονται επομένως οι απόψεις στελεχών της ανώτερης βαθμίδας, όπως των Οργανωτικών Συντονιστών των Περιφερειακών Κέντρων Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού (ΠΕ.Κ.Ε.Σ.) και των Συμβούλων Εκπαίδευσης.

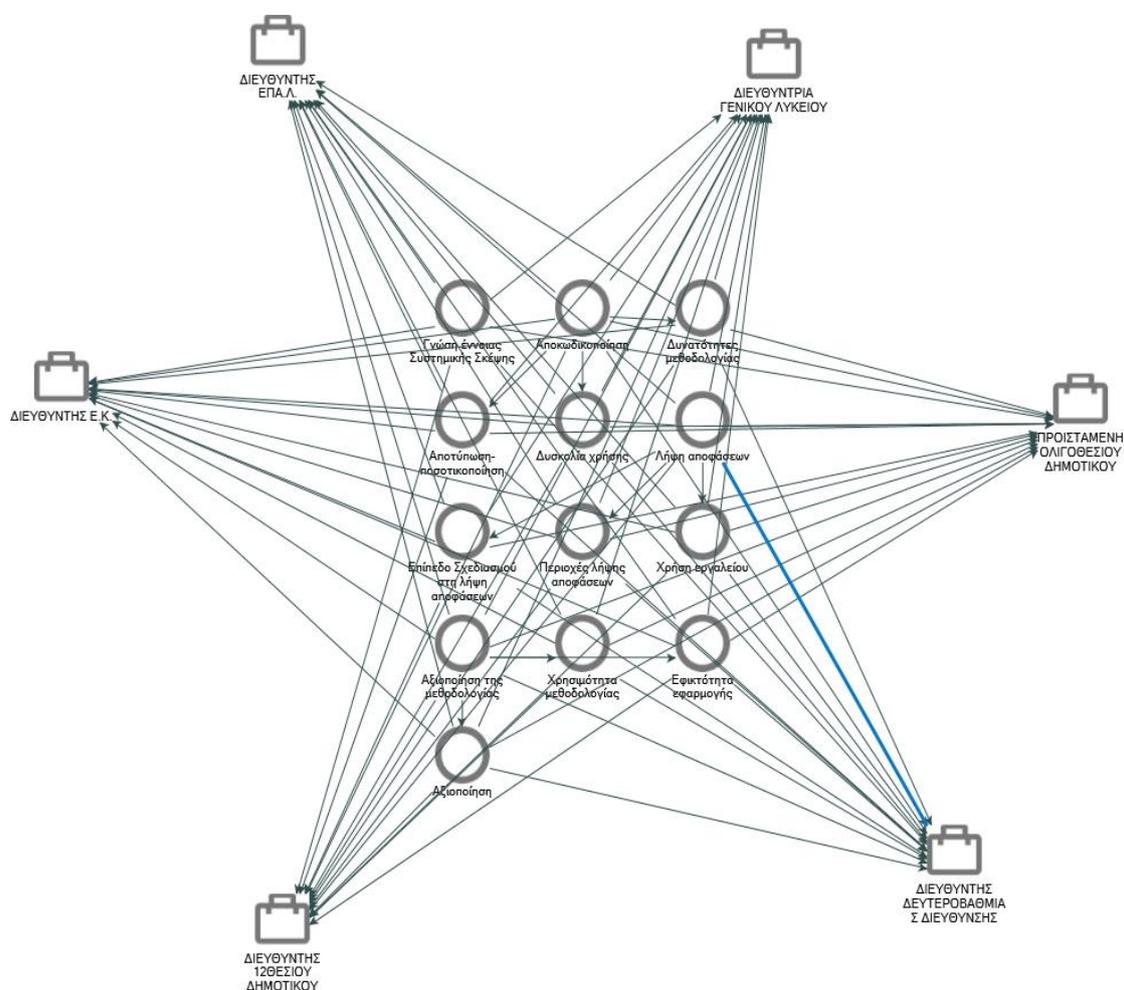
Επίσης, στην παρούσα έρευνα δε συμπεριλαμβάνονται όλες οι κατηγορίες εκπαιδευτικών μονάδων. Μονάδες Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης, Σχολικές Μονάδες Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (Σ.Μ.Ε.Α.Ε.), Γυμνάσια, Επαγγελματικές Σχολές Μαθητείας (ΕΠΑ.Σ.), Ινστιτούτα Επαγγελματικής Κατάρτισης (Ι.Ε.Κ.), εκπαιδευτικές μονάδες που ανήκουν στην Α/βάθμια, Β/βάθμια και μεταδευτεροβάθμια κλίμακα εκπαίδευσης δεν εκπροσωπούνται στην μελέτη.

Κεφάλαιο 7

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας

7.1 Εισαγωγικά

Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 8 ερωτήσεις δημογραφικού χαρακτήρα για όλα τα στελέχη, εκτός του διευθυντή διεύθυνσης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον οποίο απευθύνθηκαν 6 ερωτήσεις. Οι κύριες ερωτήσεις των συνεντεύξεων ήταν 10, με επιπλέον μια ερώτηση επιλόγου.



Γράφημα 55: Συμμετέχοντες/ουσες και θεματικές ερωτήσεων

7.2 Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος

Οι πρώτες οχτώ ερωτήσεις του ερευνητικού εργαλείου σχετίζονταν με τα δημογραφικά και τα υπηρεσιακά στοιχεία των στελεχών εκπαίδευσης, τα οποία εργάζονται σε μία συγκεκριμένη Περιφέρεια Εκπαίδευσης.

Ειδικότερα και πιο αναλυτικά το ατομικό και επαγγελματικό προφίλ των έξι ερωτώμενων στη συνέντευξη παρουσιάζεται παρακάτω:

Στέλεχος 1, Διευθυντής Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, με κωδικό ΔΔΕ. Πρόκειται για άνδρα ηλικίας 56 ετών, με ειδικότητα ΠΕ11 Φυσικής Αγωγής. Είναι κάτοχος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης και μεταπτυχιακός φοιτητής στο Ε.Κ.Π.Α, ενώ έχει παρακολουθήσει το πρόγραμμα Συμβουλευτικής στην ΑΣΠΑΙΤΕ. Ως προς τις γνώσεις πληροφορικής, είναι κάτοχος πιστοποίησης ΤΠΕ Β1 επιπέδου. Υπηρετεί 31 έτη στην εκπαίδευση ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα επί 15 έτη.

Στέλεχος 2, Διευθυντής 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου, με κωδικό ΔΔΗΜ. Πρόκειται για άνδρα ηλικίας 59 ετών, με ειδικότητα ΠΕ70 Δασκάλων. Πέραν του βασικού τίτλου, είναι πτυχιούχος Διοίκησης Επιχειρήσεων, ενώ έχει παρακολουθήσει σεμινάρια Διοίκησης και Παιδαγωγικής. Είναι κάτοχος του Β2 επιπέδου ΤΠΕ. Υπηρετεί 36 έτη στην εκπαίδευση ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα επί 20 έτη. Στην εκπαιδευτική μονάδα που διευθύνει υπηρετούν 37 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων και μορφών εργασίας και είναι εγγεγραμμένοι 252 μαθητές και μαθήτριες.

Στέλεχος 3, Διευθυντής Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑ.Λ.), με κωδικό ΔΕΠΑΛ. Πρόκειται για άνδρα ηλικίας 56 ετών, με ειδικότητα ΠΕ82 Μηχανολόγων. Έχει παρακολουθήσει επιμορφώσεις παιδαγωγικής κατεύθυνσης και είναι κάτοχος πιστοποίησης ΤΠΕ Β2 επιπέδου. Υπηρετεί 21 έτη στην εκπαίδευση, ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα επί 7 έτη. Στην εκπαιδευτική μονάδα που διευθύνει υπηρετούν 42 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων και μορφών εργασίας και είναι εγγεγραμμένοι 298 μαθητές και μαθήτριες.

Στέλεχος 4, Διευθυντής Εργαστηριακού Κέντρου, με κωδικό ΔΕΚ. Πρόκειται για άνδρα ηλικίας 64 ετών, με ειδικότητα ΠΕ82 Μηχανολόγων. Έχει παρακολουθήσει επιμορφώσεις παιδαγωγικού χαρακτήρα και είναι κάτοχος πιστοποίησης ΤΠΕ Β2 επιπέδου. Υπηρετεί 28 έτη στην εκπαίδευση, ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα επί 7

έτη. Στην εκπαιδευτική μονάδα που διευθύνει υπηρετούν 32 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων και μορφών εργασίας και είναι εγγεγραμμένοι 298 μαθητές και μαθήτριες.

Στέλεχος 5, Διευθύντρια Γενικού Λυκείου (ΓΕ.Λ.), με κωδικό ΔΓΕΛ. Πρόκειται για γυναίκα ηλικίας 63 ετών, με ειδικότητα ΠΕ11 Φυσικής Αγωγής. Έχει παρακολουθήσει σεμινάρια Ηγεσίας, Διοίκησης και Σεξουαλικής Αγωγής και είναι κάτοχος πιστοποίησης ΤΠΕ Β1 επιπέδου. Υπηρετεί 39 έτη στην εκπαίδευση, ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα επί 3 έτη. Στην εκπαιδευτική μονάδα που διευθύνει υπηρετούν 30 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων και μορφών εργασίας και είναι εγγεγραμμένοι 243 μαθητές και μαθήτριες.

Στέλεχος 6, Προϊσταμένη Ολιγοθέσιου Δημοτικού Σχολείου, με κωδικό ΠΔΗΜ. Πρόκειται για γυναίκα ηλικίας 30 ετών, με ειδικότητα ΠΕ70 Δασκάλων. Είναι κάτοχος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ειδική Αγωγή και έχει παρακολουθήσει σεμινάριο στη Διαπολιτισμική Εκπαίδευση. Έχει επιμόρφωση Β1 επιπέδου στις ΤΠΕ ενώ είναι κάτοχος ECDL. Υπηρετεί 5 έτη στην εκπαίδευση, ενώ ασκεί διευθυντικά καθήκοντα το τελευταίο έτος. Στην εκπαιδευτική μονάδα που διευθύνει υπηρετούν 6 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων και μορφών εργασίας και είναι εγγεγραμμένοι 37 μαθητές και μαθήτριες.

Πίνακας 4: Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων

	Φύλο	Ηλικία	Ειδικότητα	Μεταπτυχιακό	Η/Υ	Εκπαιδευτική προϋπηρεσία	Διοικητική προϋπηρεσία	Αριθμός εκπαιδευτικών στη ΣΜ	Μαθητικό δυναμικό
ΔΔΕ	Α	56	ΠΕ11	Ναι	Β1	31	15	-	-
ΔΔΗΜ	Α	59	ΠΕ70	Όχι	Β2	36	20	37	252
ΔΕΠΑΛ	Α	56	ΠΕ82	Όχι	Β2	21	7	42	298
ΔΕΚ	Α	64	ΠΕ82	Όχι	Β2	28	7	32	298
ΔΓΕΛ	Γ	63	ΠΕ11	Όχι	Β1	39	3	30	243
ΠΔΗΜ	Γ	30	ΠΕ70	Ναι	ECDL	5	1	6	37

7.3 Γνώσεις, αντιλήψεις, παρανοήσεις των στελεχών για την έννοια της Συστημικής Σκέψης

Σε ό,τι αφορά τις γνώσεις των στελεχών για τη Συστημική Σκέψη, η γενικότερη αίσθηση είναι ότι δε γνωρίζουν την έννοια αυτής. Δύο στελέχη δήλωσαν έμμεσα ότι δε γνωρίζουν την έννοια της Συστημικής Σκέψης:

«Θεωρώ ότι λόγω εμπειρίας, γνώσεων... μέχρι το 75-80%. Μπορεί να έχει βάθος οποίο δεν αντιλαμβάνομαι, δεν μπορώ να το καταλάβω, δεν μπορώ να ξέρω...» (ΔΓΕΛ).
«Δεν το γνωρίζω σε πολύ μεγάλο βαθμό..., όσα βλέπω φέτος στην πράξη λόγω της θέσης που έχω» (ΠΔΗΜ).

Στις απαντήσεις δύο στελεχών διαφαίνεται προσπάθεια ανάδειξης της σχετικής γνώσης με μορφή εικασίας:

«Γνωρίζω την αλληλεπίδραση συστημάτων και την ύπαρξη συστημάτων, περίπου φαντάζομαι τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους» (ΔΕΚ), «Ναι, έχω την εντύπωση ότι γνωρίζω, εεε... μέσα από την εμπειρία την εκπαιδευτική και τη διοικητική την ύπαρξη συστημάτων» (ΔΕΠΑΛ). Διακρίνεται από τις απαντήσεις των στελεχών ότι δε γνωρίζουν την έννοια της συστημικής σκέψης, αλλά, επηρεασμένοι από την πρότερη παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης και της επίδειξης του λογισμικού προσπαθούν να επιδείξουν μια μικρή κατανόηση.

Διαφαίνεται μια προσπάθεια κατανόησης η οποία επιβεβαιώνει ότι η έννοια της συστημικής σκέψης δεν είναι γνωστή *«Ακούγεται λίγο αόριστο και νεφελώδες, αλλά αυτό που μπορώ να καταλάβω είναι... μιλάει για διαδραστικότητα των διαφόρων παραγόντων που εμπλέκονται στην εκπαιδευτική διαδικασία και πως με κάποιον τρόπο μπορούν να έχουν σχέση, ώστε να αλληλοεπηρεαστούν και να φέρουν ένα αποτέλεσμα επιθυμητό για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αναγκών σε κάθε σχολείο» (ΔΔΗΜ).* Το συγκεκριμένο στέλεχος κατανοεί θέματα αλληλεπίδρασης παραγόντων αλλά αυτή του η κατανόηση δεν επαρκεί για να θεωρηθεί ότι γνωρίζει την έννοια της συστημικής σκέψης.

Ένα μόνο στέλεχος φαίνεται να γνωρίζει την έννοια της Συστημικής Σκέψης *«Την έχω ακούσει αρκετές φορές, σίγουρα στο μεταπτυχιακό που έκανα αλλά και στη συνέχεια κατά την άσκηση των επαγγελματικών καθηκόντων είτε παρακολουθώντας κάποια σεμινάρια, δεν σημαίνει ότι έχω εντρυφήσει ιδιαίτερα, αλλά εντάξει, το κατανοώ» (ΔΔΕ).* Σε αυτή την περίπτωση παρατηρούμε μια εξοικείωση με την έννοια της συστημικής

σκέψης, ούτε σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει γνώση της έννοιας.

7.4 Λήψη Αποφάσεων

7.4.1 Χρονική διάσταση του Σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων

Η πλειοψηφία των στελεχών τονίζει ότι ο σχεδιασμός κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων αναφέρεται τόσο σε βραχυχρόνιο όσο και σε μεσο-μακροχρόνιο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα αναφέρθηκε ότι:

«Ο διευθυντής μιας σχολικής μονάδας είναι ένα πολυεργαλείο. Πρέπει να παίρνει αποφάσεις γρήγορα... Πολύ τακτικά έχουμε απουσίες εκπαιδευτικών, έχουμε κρίσεις μεταξύ εκπαιδευτικών, μαθητών-εκπαιδευτικών, κυρίως γονέων-εκπαιδευτικών κ.λ.π., που σε αναγκάζουν ανάλογα με το μέγεθος του προβλήματος ή του περιστατικού που μπορεί να προκύψει, να λειτουργήσεις και στα τρία επίπεδα, στο βραχυχρόνιο και στο μεσοπρόθεσμο αλλά και στο μακροχρόνιο» (ΔΔΗΜ).

«Συμβαίνουν όλα. Πολλές φορές χρειάζεται άμεσα να λάβεις μια απόφαση, για πιο σημαντικά θέματα χρειάζεται χρόνος και συζήτηση με άλλους ώστε να πάρουμε την απόφαση» (ΔΕΚ).

«Εξαρτάται από τι ακριβώς πρέπει να αποφασίσεις. Υπάρχουν λοιπόν αποφάσεις οι οποίες πρέπει να παρθούν άμεσα γιατί τα αποτελέσματα θα φανούν άμεσα, και υπάρχουν και αποφάσεις οι οποίες λαμβάνονται μετά από μελέτη και έχουν ετεροχρονισμένο αποτέλεσμα» (ΔΕΠΑΛ).

«Και τα τρία είδη, εξαρτάται από την απόφαση. Οι γρήγορες αποφάσεις επειδή είναι ζωντανός οργανισμός το σχολείο είναι πολλές..., οι περισσότερες. Οι άλλες προγραμματίζονται και μπορεί να υπάρχει απόφαση η οποία θα επηρεάσει μακροπρόθεσμα τη μονάδα ή μεσοπρόθεσμα, ανάλογα το είδος, ανάλογα το θέμα, ανάλογα τι έρχεται» (ΔΓΕΛ).

«Σίγουρα υπάρχουν κάποια μακροπρόθεσμα σχέδια που τίθενται από την αρχή της χρονιάς με το που ήρθαμε εδώ πέρα δηλαδή, αλλά κάθε μέρα, επειδή και το σχολείο είναι ζωντανός οργανισμός, προκύπτουν συνεχώς προβλήματα και διάφορα θέματα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε. Τίθενται στόχοι καθημερινοί που αντιμετωπίζονται εκείνη την στιγμή. Ο σχεδιασμός παίζει μεγάλο ρόλο, αλλά σίγουρα προκύπτουν θέματα που δεν μπορείς να τα έχεις σχεδιάσει από πιο πριν. Ναι, ξέρουμε από την αρχή κάποια πράγματα

τα σχεδιάζουμε, αλλά σε περίπτωση που προκύψει κάτι ξαφνικό εκείνη την στιγμή λαμβάνουμε και αποφάσεις» (ΠΔΗΜ).

Μόνο ένα στέλεχος διαφοροποιήθηκε, τονίζοντας ότι ο μεσο-μακροχρόνιος σχεδιασμός αφορά υψηλότερα επίπεδα διοίκησης:

«Είναι κατά βάση της στιγμής και πολύ λιγότερο σε μακροχρόνιο σχεδιασμό... οι μακροχρόνιοι σχεδιασμοί είτε έχουν να κάνουν με τον πληθυσμό των εκπαιδευτικών, το εκπαιδευτικό υλικό, μέθοδοι διδασκαλίας, δεν υπάρχουν περιθώρια στις Διευθύνσεις, στα σχολεία κ.λ.π., αποφασίζονται κεντρικά... άρα, εμείς δεν μπορούμε καθόλου να κάνουμε μακροπρόθεσμο σχεδιασμό» (ΔΔΕ). Ο ΔΔΕ αναγνωρίζει ότι οι εκπαιδευτικές μονάδες ουσιαστικά έχουν την αρμοδιότητα να αποφασίζουν για καθημερινά διαχειριστικά θέματα κυρίως, ενώ θέματα που άπτονται μακροχρόνιου σχεδιασμού είναι αρμοδιότητα της πολιτικής ηγεσίας.

7.4.2 Θεματικές περιοχές και προβλήματα λήψης αποφάσεων

Σχεδόν όλες οι απαντήσεις αφορούσαν σε ζητήματα καθημερινής διαχείρισης στην εκπαιδευτική μονάδα. Διαφαίνεται ένας πλουραλισμός στις απαντήσεις ως προς τα προβλήματα στα οποία καλούνται να λάβουν αποφάσεις τα στελέχη. Σημαντικό μέρος των απαντήσεων αφορούσε τον εξοπλισμό, τις βλάβες και κτιριακά θέματα της εκπαιδευτικής μονάδας. Ενδεικτικές απαντήσεις:

«...βλάβες του συστήματος ενέργειας, θέρμανσης, που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία της τάξης, τους μαθητές και το προσωπικό» (ΔΕΚ), «ειδικά σε σχολεία που έχουν πολλά εργαστήρια και τέτοια πράγματα θα πρέπει να έχεις προγραμματίσει εκ των προτέρων το πως θα λειτουργήσουν τα εργαστήρια, τι εξοπλισμούς θέλουν τα εργαστήρια» (ΔΕΠΑΛ), «τα προβλήματα τα κτιριακά που μπορεί να προκύψουν» (ΠΔΗΜ).

Θέματα που αφορούν τη διαχείριση της τάξης φαίνεται πως αποτελούν συχνά περιοχές στις οποίες τα στελέχη καλούνται να λάβουν αποφάσεις. Ενδεικτικά:

«Καθηγητής ο οποίος δεν μπορεί να διαχειριστεί την τάξη, έρχεται διαμαρτύρεται να πάω να τους βάλω σε τάξη» (ΔΓΕΛ), «Και θέματα σχετικά με τους μαθητές, τη φοίτηση, την συμπεριφορά» (ΠΔΗΜ).

Οι ασθένειες, απουσίες και άδειες εκπαιδευτικών και μαθητών αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της καθημερινότητας των στελεχών, τα οποία καλούνται να λάβουν τις σχετικές αποφάσεις διαχείρισης. Για παράδειγμα, έγιναν οι παρακάτω αναφορές:

«Κυρίως σε ότι έχει να κάνει με τις ασθένειες των εκπαιδευτικών ή τις απουσίες γενικότερα των εκπαιδευτικών, όπου θα πρέπει να διαμορφώσεις τα προγράμματα τα καθημερινά» (ΔΕΠΑΛ), «από μία απουσία χωρίς δικαιολογία ενός παιδιού... Ρωτάει το παιδί «να φύγω;», πρέπει να δώσω στο παιδί άδεια...» (ΔΓΕΛ).

Τα ατυχήματα, θέματα του συλλόγου διδασκόντων και οικονομικά θέματα απασχολούν τα στελέχη. Ενδεικτικά:

«Ένα απλό θέμα που μου έτυχε προχθές. Μπήκε μέσα στο σχολείο ένα σκυλί και δάγκωσε έναν μαθητή. Έπρεπε να λύσουμε αυτό το θέμα. Πρέπει να πάρεις άμεση απόφαση...», (ΔΔΗΜ), «Έχουμε να επιλύσουμε συχνά θέματα που παρουσιάζονται μέσα στο Σύλλογο, σε έναν Σύλλογο εκπαιδευτικών και από ένα σημείο και μετά, τον τελευταίο καιρό με την αύξηση των αρμοδιοτήτων ή τα καινούρια μέτρα που έρχονται μες στο σχολείο που έχουν σχέση με την αξιολόγηση, αυτό-αξιολόγηση, μέντορες κ.λ.π., αυτό επιτείνει περισσότερο...» (ΔΔΕ), «μπορεί να είναι η αξιολόγηση της σχολικής μονάδας» (ΔΕΠΑΛ), «Εεεε... τα οικονομικά των σχολείων. Λόγω και της ενεργειακής κρίσης τα οικονομικά των σχολείων έχουν μειωθεί πάρα πολύ, άρα, πρέπει να κάνεις έναν προγραμματισμό, να κάνεις μια διαχείριση καθημερινή, να βάλεις προτεραιότητες σύμφωνα με την πυραμίδα του Maslow των αναγκών, άρα να έχεις εξασφαλίσει το πετρέλαιο στους μαθητές και τον τρίτο διαδραστικό πίνακα που θα ήθελες να βάλεις στο Ε'2 που στο ζητάει η δασκάλα να πάει στις καλένδες ή να ψάξεις να βρεις κάποιον χορηγό» (ΔΔΗΜ).

Η επικοινωνία με τους γονείς, η ύλη των μαθημάτων, πειθαρχικά θέματα, οι σχέσεις με τους Δήμους και οι σχολικές δράσεις αποτελούν σημαντικό κομμάτι της δραστηριότητας των στελεχών ως προς τη λήψη αποφάσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω απαντήσεις:

«Πρέπει να συναντηθώ με γονείς για να οργανώσουμε εκδρομή... ενημερωτικά μείλ που πρέπει να στείλουμε στους γονείς» (ΔΓΕΛ), «πειθαρχικά βέβαια θέματα που είτε είναι απόρροια της προηγούμενης που σας είπα κατάστασης των γονέων με τους εκπαιδευτικούς... Πειθαρχικά όμως θέματα που έχουν να κάνουν με τον Κώδικα τον Δημοσιούπαλληλικό, εντός της υπηρεσίας των εκπαιδευτικών, έχουμε αρκετά συχνά» (ΔΔΕ), «Έχει να κάνει καταρχήν με προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν στις σχέσεις των σχολείων με τους Δήμους» (ΔΔΕ), «Πρέπει να έρθω σε συνεννόηση με το Δήμο για δουλειές που πρέπει να γίνουν στον περιβάλλοντα χώρο, για σκουπίδια, για κοπή δέντρων, για όλα» (ΔΓΕΛ), «όπως είναι ας πούμε μια εκπαιδευτική επίσκεψη που

θα πάνε οι μαθητές με τους εκπαιδευτικούς, άρα λοιπόν θα πρέπει να δεις, να βάλεις τα κριτήρια κάτω να δεις ποιοι εκπαιδευτικοί είναι ικανοί να συνοδεύσουν τη συγκεκριμένη τάξη, ποιοι μπορούν να τη συνοδεύσουν γιατί έχουν εκείνη την ημέρα μαθήματα» (ΔΕΠΑΛ), «Ήταν ένα πρόγραμμα που κάναμε τώρα εδώ με το Διόφαντο γιατί πήραμε ανταποδοτικά κάναμε ανακύκλωση, πήραμε ανταποδοτικά χαρτί» (ΔΓΕΛ).

Από τις απαντήσεις των στελεχών φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποφάσεων αφορά θέματα καθημερινής διαχείρισης, που απαιτούν άμεση λήψη αποφάσεων. Η μοναδική περίπτωση που αναφέρθηκε η έννοια του μακροπρόθεσμου σχεδιασμού αφορούσε την ύλη των μαθημάτων, «Στο κομμάτι της μακροπρόθεσμης απόφασης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και το πως πρέπει να καταφέρεις να πετύχεις τον τελικό στόχο που είναι να βγει μια ύλη. Για να μπορέσει να βγει μια ύλη...» (ΔΕΠΑΛ).

7.4.3 Χρήση επικουρικών εργαλείων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων

Τα στελέχη απαντούν ότι δεν χρησιμοποιούν κάποιο επικουρικό εργαλείο στη λήψη των αποφάσεών τους σαν αυτό της μελέτης περίπτωσης. Ενδεικτικά:

«Λογισμικό όχι, δεν έχουμε χρησιμοποιήσει. Με την έννοια της καταγραφής των προβλημάτων» (ΔΕΚ), «Όχι, αυτή τη στιγμή δεν χρησιμοποιούμε κάτι» (ΠΔΗΜ). «Χρησιμοποιούμε πολύ την ιστοσελίδα, τα μέσα επικοινωνίας» (ΔΓΕΛ).

Κάποια στελέχη αναφέρουν ότι το MySchool είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιούν και το οποίο τους παρέχει κάποια στοιχεία ώστε να λάβουν κάποιες αποφάσεις, αλλά εστιάζουν στο ότι είναι περισσότερο ένα διαχειριστικό εργαλείο. Ενδεικτικά:

«Αν εννοείτε λογισμικό σαν αυτό που μου προαναφέρατε, όχι αλλά, ας πούμε μέσα από το MySchool τα δεδομένα τα οποία μπορεί να αντλήσει κάποιος κάποια στιγμή, είναι αυτά τα οποία σου δίνουν τη δυνατότητα να πεις π.χ. ότι θα ανοίξει μια κατεύθυνση εκεί, θα κλείσει μια κατεύθυνση εκεί, μέχρι αυτό το επίπεδο» (ΔΔΕ).

«Θα 'λεγα όμως ότι θεωρώ ότι το εργαλείο το οποίο έχουμε εμείς, το μοναδικό εργαλείο το οποίο έχουμε και λέγεται MySchool και το οποίο βοηθάει στην καταγραφή της σχολικής ζωής, πολλές φορές μας βοηθάει στο να πάρουμε αποφάσεις, π.χ. στην ισονομία και στην ισοτιμία μεταξύ των τμημάτων... Χρησιμοποιείται ως διαχειριστικό εργαλείο, βοηθητικά, υποστηρικτικά, μόνο υποστηρικτικά για να σου δώσει στοιχεία» (ΔΕΠΑΛ).

Ο ΔΔΗΜ αναφέρει ότι χρησιμοποιεί κάποια αρχεία στον υπολογιστή του και παράλληλα χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα το οποίο δίνει λύσεις ως προς τη δημιουργία

του ωρολογίου προγράμματος. Σκοπός της χρήσης των ανωτέρω είναι απλά να γίνει ευκολότερη η καθημερινή διαχείριση:

«Κάποιο λογισμικό συγκεκριμένο όχι, προσπαθώ να έχω όσο γίνεται κάποια αρχεία στον υπολογιστή που θα μου κάνουν τη ζωή πιο εύκολη και πιο γρήγορη στην καθημερινότητά μου. Έχω ένα πρόγραμμα για να το χρησιμοποιώ ως Plan B σε περίπτωση απουσιών εκπαιδευτικού... υπάρχει το «ΕΠΑΦΟΣ» που κυκλοφορεί ας πούμε... είναι ένα λογισμικό που σου λύνει βασικά θέματα τέτοια, απουσιών εκπαιδευτικού και ωρολογίου προγράμματος» (ΔΔΗΜ).

Ο ΔΔΗΜ επίσης διατύπωσε τη δυσκολία χρήσης λογισμικών λόγω της ιδιαίτερης φύσης των εργασιακών σχέσεων στην εκπαίδευση και λόγω της σχετικής υστέρησης στο ελληνικό συγκείμενο): *«επειδή οι σχέσεις οι εργασιακές έχουν ελαστικοποιηθεί, αν σου λείπει για παράδειγμα ένας εκπαιδευτικός Γαλλικών, δεν μπορείς να τον αλλάξεις κάποια μέρα, μιας και ως «Κοσοβάρους» γυρίζει σε πολλά σχολεία... Είναι δύσκολο λοιπόν, γιατί εδώ είναι Βαλκάνια, να μπορέσεις να λειτουργήσεις με λογισμικά, πιστεύω ότι σε κάποια φάση θα υπάρξουν και κάποια προγράμματα – φαντάζομαι – προσομοίωσης στην εκπαιδευτική μας κοινότητα, στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, ... Αλλά πιστεύω ότι αυτά επειδή και στην Ευρώπη ακόμα δεν έχουν ωριμάσει... θα είναι κάτι που θα το ζήσει η επόμενη εκπαιδευτική γενιά από εμένα».*

7.5 Αποκωδικοποίηση της μελέτης περίπτωσης και της επίδειξης του λογισμικού

7.5.1 Δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων

Τα στελέχη αποτιμούν θετικά τη μεθοδολογία που τους παρουσιάστηκε μέσω της μελέτης περίπτωσης. Ενδεικτικά:

«Επειδή είμαι γενικότερα της σχολής του λόγου στη ζωή, θεωρώ ότι αν καταφέρουμε και ενσωματώσουμε στην καθημερινή μας πρακτική στη διοίκηση των σχολικών μονάδων αντίστοιχα συστήματα, θα είναι προς όφελος γενικότερα της κοινωνίας... Θετικά το βλέπω, πολύ θετικά» (ΔΔΕ), «Μπορούμε να βάλουμε τη δράση μας, την εικόνα των αποφοίτων, που απασχολούνται, αν απασχολούνται, όλα αυτά πιστεύω λοιπόν ότι θα μπορούσαν να αξιολογηθούν σε ένα λογισμικό λήψης αποφάσεων» (ΔΕΚ), «Θεωρώ... το θεωρώ πάρα πολύ χρήσιμο. Να μπορέσουμε δηλαδή πριν εφαρμόσουμε κάτι, να δούμε πώς ακριβώς θα μπορεί να εξελιχθεί, σε ποιο βαθμό θα επηρεάσει όλη τη σχολική μονάδα» (ΠΔΗΜ).

Πέρα από τις θετικές δηλώσεις, διακρίνεται και μια εκδήλωση ενδιαφέροντος για τη δοκιμή αντίστοιχων λογισμικών: «Θα θέλαμε να το δοκιμάσουμε, διότι είναι αρκετά ενδιαφέρον, είμαστε πολύ ανοιχτοί και θέλουμε να το δοκιμάσουμε λοιπόν σε διάφορα προβλήματα όπως είναι αυτό βασικά... η βελτίωση της εικόνας του σχολείου και η ελκυστικότητα της επαγγελματικής εκπαίδευσης, η ελκυστικότητα ως προς τους μαθητές του ΕΠΑΛ, μιας και είμαστε επαγγελματικό σχολείο, στην περιοχή μας, όχι γενικά για όλη τη χώρα γιατί δεν μπορούμε να πιάσουμε τις παραμέτρους... Θα θέλαμε να πειραματιστούμε, να το δούμε» (ΔΕΚ). Το συγκεκριμένο στέλεχος φαίνεται πολύ ανοιχτό σε μια δοκιμή στην πράξη του λογισμικού, αναφέροντας μάλιστα συγκεκριμένα θέματα που τον απασχολούν και θα ήθελε να πειραματιστεί.

«Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε ένα τέτοιο λογισμικό εεε... για μπορέσουμε να δούμε την πραγματική εικόνα και τη μελλοντική εικόνα του σχολείου, σύμφωνα με τον οραματισμό που κάνει ο καθένας» (ΔΕΠΑΛ). Ο ΔΕΠΑΛ τονίζει το ενδιαφέρον του για τις δυνατότητες του λογισμικού. Έδειξε ενθουσιασμένος από την επίδειξη του λογισμικού και την διαδικασία της προσομοίωσης.

Ο ΔΔΕ διακρίνει μια σύνδεση με την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα των αποφάσεων: «Κατά αυτόν τον τρόπο, οι αποφάσεις θα έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα, να πω έτσι τη λέξη η οποία είναι συνεκτική ανάμεσα στην αποτελεσματικότητα και στην ποιότητα και θεωρώ ότι σε κάθε περίπτωση ανάλογα συστήματα τα οποία μπορούν πιθανόν να εξειδικευτούν και για θέσεις όπως είναι οι δικές μας, Διευθυντών σχολικών μονάδων, Διευθυντών Εκπαίδευσης, θα μπορούν να είναι εστιασμένα να δίνουν λύσεις και σε αντίστοιχα θέματα, δηλαδή π.χ. να πω το απλό, ένα πρόβλημα θέρμανσης στο σχολείο, με ένα αντίστοιχο σύστημα θα μπορεί εύκολα να γίνει πρόβλεψη του πόσο πετρέλαιο ή πόσα χρήματα κατ' αντιστοιχία θα χρειάζεται το κάθε σχολείο, για το θέμα της θέρμανσης, θέμα γενικότερα ενεργειακό». Ο ΔΔΕ αναφέρεται σε θέματα προβλέψεων μέσω του λογισμικού και όχι σε θέματα σχεδιασμού και ελέγχου εφαρμογής πολιτικών, αποτυπώνοντας έτσι ανάγκες για διευκόλυνση της καθημερινής διαχείρισης και παράλληλα, μη κατανόησης της χρήσης του λογισμικού και της συστημικής σκέψης.

Η ΠΔΗΜ χαρακτηρίζει αξιόπιστο το εργαλείο: «Και πιστεύω ότι είναι ένα αξιόπιστο εργαλείο που θα μπορούσε να βοηθήσει πάρα πολύ να αντιμετωπίσουμε κάποια προβλήματα στο σχολείο μας».

Αξιοσημείωτες είναι οι απόψεις των στελεχών ότι η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας αφορά ανώτερα επίπεδα διοίκησης. Πιο συγκεκριμένα:

«Νομίζω, ότι αφορά γενικά όχι τόσο την εκπαιδευτική μονάδα, όσο μπορεί να αφορά σε επίπεδο Υπουργείου Παιδείας, ή Περιφερειακής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης για να στηθεί ας πούμε, γιατί οι παράμετροι δεν είναι τέτοιοι που να έχουν μεγάλη σχέση με την εκπαιδευτική μονάδα. Όμως, το θεωρώ απαραίτητο για αυτές τις κατηγορίες που σας είπα, γιατί μπορεί να λειτουργήσει ως μπουσουλας, ως πυξίδα και ως βάση για να βελτιωθούν τα κακώς κείμενα που υπάρχουν στην εκπαίδευση» (ΔΔΗΜ), «Και προφανώς αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εξαιρετικά και από τις διευθύνσεις της δευτεροβάθμιας ή της πρωτοβάθμιας, όπου θα μπορούσε να σου πει πραγματικά τι προοπτικές υπάρχουν για ένα σχολείο στα επόμενα είκοσι χρόνια, αν χρειάζεται ένα σχολείο, αν πρέπει να υπάρχει, αν πρέπει να δώσεις βαρύτητα ας πούμε στην ύπαρξη, στη λειτουργία, στη βιωσιμότητα ενός σχολείου» (ΔΕΠΑΛ). Τα στελέχη θεωρούν ότι ο σχεδιασμός είναι αντικείμενο υψηλότερων επιπέδων διοίκησης των οποίων αντικείμενο είναι ο μεσο-μακροπρόθεσμος σχεδιασμός.

Ο ΔΔΗΜ διατυπώνει τη δυσκολία της συνεχούς αλλαγής των παραμέτρων: «Μπαίνει το εκπαιδευτικό τρίγωνο, γονείς, μαθητές, εκπαιδευτικοί που αλλάζει συνέχεια τα δεδομένα, τις παραμέτρους. Άρα αν υπάρξει ένα σχετικό τέτοιο λογισμικό θα πρέπει να αλλάζει συνεχώς παραμέτρους και να είναι πολύ σύνθετο για να μπορεί να περιλάβει για παράδειγμα το κοινωνιόγραμμα μιας τάξης, ή τις συμπεριφορές των εκπαιδευτικών σε μια σχολική μονάδα. Το Υπουργείο Παιδείας είναι ένας οργανισμός που μπορεί να δει και τους μαθητές ως πελάτες και τους εκπαιδευτικούς ως εργαζόμενους, άρα πρέπει να κάνει έναν τέτοιο σχεδιασμό, για φτιάξει εκπαιδευτική πολιτική η οποία πρέπει να είναι σταθερή και να μην αλλάζει με κάθε αλλαγή Υπουργού. Πιστεύω ότι ένα τέτοιο λογισμικό σαν αυτό που μου παρουσιάσατε έχει μια πνοή μακροπρόθεσμη και δεν πρέπει να αλλάζουν συχνά οι παράμετροι και οι προτεραιότητες». Ο ΔΔΗΜ αναφέρεται στις περιπτώσεις που κατά τις προσομοιώσεις στο λογισμικό χρειάζεται να γίνουν αλλαγές στις μεταβλητές μέχρι του σημείου να εμφανιστεί η επιθυμητή συμπεριφορά του συστήματος. Επίσης, φαίνεται να τον απασχολεί ο ορισμός των ορίων του συστήματος,

τονίζοντας πως θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από μια σταθερότητα. Τονίζει ότι αφορά τον μακροχρόνιο σχεδιασμό, αναφέροντας το Υπουργείο ως έναν δυνητικό χρήστη του λογισμικού.

Οι επιφυλάξεις είναι λίγες ως προς τις δυνατότητες της μεθοδολογίας. Πιο συγκεκριμένα:

«Είμαι λίγο κουμπωμένος σε ό,τι αφορά ας πούμε αυτά τα λογισμικά προσομοίωσης, γιατί έχουν φτιαχτεί φαντάζομαι για κάποιες μονάδες παραγωγής βιομηχανικές, για κάποια οργανογράμματα μεγάλων πολυεθνικών και όχι για σχολικές μονάδες, γιατί εδώ μπαίνουν τα συναισθήματα, είναι η προσωπικότητα των μαθητών, συμπεριφορές που δεν είναι προβλέψιμες» (ΔΔΗΜ), ενώ η ΔΓΕΛ τονίζει ότι υπάρχουν αδυναμίες χωρίς να αναφέρεται πιο συγκεκριμένα: *«Έχει όμως και αδυναμίες. Πάρα πολλές αδυναμίες»*. Ο ΔΔΗΜ θεωρεί ότι τα λογισμικά αφορούν επιχειρήσεις και ότι στην εκπαίδευση υπάρχουν παράγοντες μη προβλέψιμοι. Φαίνεται να τον ανησυχεί ένα ενδεχόμενο διαχείρισης συναισθημάτων και συμπεριφορών από ένα λογισμικό.

7.5.2 Αποτύπωση των μερών και των σχέσεων ενός συστήματος

Τα στελέχη τονίζουν τη δυσκολία της απεικόνισης των μερών ενός συστήματος αλλά και της ποσοτικοποίησης αυτών των σχέσεων. Εστιάζουν στη δυσκολία του να ποσοτικοποιηθούν μεταβλητές οι οποίες περιλαμβάνουν τις ανθρώπινες σχέσεις ή συναισθήματα, καθώς δεν είναι εύκολο να γίνουν αντιληπτά ή δεν είναι εύκολο να εντοπιστούν. Πιο συγκεκριμένα:

«και άρα παρόλο που σας είπα ότι στοιχεία η προσωπικότητα τα συναισθήματα οι σχέσεις οι ανθρώπινες δεν είναι τόσο εύκολο να ποσοτικοποιηθούν υπάρχουν κάποια πράγματα που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ως βάση, έτσι είναι η ιδέα ότι είναι δύσκολο να γίνει ποσοτικοποίηση χωρίς να είμαι ειδικός» (ΔΔΗΜ).

«Υπάρχουν κάποια πράγματα που ποσοτικοποιούνται..., υπάρχουν οι σχέσεις, υπάρχουν οι σχέσεις οι ανθρώπινες, υπάρχουν οι σχέσεις οι επαγγελματικές, υπάρχουν σχέσεις εξουσίας, σχέσεις οποιασδήποτε άλλης μορφής οι οποίες σίγουρα μου διαφεύγουν, υπάρχουν υπόγειες πολλές φορές σχέσεις οι οποίες δεν είναι εύκολο να γίνουν αντιληπτές και είναι και το, αν θέλετε έτσι όπως το καταλαβαίνω τώρα που συζητάμε είναι και το πιο δύσκολο κομμάτι για να καλυφθεί από ένα τέτοιο λογισμικό» (ΔΔΕ).

«Δεν είναι τόσο εύκολο γιατί οι σχέσεις εξαρτώνται και από τα μέλη... Δεν είμαι απόλυτα σίγουρη γιατί κάποια πράγματα μπορεί και να μην μπορούν να μετρηθούν τόσο εύκολα. Μιλάμε και για παιδιά. Νομίζω οτιδήποτε αφορά τα παιδιά για τους μαθητές δεν μπορεί τόσο εύκολα να μετρηθεί» (ΠΔΗΜ).

Από την άλλη, τα στελέχη τονίζουν την αναγκαιότητα πέρα από τη δυσκολία απεικόνισης και ποσοτικοποίησης των μερών και των σχέσεων τους. Ενδεικτικά:

«Δεν είναι εύκολο, αλλά μπορούν να αποτυπωθούν» (ΔΕΠΑΛ), «Πιστεύω ότι είναι δύσκολο να γίνει σε όλες τις παραμέτρους αλλά σε κάποιο βαθμό αυτή η αποτύπωση είναι εφικτή είναι αναγκαία... Όπως προείπα θεωρώ ότι είναι δύσκολο, όμως το θεωρώ και ότι είναι και αναγκαίο από την άλλη πλευρά γιατί πραγματικά το βλέπω μέσα από την καθημερινή λειτουργία, υπάρχουν στρεβλώσεις, υπάρχουν πράγματα που δεν πηγαίνουν καλά, υπάρχουν καλές πρακτικές που βοηθάνε στα σχολεία άρα, αυτές θα μπορούσαν να μπουν μέσα σε ένα τέτοιο λογισμικό και να βοηθήσουν...» (ΔΔΗΜ). Ο ΔΔΗΜ αναγνωρίζει ότι υπάρχουν θέματα τα οποία χρήζουν βελτίωσης και ότι μπορούσε να βοηθήσει ένα τέτοιο λογισμικό.

Ο ΔΔΕ τονίζει την σχετική ευκολία απεικόνισης των σχέσεων *«Η απεικόνιση μπορεί να γίνει πιο εύκολα. Μπορεί να είναι παράγοντες ιεραρχίας, μπορεί να είναι παράγοντες που έχουν να κάνουν με καθήκοντα, με νόμους, αυτό μπορεί πιο εύκολα να απεικονιστεί».*

Επιφυλάξεις διατυπώνονται από τη ΔΓΕΛ *«Μπορούν να οριστούν και πάντα να υπάρχει η επιφυλακτικότητα ότι ένα μέρος δεν θα λειτουργήσει. Μάλιστα, μπορείς να τα ορίζεις και είναι πολύ εύκολο να μπορέσεις να το κάνεις και να συνεργαστούν, αλλά δεν ξέρεις αν πραγματικά θα συνεργαστούν. Για να υπάρχει ένα αποτέλεσμα πρέπει να υπάρχει ποσοτικοποίηση. Μπορούμε δηλαδή να ποσοτικοποιήσουμε και επιβάλλεται για δεις τις αντιδράσεις των μερών. Άρα πρέπει να υπάρχει...».* Η ΔΓΕΛ θεωρεί ότι μπορεί να γίνει απεικόνιση και ποσοτικοποίηση των μερών ενός συστήματος, εκφράζοντας την ανησυχία της για το αποτέλεσμα. Θεωρεί ότι ακόμα και αν γίνει σωστά, ίσως το αποτέλεσμα να μην είναι ικανοποιητικό.

Η διάσταση της γνώσης πληροφορικής εισάγεται ως βασικός παράγοντας για τη δυνατότητα παραμετροποίησης. Ο ΔΕΠΑΛ εστιάζει στη δυνατότητα χρήσης του λογισμικού και όχι στην κατανόηση της μεθοδολογίας, θεωρώντας ότι μπορεί κάποιος να το χρησιμοποιήσει επιτυχώς έχοντας γνώσεις πληροφορικής: *«Εγώ πιστεύω ότι ανάλογα και με την ευκολία με την οποία διαχειρίζεσαι τέτοιου είδους λογισμικά*

επηρεάζεται και η ευκολία ή δυσκολία στο να αποτυπωθούν όλα αυτά. Διότι, αν δεν έχεις γνώσεις πληροφορικής σε βάθος, να γνωρίζεις δηλαδή τη λογική των λογισμικών, προφανώς είναι πιο δύσκολο να το λειτουργήσεις και να βάλεις τις παραμέτρους που έχεις στο μυαλό σου, να τις κάνεις μέρος του λογισμικού ή μέρος ας πούμε των παραμέτρων».

Διακρίνονται και σκέψεις για συνεργασία, καθώς ο ΔΕΚ τονίζει «Και το άλλο, εάν κάποιος θέλει να ασχοληθεί μπορεί σε συνεργασία με μεταπτυχιακούς φοιτητές, με κάποιους ανθρώπους ειδικευμένους να το κάνει». Το συγκεκριμένο στέλεχος αναγνωρίζοντας ότι η υπάρχουσα γνώση δεν είναι ικανή για την χρήση του λογισμικού, διατυπώνει την άποψή ότι η συνεργασία με όσους έχουν τη σχετική γνώση μπορεί να βοηθήσει όσους επιθυμούν να ασχοληθούν σχετικά.

7.5.3 Δυσκολία χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης

Τα στελέχη τονίζουν τη σχετική ευκολία χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στα Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης υπό προϋποθέσεις. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν οι παρακάτω απαντήσεις:

«το να το χρησιμοποιήσεις αφού το έχεις κατανοήσει και ξέρεις ποια είναι τα δεδομένα, δεν θεωρώ ότι είναι πολύ πολύ δύσκολο... όμως νομίζω ότι η χρήση του δεν είναι δύσκολη αρκεί να μπορέσει να στηθεί και να έχει στηθεί σωστά αφού έχει λάβει υπόψιν το σύνολο των μεταβλητών, των άπειρων μεταβλητών που υπάρχουν για την εκπαιδευτική κοινότητα και τη διαδραστικότητα που έχουν μεταξύ τους την αλληλεπίδραση και όλα τα σχετικά» (ΔΔΗΜ).

«Όπως όλες οι λήψεις αποφάσεων που κάνουμε και οι ίδιοι, στηρίζονται στα δεδομένα τα οποία έχουμε κάθε στιγμή..., έτσι και ένα αντίστοιχο λογισμικό θεωρώ ότι από τη στιγμή που θα τροφοδοτηθεί με τις περισσότερες ή όλες τις παραμέτρους, θα μπορέσει να απηχήσει πραγματικά τις ανάγκες τις οποίες καλείται να υποστηρίξει. Αν είναι ελλιπή τα στοιχεία, φυσικά θα έχει απόκλιση. Σε γενικές γραμμές έχει να κάνει λοιπόν με τις παραμέτρους, αν το σύστημα αυτό το λογισμικό θα είναι πραγματικά γεμάτο, καλυμμένο από τις παραμέτρους οι οποίοι χρειάζονται» (ΔΔΕ). «Ο βαθμός δυσκολίας σχετίζεται με την ταυτοποίηση και τον εντοπισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν το σύστημά σου. Αυτή είναι η μεγαλύτερη δυσκολία θα έλεγα του συστήματος» (ΔΕΚ), «Οι παράμετροι οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για να μπορέσει να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα ίσως

είναι το δύσκολο, στο να βρεις όλες αυτές τις παραμέτρους και να τις συνδέσεις μεταξύ τους» (ΔΕΠΑΛ). Τα στελέχη πιστεύουν ότι η σωστή απεικόνιση του συστήματος και η συμπερίληψη σε αυτό όλων των μεταβλητών που εμπλέκονται είναι καίριας σημασίας ως προϋπόθεση για τη χρήση της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Υπό αυτή την προϋπόθεση, θεωρούν ότι δεν υπάρχει κάποια δυσκολία ως προς τη χρήση της μεθοδολογίας.

Η διάσταση της επιμόρφωσης εισάγεται ως προαπαιτούμενο από την ΠΔΗΜ:

«Πιστεύω ότι ίσως θα πρέπει να υπάρχει κάποια επιμόρφωση σε όλους εμάς στο σχολείο για να μπορέσουμε να το εφαρμόσουμε και στην πράξη το λογισμικό αυτό. Δεν πιστεύω ότι αν επιμορφωθούμε πάνω σε αυτό θα υπάρχει κάποιο πρόβλημα παραπάνω». Η ΠΔΗΜ θεωρεί ότι παράγοντας ευκολίας ως προς τη χρήση της μεθοδολογίας είναι η σχετική επιμόρφωση στα στελέχη της εκπαίδευσης.

7.6 Αξιοποίηση του λογισμικού στη λήψη αποφάσεων

7.6.1 Αντιλήψεις των στελεχών για τη χρησιμότητα του εργαλείου

Ως προς τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας ως εργαλείο υποβοήθησης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, τα στελέχη εκφράζουν θετική άποψη. Ενδεικτικές είναι οι απαντήσεις:

«Ναι σίγουρα, όπως το είδα είναι ένα εργαλείο το οποίο πραγματικά θα μπορέσει να δώσει λύσεις και είναι σίγουρα καλύτερο το να το έχεις παρά να μην το έχεις. Γιατί από τη στιγμή που το έχεις θα μπορούσες ως συνέπεια να έχει και αδυναμίες που θα πρέπει να αντιμετωπίσεις, να προχωρήσεις σε κάποιες βελτιωτικές κινήσεις και να βαίνει συνεχώς βελτιούμενο από εκεί και πέρα» (ΔΔΕ).

«θεωρώ ότι είναι χρήσιμο, ότι θα μπορούσε να είναι χρήσιμο...» (ΔΔΗΜ).

«Πιθανότατα να είναι πολύ χρήσιμο το εργαλείο» (ΔΕΠΑΛ).

«Ναι, θεωρώ ότι θα μπορούσε να σε διευκολύνει. Διότι όταν βάζεις δεδομένα και λες πώς μπορεί να αντιδράσει αυτό, αντί να καθίσω να το σκεφτώ εγώ, αυτό το λογισμικό θα με διευκολύνει για να μπορέσω να μου δώσει αποτέλεσμα και να εμβαθύνω στη σκέψη. Θεωρώ ότι είναι καλό εργαλείο...» (ΔΓΕΛ).

«Ναι, όπως είπα και προηγουμένως, θεωρώ ότι μπορεί να βοηθήσει» (ΠΔΗΜ).

Τα στελέχη εκφράζουν την άποψη ότι πρόκειται για ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο μπορεί να τα βοηθήσει να αντιμετωπίσουν και να βελτιώσουν καταστάσεις. Θεωρούν ότι ακόμα και αδυναμίες να εντοπιστούν, μπορούν να βελτιωθούν μέσα από τη χρήση του. Πιστεύουν ότι μπορεί να τους δώσει τη δυνατότητα να σχεδιάσουν μακροπρόθεσμα και να είναι αποτελεσματικό.

Τα στελέχη διατυπώνουν την επιθυμία τους για δοκιμή πριν ενδεχόμενη εφαρμογή της μεθοδολογίας. Λόγω του ότι πρόκειται για κάτι καινούριο για αυτούς/ες, θα ήθελαν καταρχήν να το δουν δοκιμαστικά στην πράξη. Θεωρούν επίσης πως μπορεί να αποτελέσει ένα μέσο ελέγχου της ορθότητας των ενεργειών τους, που θα τους/τις βοηθήσει στην παρακολούθηση της πορείας τους.

«Όπως είπαμε και πριν, θα θέλαμε να το δοκιμάσουμε, έστω και με την έννοια αυτή των μακροπρόθεσμων στόχων, για να δεις αν πραγματικά κάνεις καλά με τις παραμέτρους εισαγωγής» (ΔΕΚ). «Φυσικά πάντα υπάρχουν ερωτηματικά σε οτιδήποτε καινούριο και αν δεν το δούμε και στην πράξη δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι» (ΠΔΗΜ). «Τα αποτελέσματα αργούνε, αλλά ίσως εκεί θα μπορούσε να μας βοηθήσει το λογισμικό. Καταρχήν, να δεις αν είσαι στο σωστό δρόμο, αν αυτά που κάνεις είναι σωστά, αν χρειάζεται αλλαγή στρατηγικής» (ΔΕΚ). «Ωστόσο, σαν σκέψη, σαν εργαλείο μου φαίνεται ιδιαίτερα ενδιαφέρον γιατί και εμείς πολλές φορές πάμε να κάνουμε πράγματα... Βλέπουμε ότι λειτουργούν ή δεν λειτουργούν και τα ανακαλούμε...» (ΠΔΗΜ).

Η ΔΓΕΛ θέτει την ηλικιακή διάσταση ως έναν περιοριστικό παράγοντα για την ίδια. Θεωρεί ότι είναι αρκετά μεγάλη για τη σχετική εκμάθηση και ότι δεν μπορεί να το λειτουργήσει, προφανώς γιατί θεωρεί ότι η εκμάθηση της μεθοδολογίας είναι χρονοβόρα διαδικασία και αφορά κυρίως νεότερα ηλικιακά στελέχη: *«Θεωρώ ότι είναι καλό εργαλείο, το ότι δεν μπορώ να το λειτουργήσω εγώ... είμαι και γερόντισσα».*

Ο ΔΔΗΜ θέτει επιπλέον τη διάσταση της εμπειρίας ως παράγοντα που συντελεί θετικά στη λήψη αποφάσεων, ενώ, αναγνωρίζοντας τη σημαντικότητα της μεθόδου τονίζει το πλεονέκτημα της εξοικείωσης με την τεχνολογία που διαθέτουν οι νεότεροι ηλικιακά διευθυντές. Τονίζει επίσης ότι είναι απαραίτητη η επιμόρφωση στη συγκεκριμένη μεθοδολογία για τους διευθυντές ώστε να μπορέσουν να την αξιοποιήσουν, ενώ θεωρεί πως θα αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την επόμενη γενιά διευθυντών, η οποία θα έχει ιδιαίτερα αυξημένες ευθύνες:

«Εμείς και οι πιο παλιοί ας πούμε... υπάρχει μια εμπειρία συσσωρευμένη και μπορεί να καλύψει κάποιες δυσκολίες...να λειτουργήσει θετικά στο να ληφθούν κάποιες αποφάσεις».

«Οι πιο καινούργιοι διευθυντές ..., να είναι ακόμη πιο χρήσιμο το εργαλείο και επειδή είναι και πιο εξοικειωμένοι με τα διάφορα λογισμικά... οι πιο καινούργιοι είναι τα παιδιά τις πιο καινούριας τεχνολογίας».

«Βέβαια, χρειάζεται πραγματικά ουσιαστική επιμόρφωση πάνω σε αυτό για να μπορέσουμε να το... να γίνει κτήμα μας για να μπορέσουμε και να το λειτουργήσουμε, γιατί αν είναι να το μάθουμε σε θεωρητικό επίπεδο και να το κρατήσουμε σε κάποια γωνιά στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή μας δεν θα έχει αξία».

«Όμως πραγματικά το βλέπω και κυρίως ας πούμε θα μπορούσε να είναι ένα εργαλείο για τους πιο καινούργιους διευθυντές, για την καινούργια γενιά διευθυντών που θα έρθει οσονούπω στην εκπαιδευτική κοινότητα, γιατί πραγματικά όσο περνάνε τα χρόνια οι συνθήκες εργασίας των διευθυντών, η αμεσότητα που πρέπει να λάβουν αποφάσεις, η δυσκολία, οι δυσκολίες τις οποίες αντιμετωπίζουν καθημερινά θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο που θα είναι αρκετά χρήσιμο».

7.6.2 Αντιλήψεις των στελεχών για την εφικτότητα εφαρμογής της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης

Η ΔΓΕΛ θεωρεί όχι απλά εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας, αλλά απαραίτητη: *«Θεωρώ ότι είναι απαραίτητο, όχι εφικτό... Βέβαια, αυτό με τη δυνατότητα πολλών παραμέτρων θα είναι και πιο αποδοτικό».*

Η ΠΔΗΜ θεωρεί ότι απαιτούνται οι προϋποθέσεις της επιμόρφωσης, του εξοπλισμού αλλά και της διάθεσης των στελεχών προκειμένου να είναι εφικτή η εφαρμογή της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα:

«Αυτό θα σας έλεγα αυτή τη στιγμή, όπως είναι τα πράγματα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όπως το έχω δει εγώ αυτά τα 5 χρόνια... Υπάρχουν πάρα πολλές ελλείψεις, για να μπορέσει να γίνει αυτό πραγματικότητα χρειάζονται πολλά πράγματα. Χρειάζεται επιμόρφωση, χρειάζεται εξοπλισμός στα σχολεία με ίντερνετ, υπολογιστές, ανθρώπους που να γνωρίζουν κάποια πράγματα για να μπορέσει να λειτουργήσει αυτό. Και φυσικά χρειάζεται και η ανάλογη όρεξη από τους εκπαιδευτικούς. Χρειάζεται επιμόρφωση σε

όλα, από την αρχή, από τη θεωρία, από το πως να το χρησιμοποιούμε και μετά πως να το χρησιμοποιούμε και στην πράξη». Η ΠΔΗΜ εστιάζει στις ελλείψεις που παρουσιάζονται διαχρονικά στις εκπαιδευτικές μονάδες και ότι απαιτείται η επάρκεια του σχετικού εξοπλισμού. Θεωρεί επίσης ότι η ατομική θέληση για ενασχόληση με τη μεθοδολογία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για να μπορέσει η μεθοδολογία να εφαρμοστεί και ότι η επιμόρφωση είναι απαραίτητη στα στελέχη ώστε να ξεκινήσει η εφαρμογή.

Μάλλον αρνητικά διακείμενος ως προς το εφικτό εφαρμογής της μεθοδολογίας φαίνεται ο ΔΕΠΑΛ. Αναφέρεται στην ευελιξία του λογισμικού και τη δυνατότητά του να αποδώσει με λιγότερο πολύπλοκο τρόπο:

«Στα ειδικότερα θέματα νομίζω ότι πιο ευέλικτα λογισμικά με ίσως λιγότερες απαιτήσεις στις παραμέτρους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, τα οποία πάντα λογικά θα έπρεπε να δίνουν το αποτέλεσμά τους σε μία άλλη βάση δεδομένων, που ένα άλλο λογισμικό, ίσως και το ίδιο σαν αυτό θα μπορούσε να αξιοποιήσει όλα αυτά τα αποτελέσματα και να βγάλει ένα ευρύτερο αποτέλεσμα». Ο ΔΕΠΑΛ διατυπώνει την άποψη ότι πρόκειται για ένα σχετικά πολύπλοκο λογισμικό, λόγω του τρόπου απεικόνισης των μεταβλητών. Θεωρεί ότι θα ήταν καλύτερο ένα λογισμικό περισσότερο ευέλικτο. Στο σημείο αυτό φαίνεται ότι η μη γνώση της έννοιας της συστημικής σκέψης συνάδει με την εμφάνιση δυσκολιών κατανόησης της πολυπλοκότητας των εκπαιδευτικών συστημάτων, με αποτέλεσμα να θεωρείται δύσκολη η διαδικασία μοντελοποίησης.

Το κόστος κτήσης των λογισμικών διατυπώνεται ως περιοριστικός παράγοντας ενώ, η δυνατότητα πληροφόρησης και η διαθεσιμότητα ελεύθερων λογισμικών ως ενισχυτικός παράγοντας για την εφαρμογή της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης σύμφωνα με τον ΔΕΚ:

«Συνήθως το πρόβλημα είναι στο δημόσιο τομέα και ειδικότερα στην εκπαίδευση το κόστος των λογισμικών».

«Από τη στιγμή που υπάρχουν open free sources λογισμικά και υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση από ανθρώπους έτσι, κάποιος πρέπει να στο δείξει, αν δεν το έχεις αυτό δεν σου επιτρέπει να κάνεις τέτοιου είδους έρευνες, αυτό είναι χρήσιμο κάποιος να στο πει και όπως είπα έχει εφαρμογή, θα μπορούσε να έχει εφαρμογή». Ο ΔΕΚ εξέφρασε το ενδιαφέρον του να μάθει περισσότερα για τα λογισμικά. Ρώτησε τον ερευνητή αρκετά πράγματα, όπως ποια είναι τα λογισμικά μέσω των οποίων μπορεί να γίνει

προσομοίωση δυναμικών συστημάτων, εάν είναι εύκολη η χρήση τους, εάν είναι ελεύθερη η χρήση τους και ποιο κατά τον ερευνητή είναι το καλύτερο.

Ο ΔΔΕ τονίζει την διάσταση της κοινωνικής πολιτικής που εφαρμόζεται στην εκπαίδευση και συγκρίνοντας με άλλες χώρες θεωρεί δύσκολη την εφαρμογή της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης στο παρόν στάδιο, παράλληλα θεωρεί ότι ίσως έχουν ωριμάσει οι συνθήκες για μια τέτοια εφαρμογή στο άμεσο μέλλον:

«Κοιτάζτε να δείτε, μέχρι να κάνουμε τι θέση έχει ο λόγος, η λογική σε μια κοινωνία, στη χώρα μας είναι λίγο δύσκολο. Θεωρώ ότι σε άλλες χώρες του Δυτικού πολιτισμού σίγουρα θα δουλεύουν κατά αυτόν τον τρόπο. Σε εμάς είναι πάρα πολύ δύσκολο γιατί δυστυχώς γιατί στο χώρο της Εκπαίδευσης ειδικά δεν κάνουμε εκπαιδευτική πολιτική, κάνουμε κοινωνική πολιτική στην ουσία και από τη στιγμή που κάνεις κοινωνική πολιτική είναι σα να πας στο μανάβη και να ζητάς κρέας. Δηλαδή, δεν μπορεί να έχει καμία εφαρμογή το αντίστοιχο στην Ελλάδα τη δεδομένη χρονική στιγμή».

«Εντάξει, για να μη γίνομαι όμως ιδιαίτερα αφοριστικός, θεωρώ ότι τον τελευταίο καιρό γίνονται κάποια βήματα προς αντίστοιχες κατευθύνσεις από την Πολιτεία γενικότερα, οπότε ίσως να έχουν ωριμάσει οι συνθήκες ώστε να γίνει κάτι αντίστοιχο και εδώ».

Κάποια στελέχη θεωρούν ότι η εφαρμογή αυτή θα έχει θετικά αποτελέσματα στην ταχύτητα λήψης αποφάσεων, ενώ παράλληλα διατυπώνουν την άποψη ότι ενδείκνυται για χρήση σε υψηλότερα επίπεδα διοίκησης, καθώς η αυτονομία της εκπαιδευτικής μονάδας είναι περιορισμένη. Πιο συγκεκριμένα:

«και πιθανόν κάποια τέτοια λογισμικά που θα αφορούσαν την εκπαίδευση, να έδιναν τη δυνατότητα λήψης γρήγορων αποφάσεων και πιθανότατα και σωστών αποφάσεων. Για το γρήγορο είναι σίγουρο, γιατί πραγματικά έχουμε δει μια δυσκολία στην ταχύτητα αποφάσεων, λήψης αποφάσεων και αυτό...», «Θεωρώ ότι μπορεί να είναι εφικτή ας πούμε αλλά σε βαθμό λιγότερο στις σχολικές μονάδες και περισσότερο σε συστήματα που εκτελούν αμιγώς διοικητικά καθήκοντα δηλαδή, οι διευθύνσεις εκπαίδευσης, οι περιφερειακές διευθύνσεις πραγματικά που ασκούν και εκπαιδευτική πολιτική, γιατί εμείς κυρίως εφαρμόζουμε εκπαιδευτική πολιτική», «Υπάρχουν νόμοι οι οποίοι μας δίνουν περιορισμούς και τις μικρές δυνατότητες να αυτενεργήσουμε» (ΔΔΗΜ).

«Και εγώ πιστεύω ότι θα μπορούσε να έχει εφαρμογή, περισσότερο όμως στις αποκεντρωμένες διοικήσεις και όχι τόσο σε μικρές μονάδες, στις αποκεντρωμένες διοικήσεις για πολύ γενικότερα θέματα» (ΔΕΠΑΛ).

7.6.3 Αξιοποίηση του εργαλείου προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη λήψη αποφάσεων από τα στελέχη

Τα στελέχη διατυπώνουν τον ενθουσιασμό τους για ένα τέτοιο ενδεχόμενο, θεωρώντας το εργαλείο σημαντικό στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ενδεικτικές απαντήσεις:

«Πραγματικά έτσι από την παρουσίαση που μου κάνατε, το βλέπω ότι ιντριγκάρει τον καθέναν που θέλει να βελτιώσει την καθημερινότητα στη σχολική του μονάδα» (ΔΔΗΜ).

«100%. Απόλυτα. Θα με ενδιέφερε να έχω ένα λογισμικό το οποίο να λειτουργεί αυτή τη στιγμή σε πρώτη φάση βοηθητικά, μέχρι να δεις πραγματικά γιατί... άνθρωποι είμαστε, κάτι μπορεί να μας διαφεύγει» (ΔΔΕ).

«Εγώ θα επιθυμούσα απόλυτα να έχω εργαλεία τα οποία θα με βοηθούν στη λήψη των αποφάσεων» (ΔΕΠΑΛ).

«Ναι ναι, θα ήθελα!» (ΔΓΕΛ).

Παράλληλα, τα στελέχη τονίζουν ότι πρέπει να υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις προκειμένου να αξιοποιήσουν το εργαλείο. Η προηγούμενη χρήση από άλλους, η επιμόρφωση, ο ανάλογος εξοπλισμός και η ποιότητα ανθρώπων και υλικών θεωρούνται ενισχυτικοί παράγοντες για την αξιοποίηση του εργαλείου. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι απαντήσεις:

«Άρα, όταν θα έχεις κάτι που θα έχει μετρηθεί, που θα έχει ποσοτικοποιηθεί, που θα έχει χρησιμοποιηθεί από κάποιους άλλους και ξέρεις ότι είναι αυτό... μπορεί να το χρησιμοποιήσεις ως βάση για να πας εσύ παραπέρα και να μην κάνεις κάποια λάθη κάποιες ή και να καλύψεις ακόμη και τις ανεπάρκειες που πιθανόν να έχεις» (ΔΔΗΜ).

«Θα επιθυμούσα φυσικά υπό κάποιες προϋποθέσεις όπως είπαμε... να έχουμε επιμορφωθεί, να υπάρχει κάποια στήριξη από την πρωτοβάθμια, από το υπουργείο, να υπάρχει ο εξοπλισμός» (ΠΔΗΜ).

«και φυσικά θεωρώ ότι με την κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση πάνω σε τέτοιου είδους προγράμματα, θα μπορούσαν να έχουν πολύ καλά αποτελέσματα» (ΔΕΠΑΛ).

«...και η ποιότητα των ανθρώπων, εννοώ των εκπαιδευτών και τα υλικά που έχουμε και οι χώροι, επομένως θα μπορούσαμε να το εφαρμόσουμε» (ΔΕΚ).

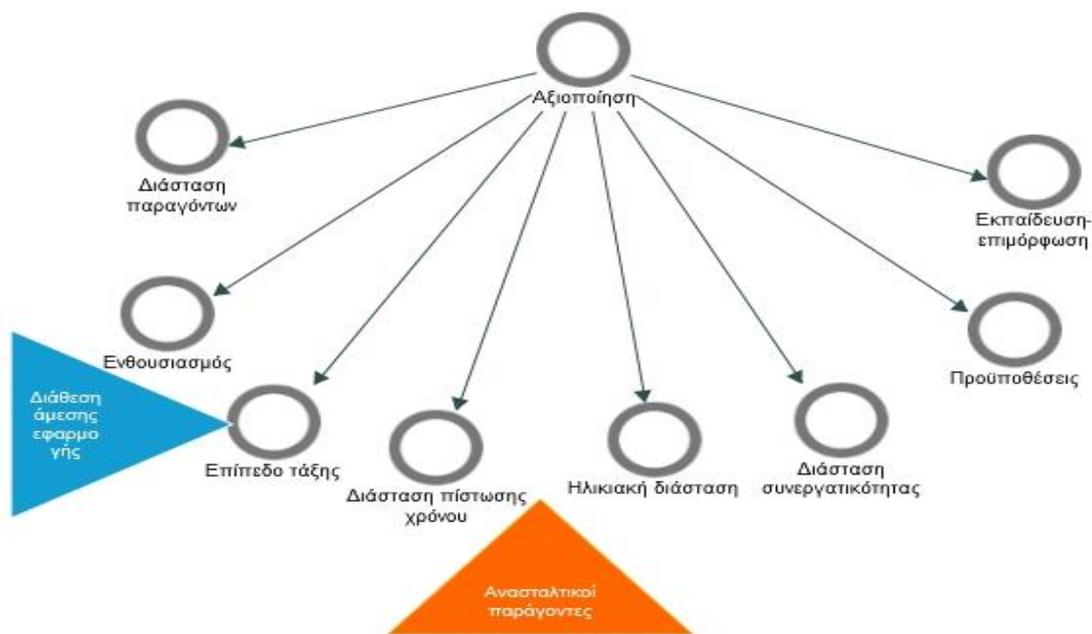
Η πίστωση χρόνου ως προς την εφαρμογή αποτελεί για τον ΔΔΕ μια συνθήκη ελέγχου, εξοικείωσης και βελτίωσης: *«Αλλά, προϊόντος του καιρού σίγουρα θα δεις αν υπάρχουν αδύνατα σημεία και θα τα βελτιώσεις και θα είναι μετά ένα εργαλείο το οποίο θα σου δίνει τη δυνατότητα να λαμβάνεις από πριν αποφάσεις οι οποίες θα δημιουργούν υπεραξία πάνω στον τομέα σου».*

Η διάσταση της συνεργατικότητας εισάγεται από τη ΔΓΕΛ, προκειμένου να μπορεί να διευκολυνθεί στη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων. Παράλληλα, τονίζει ως ανασταλτικό παράγοντα την ηλικία και τον διαφορετικό τρόπο λειτουργίας:

«Αν είναι και συνεργατικό αυτό θα μπορούσαν να το τροφοδοτούν όλοι οι εργαζόμενοι της σχολικής μονάδας ή μπορεί να επεκταθεί και σε γονείς να το τροφοδοτήσουν για να βγάλεις τα αποτελέσματα... Αν αυτό είναι συνεργατικό και μπορεί οι πάντες να τροφοδοτούν, είναι και μεγάλη διευκόλυνση και θεωρώ ότι είναι και αλάνθαστο. Όταν παίρνεις την απόφαση με συνεργατική συγκέντρωση στοιχείων».

«Απλά εμείς οι γέροντες έχουμε μάθει να δουλεύουμε αλλιώς και καμιά φορά δεν αλλάζουμε και μυαλό, αλλά όσο ζούμε μαθαίνουμε, όσο είμαστε εδώ μέσα». Η ΔΓΕΛ τονίζει ότι η ηλικία συνάδει με διαφορετικό τρόπο σκέψης και λειτουργίας, αλλά παράλληλα θεωρεί ότι μπορεί να διδαχτεί την προσέγγιση αυτή.

Ο ΔΕΚ εστιάζει στην αξιοποίηση της μεθοδολογίας σε επίπεδο τάξης, αναφέροντας το συλλογισμό του: *«Εγώ να πω ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δεις αποτελεσματικότητα τάξης, αν δούμε την τάξη σαν σύστημα, εκεί λοιπόν και αν τη δούμε σαν σχολικό επαγγελματικό εργαστήριο ποιος επιδρά;».* Ο ΔΕΚ αποτυπώνει ήδη τις πρώτες σκέψεις του για ενδεχόμενη αξιοποίηση της μεθοδολογίας ορίζοντας τη σχολική τάξη ως σύστημα προς εξέταση. Φαίνεται ο πιο ενθουσιώδης από τα στελέχη ως προς την εφαρμογή της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.



Γράφημα 56: Επιθυμία αξιοποίησης της μεθόδου από τα στελέχη της εκπαίδευσης

7.7 Στάσεις των υποκειμένων

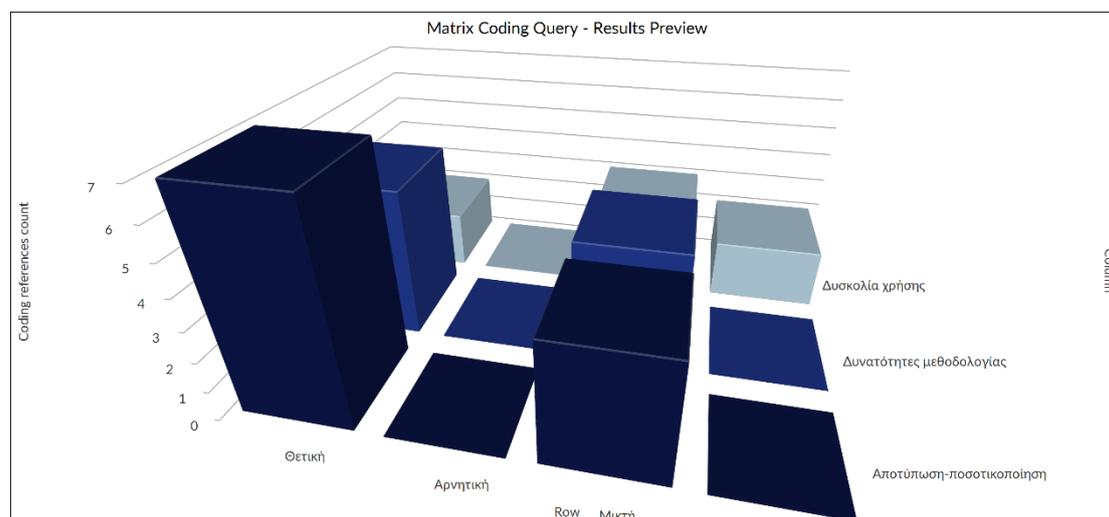
Στην ενότητα αυτή παρατίθενται οι στάσεις των ερωτωμένων ως προς τους ερευνητικούς άξονες της αποκωδικοποίησης της παρουσίασης και της μελέτης περίπτωσης και της αξιοποίησης του λογισμικού στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Μέσα από την ανάλυση του περιεχομένου έχουν εξαχθεί οι θετικές, αρνητικές, μικτές και ουδέτερες αναφορές των στελεχών που σχετίζονται με τα επιμέρους ερωτήματα των αντίστοιχων αξόνων.

Ως προς την αποκωδικοποίηση της μελέτης περίπτωσης και του λογισμικού: Παρατηρούνται 7 θετικές αναφορές των στελεχών ως προς την αποτύπωση-ποσοτικοποίηση των μερών ενός συστήματος και 4 μικτές. Τα στελέχη θεωρούν εφικτή την αποτύπωση των μερών ενός συστήματος. Ως προς τις δυνατότητες της μεθοδολογίας εξήχθησαν 5 θετικές αναφορές και 4 μικτές που σημαίνει, ότι και σε αυτή την περίπτωση τα στελέχη διατίθενται θετικά ως προς τις δυνατότητες της μεθοδολογίας, ενώ ταυτόχρονα, εκφράζουν κάποιους προβληματισμούς. Ως προς τη δυσκολία χρήσης, διαπιστώθηκαν 2 θετικές, 3 μικτές και δύο ουδέτερες αναφορές.

Πίνακας 5: Αποκωδικοποίηση και στάσεις των στελεχών (Matrix Coding Query)

	A : Αποτύπωση-ποσοτικοποίηση	B : Δυνατότητες μεθοδολογίας	C : Δυσκολία χρήσης
1 : Θετική	7	5	2
2 : Αρνητική	0	0	0
3 : Μικτή	4	4	3
4 : Ουδέτερη	0	0	2

Η διαπίστωση των συνολικά 14 θετικών αναφορών σε σχέση με τη μη ύπαρξη αρνητικών αναφορών δείχνει καταρχήν τη θετική στάση των υποκειμένων ως προς το τι αποκωδικοποιούν από την παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης και την επίδειξη του λογισμικού. Η εύρεση 11 μικτών αναφορών και 2 ουδέτερων εκφράζει ενδεχομένως κάποιες επιφυλάξεις των στελεχών που αποτυπώνονται και στα τρία ερωτήματα του ερευνητικού άξονα.



Γράφημα 57: Διάγραμμα Matrix Coding Query αποκωδικοποίησης και στάσεων των στελεχών

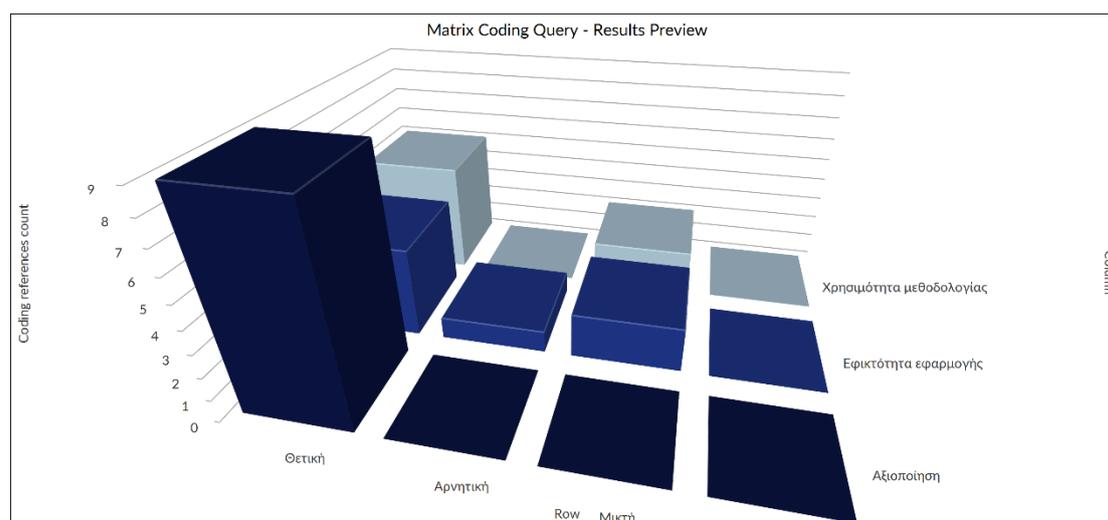
Ως προς την αξιοποίηση του λογισμικού στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης: Παρατηρούνται 9 θετικές αναφορές των στελεχών ως προς τη διάθεση αξιοποίησης της μεθοδολογίας στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Τα στελέχη τοποθετούνται ξεκάθαρα και διατυπώνουν τη θετική τους διάθεση ως προς την αξιοποίηση της μεθοδολογίας. Ως προς το εφικτό της εφαρμογής της μεθοδολογίας εξήχθησαν 4 θετικές αναφορές, 1 αρνητική και δύο μικτές. Η πλειοψηφία των στελεχών διατίθεται θετικά ως προς το εφικτό της εφαρμογής στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Τέλος, ως προς τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας εξήχθησαν 5 θετικές αναφορές και 2 μικτές,

γεγονός που δείχνει ότι τα στελέχη διατίθενται θετικά ως προς τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας.

Πίνακας 6: Αξιοποίηση και στάσεις των στελεχών (Matrix Coding Query)

	A : Αξιοποίηση	B : Εφικτότητα εφαρμογής	C : Χρησιμότητα μεθοδολογίας
1 : Θετική	9	4	5
2 : Αρνητική	0	1	0
3 : Μικτή	0	2	2
4 : Ουδέτερη	0	0	0

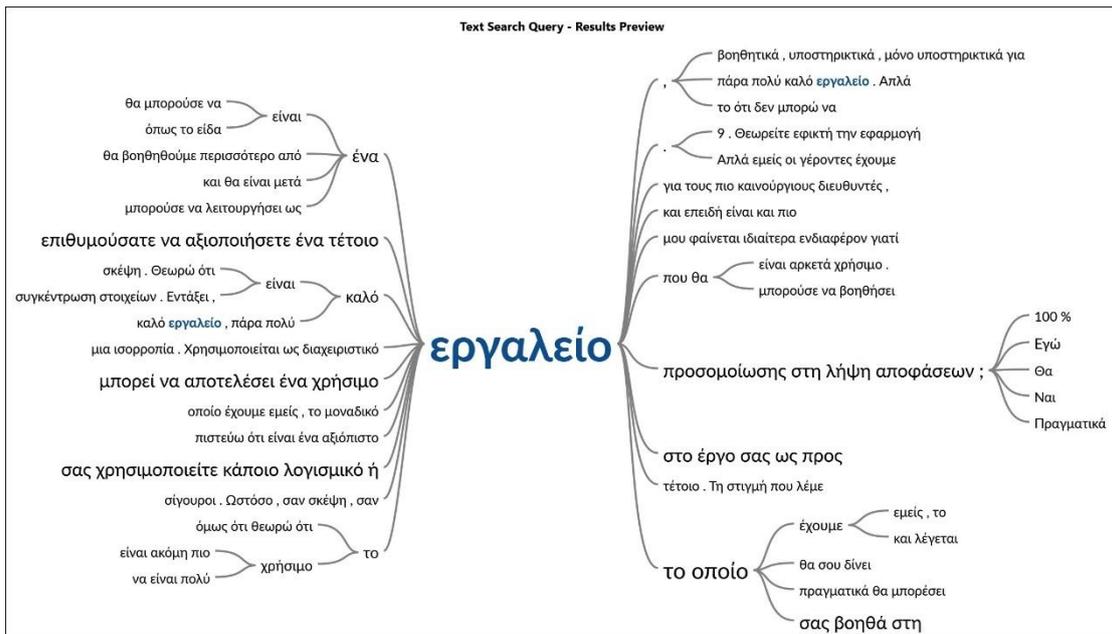
Συνολικά εξήχθησαν 18 θετικές, 1 αρνητική και 6 μικτές αναφορές των στελεχών. Φαίνεται ότι τα στελέχη διατίθενται θετικά ως προς την αξιοποίηση των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης.



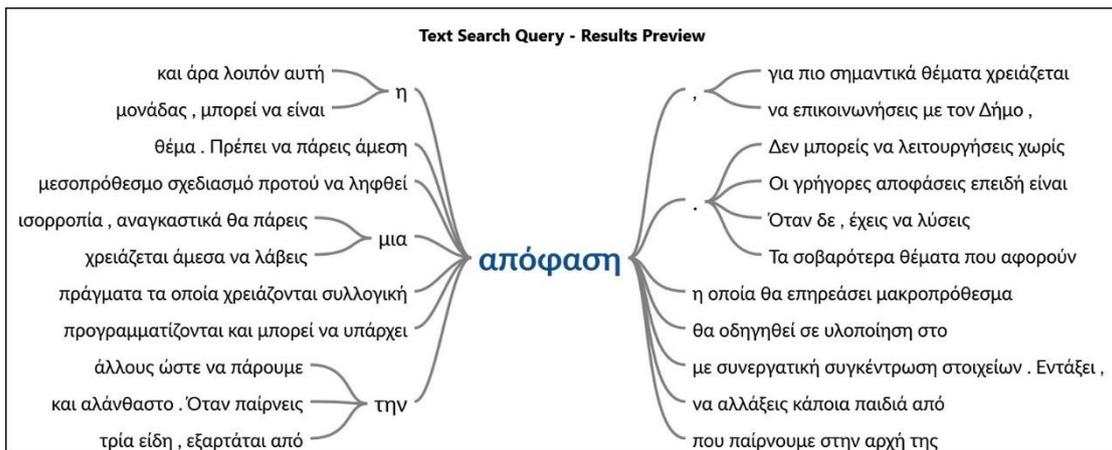
Γράφημα 58: Διάγραμμα Matrix Coding Query αξιοποίησης και στάσεων των στελεχών

7.8 Αποτύπωση συχνότητας εμφάνισης λέξεων και δενδρική απεικόνιση συνδέσεων κατά τη διαδικασία των συνεντεύξεων (Word Frequency Query)

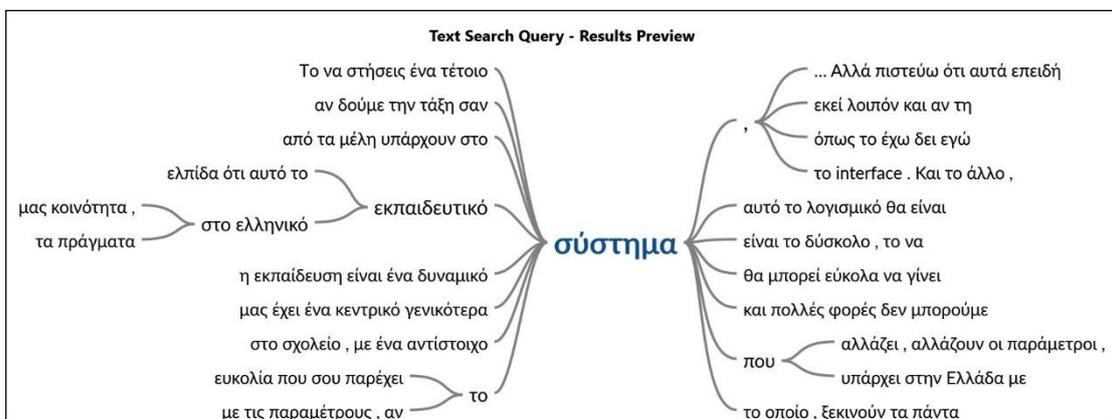
Στο πλαίσιο της ανάλυσης περιεχομένου των συνεντεύξεων πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση της συχνότητας εμφάνισης των λέξεων που χρησιμοποιήθηκαν. Η μεταγραφή των συνεντεύξεων παρήγαγε κείμενα τα οποία είναι πολιτιστικά και κοινωνικά τοποθετημένα και αντικατοπτρίζουν τις ιδέες, αξίες και πεποιθήσεις των συγγραφέων τους (Nguyen et al., 2020). Η συχνότητα χρήσης των λέξεων κατά τη



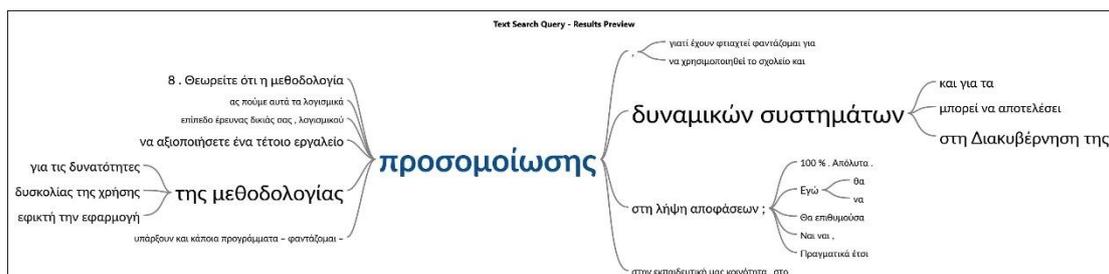
Εικόνα 32: Δενδρική απεικόνιση λέξης "εργαλείο" (Text Search Query)



Εικόνα 33: Δενδρική απεικόνιση λέξης "απόφαση" (Text Search Query)



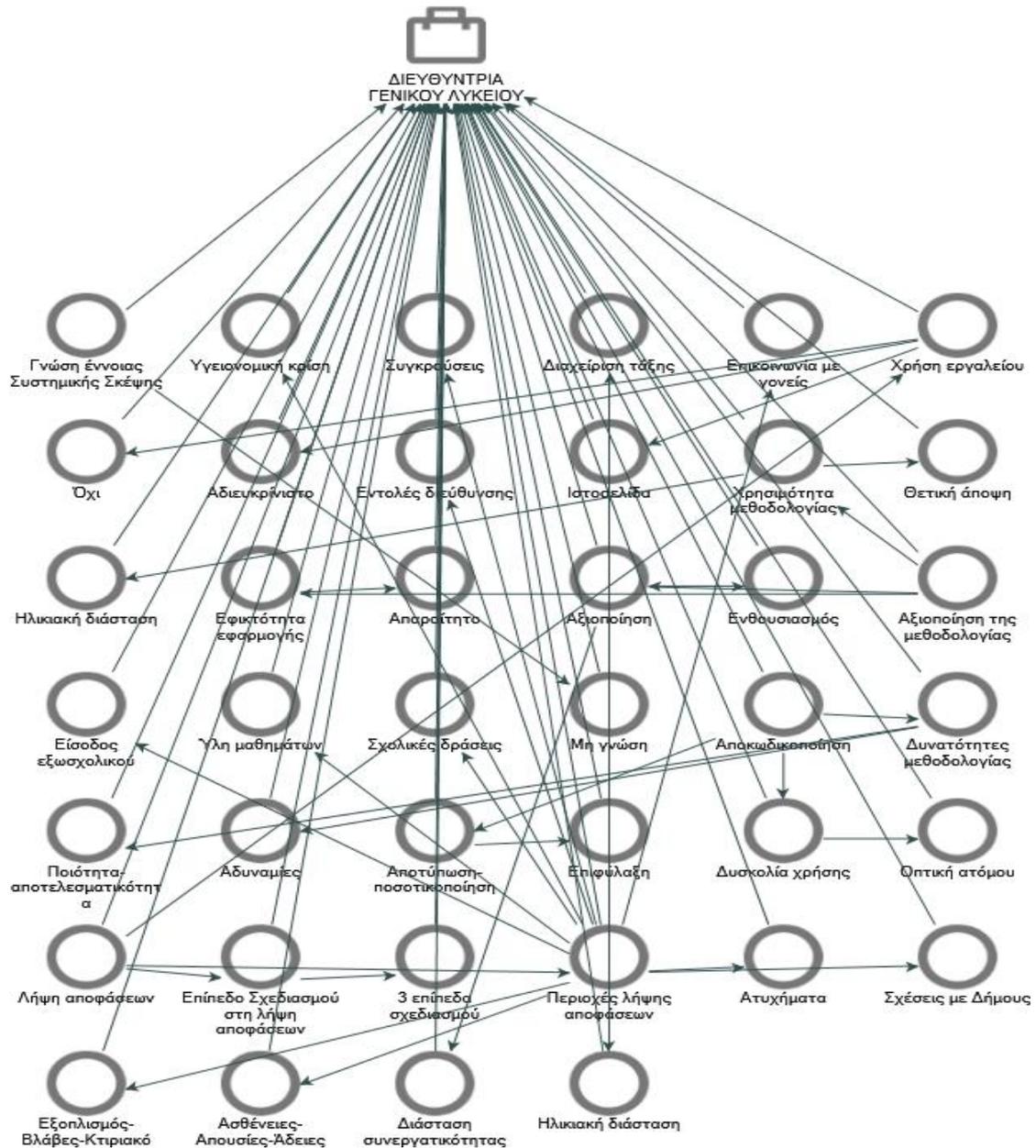
Εικόνα 34: Δενδρική απεικόνιση λέξης "σύστημα" (Text Search Query)



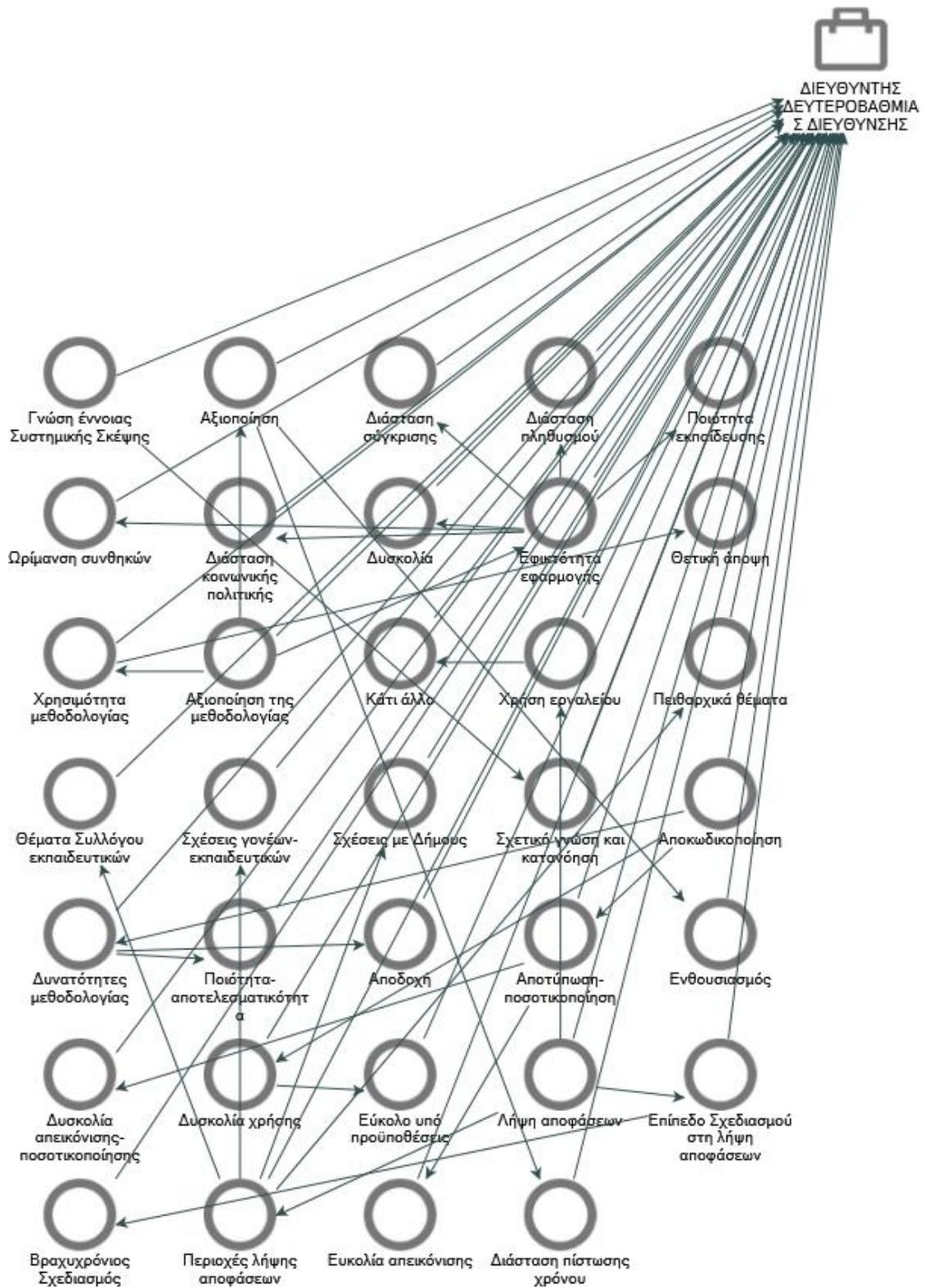
Εικόνα 35: Δενδρική απεικόνιση λέξης "προσομοίωση" (Text Search Query)

7.9 Διαγραμματική κωδικοποίηση των απαντήσεων των στελεχών εκπαίδευσης (Project Maps)

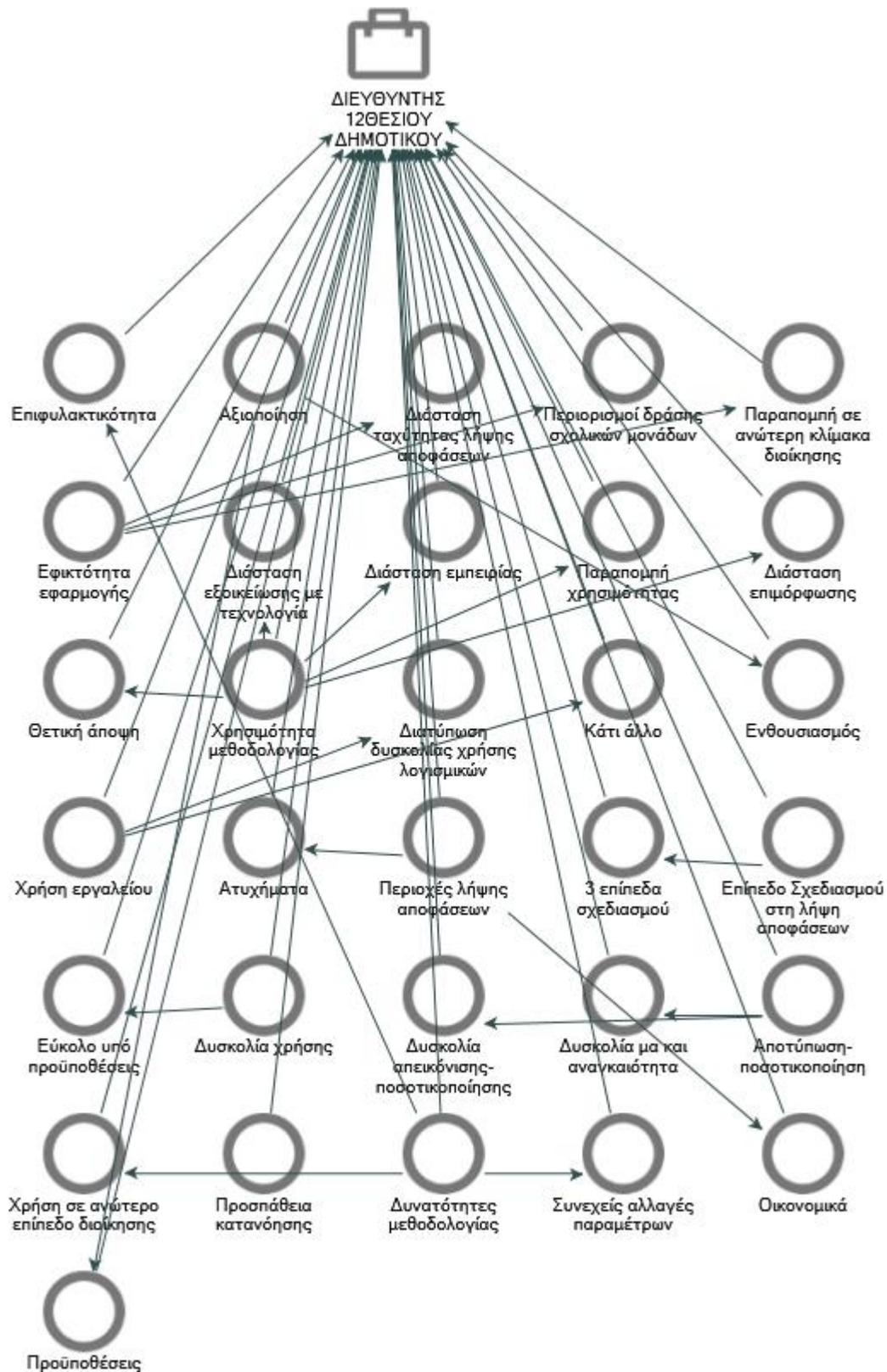
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι κωδικοποιημένες απαντήσεις των στελεχών που συμμετείχαν στην έρευνα, σε μορφή διαγραμμάτων.



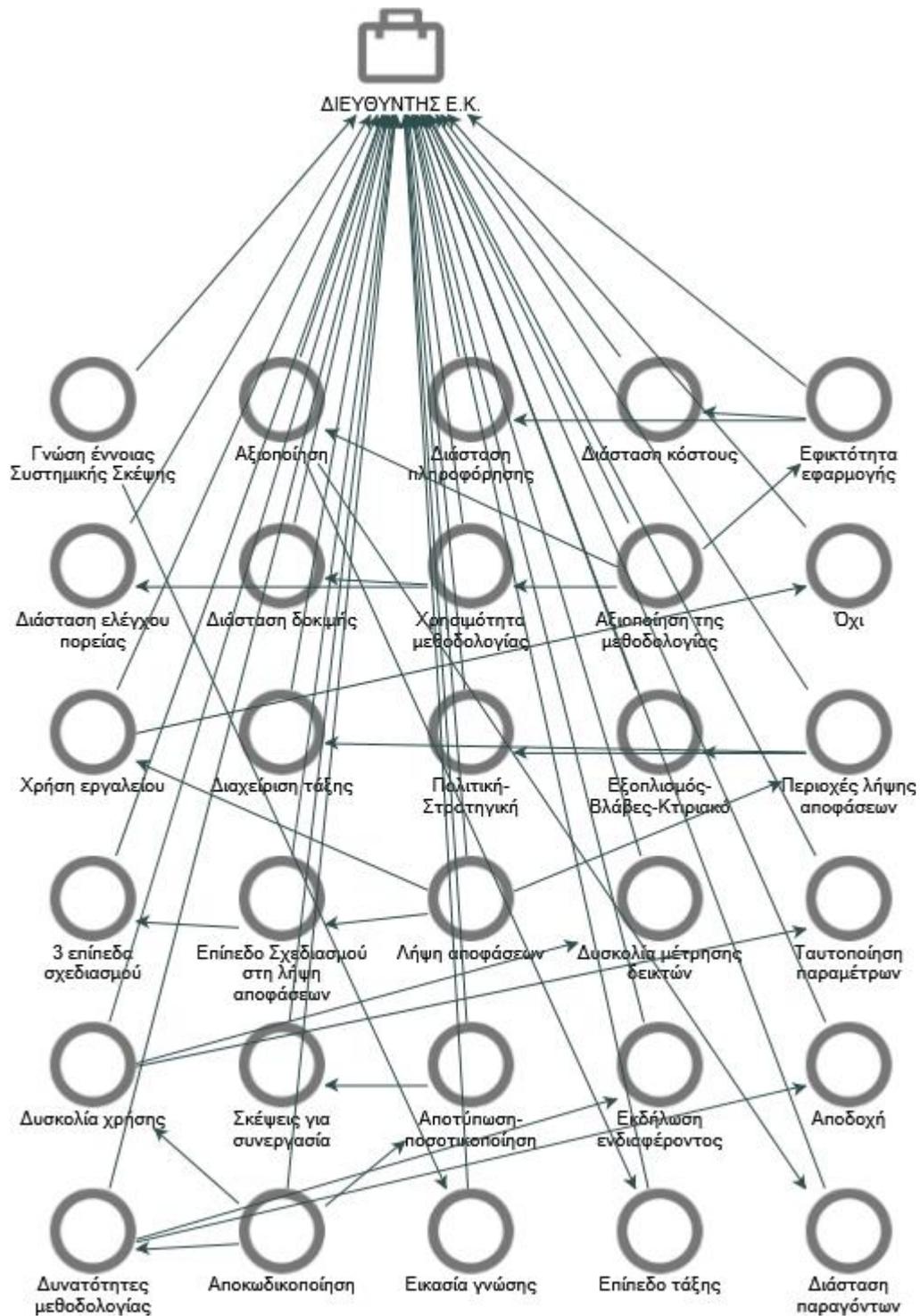
Εικόνα 36: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθύντριας Γενικού Λυκείου



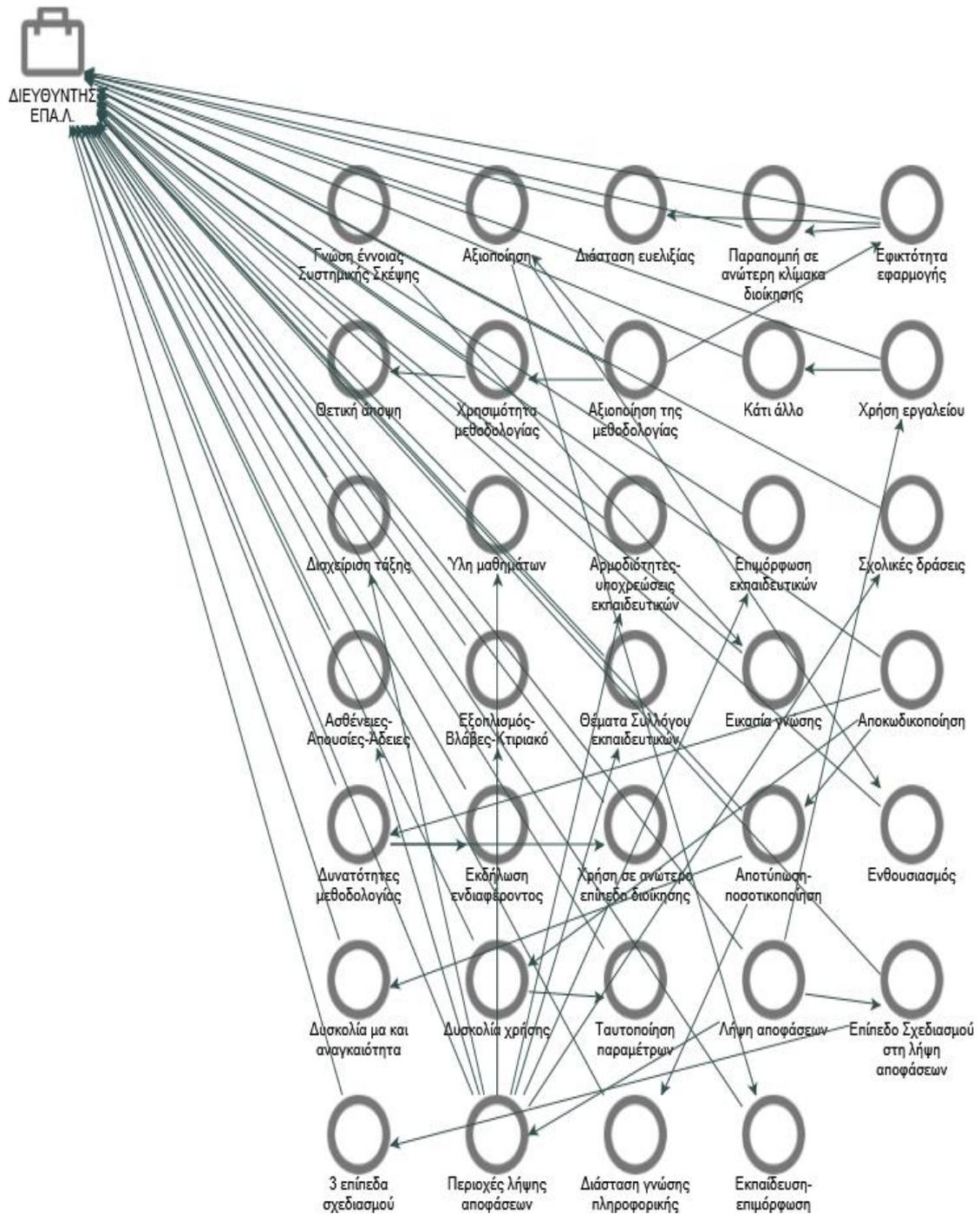
Εικόνα 37: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης



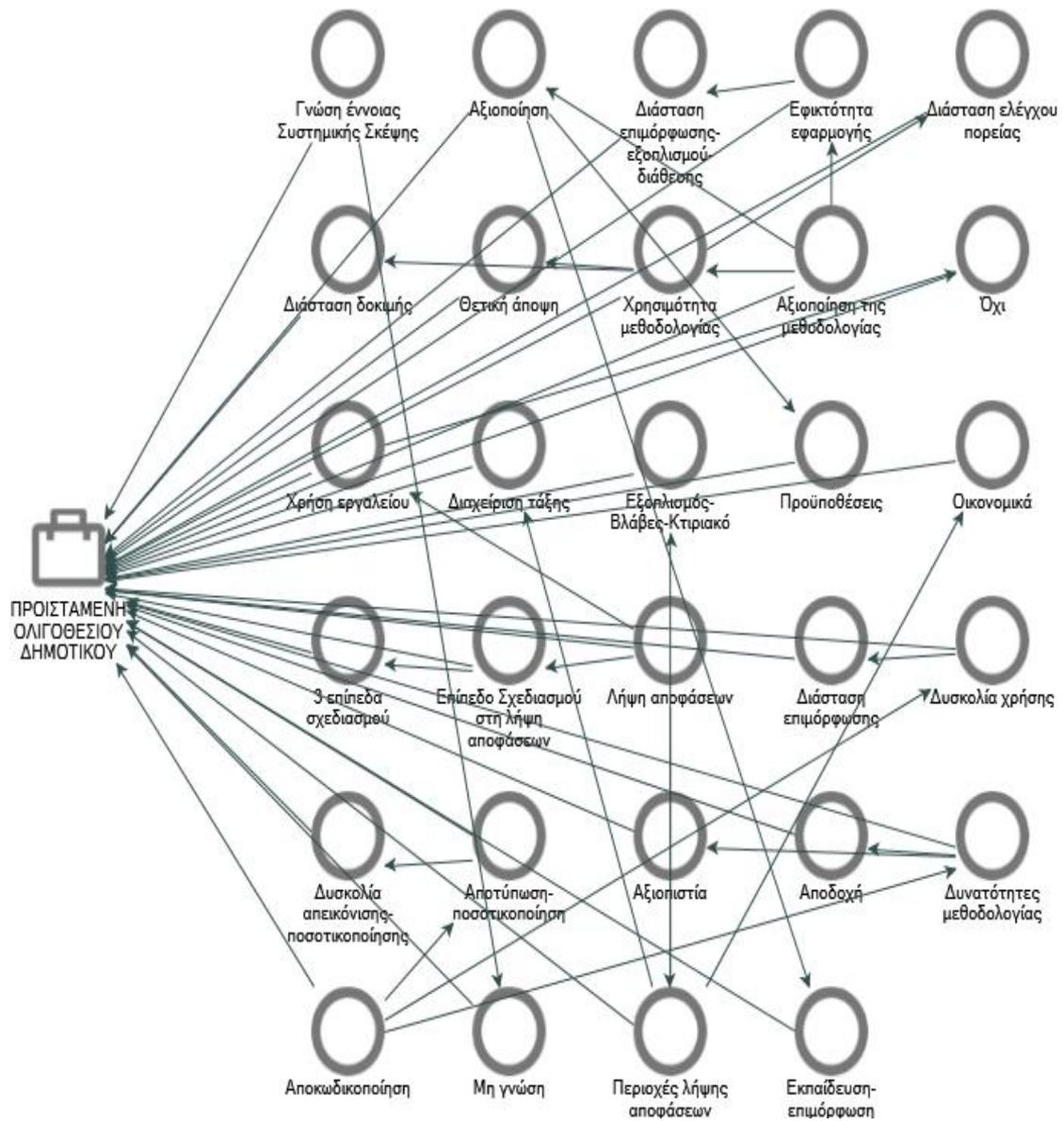
Εικόνα 38: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου



Εικόνα 39: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Εργαστηριακού Κέντρου



Εικόνα 40: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Διευθυντή Επαγγελματικού Λυκείου



Εικόνα 41: Διάγραμμα (Project Map) κωδικοποιημένων απαντήσεων Προϊσταμένης Ολιγοθέσιου Δημοτικού Σχολείου

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρήση λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Μέσα από τις συνεντεύξεις προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα η ανάλυση των οποίων θα γίνει με βάση τα σχετικά ερευνητικά ερωτήματα.

8.1 Συμπεράσματα

1. Ποιες είναι οι γνώσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Ως προς το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που αφορά τις γνώσεις των στελεχών της εκπαίδευσης για την έννοια της συστημικής σκέψης, από τις απαντήσεις τους διαφαίνεται πως η έννοια της συστημικής σκέψης τους είναι άγνωστη. Η επαγγελματική ενασχόλησή τους με τη διοίκηση ενός πολύπλοκου και δυναμικού συστήματος όπως είναι η εκπαιδευτική μονάδα δε σημαίνει ότι γνωρίζουν την έννοια της συστημικής σκέψης. Διακρίνεται μια προσπάθεια κατανόησης της έννοιας από κάποια στελέχη, η οποία προκύπτει από την πρότερη παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης και του λογισμικού. Κατανοούν μέσω της εμπειρίας τους ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος, όμως, η έννοια δεν τους είναι οικεία.

2. Σε ποια χρονική διάσταση έγκειται ο σχεδιασμός κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων των στελεχών της εκπαίδευσης;

Ο σχεδιασμός κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων έχει τόσο βραχυχρόνιο προσανατολισμό όσο και μεσο-μακροχρόνιο. Τα στελέχη θεωρούν πως το αντικείμενο της εργασίας τους επιβάλλει να αντιμετωπίζουν καταστάσεις ή προβλήματα όπου απαιτούνται και τα τρία επίπεδα σχεδιασμού. Το μέγεθος και η σημαντικότητα των προβλημάτων που παρουσιάζονται, ο χρόνος που απαιτείται αλλά και η διάσταση της επικοινωνίας θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες για τη λήψη των αποφάσεων σε μεσο-μακροχρόνιο επίπεδο. Τονίζεται, ότι από την αρχή του έτους τίθενται στόχοι και πως μέρος της καθημερινότητας είναι η αντιμετώπιση καταστάσεων ή προβλημάτων που απαιτούν άμεσα τη λήψη απόφασης. Η άποψη που μειοψηφεί θεωρεί ότι ο

σχεδιασμός σε μακροχρόνιο επίπεδο δεν αφορά τις εκπαιδευτικές μονάδες, καθώς η σχετική αρμοδιότητα αφορά κυρίως το Υπουργείο. Θεωρεί ότι οι αποφάσεις σε επίπεδο εκπαιδευτικών μονάδων αφορούν κυρίως διαχειριστικά θέματα της καθημερινότητας.

Συγκεκριμένες θεματικές περιοχές που άπτονται της διαδικασίας λήψης αποφάσεων είναι κατά τα στελέχη ο εξοπλισμός και βλάβες, το κτιριακό, η διαχείριση της τάξης, απουσίες εκπαιδευτικών και μαθητών, πειθαρχικά θέματα, οικονομικά, θέματα του συλλόγου διδασκόντων, θέματα επικοινωνίας με γονείς και δήμους και σχολικές δράσεις. Από τις απαντήσεις των στελεχών φαίνεται ότι ο κύριος όγκος των θεματικών στις οποίες καλούνται να λάβουν απόφαση αφορά την καθημερινή λειτουργία της εκπαιδευτικής μονάδας. Οι απαντήσεις των στελεχών σε σχέση με τις θεματικές που τους απασχολούν ως προς τη λήψη αποφάσεων έρχεται σε αντίθεση με τις απαντήσεις που έδωσαν στο επίπεδο του σχεδιασμού, όπου ανέφεραν ότι ο σχεδιασμός τους έγκειται και στα τρία επίπεδα.

3. Χρησιμοποιούν τα στελέχη της εκπαίδευσης λογισμικά ως επικουρικά εργαλεία στη λήψη αποφάσεων;

Τα στελέχη δεν χρησιμοποιούν κάποιο λογισμικό προσομοίωσης κατά την άσκηση διεύθυνσης. Αναφέρουν ότι χρησιμοποιούν κάποιους άλλους τρόπους οι οποίοι τους βοηθούν να κάνουν ευκολότερο το καθημερινό τους έργο. Η χρήση προσωπικών αρχείων, η χρήση του «My School» ή η χρήση του «ΕΠΑΦΟΣ» αποτελούν διαχειριστικά, υποστηρικτικά εργαλεία τα οποία τους παρέχουν κάποια στοιχεία ώστε να λάβουν κάποια απόφαση ή τους παρέχουν κάποιες λύσεις σε καθημερινά προβλήματα όπως το ωρολόγιο πρόγραμμα. Διαφαίνεται από τις απαντήσεις τους ότι επιτελούν ένα διαχειριστικό έργο, καθώς είναι επιφορτισμένοι/ες με την εύρυθμη καθημερινή λειτουργία της εκπαιδευτικής μονάδας. Δεν υφίσταται η διάσταση του σχεδιασμού και ελέγχου πολιτικής σε επίπεδο εκπαιδευτικής μονάδας.

4. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τις δυνατότητες των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;

Οι δυνατότητες των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων αποτιμώνται θετικά από τα στελέχη. Θεωρούν ότι θα ήταν ευκατάρτη η χρήση τους στις πρακτικές της διοίκησης και η εφαρμογή τους σε επίπεδο εκπαιδευτικών μονάδων και αναφέρουν ενδεικτικά πεδία εφαρμογής. Θεωρούν ότι η ύπαρξη και χρήση αυτών των λογισμικών μπορεί να αποτελέσει εργαλείο επικύρωσης των αποφάσεων που

λαμβάνουν, τονίζοντας χαρακτηρίζοντάς τα μάλιστα ως αξιόπιστα. Οι λίγες επιφυλάξεις αφορούν τον προβληματισμό αν κατά πόσο μπορούν να εισαχθούν στα λογισμικά προσομοίωσης χαρακτηριστικά όπως συναισθήματα ή συμπεριφορές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δηλώνεται η επιθυμία χρήσης των λογισμικών προσομοίωσης ως εργαλείων πρόβλεψης διαχειριστικών αναγκών. Τα στελέχη φαίνεται ότι δεν είναι εξοικειωμένα με τον σχεδιασμό και τον έλεγχο εφαρμογής πολιτικών σε μεσο-μακροχρόνιο επίπεδο. Τονίζονται η δυσκολία ορισμού των στοιχείων και των ορίων του συστήματος, όπως και η αλλαγή των παραμέτρων μετά από κάθε προσομοίωση. Τα στελέχη εκφράζουν επίσης την άποψη ότι πρόκειται για εργαλεία που αφορούν υψηλότερα επίπεδα διοίκησης όπως οι Περιφερειακές Διευθύνσεις Εκπαίδευσης ή το Υπουργείο, των οποίων αντικείμενο είναι ο μεσο-μακροχρόνιος σχεδιασμός. Φαίνεται από τις απαντήσεις ότι τα στελέχη δεν είναι εξοικειωμένα με τον σχεδιασμό πολιτικών, απόρροια του γεγονότος ότι η αυτονομία των εκπαιδευτικών μονάδων δεν είναι ακόμα στο αντίστοιχο επίπεδο.

Τα στελέχη τονίζουν τη δυσκολία απεικόνισης και ποσοτικοποίησης των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος ως προς τη δυνατότητα αποτύπωσης των ανθρώπινων σχέσεων, συμπεριφορών και συναισθημάτων τονίζοντας παράλληλα την αναγκαιότητά της. Θεωρούν ότι μπορεί να γίνει πιο εύκολα τηρουμένων κάποιων προϋποθέσεων όπως, η γνώση πληροφορικής προκειμένου κάποιος να μπορεί να εργαστεί με ένα τέτοιο λογισμικό. Δίνεται βαρύτητα στη δυνατότητα χρήσης του λογισμικού και όχι στην κατανόηση της μεθοδολογίας. Αναγνωρίζεται ότι υπάρχουν θέματα τα οποία χρήζουν βελτίωσης και μπορεί να δώσει λύσεις η μεθοδολογία. Διατυπώνονται κάποιες επιφυλάξεις ως προς το αποτέλεσμα έστω και αν γίνει σωστά η απεικόνιση των σχέσεων, ενώ διακρίνονται σκέψεις για συνεργασία με όσους έχουν τη σχετική γνώση.

5. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για το βαθμό δυσκολίας χρήσης των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων;

Ως προς τη δυσκολία χρήσης των λογισμικών προσομοίωσης στη Διακυβέρνηση τα στελέχη τονίζουν τη σχετική ευκολία υπό προϋποθέσεις. Θεωρούν ότι η ευκολία χρήσης της μεθοδολογίας εξαρτάται από τη σωστή απεικόνιση του συστήματος. Παράλληλα, ως προς την ευκολία χρήσης τονίζεται ο ενισχυτικός παράγοντας της σχετικής επιμόρφωσης στα στελέχη της εκπαίδευσης.

6. Ποιες είναι οι απόψεις των στελεχών της εκπαίδευσης για τη χρησιμότητα της μεθοδολογίας Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων θεωρείται χρήσιμο έως πολύ χρήσιμο εργαλείο από τα στελέχη καθώς, μπορεί να τους/τις βοηθήσει, να δώσει λύσεις και να τους/τις διευκολύνει στο αντικείμενό τους. Θεωρούν ότι μπορεί να αποτελέσει ένα μέσο ελέγχου της ορθότητας των ενεργειών τους και παρακολούθησης της πορείας των και θα ήθελαν να το δουν δοκιμαστικά στην πράξη. Διατυπώνουν την άποψη πως η επιμόρφωση των διευθυντών στη συγκεκριμένη μεθοδολογία είναι απαραίτητη προκειμένου να μπορέσουν να τη χρησιμοποιήσουν. Η ηλικία ίσως είναι ένας περιοριστικός παράγοντας ως προς την εκμάθηση και χρήση της μεθοδολογίας, η οποία θα αποτελέσει ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο για την επόμενη και νεότερη ηλικιακά γενιά διευθυντών, η οποία είναι περισσότερο εξοικειωμένη με τη τεχνολογία.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων θεωρείται εφικτή, ακόμα και απαραίτητη στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Προκειμένου να γίνει αυτό απαιτείται εξοπλισμός των εκπαιδευτικών μονάδων, επιμόρφωση των στελεχών αλλά και προσωπική διάθεση για την εφαρμογή της. Θεωρούν ότι μπορεί να συνεισφέρει θετικά στην ταχύτητα λήψης αποφάσεων. Ως περιοριστικοί παράγοντες για την εφαρμογή της μεθοδολογίας αναφέρονται η διαδικασία μοντελοποίησης στο λογισμικό και το κόστος κτήσης, ενώ, η πληροφόρηση και η διαθεσιμότητα ελεύθερων προς χρήση λογισμικών δρουν ενισχυτικά. Τα στελέχη επίσης, εξέφρασαν το ενδιαφέρον τους για τα λογισμικά, ενώ θεωρούν ότι είναι δύσκολη η εφαρμογή τους επί του παρόντος στο ελληνικό συγκείμενο. Παράλληλα, τονίζουν ότι ενδείκνυται για εφαρμογή σε υψηλότερα επίπεδα διοίκησης καθώς η αυτονομία της εκπαιδευτικής μονάδας είναι περιορισμένη.

7. Ποιες είναι οι διαθέσεις των στελεχών της εκπαίδευσης ως προς την αξιοποίηση των Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη λήψη αποφάσεων;

Τα στελέχη δηλώνουν κατηγορηματικά ή με ενθουσιασμό ότι θα επιθυμούσαν να αξιοποιήσουν τα λογισμικά προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης, θεωρώντας τα σημαντικό εργαλείο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Διαφαίνεται πως ο προσανατολισμός των στελεχών είναι προς τη

βελτίωση της καθημερινότητάς τους και πως ο σχεδιασμός και ο έλεγχος δεν είναι στο αντικείμενό τους. Θεωρούν ότι η αξιοποίηση μπορεί να γίνει τηρουμένων των προϋποθέσεων της επιμόρφωσης και του ανάλογου εξοπλισμού, η πίστωση χρόνου θα συνδράμει στην εξοικείωση και βελτίωσή τους και εισάγουν τη διάσταση της συνεργατικότητας στη συμμετοχική διαδικασία μοντελοποίησης. Τέλος, αναπτύσσουν τους πρώτους συλλογισμούς τους για εφαρμογή της μεθοδολογίας σε συγκεκριμένα πεδία, όπως της αναπαράστασης της σχολικής τάξης ως σύστημα προς παρατήρηση.

8.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε τις απόψεις διευθυντών και διευθυντριών δημόσιων εκπαιδευτικών μονάδων και ενός διευθυντή διεύθυνσης εκπαίδευσης μιας Περιφερειακής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης. Θα είχε ενδιαφέρον η έρευνα να επεκταθεί στο σύνολο της χώρας, περιλαμβάνοντας έναν αντιπροσωπευτικό αριθμό στελεχών της εκπαίδευσης από όλες τις Περιφερειακές Διευθύνσεις Εκπαίδευσης, αλλά και όλες τις κατηγορίες εκπαιδευτικών μονάδων της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προσδίδοντας έτσι στην έρευνα τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

Μια νέα έρευνα θα μπορούσε να περιλάβει τις απόψεις των υψηλότερων επιπέδων διοίκησης, περιλαμβάνοντας τα στελέχη διεύθυνσης πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και τα στελέχη των περιφερειακών διευθύνσεων εκπαίδευσης.

Η επανάληψη της παρούσας έρευνας με συμμετέχοντες/ουσες στελέχη της ιδιωτικής εκπαίδευσης θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς θα αποτύπωνε τις ομοιότητες και διαφορές ως προς τις στάσεις, αντιλήψεις και παρανοήσεις για τη χρήση των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Ιδιωτικής Εκπαίδευσης.

Θεωρούμε άξια σημασίας μια προσπάθεια ανάπτυξης και εφαρμογής ενός μοντέλου προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης στο ελληνικό συγκείμενο, με σκοπό τη χρήση του για την επιμόρφωση των στελεχών στη συστημική σκέψη.

Βιβλιογραφία

- Ackoff, R. L. (1971). TOWARDS A SYSTEM OF SYSTEMS CONCEPTS *. *MANAGEMENT SCIENCE*, 17(11).
- Adam, T., & De Savigny, D. (2012). Systems thinking for strengthening health systems in LMICs: Need for a paradigm shift. In *Health Policy and Planning* (Vol. 27, Issue SUPPL. 4, pp. iv1–iv3). Oxford Academic.
<https://doi.org/10.1093/heapol/czs084>
- Adams, K. M., Keating, C. B., & Adams, K. M. (2011). Overview of the systems of systems engineering methodology. *Int. J. System of Systems Engineering*, 2(3), 112–119. <https://doi.org/10.1504/IJSSE.2011.040549>
- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented Innovation: A Systematic Review. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180–205. <https://doi.org/10.1111/IJMR.12068>
- Al Hallak, L., Ayoubi, R. M., Moscardini, A., & Loutfi, M. (2019). A system dynamic model of student enrolment at the private higher education sector in Syria. *Studies in Higher Education*, 44(4), 663–682.
<https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1393061>
- Altamirano, M. A., & Daalen, C. E. Van. (2004). A System Dynamics model of primary and secondary education in Nicaragua. *System Dynamic Conference*.
http://www.systemdynamics.org/conferences/2004/SDS_2004/PAPERS/122VAN_D.pdf
- Andrade, C. (2021). The Inconvenient Truth About Convenience and Purposive Samples. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(1), 86–88.
<https://doi.org/10.1177/0253717620977000>
- AnyLogic: Simulation Modeling Software Tools & Solutions for Business*. (n.d). Retrieved August 25, 2022, from <https://www.anylogic.com/>
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44(C), 669–678.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>
- Aronson, D., & Angelakis, D. (1999). Step-By-Step Stocks and Flows: Improving the

- Rigor of Your Thinking. *The Systems Thinker*, 10(4), 6–7.
<https://thesystemsthinker.com/step-by-step-stocks-and-flows-improving-the-rigor-of-your-thinking/>
- Ary, D., Jacobs, L. C., Sorensen, C., & Razavieh, A. (2010). *Introduction to Research in Education*. Wadsworth, Cengage Learning.
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/TEA.20061>
- Bankes, S. C. (2002). Tools and techniques for developing policies for complex and uncertain systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(SUPPL. 3), 7263–7266.
<https://doi.org/10.1073/pnas.092081399>
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*, 12(3), 183–210.
[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1727\(199623\)12:3<183::aid-sdr103>3.0.co;2-4](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1727(199623)12:3<183::aid-sdr103>3.0.co;2-4)
- Barlas, Y. (2002). System Dynamics: systemic feedback modeling for policy analysis. *Knowledge for Sustainable Development: An Insight into the Encyclopedia of Life Support Systems*, 1131–1175.
- Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, R. S. J., & Yumkella, K. K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, 39(12), 7896–7906. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039>
- Bertalanffy, L. von. (1968). *General system theory*. George Braziller, Inc.
- Bureš, V. (2015). *Comparative Analysis of System Dynamics Software Packages*. xx(June).
- Burns, T. (2012). *Effective Local Level Governance in Education Trends in Education Recession as opportunity to accelerate*. April.
- Burns, T., & Köster, F. (2016). Governing Education in a Complex World. *OECD Conference*, 241.

- Busemeyer, M. R. (2012). Two decades of decentralization in education governance: Lessons learned and future outlook for local stakeholders. *OECD Conference*.
- Cabrera, D., Cabrera, L., & Midgley, G. (2021). The Four Waves of Systems Thinking. *Routledge Handbook of Systems Thinking, January*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32099.68649>
- Calori, R., Johnson, G., & Sarnin, P. (1994). Ceos' cognitive maps and the scope of the organization. *Strategic Management Journal, 15*(6), 437–457.
<https://doi.org/10.1002/SMJ.4250150603>
- Capra, F. (1996). *The Web of Life*. Doubleday.
- Cavaleri, S., & Sterman, J. D. (1997). Towards evaluation of systems thinking interventions: a case study. *Ltd. Syst. Dyn. Rev, 13*, 171–186.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199722\)13:2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199722)13:2)
- Checkland, PB. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Wiley.
- Checkland, Peter. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective a. *Systems Research and Behavioral Science Syst. Res, 17*, 11–58.
<https://doi.org/10.1002/1099-1743>
- Chen, D., & Stroup, W. (1993). General system theory: Toward a conceptual framework for science and technology education for all. *Journal of Science Education and Technology, 2*(3), 447–459. <https://doi.org/10.1007/BF00694427>
- Ciuk, S., & Latusek, D. (2017). Ethics in Qualitative Research. In *Qualitative Methodologies in Organization Studies* (Vol. 1, Issue March 2021, pp. 195–213). Palgrave Macmillan Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65217-7>
- Coleman, P. (2022). Validity and Reliability within Qualitative Research in the Caring Sciences. *International Journal of Caring Sciences, 14*(3), 2041–2045.
www.internationaljournalofcaringsciences.org
- Creswell, J. (2014). Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *SAGE Publications Inc.* (4th ed.). SAGE Publications Inc.
- Dangerfield, B. (2020). THE BASIC PRINCIPLES OF SYSTEMS THINKING AND SYSTEM DYNAMICS. *Proceedings of the Operational Research Society*

Simulation Workshop 2020 (SW20) M. Fakhimi, D. Robertson, and T. Boness, Eds. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>

Davis, A. P., Dent, E. B., & Wharff, D. M. (2015). A Conceptual Model of Systems Thinking Leadership in Community Colleges. *Systemic Practice and Action Research*, 28(4), 333–353. <https://doi.org/10.1007/S11213-015-9340-9/FIGURES/1>

Dawson, C. (2002). A practical Guide to Research Methods: A user-friendly manual for mastering research techniques and projects. *Chemistry & ...*, 167. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract>

De La Prieta, F., González-Briones, A., Corchado, J. M., Rincón, A. G., Carrillo Barbosa, R. L., Segovia-García, N., Ricardo, D., Franco, A., & Co, (D R A F. (2022). Disinformation in Social Networks and Bots: Simulated Scenarios of Its Spread from System Dynamics. *Systems 2022, Vol. 10, Page 34, 10(2)*, 34. <https://doi.org/10.3390/SYSTEMS10020034>

Dekker, S., Cilliers, P., & Hofmeyr, J. H. (2011). The complexity of failure: Implications of complexity theory for safety investigations. *Safety Science*, 49(6), 939–945. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2011.01.008>

Dianati, K., Schäfer, L., Milner, J., Gómez-Sanabria, A., Gitau, H., Hale, J., Langmaack, H., Kiese Wetter, G., Muindi, K., Mberu, B., Zimmermann, N., Michie, S., Wilkinson, P., & Davies, M. (2021). A system dynamics-based scenario analysis of residential solid waste management in Kisumu, Kenya. *Science of the Total Environment*, 777, 146200. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146200>

Dooly, M., Moore, E., & Vallejo, C. (2017). Research ethics. In *Qualitative approaches to research on plurilingual education* (pp. 351–362). Research-publishing.net. <https://doi.org/10.7748/paed.17.5.7.s13>

Drack, M., Apfalter, W., & Pouvreau, D. (2007). ON THE MAKING OF A SYSTEM

THEORY OF LIFE: PAUL A WEISS AND LUDWIG VON BERTALANFFY'S CONCEPTUAL CONNECTION. *The Quarterly Review of Biology*, 82(4), 349. <https://doi.org/10.1086/522810>

Fidan, T., & Balçı, A. (2017). Managing schools as complex adaptive systems: A strategic perspective. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(1), 11–26. <https://doi.org/10.26822/iejee.2017131883>

Flood, Robert L., Jackson, M. C., & Schechter, D. (1992). Total systems intervention: A research program. *Systems Practice*, 5(1), 79–83. <https://doi.org/10.1007/BF01060048>

Flood, Robert Louis. (2010a). The relationship of “systems thinking” to action research. *Systemic Practice and Action Research*, 23(4), 269–284. <https://doi.org/10.1007/s11213-010-9169-1>

Flood, Robert Louis. (2010b). The relationship of “systems thinking” to action research. *Systemic Practice and Action Research*, 23(4), 269–284. <https://doi.org/10.1007/S11213-010-9169-1>

Forio | Custom Simulations for Training and Higher Education. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://forio.com/>

Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. The M.I.T. Press.

Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Pegasus Communications.

Forrester, J. W. (1971a). Counterintuitive behavior of social systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 3(C), 1–22. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(71\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(71)80001-X)

Forrester, J. W. (1971b). *World Dynamics* (Second Edi). Wright-Allen Press.

Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2–3), 245–256. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100211>

Forrester, J. W. (2008). The Beginning of System Dynamics. *Production and Operations Management*, 17(4), i–ii. <https://doi.org/10.3401/poms.1080.0022>

Forrester, J. W. (2009). Some basic concepts in system dynamics. *Sloan School of Management*, ..., 1–17.

http://www.systemsmodelbook.org/uploadedfile/238_63f73156-02df-4d87-b0c6-c286a7beec26_SomeBasicConcepts.pdf

Fortmann-Roe, S. (2014). Insight Maker: A general-purpose tool for web-based modeling & simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 47, 28–45. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2014.03.013>

Fraenkel, J., & Wallen, N. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education* (Seventh Ed). McGraw-Hill.

Frank, M. (2012). Engineering Systems Thinking: Cognitive Competencies of Successful Systems Engineers. *Procedia Computer Science*, 8, 273–278. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2012.01.057>

Fullan, M. (2001). *Whole school reform : Problems and Promises*. New York.

Gaines, B. R. (1979). General Systems Research: Quo Vadis? *General Systems: Yearbook of the Society for General Systems Research*, 24(January 1979), 1–9.

Gharajedaghi, J., Model, T. S., & Systems, I. (2004). *Systems Thinking , Managing Chaos and Complexity , A platform for Designing Business Architecture PART I : System philosophy : The name of the devil*. 1–23. www.mkp.com

Goguen, J. A., & Varela, F. J. (1979). Systems and Distinctions; Duality and Complementarity. *International Journal of General Systems*, 5(1), 31–43. <https://doi.org/10.1080/03081077908960886>

Groff, J. S. (2013). Dynamic Systems Modeling in Educational System Design & Policy. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 2(2), 72–81. <https://doi.org/10.7821/naer.2.2.72-81>

Henshaw, J. L. (2019). Systems Thinking for Systems Making: Joining Systems of Thought and Action. *Systemic Practice and Action Research*, 32(1), 63–91. <https://doi.org/10.1007/S11213-018-9450-2/FIGURES/10>

Home | Insight Maker. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://insightmaker.com/>

Hopper, M., & Stave, K. (2008). Assessing the effectiveness of systems thinking interventions in the classroom. *Proceedings of the 26th International Conference*

- of the System Dynamics Society*, 1–26.
<http://www.systemdynamics.org/conferences/2008/proceed/index.htm>
- Hossain, N. U. I., Dayarathna, V. L., Nagahi, M., & Jaradat, R. (2020). Systems thinking: A review and bibliometric analysis. *Systems*, 8(3), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/systems8030023>
- Hossain, N. U. I., Jaradat, R. M., Hamilton, M. A., Keating, C. B., & Goerger, S. R. (2019). A Historical Perspective on Development of Systems Engineering Discipline: A Review and Analysis. *Journal of Systems Science and Systems Engineering 2019 29:1*, 29(1), 1–35. <https://doi.org/10.1007/S11518-019-5440-X>
- Hsiao, C.-T., Peng, H.-L., & Lee, B. C.-Y. (2009). *A Dynamic Demand-Supply Model for Elementary School Teachers in Taiwan*. 7(3), 190–200.
<http://core.kmi.open.ac.uk/display/17810247>
- isee systems*. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://www.iseesystems.com/>
- Jackson, M. C., & Sambo, L. G. (2020). Health systems research and critical systems thinking: the case for partnership. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/SRES.2638>
- Jackson, S. E., Schuler, R. S., & Jiang, K. (2014). An Aspirational Framework for Strategic Human Resource Management. *New Pub: Academy of Management*, 8(1), 1–56. <https://doi.org/10.1080/19416520.2014.872335>
- Jaradat, R., Campbell, S. E., & Abutabenjeh, S. (2016). How to find systems thinkers. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2016-June*. <https://doi.org/10.18260/p.25489>
- Jaradat, R., Hamilton, M. A., Dayarathna, V. L., Karam, S., Jones, P., Wall, E. S., Amrani, S. El, & En Hsu, G. S. (2019). Measuring individuals' systems thinking skills through the development of an immersive virtual reality complex system scenarios. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--33090>
- Jaradat, R. M. (2015). Complex system governance requires systems thinking-how to find systems thinkers. *International Journal of System of Systems Engineering*,

6(1–2), 53–70. <https://doi.org/10.1504/IJSSE.2015.068813>

Jaradat, R. M., Keating, C. B., & Bradley, J. M. (2018). Individual Capacity and Organizational Competency for Systems Thinking. *IEEE Systems Journal*, 12(2), 1203–1210. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2017.2652218>

Jaradat, R., Stirgus, E., Goerger, S. R., Buchanan, R. K., Ibne Hossain, N. U., Ma, J., & Burch, R. (2020). Assessment of Workforce Systems Preferences/Skills Based on Employment Domain. *EMJ - Engineering Management Journal*, 32(1), 61–73. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1672407>

Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>

Karam, S., Nagahi, M., Dayarathna (Nick), V. L., Ma, J., Jaradat, R., & Hamilton, M. (2020). Integrating systems thinking skills with multi-criteria decision-making technology to recruit employee candidates. *Expert Systems with Applications*, 160, 113585. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2020.113585>

Kauffman, D. L. (1980). Systems One: An Introduction to Systems Thinking. *The Innovative Learning Series*, 41.

Kay, J. J., Regier, H. A., Boyle, M., & Francis, G. (1999). An ecosystem approach for sustainability: Addressing the challenge of complexity. *Futures*, 31(7), 721–742. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(99\)00029-4](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(99)00029-4)

Kim, D. H. (1999). Introduction to systems thinking. *Building Production Management Techniques*, 1–21. <https://doi.org/10.4324/9781315839417-1>

Kim, D. H. (2010). Behavior over time diagrams: Seeing Dynamic Interrelationships. *The Systems Thinker*, 21(5), 7–8.

Kirkwood, C. W. (1998). System Dynamics Methods: A Quick Introduction. *Growth Lakeland*, 10 September 2006, 124 pp. <https://doi.org/citeulike-article-id:683865>

Klir, G. (2001). *FACETS OF SYSTEMS SCIENCE International Federation for Systems Research* (G. Klir (Ed.); Second Ed.). IFSR.

- Kopainsky, B., Alessi, S. M., & Davidsen, P. I. (2011). Measuring Knowledge Acquisition in Dynamic Decision Making Tasks. *The 29th International Conference of the System Dynamics Society, August 2015*, 1–31.
- Kossiakoff, A., Sweet, W. N., Seymour, S. J., & Biemer, S. M. (2011). Systems Engineering Principles and Practice: Second Edition. In *Systems Engineering Principles and Practice: Second Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118001028>
- Lane, D. C., & Sterman, J. D. (2011). Jay Wright Forrester. *International Series in Operations Research and Management Science*, 147, 363–386. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6281-2_20
- Latuszyńska, M. (2017). Web-Based Tools for System Dynamics Simulation. *Foundations of Management*, 9(1), 287–298. <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0022>
- Leischow, S. J., Best, A., Trochim, W. M., Clark, P. I., Gallagher, R. S., Marcus, S. E., & Matthews, E. (2008). Systems Thinking to Improve the Public’s Health. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), S196–S203. <https://doi.org/10.1016/J.AMEPRE.2008.05.014>
- Leveson, N. G. (2018). *Engineering a Safer World*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8179.001.0001>
- Maani, K. E., & Maharaj, V. (2004). Links between systems thinking and complex decision making. *System Dynamics Review*, 20(1), 21–48. <https://doi.org/10.1002/SDR.281>
- Manesh, M. M., & Khatami, F. (2021). A System Dynamics Model to Design a More Effective Education System. *The System Dynamics Conference*. <https://systemdynamics.org/bibliography/>
- Martínez León, H. C., & Calvo-Amodio, J. (2017). Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4384–4402. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.11.132>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The Limits to growth*. Universe Books. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63768-0.00630->

- Mingers, J., & White, L. (2010). A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1147–1161.
<https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2009.12.019>
- Mohammadi, M., & Faskhodi, A. A. (2022). *Modeling the Dynamics of Knowledge Management in Educational Institutes : Modeling the Dynamics of Knowledge Management in Educational Institutes : A System Dynamics Approach*. June.
<https://doi.org/10.26907/esd.17.2.09>
- Mononen, L. (2017). Systems thinking and its contribution to understanding future designer thinking. *Design Journal*, 20(sup1), S4529–S4538.
<https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352949>
- Nagahi, M., Hossain, N. U. I., & Jaradat, R. (2019). Gender differences in practitioners' preferences for systems-thinking skills. *2019 International Annual Conference Proceedings of the American Society for Engineering Management and 40th Meeting Celebration: A Systems Approach to Engineering Management Solutions, ASEM 2019*.
- Nagahi, M., Ibne Hossain, N. U., Jaradat, R., Goerger, S. R., Abutabenjeh, S., & Kerr, C. (2020). Do the practitioners' level of systems-thinking skills differ across sector types? *SYSCON 2020 - 14th Annual IEEE International Systems Conference, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/SysCon47679.2020.9275917>
- Nagahi, M., Jaradat, R., Goerger, S. R., Hamilton, M., Buchanan, R. K., Abutabenjeh, S., & Ma, J. (2020). The Impact of Practitioners' Personality Traits on Their Level of Systems-Thinking Skills Preferences.
<https://doi.org/10.1080/10429247.2020.1780817>, 33(3), 156–173.
<https://doi.org/10.1080/10429247.2020.1780817>
- Nagahi, M., Jaradat, R., Ngahisarchoghaei, M., Hossain, N. U. I., Shah, C., & Goerger, S. R. (2020). The relationship between engineering students' systems thinking skills and proactive personality: Research initiation. *Proceedings of the 2020 IISE Annual Conference*, 25–30.

- NetLogo Home Page*. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- Nguyen, D., Liakata, M., DeDeo, S., Eisenstein, J., Mimno, D., Tromble, R., & Winters, J. (2020). How We Do Things With Words: Analyzing Text as Social and Cultural Data. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3(August), 1–14. <https://doi.org/10.3389/frai.2020.00062>
- Noble, H., & Smith, J. (2015). Issues of validity and reliability in qualitative research. *Evidence-Based Nursing*, 18(2), 34–35. <http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/23995/>
- OECD. (2020). *OECD Education Policy Perspectives No. 17 Education Policy Outlook In Greece. 17*.
- Olivares-Aguila, J., & ElMaraghy, W. (2021). System dynamics modelling for supply chain disruptions. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1757–1775. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1725171>
- Onat, N. C., Kucukvar, M., Halog, A., & Cloutier, S. (2017). Systems Thinking for Life Cycle Sustainability Assessment: A Review of Recent Developments, Applications, and Future Perspectives. *Sustainability 2017, Vol. 9, Page 706*, 9(5), 706. <https://doi.org/10.3390/SU9050706>
- Owen, D., & Noonan, M. (2013). Preparing and conducting interviews to collect data. Doody O, Noonan M. *Nurse Researcher*.
- Pedamallu, C., Ozdamar, L., Ganesh, L., Weber, G.-W., & Kropat, E. (2010). A System Dynamics Model for Improving Primary Education Enrollment in a Developing Country. *Organizacija*, 43(3), 90–101. <https://doi.org/10.2478/v10051-010-0010-5>
- Powersim Software*. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://powersim.com/>
- Rahmandad, H., & Sterman, J. D. (2012). Reporting guidelines for simulation-based research in social sciences. *System Dynamics Review*, 28(4), 396–411. <https://doi.org/10.1002/sdr.1481>
- Ratter, B. M. W. (2012). Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems Analysis. In *Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems Analysis*.

<https://doi.org/10.4324/9780203123195>

Rebs, T., Brandenburg, M., & Seuring, S. (2019). System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, *208*, 1265–1280.

<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.100>

Relić, D., & Božikov, J. (2020). Application of a system dynamics model in forecasting the supply and age distribution of physicians. *Croatian Medical Journal*, *61*(2), 100–106. <https://doi.org/10.3325/cmj.2020.61.100>

Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, *9*(2), 113–133.

<https://doi.org/10.1002/sdr.4260090203>

Richmond, B. (1994). Systems thinking/system dynamics: Let's just get on with it. *System Dynamics Review*, *10*(2–3), 135–157.

<https://doi.org/10.1002/SDR.4260100204>

Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision Support Systems*, *31*, 5–16.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511777271>

Ruiz-Meza, J., Sotaquirá, R., & Montoya-Torres, J. R. (2022). Effects of tourism planning and marketing strategies on destination brand equity: A system dynamics model. *Journal of Simulation*, 1–18.

<https://doi.org/10.1080/17477778.2022.2102945>

Sanchez, H. A., Wells, B., Attridge, J. M., & Drive, A. H. (2009). Using System Dynamics to Model Student Interest in Science , Technology , Engineering , and Mathematics. *Proceedings of the 27th International Conference of the System Dynamics Society*, 1–18.

Sapiri, H., Zulkepli Hew, J., Ahmad, N., Zainal Abidin, N., & Hawari, N. N. (2017). Introduction to system dynamic modelling and vensim software. *Introduction to System Dynamic Modelling and Vensim Software*, September.

<https://doi.org/10.32890/9789672064084>

- Schuelka, M. J., & Engsig, T. T. (2022). On the question of educational purpose: complex educational systems analysis for inclusion. *International Journal of Inclusive Education*, 26(5), 448–465.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1698062>
- Senge, P. M. (1991). The fifth discipline, the art and practice of the learning organization. *Performance + Instruction*, 30(5), 37–37.
<https://doi.org/10.1002/pfi.4170300510>
- Simantics System Dynamics | Open Source modelling and simulating tool for Simantics*. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <http://sysdyn.simantics.org/>
- Skaržauskiene, A. (2010). Managing complexity: Systems thinking as a catalyst of the organization performance. *Measuring Business Excellence*, 14(4), 49–64.
<https://doi.org/10.1108/13683041011093758>
- Söderström, O., Paasche, T., & Klauser, F. (2014). Smart cities as corporate storytelling. <https://doi.org/10.1080/13604813.2014.906716>, 18(3), 307–320.
<https://doi.org/10.1080/13604813.2014.906716>
- Squires, A., Wade, J., Dominick, P., & Gelosh, D. (2011). Building a Competency Taxonomy to Guide Experience Acceleration of Lead Program Systems Engineers. *9th Annual Conference on Systems Engineering Research (CSER)*, 1–10.
- Srikantaiah, D., Ying, Z., Lisa, S., Policy, C. on E., Washington, & DC. (2008). Lessons From the Classroom Level: Federal and State Accountability in Rhode Island. *Center on Education Policy*, November.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED503716&site=ehost-live>
- Stamell, G. (2001). Everyday behavior over time graphs. *The Creative Learning Exchange*, 1–19.
- Stave, K. A. (2002). Using system dynamics to improve public participation in environmental decisions. *System Dynamics Review*, 18(2), 139–167.
<https://doi.org/10.1002/SDR.237>
- Sterman, J. D. (2002). All models are wrong: Reflections on becoming a systems

- scientist. *System Dynamics Review*, 18(4), 501–531.
<https://doi.org/10.1002/sdr.261>
- Sterman, J. D., & Sweeney, L. B. (2000). Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review*, 16(4), 249–286.
- Sterman, John D. (1994). Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review*, 10(2–3), 291–330. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100214>
- Sterman, John D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4), 8–25.
<https://doi.org/10.2307/41166098>
- Sterman, John D. (2006). Learning from evidence in a complex world. *American Journal of Public Health*, 96(3), 505–514.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.066043>
- Strauss, L. M., & Borenstein, D. (2015). A system dynamics model for long-term planning of the undergraduate education in Brazil. *Higher Education*, 69(3), 375–397. <https://doi.org/10.1007/s10734-014-9781-6>
- Sturmberg, J. P., Martin, C. M., & Katerndahl, D. A. (2014). Systems and Complexity Thinking in the General Practice Literature: An Integrative, Historical Narrative Review. *The Annals of Family Medicine*, 12(1), 66–74.
<https://doi.org/10.1370/AFM.1593>
- Systemdynamics.org. (2015). What is System Dynamics « System Dynamics Society. *System Dynamics*, January. <https://systemdynamics.org/what-is-system-dynamics/>
- Tisue, S., & Wilensky, U. (2004). Netlogo: A simple environment for modeling complexity. *Conference on Complex Systems*, January, 1–10.
<http://ccl.sesp.northwestern.edu/papers/netlogo-iccs2004.pdf>
- Tomljenović, K., Holenko Dlab, M., & Zovko, V. (2022). Using System Dynamics Approach to Development of Enrollment Policies in Higher Education: A Case of Teacher Education Faculties in Croatia. *TEM Journal*, 11(2), 908–913.
<https://doi.org/10.18421/tem112-52>
- Tracy, S. J. (2012). Qualitative research methods. In *WILEY-BLACKWELL*.

<https://doi.org/10.4337/9781781001295>

- Upadhayay, L., & Vrat, P. (2016). Analysis of impact of industry-academia interaction on quality of technical education: A system dynamics approach. *Computers and Industrial Engineering*, *101*, 313–324.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.09.022>
- Valley, W., Wittman, H., Jordan, N., Ahmed, S., & Galt, R. (2018). An emerging signature pedagogy for sustainable food systems education. *Renewable Agriculture and Food Systems*, *33*(5), 467–480.
<https://doi.org/10.1017/S1742170517000199>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, *72*, 577–588.
<https://doi.org/10.1016/J.CHB.2017.03.010>
- Vensim.com*. (n.d.). Retrieved August 25, 2022, from <https://vensim.com/>
- Vo, H. V., Chae, B., & Olson, D. L. (2006). Integrating systems thinking into IS education. *Systems Research and Behavioral Science*, *23*(1), 107–121.
<https://doi.org/10.1002/SRES.720>
- Walsh, J. P., & Fahey, L. (1986). The Role of Negotiated Belief Structures in Strategy Making. *Journal of Management*, *12*(3), 325–338.
<https://doi.org/10.1177/014920638601200302>
- Waslander, S., Hooge, E. H., Theisens, H. C., & Pater, C. J. (2020). Steering in complex education systems. Why similar aims can have dramatically different results. *Journal of Education Policy*, *35*(2), 168–187.
<https://doi.org/10.1080/02680939.2018.1502895>
- Wheat, D. (2000). *A Systems Approach to Education*. 8850, 27.
- Widodo, H. P. (2014). Methodological Considerations in Interview Data Transcription. *International Journal of Innovation in English Language*, *3*(1), 101–107.
- Williams, A., Kennedy, S., Philipp, F., & Whiteman, G. (2017). Systems thinking: A review of sustainability management research. *Journal of Cleaner Production*, *148*, 866–881. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.02.002>

Wong, B. M., Etchells, E. E., Kuper, A., Levinson, W., & Shojania, K. G. (2010). Teaching quality improvement and patient safety to trainees: A systematic review. *Academic Medicine*, 85(9), 1425–1439.
<https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e3181e2d0c6>

Yang, J., & Zhao, Y. (2017). System dynamic modeling and simulation of high-quality educational resources sharing model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(12), 7985–7993.
<https://doi.org/10.12973/ejmste/80738>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α: Κωδικοί Ανάλυσης Δεδομένων (Codebook)

ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

Name	Description	Files	References
Αξιοποίηση της μεθοδολογίας	Αξιοποίηση της μεθοδολογίας στη λήψη αποφάσεων	6	44
Αξιοποίηση		6	14
Διάσταση παραγόντων		1	1
Διάσταση πίστωσης χρόνου		1	1
Διάσταση συνεργατικότητας		1	1
Εκπαίδευση-επιμόρφωση		2	2
Ενθουσιασμός		4	4
Επίπεδο τάξης		1	1
Ηλικιακή διάσταση		1	1
Προϋποθέσεις		2	3
Εφικτότητα εφαρμογής		6	16
Απαραίτητο		1	1
Διάσταση επιμόρφωσης-εξοπλισμού-διάθεσης		1	1
Διάσταση ευελιξίας		1	1
Διάσταση κοινωνικής πολιτικής		1	2

Name	Description	Files	References
Διάσταση κόστους		1	1
Διάσταση πληθυσμού		1	1
Διάσταση πληροφόρησης		1	1
Διάσταση σύγκρισης		1	1
Διάσταση ταχύτητας λήψης αποφάσεων		1	1
Δυσκολία		1	1
Παραπομπή σε ανώτερη κλίμακα διοίκησης		2	2
Περιορισμοί δράσης σχολικών μονάδων		1	1
Ποιότητα εκπαίδευσης		1	1
Ωρίμανση συνθηκών		1	1
Χρησιμότητα μεθοδολογίας		6	14
Διάσταση δοκιμής		2	2
Διάσταση ελέγχου πορείας		2	2
Διάσταση εμπειρίας		1	1
Διάσταση εξοικείωσης με τεχνολογία		1	1
Διάσταση επιμόρφωσης		1	1
Ηλικιακή διάσταση		1	1
Θετική άποψη		5	5

Name	Description	Files	References
Παραπομπή χρησιμότητας		1	1
Αποκωδικοποίηση	Τι αποκωδικοποιούν τα Στελέχη της Εκπαίδευσης από την παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης	6	35
Αποτύπωση- ποσοτικοποίηση		6	11
Διάσταση γνώσης πληροφορικής		1	1
Δυσκολία απεικόνισης- ποσοτικοποίησης		3	4
Δυσκολία μα και αναγκαιότητα		2	3
Επιφύλαξη		1	1
Ευκολία απεικόνισης		1	1
Σκέψεις για συνεργασία		1	1
Δυνατότητες μεθοδολογίας		6	16
Αδυναμίες		1	1
Αξιοπιστία		1	1
Αποδοχή		3	4
Εκδήλωση ενδιαφέροντος		2	3
Επιφυλακτικότητα		1	1
Ποιότητα- αποτελεσματικότητα		2	3
Συνεχείς αλλαγές παραμέτρων		1	1
Χρήση σε ανώτερο επίπεδο διοίκησης		2	2

Name	Description	Files	References
Δυσκολία χρήσης		6	8
Διάσταση επιμόρφωσης		1	1
Δυσκολία μέτρησης δεικτών		1	1
Εύκολο υπό προϋποθέσεις		2	3
Οπτική ατόμου		1	1
Ταυτοποίηση παραμέτρων		2	2
Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης	Γνώσεις των Στελεχών της Εκπαίδευσης για τη Συστημική Σκέψη	6	6
Εικασία γνώσης		2	2
Μη γνώση		2	2
Προσπάθεια κατανόησης		1	1
Σχετική γνώση και κατανόηση		1	1
Λήψη αποφάσεων	Επίπεδα σχεδιασμού, θέματα και χρήση εργαλείων υποβοήθησης	6	56
Επίπεδο Σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων		6	9
3 επίπεδα σχεδιασμού		5	6
Βραχυχρόνιος Σχεδιασμός		1	3
Περιοχές λήψης αποφάσεων		6	38
Αρμοδιότητες-υποχρεώσεις εκπαιδευτικών		1	1
Ασθένειες-Απουσίες-Άδειες		2	4

Name	Description	Files	References
Ατυχήματα		2	2
Διαχείριση τάξης		4	4
Είσοδος εξωσχολικού		1	2
Εντολές διεύθυνσης		1	1
Εξοπλισμός- Βλάβες-Κτιριακό		4	5
Επικοινωνία με γονείς		1	2
Επιμόρφωση εκπαιδευτικών		1	1
Θέματα Συλλόγου εκπαιδευτικών		2	2
Οικονομικά		2	2
Πειθαρχικά θέματα		1	2
Πολιτική- Στρατηγική		1	1
Συγκρούσεις		1	1
Σχέσεις γονέων- εκπαιδευτικών		1	1
Σχέσεις με Δήμους		2	2
Σχολικές δράσεις		2	2
Υγειονομική κρίση		1	1
Ύλη μαθημάτων		2	2
Χρήση εργαλείου		6	9
Αδιευκρίνιστο		1	1
Διατύπωση δυσκολίας χρήσης λογισμικών		1	1

Name	Description	Files	References
Ιστοσελίδα		1	1
Κάτι άλλο		3	3
Όχι		3	3
Στάση		6	40
Αρνητική		1	1
Θετική		6	26
Μικτή		5	11
Ουδέτερη		2	2

Παράρτημα Β: Πρωτόκολλο Συνέντευξης

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;
2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;
3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;
4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;
5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;
6. Ποια είναι η ηλικία σας;
7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;
8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;
3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;
4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;
6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Παράρτημα Γ: Έντυπο Συγκατάθεσης

Αξιότιμη κύριε - κυρία,

Ονομάζομαι Παναγιωτόπουλος Ιωάννης και στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών που παρακολουθώ στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου, με τίτλο «Μοντέλα Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Εκπαιδευτικών Μονάδων» εκπονώ τη διπλωματική μου εργασία με τίτλο «Εφαρμογές των λογισμικών προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης», με επιβλέποντα καθηγητή τον κ. Κρητικό Γεώργιο. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις των Στελεχών της Εκπαίδευσης για τη χρήση Λογισμικών Προσομοίωσης Δυναμικών Συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης. Προς επίτευξη αυτού επιλέχθηκε η διενέργεια ποιοτικής έρευνας, μέσω συνεντεύξεων των στελεχών εκπαίδευσης. Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι προαιρετική και θα πραγματοποιηθεί δια ζώσης μέσω ουσιαστικών συναντήσεων, κατά τις οποίες θα πραγματοποιηθούν συνεντεύξεις. Επισημαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση θα διασφαλιστεί η ανωνυμία σας και θα τηρηθεί εχεμύθεια για τη συμμετοχή σας στην ερευνά μου. Σε καμία περίπτωση δεν θα δημοσιοποιηθούν τα ονοματεπώνυμα των συμμετεχόντων, ούτε προφορικά αλλά ούτε και κατά τη σύνταξη της ερευνητικής διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, σε οποιαδήποτε στιγμή της συνέντευξης, δύνασθε να ζητήσετε τη μη συνέχισή της, χωρίς αυτό φυσικά να έχει για εσάς κάποια επίπτωση. Η συγκατάθεσή και ακόλουθη συμμετοχή σας στην έρευνά μου καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς η διοικητική και εκπαιδευτική σας εμπειρία στο χώρο της εκπαίδευσης μπορεί να προσφέρει πολύτιμα στοιχεία σε αυτήν. Εφόσον επιθυμείτε, τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να σας κοινοποιηθούν μετά την ολοκλήρωση της εργασίας. Σας ευχαριστώ θερμά για την συμμετοχή και την πολύτιμη βοήθειά σας.

Με εκτίμηση,

Παναγιωτόπουλος Ιωάννης

Ονοματεπώνυμο

Υπογραφή συγκατάθεσης

Παράρτημα Δ: Οι Απομαγνητοφωνήσεις των Συνεντεύξεων

Συνέντευξη με Διευθυντή Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΔΔΕ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

Γυμναστής.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μεταεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Μεταπτυχιακό, ΑΣΠΑΙΤΕ Συμβουλευτική, μεταπτυχιακός φοιτητής ΕΚΠΑ.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

B1 Επίπεδο.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

31.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

15 έτη.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

56.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Την έχω ακούσει αρκετές φορές, σίγουρα στο μεταπτυχιακό που έκανα αλλά και στη συνέχεια κατά την άσκηση των επαγγελματικών καθηκόντων είτε παρακολουθώντας κάποια σεμινάρια, δεν σημαίνει ότι έχω εντρυφήσει ιδιαίτερα, αλλά εντάξει, το κατανοώ.

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Είναι κατά βάση της στιγμής και πολύ λιγότερο σε μακροχρόνιο σχεδιασμό, καθότι, η χώρα μας έχει ένα κεντρικό γενικότερα σύστημα το οποίο, ξεκινούν τα πάντα από το Υπουργείο, οι μακροχρόνιοι σχεδιασμοί είτε έχουν να κάνουν με τον πληθυσμό των εκπαιδευτικών, το εκπαιδευτικό υλικό, μέθοδοι διδασκαλίας, δεν υπάρχουν περιθώρια στις Διευθύνσεις, στα σχολεία κ.λ.π., αποφασίζονται κεντρικά. Άρα, πολύ μικρό είναι το ποσοστό που σκεφτόμαστε μακροπρόθεσμα, π.χ. αν κάποιες οργανικές θέσεις που μπορεί να ανοίξουμε ή να κλείσουμε εντός της περιφέρειας, αλλά και αυτό πολλές φορές δεν εξαρτάται από εμάς, είναι άμεσα επηρεασμένο από το Υπουργείο, δηλαδή μπορεί να ανοίξει μια οργανική θέση, να μη γίνει διορισμός και η οργανική θέση είναι να μην υπάρχει. Ή και το αντίστροφο πολλές φορές, να μη ζητάς εκπαιδευτικούς και να σου έρθουν εκπαιδευτικοί σε μια ειδικότητα χωρίς να το περιμένεις, άρα, εμείς δεν μπορούμε καθόλου να κάνουμε μακροπρόθεσμο σχεδιασμό.

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Έχει να κάνει καταρχήν με προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν στις σχέσεις των σχολείων με τους Δήμους, παρόλο που δεν είναι η Διεύθυνση υπεύθυνη, αλλά χρησιμοποιείται, είναι εύλογο και αναμενόμενο είτε ο Δήμαρχος είτε ο Διευθυντής σε ένα σχολείο το πρώτο που θα πάρουν ένα τηλέφωνο αν έχουν ένα πρόβλημα, με τη χρηματοδότηση, με τη θέρμανση, δεν ξέρω τι άλλο, θα πάρουν το Διευθυντή Εκπαίδευσης και οι δύο, υπάρχει το θέμα των γονιών, καταγγελίες γονέων πολύ συχνά, οι οποίες έχουν να κάνουν με τους εκπαιδευτικούς, τη σχέση τους με τα παιδιά... κάποιες καταστάσεις οι οποίες έχουν δημιουργηθεί. Έχουμε να επιλύσουμε συχνά θέματα που παρουσιάζονται μέσα στο Σύλλογο, σε έναν Σύλλογο εκπαιδευτικών και από ένα σημείο και μετά, τον τελευταίο καιρό με την αύξηση των αρμοδιοτήτων ή τα καινούρια μέτρα που έρχονται μες στο σχολείο που έχουν σχέση με την αξιολόγηση, αυτό-αξιολόγηση, μέντορες κ.λ.π., αυτό επιτείνει περισσότερο... Αυτά είναι σε γενικές γραμμές τα προβλήματα και πειθαρχικά βέβαια θέματα που είτε είναι απόρροια της προηγούμενης που σας είπα κατάστασης των γονέων με τους εκπαιδευτικούς, που όμως δεν είναι το κυρίως, γιατί συνήθως, επί το πλείστον μάλλον, οι προσφυγές των γονέων είναι να το πω έτσι πολύ απλοϊκά υπερβολικές και χωρίς πραγματικά κανένα νόημα για

τα παιδιά τους. Πειθαρχικά όμως θέματα που έχουν να κάνουν με τον Κώδικα του Δημοσιοϋπαλληλικό, εντός της υπηρεσίας των εκπαιδευτικών, έχουμε αρκετά συχνά.

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Αν εννοείτε λογισμικό σαν αυτό που μου προαναφέρατε, όχι αλλά, ας πούμε μέσα από το MySchool τα δεδομένα τα οποία μπορεί να αντλήσει κάποιος κάποια στιγμή, είναι αυτά τα οποία σου δίνουν τη δυνατότητα να πεις π.χ. ότι θα ανοίξει μια κατεύθυνση εκεί, θα κλείσει μια κατεύθυνση εκεί, μέχρι αυτό το επίπεδο.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Επειδή είμαι γενικότερα της σχολής του λόγου στη ζωή, θεωρώ ότι αν καταφέρουμε και ενσωματώσουμε στην καθημερινή μας πρακτική στη διοίκηση των σχολικών μονάδων αντίστοιχα συστήματα, θα είναι προς όφελος γενικότερα της κοινωνίας. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι αποφάσεις θα έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα, να πω έτσι τη λέξη η οποία είναι συνεκτική ανάμεσα στην αποτελεσματικότητα και στην ποιότητα και θεωρώ ότι σε κάθε περίπτωση ανάλογα συστήματα τα οποία μπορούν πιθανόν να εξειδικευτούν και για θέσεις όπως είναι οι δικές μας, Διευθυντών σχολικών μονάδων, Διευθυντών Εκπαίδευσης, θα μπορούν να είναι εστιασμένα να δίνουν λύσεις και σε αντίστοιχα θέματα, δηλαδή π.χ. να πω το απλό, ένα πρόβλημα θέρμανσης στο σχολείο, με ένα αντίστοιχο σύστημα θα μπορεί εύκολα να γίνει πρόβλεψη του πόσο πετρέλαιο ή πόσα χρήματα κατ' αντιστοιχία θα χρειάζεται το κάθε σχολείο, για το θέμα της θέρμανσης, θέμα γενικότερα ενεργειακό. Θετικά το βλέπω, πολύ θετικά.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Η απεικόνιση μπορεί να γίνει πιο εύκολα. Μπορεί να είναι παράγοντες ιεραρχίας, μπορεί να είναι παράγοντες που έχουν να κάνουν με καθήκοντα, με νόμους, αυτό μπορεί πιο εύκολα να απεικονιστεί.

Υπάρχουν κάποια πράγματα που ποσοτικοποιούνται, είναι εύκολο να εισαχθούν μέσα, αλλά από τη στιγμή που αναφερόμαστε και λέμε τη λέξη σχέση που απορρέει από τη σχετικότητα, είναι πράγματα τα οποία δεν μπορούνε σίγουρα εύκολα να τα καλύψουμε, να τα αντιληφθούμε και να τα ποσοτικοποιήσουμε, υπάρχουν οι σχέσεις, υπάρχουν οι σχέσεις οι ανθρώπινες, υπάρχουν οι σχέσεις οι επαγγελματικές, υπάρχουν σχέσεις εξουσίας, σχέσεις οποιασδήποτε άλλης μορφής οι οποίες σίγουρα μου διαφεύγουν, υπάρχουν υπόγειες πολλές φορές σχέσεις οι οποίες δεν είναι εύκολο να γίνουν αντιληπτές και είναι και το, αν θέλετε έτσι όπως το καταλαβαίνω τώρα που συζητάμε είναι και το πιο δύσκολο κομμάτι για να καλυφθεί από ένα τέτοιο λογισμικό.

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Θεωρώ όσον αφορά τη διαχείρισή του από ένα διευθυντή, πλέον το θεωρώ δεδομένο ότι αυτό είναι το εύκολο. Τώρα, από τη στιγμή που θα δημιουργηθεί αυτό το λογισμικό από κάποιους ανθρώπους οι οποίοι έχουν τις απαραίτητες γνώσεις και πάμε να δούμε τώρα στον πραγματικό κόσμο και στις πραγματικές καταστάσεις τι απήχηση έχει, το θεωρώ λογικό ότι έχει να κάνει με τις παραμέτρους οι οποίες έχουν δοθεί. Όπως όλες οι λήψεις αποφάσεων που κάνουμε και οι ίδιοι, στηρίζονται στα δεδομένα τα οποία έχουμε κάθε στιγμή, αν έχουμε το μέγιστο ή ολιστική αντίληψη ενός προβλήματος, σίγουρα η λύση θα είναι κατά τεκμήριο η καλύτερη δυνατή, έτσι και ένα αντίστοιχο λογισμικό θεωρώ ότι από τη στιγμή που θα τροφοδοτηθεί με τις περισσότερες ή όλες τις παραμέτρους, θα μπορέσει να απηχήσει πραγματικά τις ανάγκες τις οποίες καλείται να υποστηρίξει. Αν είναι ελλιπή τα στοιχεία, φυσικά θα έχει απόκλιση. Σε γενικές γραμμές έχει να κάνει λοιπόν με τις παραμέτρους, αν το σύστημα αυτό το λογισμικό θα είναι πραγματικά γεμάτο, καλυμμένο από τις παραμέτρους οι οποίοι χρειάζονται.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Ναι σίγουρα, όπως το είδα είναι ένα εργαλείο το οποίο πραγματικά θα μπορέσει να δώσει λύσεις και είναι σίγουρα καλύτερο το να το έχεις παρά να μην το έχεις. Γιατί από τη στιγμή που το έχεις θα μπορούσε ως συνέπεια να έχει και αδυναμίες που θα

πρέπει να αντιμετωπίσεις, να προχωρήσεις σε κάποιες βελτιωτικές κινήσεις και να βαίνει συνεχώς βελτιούμενο από εκεί και πέρα.

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Κοιτάζτε να δείτε, μέχρι να κάνουμε τι θέση έχει ο λόγος, η λογική σε μια κοινωνία, στη χώρα μας είναι λίγο δύσκολο. Θεωρώ ότι σε άλλες χώρες του Δυτικού πολιτισμού σίγουρα θα δουλεύουν κατά αυτόν τον τρόπο. Σε εμάς είναι πάρα πολύ δύσκολο γιατί δυστυχώς γιατί στο χώρο της Εκπαίδευσης ειδικά δεν κάνουμε εκπαιδευτική πολιτική, κάνουμε κοινωνική πολιτική στην ουσία και από τη στιγμή που κάνεις κοινωνική πολιτική είναι σα να πας στο μανάβη και να ζητάς κρέας. Δηλαδή, δεν μπορεί να έχει καμία εφαρμογή το αντίστοιχο στην Ελλάδα τη δεδομένη χρονική στιγμή. Εντάξει, για να μη γίνομαι όμως ιδιαίτερα αφοριστικός, θεωρώ ότι τον τελευταίο καιρό γίνονται κάποια βήματα προς αντίστοιχες κατευθύνσεις από την Πολιτεία γενικότερα, οπότε ίσως να έχουν ωριμάσει οι συνθήκες ώστε να γίνει κάτι αντίστοιχο και εδώ. Να σας αναφέρω ότι ενδεικτικά αυτή τη στιγμή γίνονται χιλιάδες διορισμοί, σε ένα κομμάτι στο οποίο πραγματικά το πρόβλημα δεν είναι η ποσότητα αυτή τη στιγμή, είναι η ποιότητα και του υπάρχοντος προσωπικού και του προσωπικού το οποίο προσλαμβάνεται και η ποιότητα γενικότερα της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Υπάρχει μεγάλη αναντιστοιχία, δηλαδή αν αυτή τη στιγμή βάζαμε τα δεδομένα του μαθητικού πληθυσμού με τις εισροές εκπαιδευτικών, σε 30 χρόνια πιθανότατα θα πήγαινε μια η άλλη, θα ήταν 1 προς 1, αν συνεχίσει με τον ίδιο τρόπο, γιατί αυτή τη στιγμή είναι εντελώς αναντίστοιχο. Το μεγάλο πρόβλημα της χώρας είναι η υπογεννητικότητα με το οποίο κανένας δεν κάθεται να ασχοληθεί πραγματικά. Στο χώρο της εκπαίδευσης, αυτό που σας είπα, να μην επανέρχομαι, κάνουμε κοινωνική πολιτική και δεν ασχολούμαστε πραγματικά με το θέμα της ποιότητας. Όταν λέω κοινωνική πολιτική, εννοώ διορίζουμε κόσμο απλά για να διορίσουμε, γιατί κάποιοι άνθρωποι προφανώς δεν μπορούν να διοριστούν κάπου αλλού λόγω ευρωπαϊκών προγραμμάτων και πάει λέγοντας. Κάνουμε κοινωνική πολιτική απομειώνοντας εντελώς τη δυνατότητα το να υπάρξει μία πραγματική παιδεία σε σχολεία σύγχρονα, σε σχολεία μεγαλύτερα που να υπάρχουνε και να καλύπτονται όλες οι ανάγκες που μπορεί να ζητούν σήμερα τα παιδιά. Αντίθετα, μένουμε σε σχολεία τα οποία είναι 2-3 μαθητές μέσα στην τάξη ή σχολεία των 20 παιδιών συνολικά, παιδιά τα οποία υπολείπονται στη συνέχεια, δεν έχουν την αίσθηση της κοινωνικής κινητικότητας, δεν έχουν την αντίληψη η οποία θα

τους βοηθήσει και να σταθούν άρριο στα πόδια τους σε μια κοινωνία η οποία αλλάζει σε απίστευτους ρυθμούς. Στην ουσία εθελουφλούμε και κρατάμε αυτά τα παιδιά πίσω, είναι η πραγματικότητα. Χαρακτηρίζουμε πολύ εύκολα παιδιά ότι χρήζουν παράλληλης στήριξης με αποτέλεσμα να γίνονται πάλι πολλοί διορισμοί και σε αυτό το κομμάτι, το πρόβλημα φυσικά δεν είναι έτσι απλό ότι όντως ότι ξαφνικά αυξήθηκαν μέσα σε μια δεκαετία τα παιδιά που χρήζουν παράλληλης στήριξης, υπάρχουν άλλοι λόγοι οι οποίοι κανένας φυσικά δεν κάθεται να ασχοληθεί και να τους διερευνήσει, γιατί είναι μια κατάσταση με την οποία βολεύονται όλοι, βολεύεται ο εκπαιδευτικός ο οποίος θα διοριστεί, βολεύεται το υπουργείο που κάνει διορισμούς, βολεύεται ο γονιός ο οποίος θεωρεί ότι έλυσε το πρόβλημά του κατά αυτόν τον τρόπο και πάει λέγοντας.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

100%. Απόλυτα. Θα με ενδιέφερε να έχω ένα λογισμικό το οποίο να λειτουργεί αυτή τη στιγμή σε πρώτη φάση βοηθητικά, μέχρι να δεις πραγματικά γιατί... άνθρωποι είμαστε, κάτι μπορεί να μας διαφεύγει. Αλλά, προϊόντος του καιρού σίγουρα θα δεις αν υπάρχουν αδύνατα σημεία και θα τα βελτιώσεις και θα είναι μετά ένα εργαλείο το οποίο θα σου δίνει τη δυνατότητα να λαμβάνεις από πριν αποφάσεις οι οποίες θα δημιουργούν υπεραξία πάνω στον τομέα σου.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Η κουβέντα ήταν πάρα πολύ ουσιαστική, το αντικείμενο της Διπλωματικής είναι πάρα πολύ ενδιαφέρον, είναι εναρμονισμένο με τις απαιτήσεις των καιρών και σε κάθε περίπτωση δείχνει μια ιδιαίτερη ποιότητα του φοιτητή ο οποίος έχει ασχοληθεί με αυτό το θέμα και την προβληματική η οποία απεικονίζεται πίσω από τη θεματική αυτή.

Συνέντευξη με Διευθυντή 12θέσιου Δημοτικού Σχολείου (ΔΔΗΜ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

Δάσκαλος ΠΕ70.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Πτυχίο Διοίκησης Επιχειρήσεων, σεμινάρια Διοίκησης και Παιδαγωγικής.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

B2.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

36.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

20 έτη.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

59.

7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;

37.

8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

252.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Ακούγεται λίγο αόριστο και νεφελώδες, αλλά αυτό που μπορώ να καταλάβω είναι... μιλάει για διαδραστικότητα των διαφόρων παραγόντων που εμπλέκονται στην εκπαιδευτική διαδικασία και πως με κάποιον τρόπο μπορούν να έχουν σχέση, ώστε να αλληλοεπηρεαστούν και να φέρουν ένα αποτέλεσμα επιθυμητό για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αναγκών σε κάθε σχολείο.

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Ο διευθυντής μιας σχολικής μονάδας είναι ένα πολυεργαλείο. Πρέπει να παίρνει αποφάσεις γρήγορα γιατί, δεν έχει να κάνει με βιομηχανία, με πρώτες ύλες κ.λ.π. αλλά έχει να κάνει με ανθρώπινο δυναμικό και παρόλο που κατά καιρούς οι διάφορες πολιτικές ηγεσίες μας μιλούν για αυτονομία της σχολικής μονάδας αυτό δεν υφίσταται. Πολύ τακτικά έχουμε απουσίες εκπαιδευτικών, έχουμε κρίσεις μεταξύ εκπαιδευτικών, μαθητών-εκπαιδευτικών, κυρίως γονέων-εκπαιδευτικών κ.λ.π., που σε αναγκάζουν ανάλογα με το μέγεθος του προβλήματος ή του περιστατικού που μπορεί να προκύψει, να λειτουργήσεις και στα τρία επίπεδα, στο βραχυχρόνιο και στο μεσοπρόθεσμο αλλά και στο μακροχρόνιο. Όταν λοιπόν σου λείπει ένας εκπαιδευτικός για παράδειγμα που μπορεί να έχει ολοήμερο, θα πρέπει να τροποποιήσεις άμεσα το πρόγραμμα, το ωρολόγιο πρόγραμμα, για να λύσεις την καθημερινότητα της σχολικής μονάδας και να μην αφήσεις εκτεθειμένους μαθητές εργαζόμενων γονέων. Όταν έχεις ένα ζήτημα με ένα παιδί που χρειάζεται παράλληλη στήριξη και οι γονείς δεν δέχονται ας πούμε το πρόβλημα του παιδιού, θα πρέπει να λειτουργήσεις μεσοπρόθεσμα, να κάνεις έναν προγραμματισμό κάποιων μηνών, να δεις με ποιους πρέπει να μιλήσεις, να εντοπίσεις το θέμα, να το συζητήσεις, να κάνεις συναντήσεις με γονείς, να μιλήσεις με την Ε.Δ.Υ., να μιλήσεις με το ΚΕΔΑΣΥ, να μιλήσεις με τους συντονιστές, με αυτούς που βρίσκονται πάνω από εσένα στην ιεραρχία αλλά και με αυτούς που ζουν καθημερινά το πρόβλημα και είναι κάτω από εσένα στην ιεραρχία. Άρα εκεί, υπάρχει... κάνεις έναν μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό προτού να ληφθεί απόφαση. Όταν δε, έχεις να λύσεις ένα θέμα που μπορεί να αφορά το κτιριακό του σχολείου, τα οικονομικά του σχολείου, εεεε... μία δράση του σχολείου σε ευρωπαϊκό επίπεδο, τότε, για να μπορέσει να έχει επιτυχία και να προβλέψεις όσο γίνεται πιο πολλές παραμέτρους, εκεί χρειάζεται μακροπρόθεσμος σχεδιασμός. Άρα, γιαυτό σας είπα και στην αρχή, ότι πραγματικά ο εκπαιδευτικός είναι... πρέπει να είναι ο διευθυντής «ελβετικός σουγιάς».

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Όπως σας προ-είπα και στην προηγούμενη ερώτηση, η εμπειρία είναι ένα σπουδαίο κεφάλαιο για κάποιον που ασκεί διοίκηση σε μία σχολική μονάδα και καθημερινά πρέπει να παίρνει άμεσες αποφάσεις. (Γέλιο...) Ένα απλό θέμα που μου έτυχε προχθές.

Μπήκε μέσα στο σχολείο ένα σκυλί και δάγκωσε έναν μαθητή. Έπρεπε να λύσουμε αυτό το θέμα. Πρέπει να πάρεις άμεση απόφαση, να επικοινωνήσεις με τον Δήμο, να φροντίσει να έρθει ο κτηνίατρος του Δήμου, αν υπάρχει, ή να έρθει ένα συνεργείο να πάρει το σκυλί, να πάει τον μαθητή κάποιος στο νοσοκομείο και όταν δουλεύουν και οι δύο γονείς και δεν μπορούμε να συνοδεύσουμε, να έρθει το ασθενοφόρο να πάρει τον μαθητή για να ελέγξει την κατάσταση από το χτύπημα κ.λ.π. Εεεε... τα οικονομικά των σχολείων. Λόγω και της ενεργειακής κρίσης τα οικονομικά των σχολείων έχουν μειωθεί πάρα πολύ, άρα, πρέπει να κάνεις έναν προγραμματισμό, να κάνεις μια διαχείριση καθημερινή, να βάλεις προτεραιότητες σύμφωνα με την πυραμίδα του Maslow των αναγκών, άρα να έχεις εξασφαλίσει το πετρέλαιο στους μαθητές και τον τρίτο διαδραστικό πίνακα που θα ήθελες να βάλεις στο Ε'2 που στο ζητάει η δασκάλα να πάει στις καλένδες ή να ψάξεις να βρεις κάποιον χορηγό, ή να δεις πως θα το λύσεις αργότερα αυτό το θέμα γιατί πραγματικά πρέπει να υπάρχει μια προτεραιοποίηση. Αυτές οι αποφάσεις πρέπει να παίρνονται άλλοτε εν θερμώ όταν χρειάζεται όπως σας είπα στο παράδειγμα με το παιδάκι που το δάγκωσε ο σκύλος, ή μεσοπρόθεσμα όταν πρόκειται να θέλεις να επενδύσεις...

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Κάποιο λογισμικό συγκεκριμένο όχι, προσπαθώ να έχω όσο γίνεται κάποια αρχεία στον υπολογιστή που θα μου κάνουν τη ζωή πιο εύκολη και πιο γρήγορη στην καθημερινότητά μου. Έχω ένα πρόγραμμα για να το χρησιμοποιώ ως Plan B σε περίπτωση απουσιών εκπαιδευτικού... υπάρχει το «ΕΠΑΦΟΣ» που κυκλοφορεί ας πούμε... είναι ένα λογισμικό που σου λύνει βασικά θέματα τέτοια, απουσιών εκπαιδευτικού και ωρολογίου προγράμματος, που όμως στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο να το εφαρμόσεις και πρέπει να πειράζεις πολύ τακτικά τις μεταβλητές γιατί πια, επειδή οι σχέσεις οι εργασιακές έχουν ελαστικοποιηθεί, αν σου λείπει για παράδειγμα ένας εκπαιδευτικός Γαλλικών, δεν μπορείς να τον αλλάξεις κάποια μέρα, μιας και ως «Κοσοβάρος» γυρίζει σε πολλά σχολεία και δεν μπορεί να είναι παρών στο σχολείο για να συμπληρώσει ώρες κ.λ.π. Είναι δύσκολο λοιπόν, γιατί εδώ είναι Βαλκάνια, να μπορέσεις να λειτουργήσεις με λογισμικά, πιστεύω ότι σε κάποια φάση θα υπάρξουν και κάποια προγράμματα – φαντάζομαι – προσομοίωσης στην εκπαιδευτική μας κοινότητα, στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα,... Αλλά πιστεύω ότι αυτά επειδή και στην Ευρώπη ακόμα δεν έχουν ωριμάσει, επειδή όλα τα πράγματα

γενικά, κακώς που το λέω αλλά... είναι μια πραγματικότητα που υπάρχει, έρχονται με μία χρονοκαθυστέρηση στην Ελλάδα, θα είναι κάτι που θα το ζήσει η επόμενη εκπαιδευτική γενιά από εμένα.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Νομίζω, ότι αφορά γενικά όχι τόσο την εκπαιδευτική μονάδα, όσο μπορεί να αφορά σε επίπεδο Υπουργείου Παιδείας, ή Περιφερειακής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης για να στηθεί ας πούμε, γιατί οι παράμετροι δεν είναι τέτοιοι που να έχουν μεγάλη σχέση με την εκπαιδευτική μονάδα. Όμως, το θεωρώ απαραίτητο για αυτές τις κατηγορίες που σας είπα, γιατί μπορεί να λειτουργήσει ως μούσουλας, ως πυξίδα και ως βάση για να βελτιωθούν τα κακώς κείμενα που υπάρχουν στην εκπαίδευση. Είμαι λίγο κουμπωμένος σε ό,τι αφορά ας πούμε αυτά τα λογισμικά προσομοίωσης, γιατί έχουν φτιαχτεί φαντάζομαι για κάποιες μονάδες παραγωγής βιομηχανικές, για κάποια οργανογράμματα μεγάλων πολυεθνικών και όχι για σχολικές μονάδες, γιατί εδώ μπαίνουν τα συναισθήματα, είναι η προσωπικότητα των μαθητών, συμπεριφορές που δεν είναι προβλέψιμες. Μπαίνει το εκπαιδευτικό τρίγωνο, γονείς, μαθητές, εκπαιδευτικοί που αλλάζει συνέχεια τα δεδομένα, τις παραμέτρους. Άρα αν υπάρξει ένα σχετικό τέτοιο λογισμικό θα πρέπει να αλλάζει συνεχώς παραμέτρους και να είναι πολύ σύνθετο για να μπορεί να περιλάβει για παράδειγμα το κοινωνιόγραμμα μιας τάξης, ή τις συμπεριφορές των εκπαιδευτικών σε μια σχολική μονάδα. Το Υπουργείο Παιδείας είναι ένας οργανισμός που μπορεί να δει και τους μαθητές ως πελάτες και τους εκπαιδευτικούς ως εργαζόμενους, άρα πρέπει να κάνει έναν τέτοιο σχεδιασμό, για φτιάξει εκπαιδευτική πολιτική η οποία πρέπει να είναι σταθερή και να μην αλλάζει με κάθε αλλαγή Υπουργού. Πιστεύω ότι ένα τέτοιο λογισμικό σαν αυτό που μου παρουσιάσατε έχει μια πνοή μακροπρόθεσμη και δεν πρέπει να αλλάζουν συχνά οι παράμετροι και οι προτεραιότητες.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Πιστεύω ότι είναι δύσκολο να γίνει σε όλες τις παραμέτρους αλλά σε κάποιο βαθμό αυτή η αποτύπωση είναι εφικτή είναι αναγκαία γιατί πραγματικά όταν κάποιος εργάζεται σε έναν χώρο αρκετά χρόνια και οι διευθυντές, η διοίκηση των σχολικών μονάδων, των διευθύνσεων εκπαίδευσης έχουμε αποκτήσει κάποιες συγκεκριμένες συμπεριφορές που έχουν παγιωθεί, κάποια πράγματα μπορεί να μην τα βλέπουμε. Άρα, χρειάζεται ένα restart για να μπορέσουμε ας πούμε να δούμε κάποια πράγματα πιο καθαρά πιο κοντά στα χρόνια γιατί αλλάζει η εκπαίδευση είναι κάτι δεν είναι κάτι δυναμικό δεν έχει καταστατικό και άρα, πρέπει να έχουμε μια πυξίδα που φυσικά θα αλλάζει γιατί όταν αλλάζουν οι καταστάσεις αλλάζει και αυτό που δείχνει η πυξίδα και πρέπει να υπάρχει κάτι τέτοιο σχετικό.

Όπως προείπα θεωρώ ότι είναι δύσκολο, όμως το θεωρώ και ότι είναι και αναγκαίο από την άλλη πλευρά γιατί πραγματικά το βλέπω μέσα από την καθημερινή λειτουργία, υπάρχουν στρεβλώσεις, υπάρχουν πράγματα που δεν πηγαίνουν καλά, υπάρχουν καλές πρακτικές που βοηθάνε στα σχολεία άρα, αυτές θα μπορούσαν να μπουν μέσα σε ένα τέτοιο λογισμικό και να βοηθήσουν και άρα παρόλο που σας είπα ότι στοιχεία η προσωπικότητα τα συναισθήματα οι σχέσεις οι ανθρώπινες δεν είναι τόσο εύκολο να ποσοτικοποιηθούν υπάρχουν κάποια πράγματα που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ως βάση, έτσι είναι η ιδέα ότι είναι δύσκολο να γίνει ποσοτικοποίηση χωρίς να είμαι ειδικός.

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Μάλιστα. Το να στήσεις ένα τέτοιο σύστημα είναι το δύσκολο, το να το χρησιμοποιήσεις αφού το έχεις κατανοήσει και ξέρεις ποια είναι τα δεδομένα, δεν θεωρώ ότι είναι πολύ πολύ δύσκολο, ξέρουμε ότι η εκπαίδευση είναι ένα δυναμικό σύστημα που αλλάζει, αλλάζουν οι παράμετροι, αλλάζουν αρκετά πράγματα, όμως νομίζω ότι η χρήση του δεν είναι δύσκολη αρκεί να μπορέσει να στηθεί και να έχει στηθεί σωστά αφού έχει λάβει υπόψιν το σύνολο των μεταβλητών, των άπειρων μεταβλητών που υπάρχουν για την εκπαιδευτική κοινότητα και τη διαδραστικότητα που έχουν μεταξύ τους την αλληλεπίδραση και όλα τα σχετικά. Ναι θεωρώ ότι μπορεί να γίνει και να έχει αποτελέσματα.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Νομίζω ότι πέρα από το ότι είναι δύσκολο, υπάρχει βαθμός δυσκολίας στο να κατανοήσουμε το πώς λειτουργούν, θεωρώ ότι είναι χρήσιμο, ότι θα μπορούσε να είναι χρήσιμο. Βέβαια, χρειάζεται πραγματικά ουσιαστική επιμόρφωση πάνω σε αυτό για να μπορέσουμε να το... να γίνει κτήμα μας για να μπορέσουμε και να το λειτουργήσουμε, γιατί αν είναι να το μάθουμε σε θεωρητικό επίπεδο και να το κρατήσουμε σε κάποια γωνιά στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή μας δεν θα έχει αξία. Όμως πραγματικά το βλέπω και κυρίως ας πούμε θα μπορούσε να είναι ένα εργαλείο για τους πιο καινούργιους διευθυντές, για την καινούργια γενιά διευθυντών που θα έρθει οσονούπω στην εκπαιδευτική κοινότητα, γιατί πραγματικά όσο περνάνε τα χρόνια οι συνθήκες εργασίας των διευθυντών, η αμεσότητα που πρέπει να λάβουν αποφάσεις, η δυσκολία, οι δυσκολίες τις οποίες αντιμετωπίζουν καθημερινά θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο που θα είναι αρκετά χρήσιμο. Εμείς και οι πιο παλιοί ας πούμε... υπάρχει μια εμπειρία συσσωρευμένη και μπορεί να καλύψει κάποιες δυσκολίες. Η εμπειρία είναι ένα κεφάλαιο και άρα μπορεί να λειτουργήσει και διαισθητικά... εμπειρικά..., να λειτουργήσει θετικά στο να ληφθούν κάποιες αποφάσεις. Οι πιο καινούργιοι διευθυντές, πραγματικά το βλέπω, το να μην ξεκινήσεις από το μηδέν αλλά να ξεκινήσεις από κάποια πράγματα που μπορεί να σου έχει δώσει. Δηλαδή, να πηγαίνεις υποψιασμένος σε κάποιες καταστάσεις, σε κάποια προβλήματα σε κάποια θέματα ώστε να έχεις μια βάση δεδομένων σε αρκετά υψηλά επίπεδα, νομίζω αυτό μπορεί να λειτουργήσει ακόμα πιο..., να είναι ακόμη πιο χρήσιμο το εργαλείο και επειδή είναι και πιο εξοικειωμένοι με τα διάφορα λογισμικά... οι πιο καινούργιοι είναι τα παιδιά της πιο καινούριας τεχνολογίας.

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Θεωρώ ότι μπορεί να είναι εφικτή ας πούμε αλλά σε βαθμό λιγότερο στις σχολικές μονάδες και περισσότερο σε συστήματα που εκτελούν αμιγώς διοικητικά καθήκοντα δηλαδή, οι διευθύνσεις εκπαίδευσης, οι περιφερειακές διευθύνσεις πραγματικά που ασκούν και εκπαιδευτική πολιτική, γιατί εμείς κυρίως εφαρμόζουμε εκπαιδευτική πολιτική. Υπάρχουν νόμοι οι οποίοι μας δίνουν περιορισμούς και τις μικρές δυνατότητες να αυτενεργήσουμε. Αλλά επειδή έχω εργαστεί και σε διεύθυνση

εκπαίδευσης έχω δει ας πούμε τα κενά τις ελλείψεις, ας μην το κάνω πιο βαρύ που υπάρχουν... και πιθανόν κάποια τέτοια λογισμικά που θα αφορούσαν την εκπαίδευση, να έδιναν τη δυνατότητα λήψης γρήγορων αποφάσεων και πιθανότατα και σωστών αποφάσεων. Για το γρήγορο είναι σίγουρο, γιατί πραγματικά έχουμε δει μια δυσκολία στην ταχύτητα αποφάσεων, λήψης αποφάσεων και αυτό... τα απόνερα αυτών των αποφάσεων βγαίνουν στις σχολικές μονάδες με τα κενά στην εκπαίδευση, με τις μετακινήσεις εκπαιδευτικών, με τις δυσκολίες που μπορεί να δημιουργούνται σε πολλά... σε πολλούς υποτομείς των σχολικών κοινοτήτων και ίσως, επειδή πραγματικά θεωρώ ότι είναι εφικτή η χρήση τέτοιων λογισμικών σε υψηλότερα των σχολικών μονάδων εκπαιδευτικά συστήματα, θεωρώ ότι είναι περισσότερο εφικτή σε σχέση με τις σχολικές μονάδες.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

Πραγματικά έτσι από την παρουσίαση που μου κάνατε, το βλέπω ότι ιντριγκάρει τον καθέναν που θέλει να βελτιώσει την καθημερινότητα στη σχολική του μονάδα, να θέλει να χρησιμοποιήσει ένα τέτοιο λογισμικό, γιατί πραγματικά στόχος όπως και να το κάνουμε είτε είσαι ικανός είτε ανίκανος, είτε παίρνεις σωστές αποφάσεις είτε λάθος αποφάσεις, όποιες αποφάσεις παίρνεις, όποιες κινήσεις κάνεις, τις κάνεις γιατί έχεις κατά νου σου τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών εντός πολλών εισαγωγικών στη σχολική σου μονάδα. Άρα, όταν θα έχεις κάτι που θα έχει μετρηθεί, που θα έχει ποσοτικοποιηθεί, που θα έχει χρησιμοποιηθεί από κάποιους άλλους και ξέρεις ότι είναι αυτό... μπορεί να το χρησιμοποιήσεις ως βάση για να πας εσύ παραπέρα και να μην κάνεις κάποια λάθη κάποιες ή και να καλύψεις ακόμη και τις ανεπάρκειες που πιθανόν να έχεις.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Να σας ευχαριστήσω, γιατί πραγματικά μου δόθηκε μια δυνατότητα να δω κάποια πράγματα καινούργια, κάποια πράγματα που μπορεί επίσης να τα ήξερα αλλά δεν τα είχα δει από την οπτική γωνία που παρουσιάστηκαν εδώ και αυτό μου δίνει και τη δυνατότητα να πω ότι πραγματικά η εκπαίδευση είναι ένας ζωντανός οργανισμός, που συνεχώς εξελίσσεται γιατί, πραγματικά είδα κάποια πράγματα που δεν τα ήξερα, δεν φανταζόμουν ότι μπορεί να λειτουργούν κάπως έτσι. Και πραγματικά μου δίνει την ελπίδα ότι αυτό το εκπαιδευτικό σύστημα που υπάρχει στην Ελλάδα με αυτές τις

παθογένειες που έχει, αυτές τις δυσκολίες, υπάρχει ελπίς. Παραφράζοντας ας πούμε τον Σαμαράκη θα έλεγα κι αυτό, ότι υπάρχει δυνατότητα, υπάρχει το εκπαιδευτικό δυναμικό, υπάρχει η πρόθεση να δούμε κάποια πράγματα πιο καλά στην εκπαίδευσή μας.

Συνέντευξη με Διευθυντή ΕΠΑ.Λ. (ΔΕΠΑΛ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

Μηχανολόγος ΠΕ82.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Επιμορφώσεις παιδαγωγικού χαρακτήρα.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

B2.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

21.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

7 έτη.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

56.

7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;

42.

8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

298.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Ναι, έχω την εντύπωση ότι γνωρίζω, εεεε... μέσα από την εμπειρία την εκπαιδευτική και τη διοικητική την ύπαρξη συστημάτων.

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Εξαρτάται από τι ακριβώς πρέπει να αποφασίσεις. Υπάρχουν λοιπόν αποφάσεις οι οποίες πρέπει να παρθούν άμεσα γιατί τα αποτελέσματα θα φανούν άμεσα, και υπάρχουν και αποφάσεις οι οποίες λαμβάνονται μετά από μελέτη και έχουν ετεροχρονισμένο αποτέλεσμα.

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Οι άμεσες αποφάσεις που παίρνεις στην καθημερινότητα. Κυρίως σε ότι έχει να κάνει με τις ασθένειες των εκπαιδευτικών ή τις απουσίες γενικότερα των εκπαιδευτικών, όπου θα πρέπει να διαμορφώσεις τα προγράμματα τα καθημερινά, αλλά παίρνεις και αποφάσεις μακροπρόθεσμες όπως είναι ας πούμε μια εκπαιδευτική επίσκεψη που θα πάνε οι μαθητές με τους εκπαιδευτικούς, άρα λοιπόν θα πρέπει να δεις, να βάλεις τα κριτήρια κάτω να δεις ποιοι εκπαιδευτικοί είναι ικανοί να συνοδεύσουν τη συγκεκριμένη τάξη, ποιοι μπορούν να τη συνοδεύσουν γιατί έχουν εκείνη την ημέρα μαθήματα, και άρα λοιπόν αυτή η απόφαση θα οδηγηθεί σε υλοποίηση στο άμεσο μέλλον. Άρα, συγκεκριμένα ζητήματα αφορούν συμπεριφορά μαθητών, απουσίες, προγραμματισμό σχολικής ζωής, την καθημερινότητα, μακροπρόθεσμα η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, μπορεί να είναι η αξιολόγηση της σχολικής μονάδας, μπορεί να είναι η απόφαση που παίρνουμε στην αρχή της χρονιάς από την παιδαγωγική συνεδρίαση για τις αρμοδιότητες των εκπαιδευτικών, για τις εφημερίες, για όλες τις σχετικές διαδικασίες και τις υποχρεώσεις των εκπαιδευτικών.

Στο κομμάτι της μακροπρόθεσμης απόφασης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και το πως πρέπει να καταφέρεις να πετύχεις τον τελικό στόχο που είναι να βγει μια ύλη. Για να μπορέσει να βγει μια ύλη λοιπόν και ειδικά σε σχολεία που έχουν πολλά εργαστήρια και τέτοια πράγματα θα πρέπει να έχεις προγραμματίσει εκ των προτέρων το πως θα λειτουργήσουν τα εργαστήρια, τι εξοπλισμούς θέλουν τα εργαστήρια και αυτά είναι αποφάσεις οι οποίες δεν παίρνονται εύκολα, γίνονται μετά από έρευνα, γίνονται μετά από μελέτη, μετά από πολύ μεγάλη συζήτηση μεταξύ των εκπαιδευτικών, με προσφορές από εταιρείες ώστε να μπορέσεις να έχεις το καλύτερο αποτέλεσμα.

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Θα 'λεγα όμως ότι θεωρώ ότι το εργαλείο το οποίο έχουμε εμείς, το μοναδικό εργαλείο το οποίο έχουμε και λέγεται MySchool και το οποίο βοηθάει στην καταγραφή της

σχολικής ζωής, πολλές φορές μας βοηθάει στο να πάρουμε αποφάσεις, π.χ. στην ισονομία και στην ισοτιμία μεταξύ των τμημάτων, αριθμητικά, όταν θες ας πούμε να λειτουργήσεις τα τμήματα έτσι ώστε οι καθηγητές να έχουν την ίδια δυναμικότητα μέσα στα τμήματα, προφανώς πρέπει να δεις μετρήσιμα στοιχεία από το MySchool των εγγραφών, για μπορέσεις να κρίνεις. Π.χ. μπορεί να υπάρξει κάποια στιγμή ένα τμήμα το οποίο να δείχνει ότι υπάρχουνε πληθώρα κοριτσιών και καθόλου αγόρια, οπότε για μπορέσεις να την φέρεις σε μια ισορροπία, αναγκαστικά θα πάρεις μια απόφαση να αλλάξεις κάποια παιδιά από ένα τμήμα σε ένα άλλο για να μπορέσει να υπάρξει μια ισορροπία. Χρησιμοποιείται ως διαχειριστικό εργαλείο, βοηθητικά, υποστηρικτικά, μόνο υποστηρικτικά για να σου δώσει στοιχεία.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε ένα τέτοιο λογισμικό εεεε... για μπορέσουμε να δούμε την πραγματική εικόνα και τη μελλοντική εικόνα του σχολείου, σύμφωνα με τον οραματισμό που κάνει ο καθένας. Και προφανώς αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εξαιρετικά και από τις διευθύνσεις της δευτεροβάθμιας ή της πρωτοβάθμιας, όπου θα μπορούσε να σου πει πραγματικά τι προοπτικές υπάρχουν για ένα σχολείο στα επόμενα είκοσι χρόνια, αν χρειάζεται ένα σχολείο, αν πρέπει να υπάρχει, αν πρέπει να δώσεις βαρύτητα ας πούμε στην ύπαρξη, στη λειτουργία, στη βιωσιμότητα ενός σχολείου.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Δεν είναι εύκολο, αλλά μπορούν να αποτυπωθούν. Εγώ πιστεύω ότι ανάλογα και με την ευκολία με την οποία διαχειρίζεσαι τέτοιου είδους λογισμικά επηρεάζεται και η ευκολία ή δυσκολία στο να αποτυπωθούν όλα αυτά. Διότι, αν δεν έχεις γνώσεις πληροφορικής σε βάθος, να γνωρίζεις δηλαδή τη λογική των λογισμικών, προφανώς είναι πιο δύσκολο να το λειτουργήσεις και να βάλεις τις παραμέτρους που έχεις στο μυαλό σου, να τις κάνεις μέρος του λογισμικού ή μέρος ας πούμε των παραμέτρων. Αυτό.

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Οι παράμετροι οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για να μπορέσει να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα ίσως είναι το δύσκολο, στο να βρεις όλες αυτές τις παραμέτρους και να τις συνδέσεις μεταξύ τους.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Πιθανότατα να είναι πολύ χρήσιμο το εργαλείο.

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Και εγώ πιστεύω ότι θα μπορούσε να έχει εφαρμογή, περισσότερο όμως στις αποκεντρωμένες διοικήσεις και όχι τόσο σε μικρές μονάδες, στις αποκεντρωμένες διοικήσεις για πολύ γενικότερα θέματα. Στα ειδικότερα θέματα νομίζω ότι πιο ευέλικτα λογισμικά με ίσως λιγότερες απαιτήσεις στις παραμέτρους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθεί, τα οποία πάντα λογικά θα έπρεπε να δίνουν το αποτέλεσμα τους σε μία άλλη βάση δεδομένων, που ένα άλλο λογισμικό, ίσως και το ίδιο σαν αυτό θα μπορούσε να αξιοποιήσει όλα αυτά τα αποτελέσματα και να βγάλει ένα ευρύτερο αποτέλεσμα.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

Εγώ θα επιθυμούσα απόλυτα να έχω εργαλεία τα οποία θα με βοηθούν στη λήψη των αποφάσεων και φυσικά θεωρώ ότι με την κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση πάνω σε τέτοιου είδους προγράμματα, θα μπορούσαν να έχουν πολύ καλά αποτελέσματα.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Πιστεύω ότι θα ήταν πάρα πολύ χρήσιμο το να μπορέσουμε κάποια στιγμή έστω και σε επίπεδο έρευνας δικιάς σας, λογισμικού προσομοίωσης, να χρησιμοποιηθεί το σχολείο και τα δεδομένα του για αυτή την έρευνα. Είμαστε ανοιχτοί σε μια συνεργασία με κάποιο πανεπιστήμιο ή ένα μεταπτυχιακό για κάτι τέτοιο.

Συνέντευξη με Διευθυντή Εργαστηριακού Κέντρου (ΔΕΚ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

Μηχανολόγος ΠΕ82.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Επιμορφώσεις παιδαγωγικού χαρακτήρα.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

B2 Επίπεδο.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

28.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

7 έτη.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

64.

7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;

32.

8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

298.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Γνωρίζω την αλληλεπίδραση συστημάτων και την ύπαρξη συστημάτων, περίπου φαντάζομαι τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους.

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Συμβαίνουν όλα. Πολλές φορές χρειάζεται άμεσα να λάβεις μια απόφαση, για πιο σημαντικά θέματα χρειάζεται χρόνος και συζήτηση με άλλους ώστε να πάρουμε την απόφαση. Τα σοβαρότερα θέματα που αφορούν τη λειτουργία της μονάδας έχουν να κάνουν με χρόνο, κυρίως μεσοπρόθεσμα.

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Είναι απλά θέματα τα οποία απαιτούν άμεσες αποφάσεις, συμπεριφορές μαθητών, καθημερινότητα, βλάβες του συστήματος ενέργειας, θέρμανσης, που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία της τάξης, τους μαθητές και το προσωπικό, και μακροπρόθεσμα συμπεριφορές μαθητών ή θέματα πολιτικής που θέλεις να εφαρμόσεις στον οργανισμό. Δηλαδή αν θέλεις να στρέψεις ανθρώπους να ασχολούνται με περισσότερα προγράμματα, αυτά μακροπρόθεσμα θέλουν χρόνο αλλά θέλει και μια στρατηγική που αφορά να βρεις τους εκπαιδευτικούς, να τους ευαισθητοποιήσεις, να τους στείλεις σε κάποια σεμινάρια, το ίδιο ισχύει για ευρωπαϊκά προγράμματα και όλες τις σχολικές δράσεις που είναι εξωσχολικές εντός εισαγωγικών. Σαν διευθυντής λες το πήρα έτσι το σχολείο και λες πως θα βγει στην κοινωνία. Έτσι λοιπόν αυτό θέλει χρόνο, ίσως χρόνια. Άλλο κεφάλαιο η χρήση του λογισμικού, γιατί είπες μια λέξη «η ελκυστικότητα», αυτό είναι που μας ενδιαφέρει. Η ελκυστικότητα στην επαγγελματική εκπαίδευση.

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Λογισμικό όχι, δεν έχουμε χρησιμοποιήσει. Με την έννοια της καταγραφής των προβλημάτων.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Θα θέλαμε να το δοκιμάσουμε, διότι είναι αρκετά ενδιαφέρον, είμαστε πολύ ανοιχτοί και θέλουμε να το δοκιμάσουμε λοιπόν σε διάφορα προβλήματα όπως είναι αυτό

βασικά... η βελτίωση της εικόνας του σχολείου και η ελκυστικότητα της επαγγελματικής εκπαίδευσης, η ελκυστικότητα ως προς τους μαθητές του ΕΠΑΛ, μιας και είμαστε επαγγελματικό σχολείο, στην περιοχή μας, όχι γενικά για όλη τη χώρα γιατί δεν μπορούμε να πιάσουμε τις παραμέτρους. Μπορούμε να βάλουμε τη δράση μας, την εικόνα των αποφοίτων, που απασχολούνται, αν απασχολούνται, όλα αυτά πιστεύω λοιπόν ότι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε ένα λογισμικό λήψης αποφάσεων. Θα θέλαμε να πειραματιστούμε, να το δούμε. Ο αριθμός των μαθητών, ο αριθμός των εκπαιδευτικών που θα χρειαζόμαστε σε πέντε χρόνια... όλα αυτά.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Δεν είναι χρονοβόρο καταρχήν, εξαρτάται από την ευκολία που σου παρέχει το σύστημα, το interface. Και το άλλο, εάν κάποιος θέλει να ασχοληθεί μπορεί σε συνεργασία με μεταπτυχιακούς φοιτητές, με κάποιους ανθρώπους ειδικευμένους να το κάνει. Το θέμα είναι και ξαναλέω πάλι η δυσκολία των παραμέτρων και στο βαθμό που επηρεάζουν. Δεν είναι δύσκολο, θα 'λεγα σε ένα βαθμό 80% κυρίως στα εισερχόμενα...

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Ο βαθμός δυσκολίας σχετίζεται με την ταυτοποίηση και τον εντοπισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν το σύστημά σου. Αυτή είναι η μεγαλύτερη δυσκολία θα έλεγα του συστήματος, τώρα πήγαμε σε ένα άλλο κεφάλαιο, οι δείκτες είναι δείκτες και είναι μετρήσιμοι, η φήμη που είναι και κάπως αφηρημένο έχει να κάνει με δυσκολίες. Γιατί είναι αποτέλεσμα χειροπιαστό, θα το μετρήσεις πάλι με αριθμούς, αλλά επιδρούν πράγματα όπως είπαμε, η αποκατάσταση των μαθητών (επαγγελματική), ο ενθουσιασμός με τον οποίο μιλάνε οι άνθρωποι για το σχολείο και οι καθηγητές και οι μαθητές, αυτά είναι από τα δυσκολότερα, δεν είναι δείκτες μετρήσιμοι, είναι ποιοτικοί δείκτες.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Όπως είπαμε και πριν, θα θέλαμε να το δοκιμάσουμε, έστω και με την έννοια αυτή των μακροπρόθεσμων στόχων, για να δεις αν πραγματικά κάνεις καλά με τις παραμέτρους εισαγωγής. Τα αποτελέσματα αργούνε, αλλά ίσως εκεί θα μπορούσε να μας βοηθήσει το λογισμικό. Καταρχήν, να δεις αν είσαι στο σωστό δρόμο, αν αυτά που κάνεις είναι σωστά, αν χρειάζεται αλλαγή στρατηγικής.

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Συνήθως το πρόβλημα είναι στο δημόσιο τομέα και ειδικότερα στην εκπαίδευση το κόστος των λογισμικών. Από τη στιγμή που υπάρχουν open free sources λογισμικά και υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση από ανθρώπους έτσι, κάποιος πρέπει να στο δείξει, αν δεν το έχεις αυτό δεν σου επιτρέπει να κάνεις τέτοιου είδους έρευνες, αυτό είναι χρήσιμο κάποιος να στο πει και όπως είπα έχει εφαρμογή, θα μπορούσε να έχει εφαρμογή.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

Εγώ να πω ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δεις αποτελεσματικότητα τάξης, αν δούμε την τάξη σαν σύστημα, εκεί λοιπόν και αν τη δούμε σαν σχολικό επαγγελματικό εργαστήριο ποιος επιδρά; Και η ποιότητα των ανθρώπων, εννοώ των εκπαιδευτών και τα υλικά που έχουμε και οι χώροι, επομένως θα μπορούσαμε να το εφαρμόσουμε.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Όχι, απλά είμαστε ενθουσιασμένοι με την παρουσίαση και τη δυνατότητα αυτή του λογισμικού ή της ιδέας της εφαρμογής στη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο σχολικής μονάδας – που είναι μια γενικόλογη έννοια η λήψη των αποφάσεων -, βοηθάει στην καθημερινότητα, θα βοηθηθούμε περισσότερο από ένα εργαλείο τέτοιο. Τη στιγμή που λέμε να μπουν μάνατζερ στα σχολεία και όχι από την ειδικότητα, δηλαδή ο άνθρωπος που θα ήταν στα επαγγελματικά σχολεία μη τεχνικός θα έπρεπε να έχει ορισμένα πραγματάκια που τον βοηθούν.

Συνέντευξη με Διευθύντρια Γενικού Λυκείου (ΔΓΕΛ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

ΠΕ 11 Φυσικής Αγωγής.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Εννεάμηνο Ηγεσία, διοίκηση και σεξουαλική αγωγή.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

B1.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

39.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

3 έτη.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

63.

7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;

30.

8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

243.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Θεωρώ ότι λόγω εμπειρίας, γνώσεων... μέχρι το 75-80%. Μπορεί να έχει βάθος οποίο δεν αντιλαμβάνομαι, δεν μπορώ να το καταλάβω, δεν μπορώ να ξέρω...

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Και τα τρία είδη, εξαρτάται από την απόφαση. Οι γρήγορες αποφάσεις επειδή είναι ζωντανός οργανισμός το σχολείο είναι πολλές..., οι περισσότερες. Οι άλλες προγραμματίζονται και μπορεί να υπάρχει απόφαση η οποία θα επηρεάσει μακροπρόθεσμα τη μονάδα ή μεσοπρόθεσμα, ανάλογα το είδος, ανάλογα το θέμα, ανάλογα τι έρχεται. Οι βραχυπρόθεσμες αποφάσεις είναι άπειρες καθημερινά, άπειρες. Άπειρες και γρήγορες και όσο γίνεται περισσότερο σωστές... καμιά φορά μπορεί να είναι και λάθος. Αυτό εξαρτάται γιατί είμαστε άνθρωποι, ζωντανός οργανισμός... Το λάθος είναι σπάνιο γιατί οι σοβαρές αποφάσεις λαμβάνονται συλλογικά εδώ, δεν είναι αποφάσεις ενός όσον αφορά πράγματα τα οποία χρειάζονται συλλογική απόφαση. Δεν μπορείς να λειτουργήσεις χωρίς να υπάρχουν τα τρία επίπεδα, είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός.

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Από ένα μικρό τραυματισμό ενός παιδιού, από μία απουσία χωρίς δικαιολογία ενός παιδιού, από ένα από ένα γεγονός να μπει κάποιος εξωσχολικός στο σχολείο και να δημιουργήσει θέμα, απουσία καθηγητών, αποφάσεις-εντολές διεύθυνσης που πρέπει να εκτελεστούν άμεσα, είναι πάρα πολλά. Η καθημερινότητα, περισσότερο όσον αφορά τη λειτουργία του σχολείου... είναι δεκάδες. Είναι ο προγραμματισμός... Πρώτα πρώτα είναι η διαχείριση της πανδημίας τα τελευταία χρόνια. Πώς θα έρθουν στο σχολείο, πώς θα αποφασίσουμε να μη βάλουμε απουσίες, πόσα παιδιά λείπουν, ο καθηγητής πού θα έρθει αργότερα, εάν είναι παιδιά έξω, η ύλη καθημερινά, είναι πάρα πολλά αυτά... Ρωτάει το παιδί «να φύγω;», πρέπει να δώσω στο παιδί άδεια...

Υπάρχουν παιδιά δυσαρεστημένα; Παιδιά που υφίστανται μπούλινγκ, παιδιά που πεινάνε, που υφίστανται κακοποίηση από την οικογένειά τους; Συγκρούσεις, ο ένας συνάδελφος με τον άλλον, οι καθηγητές με το διευθυντή, οι καθηγητές με τα παιδιά. Καθηγητής ο οποίος δεν μπορεί να διαχειριστεί την τάξη, έρχεται διαμαρτύρεται να πάω να τους βάλω σε τάξη. Η καθαρίστρια, πόσες δουλειές έχουμε να κάνουμε κάτω, τι υδραυλικά σπάνε, τι μάστορα να φωνάξουμε, αν θα φτιάξουμε αυτό, το άλλο... Ο φύλακας, έρχονται απέξω εξωσχολικοί, να φωνάξω την αστυνομία... τι να πρωτοπώ; Είναι πολλά που αφορούν τη λειτουργία του σχολείου. Πρέπει να έρθω σε συνεννόηση με το Δήμο για δουλειές που πρέπει να γίνουν στον περιβάλλοντα χώρο, για σκουπίδια, για κοπή δέντρων, για όλα. Πρέπει να συναντηθώ με γονείς για να οργανώσουμε εκδρομή. Ήταν ένα πρόγραμμα που κάναμε τώρα εδώ με το Διόφαντο γιατί πήραμε ανταποδοτικά κάναμε ανακύκλωση, πήραμε ανταποδοτικά χαρτί. Μακροπρόθεσμα, χίλια άλλα πράγματα... πρέπει να έχουμε επάρκεια μηχανημάτων, τη διαχείριση της ύλης, ενημερωτικά μείλ που πρέπει να στείλουμε στους γονείς... αφορά πάρα πολλά.

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Όχι με προσομοίωση. Αυτά όμως τα δεδομένα τα μαζεύουμε πάντα, δηλαδή λέμε ότι αν συμβεί αυτό, αν έχουμε αυτό τον τρόπο συμπεριφοράς θα έχουμε εκροή μαθητών. Αν ακολουθήσουμε αυτό θα έχουμε εισροή μαθητών. Το σχολείο προς τα έξω θα βγει με κάπως καλύτερη εικόνα. Χρησιμοποιούμε πολύ την ιστοσελίδα, τα μέσα επικοινωνίας.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Ναι, είναι καλό. Έχει όμως και αδυναμίες. Πάρα πολλές αδυναμίες. Υποτίθεται όμως ότι βάζεις παραμέτρους και θα είναι αποτελεσματικό θεωρώ.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Μπορούν να οριστούν και πάντα να υπάρχει η επιφυλακτικότητα ότι ένα μέρος δεν θα λειτουργήσει. Μάλιστα, μπορείς να τα ορίζεις και είναι πολύ εύκολο να μπορέσεις να το κάνεις και να συνεργαστούν, αλλά δεν ξέρεις αν πραγματικά θα συνεργαστούν. Για να υπάρχει ένα αποτέλεσμα πρέπει να υπάρχει ποσοτικοποίηση. Μπορούμε δηλαδή να ποσοτικοποιήσουμε και επιβάλλεται για δεις τις αντιδράσεις των μερών. Άρα πρέπει να υπάρχει.

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Εξαρτάται από τον άνθρωπο που χρησιμοποιεί το λογισμικό. Το λογισμικό έχει δυνατότητες αν το τροφοδοτήσεις. Το λογισμικό για να αποδώσει, πρέπει να δούμε πως το βλέπουν οι άνθρωποι, δεν το βλέπουμε όλοι το ίδιο. Πέρα από τις παραμέτρους πρέπει να προστεθεί και η αντίληψη του καθενός, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια κοινή βάση αναφοράς για να έχει αποτελέσματα.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Ναι, θεωρώ ότι θα μπορούσε να σε διευκολύνει. Διότι όταν βάζεις δεδομένα και λες πώς μπορεί να αντιδράσει αυτό, αντί να καθίσω να το σκεφτώ εγώ, αυτό το λογισμικό θα με διευκολύνει για να μπορέσω να μου δώσει αποτέλεσμα και να εμβαθύνω στη σκέψη. Θεωρώ ότι είναι καλό εργαλείο, το ότι δεν μπορώ να το λειτουργήσω εγώ... είμαι και γερόντισσα.

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Θεωρώ ότι είναι απαραίτητο, όχι εφικτό. Αυτό είναι απαραίτητο και νομίζω ότι χρησιμοποιείται. Νομίζω πρέπει να λειτουργούν κάτι ανάλογα. Βέβαια, αυτό με τη δυνατότητα πολλών παραμέτρων θα είναι και πιο αποδοτικό.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

Ναι ναι, θα ήθελα! Αρκεί να μου το τροφοδοτούσε κάποιος. Αν είναι και συνεργατικό αυτό θα μπορούσαν να το τροφοδοτούν όλοι οι εργαζόμενοι της σχολικής μονάδας ή

μπορεί να επεκταθεί και σε γονείς να το τροφοδοτήσουν για να βγάλεις τα αποτελέσματα. Διότι δεν μπορείς να συλλέξεις όλα τα στοιχεία. Αυτό που λέω ότι δεν είναι δυνατόν να σκέφτομαι εγώ ίδια με τους άλλους, κάτι θα μου ξεφύγει, κάτι θα βάλω εγώ παραπάνω, κάτι θα βάλει ένας άλλος. Αν αυτό είναι συνεργατικό και μπορεί οι πάντες να τροφοδοτούν, είναι και μεγάλη διευκόλυνση και θεωρώ ότι είναι και αλάνθαστο. Όταν παίρνεις την απόφαση με συνεργατική συγκέντρωση στοιχείων. Εντάξει, είναι καλό εργαλείο, πάρα πολύ καλό εργαλείο. Απλά εμείς οι γέροντες έχουμε μάθει να δουλεύουμε αλλιώς και καμιά φορά δεν αλλάζουμε και μυαλό, αλλά όσο ζούμε μαθαίνουμε, όσο είμαστε εδώ μέσα.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Χαρά στο κουράγιο σου. Είναι πολύ καλά αυτά τα αυτά τα ερευνητικά προγράμματα. Κάποια στιγμή είχα κάνει ένα ανάλογο αλλά με πολύ λιγότερα μέσα εκείνη την εποχή. Δεν είχαμε τα εργαλεία που υπάρχουν σήμερα και δεν είχαμε και την αντίληψη. Δεν έχει αλλάξει η μορφή της εκπαίδευσης. Τα δεδομένα παραμένουν. Θέλω να πω ότι βλέπεις εδώ νούμερα, στατιστικά, αριθμοί, αλλά ήταν με το χέρι. Όμως αν δεις τα δεδομένα, η εκπαίδευση είναι ίδια. Δηλαδή έχεις τα ίδια δεδομένα. Έχεις παιδιά, έχεις αντιδράσεις, έχεις αισθήματα, έχεις απρόβλεπτες καταστάσεις, έχεις αστάθμητους παράγοντες; Γιατί; Γιατί λειτουργείς με το ίδιο αντικείμενο. Συνεχίζουμε εμείς να είμαστε δάσκαλοι, αυτά να είναι παιδιά και το κτίριο να στεγάζει εμάς. Άρα είναι το ίδιο. Έχουν αλλάξει μόνο τα εργαλεία και οι συμπεριφορές. Ένας διευθυντής πρέπει να έχει εμπειρία, δεν αρκούν τα τυπικά προσόντα.

Συνέντευξη με Προϊσταμένη Ολιγοθέσιου Δημοτικού Σχολείου (ΠΑΗΜ)

Ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου:

1. Ποια είναι η ειδικότητά σας;

Δασκάλα ΠΕ70.

2. Πέραν του βασικού πτυχίου, έχετε κάνει κάποια μετεκπαίδευση ή επιμόρφωση;

Έχω κάνει μεταπτυχιακό στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση και ένα σεμινάριο στην Διαπολιτισμική Εκπαίδευση.

3. Ποιο είναι το επίπεδό σας ως προς τη γνώση χρήσης Η/Υ;

ECDL, Επιμόρφωση Β1 Επιπέδου.

4. Πόσα έτη υπηρετείτε στην εκπαίδευση;

5.

5. Πόσο διάστημα ασκείτε διευθυντικά καθήκοντα;

1 έτος.

6. Ποια είναι η ηλικία σας;

30.

7. Στη σχολική μονάδα πόσοι εκπαιδευτικοί υπηρετούν;

6.

8. Πόσοι μαθητές είναι εγγεγραμμένοι;

37.

Κύριες ερωτήσεις συνέντευξης:

1^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Γνώση έννοιας Συστημικής Σκέψης

1. Γνωρίζετε την έννοια της Συστημικής Σκέψης;

Δεν το γνωρίζω σε πολύ μεγάλο βαθμό..., όσα βλέπω φέτος στην πράξη λόγω της θέσης που έχω.

2^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Λήψη Αποφάσεων

2. Η χρονική διάσταση του σχεδιασμού κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών σας αναφέρεται σε βραχυχρόνιο, μεσοχρόνιο ή μακροχρόνιο επίπεδο;

Σίγουρα υπάρχουν κάποια μακροπρόθεσμα σχέδια που τίθενται από την αρχή της χρονιάς με το που ήρθαμε εδώ πέρα δηλαδή, αλλά κάθε μέρα, επειδή και το σχολείο είναι ζωντανός οργανισμός, προκύπτουν συνεχώς προβλήματα και διάφορα θέματα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε. Τίθενται στόχοι καθημερινοί που αντιμετωπίζονται εκείνη την στιγμή. Ο σχεδιασμός παίζει μεγάλο ρόλο, αλλά σίγουρα προκύπτουν θέματα που δεν μπορείς να τα έχεις σχεδιάσει από πιο πριν. Ναι, ξέρουμε από την αρχή κάποια πράγματα τα σχεδιάζουμε, αλλά σε περίπτωση που προκύψει κάτι ξαφνικό εκείνη την στιγμή λαμβάνουμε και αποφάσεις.

3. Ποια είναι τα προβλήματα, θέματα, ή περιοχές στα οποία καλείστε να λάβετε αποφάσεις;

Και θέματα σχετικά με τους μαθητές, τη φοίτηση, την συμπεριφορά αλλά και με τη σχολική μονάδα όσον αφορά τη λειτουργία της, τα προβλήματα τα κτιριακά που μπορεί να προκύψουν, τα οικονομικά που διαχειριζόμαστε. Βασικά όλα περνάνε από το χέρι μας... με τους συναδέλφους... και αυτά τα ζητήματα και αυτά είναι υπό την δική μου ευθύνη. Οτιδήποτε βασικά υπάρχει στο σχολείο το έχω αναλάβει αυτή τη στιγμή εγώ.

4. Στην εργασία σας χρησιμοποιείτε κάποιο λογισμικό ή εργαλείο το οποίο σας βοηθά στη λήψη αποφάσεων;

Όχι, αυτή τη στιγμή δεν χρησιμοποιούμε κάτι. Ωστόσο, μου φαίνεται μια ενδιαφέρουσα ιδέα και θα μπορούσαμε να τη χρησιμοποιήσουμε.

3^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αποκωδικοποίηση από την παρουσίαση της μεθοδολογίας

5. Ποια είναι η γνώμη σας για τις δυνατότητες της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων και για τα αποτελέσματα τα οποία παράγει;

Θεωρώ... το θεωρώ πάρα πολύ χρήσιμο. Να μπορέσουμε δηλαδή πριν εφαρμόσουμε κάτι, να δούμε πώς ακριβώς θα μπορεί να εξελιχθεί, σε ποιο βαθμό θα επηρεάσει όλη τη σχολική μονάδα. Και πιστεύω ότι είναι ένα αξιόπιστο εργαλείο που θα μπορούσε να βοηθήσει πάρα πολύ να αντιμετωπίσουμε κάποια προβλήματα στο σχολείο μας.

6. Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι μπορούν να αποτυπωθούν και ποσοτικοποιηθούν τα μέρη ενός συστήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις;

Δεν είναι τόσο εύκολο γιατί οι σχέσεις εξαρτώνται και από τα μέλη υπάρχουν στο σύστημα και πολλές φορές δεν μπορούμε να προβλέψουμε ακριβώς την αντίδραση του καθενός μέρους σε αυτό το οποίο πάμε να αλλάζουμε. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές οι σχέσεις σε ένα σχολείο είναι νομίζω ξεκάθαρες. Και ποια είναι τα μέλη και το ποιος μπορεί να επηρεάσει ποιο. ... Δεν είμαι απόλυτα σίγουρη γιατί κάποια πράγματα μπορεί και να μην μπορούν να μετρηθούν τόσο εύκολα. Μιλάμε και για παιδιά. Νομίζω οτιδήποτε αφορά τα παιδιά για τους μαθητές δεν μπορεί τόσο εύκολα να μετρηθεί. Δηλαδή στο κομμάτι των των μαθητών κυρίως, όχι τόσο στα υπόλοιπα.

7. Ποιος θεωρείτε ότι ο βαθμός δυσκολίας της χρήσης της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Πιστεύω ότι ίσως θα πρέπει να υπάρχει κάποια επιμόρφωση σε όλους εμάς στο σχολείο για να μπορέσουμε να το εφαρμόσουμε και στην πράξη το λογισμικό αυτό. Δεν πιστεύω ότι αν επιμορφωθούμε πάνω σε αυτό θα υπάρχει κάποιο πρόβλημα παραπάνω.

4^{ος} Ερευνητικός Άξονας: Αξιοποίηση της μεθοδολογίας

8. Θεωρείτε ότι η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στο έργο σας ως προς τη λήψη αποφάσεων;

Ναι, όπως είπα και προηγουμένως, θεωρώ ότι μπορεί να βοηθήσει. Φυσικά πάντα υπάρχουν ερωτηματικά σε οτιδήποτε καινούριο και αν δεν το δούμε και στην πράξη δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι. Ωστόσο, σαν σκέψη, σαν εργαλείο μου φαίνεται ιδιαίτερα ενδιαφέρον γιατί και εμείς πολλές φορές πάμε να κάνουμε πράγματα... Βλέπουμε ότι λειτουργούν ή δεν λειτουργούν και τα ανακαλούμε...

9. Θεωρείτε εφικτή την εφαρμογή της μεθοδολογίας προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων στη Διακυβέρνηση της Εκπαίδευσης;

Αυτό θα σας έλεγα αυτή τη στιγμή, όπως είναι τα πράγματα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όπως το έχω δει εγώ αυτά τα 5 χρόνια... Υπάρχουν πάρα πολλές ελλείψεις, για να μπορέσει να γίνει αυτό πραγματικότητα χρειάζονται πολλά πράγματα. Χρειάζεται επιμόρφωση, χρειάζεται εξοπλισμός στα σχολεία με ίντερνετ, υπολογιστές, ανθρώπους που να γνωρίζουν κάποια πράγματα για να μπορέσει να λειτουργήσει αυτό.

Και φυσικά χρειάζεται και η ανάλογη όρεξη από τους εκπαιδευτικούς. Χρειάζεται επιμόρφωση σε όλα, από την αρχή, από τη θεωρία, από το πως να το χρησιμοποιούμε και μετά πως να το χρησιμοποιούμε και στην πράξη.

10. Θα επιθυμούσατε να αξιοποιήσετε ένα τέτοιο εργαλείο προσομοίωσης στη λήψη αποφάσεων;

Θα επιθυμούσα φυσικά υπό κάποιες προϋποθέσεις όπως είπαμε, να έχουμε επιμορφωθεί, να υπάρχει κάποια στήριξη από την πρωτοβάθμια, από το υπουργείο, να υπάρχει ο εξοπλισμός. Αυτό νομίζω, ναι.

11. Θα θέλατε να προσθέσετε ή σχολιάσετε κάτι;

Όχι. Σας εύχομαι καλή επιτυχία και σας ευχαριστούμε για αυτή την ενημέρωση.