



Ανάπτυξη πρωτότυπου εργαλείου πρόβλεψης της συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων  
με χρήση της μεθοδολογίας System Dynamics

---

Η Διπλωματική Εργασία  
παρουσιάστηκε ενώπιον  
του Διδακτικού Προσωπικού του  
Πανεπιστημίου Αιγαίου

---

Σε Μερική Εκπλήρωση  
των Απαιτήσεων για το Δίπλωμα του  
Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών  
Τεχνολογίες και Διοίκηση Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων  
του  
Τμήματος Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

---

της  
ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ  
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2010

Η ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΩΝ ΕΓΚΡΙΝΕΙ  
ΤΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΗΣ ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ:

---

Επίκουρος Καθηγητής Ι. Ε. ΛΟΥΚΗΣ, Επιβλέπων 11/02/2010

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και  
Επικοινωνιακών Συστημάτων

---

Επίκουρος Καθηγητής Ι. ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ, Μέλος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και  
Επικοινωνιακών Συστημάτων

---

Επίκουρος Καθηγητής Σ. ΚΟΚΟΛΑΚΗΣ, Μέλος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και  
Επικοινωνιακών Συστημάτων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία συνδυάζει δύο θέματα που εντάσσονται στην προσπάθεια για την επίτευξη της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης: τη διάδοση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών και την ανάπτυξη εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων για την αντιμετώπιση πολύπλοκων φαινομένων. Στόχος είναι η κατασκευή ενός μοντέλου προσομοίωσης, με τη μεθοδολογία System Dynamics, προκειμένου να βοηθήσει τους υπευθύνους για τη χάραξη πολιτικής να εκτιμήσουν τις επιπτώσεις των προγραμματιζόμενων πρωτοβουλιών της κυβέρνησης. Στην κατεύθυνση αυτή, πραγματοποιήθηκε μελέτη γύρω από τα συστήματα κοινωνικής προσομοίωσης και ιδιαίτερα σε μοντέλα που αφορούν σε θέματα δημόσιας διοίκησης.

Η ανάπτυξη του μοντέλου, που έγινε σε συνεργασία με το Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας, αφορά στην αντιμετώπιση του ψηφιακού χάσματος στην Ελλάδα. Για την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τους δείκτες της πρωτοβουλίας i2010. Τα αποτελέσματα, που προέκυψαν από την εκτέλεση εναλλακτικών σεναρίων, υποδεικνύουν τις παραμέτρους που πρέπει να μεταβληθούν μέσα από την υλοποίηση δράσεων για να έχουν το βέλτιστο αντίκτυπο στην κοινωνία.

ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

© 2010

## **ABSTRACT**

This project combines two issues that are part of the effort to achieve e-governance: the diffusion of Information and Communication Technologies and development of decision support tools to confront complex phenomena. support government policy making. The objective is to build a simulation model, using the System dynamics methodology, in order to enable policy makers investigate the estimated impact of planned government initiatives. In this regard, a study about the social simulation models, particularly in matters relating to public administration.

The development of the model, made in collaboration with the Observatory for the Greek Information Society, address the digital divide in Greece. Data from the i2010 initiative indicators have been used for the simulation. The results, arising from the execution of alternative scenarios, indicate the parameters to be changed through the implementation of actions to have the best impact on society.

ANDROUTSOPOULOU AGGELIKI

Department of Information and Communication Systems Engineering

UNIVERSITY OF THE AEGEAN

© 2010

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ – ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Ε. Λουκή, καθώς και τον καθηγητή μου κ. Ι. Χαραλαμπίδη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Αθ. Κουντζέρη, από το Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας για τις συμβουλές και τα δεδομένα που μου παρείχε.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στο τρίτο μέλος της εξεταστικής επιτροπής, κ. Σ. Κοκολάκη για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους, αλλά και τους υπόλοιπους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών της Διοίκησης Πληροφοριακών Συστημάτων για τη συμβολή τους στην διεύρυνση των γνώσεων και των πνευματικών μου οριζόντων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την οικογένειά μου και τους φίλους μου, για την συμπαράσταση και ψυχολογική υποστήριξη που μου προσφέρουν εδώ και χρόνια και για τη συμβολή τους στη διεκπεραίωση των σπουδών μου.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1	Αντικείμενο της εργασίας .....	8
1.2	Δομή της εργασίας .....	13
2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	14
2.1	Ορισμοί βασικών εννοιών .....	14
2.1.1	Σύστημα .....	14
2.1.2	Μοντέλο .....	15
2.1.3	Προσομοίωση .....	15
2.1.4	Πολιτική .....	16
2.2	Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση .....	17
2.3	Διάδοση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών .....	19
3	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ .....	21
3.1	Κοινωνική Προσομοίωση .....	21
3.2	Η προσομοίωση στην πολιτική .....	23
3.3	Εφαρμογή μεθοδολογίας <i>System Dynamics</i> στην κοινωνική προσομοίωση .....	25
3.3.1	Συστημική προσέγγιση .....	25
3.3.2	Ανασκόπηση βιβλιογραφίας .....	26
4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	32
4.1	Μεθοδολογία ανάπτυξης .....	32
4.1.1	<i>System Dynamics</i> .....	32
4.1.2	Στάδια ανάπτυξης .....	33
4.1.3	Εργαλεία ανάπτυξης .....	34
4.2	Ορισμός του προβλήματος .....	36
4.3	Περιγραφή του μοντέλου .....	37
4.4	Σχεδίαση μοντέλου .....	39

4.4.1	Μεταβλητές του Μοντέλου .....	39
4.4.2	Διάγραμμα Causal Loop .....	41
4.4.3	Διάγραμμα Stock and flow .....	43
5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	45
5.1	Προσομοίωση.....	45
5.2	Αποτελέσματα βασικής προσομοίωσης .....	46
5.3	Αποτελέσματα εναλλακτικής αρχικοποίησης.....	48
6	ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	51
	Σενάριο 1: Αύξηση ρυθμού ευρυζωνικής κάλυψης.....	51
	Σενάριο 2: Μείωση κόστους πρόσβασης.....	54
	Σενάριο 3: Δημιουργία περισσότερων δημόσιων σημείων πρόσβασης .....	56
	Σενάριο 4: Ενημέρωση για τα οφέλη χρήσης ΤΠΕ .....	58
	Σενάριο 5: Κατάρτιση πολιτών.....	60
	Σενάριο 6: Συνδυασμός των σεναρίων 2 και 5 .....	62
7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ .....	65
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	71

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Αντικείμενο της εργασίας

Η διείδυση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης στη χώρα μας γίνεται ολοένα και πιο εμφανής, ενώ παράλληλα οι πρωτοβουλίες για την επίτευξη της εντατικοποιούνται. Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών αποτελούν το μέσο προς αυτή την κατεύθυνση. Επαναπροσδιορίζουν το τοπίο της δημόσιας διοίκησης μεταβάλλοντας τις σχέσεις μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών και του κοινού, μεταξύ του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, μεταξύ κυβέρνησης και πολίτη. Επομένως, παράλληλα με την προώθηση έργων και δράσεων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι απαραίτητη η προώθηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών και η ενσωμάτωση τους από τους πολίτες.

Η ηλεκτρονική διακυβέρνηση δεν αφορά μόνο στην παροχή υπηρεσιών μέσω διαδικτύου και στην καλύτερη εξυπηρέτηση πολιτών και επιχειρήσεων, αλλά συνιστά ένα νέο σύνολο τεχνολογικά υποβοηθούμενων διαδικασιών, που προάγουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των πολιτών και της κυβέρνησης. Η κοινωνική μοντελοποίηση αποτελεί πεδίο που μπορεί να συνεισφέρει στην κατεύθυνση αυτή, παρέχοντας μεθόδους για την ανάπτυξη των κατάλληλων εργαλείων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει πως μπορούν αξιοποιηθούν οι διαθέσιμες τεχνολογίες, μεθοδολογίες και εργαλεία ώστε να περιορίσουμε σε σημαντικό βαθμό τα ρίσκα που πιθανόν υπάρχουν, όταν λαμβάνεται κάποια απόφαση που αφορά στη διακυβέρνηση ενός κράτους. Για το σκοπό αυτό στα πλαίσια της εργασίας κατασκευάστηκε ένα πρωτότυπο εργαλείο για να διαπιστωθεί σε ποιο βαθμό τέτοια εργαλεία, μπορούν μέσω της προσομοίωσης, να προβλέψουν τη συμπεριφορά ενός πολύπλοκου συστήματος, όπως είναι η κοινωνία.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης, που θα χρησιμοποιηθεί για τη καλύτερη λήψη αποφάσεων που αφορούν σε θέματα χάραξης στρατηγικών πολιτικών. Οι χρήστες του μοντέλου θα είναι σε θέση να εξετάζουν τις αλλαγές που θα προκύψουν στις παραμέτρους του συστήματος από την πιθανή εφαρμογή σχεδίων δράσης. Δοκιμάζοντας εναλλακτικά σενάρια μέσω των μεταβολών που προκαλούν σε μια ή περισσότερες παραμέτρους, μπορούν να προβλέπουν την επίδραση των αποφάσεων τους στη συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος. Έτσι είναι σε θέση να συγκρίνουν διαφορετικές πολιτικές και να εκτιμούν την επίπτωση τους στην κοινωνία.





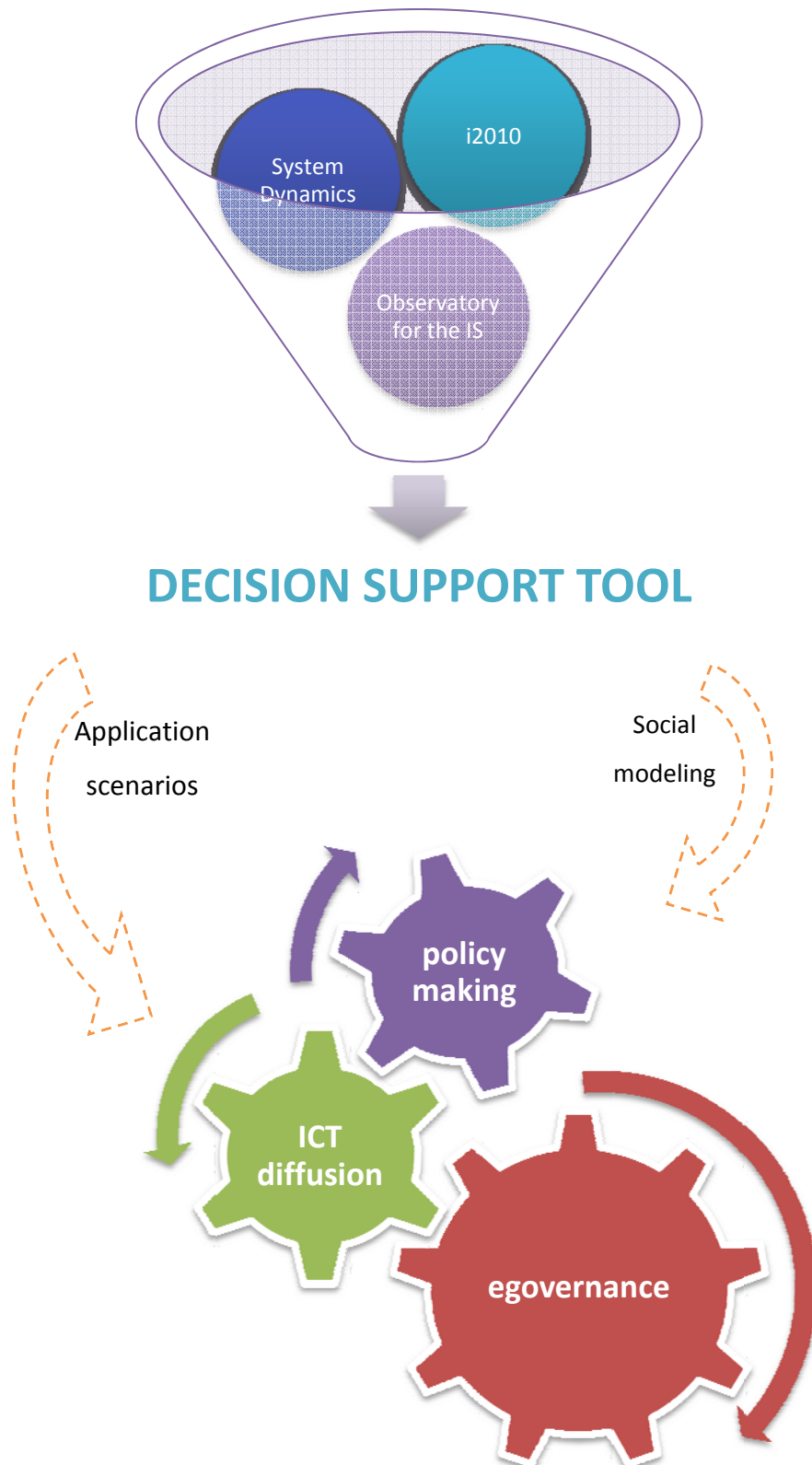
Στόχος του μοντέλου είναι να προσομοιώνει τη διαδικασία ενσωμάτωσης ΤΠΕ, εξετάζοντας την εξέλιξη συγκεκριμένων δεικτών, που την αποτυπώνουν, σε σχέση με τους παράγοντες που τους επηρεάζουν. Το σύστημα πρέπει να διαμορφωθεί έτσι ώστε να είναι σε θέση να προβλέπει τη μελλοντική εξέλιξη των δεικτών ανάλογα με τα μέτρα και τις πολιτικές που θα εφαρμοστούν. Συγκεκριμένα το πρόβλημα αφορά κοινωνικές ομάδες που υστερούν στην ψηφιακή συμμετοχή σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό, και απαιτείται η εφαρμογή μέτρων για την ένταξη τους στην κοινωνία της πληροφορίας. Έτσι προσομοιώνοντας τις υποψήφιες πρακτικές και παρέχοντας προβλέψεις των αποτελεσμάτων τους θα αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για την καλύτερη λήψη αποφάσεων σχετικά με την υλοποίηση στρατηγικών στον τομέα της χρήσης ΤΠΕ στην Ελλάδα.

Για να κατανοηθεί πλήρως ο στόχος της εργασίας, καθώς και ο τρόπος επίτευξής του, σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας γύρω από το πεδίο της κοινωνικής προσομοίωσης και της εφαρμογής της. Έγινε έρευνα για τις διαθέσιμες μεθοδολογίες και εντοπίστηκαν αντίστοιχα έργα που έχουν διεκπεραιωθεί. Η μεθοδολογία System Dynamics επιλέχθηκε για την υλοποίηση, ως μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές μοντελοποίησης κοινωνικών φαινομένων. Τα παραδείγματα εφαρμογών που υλοποιήθηκαν με τη μεθοδολογία System Dynamics, που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία, αποτέλεσαν «οδηγό» για την σχεδίαση και ανάπτυξη του εργαλείου.

Μετά την ολοκλήρωση της βιβλιογραφική μελέτης, ακολούθησε η ανάπτυξη του μοντέλου. Αρχικά έπρεπε να γίνει μελέτη γύρω από τη μεθοδολογία System Dynamics για να κατανοηθούν τα βασικά χαρακτηριστικά της, τα δομικά στοιχεία και οι δυνατότητες που προσφέρει, ώστε να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα στην υλοποίηση. Έπειτα, για να ξεκινήσει η σχεδίαση του μοντέλου ήταν απαραίτητη η εξοικείωση με το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει. Σε αυτό το στάδιο ήταν καθοριστική η συνεργασία με το Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας, καθώς αποτελεί τον πρώτο θεσμοθετημένο φορέα παρακολούθησης για την Κοινωνία της Πληροφορίας στην Ελλάδα.

Για την μοντελοποίηση της διαδικασίας της διάδοσης των ΤΠΕ ήταν απαραίτητη η εμπειρία και η γνώση που έχει αποκτηθεί από τη δράση του συγκεκριμένου φορέα ώστε να καταγράψουμε τις βασικές μεταβλητές που διέπουν τη συγκεκριμένη διαδικασία. Έπειτα και από αυτό το βήμα, ξεκίνησε η κατασκευή του εργαλείου ακολουθώντας τα στάδια της μεθοδολογίας System Dynamics. Για την ανάπτυξη του μοντέλου έγινε χρήση του εργαλείου Vensim PLE, το οποίο επιλέχθηκε μετά από έρευνα και δοκιμή των διαθέσιμων πακέτων λογισμικού.

Η δυσκολία που περιέχει η ανάπτυξη ενός τέτοιου μοντέλου έγκειται στο να προσεγγίσει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματικότητα. Η διάδοση των ΤΠΕ περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους του κοινωνικού συστήματος, οι οποίες καθιστούν δύσκολη την πρόβλεψη της εξέλιξης ενός τέτοιου φαινομένου. Το ζητούμενο στην παρούσα εργασία είναι να επικεντρωθούμε στις βασικές συνιστώσες του προβλήματος, για να έχουμε αντιπροσωπευτική απεικόνιση της διαδικασίας που μελετάται. Για το λόγο αυτό, έγινε σχολαστική μελέτη γύρω από την εξέλιξη των δεικτών της ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας i2010 που σχετίζονται με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην Ελλάδα. Μέσα από την παρατήρηση της πορείας των δεικτών για το χρονικό διάστημα που παρέχονται μετρήσεις από το Παρατηρητήριο για την ΚτΠ, έγινε προσπάθεια να εντοπισθούν οι σχέσεις και οι παράγοντες που επηρεάζουν τις βασικές μεταβλητές του μοντέλου. Για να βελτιωθεί η ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου, αφού ολοκληρώθηκε η αρχική σχεδίασή του πραγματοποιήθηκαν δοκιμές και συγκρίσεις με τα πραγματικά διαθέσιμα δεδομένα. Η επανεξέταση της δομής του μοντέλου και οι αλλαγές που προέκυψαν βοήθησαν στο να κατανοήσουμε βαθύτερα τη διαδικασία που προσπαθούμε να προσομοιώσουμε.



Η προσομοίωση του μοντέλου «έτρεξε» αρχικά με τα πραγματικά τρέχοντα δεδομένα και στη συνέχεια με την εκτέλεση υποθετικών σεναρίων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αξιολογήθηκαν, για να εξαχθούν τελικά, τα συμπεράσματα για τη χρήση του εργαλείου.

Μακροπρόθεσμος στόχος είναι το μοντέλο που θα κατασκευαστεί στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, να αποτελέσει ένα πρωτότυπο εργαλείο κοινωνικής προσομοίωσης και να συμβάλει στην περαιτέρω ανάπτυξη αντίστοιχων μέσων πρόβλεψης συμπεριφοράς. Τέτοιου είδους εργαλεία, μπορούν να εξελιχθούν σε πολύτιμα βοηθήματα για τους υπεύθυνους στη χάραξη πολιτικής και στη λήψη αποφάσεων, και να συμβάλλουν ουσιαστικά στην πορεία προς την ηλεκτρονική διακυβέρνηση.

## 1.2 Δομή της εργασίας

Την παρούσα εργασία απαρτίζουν δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά στην θεωρητική επισκόπηση του πεδίου προς μελέτη, ενώ το δεύτερο στην ανάπτυξη του μοντέλου και την εφαρμογή του. Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των κεφαλαίων της εργασίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο αντικείμενο της εργασίας και στον σκοπό που εξυπηρετεί η εκπόνηση της.

Το δεύτερο κεφάλαιο παρέχει στον αναγνώστη μια γνωριμία με τα πεδία που αποτελούν πλαίσιο αναφοράς για την εργασία, προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι σχετικές βασικές έννοιες. Γίνεται αναφορά στους όρους του συστήματος, της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών και δίνονται οι ορισμοί τους.

Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική μελέτη που έγινε γύρω από το πεδίο της προσομοίωσης κοινωνικών φαινομένων. Μελετάται η χρήση της μοντελοποίησης σε θέματα που αφορούν στη χάραξη πολιτικών και παρουσιάζονται εφαρμογές κοινωνικής προσομοίωσης, ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε μοντέλα που έχουν κατασκευαστεί με τη μεθοδολογία System Dynamics.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ξεκινά το δεύτερο μέρος της εργασίας με την ανάπτυξη του μοντέλου. Ο αναγνώστης εισάγεται στην υφιστάμενη, προς μοντελοποίηση, κατάσταση, περιγράφεται το μοντέλο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία κατασκευής του και το λογισμικό που επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του.

Ακολουθεί η αρχικοποίηση του μοντέλου, στο πέμπτο κεφάλαιο, όπου εκτελείται η βασική προσομοίωση με τα πραγματικά δεδομένα. Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται οι προβλέψεις που προκύπτουν υπό τις τρέχουσες συνθήκες.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η δοκιμή του εργαλείου μέσα από την προσομοίωση επιλεγμένων σεναρίων. Το μοντέλο τροφοδοτείται με δεδομένα εισόδου και αναλύονται τα δεδομένα που παράγει ως έξοδο.

Η εργασία ολοκληρώνεται με το έβδομο κεφάλαιο, όπου παραθέτονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη, την ανάπτυξη και την εφαρμογή του εργαλείου και προτείνονται μελλοντικές δράσεις για την αξιοποίηση του.

## 2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

### 2.1 Ορισμοί βασικών εννοιών

#### 2.1.1 Σύστημα

Ο πραγματικός κόσμος μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από συστήματα. Ο όρος «σύστημα» μπορεί να έχει διαφορετικές ερμηνείες ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται. Κατά τους Schoderbek, Schoderbek, Kefalas (1990), ως σύστημα ορίζεται μία ομάδα αντικειμένων και οι σχέσεις μεταξύ αυτών των αντικειμένων και των χαρακτηριστικών τους, καθώς και οι σχέσεις των παραπάνω με το περιβάλλον τους, έτσι ώστε να συγκροτούν ένα σύνολο.

Σύμφωνά με τον Αυστριακό Βιολόγο, Ludwig von Bertalanff, σύστημα είναι μια οντότητα που διατηρεί την ύπαρξη της μέσω της αμοιβαίας αλληλεπίδρασης μεταξύ των μερών που το απαρτίζουν.

Ένας ορισμός που θα ταίριαζε στην παρούσα μελέτη είναι ο εξής: Ένα σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων ή οντοτήτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με βάση τους κανόνες ή τις πολιτικές λειτουργίας του συστήματος. Οντότητες είναι τα εσωτερικά μέρη του συστήματος, συμμετέχουν σε διαδικασίες και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Πολιτικές λειτουργίας είναι οι εξωτερικές εισροές στο σύστημα, που διέπουν το πώς λειτουργεί το σύστημα και, συνεπώς, πώς αλληλεπιδρούν οι οντότητες. Με την πάροδο του χρόνου, οι δραστηριότητες και οι αλληλεπιδράσεις των οντοτήτων προκαλούν αλλαγές στην κατάσταση του συστήματος, πράγμα το οποίο ονομάζεται συμπεριφορά του συστήματος ή δυναμική.

Πολύπλοκο σύστημα ονομάζεται ένα σύστημα, του οποίου η συμπεριφορά δεν συνάγεται από τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά των συνιστωσών του, αλλά οφείλεται κυρίως στην αλληλεπίδραση και τις συσχετίσεις τους, και είναι δύσκολο να προβλεφθεί. Εμφανίζει, δηλαδή αναδυόμενη συμπεριφορά (emergence). Τα πολύπλοκα συστήματα αποτελούνται από πολλές ετερογενείς συνιστώσες και εμφανίζονται σε διάφορα πεδία, ανάμεσα τους και η κοινωνική επιστήμη.

### 2.1.2 Μοντέλο

Μοντέλο ονομάζεται η απλοποιημένη αναπαράσταση ενός συστήματος σε κάποια χρονική στιγμή. Το μοντέλο αποτελεί μια αφηρημένη έννοια, διότι επιχειρεί να αποτυπώσει το ρεαλισμό του συστήματος. Είναι μια απλούστευση, διότι, για την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία και την ευκολία της ανάλυσης, ένα μοντέλο θα πρέπει να καλύπτει αποκλειστικά και μόνο τις πιο σημαντικές πτυχές του πραγματικού συστήματος.

Μοντέλο μπορεί να είναι μια μαθηματική περιγραφή που ενσωματώνει δεδομένα και υποθέσεις για να περιγράψει τη λογική συμπεριφορά ενός συστήματος ή μια διαδικασίας. Αυτό το είδος μοντέλου είναι συνήθως δυναμικό, έχει μια συνιστώσα του χρόνου και δείχνει πώς το σύστημα εξελίσσεται με τον καιρό, αποτυπώνοντας αίτια και αποτελέσματα και τη ροή των οντοτήτων του.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του μοντέλου είναι ότι μπορεί να ξεκινήσει ως μια απλή προσέγγιση της διαδικασίας και σταδιακά να τελειοποιηθεί, καθώς αυξάνεται η κατανόηση της διαδικασίας. Αυτή η "σταδιακή βελτίωση" δίνει τη δυνατότητα καλής προσέγγισης των εξαιρετικά σύνθετων προβλημάτων γρήγορα.

### 2.1.3 Προσομοίωση

Προσομοίωση ορίζει ως η μιμητική αναπαράσταση της λειτουργίας ενός συστήματος ή διαδικασίας με τη λειτουργία ενός άλλου. Αυτό σημαίνει ότι για να προσδιορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο ένα πραγματικό σύστημα λειτουργεί, κατασκευάζουμε ένα μοντέλο του συστήματος και παρατηρούμε πώς λειτουργεί το μοντέλο.

Η προσομοίωση εξελίσσεται σε χρόνο προσομοίωσης, που αντιστοιχεί στον πραγματικό χρόνο. Καθώς διατρέχει ο χρόνος προσομοίωσης, το μοντέλο προσδιορίζει εάν έχουν επέλθει μεταβολές υπολογίζει εκ νέου τις τιμές του και παράγει αποτελέσματα. Εάν είναι έγκυρο, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τη συμπεριφορά του πραγματικού συστήματος.

Εκτός από το σχεδιασμό ενός μοντέλου του συστήματος η προσομοίωση περιλαμβάνει και τη διεξαγωγή πειραμάτων σε αυτό κατά την εξέλιξή του στο χρόνο. Η μοντελοποίηση καθιστά δυνατό να δει κανείς, πώς μια δραστηριότητα του πραγματικού κόσμου εκτελείται υπό διαφορετικές συνθήκες, δοκιμάζοντας διαφορετικές υποθέσεις και

ελαχιστοποιώντας το κόστος από την εκτέλεση της πραγματικής δραστηριότητας. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος και η αβεβαιότητα, από την αλληλεπίδραση με το μοντέλο και όχι το πραγματικό σύστημα, ώστε να μπορούν να ληφθούν ενημερωμένες και έγκαιρες αποφάσεις.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα της μοντελοποίησης είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα που δεν διαθέτουν εμπειρία στο πεδίο. Όλα τα σύγχρονα πακέτα λογισμικού προσομοίωσης περιλαμβάνουν γραφική διεπαφή χρήστη που επιτρέπουν την αναπαράσταση των διαδικασιών και τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης. Επίσης συχνά συνδέονται με εργαλεία δημιουργίας διαγραμμάτων ροής και άλλα εργαλεία Τεχνολογίας Λογισμικού, πράγμα που οδηγεί σε ταχύτερη εκτέλεση προσομοίωσης και μεγαλύτερη ακρίβεια στις μεταβλητές εξόδου.

Υπάρχουν δύο βασικά είδη προσομοίωσης: η συνεχής (continuous) και η διακριτή (discrete event). Η συνεχής προσομοίωση προϋποθέτει ότι υπάρχει συνεχόμενη ροή χρόνου και προχωράει σε χρονικά βήματα. Αντίθετα, η διακριτή είναι μια τεχνική όπου η προσομοίωση προχωράει από γεγονός σε γεγονός και όχι με την συνεχή πάροδο του χρόνου.

#### 2.1.4 Πολιτική

Ο όρος «πολιτική» περιγράφει ένα μελετημένο σχέδιο δράσης με στόχο να καθοδηγεί αποφάσεις και να πετύχει ορθολογικά αποτελέσματα. Μια πολιτική μπορεί να εφαρμοστεί στην κυβέρνηση, σε οργανισμούς του ιδιωτικού τομέα, σε ομάδες, καθώς και σε ιδιώτες. Η πολιτική διαφέρει από τους νόμο, γιατί ενώ ο νόμος μπορεί να υποχρεώσει ή να απαγορεύσει συμπεριφορές, η πολιτική απλώς οδηγεί δράσεις προς τις συμπεριφορές που έχουν τις περισσότερες πιθανότητες για την επίτευξη ενός επιθυμητού αποτελέσματος.

Η πολιτική ή η μελέτη και χάραξη πολιτικής μπορεί επίσης να αναφέρεται στη διαδικασία λήψης σημαντικών αποφάσεων και συμπεριλαμβάνει την αναγνώριση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων, όπως τα προγράμματα ή τις προτεραιότητες δαπανών, καθώς και την επιλογή μεταξύ αυτών με βάση τις επιπτώσεις που θα έχουν. Οι πολιτικές μπορεί να νοηθούν ως πολιτικοί, η διαχειριστικοί, οικονομικοί, και διοικητικοί μηχανισμοί που οργανώνονται για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

Η δημόσια πολιτική μπορεί να οριστεί ως το σύνολο της δράσης ή αδράνειας που λαμβάνεται από κυβερνητικούς φορείς (οι αποφάσεις της κυβέρνησης) σε σχέση με ένα



συγκεκριμένο θέμα ή ένα σύνολο ζητημάτων. Περιλαμβάνει τους τρόπους δράσεις, τα κανονιστικά μέτρα, τους νόμους, τις προτεραιότητες χρηματοδότησης που αφορούν ένα δεδομένο θέμα και εκδίδονται από κάποια κυβερνητική οντότητα ή αντιπροσώπους της.

## 2.2 Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση

Ως ηλεκτρονική διακυβέρνηση ορίζεται η χρησιμοποίηση Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Δημόσια Διοίκηση και Τοπική Αυτοδιοίκηση με στόχο την ψηφιακή παροχή υπηρεσιών προς πολίτες και επιχειρήσεις. Ο όρος e-Government αναφέρεται στην αξιοποίηση των ηλεκτρονικών μέσων στην αλληλεπίδραση ανάμεσα σε Κυβερνητικούς Φορείς και Πολίτες, και Κυβερνητικούς Φορείς και Επιχειρήσεις και στις εσωτερικές κυβερνητικές λειτουργίες. Στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση χρησιμοποιείται καλύτερα και αποδοτικότερα η δημόσια πληροφορία και αναδιοργανώνονται οι διαδικασίες, που σταδιακά αξιοποιούν καλύτερα τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών.

Υπάρχουν δύο φιλοσοφικές αντιλήψεις σχετικά με την Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση. Για μερικούς η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση είναι «η εφαρμογή εργαλείων και τεχνικών του ηλεκτρονικού εμπορίου στη λειτουργία της διακυβέρνησης». Αυτή η αντίληψη εστιάζει στη πρακτική αποδοτικότητα και στη μείωση του κόστους, όπως αυτές που μπορούν για παράδειγμα να προέλθουν από την ηλεκτρονική κατάθεση της φορολογικής δήλωσης και τον ηλεκτρονικό εφοδιασμό. Για κάποιους άλλους, η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση έχει τη δυναμική να «βελτιώσει τη δημοκρατική συμμετοχή» και να «υπερκεράσει τη πολιτική αποστασιοποίηση». Η αντίληψη αυτή εστιάζει σε πρωτοβουλίες που θα φέρουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των διάφορων μορφών διακυβέρνησης και του πολίτη σε νέα επίπεδα (e-Participation).

Η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση πρέπει να στοχεύει στο να παρέχει δημόσιες υπηρεσίες προσβάσιμες για κάθε πολίτη ή επιχείρηση. Αυτό σημαίνει ότι η ηλεκτρονική διακυβέρνηση δεν πρέπει να εστιάζει μόνο στην αποδοτικότητα, αλλά και στην αμεροληψία, δηλαδή να παρέχει ίσα δικαιώματα και ευκαιρίες για συμμετοχή όλων, και θα πρέπει να κάνει πραγματοποιεί την ένταξη των πολιτών. Η ένταξη είναι σημαντική τόσο για την κοινωνική δικαιοσύνη αλλά και από οικονομικής απόψεως: ο αποκλεισμός αντιπροσωπεύει ένα κόστος από τη μη αξιοποίηση του ανθρώπινου κεφαλαίου. Η ηλεκτρονική διακυβέρνηση θα ολοκληρωθεί πλήρως αν όλοι οι πολίτες είναι σε θέση να

αξιοποιήσουν τα τεχνολογικά βοηθήματα, ακόμα και αυτοί που έχουν χαμηλές ικανότητες, ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές, έχουν χαμηλό εισόδημα, ή έχουν ειδικές ψυχολογικές ή σωματικές ανάγκες.

Ο όρος **e-Inclusion** (ηλεκτρονική ενσωμάτωση) αναφέρεται στην προώθηση της συμμετοχής στην Κοινωνία της Πληροφορίας με ιδιαίτερη έμφαση στους εξής στόχους:

- Ενδυνάμωση της πρόσβασης στις κοινωνικές και οικονομικές δυνατότητες που προσφέρει η ψηφιακή εποχή
- Τοποθέτηση στο επίκεντρο ατόμων που βρίσκονται σε μειονεκτική θέση εξαιτίας της έλλειψης πόρων ή εκπαίδευσης, της ηλικίας, της γλώσσας, του φύλου, της περιοχής που διαμένουν, καθώς και ατόμων με ειδικές ανάγκες (EU e-inclusion approach)

Το πρόγραμμα eInclusion της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει στόχο το σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικής εντός της Κοινότητας για την ανάπτυξη της Προσβασιμότητας όλων των ευαίσθητων κοινωνικών ομάδων στα «τεχνολογικά αγαθά» και τις online υπηρεσίες, βάσει συγκεκριμένων ερευνών.



Το Στρατηγικό Πλαίσιο i2010 αποτελεί την πιο πρόσφατη πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που καθορίζει τις γενικές πολιτικές κατευθύνσεις για την Κοινωνία της Πληροφορίας και τη στρατηγική της Επικοινωνίας. Με αυτή την πρωτοβουλία επιδιώκεται να βελτιστοποιηθούν τα οφέλη από τις νέες τεχνολογίες υπέρ της οικονομικής ανάπτυξης. Τέθηκε σε εφαρμογή τον Ιούνιο του 2006 και υποκαθιστά το σχέδιο δράσης eEurope 2005. Εντάσσεται στο πλαίσιο της αναθεωρημένης στρατηγικής της Λισαβόνας. Η Ε.Ε. εφαρμόζει το σχέδιο δράσης i2010 σε συνεργασία με τα κράτη μέλη της και τη διεύθυνση i2010 High Level Group.

Οι προτεραιότητες του σχεδίου δράσης i2010 αφορούν στα ακόλουθα:

- Ολοκλήρωση του ενιαίου ευρωπαϊκού χώρου της πληροφορίας
- Ενίσχυση της καινοτομίας και των επενδύσεων στην έρευνα Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών
- Επίτευξη της ευρωπαϊκής Κοινωνίας της Πληροφορίας, χωρίς κοινωνικό αποκλεισμό, και καλύτερη ποιότητα ζωής



### 2.3 Διάδοση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών είναι όρος που χρησιμοποιείται ευρέως από την διεθνή κοινότητα για την τεχνολογία που αφορά στην επιτάχυνση και διευκόλυνση της ανταλλαγής και της διανομής της πληροφορίας.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η σημασία των ΤΠΕ δεν εντοπίζεται τόσο στην ίδια την τεχνολογία, όσο στην ικανότητα τους να αυξάνουν την πρόσβαση στην πληροφορία και επικοινωνία. Σε πολλές χώρες στον κόσμο έχουν δημιουργηθεί οργανισμοί για την προώθηση των ΤΠΕ, γιατί υπάρχει φόβος ότι αν οι λιγότερο τεχνολογικά προηγμένες περιοχές δεν έχουν την ευκαιρία να καλύψουν τη διαφορά, η αύξηση της τεχνολογικής προόδου στις ανεπτυγμένες χώρες θα χρησιμεύσει μόνο για να διευρύνει το ήδη υφιστάμενο οικονομικό χάσμα μεταξύ τους. Σε διεθνές επίπεδο, τα Ηνωμένα Έθνη προωθούν ενεργά τις ΤΠΕ για την Ανάπτυξη (ICT4D) ως μέσο για την γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος.

Η διείσδυση των ΤΠΕ πραγματοποιείται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το χώρο και το χρόνο. Στην Γαλλία εκπονήθηκε μελέτη (Houzet, 2007) για τις ΤΠΕ από γεωγραφική άποψη, αναλύοντας τους τοπικούς παράγοντες για την εξάπλωση τους. Η διάδοση των ΤΠΕ εξετάστηκε υπό την έννοια του δικτύου σε τρία επίπεδα: των υποδομών, των υπηρεσιών και των χρήσεων, με βάση αντίστοιχους δείκτες. Έτσι, στο επίπεδο της υποδομής ο δείκτης

που χρησιμοποιείται είναι η δομή του δικτύου πρόσβασης υψηλών ταχυτήτων, για τις υπηρεσίες η τοποθεσία των επιχειρήσεων ΤΠΕ και τέλος για τις χρήσεις η παροχή δημόσιας πρόσβαση στο διαδίκτυο. Για κάθε επίπεδο, η εξάπλωση των ΤΠΕ ακολουθεί διαφορετική λογική και χαρακτηρίζει τις διαφορετικές περιοχές στη χώρα.

Οι ΤΠΕ στο πλαίσιο της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης είναι χρήσιμες:

- Στην αντιμετώπιση και χειρισμό πολιτικών και οικονομικό – κοινωνικών φαινομένων, δημιουργώντας ένα δίκτυο πληροφορίας που να υποστηρίζει την κυβερνητική δραστηριότητα και σχεδιασμό.
- Στην αναβάθμιση των σχέσεων μεταξύ της κυβέρνησης (και των θεσμικών της οργάνων) και των πολιτών, επιτρέποντας τη συμμετοχή και τον έλεγχο τους στις δραστηριότητες της κυβέρνησης (e-Democracy).

Η διάδοση των ΤΠΕ έχει οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο σε πολλά επίπεδα. Η διείσδυση της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών στην κοινωνία, και η αντίληψη ότι μπορεί να αποτελέσει τη βάση εθνικού ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος έχει οδηγήσει στο να στραφούν οι εθνικές πολιτικές στην ενίσχυση της ικανότητας υιοθέτησης της.

## 3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

### 3.1 Κοινωνική Προσομοίωση

Η κοινωνική μοντελοποίηση μπορεί να οριστεί ως η αναπαράσταση κοινωνικών φαινομένων ή η προσομοίωση διαδικασιών της κοινωνίας. Εφαρμόζει υπολογιστικές μεθόδους σε θέματα κοινωνικών επιστημών (κοινωνιολογία, πολιτικές επιστήμες, οικονομικά, ανθρωπολογία, γεωγραφία, αρχαιολογία, γλωσσολογία). Τα κοινωνικά μοντέλα μπορεί να έχουν οποιαδήποτε δομή ή μέγεθος και ενώ υπάρχουν άπειρα είδη κοινωνικών μοντέλων μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

---

#### Είδη κοινωνικών μοντέλων

---

απλά	πολύπλοκα
μικρά	μεγάλα
ποιοτικά	ποσοτικά
στατικά	δυναμικά
ντετερμινιστικά (βάσει κανόνων)	στοχαστικά (βάσει πιθανοτήτων)
μη – συμπεριφορικά	συμπεριφορικά
μη τοπικά (εθνικά)	τοπικά (περιφερειακά)

Το μοντέλα προσομοίωσης είναι χρήσιμα εξαιτίας της ικανότητας τους να προβλέπουν το μέλλον σε κοινωνικά ζητήματα, είτε πιθανολογικά είτε βάσει της καλύτερης εκτίμησης.

Παρακάτω περιγράφονται κάποιες από τις τεχνικές μοντελοποίησης, που επικρατούν στο πεδίο της κοινωνικής προσομοίωσης:

- **Agent-based (Δραστοστρεφής προσομοίωση):** Κατασκευή μοντέλων που αποτελούνται από πολλούς πράκτορες, οπότε εξετάζεται η αλληλεπίδραση τους.
- **Cellular automata (Κυψελοειδή Αυτόματα):** Μοντέλα που διερευνούν πολλούς παράγοντες στο φυσικό χώρο, των οποίων η συμπεριφορά ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες. Βασίζεται στη διάσπαση σε υπό-μοντέλα.

- **Equation-based:** μοντέλα που βασίζονται σε εξισώσεις (συνήθως σε μη γραμμικές) που καθορίζουν τη μελλοντική κατάσταση του συστήματος
- **Systems dynamics:** μέθοδος που βασίζεται σε εξισώσεις και χρησιμοποιεί αιτιώδεις βρόγχους και αποθήκες και ροές των πόρων
- **Stochastic Simulation (Στοχαστική προσομοίωση):** τα μοντέλα περιλαμβάνουν τυχαίες μεταβλητές και έχουν βασίζονται σε πιθανολογικά δεδομένα

Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης θα επικεντρωθούμε στη μεθοδολογία System Dynamics, αξίζει όμως να αναφερθούμε και στην “agent-based” μεθοδολογία. Τα “agent – based” μοντέλα είναι χρήσιμα επειδή μπορούν να αντιπροσωπεύουν σημαντικές πληροφορίες για τον κόσμο που δεν είναι εύκολο να αποτυπωθούν με τα παραδοσιακά μοντέλα. Υπερτερούν γιατί συσχετίζουν την ανομοιογενή συμπεριφορά των πρακτόρων με διαφορετικές πληροφορίες, διαφορετικούς κανόνες λήψης αποφάσεων, καθώς και διαφορετικές καταστάσεις για την συμπεριφορά του όλου συστήματος. Το γεγονός αυτό τα καθιστά συχνά πιο σημαντικά σε συνθήκες μεγάλης αβεβαιότητας όταν οι προβλέψεις δεν είναι δυνατές και οι κλασσικές μέθοδοι προβλεπτικής πολιτικής ανάλυσης είναι λιγότερο αποτελεσματικές. Όταν αντιμετωπίζονται καταστάσεις μεγάλης αβεβαιότητας η λήψη αποφάσεων δε στηρίζεται σε προβλέψεις αλλά ερευνώνται ισχυρές λύσεις που βασίζονται σε προσαρμοστικές κοινωνικές διεργασίες. Γι αυτούς τους λόγους και επιπλέον επειδή εξασφαλίζουν ακριβή αναπαράσταση των πραγματικών συστημάτων, είναι ευρέως διαδεδομένα στην κοινωνική προσομοίωση.

Χαρακτηριστικό δείγμα εφαρμογής κοινωνικής προσομοίωσης είναι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια κοινωνικής προσομοίωσης, τα οποία αποτελούν υποκατηγορία των παιχνιδιών προσομοίωσης της ζωής, και αναπαριστούν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολλών τεχνητών ζώων. Ανάμεσα σε αυτά διακρίνονται και τα παιχνίδια προσομοίωσης πολιτικής ή κυβερνητικής όπως ονομάζονται. Αυτά προσπαθούν να προσομοιώσουν την κυβέρνηση και την πολιτική ενός ολόκληρου ή μέρους ενός κράτους και μπορεί να περιλαμβάνουν γεωπολιτικές καταστάσεις (που αφορούν το σχεδιασμό και εκτέλεση εξωτερικής πολιτικής), τη δημιουργία εγχώριων πολιτικών και την προσομοίωση πολιτικών εκστρατειών. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί το παιχνίδι με τίτλο “Democracy”. Σε αυτό το παιχνίδι οι παίκτες, σε κυβερνητικό ρόλο, λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με το ποιες πολιτικές θα υποστηρίξουν και καθώς εξελίσσεται το παιχνίδι παρατηρούν πως διαμορφώνονται τα ποσοστά δημοτικότητάς τους ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες ψηφοφόρων, με απώτερο στόχο την επανεκλογή τους.

Έχοντας ως στόχο την προώθηση της ανάπτυξης της έρευνας στον τομέα της κοινωνικής προσομοίωσης και την εφαρμογή της στην Ευρώπη ιδρύθηκε το 2003 η Ευρωπαϊκή Ένωση Κοινωνικής Προσομοίωσης (European Social Simulation Association).

### 3.2 Η προσομοίωση στην πολιτική

Τα πεδία που εξαρτώνται από την πολιτική δράση χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας των προβλημάτων τους και αβεβαιότητα σχετικά με τις μελλοντικές μακροπρόθεσμες εξελίξεις. Ο σχεδιασμός σεναρίων αξιολόγησης έχει αποδειχθεί μέθοδος με πολύτιμες επιπτώσεις στη διαδικασία χάραξης πολιτικής. Στο πλαίσιο αυτό οι σύγχρονες κυβερνήσεις συνεχώς ενισχύουν τις δυνατότητες του σχεδιασμού σεναρίων και της πρόβλεψης είτε με την υλοποίηση ειδικών δράσεων και προγραμμάτων είτε με την ίδρυση αρμόδιων οργανισμών.

Τα προβλήματα, που αφορούν στη δημόσια διοίκηση, εμφανίζουν κάποια χαρακτηριστικά που καθιστούν δύσκολο το σχεδιασμό και την εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών για την αντιμετώπιση τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν την αντίσταση από το περιβάλλον όταν εφαρμόζεται μια πολιτική, την ανάγκη και το κόστος για πειραματισμό, την ανάμειξη πολλών και διαφορετικών ανθρώπων στην χάραξη πολιτικής και την υπερβολική αυτοπεποίθηση τους στη λήψη αποφάσεων και τέλος την ανάγκη ενδογενούς αντίληψης για το πρόβλημα. Τα παραπάνω εμποδίζουν την ανάλυση τέτοιου είδους ζητημάτων μέσω παραδοσιακών προσεγγίσεων που δε χρησιμοποιούν την προσομοίωση. Η προσομοίωση μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην αντιμετώπιση των παραπάνω θεμάτων.

Η προσομοίωση πολιτικής είναι μια τεχνική που αποσκοπεί στην ανάπτυξη ιδεών και διευκολύνει τη συζήτηση ανάμεσα στους φορείς που λαμβάνουν αποφάσεις. Ένα μοντέλο προσομοίωσης δέχεται δεδομένα, τα επεξεργάζεται και τα παρουσιάζει σε αριθμητική, γραφική, οπτική μορφή. Παρόλο που τα αποτελέσματα που παράγονται από την προσομοίωση είναι ενδεικτικά, παρέχουν ένα πλαίσιο αναφοράς για ουσιαστικό διάλογο.

Τα μοντέλα πολιτικής χρησιμοποιούνται για να εκτιμήσουν τις συνέπειες που θα επιφέρουν οι εναλλακτικές αποφάσεις που μπορεί να ληφθούν από τους φορείς χάραξης πολιτικής. Φορείς χάραξης πολιτικής αποτελούν συνήθως οι δημόσιοι υπάλληλοι. Τα μοντέλα αυτά, κατά κανόνα, σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται από

πολιτικούς αναλυτές για να βοηθήσουν στην επίλυση προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι φορείς χάραξης πολιτικής. Η εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων από πολιτικούς αναλυτές έχει ξεκινήσει από τα τέλη της δεκαετίας του '60 σε προβλήματα που αφορούν τις κυβερνήσεις σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο. Παρόλο που μόνο ένας μικρός αριθμός από αυτά οδήγησε σε εφαρμογή νέων πολιτικών, η ανάπτυξη μοντέλων πολιτικής διευρύνθηκε με το πέρασμα του χρόνου. Σήμερα θεωρείται ότι οι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό πολιτικής πρέπει να έχουν άμεση πρόσβαση σε τέτοιου είδους μοντέλα, ώστε να τους παρέχουν δυνατότητες πρόβλεψης, πράγμα το οποίο επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους ρόλους και στις αλληλεπιδράσεις των συμμετεχόντων στην πολιτική ανάλυση.

Το να προβλέψει κανείς τι ακριβώς θα συμβεί σε ένα πεδίο ενδιαφέροντος δεν είναι τόσο σημαντικό, γιατί υποθέτει ότι οποιοσδήποτε σχεδιασμός για την εξουδετέρωση ή ενίσχυση των πτυχών της πρόβλεψης, δεν θα έχει σημασία, διότι το μέλλον είναι προκαθορισμένο. Μια πρόβλεψη θα είναι περισσότερο χρήσιμη, εάν βασίζεται σε ένα ή περισσότερα σενάρια που δημιουργούνται κατά τη χάραξη πολιτικής. Σε αυτή την περίπτωση το μέλλον εξαρτάται από την εφαρμογή του ενός από αυτά τα σενάρια. Μέσα από αυτά μπορεί κανείς να ανακαλύψει πρότυπα, να κάνει υποθέσεις για καλύτερες δράσεις και να δοκιμάσει τις υποθέσεις μέσα από τα διαθέσιμα δεδομένα. Η χρησιμότητα αυτή ενισχύεται από την δυνατότητα να αλλάζει κανείς την πολιτική δυναμικά, κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, δυνατότητα που εξυπηρετεί πλήθος διαφορετικών σκοπών.

Στη βιβλιογραφία συναντάμε διάφορους όρους για τη είδη μοντελοποίησης που αποτελούν βοήθημα στην πολιτική επιστήμη, όπως η διαμεσολαβητική μοντελοποίηση (mediated modeling), η ομαδική (group modeling), συμμετοχική (participatory modeling), η μοντελοποίηση με κοινό οράμα (shared vision modeling) και συνεργατική μοντελοποίηση (cooperative or collaborative modeling). Η συνεργατική μοντελοποίηση, βασισμένη στη δυναμική συστημάτων, προτείνεται ως μέθοδος που μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Cockerill et al., 2009). Σε αυτή τη προσέγγιση χρησιμοποιείται η δυναμική συστημάτων προκειμένου μια διεπιστημονική ομάδα να διερευνήσει τις σχέσεις σε ένα πολύπλοκο σύστημα που είναι υπό μελέτη. Συγκεκριμένα, καθιστά ικανούς τους συμμετέχοντες σε ένα τέτοιο έργο να αναπτύξουν ένα βαθύτερο διεπιστημονικό επίπεδο κατανόησης σχετικά με την πολυπλοκότητα του ζητήματος που αντιμετωπίζουν, να αυξήσουν τη συμφωνία τους για τη ρίζα του προβλήματος και να αποκτήσουν μια εκτίμηση για την αβεβαιότητα που εμπεριέχεται σε δεδομένα και μεθόδους που αφορούν στη μελέτη πολύπλοκων συστημάτων.



Οι περισσότερες περιπτώσεις συνεργατικής μοντελοποίησης εξυπηρετούν ακαδημαϊκούς σκοπούς. Αποτελούν την απλούστερη μορφή τέτοιου είδους μοντελοποίησης, ενώ δεν εμπλέκουν τους φορείς λήψης αποφάσεων και το κοινό. Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από αυτά σπάνια ενσωματώνονται σε πραγματικές αποφάσεις είτε γιατί οι φορείς αγνοούν την ύπαρξη τους είτε επειδή είναι εξοικειωμένοι με μοντέλα που παρέχουν διαφορετικά αποτελέσματα. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής είναι απρόθυμοι να αποδεχθούν τα αποτελέσματα, αν δεν συμβαδίζουν με τις υπάρχουσες πολιτικές και παραβιάζουν επικρατούσες κοινωνικές ιδέες και πρότυπα. Σημαντικός, όμως, παράγοντας για την επιτυχία ενός μοντέλου και την αποδοχή των αποτελεσμάτων του, είναι να εμπλέκονται στην ανάπτυξη του τα άτομα που θα λάβουν τελικά τις αποφάσεις, πράγμα το οποίο σπάνια συμβαίνει στα μοντέλα ακαδημαϊκού χαρακτήρα.

### 3.3 Εφαρμογή μεθοδολογίας System Dynamics στην κοινωνική προσομοίωση

#### 3.3.1 Συστημική προσέγγιση

Σύμφωνα με τον Forrester (1993), τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κυβερνήσεις είναι τόσο πολύπλοκα, βαθιά και αλληλεξαρτώμενα που μόνο συστημικά μοντέλα μπορούν να συντελέσουν στο να κατανοηθούν. Προβλήματα όπως η οικολογική υποβάθμιση, η ρύπανση, η εξάπλωση της χρήσης ναρκωτικών ουσιών, η υποβάθμιση της πόλης, οι χαμηλές εθνικές και περιφερειακές οικονομικές επιδόσεις, η ανεργία έχουν αναφερθεί ως παραδείγματα των προβλημάτων στα οποία οι πολίτες προσδοκούν από τις κυβερνήσεις να δράσουν, τα οποία όμως είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν με τους συνήθεις τρόπους πολιτικής.

Η αντίληψη ότι η δημόσια πολιτική είναι μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση φορέων και θεσμικών οργάνων οδήγησε στην χρήση της συστημικής ανάλυσης τόσο ως τρόπος για την κατανόηση του τι συμβαίνει όταν εφαρμόζεται μια πολιτική, όσο και για την γένεση ιδεών και τρόπων δράσης. Η συστημική προσέγγιση μπορεί να προσφέρει στους φορείς χάραξης πολιτικής νέες προοπτικές σχετικά με τις βασικές αρχές της πολιτικής ανάλυσης.

Η μεθοδολογία System Dynamics χρησιμοποιείται παραδοσιακά στη μελέτη ζητημάτων δημόσιας διοίκησης. Τα μοντέλα, που έχουν κατασκευαστεί με αυτή, καλύπτουν

πλέον ένα ευρύ φάσμα πεδίων στις δημόσιες υποθέσεις, συμπεριλαμβανομένης της δημόσιας υγείας, της ενέργειας και του περιβάλλοντος, της κοινωνικής πρόνοιας, της αειφόρου ανάπτυξης, της εκπαίδευσης, της ασφάλειας και άλλων συναφών τομέων. Παρόλο τον υψηλό βαθμό εφαρμογής της, η δυναμική συστημάτων δεν χρησιμοποιεί το μέγιστο των δυνατοτήτων της στην χάραξη κυβερνητικής πολιτικής. Σύμφωνα με τον Forrester (2007) «μικρά ισχυρά μοντέλα μπορούν να απεικονίσουν τα πιο ουσιαστικά συμπεράσματα από την προσπάθεια μοντελοποίησης στο κοινό». Για την αποτελεσματική χρήση της δυναμικής συστημάτων στη χάραξη πολιτικής είναι βασικό τόσο να δημιουργεί γνώση όσο και να τη μεταδίδει.

Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα των μοντέλων System Dynamics για τη μελέτη θεμάτων δημόσιας πολιτικής ή προβλήματα είναι ότι μπορούν εύκολα να επεκταθούν ή να αναθεωρηθούν για να αντιμετωπίσουν επιπλέον ερωτήματα που προκύπτουν.

### 3.3.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίστηκαν πολλά παραδείγματα χρήσης της μεθοδολογίας System Dynamics στην αντιμετώπιση κοινωνικών φαινομένων. Το μοντέλο «Urban Dynamics» (Forrester, 1969) είναι το πρώτο που κατασκευάστηκε και παραμένει μέχρι σήμερα χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχούς εφαρμογής της μεθοδολογίας σε πρόβλημα δημόσιας πολιτικής. Προσομοιώνει την εξέλιξη μιας φανταστικής πόλης από την ανάπτυξή της, στη στασιμότητα και μετά στην φθορά. Στόχος του είναι να ερευνήσει τους λόγους που οδηγούν στην αστική παρακμή και να αξιολογήσει τη χάραξη πολιτικής που αποσκοπεί στη βελτίωση των υποβαθμισμένων πόλεων και στην πρόληψη της στασιμότητας και της φθοράς στις αστικές περιοχές που είναι υπό ανάπτυξη. Γι αυτό εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των τομέων της στέγασης, της πληθυσμιακής κατάστασης και του επιχειρηματικού κλάδου σε ένα αστικό σύστημα.

Υπάρχουν, όμως, και πολλά σύγχρονα παραδείγματα ανάπτυξης μοντέλων System Dynamics ως εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων από κυβερνητικούς φορείς σε διάφορα κράτη στον κόσμο.

Θεωρώντας τη τεχνολογία ως τη κύρια πηγή εθνικής ανάπτυξης, υιοθετήθηκε στην Τουρκία η «Εθνική Επιστημονική και Τεχνολογική Στρατηγική» ώστε να ενισχύσει τις ικανότητές της στον τομέα της επιστήμης και της τεχνολογίας, και να τις μετατρέψει σε

οικονομικό και κοινωνικό όφελος. Έτσι, κατασκευάστηκε μοντέλο που αφορά στην τεχνολογική ανάπτυξη (Durgun,2003) προκειμένου να αξιολογηθούν οι διάφορες στρατηγικές που θα την προάγουν. Στο πλαίσιο αυτό αναγνωρίστηκαν και αναλύθηκαν τα στοιχεία που επηρεάζουν την τεχνολογική ανάπτυξη, οι σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία και πραγματοποιήθηκε ανάλυση των πιθανών σεναρίων. Για την κατασκευή του μοντέλου, που βασίστηκε κυρίως στην βιβλιογραφική έρευνα που διεξήχθη και στην γνώμη των ειδικών, χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές και ποσοτικές μέθοδοι έρευνας, αφού θεωρούνται συμπληρωματικές. Σκοπός της μοντελοποίησης ήταν να κατανοηθεί το σύστημα ανάπτυξης της τεχνολογίας, να αναγνωριστούν οι σχετικές οντότητες και η επιρροή τους στην διαμόρφωση πολιτικής και να προσδιοριστούν οι τάσεις για τα επόμενα 15 χρόνια στην τεχνολογική ανάπτυξη της Τουρκίας. Μέσα από την προσομοίωση πιθανών σεναρίων οι φορείς λήψεως αποφάσεων μπόρεσαν να αντιληφθούν τα πρότυπα συμπεριφοράς που εμφανίζονται στην τεχνολογική ανάπτυξη και τι πρέπει να γίνει για να αλλάξουν αυτά. Η μεθοδολογία System Dynamics αποδείχθηκε κατάλληλη να προσδιορίσει την πολιτική ανάπτυξης της τεχνολογίας, παρόλη τη δυσκολία που αντιμετωπίστηκε λόγω των αλληλεπιδράσεων και των συγκρούσεων ανάμεσα στο πλήθος μεταβλητών και παραμέτρων της.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες η δυναμική συστημάτων χρησιμοποιήθηκε για να συμβάλει στη χάραξη φορολογικής πολιτικής στις παραδοσιακές και διαδικτυακές τηλεφωνικές υπηρεσίες (Liu and Wang, 2005). Καθώς η οι υπηρεσίες VOIP (Voice Over Internet Protocol) αποτελούν την πιο ταχέως αναπτυσσόμενη αγορά στις Ηνωμένες Πολιτείες και είναι απαλλαγμένη από τηλεπικοινωνιακούς κανονισμούς, η κυβέρνηση ανησυχούσε για τη μείωση των φορολογικών εσόδων από τις υπηρεσίες απλής τηλεφωνικής γραμμής. Για να αποφασίσουν πως θα επιβάλουν φόρο στις υπηρεσίες VOIP ώστε να περιορίσουν τις επιπτώσεις από την ανάπτυξη τους πραγματοποίησαν τη κατασκευή ενός μοντέλου προκειμένου να μελετώνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της αγοράς VOIP, της παραδοσιακής αγοράς του τηλεφώνου, και την φορολογική πολιτική. Το ερώτημα στο οποίο κλήθηκε να απαντήσει η προσομοίωση ήταν σε ποιο θα ήταν το βαθμό θα έπρεπε να φορολογηθούν οι νέες τεχνολογίες ώστε να διατηρηθούν τα έσοδα αλλά και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος να επηρεαστεί η διάδοση τους στην αγορά. Το μοντέλο που απευθύνεται σε κυβερνητικούς υπαλλήλους που συμμετέχουν στο σχηματισμό φορολογικής πολιτικής στις τηλεπικοινωνίες έτρεξε για τα επόμενα 15 χρόνια με 2 εναλλακτικά σενάρια επιβολής φόρου. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την προσομοίωση ήταν ότι η φορολογική πολιτική δεν επηρεάζει σημαντικά την ανταγωνισμό

της αγοράς, η αγορά των παραδοσιακών τηλεφωνικών υπηρεσιών θα συρρικνώνεται ανεξάρτητα από τη φορολογία και ότι ένα πάγιο ποσό φόρου θα διατηρήσει τα φορολογικά έσοδα.

Οι περιπτώσεις μοντελοποίησης με System Dynamics σε θέματα που αφορούν την υγεία των πληθυσμών χρονολογούνται από τη δεκαετία του '70. Μία τέτοια περίπτωση εντοπίστηκε και στη δημόσια υγεία των Ηνωμένων Πολιτειών (Homer and Hirsch, 2006) και αφορά στην πρόληψη χρόνιων νοσημάτων. Η ανάπτυξη του μοντέλου δεν έγινε με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στη λήψη πραγματικών αποφάσεων αλλά για να καταδείξει τις δυνατότητες της μεθοδολογίας να μοντελοποιήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ ασθενειών και κινδύνων, των συστημάτων διανομής και των νοσούντων πληθυσμών, και τέλος των κρατικών πολιτικών. Το μοντέλο περιλαμβάνει δύο τύπους πρόληψης: την πρόληψη της εμφάνισης της ασθένειας και την πρόληψη των επιπλοκών της ασθένειας. Στο ένα σενάριο της προσομοίωσης δίνεται το μεγαλύτερο βάρος στο πρώτο είδος πρόληψης και στο άλλο στο δεύτερο. Το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι συχνά η πρόληψη της εμφάνισης μπορεί να παραγκωνιστεί από την πρόληψη των επιπλοκών και να μη χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά οι διαθέσιμοι πόροι. Η επέκταση της συγκεκριμένης εφαρμογής μπορεί να παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα στα προβλήματα της δημόσιας υγείας που θα υποδείξει αλλαγές στην πολιτική σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.

Ένα ακόμα παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου στην φορολογική πολιτική είναι αυτό της καπνοβιομηχανίας της Νέας Ζηλανδίας (Robert and Leslie, 2006), το οποίο συνδυάζει τη προσέγγιση από τον τομέα της δημόσιας υγείας. Η μελέτη που έγινε υπό τη συνεργασία της τελωνειακής υπηρεσίας και του υπουργείου υγείας της Νέας Ζηλανδίας αφορούσε τη συλλογή φόρων κατανάλωσης καπνού και το κάπνισμα. Αποσκοπούσε στο να αποδείξει τη συμβολή της μεθοδολογίας System Dynamics στη διαμόρφωση πολιτικής σε ζητήματα του δημόσιου τομέα της χώρας. Όπως συνηθίζεται σε τέτοιου είδους προβλήματα χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του "Group Model Building" για να κατασκευαστεί το μοντέλο που θα απαντάει στο ερώτημα «Πως επηρεάζει η τιμή τη χρήση και τις συνέπειες του καπνού στη Νέα Ζηλανδία;». Το μοντέλο συνιστάται από τον τομέα της βιομηχανίας καπνού, τον τομέα των τελωνειακών υπηρεσιών και τον τομέα της υγείας. Η διεξαγωγή πειραμάτων με το μοντέλο περιλαμβάνει την εξέταση των επιπτώσεων από τις μεταβολές των ειδικών φόρων κατανάλωσης στις συμπεριφορές σχετικά με το κάπνισμα. Η προσομοίωση κατέδειξε ότι η εγχώρια κατανάλωση καπνού που εξακολουθεί να αυξάνεται, εν μέρει οφείλεται στην αύξηση της διαθεσιμότητας των προϊόντων καπνού Νέα Ζηλανδία που ακολουθεί την αύξηση της εσωτερικής παραγωγής. Η αύξηση αυτή

περιορίζεται από τις επιπτώσεις της κυβερνητικής πολιτικής για την αύξηση των ειδικών φόρων κατανάλωσης που μετατρέπεται σε αύξηση της λιανικής τιμής των τσιγάρων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται η εγχώρια κατανάλωση των προϊόντων καπνού, οπότε να περιορίζεται η εισαγωγή πρώτων υλών και κατά συνέπεια η παραγωγή της Νέας Ζηλανδίας. Η μελέτη παρείχε μερικά πολύ χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τους δασμούς και τις δραστηριότητες, που αφορούν την υγεία που και συνδέονται με την παροχή και την κατανάλωση προϊόντων καπνού στη χώρα.

Το πρόβλημα της ψηφιοποίησης εγγράφων απασχόλησε την δημόσια διοίκηση στην Ιταλία κατά τη προσπάθεια μετάβασής της στην πλήρως ψηφιακή κοινωνία. Το πρόβλημα της ολοένα και μεγαλύτερης συσσώρευσης αρχείων σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η ποσότητα των υπαρχόντων εγγράφων δεν επιτρέπεται να απορριφθεί επέβαλε την ανάγκη για περιορισμό στην παραγωγή χαρτιού. Η διαδικασία ψηφιοποίησης σημαίνει μια βαθιά αλλαγή σε πολλές πτυχές που περιβάλλουν τον κόσμο των εγγράφων, από τις τεχνικές και τα μέσα που απαιτούνται για την εκπλήρωση των δραστηριοτήτων, ως τον επαναπροσδιορισμό των ρόλων και των αρμοδιοτήτων στα διαχειρίση των εγγράφων. Όλα αυτά τα ζητήματα, μαζί με την αναπόφευκτη τεχνολογική απαξίωση, μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της αντίστασης στην πολιτική του όλου συστήματος. Υπό την υποστήριξη του Ιταλικού Εθνικού Κέντρου για τις Τεχνολογίες Επικοινωνιών στη Δημόσια Διοίκηση (CNIPA) διεξήχθη ανάλυση με βάση τη δυναμική συστημάτων, που δείχνει πώς κοινωνικοί και ψυχολογικοί παράγοντες μπορούν να καθορίσουν την αντίσταση στην πολιτική και τα μεγάλα εμπόδια στην οργανωτική αλλαγή (Armenia and Roma, 2008). Ένας από τους στόχους της μελέτης ήταν να αναγνωριστούν οι συνέπειες από την εισαγωγή της νέας τεχνολογίας από την πλευρά του χρήστη. Κατασκευάστηκε το αντίστοιχο μοντέλο για να δείξει σε ποιο βαθμό μια διαδικασία πλήρους ψηφιοποίησης θα είναι θετική και κερδοφόρα για τους φορείς διοίκησης και με ποιους τρόπους αυτή η διαδικασία θα εξαπλωθεί. Η εφαρμογή του μοντέλου περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες: την υιοθέτηση της τεχνολογίας με τα κίνητρα που οδηγούν σε αυτή (βασίζεται στο μοντέλο Bass για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών), τις διαστάσεις των αρχείων όσον αφορά τη μείωση τους κόστος που θα προκύψει και την κυβερνητική στήριξη οικονομική ή οργανωτική. Το συμπέρασμα που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι μια τέτοια αλλαγή, παρόλο που είναι μεγάλη και απαιτητική, θα έχει τεράστιες θετικές συνέπειες στις δραστηριότητες της δημόσιας διοίκησης όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους. Οι συνέπειες της ψηφιοποίησης γίνονται αντιληπτές σε βάθος χρόνου και αφορούν στην εξοικονόμηση κόστους και χρόνο, αλλά και στις πολύ μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στο πλαίσιο του «Ελβετικού Προγράμματος Προτεραιότητας για το Περιβάλλον» (SPPE) του ιδρύματος Swiss National Science Foundation (SNSF) πραγματοποιήθηκε ερευνητικό έργο που εστίαζε σε οικολογικά ζητήματα (Schwaninger, Ulli-Beer and Kaufmann-Hayoz, 2008). Μέσα από ένα μοντέλο για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε τοπικό επίπεδο, έγινε μελέτη για την οικολογική συμπεριφορά των πολιτών και την εντοπισμό των δημόσιων πολιτικών που επηρεάζουν αποτελεσματικά τις επιλογές τους. Στη μοντελοποίηση αναμείχθηκαν παράγοντες από ελβετικούς δήμους, εφαρμόζοντας τη μέθοδο “Group Model Building”. Οι συμμετέχοντες, μέσω διεπιστημονικής προσέγγισης ανέπτυξαν μια δυναμική θεωρία για την περιβαλλοντική διαχείριση με στόχο να εντοπίσουν συμπεριφοριστικές τάσεις αντίστασης στην πολιτική και να παρέχουν λύσεις για την περιβαλλοντική διαχείριση.

Το παράδειγμα που προσομοιώνει την κατάσταση της ιρανικής αγοράς κινητής τηλεφωνίας υποδεικνύει πως η μεθοδολογία System Dynamics θα μπορούσε να αποτρέψει μια υλοποιημένη λανθασμένη κυβερνητική πολιτική (Zamanirouf, 2009). Στην προσπάθεια ανεξαρτητοποίησης του κράτους από τις ξένες αγορές πραγματοποιήθηκε μεγάλη αύξηση των δασμών στις συσκευές κινητής τηλεφωνίας που εισάγονταν από το εξωτερικό, στρατηγική η οποία είχε δυσμενείς επιπτώσεις για το κράτος του Ιράν και την ανάπτυξη της εγχώριας βιομηχανίας κινητής τηλεφωνίας. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί αν είχε χρησιμοποιηθεί το μοντέλο που κατασκευάστηκε αργότερα και εξετάζει το αποτέλεσμα διαφορετικών στρατηγικών στην αύξηση του ποσοστού των δασμών. Η εκτέλεση σεναρίων που αφορούσαν τρεις εναλλακτικές πολιτικές έδειξε ότι η βέλτιστη απόφαση της κυβέρνησης θα ήταν να αυξάνει σταδιακά το ποσοστό των δασμών ώστε να καταφέρουν οι εγχώριοι κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων να ανταγωνιστούν το αντίπαλο δέος από το εξωτερικό και να βελτιώσουν το επίπεδο ποιότητας που παρέχουν.

Μία ακόμα πρόσφατη εφαρμογή της μεθοδολογίας System Dynamics αφορά σε ένα έργο ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (Luna-Reyes and Gil-García, 2009). Η περίπτωση του E-Mexico συνιστά ένα πρόγραμμα ανάπτυξης κυβερνητικών διαδικτυακών πυλών με περιεχόμενο που αφορά τον πολίτη σχετικά με τους τομείς της υγείας, της εκπαίδευσης, της οικονομίας και της διακυβέρνησης. Χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογική υποδομή και υπό την ηγεσία ενός υπουργείου, δημιουργήθηκαν τέσσερα διαφορετικά δίκτυα από κυβερνητικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς, που ασχολούνται με τη δημιουργία διαδικτυακών πυλών, για τη δημιουργία του σχετικού περιεχομένου. Σε αυτή την περίπτωση η δυναμική προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε ως μια ολοκληρωμένη και περιεκτική προσέγγιση για την κατανόηση των φαινομένων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

Το μοντέλο αντιπροσωπεύει μια θεωρία για το πώς θεσμικά, οργανωτικά και τεχνολογικά στοιχεία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να παράγουν διαφορετικές τεχνολογικές δράσεις.

Άλλα παραδείγματα κοινωνικής προσομοίωσης με τη μέθοδο System Dynamics, που εντοπίστηκαν αφορούν στον τομέα της εργασιακής ασφάλειας, στον ενεργειακό τομέα, στην εθνική ασφάλεια (οργάνωση του στρατού), στην υιοθέτηση τεχνολογιών αυτοματισμού, στις αλλαγές στην κοινωνικό-πολιτική δομή μιας χώρας και γενικότερα σε όλους τους τομείς που σχετίζονται με την ανάπτυξη ενός κράτους.

## 4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

### 4.1 Μεθοδολογία ανάπτυξης

#### 4.1.1 System Dynamics

Η μεθοδολογία των System Dynamics (SD) αφορά στη μελέτη πολύπλοκων, αναδραστικών συστημάτων, όπως αυτά που συναντά κανείς στις επιχειρήσεις και άλλα κοινωνικά συστήματα. Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση πολύπλοκων διαδικασιών που περιέχουν ανάδραση και τη μελέτη της συμπεριφοράς τους όταν αυτές επηρεάζονται από εξωγενείς ή ενδογενείς παράγοντες. Η δυναμική συστημάτων επιτρέπει προβλέψεις για τη συμπεριφορά των συστημάτων, αποσαφήνιση των συσχετίσεων μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών παραμέτρων των συστημάτων, και εκτιμήσεις για την συνολική εξέλιξη ενός συστήματος με το χρόνο.

Η δυναμική συστημάτων διαφέρει από τις υπόλοιπες προσεγγίσεις μελέτης πολύπλοκων συστημάτων γιατί χρησιμοποιεί σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος, των χρονικών καθυστερήσεων και βρόχων ανατροφοδότησης που εμπεριέχουν οι σχέσεις αυτές. Τα αντικείμενα σε ένα σύστημα αλληλεπιδρούν μέσω βρόχων ανατροφοδότησης, όπου η αλλαγή σε μια μεταβλητή επηρεάζει με την πάροδο του χρόνου άλλες μεταβλητές, οι οποίες με την σειρά τους επηρεάζουν πάλι την αρχική μεταβλητή και ούτω καθεξής.

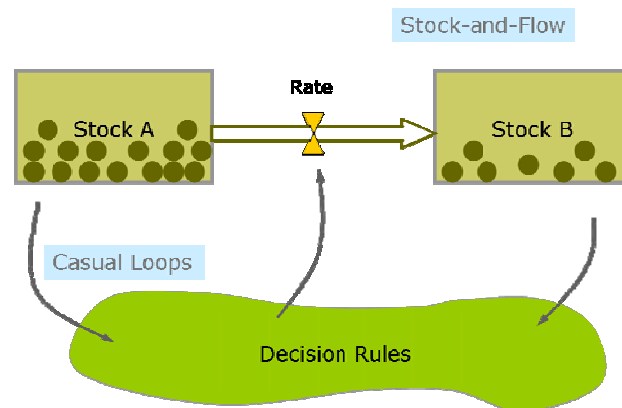
Τα μοντέλα System Dynamics «χτίζονται» γύρω από ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Το πρόβλημα καθορίζει τους παράγοντες (σχετικές μεταβλητές) που θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο. Στηρίζονται σε τρεις πηγές πληροφοριών: αριθμητικά δεδομένα, βάσεις δεδομένων με κείμενα (αναφορές, εγχειρίδια, κ.λ.π.) και εξειδικευμένες γνώσεις των βασικών συμμετεχόντων στο σύστημα. Μέσα από τη χρήση των διαθέσιμων δεδομένων και τις λεκτικές περιγραφές που παρέχονται από τους εμπειρογνώμονες, η διαδικασία μοντελοποίησης εκθέτει νέες ιδέες και σημαντικές μεταβλητές.

Η μεθοδολογία των System Dynamics αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1950 από τον καθηγητή Jay W. Forrester, του Τεχνολογικού Ινστιτούτου Μασαχουσέτης. Το 1961 δημοσιεύθηκε το πρώτο και μέχρι σήμερα θεμελιώδες, βιβλίο στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο με τίτλο Industrial Dynamics (Forrester, 1961).



Η μεθοδολογία System Dynamics βρίσκει εφαρμογή σε πληθώρα διαφορετικών τομέων και γνωστικών πεδίων όπως τα παρακάτω:

- πολιτική και δημόσια διοίκηση
- βιολογική και ιατρική μοντελοποίηση
- ενέργεια και περιβάλλον (οικολογικά συστήματα)
- κοινωνικές επιστήμες
- εταιρικός σχεδιασμός και χάραξη στρατηγικών
- δυναμική λήψη αποφάσεων



#### 4.1.2 Στάδια ανάπτυξης

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του μοντέλου, όπως ορίζονται από τη μεθοδολογία System Dynamics, είναι τα εξής:

1. Αναγνώριση του προβλήματος – υφιστάμενης κατάστασης : περιγραφή του συστήματος που θα προσομοιώνει το μοντέλο
2. Ανάπτυξη δυναμικής υπόθεσης για τα αίτια του προβλήματος (*causal loop diagram*) : αναγνώριση των μεταβλητών και των αλληλοσυσχετίσεων τους
3. Κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης του συστήματος (*stock and flow diagram*) : μετατροπή του *causal loop diagram* σε *stock and flow*, αρχικοποίηση μεταβλητών και εισαγωγή μαθηματικών εξισώσεων

4. Δοκιμή του μοντέλου σε σχέση με την συμπεριφορά του συστήματος στον πραγματικό κόσμο: χρήση παλαιότερων δεδομένων - σύγκριση των αποτελεσμάτων που εξάγονται από το μοντέλο με τα πραγματικά δεδομένα
5. Προσομοίωση εναλλακτικών σεναρίων και αξιολόγηση των βέλτιστων πρακτικών: δοκιμή διαφορετικών τιμών εισόδου, σύγκριση των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων

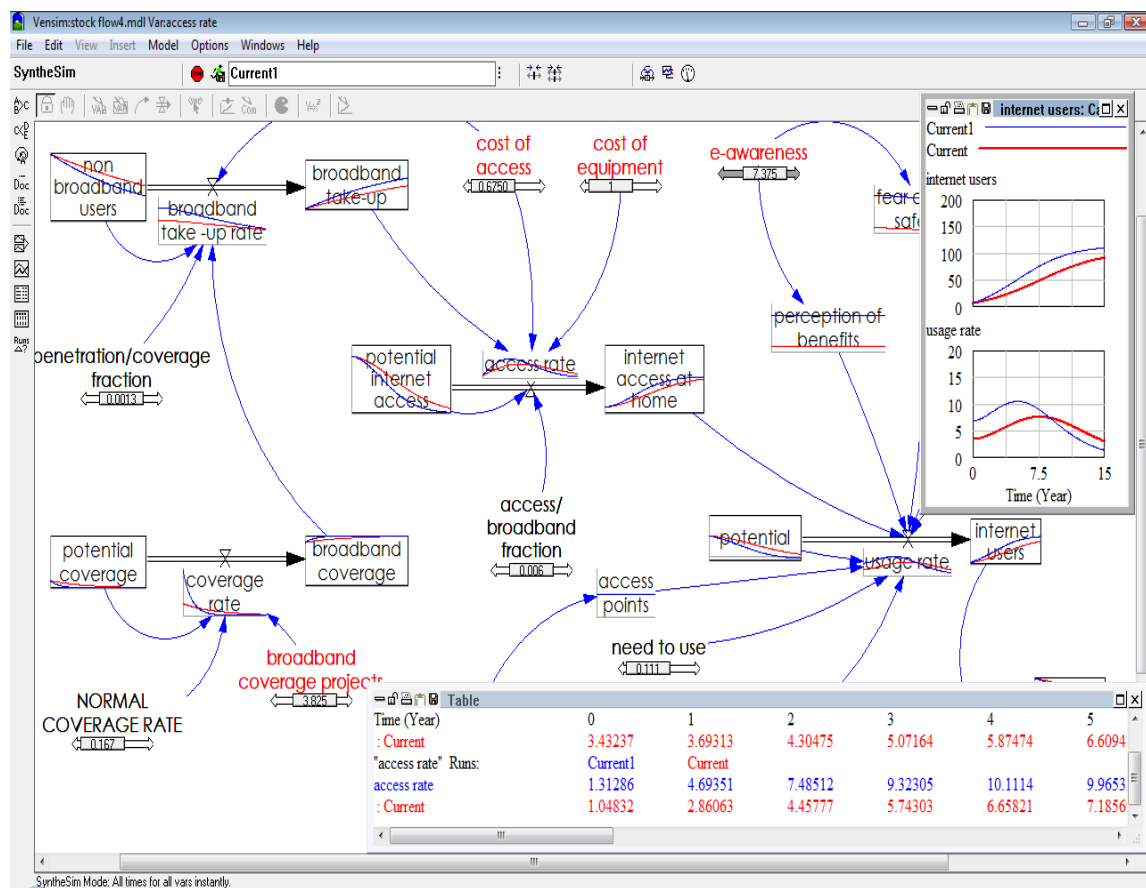
Καθώς προχωρούσαν τα βήματα της ανάπτυξης, προέκυπταν νέες ιδέες και προοπτικές όποτε χρειάστηκε να επανεξετασθούν κάποια από τα προγενέστερα στάδια για να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

#### 4.1.3 Εργαλεία ανάπτυξης

Υπάρχουν πολυάριθμα πακέτα λογισμικού προσομοίωσης, για υλοποίηση μοντέλων System Dynamics, με διαφορετικές δυνατότητες το καθένα. Τα πιο δημοφιλή από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

- iThink
- STELLA
- AnyLogic
- Vensim
- MapSys
- myStrategy
- Consideo Modeler
- TRUE

Για την υλοποίηση του μοντέλου επιλέχθηκε το περιβάλλον ανάπτυξης Vensim (Ventana Systems, έκδοση 5.9), στιγμιότυπο του οποίου ακολουθεί παρακάτω. Το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις φάσεις της ανάπτυξης του μοντέλου και στο στάδιο της εφαρμογής - προσομοίωσης.



Εικόνα 1 Vensim 5.9

Το Vensim υποστηρίζει πλήρως τη μέθοδο System Dynamics, παρέχει ευελιξία στον σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων, περιέχει πλήθος εργαλείων για ανάλυση και δοκιμή των σεναρίων και τέλος έχει τη δυνατότητα άμεσης απεικόνισης των αποτελεσμάτων. Είναι ευρέως διαδομένο στην ανάπτυξη μοντέλων System Dynamics, ενώ διατίθεται δωρεάν για εκπαιδευτική χρήση. Σημαντικό πλεονέκτημα του είναι η ευκολία στη χρήση του, αφού δεν απαιτεί προηγούμενη εμπειρία στο σχεδιασμό ανάλογων μοντέλων και στη χρήση της μεθοδολογίας.

## 4.2 Ορισμός του προβλήματος

Στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας i2010, που αποτελεί σχέδιο δράσης που καθορίζει την πορεία των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, και έχοντας ως στόχο την ισόρροπη ανάπτυξη και τη ψηφιακή σύγκλιση στην Ελλάδα και τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι σημαντική η αποτίμηση του ψηφιακού χάσματος. Ο όρος ψηφιακό χάσμα αναφέρεται στο χάσμα μεταξύ εκείνων που διατηρούν κανονική και αποτελεσματική πρόσβαση στην ψηφιακή τεχνολογία και σε εκείνους που δε διατηρούν. Η γεφύρωση του ψηφιακού φάσματος είναι απαραίτητο μέτρο προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο εθνικός στόχος της ισότιμης πρόσβασης στις ΤΠΕ από όλους και σημαντικό βήμα στην πορεία προς την Ψηφιακή Ελλάδα.

Από μελέτες του Παρατηρητήριου της Κοινωνίας της Πληροφορίας έχουν εντοπισθεί κάποιες κοινωνικές ομάδες οι οποίες δυσκολεύονται στην ενεργή συμμετοχή στην κοινωνία της γνώσης και βρίσκονται σε κίνδυνο ψηφιακού αποκλεισμού. Στις ομάδες αυτές συγκαταλέγονται άτομα που δεν αποτελούν μέρος του εργατικού δυναμικού ή έχουν χαμηλό μορφωτικό επίπεδο, γυναίκες, μεσήλικες, ηλικιωμένοι, οικονομικά ανενεργοί πολίτες και διαμένοντες σε αγροτικές περιοχές. Οι ομάδες αυτές ευθύνονται σε μεγάλο ποσοστό για την ύπαρξη του ψηφιακού χάσματος, γι αυτό και η ηλεκτρονική ενσωμάτωση τους, κρίνεται απαραίτητη για την αντιμετώπιση του.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη να σχεδιαστεί ένα στρατηγικό πλαίσιο δράσης για την γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος. Στα πλαίσια αυτού θα πρέπει να επιλεχθούν οι κατάλληλες ενέργειες, η εφαρμογή των όποιων θα έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης. Στην επιλογή των βέλτιστων πρακτικών μπορεί να βοηθήσει η ανάπτυξη ενός μοντέλου παρακολούθησης της κατάστασης στην Ελλάδα σχετικά με το ψηφιακό χάσμα όσον αφορά τις ευπαθείς ομάδες πληθυσμού, που θα προβλέπει τον αντίκτυπο των υποψήφιων δράσεων στις συνιστώσες του προβλήματος.

### 4.3 Περιγραφή του μοντέλου

Το υπό κατασκευή μοντέλο προσομοιώνει το «πρόβλημα» του ψηφιακού χάσματος όσον αφορά τις ευπαθείς ομάδες πληθυσμού στην Ελλάδα. Στόχος του είναι να μοντελοποιήσει τη διαδικασία ενσωμάτωσης ΤΠΕ από τις ειδικές κοινωνικές ομάδες, καταγράφοντας τις συνιστώσες, που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την παρακολούθηση του ψηφιακού χάσματος, και τις μεταξύ τους συσχετίσεις. Έτσι, το μοντέλο εξετάζει τους παράγοντες που συνθέτουν και συγκροτούν το ψηφιακό χάσμα και αποτυπώνει ποσοτικά στοιχεία που έχουν προκύψει από σχετικές μελέτες με απώτερο σκοπό να προβλέψει τι επίπτωση θα επιφέρει η υλοποίηση στοχευμένων δράσεων σε αυτά.

Προκειμένου να αποτιμηθεί το ψηφιακό χάσμα έχει προσδιορισθεί από το Παρατηρητήριο για την ΚτΠ ένα σύστημα δεικτών που αξιοποιεί τις ετήσιες έρευνες της πρωτοβουλίας i2010 που διεξάγονται σε Νοικοκυριά. Οι δείκτες αφορούν στους εξής παράγοντες του ψηφιακού χάσματος:

- Πρόσβαση και χρήση internet από όλους τους πολίτες
- Διαθεσιμότητα ευρυζωνικών υποδομών πανελλαδικά
- Ψηφιακή εγγραματοσύνη και ψηφιακές δεξιότητες των πολιτών

Στόχος της εφαρμογής είναι να απεικονίσει τη σχέση μεταξύ αυτών των δεικτών, τους παράγοντες που διαμορφώνουν κάθε δείκτη, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων αυτών με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθεί ένα σύστημα προσομοίωσης για την εξέλιξη τους. Για να επιτευχθεί αυτό, το μοντέλο χρησιμοποιεί τα δεδομένα που έχουν προκύψει από τις έρευνες προηγούμενων χρόνων για τις κοινωνικές ομάδες που μελετώνται. Μέσω της προσομοίωσης είναι σε θέση να προβλέψει τη μελλοντική εξέλιξη των δεικτών ανάλογα με τις αλλαγές που θα γίνουν στις μεταβλητές – συνιστώσες του. Οι αλλαγές αυτές προκύπτουν από τα μέτρα που και τις στρατηγικές που σχεδιάζονται για την ηλεκτρονική ενσωμάτωση των πολιτών. Ανάλογα με τις υποψήφιες προς υλοποίηση δράσεις διαμορφώνονται τα εναλλακτικά σενάρια που τροφοδοτούν το μοντέλο. Για κάθε σενάριο το σύστημα δέχεται δεδομένα εισόδου στις μεταβλητές του και παράγει ως έξοδο στοιχεία για τους δείκτες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Έτσι εφαρμόζοντας κάθε σενάριο μπορούμε να έχουμε μια εικόνα σχετικά με το τι επίπτωση θα έχει η αντίστοιχη ενέργεια αν πραγματοποιηθεί, στους παράγοντες που συγκροτούν το ψηφιακό χάσμα. Με

αυτόν τον τρόπο, οι διάφορες υποψήφιας πολιτικές και μέτρα μπορούν να αξιολογηθούν, ώστε να επιλεγούν και να εφαρμοστούν αυτές που διαφαίνονται ως οι πιο αποτελεσματικές. Το εργαλείο, μέσω αυτής της πρόβλεψης βοηθάει στην καλύτερη λήψη αποφάσεων από τους υπεύθυνους, αφού μπορεί να εκτιμήσει κατά πόσο μία δράση που πρόκειται να εφαρμοστεί συντελεί στην επίλυση του προβλήματος.

## 4.4 Σχεδίαση μοντέλου

### 4.4.1 Μεταβλητές του Μοντέλου

Αφού οριστεί το πρόβλημα και εξετασθούν οι συνιστώσες του είμαστε σε θέση να καθορίσουμε τις μεταβλητές του μοντέλου. Η πλειοψηφία αυτών ανήκει στους δείκτες i2010 και οι ετήσιες μετρήσεις τους παρέχονται από το διαδικτυακό τόπο του Παρατηρητηρίου για την ΚτΠ. Κάποιες από τις μεταβλητές έχουν σταθερή τιμή καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, κάποιες αποτελούν είσοδο στο σύστημα και μεταβάλλονται από το χρήστη ανάλογα με το σενάριο που εκτελείται κάθε φορά και κάποιες άλλες αποτελούν την έξοδο του συστήματος και καθορίζονται από τις εκάστοτε τιμές των εισόδων. Στον παρακάτω πίνακα απαριθμούνται οι μεταβλητές – συνιστώσες του μοντέλου συνοδευόμενες από σύντομη περιγραφή τους.

Μεταβλητή	Ορισμός
<b>COVERAGE CAGR</b>	ετήσιος ρυθμός αύξησης ευρυζωνικής κάλυψης
<b>broadband coverage projects</b>	πλήθος έργων ευρυζωνικής κάλυψης
<b>coverage rate</b>	ρυθμός αύξησης ευρυζωνικής κάλυψης
<b>Private investment</b>	επενδύσεις σε έργα ευρυζωνικής κάλυψης
<b>broadband coverage</b>	δείκτης ευρυζωνικής κάλυψης
<b>potential coverage</b>	δείκτης υπολειπόμενης κάλυψης
<b>TECHNOLOGY FACTOR</b>	παράγοντας τεχνολογικής ανάπτυξης
<b>potential internet users</b>	ποσοστό δυνητικών χρηστών
<b>non broadband users</b>	ποσοστό πληθυσμού χωρίς ευρυζωνική σύνδεση
<b>non bb(pstn) takeup rate</b>	ρυθμός αύξησης συνδέσεων άλλου είδους (pstn)
<b>broadband take up rate</b>	ρυθμός αύξησης ευρυζωνικών συνδέσεων
<b>broadband users</b>	ποσοστό πληθυσμού με ευρυζωνική σύνδεση
<b>cost of access</b>	παράγοντας κόστους πρόσβασης
<b>potential internet access</b>	ποσοστό νοικοκυριών χωρίς πρόσβαση στο internet
<b>access rate</b>	ρυθμός αύξησης δείκτη πρόσβασης στο internet από το σπίτι
<b>internet access at home</b>	ποσοστό νοικοκυριών με πρόσβαση στο internet
<b>non internet users</b>	ποσοστό πληθυσμού - μη χρήστες internet

<b>usage rate</b>	ρυθμός αύξησης χρήσης internet
<b>internet users</b>	ποσοστό πληθυσμού – χρήστες internet
<b>perception of benefits</b>	παράγοντας αντίληψης οφελών από τη χρήση διαδικτύου
<b>fear about safety</b>	παράγοντας φόβου για την ασφάλεια (προσωπικών δεδομένων, κ.λ.π.)
<b>e-awareness</b>	δείκτης ενημέρωσης για το διαδίκτυο
<b>physical disabilities</b>	παράγοντας σωματικής ανικανότητας
<b>need to use</b>	παράγοντας ανάγκης χρήσης διαδικτύου
<b>access points</b>	παράγοντας σημείων πρόσβασης
<b>availability of access points</b>	πολλαπλασιαστής διαθέσιμων σημείων πρόσβασης
<b>digitally illiterate people</b>	ποσοστό ψηφιακού αναλφάβητου πληθυσμού
<b>digitally skilled people</b>	δείκτης ποσοστού πληθυσμού με ψηφιακές δεξιότητες
<b>literacy rate</b>	ρυθμός αύξησης ψηφιακής εγγραματοσύνης
<b>LITERACY FACTOR</b>	παράγοντας ψηφιακής εγγραματοσύνης
<b>training</b>	πολλαπλασιαστής ενίσχυσης ψηφιακών δεξιοτήτων

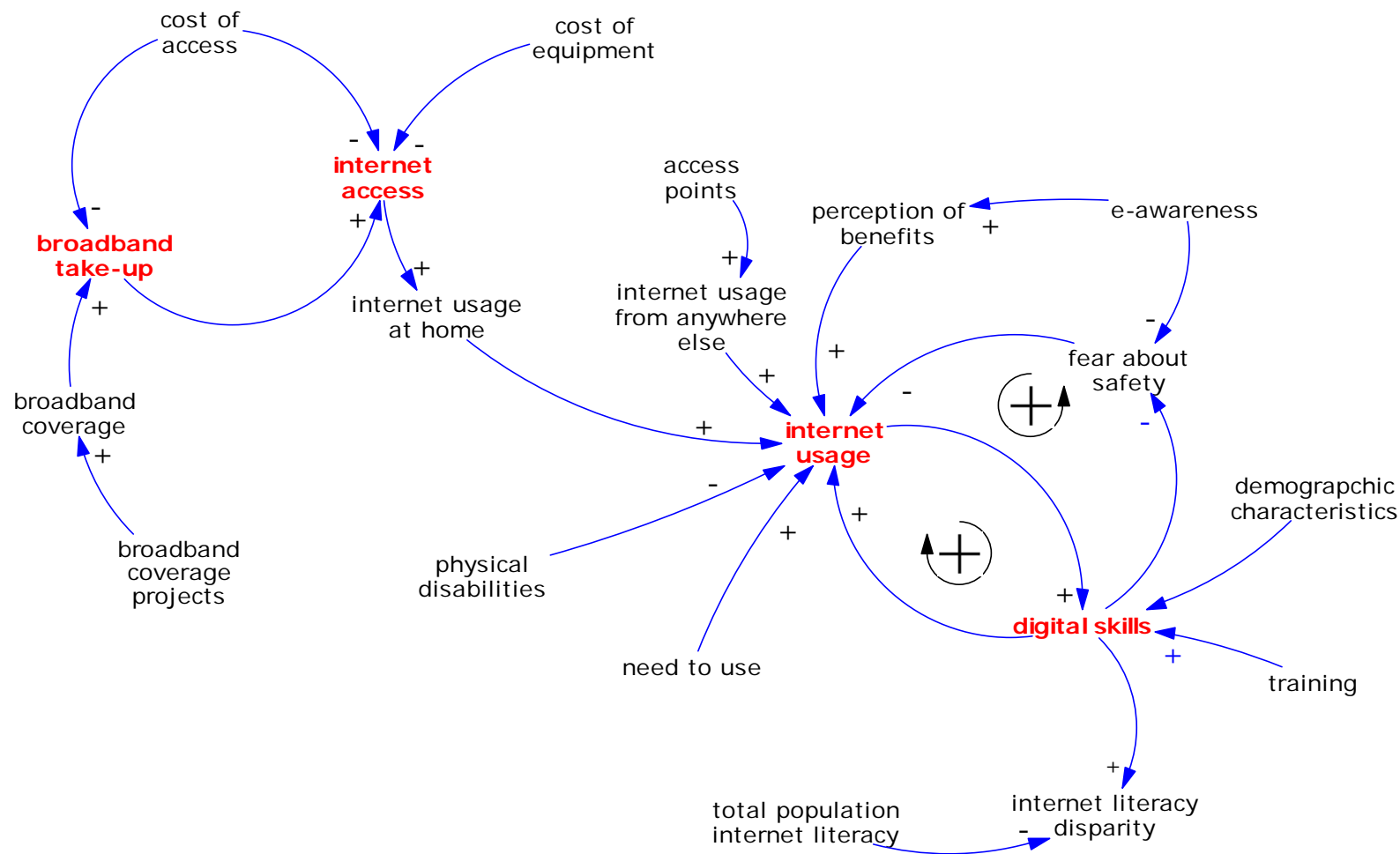
Περισσότερες λεπτομέρειες για όλες τις μεταβλητές ακολουθούν στο παράρτημα της παρούσας εργασίας, όπου αναφέρονται επιπλέον ο τύπος κάθε μεταβλητής, η αρχική τιμή της και ο τύπος από τον οποίο προκύπτει η τιμή της (για τις μεταβαλλόμενες μεταβλητές).



#### 4.4.2 Διάγραμμα Causal Loop

Επόμενο βήμα στην ανάπτυξη είναι η κατασκευή του διαγράμματος causal loop, που αποτυπώνει τις σχέσεις αιτίας – αποτελέσματος που διέπουν τις μεταβλητές. Από κάθε μεταβλητή που επηρεάζει μια άλλη ξεκινάει ένα βέλος το οποίο καταλήγει σε αυτήν που επηρεάζεται. Το θετικό πρόσημο που συνοδεύει ένα βέλος δηλώνει θετική συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές ενώ το αρνητικό, αρνητική συσχέτιση. Αν για παράδειγμα μειωθεί το κόστος πρόσβασης στο διαδίκτυο θα αυξηθούν οι ευρυζωνικές συνδέσεις, ενώ αν αυξηθεί η αντίληψη για τα οφέλη που παρέχει το διαδίκτυο θα αυξηθούν και οι χρήστες του. Από την αλληλεπίδραση των μεταβλητών, σχηματίζονται βρόχοι στο διάγραμμα που συμβολίζουν την ανάδραση. Για παράδειγμα αν αυξηθεί το ποσοστό χρήσης του διαδικτύου θα αυξηθεί και το ποσοστό ψηφιακών δεξιοτήτων των πολιτών και αυτό με τη σειρά του θα επιφέρει μια επιπλέον αύξηση στη χρήση (βρόχος ενίσχυσης).

Για να σχεδιαστεί το διάγραμμα πρέπει να απαντηθούν δύο ερωτήματα. Πρώτον, ποιες μεταβλητές αποτυπώνουν τη διάδοση των ΤΠΕ και δεύτερον, από τι επηρεάζονται αυτές οι μεταβλητές. Το διάγραμμα causal loop αναπτύσσεται γύρω από τις τέσσερις μεταβλητές – πυρήνες που εμφανίζονται με κόκκινο. Μεταβλητές όπως το ποσοστό ατόμων με πρόσβαση στο διαδίκτυο, το ποσοστό χρήσης διαδικτύου, το ποσοστό των ατόμων με ψηφιακές δεξιότητες αποτυπώνουν τη διάδοση των ΤΠΕ στη χώρα και αντιστοιχούν στους δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του ψηφιακού χάσματος. Στόχος των υποψήφιων πολιτικών πρέπει να είναι η αύξηση των τιμών τους και αυτό θα γίνει μέσω των μεταβλητών – παραγόντων που τις επηρεάζουν. Έτσι για παράδειγμα μια πολιτική που αποσκοπεί στην αύξηση της χρήσης του διαδικτύου θα μπορούσε να είναι η αύξηση των δημόσιων σημείων πρόσβασης.



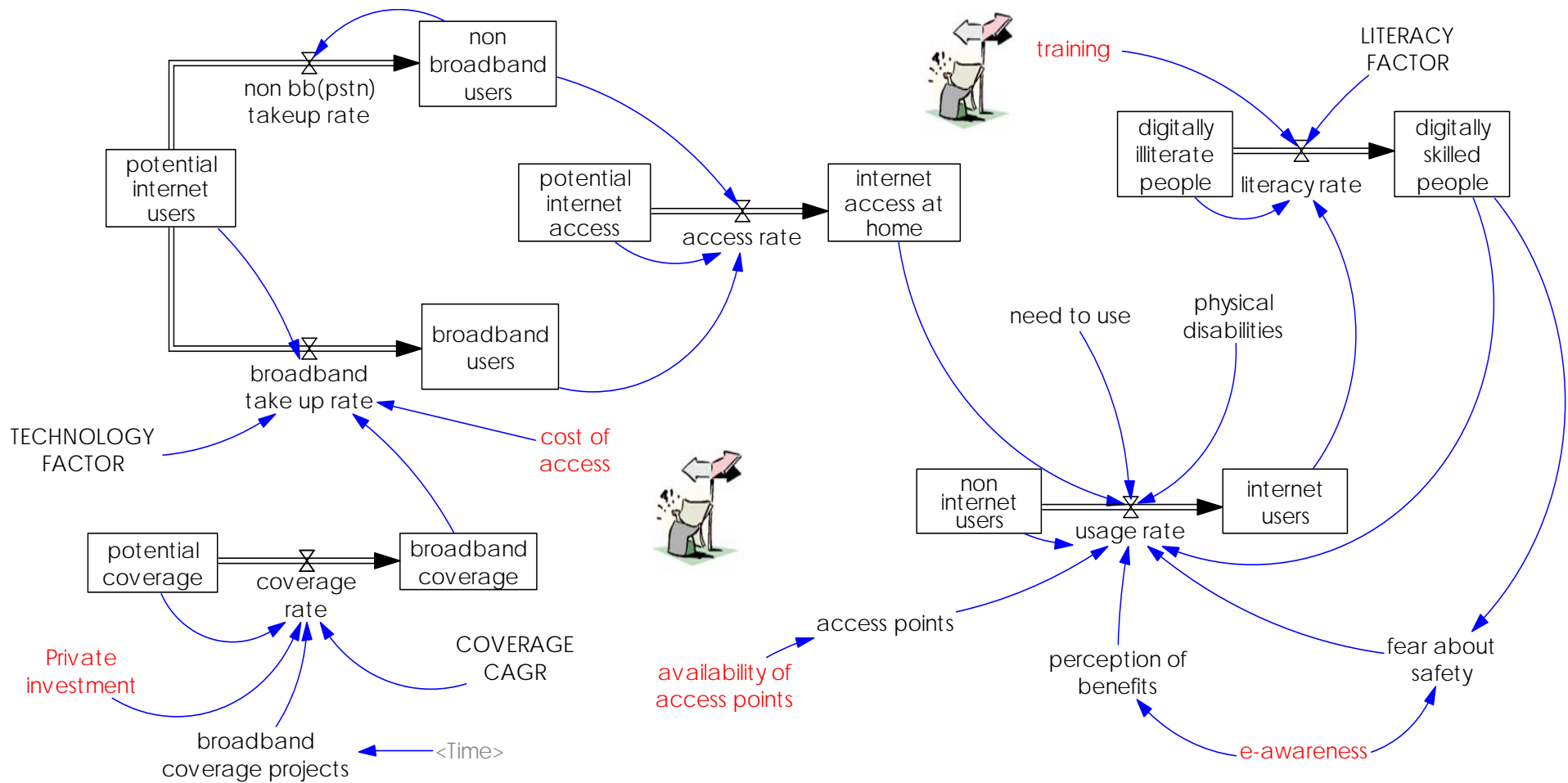
Εικόνα 2 Causal loop diagram

### 4.4.3 Διάγραμμα Stock and flow

Έχοντας σαν οδηγό το διάγραμμα causal loop κατασκευάζουμε το stock and flow διάγραμμα, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί τη δομή του μοντέλου. Τα ορθογώνια, που περικλείουν τις μεταβλητές στο σχήμα, συμβολίζουν τη συσσώρευση. Τα επίπεδα αυτών ελέγχονται από τις μεταβλητές, που απεικονίζονται με το εικονίδιο της βαλβίδας που συμβολίζει τον ρυθμό αλλαγής. Οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι βοηθητικές και συμβάλλουν στον υπολογισμό των μεταβλητών - ρυθμών αλλαγής. Για παράδειγμα το ποσοστό των νοικοκυριών με ευρυζωνικές συνδέσεις αυξάνεται με το ρυθμό αύξησης της ευρυζωνικότητας, μειώνοντας ταυτόχρονα το ποσοστό των δυνητικών χρηστών (οι δυνητικοί χρήστες μετατρέπονται είτε σε ευρυζωνικούς είτε σε μη ευρυζωνικούς χρήστες και το αντίστροφο). Ο ρυθμός αύξησης της ευρυζωνικότητας διαμορφώνεται από το κόστος της ευρυζωνικής πρόσβασης, τον τεχνολογικό παράγοντα και από το ποσοστό ευρυζωνικής κάλυψης.

Αφότου η βασική δομή του μοντέλου είναι έτοιμη, πρέπει να γίνει η εισαγωγή των μαθηματικών σχέσεων που υπολογίζουν τις τιμές των μεταβλητών και να οριστούν οι αρχικές τιμές τους, για να ολοκληρωθεί το μοντέλο.

Στο παρακάτω σχήμα, με κεφαλαία εμφανίζονται οι παράμετροι που διατηρούνται σταθερές κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης, ενώ με κόκκινο εμφανίζονται οι μεταβλητές που μπορούν να επηρεαστούν από την υλοποίηση στρατηγικών (σημεία εισόδου στα εναλλακτικά σενάρια) και εξετάζεται η επίπτωση από τις αλλαγές τους σε ολόκληρο το σύστημα.



Εικόνα 3 Stock and flow diagram

## 5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

### 5.1 Προσομοίωση

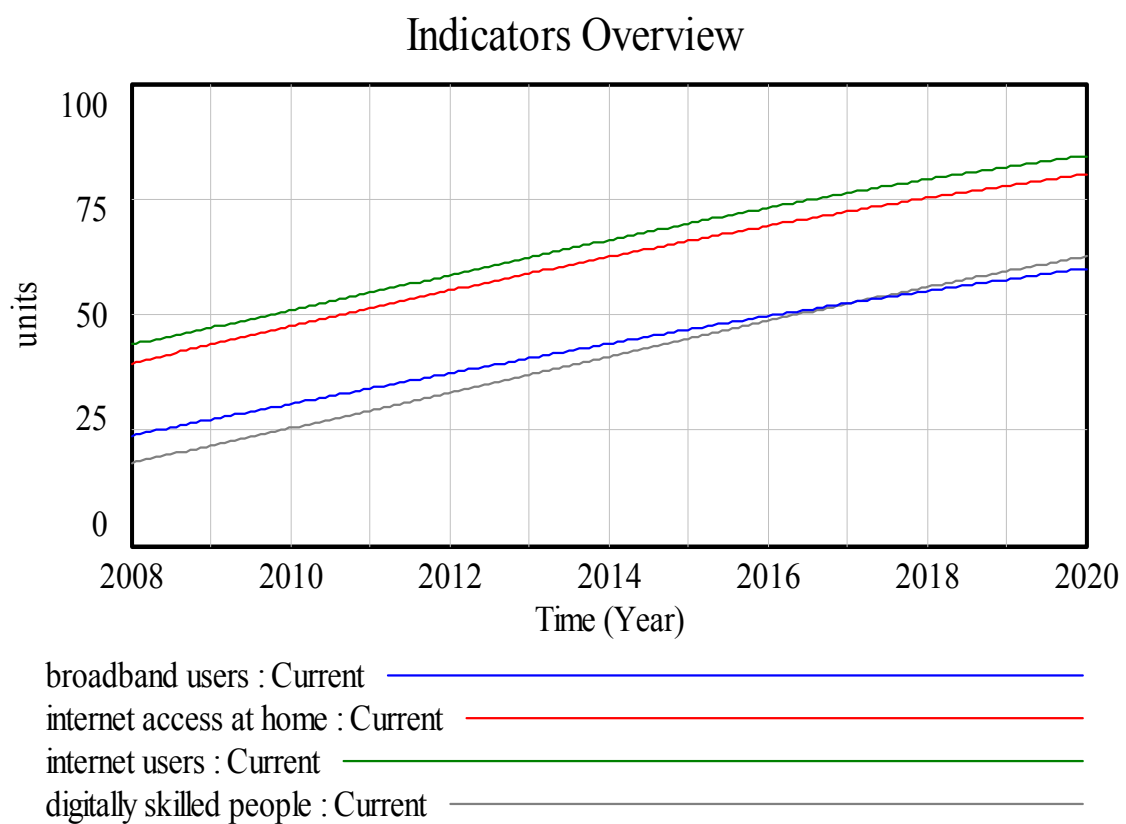
Ο χρονικός ορίζοντας του μοντέλου είναι 15 χρόνια, από το 2005-2020. Τα δεδομένα από τη περίοδο 2005-2008, που είναι διαθέσιμα από το Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας, από τις μετρήσεις των δεικτών για το στρατηγικό πλαίσιο δράσης i2010, χρησιμοποιήθηκαν για να παρατηρηθεί η συμπεριφορά του συστήματος και να διαμορφωθούν οι τιμές των σταθερών και οι συσχετίσεις των μεταβλητών.

Η προσομοίωση έτρεξε σε ετήσια βάση για την περίοδο 2008 – 2020. Η περίοδος αυτή θεωρείται ικανοποιητική, αφού τόσο η τεχνολογική εξέλιξη είναι ραγδαία στις μέρες μας όσο και οι ειδικές δράσεις που αφορούν τη ψηφιακή σύγκλιση είναι άμεση προτεραιότητα. Οι αρχικές τιμές των παραμέτρων αποτελούν τις πιο πρόσφατες διαθέσιμες μετρήσεις (2008). Όλες οι μεταβλητές που διερευνούνται, εκφράζουν ποσοστά επί του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας.

Οι μεταβλητές εξόδου, εξέλιξη των όποιων παρατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης πειραμάτων με το μοντέλο είναι το ποσοστό ευρυζωνικών χρηστών, το ποσοστό πρόσβασης των νοικοκυριών, το ποσοστό χρηστών διαδικτύου και το ποσοστό ατόμων που διαθέτουν μεσαίες ή υψηλές ψηφιακές δεξιότητες . Η επίπτωση των υποψήφιων πολιτικών σε αυτές τις μεταβλητές ενδιαφέρει τους φορείς λήψης αποφάσεων.

## 5.2 Αποτελέσματα βασικής προσομοίωσης

Η βασική προσομοίωση του μοντέλου αφορά την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του συστήματος με το αρχικό σύνολο δεδομένων. Η έξοδος του μοντέλου για τις βασικές μεταβλητές παρουσιάζεται στο διάγραμμα και τον πίνακα που ακολουθούν, όπου αναγράφονται οι τιμές τους αναλυτικά για κάθε έτος προσομοίωσης μέχρι το 2020.

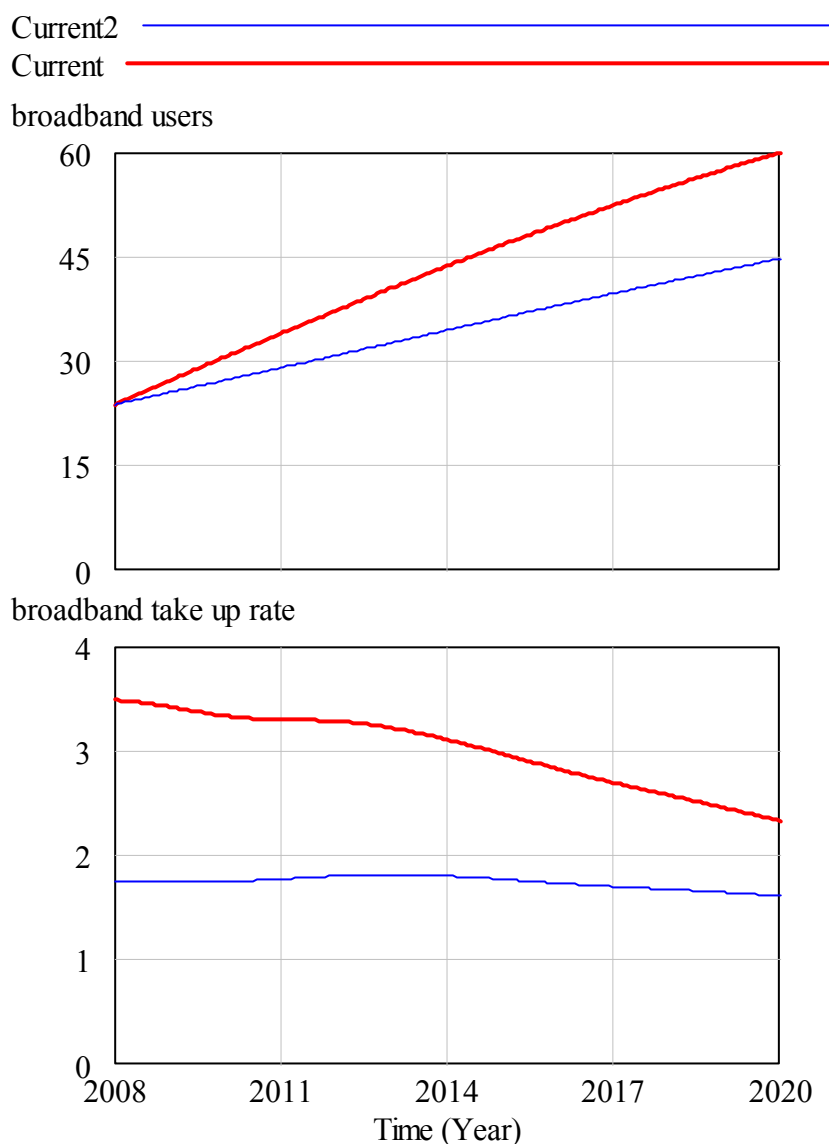


Time (Year)	broadband users	internet access at home	internet users	digitally skilled people
2008	23.8	39.40	43.5	18
2009	27.26	43.47	47.08	21.62
2010	30.64	47.45	50.82	25.36
2011	33.95	51.35	54.65	29.19
2012	37.24	55.15	58.51	33.09
2013	40.50	58.85	62.33	37.01
2014	43.67	62.43	66.06	40.93
2015	46.72	65.87	69.65	44.81
2016	49.62	69.15	73.05	48.61
2017	52.39	72.25	76.24	52.31
2018	55.03	75.16	79.19	55.88
2019	57.55	77.86	81.90	59.30
2020	59.95	80.36	84.34	62.55

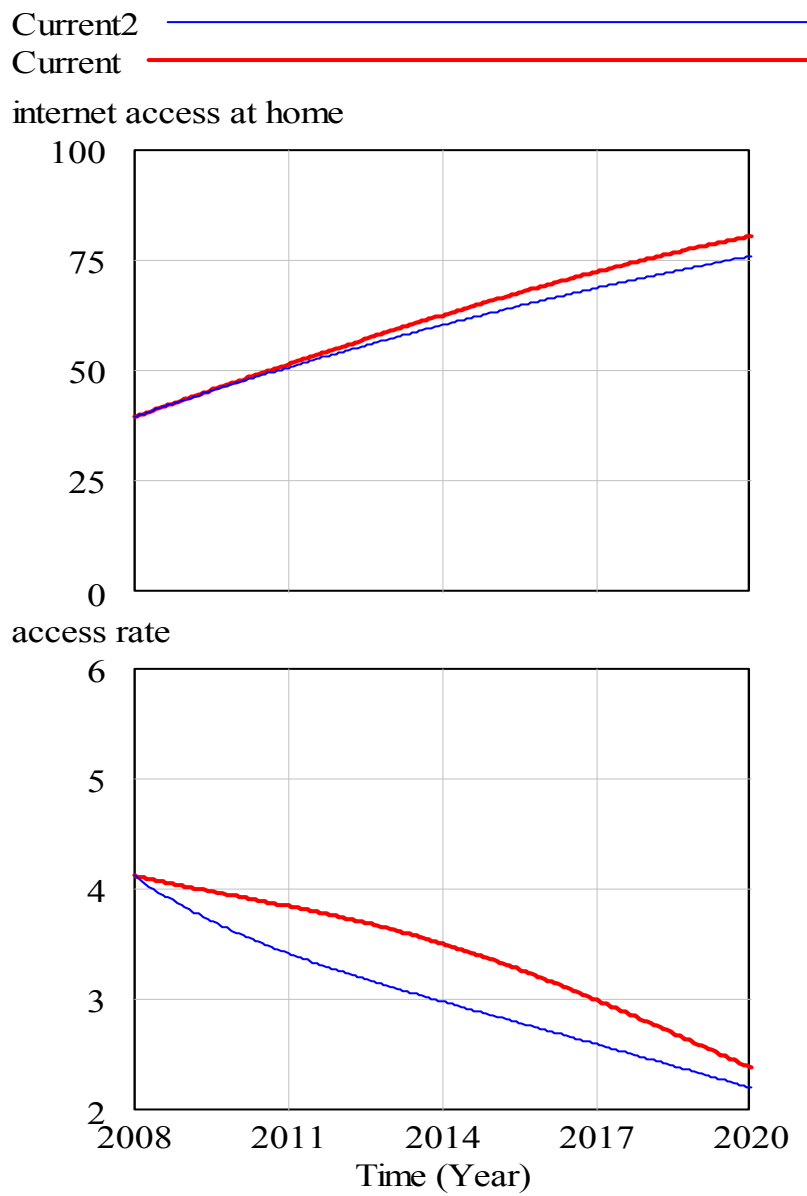
Παρατηρούμε ότι και οι τέσσερις μεταβλητές έχουν αυξητική τάση και φτάνουν σε πολύ υψηλά ποσοστά στο πέρας της προσομοίωσης. Μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης παρουσιάζει η ψηφιακή εγγραματοσύνη του πληθυσμού.

### 5.3 Αποτελέσματα εναλλακτικής αρχικοποίησης

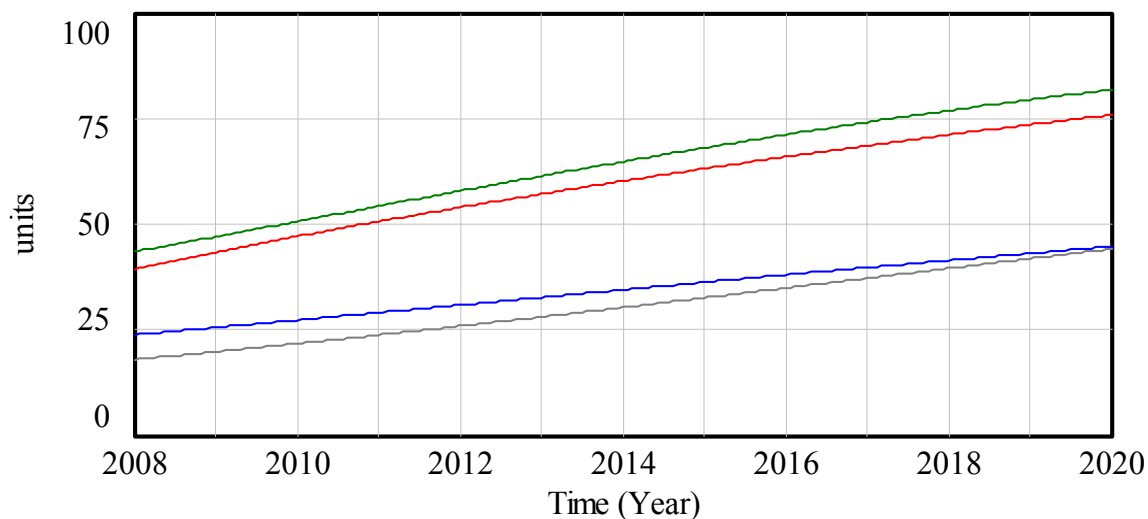
Μειώνοντας τις αρχικές τιμές των σταθερών για το ρυθμό έργων ευρυζωνικής κάλυψης, τον παράγοντα τεχνολογικής ανάπτυξης και της ψηφιακής εγγραματοσύνης κατασκευάζουμε ένα λιγότερο αισιόδοξο σενάριο για την διάδοση των ΤΠΕ στη χώρα μας. Από την εκτέλεση αυτού του σεναρίου προβλέπεται ότι με αυτή την εναλλακτική αρχικοποίηση μειώνεται σημαντικά ο ρυθμός αύξησης ευρυζωνικών συνδέσεων άρα και της συνολικής πρόσβασης στο διαδίκτυο από το σπίτι. Η νέα πρόβλεψη για την εξέλιξη των δεικτών φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα.







## Indicators Overview2



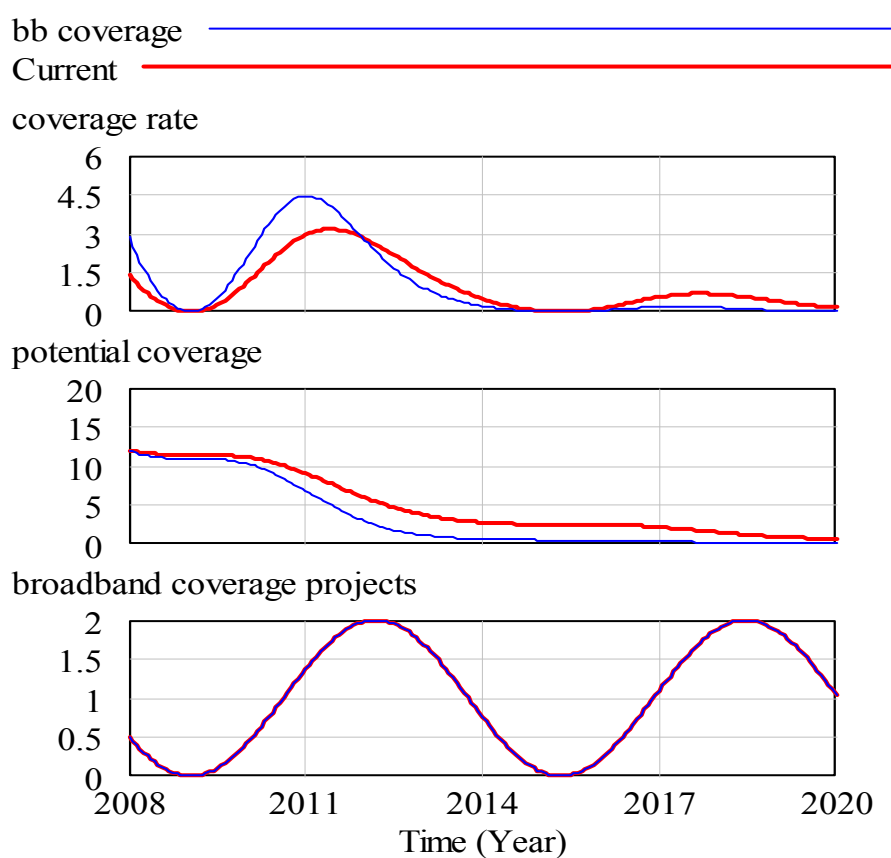
broadband users : Current2 —————  
 internet access at home : Current2 —————  
 internet users : Current2 —————  
 digitally skilled people : Current2 —————

Time (Year)	broadband users	internet access at home	internet users	digitally skilled people
2008	23.8	39.40	43.5	18
2009	25.55	43.38	47.03	19.83
2010	27.30	47.10	50.64	21.76
2011	29.06	50.62	54.25	23.78
2012	30.84	53.97	57.84	25.88
2013	32.66	57.16	61.36	28.06
2014	34.47	60.21	64.77	30.29
2015	36.26	63.14	68.05	32.57
2016	38.01	65.93	71.17	34.87
2017	39.73	68.60	74.12	37.20
2018	41.42	71.14	76.89	39.52
2019	43.08	73.55	79.46	41.84
2020	44.71	75.82	81.83	44.14

## 6 ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Υλοποιήθηκαν 5 διαφορετικά σενάρια για το σχεδιασμό πολιτικών που στοχεύουν στη διάδοση των ΤΠΕ. Η εφαρμογή των σεναρίων και τα αποτελέσματα τους περιγράφονται παρακάτω. Οι μεταβλητές εξέδου συγκρίνονται με την αντίστοιχη εξέδο της βασικής προσομοίωσης.

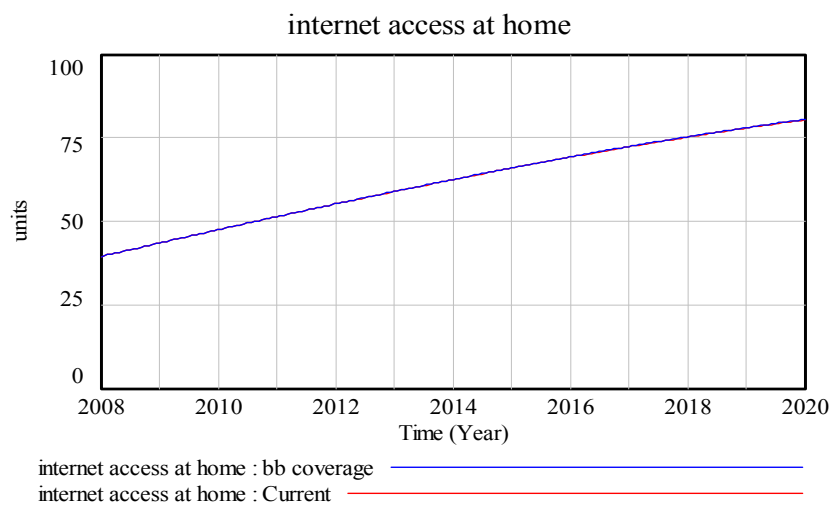
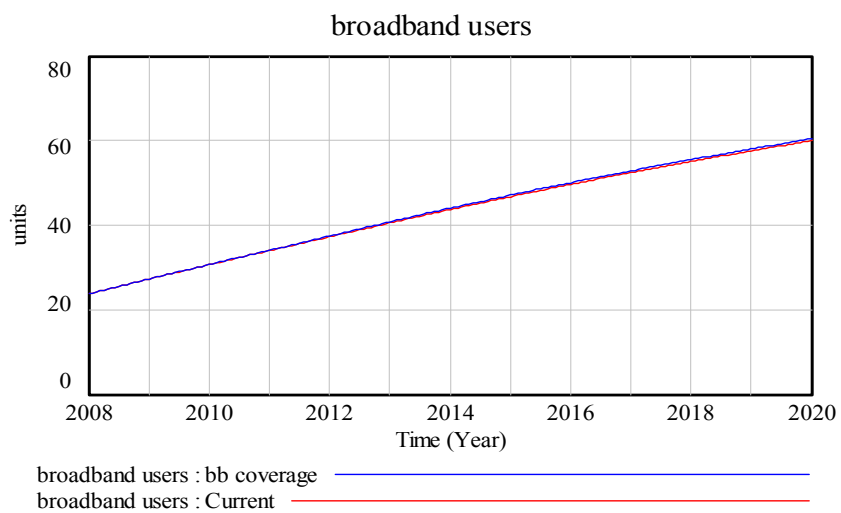
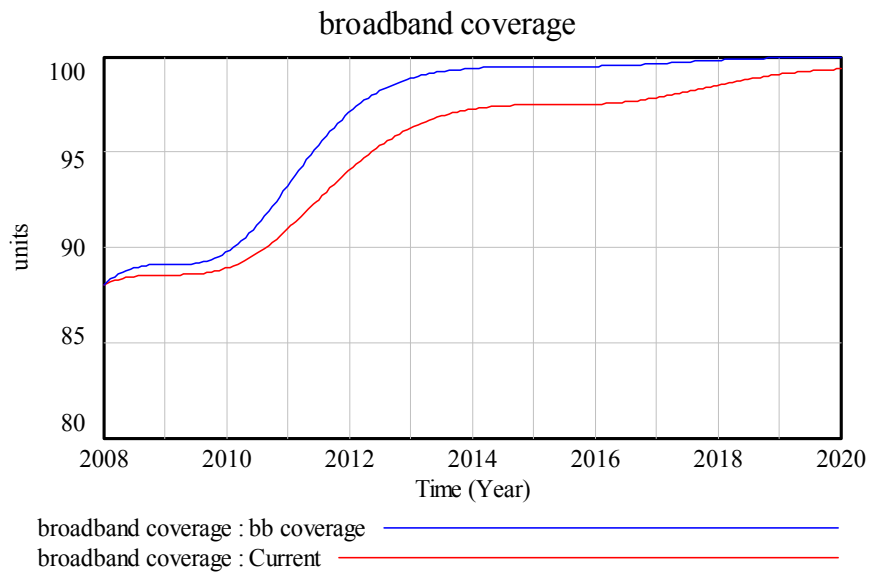
### Σενάριο 1: Αύξηση ρυθμού ευρυζωνικής κάλυψης

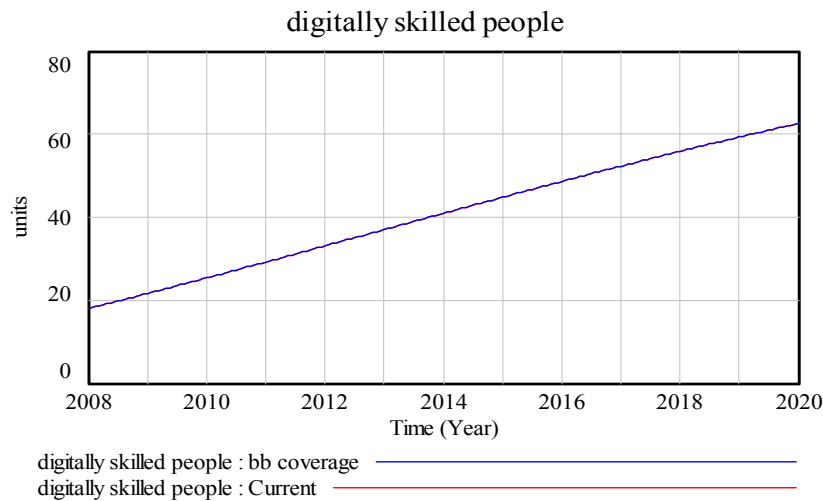
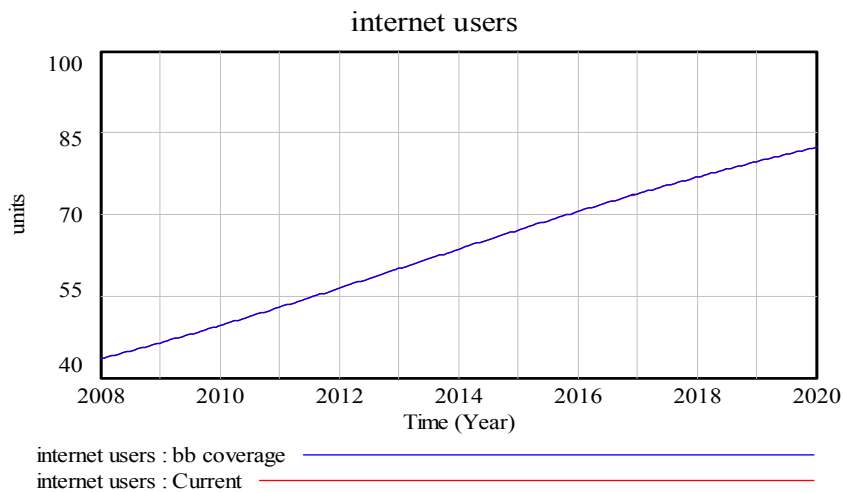


#### COVERAGE CAGR

bb coverage: 0.334	Current: 0.167
Private investment bb coverage: 0.3	Current: 0.3

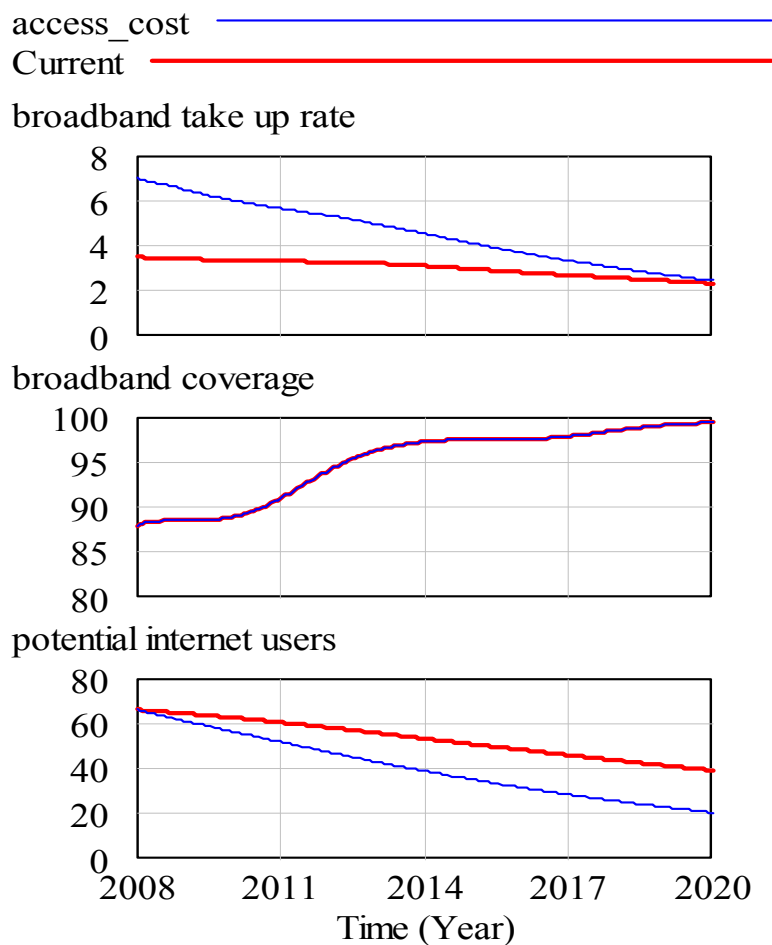
Το πλήθος των ετήσιων έργων ευρυζωνικής κάλυψης που πραγματοποιούνται δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις αφού εξαρτάται από άλλους παράγοντες εκτός των ορίων του συστήματος που μελετάμε. Το πρώτο σενάριο αποτυπώνει τις μεταβολές που θα προκύψουν στις μεταβλητές αν εντατικοποιηθούν τα έργα ευρυζωνικής κάλυψης.





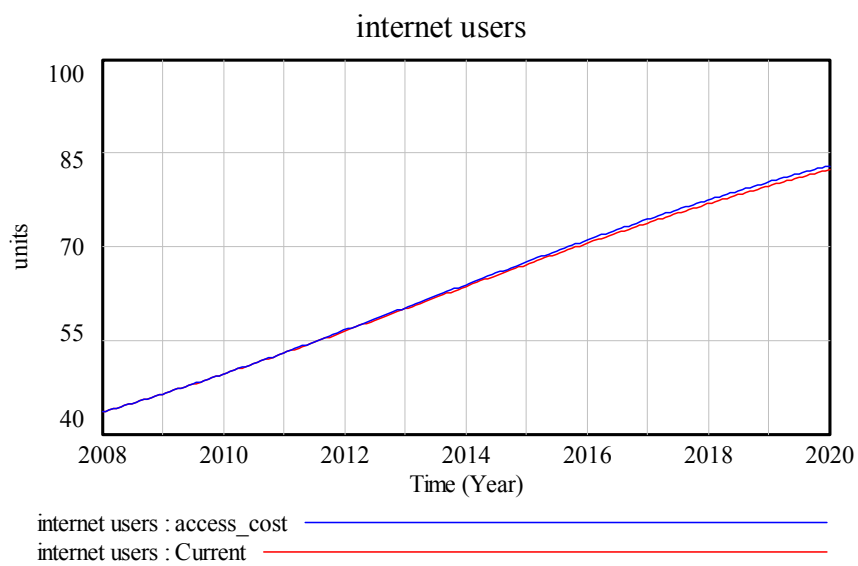
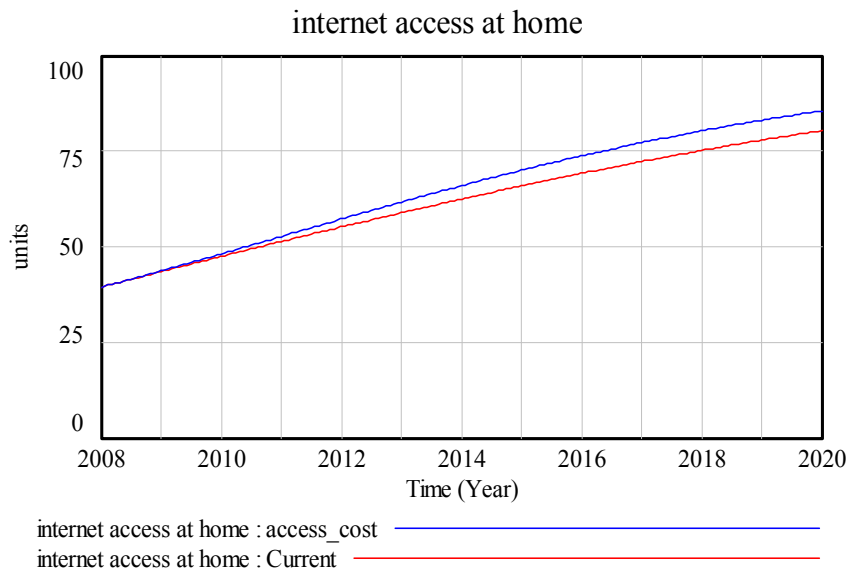
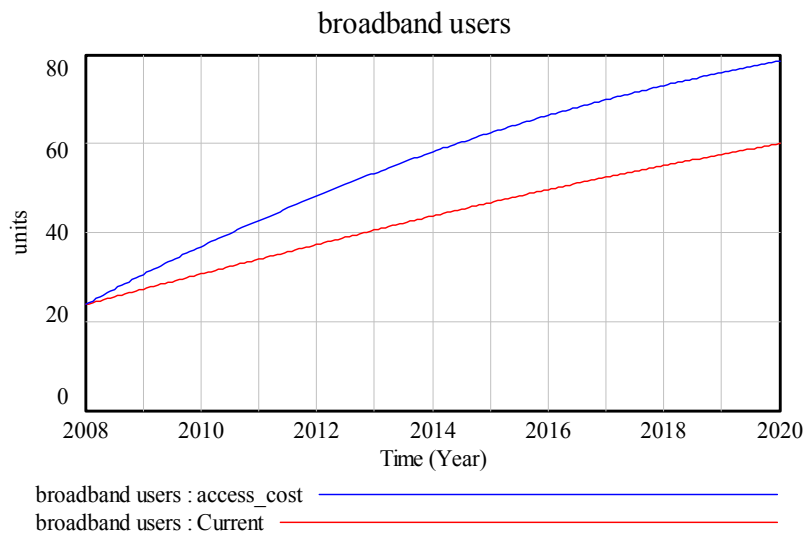
Παρατηρούμε ότι οι μόνες μεταβλητές που παρουσιάζουν μεταβολή είναι αυτές της ευρυζωνικής κάλυψη και ευρυζωνικής πρόσβασης. Μια τέτοια πολιτική θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αποτυχημένη αφού το μόνο που προκαλεί είναι να επιτυγχάνεται πιο γρήγορα η πλήρης ευρυζωνική κάλυψη της χώρας που ήδη κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα.

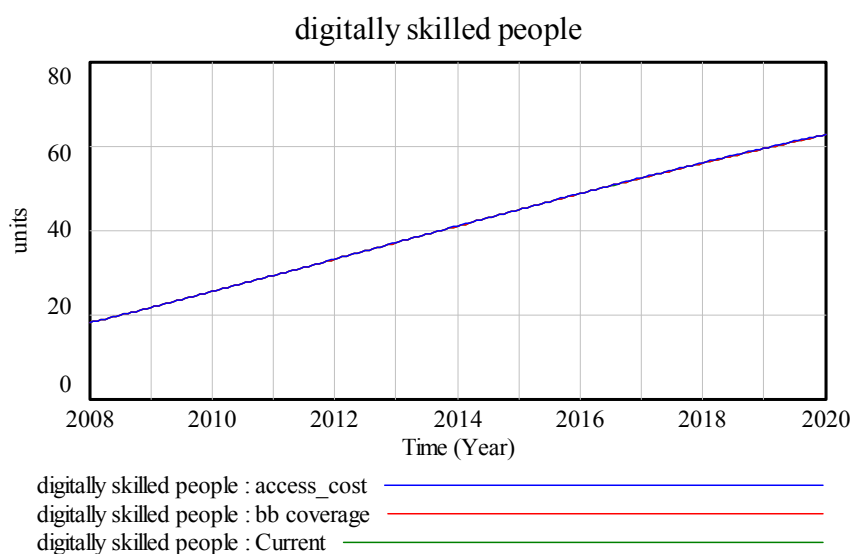
**Σενάριο 2: Μείωση κόστους πρόσβασης**



cost of access  
 access\_cost: 0.5            Current: 1  
 TECHNOLOGY FACTOR  
 access\_cost: 0.0018      Current: 0.0018

Το δεύτερο σενάριο υποθέτει ότι εφαρμόζεται μια πολιτική που μειώνει το κόστος πρόσβασης στο διαδίκτυο, όπως μια κρατική επιδότηση για τη μηνιαίο πάγιο των παροχών ευρυζωνικής πρόσβασης. Το πρόγραμμα «Δίοδος» αποτελεί μια τέτοια δράση και περιλαμβάνει προνομιακές τιμές στην απόκτηση ευρυζωνικής σύνδεσης για τους φοιτητές.



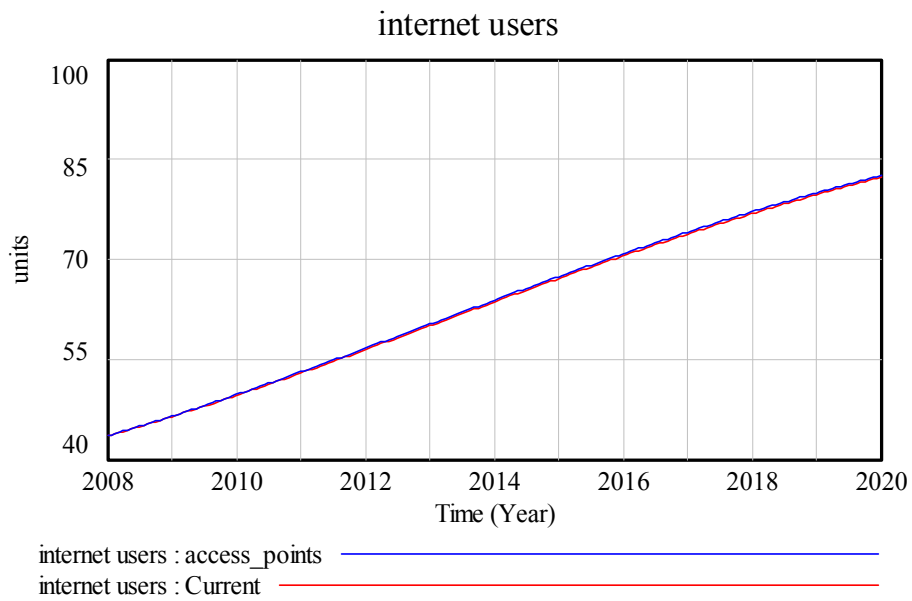
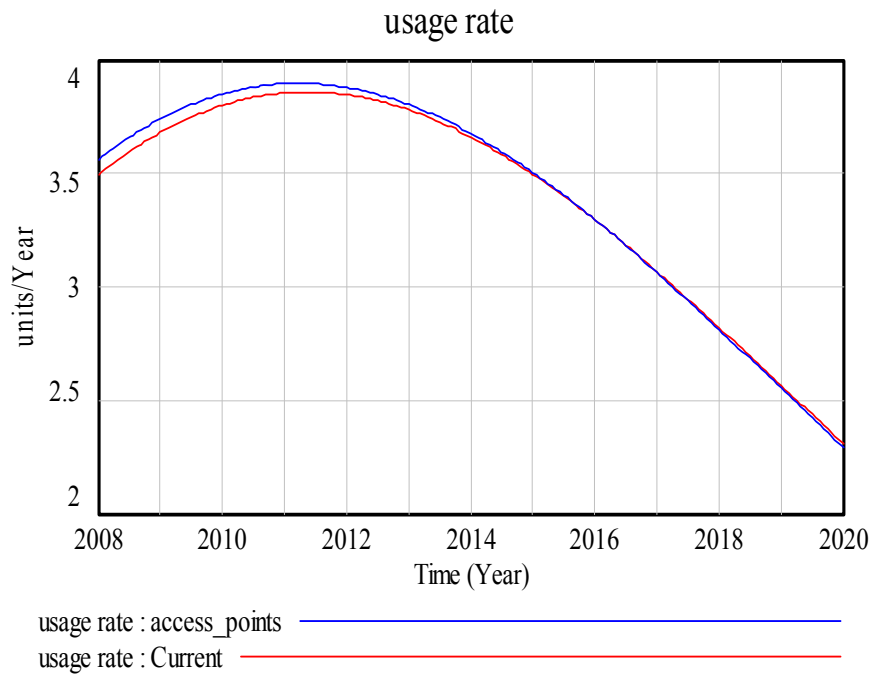


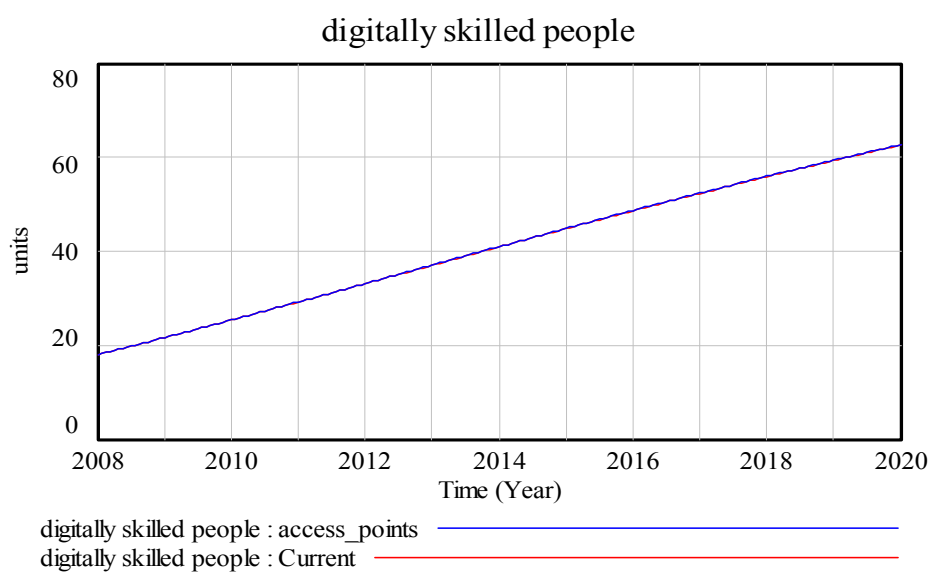
Η υλοποίηση μιας τέτοιας στρατηγικής θα επιφέρει μεγάλη αύξηση στην ευρυζωνική και στη συνολική πρόσβαση στο διαδίκτυο, πράγμα το οποίο είναι αναμενόμενο αφού όσο πιο μικρό θα είναι το κόστος τόσο περισσότεροι πολίτες θα αποκτήσουν πρόσβαση. Μικρό μέρος της αύξησης αυτής θα μεταφερθεί και στη χρήση του διαδικτύου ενώ η επίπτωση στην ψηφιακή εγγραματοσύνη θα είναι μηδαμινή.

### Σενάριο 3: Δημιουργία περισσότερων δημόσιων σημείων πρόσβασης

Στο ίδιο σκεπτικό με το προηγούμενο σενάριο, είναι η πολιτική δημιουργίας περισσότερων σημείων δημόσιας πρόσβασης. Αυτή η πολιτική ήδη εφαρμόζεται με έργα που περιλαμβάνουν δήμους και περιφέρειες ανά την Ελλάδα, οπότε εξετάζεται το ενδεχόμενο εντατικοποίησης των έργων. Αυτή τη φορά στόχος είναι να αυξηθούν οι χρήστες του διαδικτύου που έχουν πρόσβαση εκτός σπιτιού.



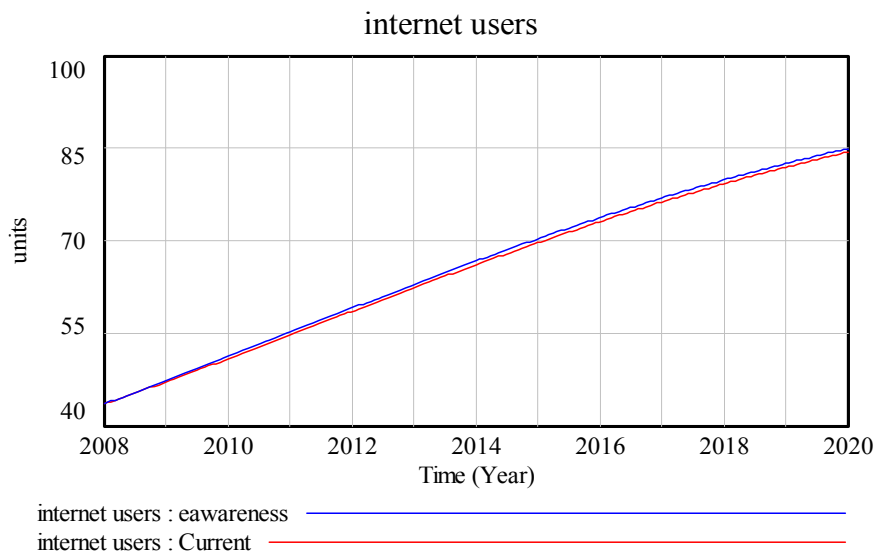
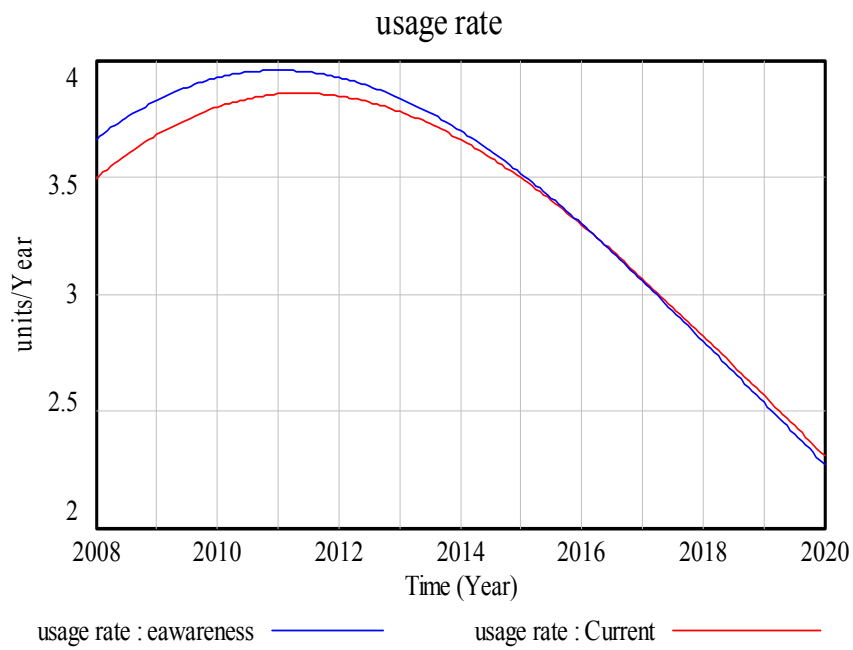


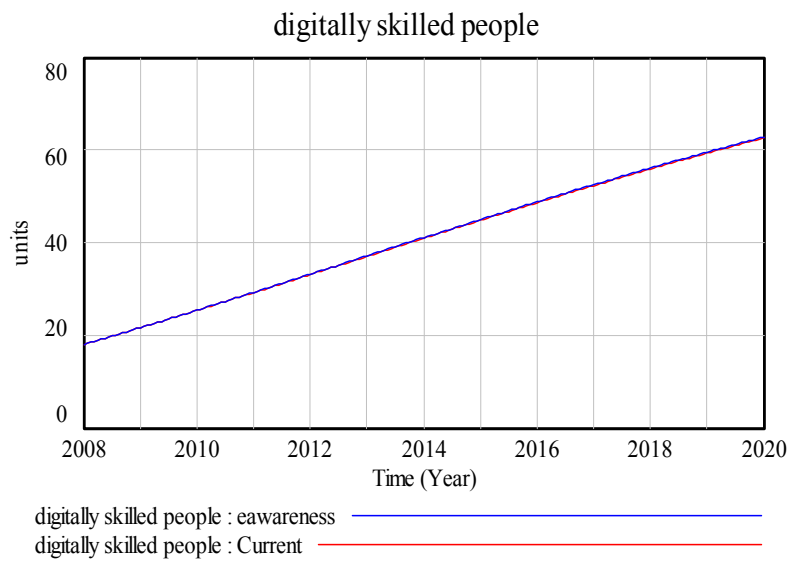


Παρατηρούμε ότι η εκτέλεση του σεναρίου δείχνει πολύ μικρή αλλαγή στα ποσοστά χρήσης και εγγραματοσύνης, πράγμα το οποίο είναι λογικό, αφού οι το μεγαλύτερο μέρος των πολιτών κάνουν χρήση του διαδικτύου από το σπίτι.

#### **Σενάριο 4: Ενημέρωση για τα οφέλη χρήσης ΤΠΕ**

Μια ακόμα υποψήφια στρατηγική για τη διάδοση των ΤΠΕ θα μπορούσε να αφορά στην ενημέρωση των πολιτών για τα οφέλη που παρέχει η χρήση των ΤΠΕ. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι μια εκστρατεία που θα ενημερώνει τους πολίτες για τις δυνατότητες και τις υπηρεσίες που παρέχει το διαδίκτυο, ώστε να αυξηθεί η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα από τους πολίτες.

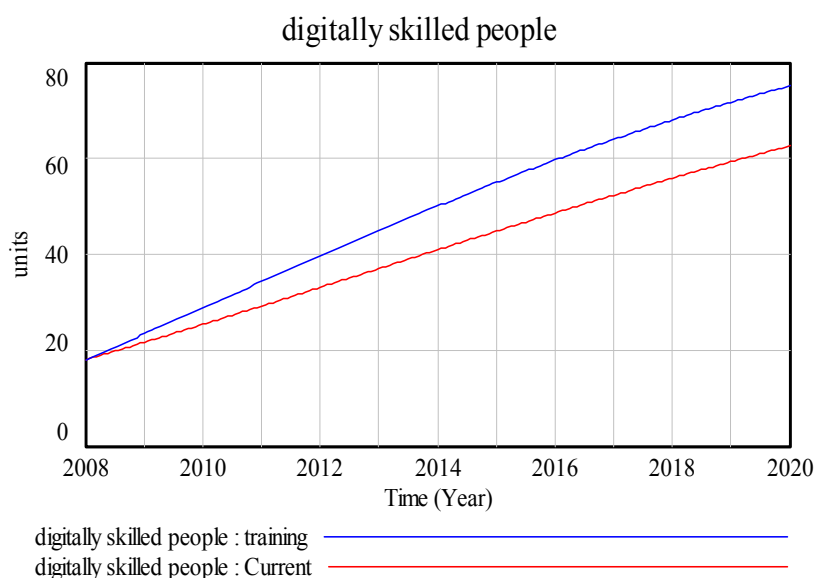
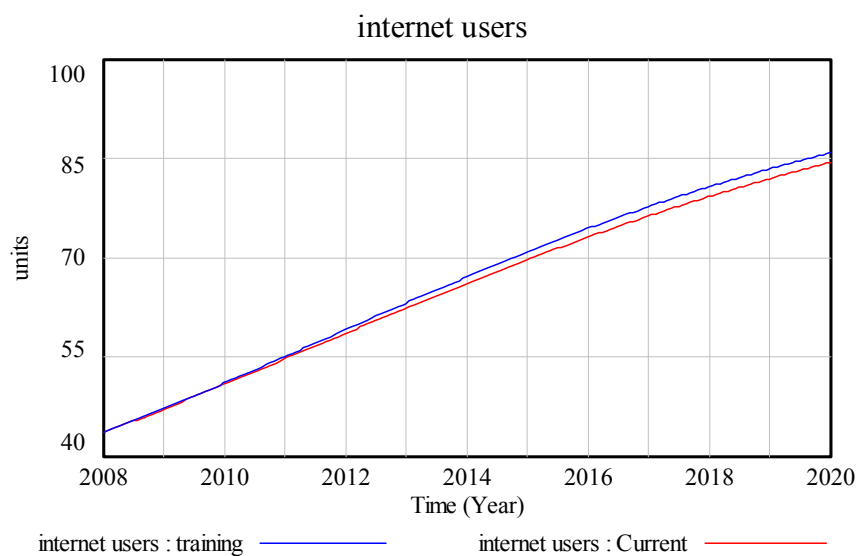




Η έξοδος από αυτό το σενάριο δείχνει ότι μια τέτοια κίνηση θα επιφέρει μικρή αύξηση στη χρήση του διαδικτύου, μέρος της οποίας θα μετατοπιστεί και στην αύξηση των ψηφιακών δεξιοτήτων. Η μεταβολή που προκαλείται είναι τόσο μικρή που μια τέτοια δράση δε θα είχε σημαντικό αντίκτυπο.

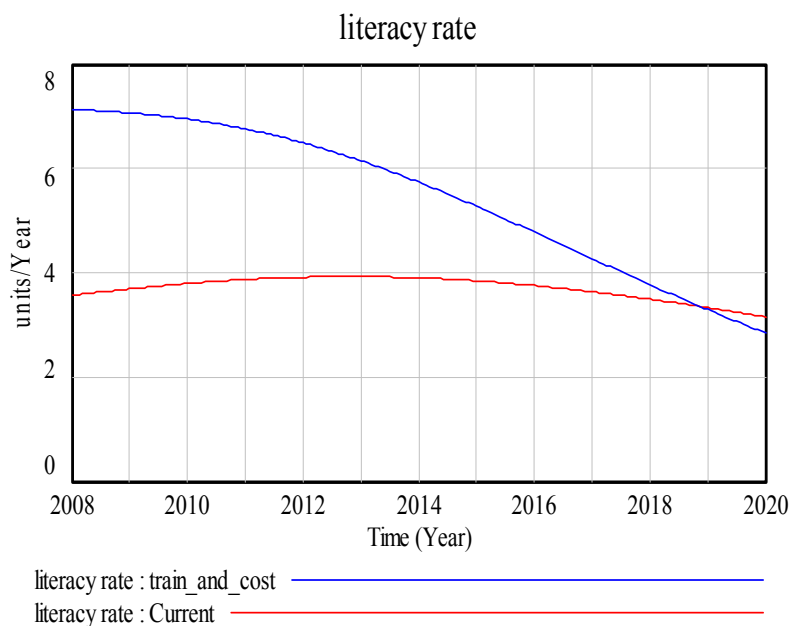
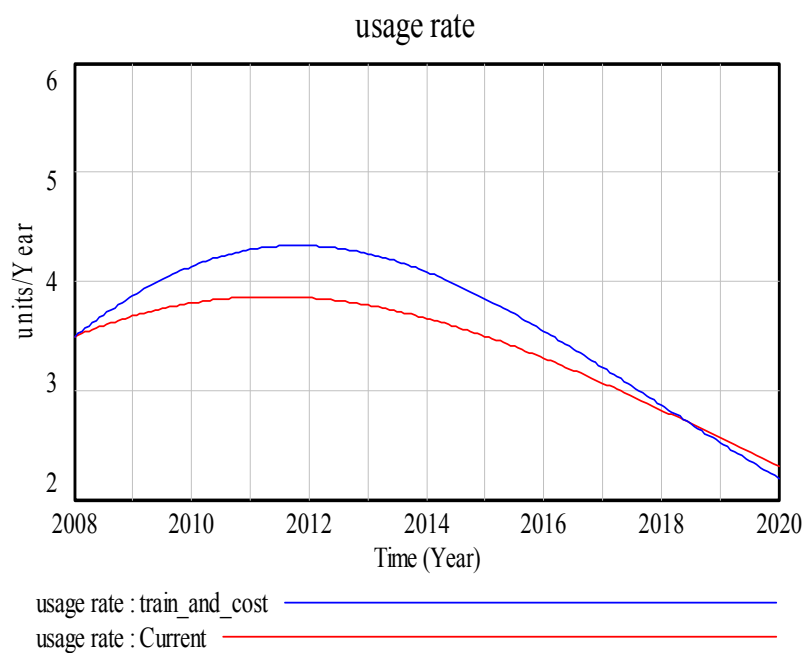
#### **Σενάριο 5: Κατάρτιση πολιτών**

Το πέμπτο σενάριο επιδεικνύει το αποτέλεσμα που θα έχει μια δράση που θα αποσκοπεί στην ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων των πολιτών. Προγράμματα εκπαιδευτικής κατάρτισης που απευθύνονται σε διαφορετικές κοινωνικές ομάδες μπορούν να συντελέσουν στην ψηφιακή ενσωμάτωση.



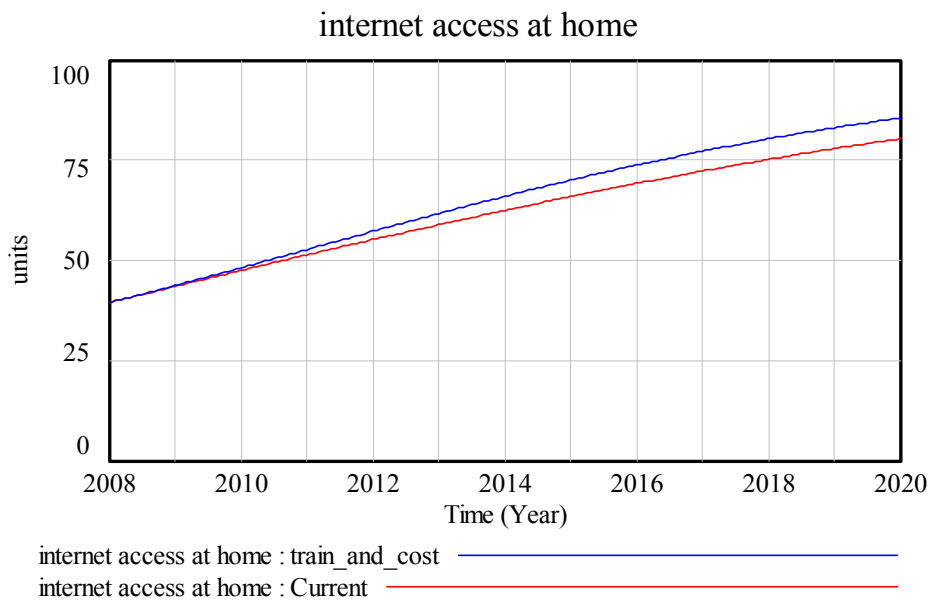
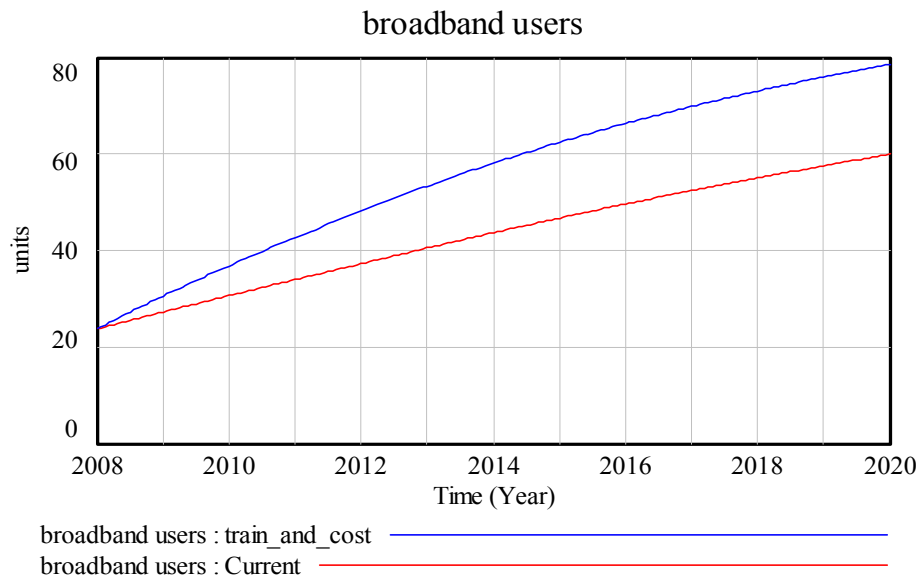
Όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα τέτοιου είδους δράσεις θα αυξήσουν το ποσοστό πολιτών με ικανοποιητικές ψηφιακές δεξιότητες, το οποίο θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού χρηστών. Το αποτέλεσμα αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η έλλειψη ψηφιακών δεξιοτήτων αποτελεί έναν από τους κυριότερους λόγους μη χρήσης του διαδικτύου. Ένα στρατηγικό πλαίσιο δράσης που θα περιλαμβάνει την κατάρτιση των πολιτών θα έχει πολύ σημαντικά οφέλη στη διάδοση των ΤΠΕ και την εξάλειψη του ψηφιακού χάσματος.

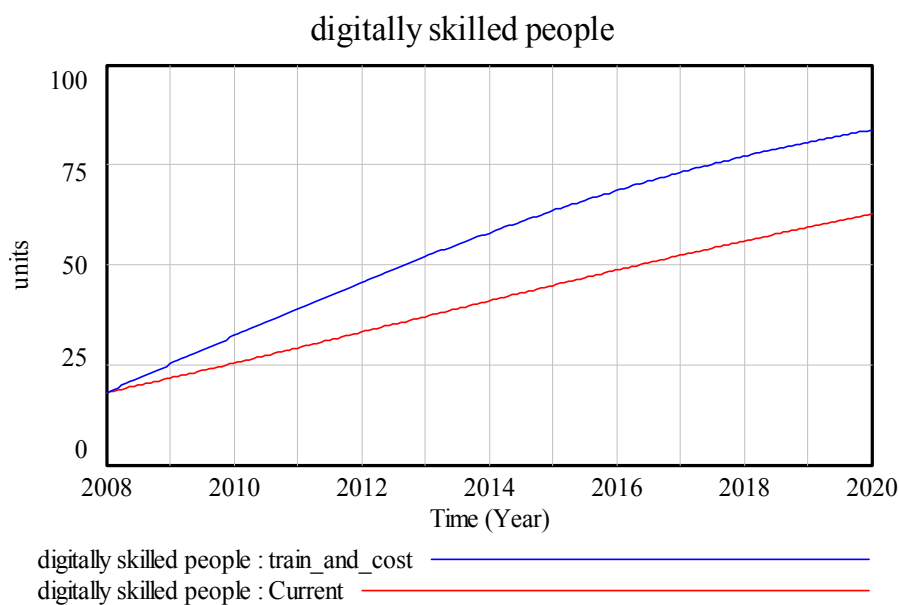
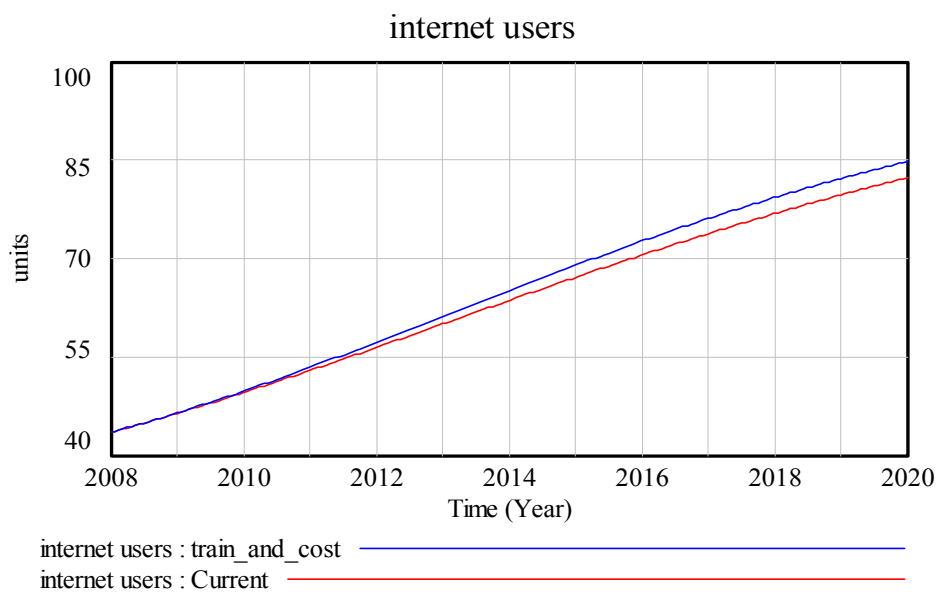
### Σενάριο 6: Συνδυασμός των σεναρίων 2 και 5



Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εκτέλεση των παραπάνω σεναρίων, συμπεραίνουμε ότι οι βέλτιστες πρακτικές αντιστοιχούν στα σεσάρια 2 και 5, αφού επιφέρουν επιθυμητές μεταβολές στις παραμέτρους του μοντέλου. Για να επιτύχουμε μια πιο ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος μπορούμε να συνδυάσουμε τις δύο προσεγγίσεις. Έτσι έγινε η εκτέλεση ενός ακόμα σεναρίου που

προσομοιώνει δράσεις που περιλαμβάνουν τόσο την ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων πολιτών όσο και τη μείωση του κόστους πρόσβασης.





Μια προσέγγιση που συνδυάζει και τις δύο πολιτικές θα είναι η πιο αποτελεσματική, αφού θα επηρεάσει όλες τις μεταβλητές και μάλιστα σε πολύ σημαντικό βαθμό όπως φαίνεται και από τα παραπάνω διαγράμματα. Παρατηρούμε ότι το ποσοστό της ψηφιακής εγγραματοσύνης και το ποσοστό χρήσης φτάνει σε πολύ υψηλά επίπεδα στο τελευταίο έτος της προσομοίωσης.



## 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Από την μελέτη και την ανάπτυξη του εργαλείου που έγινε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας προέκυψε ότι διαθέσιμες τεχνολογίες μπορούν να συντελέσουν στο να αξιοποιήσουμε όλες τις πληροφορίες που έχουμε για να πάρουμε τη σωστή απόφαση που θα οδηγήσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Η System Dynamics αποδείχθηκε πολύτιμη στο να οργανώσουμε τις πληροφορίες, να κατανοήσουμε καλύτερα μια διαδικασία και να την απεικονίσουμε. Βεβαίως αυτό δεν είναι εύκολο γιατί κάποιες από τις βασικές δομές που χαρακτηρίζουν τη System Dynamics είναι λίγο πολύπλοκες και απαιτείται αρκετή εξοικείωση από τη πλευρά αυτού που τη χρησιμοποιεί, για να μπορέσει να τις κατανοήσει και να τις αξιοποιήσει πλήρως. Επίσης, ακόμα και τα διαφορετικά διαθέσιμα πακέτα λογισμικού παρέχουν διαφορετικές δυνατότητες και η επιλογή του καταλληλότερου είναι σημαντική στο να εκμεταλλευτεί κανείς τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνικής μοντελοποίησης.

Η Systems Dynamics σε ένα μεγάλο βαθμό βασίζεται στη γνώση που εμείς έχουμε, γνωρίζοντας σε πολύ καλό βαθμό τον τρόπο εκτέλεσης μιας διαδικασίας και έχοντας τη δυνατότητα να τη μοντελοποιήσουμε σωστά έχουμε τη δυνατότητα να δούμε τη συμπεριφορά που θα έχει μια συγκεκριμένη διαδικασία κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Η συμπεριφορά ενός τέτοιου συστήματος είναι δύσκολο να προβλεφθεί καθώς μπορεί να επηρεαστεί από απρόβλεπτα φαινόμενα και ενδεχόμενες αλλαγές που μπορεί να προκύψουν. Ο μόνος τρόπος για να βελτιστοποιήσουμε την εγκυρότητα των προβλέψεων να εμβαθύνουμε στις εσωτερικές διαδικασίες του συστήματος.

Ένα περαιτέρω βήμα, που θα είχε ενδιαφέρον θα ήταν η μοντελοποίηση του ίδιου προβλήματος και με άλλες τεχνικές προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από κάθε μεθοδολογία και να αναδειχθεί η καταλληλότερη.

Όσον αφορά το συγκεκριμένο πρόβλημα της αντιμετώπισης του ψηφιακού χάσματος, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης κατέδειξαν ότι η βέλτιστη πρακτική είναι η κατάρτιση των πολιτών, ενώ καλή πρακτική αποδείχθηκε επίσης η μείωση του κόστους πρόσβασης. Καλύτερα αποτελέσματα όμως θα προκύψουν αν συνδυαστούν παραπάνω από μία πολιτικές δράσεις. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξεταστεί το κόστος των υποψήφιας δράσεων, αφού είναι μια παράμετρος που αγνοεί το μοντέλο.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε αποτελεί ένα πρωτότυπο εργαλείο για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων και δεν περιλαμβάνει όλες τις παραμέτρους και τις σχέσεις

που θα απαιτούσε μια βαθύτερη πολιτική ανάλυση. Απαντάει σε βασικά ερωτήματα που αφορούν την αντιμετώπιση του ψηφιακού χάσματος, αλλά μπορεί να επεκταθεί για να αντιμετωπίσει ζητήματα σχετικά με τη διάδοση των ΤΠΕ. Μια περαιτέρω ανάπτυξη θα μπορούσε να επιτευχθεί συνυπολογίζοντας περισσότερους δείκτες της πρωτοβουλίας i2010, καθώς επίσης δημιουργώντας επιπλέον σενάρια εναλλακτικών πρακτικών. Επίσης πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για τους πολιτικούς φορείς θα είχε η εφαρμογή του σε κάθε μία από τις ειδικές κοινωνικές ομάδες ξεχωριστά. Τέλος με την κατάλληλη προσαρμογή των δεδομένων, η χρήση του μπορεί να επεκταθεί για οποιαδήποτε άλλη χώρα εκτός της Ελλάδας.

Η κατασκευή του μοντέλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη πιο ολοκληρωμένων εργαλείων χάραξης πολιτικής, που θα συνδυάζουν περισσότερες τεχνικές προσομοίωσης καθώς και άλλες διαθέσιμες ΤΠΕ. Σε κάθε περίπτωση, η ανάπτυξη τέτοιου είδους εργαλείων προσφέρει νέες προοπτικές στον τομέα της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Andersen, D. F., J. A. M. Vennix, et al. (2007). Group Model Building: Problem Structuring, Policy Simulation and Decision Support. The Journal of the Operational Research Society **58**(5): 691-695.
- [2] Armenia, S., L. Roma, et al. (2008). A new system dynamics model for the analysis of the paper digitization process in the Italian Public Administration. Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society. Athens, Greece.
- [3] Barlas, Y. (2002). System Dynamics: Systemic feedback modeling for policy analysis. Encyclopedia of Life Support Systems.
- [4] Becker, J., B. Niehaves, et al. (2008). Digital Divide in eGovernment: The eInclusion Gap Model. Electronic Government: 231-242.
- [5] Bernard, R. N. (1999). Using Adaptive Agent-Based Simulation Models to Assist Planners in Policy Development: The Case of Rent Control. Working Papers, Santa Fe Institute.
- [6] Cockerill, K., L. Daniel, et al. (2009). A fresh look at a policy sciences methodology: collaborative modeling for more effective policy. Policy Sciences **42**(3): 211-225.
- [7] Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. International Journal of Man-Machine Studies **38**(3): 475-487.
- [8] Durgun, M. S. (2003). A System Dynamics Approach for Technology Improvement Policy Analysis: The Case for Turkey, STPS - Science and Technology Policy Studies Center, Middle East Technical University.
- [9] Ferro, E., J. Gil-Garcia, et al. (2007). The Digital Divide Metaphor: Understanding Paths to IT Literacy. Electronic Government: 265-280.
- [10] Forrester, J. W. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. Theory and Decision **2**(2): 109-140.
- [11] Ghaffarzadegan, N., J. Lyneis, et al. (2009). Why and How Small System Dynamics Models Can Help Policymakers: A Review of Two Public Policy Models. Proceedings of the 27th International Conference of the System Dynamics Society. Albuquerque, New Mexico, USA.
- [12] Gil-Garcia, J., N. Helbig, et al. (2006). Is It Only About Internet Access? An Empirical Test of a Multi-dimensional Digital Divide. Electronic Government: 139-149.

- [13]Helbig, N., J. Ramon Gil-Garcva, et al. (2009). Understanding the complexity of electronic government: Implications from the digital divide literature. Government Information Quarterly **26**(1): 89-97.
- [14]Homer, J. B. and G. B. Hirsch (2006). System Dynamics Modeling for Public Health: Background and Opportunities. American Journal of Public Health **96**(3): 452–458.
- [15]Jiang, W. and H. Bin (2007). Modeling and simulation of group behavior in e-government implementation. Proceedings of the 39th conference on Winter simulation: 40 years! The best is yet to come. Washington D.C., IEEE Press.
- [16]Kovacic, A. and B. Pecek (2007). Use of Simulation in a Public Administration Process. SIMULATION **83**: 851-861.
- [17]Laurie, B. and H. Ann (2002). Social Modelling and Public Policy: Application of Microsimulation Modelling in Australia. Journal of Artificial Societies and Social Simulation **5**.
- [18]Legna, C. and C. González (2006). Using System Dynamics and Case-based Reasoning (CBR) to Build an Intelligent Decision-making Support System (i-DMSS) that Improves Strategic Public Decisions. Intelligent Decision-making Support Systems: 255-270.
- [19]Lempert, R. (2002). Agent-based modeling as organizational and public policy simulators. PNAS **99**(90003): 7195-7196.
- [20]Liu, C.-Y. and W.-T. Wang (2005). System Dynamics Approach to Simulation of Tax Policy for Traditional and Internet Phone Services. Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society. Boston.
- [21]Lucas, P. (2009). Usefulness of Simulating Social Phenomena. Proceedings of the AISB 2009 Convention. Edinburgh, Scotland.
- [22]Luna-Reyes, L. F. and J. R. Gil-García (2009). Using Institutional Theory and Dynamic Simulation to Understand Complex E-Government Phenomena. Proceedings of the 27th International Conference of the System Dynamics Society. Albuquerque, New Mexico, USA.
- [23]Robert, A. (1997). Advancing the art of simulation in the social sciences. Complex. **3**(2): 16-22.
- [24]Robert, Y. C. and V. C. Leslie (2006). Demonstrating the utility of system dynamics for public policy analysis in New Zealand: the case of excise tax policy on tobacco. System Dynamics Review **22**(4): 321-348.

- [25]Schwaninger, M., S. Ulli-Beer, et al. (2008). Policy Analysis and Design in Local Public Management A System Dynamics Approach. Handbook of Transdisciplinary Research: 205-221.
- [26]Stewart, J. and R. Ayres (2001). Systems theory and policy practice: An exploration. Policy Sciences **34**(1): 79-94.
- [27]Teekasap, P. (2009). Cluster Formation and Government Policy: System Dynamics Approach. Proceedings of the 27th International Conference of the System Dynamics Society. Albuquerque, New Mexico, USA.
- [28]Ulli-Beer, S. (2003). Dynamic Interactions Between Citizen Choice and Preferences and Public Policy Initiatives - A System Dynamics Model of Recycling Dynamics in a Typical Swiss Locality. Proceedings of the 2003 International Conference of the System Dynamics Society. New York City, U.S.A.
- [29]Volkery, A. and T. Ribeiro (2009). Scenario planning in public policy: Understanding use, impacts and the role of institutional context factors. Technological Forecasting and Social Change In Press, Corrected Proof.
- [30]Walker, W. E. (1982). Models in the policy process: Past, present, and future. Interfaces **12**(5): 91-100.
- [31]Zamanipour, M. (2009). A System Dynamics Model for Analyzing the Effects of Government Policies: A Case Study of Iran's Cell Phone Market. Proceedings of the 27th International Conference of the System Dynamics Society. Albuquerque, New Mexico, USA.
- [32]Χαραλαμπίδης, Ι. (2009). Σημειώσεις μαθήματος «Διαλειτουργικότητα Πληροφοριακών Συστημάτων».
- [33]Κουντζέρης, Α. (2008). Ηλεκτρονική Ένταξη και Μέτρηση του Ψηφιακού Χάσματος. Παρατηρητήριο για την ΚτΠ.
- [34]Κουντζέρης, Α. and Μ. Κωνσταντάτος (2009). Ηλεκτρονική Ενσωμάτωση και Ψηφιακός Αλφαριθμητισμός στην Ελλάδα. Παρατηρητήριο για την ΚτΠ.
- [35]"Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας". <http://www.observatory.gr>
- [36]"eGovernment Monitor." <http://www.egovmon.no>
- [37]"eGovMon wiki." <http://wiki.egovmon.no>
- [38]" The European Social Simulation Association." <http://www.essa.eu.org>
- [39]"Initiative for System Dynamics in the Public Sector." <http://www.isdps.org>
- [40]"Social simulation." [http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_simulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_simulation)

[41]"Statistics Canada." <http://www.statcan.gc.ca/microsimulation/spsdm-bdmsps/spsdm-bdmsps-eng.htm>

[42]"System Dynamics." [http://en.wikipedia.org/wiki/System\\_dynamics](http://en.wikipedia.org/wiki/System_dynamics)

[43]"System Dynamics Society." <http://www.systemdynamics.org>

[44]"System Thinking." <http://www.systems-thinking.org>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

(01)	access points= 0.03 * availability of access points Units: **undefined**
(02)	access rate= (0.002* non broadband users + 0.002* broadband users) * potential internet access Units: units/Year
(03)	availability of access points= 1 Units: **undefined**
(04)	broadband coverage= INTEG ( coverage rate, 88) Units: units [0,100]
(05)	broadband coverage projects= 1+ SIN(Time ) Units: **undefined** [0,?] multiplier
(06)	broadband take up rate= broadband coverage * potential internet users * Technology factor / (3 * cost of access) Units: units/Year
(07)	broadband users= INTEG ( broadband take up rate,

	23.8)
	Units: units [0,80]
	2008
(08)	cost of access= 1 Units: **undefined** multiplier
(09)	Coverage CAGR= 0.167 Units: units/Year coverage compound annual growth rate
(10)	coverage rate= broadband coverage projects*Coverage CAGR*potential coverage / (1-Private investment ) Units: units/Year [0,?]
(11)	digitally illiterate people= INTEG ( -literacy rate, 82) Units: units [0,100]
(12)	digitally skilled people= INTEG ( literacy rate, 18) Units: units
(13)	"e-awareness"= 1 Units: **undefined** [0,10]



multiplier

(14) fear about safety=

0.02 \* ("e-awareness" - 0.02 \*digitally skilled people)

Units: \*\*undefined\*\*

(15) FINAL TIME = 2020

Units: Year

The final time for the simulation.

(16) INITIAL TIME = 2008

Units: Year

The initial time for the simulation.

(17) internet access at home= INTEG (

access rate,

39.4)

Units: units [0,?,100]

(18) internet users= INTEG (

usage rate,

43.5)

Units: units

(19) literacy rate=

digitally illiterate people\*LITERACY USAGE FRACTION\*internet  
users\*training

Units: units/Year

(20) LITERACY USAGE FRACTION==

0.001

Units: 1/Year

- (21) need to use=  
0.111  
Units: \*\*undefined\*\*
- (22) "non bb(pstn) takeup rate"=  
-0.2\*non broadband users  
Units: \*\*undefined\*\*
- (23) non broadband users= INTEG (  
"non bb(pstn) takeup rate",  
10.2)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (24) non internet users= INTEG (  
-usage rate,  
56.5)  
Units: units
- (25) perception of benefits=  
0.32 \* "e-awareness"  
Units: \*\*undefined\*\*
- (26) physical disabilities=  
0.006  
Units: \*\*undefined\*\*
- (27) potential coverage= INTEG (  
-coverage rate,  
12)  
Units: units [0,100]
- (28) potential internet access= INTEG (  
-access rate,

60.6)

Units: units [0,100]

(29) potential internet users= INTEG (  
-broadband take up rate-"non bb(pstn) takeup rate",  
66)

Units: units [0,100]

(30) Private investment=  
0.3

Units: \*\*undefined\*\*

(31) SAVEPER =  
TIME STEP

Units: Year [0,?]

The frequency with which output is stored.

(32) Technology factor==  
0.0018

Units: 1/Year

(33) TIME STEP = 0.0625

Units: Year [0,?]

The time step for the simulation.

(34) training=  
1

Units: \*\*undefined\*\* [0,?]

multiplier

(35) usage rate=

IF THEN ELSE(non internet users>0,( need to use+perception of  
benefits-fear about safety

-physical disabilities +access points + digitally skilled people \* 0.1 + internet  
access at home  
\* 0.1)\* (non internet users/100),0)  
Units: units/Year