

**Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου**  
Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας  
Τμήμα Συνεταιριστικών Οργανώσεων και Εκμεταλλεύσεων

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ  
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΚΤΑΚΤΩΝ  
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ**

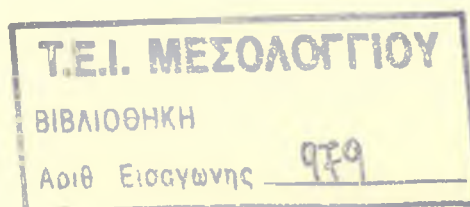


Εκπόνηση πτυχιακής εργασίας: Στίνη Μαρία  
Βλασίου Βασιλική

Α.Μ.:9657

Α.Μ.:9572

Επόπτης καθηγητής: Τσεφρώνης Ζώης



Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ</b> .....	<b>6</b>
2.1	Τι είναι η προσομοίωση;.....	7
2.2	Σύγχρονες εφαρμογές .....	8
2.3	Μελλοντικές τάσεις .....	11
<b>3</b>	<b>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</b> .....	<b>13</b>
3.1	Πλεονεκτήματα.....	14
3.2	Μειονεκτήματα.....	15
3.3	Σύγκριση της προσομοίωσης με άλλες μεθόδους.....	15
3.4	Πότε η προσομοίωση είναι κατάλληλη μέθοδος; .....	16
3.5	Οι φάσεις της προσομοίωσης .....	17
<b>4</b>	<b>ΠΑΚΕΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</b> .....	<b>19</b>
4.1	Εισαγωγή .....	20
4.2	ARENA .....	20
4.3	WITNESS .....	20
4.4	COMNET .....	21
4.5	OPTNET .....	21
4.6	ITHINK .....	21
4.7	SIM PROCESS .....	22
4.8	PROCESS-CHARTER.....	22
4.9	SA-BPR .....	22
4.10	ARIS .....	22
4.11	SIMUL8.....	23
4.12	EXTEND .....	23
4.13	Επιλογή του κατάλληλου λογισμικού.....	24
<b>5</b>	<b>ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	<b>26</b>

5.1	Επιλογή συστήματος.....	27
5.2	Το νοσοκομείο.....	27
<b>6</b>	<b>ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>36</b>
8.1	Ανάλυση (Queue Stats) .....	37
8.2	Ανάλυση (Activity Stats).....	43
<b>9</b>	<b>ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ .....</b>	<b>56</b>
9.1	Εντοπισμός δυσλειτουργιών .....	57
9.2	Ανάλυση νέων αποτελεσμάτων .....	58
9.2.1	Queue Stats     58	
9.2.2	Activity Stats   61	
<b>10</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>70</b>
10.1	Συμπεράσματα .....	71
10.2	Προτάσεις .....	72
<b>11</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>73</b>
11.1	Εισαγωγή .....	74
11.2	Τρόπος λειτουργίας του Extend.....	75
11.3	Δημιουργία μοντέλου στο Extend .....	76
11.4	Οι βιβλιοθήκες και τα μπλοκ .....	76
11.5	Συνδέσεις.....	82
11.6	Τυπικές (θεωρητικές) κατανομές.....	83

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει την κατάσταση μίας μονάδας εκτάκτου ανάγκη με τη βοήθεια ενός συστήματος προσομοίωσης. Το πρόγραμμα προσομοίωσης που επιλέχθηκε για το σκοπό αυτό είναι το Extend ενώ ως αντικείμενο μελέτης επιλέχθηκε το νοσοκομείο Πολυκλινική Αθηνών.

Βασικός στόχος της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει με απλότητα και σαφήνεια στους αναγνώστες της την πραγματική κατάσταση του νοσοκομείου αυτού όπως επίσης και των βασικών ελλείψεων που υπάρχουν, ελλείψεων που επηρεάζουν την εύρυθμη λειτουργία του συγκεκριμένου νοσοκομείου. Η συλλογή των στοιχείων όσο και η μοντελοποίηση τους ανέδειξαν την ανάγκη της ύπαρξης κάποιων επιπλέον κεφαλαίων, τα οποία θα βοηθήσουν τους απλούς αναγνώστες, οι οποίοι δεν γνωρίζουν το συγκεκριμένο πρόγραμμα να κατανοήσουν τη σειρά των διαδικασιών και προπάντων τα συμπεράσματα και τις προτάσεις που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη.

Έτσι, στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται γενικοί ορισμοί της μεθόδου της προσομοίωσης και μία περιγραφή των δυνατοτήτων που παρέχει μέσω των εφαρμογών της.

Στο κεφάλαιο 3, γίνεται αναφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσομοίωσης και αναλύονται οι φάσεις της προσομοίωσης.

Στο κεφάλαιο 4, αναπτύσσονται τα διάφορα πακέτα λογισμικού της προσομοίωσης. Ο αναγνώστης θα μπορέσει να συγκρίνει τα διάφορα αυτά συστήματα μεταξύ τους να γνωρίσει τα υπέρ και τα κατά και να κατανοήσει πώς είναι δυνατό να προσφέρουν τη μοντελοποίηση μίας πραγματικής κατάστασης.

Όπως κρίθηκε τελικά απαραίτητο, θα δοθεί έμφαση στην προσομοίωση του Extend και στα βασικά του εργαλεία που αυτό χρησιμοποιεί στο παράρτημα της εργασίας αυτής (κεφάλαιο 11). Εκεί θα μπορεί να ανατρέξει όποιος επιθυμεί περαιτέρω λεπτομέρειες και διευκρινίσεις και να λύσει απορίες που δύνανται να δημιουργηθούν στην πορεία.

Απαραίτητη προϋπόθεση του να μπορέσει κανείς να κατασκευάσει ένα ικανοποιητικό μοντέλο προσομοίωσης είναι να μελετήσει και να κατανοήσει σωστά το σύστημα που έχει επιλέξει.

Έτσι, η εργασία αυτή συνεχίζει με τα κεφάλαια 5 και 6, με μία περιγραφή των συνθηκών και κάθε καθοριστικού παράγοντα στο νοσοκομείο ΠΟΛΥΚΛΙΝΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ, η οποία δίνει μία σαφή εικόνα του πώς πρέπει να μοντελοποιηθεί. Έτσι όταν στη συνέχεια θα δοθεί η περιγραφή του μοντέλου και θα εξηγηθεί η λογική κατασκευής του (κεφάλαιο 7) θα είναι δυνατό να γίνει απόλυτα κατανοητή.

Στο κεφάλαιο 8, που είναι ο κορμός της εργασίας αυτής γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων και βγαίνουν τα πρώτα συμπεράσματα, έτσι ώστε να γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές.

Τελικός σκοπός κάθε προσομοίωσης, είναι το αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δοκιμαστούν εναλλακτικές που

αφορούν το πραγματικό σύστημα. Στη συνέχεια λοιπόν, η εργασία αυτή, μέσω στατιστικών εργαλείων, εντοπίζει τα σημεία στα οποία υστερεί η νοσοκομειακή μονάδα και συνεπώς πρέπει να διορθωθούν. Πέρα από αυτό οι αλλαγές αυτές εισάγονται στο μοντέλο και πλέον προκύπτει η εικόνα του πως θα δούλευε το σύστημα αν σε αυτό εφαρμόζονταν οι προτάσεις (κεφάλαιο 9).

Κατά το πέρας της εργασίας οι αλλαγές αυτές μετατρέπονται σε προτάσεις και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συστηματική δουλειά που προηγήθηκε (κεφάλαιο 10), καταδεικνύοντας το πραγματικό νόημα της προσομοίωσης, που δεν είναι άλλο από το να διορθώνει καταστάσεις προτείνοντας ουσιαστικές αλλαγές.

## **2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**



## 2.1

Η προσομοίωση είναι μία μέθοδος που βρίσκει εφαρμογή στην καθημερινή μας ζωή συχνότερα από ότι ίσως φανταζόμαστε. Δεν είναι λίγες οι φορές που χρειάστηκε να παρθούν απλές ή σύνθετες αποφάσεις και ανεπαίσθητα δημιουργήθηκαν νοητά ή φυσικά μοντέλα, μέσω των οποίων κατανοήθηκε η κατάσταση που προβλημάτιζε τον ενδιαφερόμενο, έγινε πρόβλεψη των συνεπειών με κατάληξη την τελική απόφαση. Κατά καιρούς έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί της προσομοίωσης, από διάφορους μελετητές της. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά μερικοί από αυτούς:

*«Οι βασικές αρχές της προσομοίωσης είναι αρκετά απλές. Ο αναλυτής κατασκευάζει ένα μοντέλο του υπό μελέτη συστήματος, γράφει πρόγραμμα υπολογιστή που ενσωματώνει το μοντέλο και χρησιμοποιεί τον υπολογιστή για να παρατηρήσει τη συμπεριφορά του συστήματος όταν υπόκειται σε διάφορες πολιτικές λειτουργίας. Με αυτό τον τρόπο επιλέγεται η πιο επιθυμητή πολιτική».* (Pidd, 1984)

*«Η προσομοίωση με χρήση υπολογιστή είναι μία αριθμητική τεχνική για τη διεξαγωγή πειραμάτων σε ψηφιακό υπολογιστή. Εμπλέκει συγκεκριμένους τύπους μαθηματικών και λογικών μοντέλων τα οποία περιγράφουν τη συμπεριφορά ενός επιχειρηματικού ή οικονομικού συστήματος (ή υποσυστήματος αυτού) σε εκτεταμένες περιόδους πραγματικού χρόνου».* (Naylor, 1966)

*«Η διαδικασία διεξαγωγής πειραμάτων στο μοντέλο ενός συστήματος αντί (α) του άμεσου πειραματισμού με το πραγματικό σύστημα (β) της άμεσης επίλυσης κάποιου προβλήματος που σχετίζεται με το σύστημα, με αναλυτική μέθοδο».* (Mize and Cox, 1968)

*«Προσομοίωση είναι η διαδικασία κατά την οποία κατασκευάζεται ένα μοντέλο ενός πραγματικού συστήματος και πραγματοποιούνται πειράματα σε αυτό, με στόχο είτε την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος, είτε την αξιολόγηση διαφόρων στρατηγικών για τη λειτουργία του».* (Shannon, 1975)

Ένας ορισμός, που βοηθά για την πληρέστερη κατανόηση της έννοιας προσομοίωσης, είναι ο ακόλουθος:



*«Η προσομοίωση αποτελεί αναπαράσταση ενός συστήματος μέσω ενός μοντέλου, με σκοπό την ευχερέστερη μελέτη της συμπεριφοράς του και τη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση της λειτουργίας του».*

Μέσω της προσομοίωσης μπορούν να μελετηθούν ήδη υπάρχοντα συστήματα, όπως για παράδειγμα η αλλαγή της διαρρύθμισης σε ένα δωμάτιο, αλλά και συστήματα που δεν υπάρχουν, παραδείγματος χάριν ο σχεδιασμός ενός μελλοντικού κτιρίου με τη χρήση μακετών. Ωστόσο, στην περίπτωση που το σύστημα είναι πολύ περίπλοκο και χρειάζεται να παρατηρηθούν πολλές πτυχές του ταυτόχρονα, χρησιμοποιείται ως μοντέλο προσομοίωσης ένα πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο παρέχει μεγάλες υπολογιστικές δυνατότητες. Για παράδειγμα, οι συνθήκες στο εσωτερικό ενός διαστημόπλοιου (θερμοκρασία, βαρύτητα, επίπεδο οξυγόνου) σε διάφορες αποστάσεις από τη γη μπορούν να προσομοιωθούν μόνο με τη βοήθεια υπολογιστή.

Στη Διοικητική Επιστήμη πληθώρα πολύπλοκων επιχειρηματικών συστημάτων – προβλημάτων ζητούν καθημερινά λύση από εμάς. Ζητήματα όπως η εκτίμηση του κινδύνου σε μία δεδομένη επιχειρηματική πράξη, η λήψη μιας επιχειρηματικής απόφασης για την αγορά μετοχών, ο έλεγχος της διαθεσιμότητας των αποθεμάτων καθώς και πολλά βιομηχανικά και εμπορικά προβλήματα, που παρουσιάζονται κυρίως σε τομείς όπως η παραγωγή, η συντήρηση, το μάρκετινγκ, η διανομή και τα χρηματοοικονομικά απασχολούν καθημερινά τους επιχειρηματίες. Η προσομοίωση, και σε αυτή την περίπτωση, αποτελεί ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων, κάνοντας δυνατή τη μελέτη της λειτουργίας τους και την ανάλυση της ευαισθησίας τους υπό διάφορες εναλλακτικές καταστάσεις.

Μισό αιώνα μετά την πρώτη εμφάνισή της, στις μέρες μας, η προσομοίωση χρησιμοποιείται τόσο στην παροχή υπηρεσιών, στη βιομηχανία κατασκευών και προϊόντων, όσο και στα συστήματα επικοινωνίας, μεταφορών, αλλά και για ερευνητικούς σκοπούς σε διάφορες επιστήμες. Αναλυτικότερα περιγράφονται παρακάτω μερικές περιπτώσεις από κάθε πεδίο:

#### Παροχή υπηρεσιών

- **Υγεία**

Με τη βοήθεια της προσομοίωσης μπορεί να μελετηθεί ως σύστημα η μονάδα εντατικής θεραπείας μιας κλινικής με σκοπό την εξακρίβωση του κατά πόσο αυτή ανταποκρίνεται στις συνήθεις ανάγκες των ασθενών (μέσος χρόνος αναμονής για καρδιογράφημα, μέσος αριθμός ασθενών που μεριμνάται από κάθε νοσηλεύτρια), τους τρόπους

βελτίωσης της μονάδας και της πιο αποτελεσματικής χρήσης των πόρων (αριθμός καρδιογράφων, κρεβατιών ασθενών, φιαλών οξυγόνου, αποθέματα φαρμάκων, βάρδιες γιατρών και νοσηλευτριών).

- *Εκπαίδευση*

Μελετώνται τα αποτελέσματα που θα είχαν διάφορες αλλαγές στο εκπαιδευτικό σύστημα (επίπεδο εισακτέων στα πανεπιστήμια), η διαχείριση του σχολικού χώρου και χρόνου και σχετικές διαδικασίες (βιβλιοθήκη). Ιδιαίτερη είναι η εφαρμογή της στην εκπαίδευση των πιλότων με τη χρήση προσομοιωτή πτήσης.

- *Ψυχαγωγία*

Προσομοιώνονται ως παιχνίδια πραγματικές καταστάσεις (η γνωστή σε όλους μας εικονική πραγματικότητα), καθιστώντας δυνατή την αλληλεπίδραση παίκτη – περιβάλλοντος. Χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή κινηματογραφικών ταινιών, στον προγραμματισμό προσωπικού, το σχεδιασμό συστημάτων πώλησης εισιτηρίων, κ.ά.

- *Χρηματοοικονομικές υπηρεσίες*

Η προσομοίωση τραπεζικών συστημάτων και αυτόματων συστημάτων ανάληψης χρημάτων (ΑΤΜ) βοηθά στον προγραμματισμό και την κατανομή των αποθεμάτων και το σχεδιασμό αντίστοιχων δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιπλέον γίνεται ανάλυση και προσομοίωση σεναρίων μετοχικών συναλλαγών, με σκοπό τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την επένδυση κεφαλαίων για την απολαβή των μεγαλύτερων δυνατών αποδόσεων.

- *Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις*

Προσομοιώνοντας την κίνηση σε έναν κυκλοφοριακό κόμβο (π.χ. με φωτεινούς σηματοδότες και ενδεχόμενες μειώσεις λωρίδων), μπορούν να γίνουν μετρήσεις (π.χ. του μέσου χρόνου αναμονής των οχημάτων στο φανάρι και τη χωρητικότητα κάθε λωρίδας), με σκοπό την αποσυμφόρηση σε συγκεκριμένα σημεία.

### Συστήματα επικοινωνίας

- *Υπολογιστικά συστήματα*

Η προσομοίωση της λειτουργίας ενός τοπικού δικτύου υπολογιστών θα διευκόλυνε τον υπολογισμό της απόδοσης στη μετάδοση πακέτων, του μέσου χρόνου αναμονής για διαθεσιμότητα γραμμής και του βέλτιστου χρονικού μήκους ανάμεσα σε ελέγχους διαθεσιμότητας, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος αναμονής.

- *Τηλεφωνικά δίκτυα*

Η προσομοίωση της χρήσης κινητής τηλεφωνίας ανά περιοχή, θα έδινε απαντήσεις στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την εγκατάσταση του σωστού αριθμού κεραιών σε εύστοχα σημεία.

### Βιομηχανία κατασκευών / προϊόντων

- *Βαριά βιομηχανία*

Οι βιομηχανικές μονάδες του τομέα αυτού, όπως βιομηχανίες εξόρυξης πρώτων υλών, με τη χρήση προσομοίωσης, μπορούν να πάρουν

αποφάσεις για έγκαιρη προκήρυξη διαγωνισμών για αγορά ακριβού εξοπλισμού (μηχανήματα, φορτηγά, εκρηκτική ύλη) και βελτίωση των διαδικασιών τους.

◦ *Βιοτεχνία*

Προσομοιώνοντας τη λειτουργία ενός εργοστασίου (π.χ. παραγωγής επιπέλων) είναι δυνατός ο προσδιορισμός του μέσου χρόνου επεξεργασίας της παραγγελίας, το ποσοστό των ελαττωματικών μονάδων ανά μήνα και η αξιολόγηση της πιθανής επένδυσης σε επιπλέον εξοπλισμό.

Μεταφορές

◦ *Μεταφορικές εταιρείες*

Η προσομοίωση των συστημάτων μεταφοράς (φορτηγά, πλοία, αεροπλάνα) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του μέσου χρόνου των δρομολογίων, των χρονικών σημείων συμφόρησης, τον καθορισμό της χωρητικότητας των οχημάτων, το σχεδιασμό αποθεμάτων ανταλλακτικών, τη δρομολόγηση, τον προγραμματισμό του προσωπικού και το σχεδιασμό συστημάτων ελέγχου κυκλοφορίας.

◦ *Υπηρεσίες εφοδιαστικής αλυσίδας*

Μελετώνται συστήματα όπως supermarket και εστιατόρια, για την ορθή και έγκαιρη διαχείριση της αποθήκης, της διανομής και του εργατικού δυναμικού αυτών. Συστήματα αποθήκευσης τροφίμων μελετώνται με μεθόδους προσομοίωσης με σκοπό τη διαχείριση της αποθήκης των υλικών, το σχεδιασμό των προμηθειών και της διανομής, τη χωροταξική τοποθέτηση και τον προγραμματισμό του ανθρώπινου δυναμικού.

Επιστήμη

◦ *Μετεωρολογικές προβλέψεις, περιβάλλον και οικολογία*

Για την πρόβλεψη τοπικών και παγκοσμίων καιρικών συνθηκών χρησιμοποιείται κατά κανόνα η μέθοδος της προσομοίωσης με υπολογιστή. Με την ίδια μέθοδο γίνονται μελέτες σχετικά με τον έλεγχο της ρύπανσης και άλλων περιβαλλοντικών φαινομένων, όπως αυτό του θερμοκηπίου και του πληθυσμού εντόμων.

◦ *Παραγωγή ενέργειας*

Συστήματα παραγωγής ενέργειας προσομοιώνονται για το σχεδιασμό και προγραμματισμό συστημάτων δυναμικότητας, σύνθεσης και διανομής, καθώς και για την ανάπτυξη συστημάτων ελέγχου, ασφαλείας, αξιοπιστίας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Οι περιπτώσεις στις οποίες δε θα μπορούσε να εφαρμοστεί η προσομοίωση είναι πολύ περιορισμένες, γεγονός που οδηγεί ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις να επιλέγουν τις γρήγορες και αποτελεσματικές λύσεις της. Δεδομένου και του αυξανόμενου ρυθμού ανάπτυξης και διάδοσης των υπολογιστών η εξέλιξη του επιστημονικού αυτού τομέα αναμένεται θεαματική.



Στη σημερινή εποχή η προσομοίωση έχει εδραιωθεί ως πειραματική μέθοδος. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ειδικών η χρήση της θα συνεχίσει να αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Η κύρια ώθηση που παρατηρείται οφείλεται κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

- I. Στον **αυξανόμενο βαθμό πολυπλοκότητας των διαφόρων συστημάτων** (φυσικών, βιολογικών, οικονομικών, επιχειρηματικών και άλλων), γεγονός που καθιστά απαγορευτική τη χρήση μαθηματικών και άλλων εμπειρικών εργαλείων για την επίλυσή τους.
- II. Στην **αυξανόμενη ευχέρεια χειρισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών** από διευθυντικά στελέχη.
- III. Στη **διαθεσιμότητα πολλών μοντέρνων εργαλείων προσομοίωσης**.
- IV. Στη **δημιουργία νέων πακέτων λογισμικού**, που αφορούν την προσομοίωση και χαρακτηρίζονται από περιβάλλοντα φιλικότερα προς το χρήστη.
- V. Στις **αυξανόμενες δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών**, που προσφέρουν υψηλές επιδόσεις σε ταχύτερους χρόνους (εάν συγκριθούν με τους υπολογιστές της προηγούμενης γενιάς).
- VI. Στο **χαμηλό κόστος απόκτησης των ηλεκτρονικών υπολογιστών** (συγκριτικά με προηγούμενα χρόνια).
- VII. Στο ολοένα αυξανόμενο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον που παρατηρείται στα προπτυχιακά και μεταπτυχιακά προγράμματα. Στη χώρα μας η προσομοίωση σε προπτυχιακό επίπεδο διδάσκεται σε αρκετά τμήματα. Οι πίνακες 1 και 2 παραθέτουν πανεπιστήμια και τμήματα όπου διδάσκεται το μάθημα της προσομοίωσης (ή σχετικά με αυτό αντικείμενα), τόσο σε προπτυχιακό, όσο και μεταπτυχιακό επίπεδο.

Πίνακας 2.3-1: ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ	ΜΑΘΗΜΑ	ΕΞΑΜΗΝΟ
Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών	Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας	Προσομοίωση και Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων	6 <sup>ο</sup>
	Πληροφορικής	-Αποτίμηση Απόδοσης Συστημάτων Υπολογιστών -Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων	Μαθήματα Επιλογής Κατευθύνσεων
	Μάρκετινγκ και Επικοινωνίας	Ειδικά Θέματα Επιχειρησιακής Έρευνας	7 <sup>ο</sup>
Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών	Ροή 0: Συστήματα Αποφάσεων Ροή 1: Ηλεκτρομαγνητική Προσομοίωση Φυσιολογικών Συστημάτων	8 <sup>ο</sup> 9 <sup>ο</sup>
	Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών	Προσομοίωση Μεταλλευτικών Συστημάτων	Μαθήματα Δεξαμενής
Πανεπιστήμιο Πειραιά	Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων	Επιχειρηματικές Προσομοιώσεις με Η/Υ	Επιλογής Χειμερινού
		Διαχείριση Χρηματοοικονομικών Κινδύνων	Επιλογής Εαρινού
	Πληροφορικής	Προσομοίωση	6 <sup>ο</sup>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ	ΜΑΘΗΜΑ	ΕΞΑΜΗΝΟ
	Διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων	Συστήματα Ουρών Αναμονής και Προσομοίωσης	3 <sup>ο</sup>
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης	Πληροφορικής	Μοντελοποίηση και Προσομοίωση Υπολογιστικών Συστημάτων	7 <sup>ο</sup>
	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών	Μοντελοποίηση και Προσομοίωση Συστημάτων	7 <sup>ο</sup>
	Χημικών Μηχανικών	Δυναμική Προσομοίωση Χημική Μηχανική Μοριακή Προσομοίωση	6 <sup>ο</sup> Επιλογής
Πανεπιστήμιο Πατρών	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών	Μεθοδολογία Προσομοίωσης	8 <sup>ο</sup>
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας	Προσομοίωση Βιομηχανικής Παραγωγής	8 <sup>ο</sup>
		Δυναμική Προσομοίωση Μηχανολογικών Συστημάτων	9 <sup>ο</sup>
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας	Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής	Εισαγωγή στην Προσομοίωση Στοχαστικών Συστημάτων	6 <sup>ο</sup>

Πίνακας 2.3-2: ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ	ΜΑΘΗΜΑ	ΕΞΑΜΗΝΟ
Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών	Επιστήμες των Αποφάσεων	Ανασχεδιασμός Επιχειρηματικών Διαδικασιών	-
Πανεπιστήμιο Πειραιά	Εφαρμοσμένη Στατιστική	Μέθοδοι Προσομοίωσης και Υπολογιστικές Στατιστικές Τεχνικές	-
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας	Πληροφοριακά Συστήματα	Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων	-
		Επιχειρησιακή Έρευνα και Προσομοίωση	-
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης	Πολιτικών Μηχανικών	Νέες Αντιλήψεις στη Σεισμική Μηχανική των Κατασκευών	-

Το ενδιαφέρον για το αντικείμενο της προσομοίωσης αυξάνεται ραγδαία και ήδη υπάρχει πληθώρα συναφών εμπορικών εργαλείων για την κάλυψη ολοένα και περισσότερων τομέων. Αναμένεται δε, η χρήση της προσομοίωσης με υπολογιστή να κερδίσει ακόμα περισσότερο έδαφος στο εγγύς μέλλον.



### **3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Η αύξηση της δημοτικότητας της προσομοίωσης μπορεί να αποδοθεί στα σημαντικά και μοναδικά πλεονεκτήματά της, έναντι των παραδοσιακών μεθόδων όπως είναι ο μαθηματικός προγραμματισμός, τα ευρεστικά μοντέλα, η πολυκριτήρια ανάλυση, κ.ά. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- I. Το γεγονός ότι η προσομοίωση αποτελεί τη μόνη **εφικτή τεχνική ανάλυσης περίπλοκων συστημάτων** για την επίλυση μερικών περίπλοκων προβλημάτων.
- II. **Μπορεί να κοστίζει λιγότερο** σε σχέση με το κόστος υλοποίησης μιας αμφίβολης και δαπανηρής απόφασης π.χ. αγορά εξοπλισμού.
- III. **Απαιτεί λιγότερο χρόνο**, αφού είναι εφικτό μέσω του μοντέλου να δημιουργηθεί ιστορικό του συστήματος και να εξαχθούν συμπεράσματα σε μικρό «πραγματικό χρόνο».
- IV. Μπορεί να είναι **απλούστερη και πιο πρακτική** από την άμεση επέμβαση στο σύστημα (π.χ. προσομοίωση κυκλοφοριακού κόμβου αντί των άμεσων κυκλοφοριακών ρυθμίσεων.)
- V. Είναι **περισσότερο κατανοητή** από τους περισσότερους χρήστες.
- VI. Μπορεί να παρέχει **μεγαλύτερη ευαισθησία** στην αντίληψη των σχέσεων μεταξύ των προβλημάτων (ανάλυση ευαισθησίας) και να εντοπίζει σχέσεις εντός του συστήματος, που οι αναλυτές δεν έχουν αντιληφθεί.
- VII. Αποτελεί μια από τις **πιο ασφαλείς μεθόδους**, αφού πρόκειται για πειραματισμό με το μοντέλο και όχι με το πραγματικό σύστημα π.χ. οι προσομοιωτές πτήσης αεροσκαφών για την εκπαίδευση των πιλότων της αεροπορίας.
- VIII. Παρέχει τη **δυνατότητα επανάληψης** και μελέτης του ίδιου φαινομένου υπό διαφορετικές συνθήκες (πειραματισμός και ανάλυση σεναρίων), χωρίς μάλιστα να διακόπτεται η λειτουργία του πραγματικού συστήματος.
- IX. Δίνει τη **δυνατότητα πλήρους ενόρασης** του συστήματος, αφού το εξετάζει από όλες τις πλευρές.

Είναι αξιοσημείωτο ότι σχεδόν όλων των τύπων οι επιχειρήσεις και οργανισμοί μπορούν να επωφεληθούν από τη μέθοδο της προσομοίωσης, δίνοντας βέβαια την ανάλογη προσοχή στην εκάστοτε προβληματική κατάσταση και τους περιορισμούς που αυτή μπορεί να έχει και διαθέτοντας παράλληλα τους κατάλληλους χειριστές των μεθόδων της προσομοίωσης (αναλυτές).



Παρά τα παραπάνω πλεονεκτήματα, δεν μπορεί να παραβλέψει κανείς και τα αρνητικά αυτής της μεθόδου. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- I. Η κατασκευή ενός μοντέλου προσομοίωσης μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι εξαιρετικά **δαπανηρή** (αγορά λογισμικού) και **χρονοβόρα** (εξοικείωση με το λογισμικό).
- II. Μπορεί να μην είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος επίλυσης του προβλήματος, οπότε να οδηγήσει σε άστοχα συμπεράσματα (μπορεί να υπάρχει άλλη καταλληλότερη μέθοδος).
- III. Μπορεί να μην αντανakλά με ακρίβεια την υπό μελέτη κατάσταση, σε περίπτωση που το μοντέλο δεν είναι σωστό. Αυτό σημαίνει πως το αποτέλεσμα της προσομοίωσης βρίσκεται σε απόλυτη εξάρτηση με την ποιότητα του μοντέλου.
- IV. Επιπλέον, **δεν εγγυάται** ότι θα οδηγήσει στην καλύτερη δυνατή λύση (ακόμα και όταν το μοντέλο αντανakλά με ακρίβεια την υπό μελέτη κατάσταση) καθώς δεν αποτελεί μέθοδο βελτιστοποίησης, αλλά μόνο ανάλυσης της συμπεριφοράς του συστήματος σε συνθήκες που ορίζουν οι μελετητές.
- V. Τέλος, βασίζεται καθοριστικά στην **τυχειότητα των αριθμών**.

Οι παραπάνω αδυναμίες δεν υπονοούν ότι η προσομοίωση αποτελεί μια αναξιόπιστη μέθοδο, ωστόσο πριν χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να βεβαιωθεί κανείς ότι αποτελεί την κατάλληλη προσέγγιση στο ενίοτε πρόβλημα.

Συγκρίνοντας την προσομοίωση με τον άμεσο πειραματισμό στα πραγματικά συστήματα, μπορεί να ειπωθεί ότι η προσομοίωση υπερέχει, κυρίως σε ότι αφορά: το **χρόνο** διεκπεραίωσης της ανάλυσης, το **κόστος**, αφού ένα πείραμα στην πραγματικότητα μπορεί να αποδεικνυόταν δαπανηρό, την **ασφάλεια**, μιας που επικίνδυνες συνέπειες από πειράματα μπορούν με τη χρήση της προσομοίωσης να αποφευχθούν, και τέλος στην **επαναληψιμότητα** ενός πειράματος, αφού στον πραγματικό κόσμο συχνά δε δίνεται η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων.

Εάν συγκριθεί η προσομοίωση με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων, παρατηρείται πως τα μαθηματικά μοντέλα δεν είναι σε θέση να χειριστούν και να ολοκληρώσουν **δυναμικά προβλήματα** ή εφήμερες καταστάσεις και ότι στην προσομοίωση υπάρχει περισσότερη ελευθερία στη **χρήση στατιστικών κατανομών**.

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι η προσομοίωση αποτελεί ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδο, λόγω τόσο των μοναδικών της πλεονεκτημάτων όσο και της υπεροχής της έναντι των υπόλοιπων μεθόδων.

Αν και η προσομοίωση γίνεται αποδεκτή σε ένα όλο και μεγαλύτερο φάσμα εφαρμογών, φαίνεται πως ενδείκνυται ειδικότερα ως μια μέθοδος αντιμετώπισης των καταστάσεων που περιγράφονται παρακάτω:

Σε περιπτώσεις ενός **πολύπλοκου συστήματος** (ή ενός υποσυστήματος αυτού), βοηθά στη μελέτη και τον πειραματισμό όσον αφορά τις εσωτερικές αλληλεπιδράσεις των εμπλεκόμενων στοιχείων. Κατασκευάζοντας και «τρέχοντας» κανείς το μοντέλο ενός συστήματος είναι σε θέση να αξιολογήσει ποια στοιχεία είναι σημαντικά ή όχι και να αναδιοργανώσει εύστοχα το σύστημα. Πολλά συστήματα είναι τόσο περίπλοκα άλλωστε, που δεν είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν με άλλες μεθόδους. Σήμερα περισσότερο από ποτέ απασχολούν **αλλαγές που αφορούν πληροφοριακή ροή, επιχειρηματικές διαδικασίες και περιβαλλοντικές καταστάσεις** σε σχέση με κάποιο σύστημα. Αυτές μπορούν εύκολα να προσομοιωθούν και να αξιολογηθεί η επίδρασή τους στη συμπεριφορά του αντίστοιχου μοντέλου. Έπειτα, ως **διδασκτικό εργαλείο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταδώσει τις βασικές αρχές μεθοδολογιών ανάλυσης συστημάτων, καθώς και να αντιπαραταχθεί ή να επικυρώσει τα αποτελέσματα αναλυτικών μεθόδων επίλυσης. Παράλληλα, σε συστήματα στα οποία ο **πειραματισμός μπορεί να είναι επικίνδυνος**, η προσομοίωση παρέχει τη δυνατότητα να προβλέψει κανείς εκ του ασφαλούς τις συνέπειες από την υιοθέτηση διάφορων πολιτικών και χειρισμών του συστήματος. Επίσης, σε ευαίσθητα συστήματα, η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση προσωπικού χωρίς να κινδυνέψει ο εκπαιδευόμενος ή το σύστημα (π.χ. εκπαίδευση πιλότων σε προσομοιωτή πτήσης). Τέλος, σε περιπτώσεις που **το πραγματικό σύστημα δεν είναι δυνατό να υποστεί άμεσες αλλαγές** (κοινωνικά συστήματα) η προσομοίωση δίνει τη δυνατότητα να προβλέψει κανείς σε λίγο χρόνο, τις επιδράσεις από την αλλαγή πολιτικής που αλλιώς θα χρειαζόταν ακόμα και χρόνια για να γίνουν εμφανείς (π.χ. ανεργία σε σχέση με πληθωρισμό).

Η προσομοίωση είναι μία μέθοδος που προσφέρει όλα εκείνα τα απαραίτητα μέσα για παρατήρηση και πειραματισμό της κατάστασης που θα προσομοιωθεί. Η πείρα έχει διδάξει ότι το είδος του μοντέλου και η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από το υπόβαθρο του ανθρώπου που λύνει το πρόβλημα.

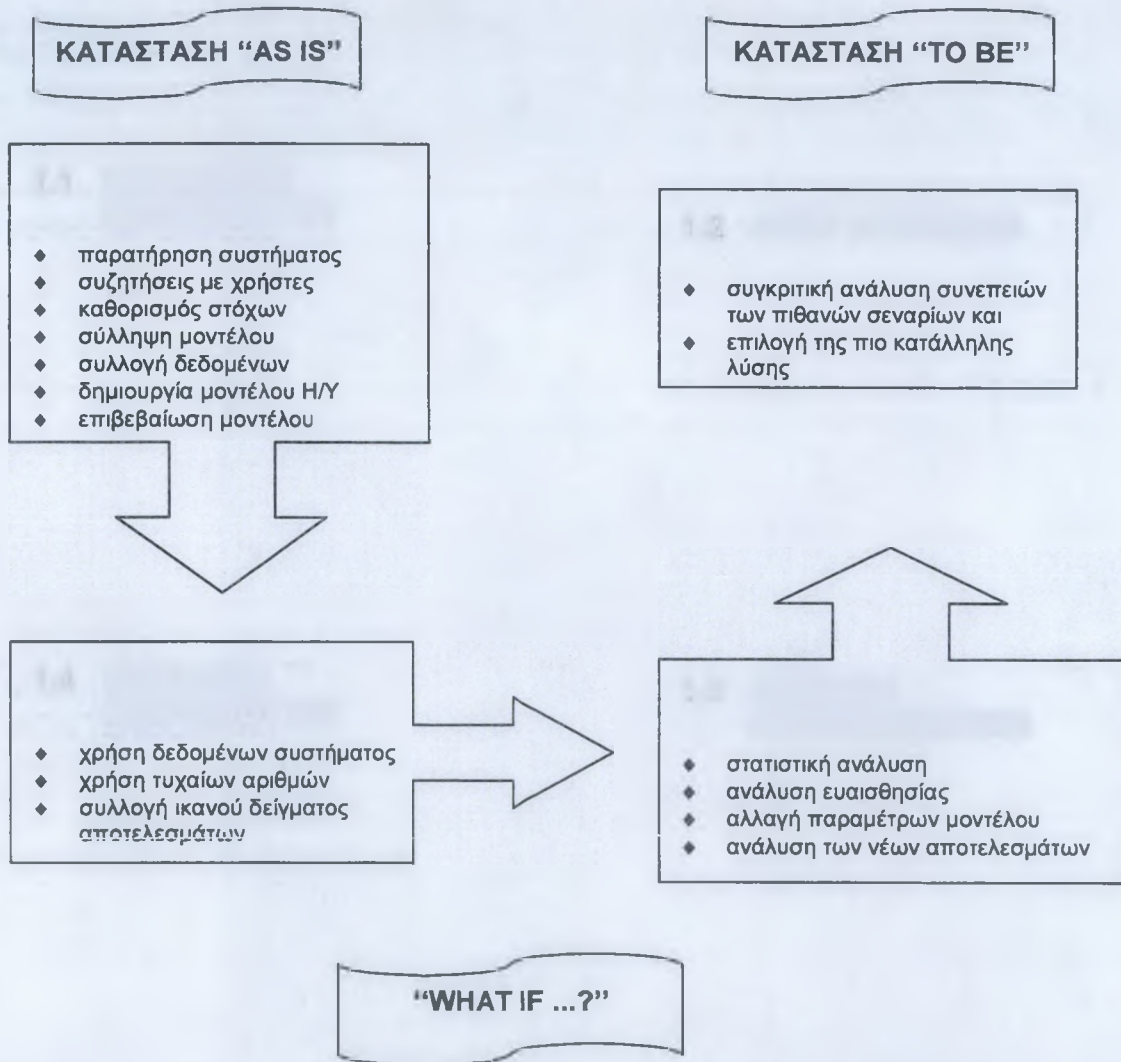


Η διαδικασία της προσομοίωσης μπορεί να διακριθεί σε τρεις κύριες φάσεις:

- 1) Κατασκευή του μοντέλου προσομοίωσης. Περιλαμβάνει την παρατήρηση του συστήματος (υπάρχουσα κατάσταση – as is), συζητήσεις με τον πελάτη και τους εμπλεκόμενους σε αυτό, ώστε να κατανοηθεί το πρόβλημα, να τεθούν οι στόχοι και το σχέδιο δράσης. Ακολουθεί η σύλληψη του μοντέλου, η συλλογή δεδομένων και η δημιουργία του μοντέλου σε υπολογιστική μορφή. Αφού το μοντέλο επικυρωθεί και επαληθευτεί, ξεκινάει το δεύτερο στάδιο.
- 2) Εκτέλεση του μοντέλου προσομοίωσης. Με βάση τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί και με τη χρήση τυχαίων αριθμών «τρέχει» το μοντέλο στον υπολογιστή, αρκετές φορές, ώστε να συλλεχθεί ικανό δείγμα αποτελεσμάτων.
- 3) Ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης. Ακολουθεί η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την υπάρχουσα κατάσταση. Αλλάζοντας κάποιες παραμέτρους του μοντέλου (σενάρια – what if ...?) το πρόγραμμα ξανατρέχει, ώστε να εκτιμηθούν οι συνέπειες από τις αλλαγές και να επιλεγεί τελικά η ορθότερη λύση (μελλοντική κατάσταση – to be).



Το σχήμα 4.5-1 απεικονίζει τη διαδικασία της προσομοίωσης:



Σχήμα 3.5-1:ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

## **4 ΠΑΚΕΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Εκτός από τις γλώσσες προσομοίωσης υπάρχουν και άλλα εργαλεία λογισμικού εξειδικευμένα για προσομοίωση, που ονομάζονται πακέτα λογισμικού προσομοίωσης (όπως είναι το HOCUS, το GPSS, το SIMFACTORY, το COMNET – OPTNET, το CAPS, το DRAFT, το SIMON, το GASP, το EXTEND κ.ά.). Η κύρια διαφορά των πακέτων από τις ειδικές γλώσσες προγραμματισμού είναι ότι επιτρέπουν στους αναλυτές να δημιουργούν μοντέλα προσομοίωσης χωρίς καθόλου ή με ελάχιστο απευθείας προγραμματισμό. Αντί για τη συγγραφή προγράμματος, τα πακέτα παρέχουν μια σειρά εργαλείων (μενού, εικονίδια, κτλ) που επιτρέπουν στον αναλυτή να προβεί σε παραστατική περιγραφή του μοντέλου.

Το πακέτο ARENA δημιουργήθηκε από την εταιρεία Systems Modelling (από τις 27-4-2000 αποτελεί τμήμα του Rockwell Software Automation). Βασίζεται σε αντικειμενοστραφή σχεδιασμό και έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε τομέα εφαρμογής. Ειδικότερα ενδείκνυται σε περιβάλλοντα όπως τράπεζες και ασφαλιστικές εταιρείες, όπου μέσα στις διαδικασίες κυκλοφορούν και έγγραφα. Το πακέτο επίσης χρησιμοποιείται σε μελέτες υψηλού επιπέδου όπως για παράδειγμα εφοδιαστικές αλυσίδες. Είναι βασισμένο στη γλώσσα μοντελοποίησης SIMAN.

Το πακέτο WITNESS δημιουργήθηκε και παρέχεται από τη Lanner Group Ltd. Το Witness αποτελεί ένα πακέτο προσομοίωσης που βασίζεται στα διαγράμματα ροής και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει μοντέλα χρησιμοποιώντας 20 περίπου στοιχεία. Περιέχει μια αρκετά εύχρηστη γλώσσα, για κάποιον που θέλει να προσθέσει πολυπλοκότητα στο μοντέλο. Το πακέτο Witness χρησιμοποιείται κυρίως σε περιβάλλοντα παραγωγής, δεδομένου ότι και τα υπόλοιπα πακέτα της εταιρείας ασχολούνται με τα συναφή θέματα της βελτιστοποίησης, του σχεδιασμού και του χρονοπρογραμματισμού. Παρέχει γραφικό περιβάλλον για το σχεδιασμό μοντέλων προσομοίωσης γεγονότων και μπορεί να παράγει τρισδιάστατα μοντέλα εικονικής πραγματικότητας. Η πιο πρόσφατη έκδοση WITNESS 2002 παρέχει καλύτερη διεπιφάνεια χρήσης και πιο εύχρηστο τρόπο παραμετροποίησης για κάθε τύπο επιχειρηματικού μοντέλου, ακόμα και για αρχάριους χρήστες.



Το πακέτο προσομοίωσης COMNET III επιτρέπει την ανάλυση και αξιολόγηση της απόδοσης δικτύων υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών. Παρέχει διεπιφάνεια γραφικών που επιτρέπει την απεικόνιση του δικτύου καθώς και βιβλιοθήκες λογισμικού και αντικειμένων για το τρέξιμο του μοντέλου. Οι παράμετροί του μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν για να αναπαραστήσουν ένα πραγματικό δίκτυο από ένα απλό τοπικό δίκτυο έως και ένα περίπλοκο επιχειρησιακό δίκτυο. Υποστηρίζει την ανάλυση σεναρίων για τη βελτίωση του υπό μελέτη δικτύου.

#### 4.5 OPTNET

Η «σουίτα» των προϊόντων OPTNET χρησιμοποιεί τη διαδικασία μοντελοποίησης, για να καταστήσει όσο το δυνατό πιο κατανοητά την τεχνολογία δικτύωσης προκειμένου να επιτρέψει στους χρήστες να σχεδιάσουν, να επεκτείνουν και να διαχειριστούν την υποδομή των δικτύων, τον εξοπλισμό και τις εφαρμογές αυτών καθώς και τις πιθανές συνέπειες από διαφορετικούς χειρισμούς ενός δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, το πακέτο OPTNET Modeler αποτελεί ένα περιβάλλον ανάπτυξης, που επιτρέπει στους χρήστες το σχεδιασμό και τη μελέτη δικτύων επικοινωνίας, των συσκευών, των πρωτοκόλλων και των εφαρμογών. Βασίζεται σε αντικειμενοστραφή μοντελοποίηση, με γραφικό περιβάλλον ικανό να αντικατοπτρίσει τις δομές των δικτύων.

#### 4.6 ITHINK

Το πακέτο ITHINK αποτελεί κύριο πακέτο πολλών επιχειρηματικών διαδικασιών και αρωγό πολλών στρατηγικών αποφάσεων που πολλές εταιρείες έχουν να λάβουν. Το κύριο πλεονέκτημα του πακέτου είναι ότι χρησιμοποιεί μία πολύ λειτουργική γλώσσα η οποία μπορεί να απεικονίσει εύκολα διαφορετικά τμήματα μιας επιχείρησης ή και του εξωτερικού της περιβάλλοντος και να ενσωματώσει και να αποδώσει τη δυναμική τους αλληλεπίδραση. Κατά συνέπεια μπορεί να εξάγει όλες τις πιθανές συνέπειες. Η λειτουργία αυτού του πακέτου στηρίζεται στην προσομοίωση γεγονότων. Ενδείκνυται επίσης και ως εκπαιδευτικό λογισμικό.

### 4.7 SIM-PROCESS

Το πακέτο SIM-PROCESS αποτελεί προϊόν της εταιρείας CACI και βασίζεται στην προσομοίωση επόμενου γεγονότος. Αποτελεί επίσης ένα πακέτο προσομοίωσης που ενσωματώνει την ιεραρχική απεικόνιση κάθε διαδικασίας και την προσομοίωση ιδιαίτερου γεγονότος. Συνδυάζει την απλότητα των διαγραμμάτων ροής με τη δυναμικότητα της προσομοίωσης.

### 4.8 PROCESS-CHARTER

Το πακέτο προσομοίωσης PROCESS-CHARTER αποτελεί τόσο ένα πακέτο διαγραμμάτων ροής, όσο και ένα πακέτο ανάλυσης λογισμικού. Το συγκεκριμένο πακέτο για Windows, προσφέρει γρήγορο και ευέλικτο έλεγχο για το πώς πρέπει να δομηθούν τα διαγράμματα ροής, προσφέροντας επίσης ένα πλήρες σύνολο εργαλείων ανάλυσης διαδικασιών που επιτρέπει την αποτελεσματική εκτέλεση προσομοίωσης διαδικασιών και την ανάλυση σεναρίων.

### 4.9 SA-BPR

Το πακέτο SA-BPR της Popkin Systems & Software αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο ανασχεδιασμού επιχειρησιακών διαδικασιών. Βασίζεται στη διαδικασία μοντελοποίησης και αποθήκευσης δεδομένων. Η έκδοση SA/BPR Professional συγκεκριμένα υποστηρίζει μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών, δεδομένων και αντικειμένων καθώς και αναλύσεις σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον. Χρησιμοποιεί τις μεθόδους μοντελοποίησης IDEF0 (μοντελοποίηση λειτουργιών), IDEF1X (μοντελοποίηση δεδομένων) και IDEF3 (μοντελοποίηση οντοτήτων), διαγράμματα ροής και διαγράμματα σε μορφή δέντρου.

### 4.10 ARIS

Το πακέτο προσομοίωσης ARIS αποτελεί ένα επαγγελματικό εργαλείο για τη δυναμική ανάλυση επιχειρησιακών διαδικασιών. Δεδομένου ότι η προσομοίωση ARIS είναι πλήρως ενσωματωμένη στο ARIS Toolset μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία που σχετίζονται με αυτές τις διαδικασίες (που καταγράφονται στο σύνολο εργαλείων ARIS) ως βάση για την προσομοίωση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το πακέτο παρέχει πληροφορίες για το κατά πόσο εκτελέσιμες είναι οι διαδικασίες, τα αδύνατα σημεία αυτών και τα



ενδεχόμενα δυσχερή στοιχεία συμπεριφοράς τους. Επιπλέον, με το πακέτο αυτό ο χρήστης μπορεί να αξιολογήσει τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις που παρουσιάζονται και επίσης να εκτελέσει μια περισσότερο ρεαλιστική αξιολόγηση πριν από την απόφαση οποιασδήποτε αλλαγής για την επιχειρηματική διαδικασία, χωρίς αυτή να επιβαρύνει με υψηλό κόστος την επιχείρηση.

#### 4.11 SIMUL8

Το SIMUL8 δημιουργήθηκε από την Visual Thinking Intl. Αποτελεί ένα πακέτο το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει τα τμήματα εκείνα που τον ενδιαφέρουν από ένα προκαθορισμένο σύνολο αντικειμένων προσομοίωσης και στατιστικών διανομών για να δημιουργήσει το μοντέλο. Επιτρέπει επίσης, την ιεραρχική διαμόρφωση και εστιάζει κύρια στην προσομοίωση γεγονότων.

#### 4.12 EXTEND

Το πακέτο προσομοίωσης EXTEND της Imagine That αποτελεί ένα εύχρηστο και ισχυρό εργαλείο προσομοίωσης διαδικασιών και οργανωτικών δομών, ικανό να προσφέρει δείκτες μέτρησης βάσει των οποίων μπορούν να υποστηριχθούν αποφάσεις. Τα μοντέλα προσομοίωσης που μπορούν να δημιουργηθούν με το Extend, μπορούν να είναι τόσο διακριτού όσο και συνεχούς χρόνου. Για το συγκεκριμένο πακέτο θα πραγματοποιηθεί μεγαλύτερη ανάλυση πιο κάτω.

Στον πίνακα 4.12-1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε πακέτου.

Πίνακας 4.12-1: ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΚΕΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Όνομα πακέτου	Προμηθευτής	Περιοχές εφαρμογής
ARENA	SYSTEMS MODELLING	Καλύπτει τις περισσότερες περιπτώσεις
WITNESS	LANNER GROUP LTD.	Ανάλυση περιβαλλόντων παραγωγής (εργοστάσια)
COMNET III	CACI	Ανάλυση και αξιολόγηση της απόδοσης δικτύων
OPNET	OPNET	Μοντελοποίηση δικτύωσης
ITHINK	ISEE SYSTEMS	Προσομοίωση επιχειρηματικών διαδικασιών
SIM-PROCESS	CACI	Ανάλυση επιχειρησιακών διαδικασιών
PROCESS-CHARTER	Scitor Corporation	Ανάλυση επιχειρησιακών διαδικασιών
SA-BPR	POPKIN SYSTEMS & SOFTWARE	Μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών

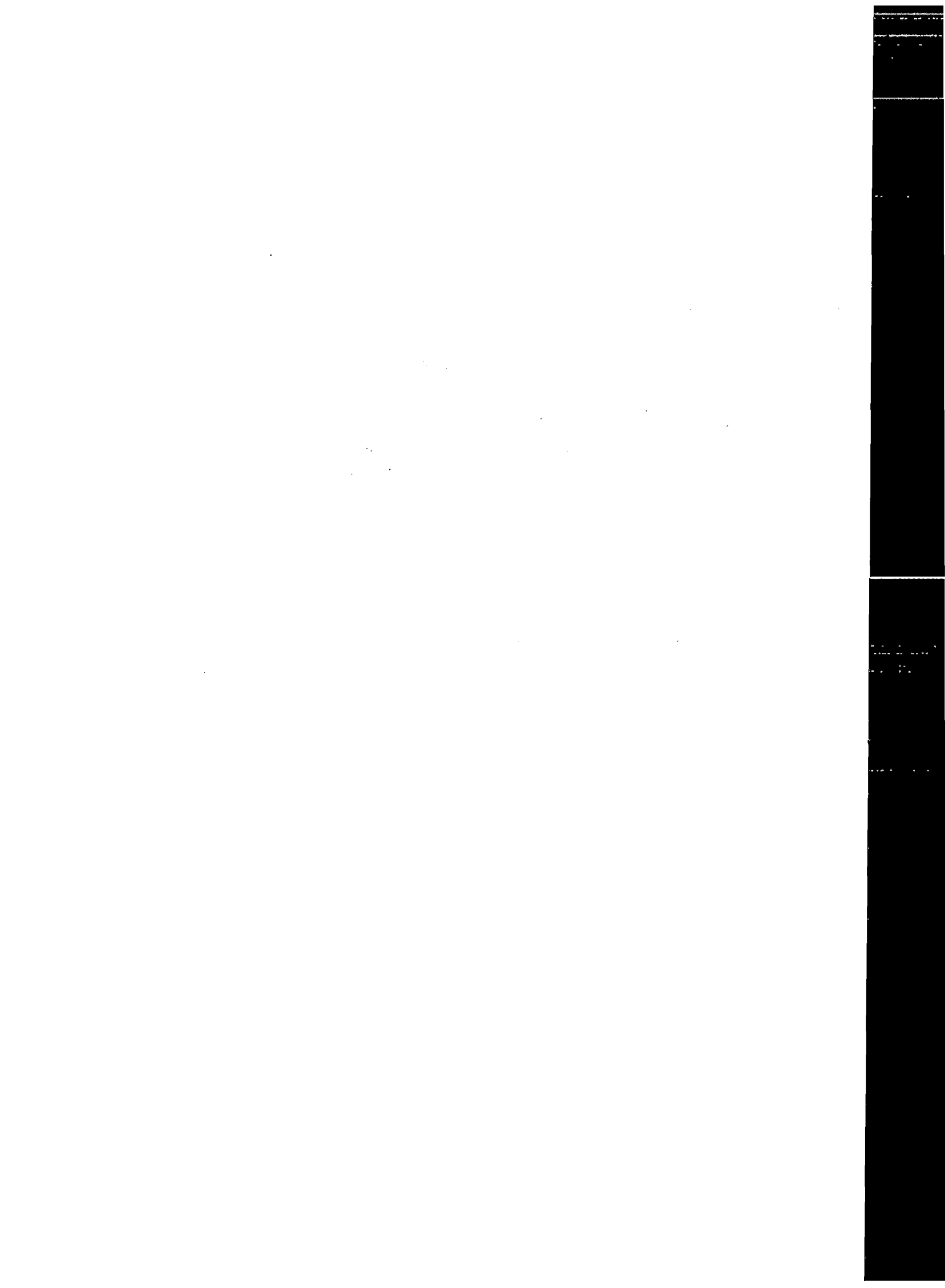
ARIS	IDS SHEER	Ανάλυση επιχειρησιακών διαδικασιών
SIMUL8	Visual Thinking Intl.	Εφαρμογές προσομοίωσης διακριτών συστημάτων
EXTEND	IMAGINE THAT	Εφαρμογές προσομοίωσης διακριτών και συνεχών συστημάτων

#### 4.12 Επιλογή του κατάλληλου πακέτου

Στον πίνακα 4.12-1 παρουσιάστηκαν ορισμένα από τα δημοφιλέστερα πακέτα προσομοίωσης στην αγορά διεθνώς. Τα πλεονεκτήματα των πακέτων είναι ότι:

- I. Τα πακέτα προσομοίωσης είναι **πιο απλά στη δομή** και **πιο εύκολα στην εκμάθησή** τους. Δεν έχουν δηλαδή όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά των γλωσσών που δεν είναι εφαρμόσιμα στη συγκεκριμένη περιοχή που θα προσομοιωθεί. Τα πακέτα προσομοίωσης προσφέρουν ισχυρές δομές που αναπαριστούν πολύπλοκες διαδικασίες στην περιοχή ενδιαφέροντός τους.
- II. Με τη χρήση πακέτων **οι προγραμματιστικές διαδικασίες εξαλείφονται**. Δεν υπάρχει δηλαδή προγραμματιστικό κομμάτι κάτι που επιτρέπει σε απλούς χρήστες χωρίς γνώσεις προγραμματισμού να τα χρησιμοποιούν αποδοτικά.
- III. Τα γραφικά εικονίδια και τα μενού με τις **πολλές επιλογές που εκτελούνται άμεσα**, έχουν ως αποτέλεσμα το μοντέλο να αναπτύσσεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.
- IV. Οι διαδικασίες και τα άλλα συστατικά του μοντέλου εκφράζονται με την **ορολογία** της συγκεκριμένης γνωστικής περιοχής. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μιλώντας με όρους του συγκεκριμένου προβλήματος που διαχειρίζονται, υπονοούν και χρησιμοποιούν ουσιαστικά έννοιες προσομοίωσης.
- V. Επίσης τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που παρουσιάζονται στις αναφορές χρησιμοποιούν τις εκφράσεις αυτές. Τα χαρακτηριστικά αυτά κάνουν τα μοντέλα και τις εξόδους των πακέτων προσομοίωσης **περισσότερο κατανοητά στον τελικό χρήστη**.

Στον πίνακα 4.13-2 παρουσιάζονται σχηματικά ορισμένα από τα σημαντικότερα κριτήρια που εκτός των άλλων πρέπει να έχει κανείς υπόψη του για την επιλογή ενός πακέτου προσομοίωσης.





Πίνακας 4.13-1: ΣΩΣΤΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

<b>Κριτήρια επιλογής ενός πακέτου προσομοίωσης</b>		
<b>Προμηθευτής</b>	<b>Πακέτο</b>	<b>Χρήστης</b>
Υποστήριξη	Μοντέλο & Είσοδοι	Περιορισμοί λόγω υλικού που ήδη χρησιμοποιείται
Προ-αγορά ✓ Εκδόσεις demo ✓ Επί τόπου επίδειξη ✓ Δωρεάν δοκιμαστικές υπηρεσίες	Εκτέλεση	Περιορισμοί λόγω λογισμικού που ήδη χρησιμοποιείται
Φήμη και ιστορικό εταιρείας	Έλεγχος & Αποδοτικότητα	Οικονομικοί παράγοντες
Τεκμηρίωση ✓ Εγχειρίδια χρήσης ✓ Παραδείγματα ✓ Επίλυση προβλημάτων	Γραφικά	Συστήματα ασφάλειας
Υποστήριξη μετά την πώληση ✓ Τεχνική ✓ Συμβουλευτική ✓ Αναβαθμίσεις	Έξοδοι	Μεθοδολογία προσομοίωσης (διακριτά, συνεχή, μικτά)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την επιλογή του καταλληλότερου πακέτου, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετοί παράγοντες. Ενδεικτικά σε αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνονται: η τιμή, η διαθεσιμότητα καλής τεκμηρίωσης, η διαθεσιμότητα εκπαιδευτικών σεμιναρίων, η φύση των συμφωνιών υποστήριξης και της συντήρησης, η επιλογή υλικού του υπολογιστή, καθώς επίσης και η προηγούμενη εξοικείωση του αναλυτή με το πακέτο. Τέλος, ακόμα και μετά την επιλογή του πακέτου, αναλυτές προσομοίωσης και σύμβουλοι που εργάζονται σε συγκεκριμένες γνωστικές περιοχές, θα πρέπει να εξοικειωθούν με τα διαθέσιμα πακέτα προσομοίωσης για τη συγκεκριμένη περιοχή και να μάθουν πώς τα πακέτα αυτά χρησιμοποιούνται.

## 5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

## 5.1 Προσομοίωση

Αφού αναλύθηκε η έννοια της προσομοίωσης και τα διάφορα εργαλεία της, είναι πλέον δυνατό να πραγματοποιηθεί η επιλογή του συστήματος το οποίο θα προσομοιωθεί και θα αναλυθεί αργότερα. Στην εργασία αυτή θα εξεταστεί η μοντελοποίηση συμβάντων σε μονάδες έκτακτης ανάγκης, όπως π.χ. ελληνική αστυνομία, νοσοκομείο, κ.τ.λ. Πιο συγκεκριμένα, θα προσομοιωθεί η κατάσταση ενός νοσοκομείου με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου Extend.

Ως μονάδα έκτακτης ανάγκης επιλέχθηκε το νοσοκομείο γιατί θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να φανεί η κατάσταση που επικρατεί σήμερα στα ελληνικά νοσοκομεία. Πόση ώρα περιμένει ένας ασθενής για να εξεταστεί; Χρειάζονται κι άλλοι γιατροί στο νοσοκομείο ώστε να υπάρχει καλύτερη εξυπηρέτηση; Αυτά είναι κάποια από τα ερωτήματα που θα απαντηθούν στο κεφάλαιο 10 της εργασίας αυτής.

## 5.2 Το νοσοκομείο

Στην παράγραφο αυτή θα δοθεί μια γενική εικόνα του υπό εξέταση συστήματος. Το νοσοκομείο το οποίο επιλέχθηκε ονομάζεται **ΠΟΛΥΚΛΙΝΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ** και βρίσκεται στα Μελίσσια Αττικής. Είναι ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα για την γενικότερη κατάσταση των νοσοκομείων.

Τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί αφορούν τα εξωτερικά ιατρεία του νοσοκομείου γιατί η εργασία αυτή αναφέρεται σε μονάδες έκτακτης ανάγκης. Δεν ενδιαφέρουν λοιπόν τα προκαθορισμένα ραντεβού αλλά τα απρόβλεπτα περιστατικά. Το συγκεκριμένο σύστημα χωρίζεται σε 6 τμήματα τα οποία είναι:

- Παθολογικό
- Ακτινολογικό
- Καρδιολογικό
- Ουρολογικό
- Χειρουργικό
- Ενδοκρινολογικό

Τα τμήματα αυτά θα αναλυθούν το καθ' ένα ξεχωριστά για να γίνει αντιληπτό τι προβλήματα αντιμετωπίζει το κάθε τμήμα και πως αυτά μπορούν να διορθωθούν. Θα φανεί όμως και η γενικότερη εικόνα του νοσοκομείου σα σύνολο.

Στα εξωτερικά ιατρεία ενός νοσοκομείου, όπως είναι γνωστό, μπορεί ένας ασθενής να πάει μόνος του απροειδοποίητα, χωρίς να έχει κλείσει ραντεβού δηλαδή, ή να φωνάξει ασθενοφόρο να τον πάρει από το σπίτι του αν δεν είναι σε θέση να πάει μόνος του. Δηλαδή να φωνάξει



το ΕΚΑΒ. Αυτές είναι δύο διαφορετικές κατηγορίες ασθενών οι οποίες έχουν ενταχθεί στο σύστημα για την καλύτερη ανάλυσή του. Επίσης, και οι γιατροί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, είναι οι ειδικευόμενοι και οι ειδικευμένοι. Δηλαδή, ο ασθενής που θα εισέλθει στο νοσοκομείο θα εξεταστεί και από έναν ειδικευόμενο και από έναν ειδικευμένο γιατρό ώστε να ολοκληρωθεί η εξέτασή του. Και αυτή η διάκριση αντικατοπτρίζεται στο μοντέλο.

Στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και είναι απαραίτητα για τη διαμόρφωση του μοντέλου αυτού.

## 6 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πριν γίνει ο σχεδιασμός του μοντέλου θα παρουσιαστούν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με πίνακες ώστε να γίνει πιο κατανοητό το σύστημα. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συλλογής στοιχείων. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δύο τρόποι οι οποίοι είναι οι πιο αξιόπιστοι για το συγκεκριμένο πρόβλημα:

- Δειγματοληπτικός έλεγχος
- Βάση δεδομένων

Ο δειγματοληπτικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε ύστερα από συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης του νοσοκομείου επί μια εβδομάδα, διαφορετικές ώρες την κάθε ημέρα, έτσι ώστε να προκύψει μια πλήρη εικόνα. Εκτός όμως από αυτό, μελετήθηκε η βάση δεδομένων και το βιβλίο ασθενών, τα οποία τηρούνται σε κάθε νοσοκομείο και δόθηκαν πολύ χρήσιμες πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο σύστημά.

Στον πίνακα 6.2-1 παρουσιάζεται ο αριθμός των ασθενών που επισκέπτονται το κάθε τμήμα του νοσοκομείου σε μία ημέρα.

Πίνακας 5.2-1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΣΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

ΤΜΗΜΑΤΑ	ΑΣΘΕΝΕΙΣ	ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΕΙΣ ΕΥΘΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
Παθολογικό	78	18	96
Ακτινολογικό	14	13	27
Καρδιολογικό	29	11	40
Ουρολογικό	12	8	20
Ενδοκρινολογικό	40	8	48
Χειρουργικό	40	8	48
	213	66	279

Όσον αφορά την είσοδο ασθενών σε κάποια τμήματα από άλλα να σημειωθεί ότι όπως προέκυψε από παρατήρηση και επιβεβαιώθηκε από τους γιατρούς του νοσοκομείου, από το παθολογικό τμήμα οι ασθενείς γίνεται να μεταβούν σε οποιοδήποτε από τα άλλα τμήματα, ενώ στο παθολογικό εισέρχονται μόνο απ' ευθείας. Τέλος, στο χειρουργικό μεταβαίνουν ασθενείς από όλα τα τμήματα.

Μιλώντας για τα τμήματα πρέπει να διευκρινιστεί το πόσοι γιατροί υπάρχουν διαθέσιμοι στο δυναμικό του καθενός. Αυτό το στοιχείο είναι πολύ κρίσιμο καθώς δείχνει την αποδοτικότητα του νοσοκομείου και θα επηρεάσει σημαντικά το αποτέλεσμα. Παρατίθεται λοιπόν ο πίνακας 6.2-2.



Πίνακας 5.2-2: ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΙΑΤΡΩΝ ΚΑΘΕ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Τμήμα	Αριθμός Γιατρών	Αριθμός Νοσηλευτών
Παθολογικό	3	2
Ακτινολογικό	2	1
Καρδιολογικό	2	1
Ουρολογικό	1	1
Ενδοκρινολογικό	1	1
Χειρουργικό	2	2

Επίσης, από τα στοιχεία προέκυψε ότι οι ασθενείς στους οποίους γίνεται εισαγωγή, δηλαδή κρίνεται σκόπιμο να παραμείνουν για περαιτέρω παρακολούθηση, παραμένουν στο νοσοκομείο κατά ένα μέσο όρο 48 ωρών.

Επιπλέον, διαπιστώθηκαν οι μέσοι χρόνοι εξέτασης ενός ασθενή τόσο από τους ειδικευμένους όσο και από τους ειδικευόμενους γιατρούς, όπως αυτοί παρατίθενται στον πίνακα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι ασθενείς που έρχονται μόνοι τους στο νοσοκομείο εξετάζονται τόσο από τους ειδικευόμενους όσο και από τους ειδικευμένους γιατρούς με τη σειρά αυτή, ενώ οι ασθενείς του ΕΚΑΒ εξετάζονται κατ' ευθείαν και μόνο από τους ειδικευμένους.

Πίνακας 5.2-3: ΧΡΟΝΟΙ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Κατηγορία	Χρόνος (μέσο όρος)	Χρόνος (εξέταση)
Ασθενείς	15'	10'
Ασθενείς με ΕΚΑΒ	-	30'

Με τα δεδομένα αυτά, αποτέλεσμα τόσο προσωπικής παρακολούθησης όσο και της ευγενικής συνεργασίας των γιατρών της μονάδας, ολοκληρώθηκε η συλλογή στοιχείων από το νοσοκομείο **ΠΟΛΥΚΛΙΝΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ**. Στοιχεία τα οποία αποδείχτηκαν στη συνέχεια πολύτιμα και επαρκή για την κατασκευή ενός μοντέλου προσομοίωσης της κατάστασης του νοσοκομείου αυτού.

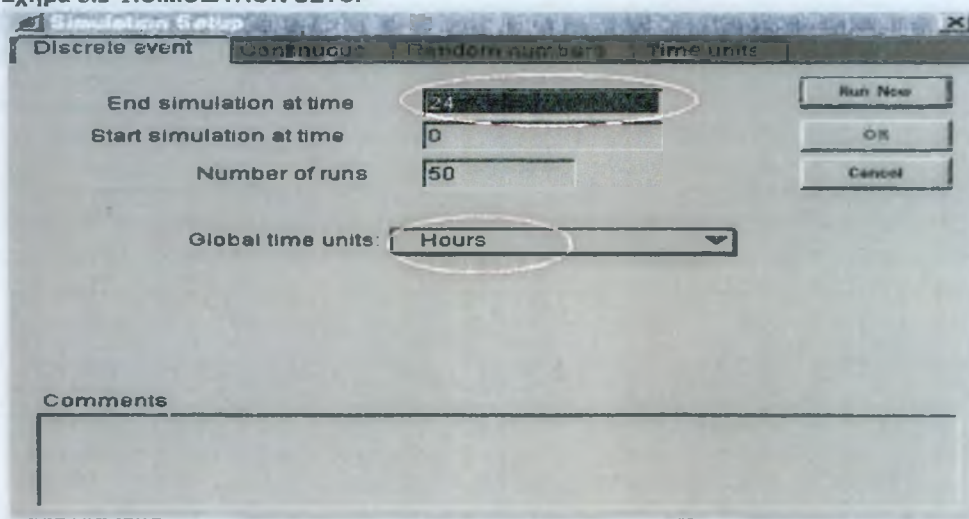
7

**Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

Έχοντας συλλέξει λοιπόν όλα τα απαραίτητα στοιχεία, συνεχίζεται η κατασκευή του μοντέλου στο Extend. Ύστερα θα φανεί πώς τοποθετούνται τα διάφορα δομικά στοιχεία (μπλοκς), τα οποία περιγράφονται στο παράρτημα της εργασίας, έτσι ώστε να αποτελούν πιστή περιγραφή της κατάστασης του νοσοκομείου.

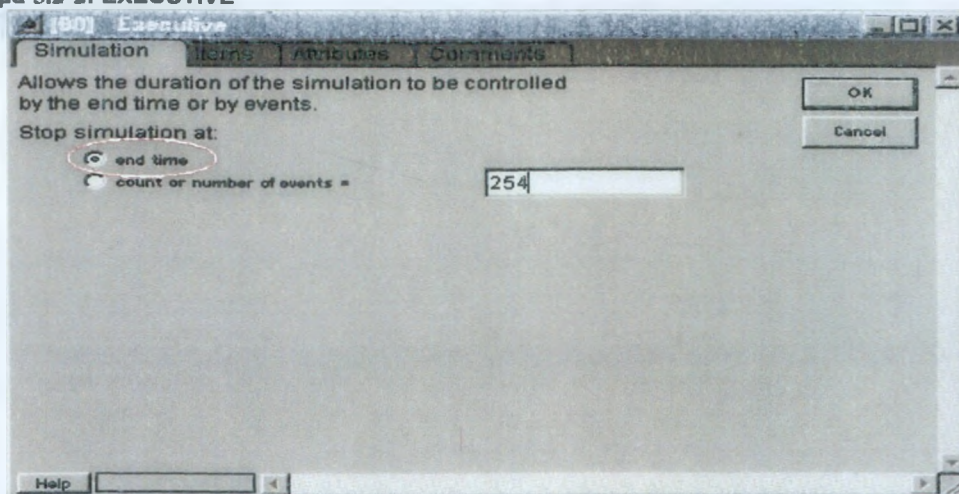
- ✓ Το πρώτο βήμα είναι να γίνουν στο Simulation Setup κάποιες αρχικές ρυθμίσεις. Εδώ ορίζεται πώς να μετριέται ο χρόνος. Ρυθμίζεται να τρέχει σε ώρες και πιο συγκεκριμένα 24 ώρες για να συμπληρωθεί μία ημέρα.

Σχήμα 5.2-1: SIMULATION SETUP



- ✓ Ύστερα τοποθετείται ο Συντονιστής (Executive) στον οποίο προσδιορίζεται πότε να σταματήσει η προσομοίωση. Εδώ ορίζεται να σταματήσει σε 24 ώρες. Μόλις δηλαδή ολοκληρωθεί μία ημέρα.

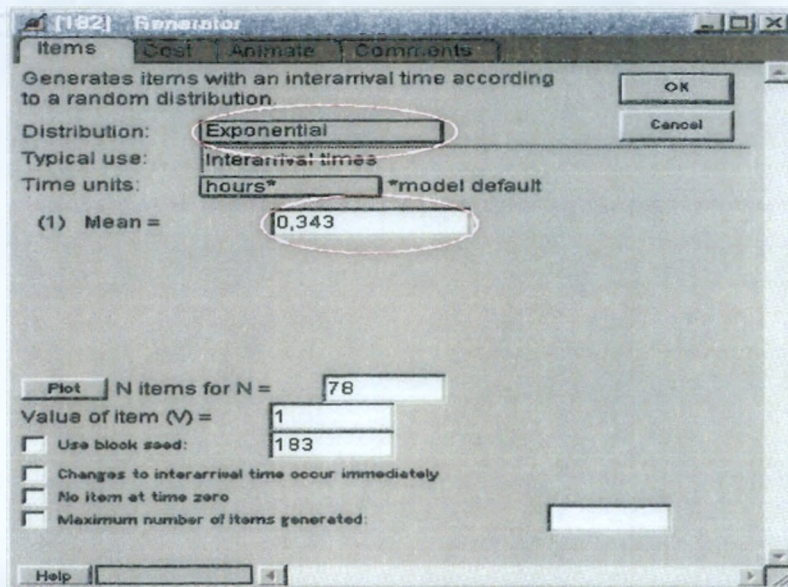
Σχήμα 5.2-2: EXECUTIVE



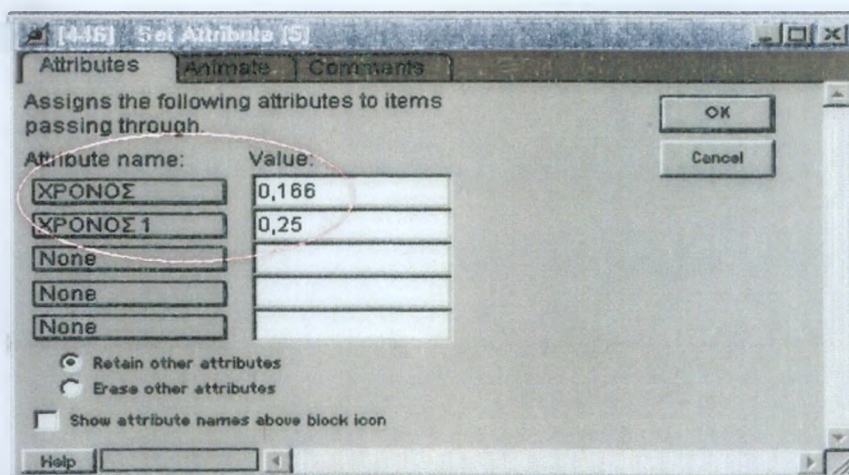


- ✓ Έπειτα τοποθετείται η Γεννήτρια (Generator). Στο μπλοκ αυτό δηλώνεται τόσο η κατανομή, όσο και ο μέσος χρόνος με τον οποίο οι ασθενείς εισέρχονται στο νοσοκομείο. Η κατανομή που χρησιμοποιείται είναι η εκθετική (exponential) γιατί είναι η πιο αντιπροσωπευτική για τη θεωρία των ουρών. Π.χ. για το τμήμα του παθολογικού, το mean φαίνεται στο σχήμα 7.2-3.

Σχήμα 5.2-3: GENERATOR



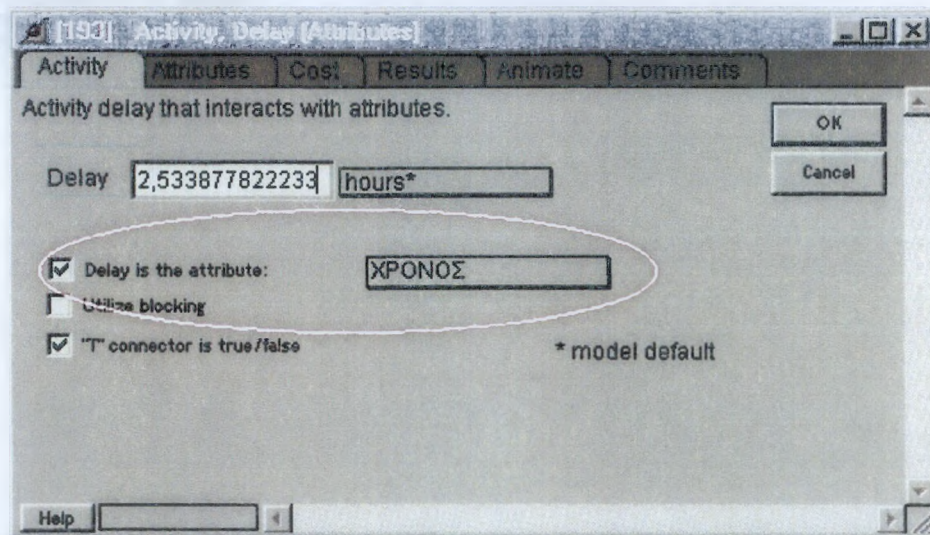
- ✓ Αφού τοποθετηθεί η γεννήτρια δίνονται στους ασθενείς κάποια χαρακτηριστικά. Αυτό γίνεται τοποθετώντας στο μοντέλο το μπλοκ Set Attribute. Η παράμετρος που ορίζεται λοιπόν σ' αυτό το μπλοκ είναι ο χρόνος που χρειάζεται να εξεταστούν οι ασθενείς ανάλογα με το είδος του ασθενή (αν έρχεται με το ΕΚΑΒ ή όχι), και ανάλογα με το γιατρό (αν είναι ειδικευόμενος ή ειδικευμένος). Π.χ. ο χρόνος που απαιτείται για να εξεταστεί ένας ασθενής του παθολογικού από έναν ειδικευόμενο και από έναν ειδικευμένο γιατρό φαίνεται στο σχήμα 7.2-4.



Σχήμα 5.2-4: SET ATTRIBUTE

- ✓ Όπως έχει αναφερθεί οι ασθενείς χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Είναι αυτοί που πηγαίνουν μόνοι τους στο νοσοκομείο και αυτοί που πηγαίνουν με το ΕΚΑΒ. Όσοι λοιπόν εισέρχονται στο νοσοκομείο με το ασθενοφόρο έχουν προτεραιότητα. Η προτεραιότητα αυτή ορίζεται με το μπλοκ Set Priority. Επομένως η ουρά αναμονής που θα χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει αυτή τη διάκριση είναι η Queue Priority.
- ✓ Στη συνέχεια τοποθετούνται οι γιατροί που έχει το κάθε τμήμα του νοσοκομείου. Οι γιατροί συμβολίζονται με το μπλοκ Activity, Delay (Attributes). Στο μπλοκ αυτό ορίζονται οι διάφοροι χρόνοι που χρειάζεται ένας ασθενής για να εξεταστεί όπως έχουν ορισθεί προηγουμένως από το μπλοκ Set Attribute.

Σχήμα 5.2-5: ACTIVITY DELAY



- ✓ Τέλος, στο σύστημα θα τοποθετηθεί μία έξοδος (Exit) για κάθε τμήμα του νοσοκομείου ώστε οι ασθενείς να φεύγουν από το σύστημα. Επίσης, σε κάθε τμήμα εισάγεται το μπλοκ Σχεδιογράφος (Plotter) με το οποίο μέσα από διαγράμματα γίνεται εμφανής η κατάσταση της ουράς και της εξόδου σε κάθε τμήμα.



## 8 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



## 8.1 Ανάλυση Queue Stats

Στο κεφάλαιο 9 έγινε λόγος για την κατασκευή του μοντέλου. Έχοντας λοιπόν κατασκευάσει το μοντέλο και έχοντας τοποθετήσει όλα τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν. Πιο συγκεκριμένα, στην παράγραφο αυτή θα αναλυθούν τα αποτελέσματα των ουρών αναμονής του συστήματος. Τα αποτελέσματα αυτά εξάγονται τοποθετώντας στο μοντέλο το μπλοκ Queue Stats, το οποίο παρακολουθεί όλες τις ουρές του συστήματος. Θα εξεταστεί λοιπόν κάθε τμήμα του νοσοκομείου ξεχωριστά.

Το μοντέλο "έτρεξε" 50 φορές έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι πιο αντιπροσωπευτικά. Στους πίνακες που θα παρατεθούν παρακάτω εμφανίζονται τα εξής στοιχεία:

- ο Μέσο μήκος ουράς (Ave length)
- ο Μέγιστο μήκος ουράς (Max length)
- ο Μέσος χρόνος αναμονής στην ουρά (Ave wait)
- ο Μέγιστος χρόνος αναμονής στην ουρά (Max wait)

Από αυτά τα στοιχεία προέκυψαν τις μέσες τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στα πινακάκια ξεχωριστά ανά τμήμα.

### ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ

Τμήμα	Μέσο μήκος ουράς (Ave length)	Μέγιστο μήκος ουράς (Max length)	Μέσος χρόνος αναμονής (Ave wait)	Μέγιστος χρόνος αναμονής (Max wait)	
ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	0,04	2,28	0,73	12,50
	Ειδικευμένος	0,53	6,54	7,66	60,50
	Παραμονή	4,98	10,18	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-1: QUEUE STATS ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-1 φαίνεται ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,04 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 2,28 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 0,73 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 12,50 λεπτά. Φαίνεται λοιπόν ότι η συγκεκριμένη ουρά δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα. Το μήκος της ουράς καθώς και ο χρόνος αναμονής των ασθενών κυμαίνονται σε πολύ μικρά μεγέθη.
- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,53 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 6,54 ασθενείς. Ακόμα,

ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 7,68 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 60,50 λεπτά, δηλαδή περίπου 1 ώρα. Εδώ διαπιστώνεται ότι ο χρόνος αναμονής των ασθενών είναι αρκετά αυξημένος σε σχέση με την αναμονή που υπάρχει για τον ειδικευόμενο γιατρό.

<b>ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ</b>	<b>Ειδικευόμενος</b>	0,00	1,06	0,12	2,07
	<b>Ειδικευμένος</b>	0,33	3,42	13,26	103,11
	<b>Παραμονή</b>	1,76	3,88	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-2: QUEUE STATS ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-2 προκύπτει ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,00 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 1,06 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 0,12 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 2,07 λεπτά. Συγκρίνοντας με τον παραπάνω πίνακα του παθολογικού δε γίνονται εμφανής ιδιαίτερα μεγάλες διαφορές. Το μόνο που παρατηρείται είναι ότι ο μέγιστος χρόνος αναμονής του ακτινολογικού είναι αρκετά μικρότερος από τον αντίστοιχο του παθολογικού τμήματος.
- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,33 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 3,42 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 13,26 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 103,11 λεπτά, δηλαδή περίπου 1 ώρα και 45 λεπτά. Το μήκος της ουράς των ασθενών κυμαίνεται σε πολύ μικρά πλαίσια σε αντίθεση με το μέγιστο χρόνο αναμονής ο οποίος είναι πολύ μεγάλος. Και ο μέγιστος αλλά και ο μέσος χρόνος αναμονής των ασθενών είναι σχεδόν ο διπλάσιος με τον αντίστοιχο του παθολογικού τμήματος.



**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ**

<b>ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος	0,01	1,44	0,49	8,39
	Ειδικευμένος	0,58	5,52	17,12	114,46
	Παραμονή	2,11	4,76	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-3: QUEUE STATS ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-3 φαίνεται ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,01 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 1,44 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 0,49 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 8,39 λεπτά. Το μήκος της ουράς αλλά και οι χρόνοι αναμονής είναι πολύ μικροί. Βρίσκεται περίπου στο μέσο των άλλων δύο τμημάτων.
- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,58 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 5,52 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 17,12 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 114,46 λεπτά, δηλαδή περίπου 2 ώρες. Πάλι φαίνεται ότι υπάρχει πρόβλημα με το μέγιστο χρόνο αναμονής των ασθενών που εδώ ξεπερνάει και τα δύο προηγούμενα τμήματα.

**ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ**

<b>ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος	0,03	1,40	2,14	20,52
	Ειδικευμένος	0,20	2,66	10,59	77,87
	Παραμονή	1,49	3,32	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-4: QUEUE STATS ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-4 προκύπτει ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,03 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 1,40 ασθενείς. Ακόμα,



ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 2,14 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 20,52 λεπτά. Εδώ διακρίνεται ότι τόσο ο μέσος όσο και ο μέγιστος χρόνος αναμονής των ασθενών για να δουν τον ειδικευόμενο γιατρό είναι μεγαλύτερος από όλα τα προηγούμενα τμήματα. Όσον αφορά το μέσο και το μέγιστο μήκος ουράς, κυμαίνονται στα ίδια χαμηλά πλαίσια.

- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,20 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 2,66 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 10,59 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 77,87 λεπτά, δηλαδή περίπου 1 ώρα και 20 λεπτά. Εδώ φαίνεται πάλι ότι ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι αρκετά μεγάλος αλλά δεν ξεπερνάει το μέγιστο χρόνο αναμονής άλλων τμημάτων. Ο μέσος χρόνος αναμονής όμως είναι ικανοποιητικός.

## ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

<b>ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος	0,65	5,44	18,07	81,56
	Ειδικευμένος	0,77	5,88	19,10	113,38
	Παρεμνή	3,92	9,08	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-5: QUEUE STATS ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-5 φαίνεται ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,65 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 5,44 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 18,07 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 81,56 λεπτά. Ενώ στα προηγούμενα τμήματα δεν παρουσιάζεται πρόβλημα με τους χρόνους αναμονής για τον ειδικευόμενο γιατρό, εδώ προκύπτει ότι ο μέγιστος χρόνος φτάνει τη 1 ώρα και 20 λεπτά περίπου. Δηλαδή ο χρόνος που μπορεί να φτάσει να περιμένει ένας ασθενής είναι αρκετά μεγάλος.
- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,77 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 5,88 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 19,10 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 113,38 λεπτά, δηλαδή περίπου 2 ώρες.

Όπως φαίνεται ο μέγιστος χρόνος αναμονής σε αυτό το τμήμα είναι ο ίδιος περίπου με τον αντίστοιχο του καρδιολογικού τμήματος. Είναι πολύ μεγάλος ο χρόνος που πρέπει να περιμένουν οι ασθενείς για να εξεταστούν. Αλλά κατά μέσο όρο περιμένουν πολύ λιγότερο. Όσον αφορά το μήκος της ουράς των ασθενών είναι μικρό.

## ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ

<b>ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος	0,16	3,66	2,42	29,24
	Ειδικευμένος	0,38	5,36	5,30	59,07
	Παραμονή	9,95	21,20	0,00	0,00

Πίνακας 8.1-6: QUEUE STATS ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 8.1-6 φαίνεται ότι:

- Για τον ειδικευόμενο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,16 ασθενείς ενώ το μέγιστο μήκος ουράς είναι 3,66 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 2,42 λεπτά, ενώ ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 29,24 λεπτά. Εδώ φαίνεται ότι ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι κάπως μεγάλος αλλά δεν ξεπερνάει τον αντίστοιχο χρόνο αναμονής του ορθοπεδικού τμήματος. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως ο μέσος χρόνος αναμονής ο οποίος είναι πολύ μικρός.
- Για τον ειδικευμένο γιατρό, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,38 ασθενείς και το μέγιστο μήκος ουράς είναι 5,36 ασθενείς. Ακόμα, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 5,30 λεπτά και ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 59,07 λεπτά, δηλαδή περίπου 1 ώρα. Φαίνεται ότι το μέσο και μέγιστο μήκος ουράς για τον ειδικευόμενο και τον ειδικευμένο γιατρό του τμήματος αυτού είναι πολύ μικρό. Και σ' αυτό το τμήμα όμως ο μέγιστος χρόνος που μπορεί να περιμένουν οι ασθενείς είναι αρκετά μεγάλος.

Από την ανάλυση των Queue Stats προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα που αφορούν την κατάσταση του συγκεκριμένου νοσοκομείου. Φαίνεται ότι τόσο το μήκος της ουράς όσο και ο χρόνος αναμονής των ασθενών για έναν ειδικευόμενο γιατρό, δεν

παρουσιάζουν ιδιαίτερο πρόβλημα για όλα τα τμήματα του νοσοκομείου. Μόνο στο Ενδοκρινολογικό τμήμα, ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι υψηλός, αλλά ο μέσος χρόνος που περιμένουν οι ασθενείς κινείται σε φυσιολογικά πλαίσια. Όσον αφορά τις ουρές που δημιουργούνται για τους ειδικευμένους γιατρούς, εκεί τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά. Παρατηρείται ότι σε όλα τα τμήματα ο μέγιστος χρόνος αναμονής είναι αρκετά μεγάλος. Πιο συγκεκριμένα, ξεκινά από 1 ώρα στο χειρουργικό τμήμα και φτάνει μέχρι και 1 ώρα και 54 λεπτά στο καρδιολογικό τμήμα. Το μέσο και μέγιστο μήκος της ουράς όμως για τους ειδικευμένους γιατρούς κινείται σε χαμηλά επίπεδα. Το μεγαλύτερο μέγιστο μήκος ουράς παρατηρείται στο παθολογικό τμήμα και είναι 6,54 ασθενείς.

Έχοντας πλέον εξετάσει τις ουρές αναμονής ανά κατηγορία γιατρού κάθε τμήματος του νοσοκομείου, μένει ακόμη μια παράμετρος να αναλυθεί. Πρόκειται για τον αριθμό των ασθενών που εισάγονται για παρακολούθηση. Προκύπτουν λοιπόν από τις αντίστοιχες ουρές αναμονής των ασθενών που έχουν μείνει για εισαγωγή μετά το πέρας κάθε εφημερίας τα εξής:

- Στο παθολογικό τμήμα παραμένουν 10,23 ασθενείς
- Στο ακτινολογικό τμήμα παραμένουν 7,35 ασθενείς
- Στο καρδιολογικό τμήμα παραμένουν 5,52 ασθενείς
- Στο ουρολογικό τμήμα παραμένουν 4,3 ασθενείς
- Στο ενδοκρινολογικό τμήμα παραμένουν 8,25 ασθενείς
- Στο χειρουργικό τμήμα παραμένουν 24,03 ασθενείς

Οι παραπάνω αριθμοί αναφέρονται σε μέσους όρους που ανταποκρίνονται στις 50 διαφορετικές επαναλήψεις που έχουν γίνει στο πρόγραμμα.

Γενικότερα φαίνεται ότι για κάθε τμήμα ο αριθμός των ασθενών αυτών που παραμένουν για εισαγωγή, είναι ανάλογος της κινητικότητας που παρατηρείται στο κάθε τμήμα. Ιδιαίτερα όμως στο χειρουργικό τμήμα όχι μόνο λόγω του πλήθους των ασθενών αλλά και λόγω της φύσης του, ο αριθμός αυτός κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα. Αν αθροιστούν λοιπόν οι παραπάνω αριθμοί, προκύπτει ότι στο νοσοκομείο μετά από κάθε εφημερία εισάγονται συνολικά και κατά μέσο όρο 59,68 ασθενείς.

Το τελικό συμπέρασμα λοιπόν που βγαίνει από όλα αυτά είναι ότι το πρόβλημα παρουσιάζεται στους ειδικευμένους γιατρούς και πιο συγκεκριμένα στους χρόνους αναμονής των ασθενών για τους ειδικευμένους γιατρούς.



## 8.2

Στην παράγραφο αυτή θα αναλυθούν τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων που στο συγκεκριμένο μοντέλο ως δραστηριότητες νοούνται οι γιατροί του νοσοκομείου, είτε αυτοί είναι ειδικευόμενοι είτε ειδικευμένοι. Αυτό επιτυγχάνεται τοποθετώντας στο σύστημά το μπλοκ Activity Stats το οποίο αντιγράφει τα στατιστικά στοιχεία από όλες τις δραστηριότητες. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε τμήμα του νοσοκομείου ξεχωριστά και τα στοιχεία που δόθηκαν είναι τα εξής:

- Αφίξεις ασθενών (Arrivals)
- Αναχωρήσεις ασθενών (Departures)
- Χρησιμότητα γιατρών (Utilization)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το μοντέλο έχει "τρέξει" 50 φορές. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε στοιχείο υπάρχουν 50 διαφορετικές τιμές. Για την καλύτερη ανάλυση του συστήματος όμως, παρουσιάζονται παρακάτω οι μέσες τιμές των στοιχείων αυτών ανά τμήμα.

ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ

<b>ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος 1	42,08	41,82	0,43
	Ειδικευόμενος 2	23,42	23,4	0,24
	Ειδικευόμενος 3	11,44	11,44	0,12
	Ειδικευμένος 1	57,1	56,78	0,54
	Ειδικευμένος 2	37,76	37,66	0,37
	Παραμονή	1	0	0,89

Πίνακας 8.2-1: ACTIVITY STATS ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ

Ο πίνακας 8.2-1 δείχνει ότι:

- Στους ειδικευόμενους γιατρούς 1, 2 και 3 εισέρχονται 42,08, 23,42 και 11,44 ασθενείς ενώ φεύγουν 41,82, 23,40 και 11,44 ασθενείς αντίστοιχα. Επίσης φαίνεται ότι η χρησιμότητα του κάθε γιατρού είναι ανάλογη με τον αριθμό των ασθενών που εξετάζονται. Για παράδειγμα, ο ειδικευόμενος γιατρός 1 έχει υψηλότερο ποσοστό χρήσης (0,43) από τους άλλους δύο ειδικευόμενους (0,24 και 0,12) γιατί σ' αυτόν εισέρχονται και περισσότεροι ασθενείς. Φαίνεται ότι ο ειδικευόμενος γιατρός 3 έχει πολύ μικρό ποσοστό χρησιμότητας δηλαδή, δεν εξυπηρετεί πολλούς ασθενείς.

- Στους ειδικευμένους γιατρούς 1 και 2 εισέρχονται 57,10 και 37,76 ασθενείς ενώ φεύγουν 56,78 και 37,66 ασθενείς αντίστοιχα. Όσο για τη χρησιμότητά τους προκύπτει ότι είναι 0,54 για τον ειδικευμένο γιατρό 1 και 0,37 για τον ειδικευμένο γιατρό 2. Φαίνεται ότι τα ποσοστά αυτά είναι μεγαλύτερα από αυτά των ειδικευόμενων γιατρών. Δηλαδή οι ειδικευμένοι γιατροί εξυπηρετούν περισσότερους ασθενείς.

## ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος 1	17,16	17,08	0,11
	Ειδικευόμενος 2	1,9	1,88	0,01
	Ειδικευόμενος	32,52	32,04	0,35
	Παραμονή	1	0	0,81

**Πίνακας 8.2-2: ACTIVITY STATS ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ**

Ο πίνακας 8.2-2 δείχνει ότι:

- Στους ειδικευόμενους γιατρούς 1 και 2 εισέρχονται 17,16 και 1,90 ασθενείς ενώ φεύγουν 17,08 και 1,88 ασθενείς αντίστοιχα. Επίσης φαίνεται ότι η χρησιμότητα του ειδικευόμενου γιατρού 1 είναι 0,11 και του ειδικευόμενου γιατρού 2 είναι 0,01. Προκύπτει ότι η χρησιμότητα των γιατρών αυτών είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τους αντίστοιχους του παθολογικού. Ειδικά ο δεύτερος γιατρός φαίνεται ότι δεν παράγει καθόλου έργο στο νοσοκομείο.
- Στον ειδικευμένο γιατρό εισέρχονται 32,52 ασθενείς ενώ φεύγουν 32,04 ασθενείς. Όσο για τη χρησιμότητά του προκύπτει ότι είναι 0,35 δηλαδή 35%. Το ποσοστό είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των ειδικευόμενων γιατρών του τμήματος, αλλά είναι μικρότερο σε σχέση με τους ειδικευμένους γιατρούς του παθολογικού τμήματος.



## ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ

ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος 1	28,8	28,62	0,19
	Ειδικευόμενος 2	7,66	7,64	0,06
	Ειδικευμένος	46,56	46,42	0,39
	Παραμονή	1	0	0,84

Πίνακας 8.2-3: ACTIVITY STATS ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

Ο πίνακας 8.2-3 δείχνει ότι:

- Στους ειδικευόμενους γιατρούς 1 και 2 εισέρχονται 28,80 και 7,66 ασθενείς ενώ φεύγουν 28,62 και 7,64 ασθενείς αντίστοιχα. Τα ποσοστά χρησιμότητας και των δύο γιατρών είναι αρκετά μικρά. Στον πρώτο είναι 19% και στον δεύτερο 6%. Τα ποσοστά αυτά όμως είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα του πνευμονολογικού τμήματος. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι είναι ικανοποιητικά. Ο λόγος που προφανώς συμβαίνει αυτό, είναι ο μικρός αριθμός των ασθενών που εισέρχονται στο τμήμα αυτό.
- Στον ειδικευμένο γιατρό εισέρχονται 46,56 ασθενείς ενώ φεύγουν 46,42 ασθενείς. Όσο για τη χρησιμότητά του φαίνεται ότι είναι 0,39 δηλαδή 39%. Το ποσοστό χρήσης του γιατρού φαίνεται να κυμαίνεται στα ίδια πλαίσια με τα αντίστοιχα των άλλων τμημάτων του νοσοκομείου.

## ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ

ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	17,02	16,96	0,13
	Ειδικευμένος	25,98	25,9	0,28
	Παραμονή	0,96	0	0,79

Πίνακας 8.2-4: ACTIVITY STATS ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟΥ



Ο πίνακας 8.2-4 δείχνει ότι:

- Στον ειδικευόμενο γιατρό εισέρχονται 17,02 ασθενείς ενώ φεύγουν 16,96 ασθενείς. Το ποσοστό χρήσης του γιατρού είναι πολύ μικρό (13%), ειδικά αν ληφθεί υπ' όψη ότι είναι ο μόνος ειδικευόμενος γιατρός του τμήματος.
- Στον ειδικευμένο γιατρό εισέρχονται 25,98 ασθενείς ενώ φεύγουν 25,90 ασθενείς. Η χρησιμότητα του γιατρού είναι 0,28. Φαίνεται ότι τα ποσοστά χρησιμότητας και για τους δύο γιατρούς του τμήματος είναι πολύ μικρά. Πιο συγκεκριμένα, ο ειδικευμένος γιατρός του τμήματος αυτού έχει το μικρότερο ποσοστό από όλους τους άλλους αντίστοιχους γιατρούς των άλλων τμημάτων.

### ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

	ΕΙΔΙΚΕΥΟΜΕΝΟΣ	ΑΠΟΡΟΙΣΤΟΙΧΟΙ	ΑΠΟΡΟΙΣΤΟΙΧΟΙ	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ
<b>ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος	47,8	47,52	0,41
	Ειδικευμένος	55,68	55,5	0,45
	Παραμενή	1	0	0,88

Πίνακας 8.2-5: ACTIVITY STATS ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Ο πίνακας 8.2-5 δείχνει ότι:

- Στον ειδικευόμενο γιατρό εισέρχονται 47,80 ασθενείς ενώ φεύγουν 47,52 ασθενείς. Και σ' αυτό το τμήμα όπως και στο ουρολογικό υπάρχει μόνο ένας ειδικευόμενος. Η χρησιμότητα όμως αυτού του γιατρού είναι πολύ μεγαλύτερη (41%). Αυτή η μεγάλη διαφορά υπάρχει γιατί σ' αυτό το τμήμα εξετάζονται πολύ περισσότεροι ασθενείς απ' ότι στο ουρολογικό.
- Στον ειδικευμένο γιατρό εισέρχονται 55,68 ασθενείς ενώ φεύγουν 55,50 ασθενείς. Το ποσοστό χρησιμότητας του γιατρού είναι 45%. Σχετικά με τα αντίστοιχα ποσοστά των γιατρών των άλλων τμημάτων είναι αρκετά καλό.

## ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ

<b>ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ</b>	Ειδικευόμενος 1	58,68	58,3	0,45
	Ειδικευόμενος 2	33,76	33,46	0,24
	Ειδικευμένος 1	59,6	59,38	0,53
	Ειδικευμένος 2	41,2	40,98	0,34
	Παραμονή	1	0	0,96

Πίνακας 8.2-6: ACTIVITY STATS ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ

Ο πίνακας 8.2-6 δείχνει ότι:

- Στους ειδικευόμενους γιατρούς 1 και 2 εισέρχονται 58,68 και 33,76 ασθενείς ενώ φεύγουν 58,30 και 33,46 ασθενείς αντίστοιχα. Το ποσοστό χρησιμότητας του πρώτου από τους δύο ειδικευόμενους του χειρουργικού τμήματος κυμαίνεται σε επίπεδα διπλάσια του δεύτερου κι έτσι έχουμε αντίστοιχα 45% και 24%. Τα ποσοστά αυτά είναι τα ίδια με τους δύο πρώτους ειδικευόμενους γιατρούς του παθολογικού τμήματος, δηλαδή ικανοποιητικά.
- Στους ειδικευμένους γιατρούς 1 και 2 εισέρχονται 59,60 και 41,20 ασθενείς ενώ φεύγουν 59,38 και 40,98 ασθενείς αντίστοιχα. Προκύπτει ότι στο χειρουργικό τμήμα εισέρχονται αρκετοί ασθενείς με αποτέλεσμα η χρησιμότητα των γιατρών να είναι αυξημένη δηλαδή, 53% για τον πρώτο γιατρό και 34% για τον δεύτερο.

Ύστερα από την ανάλυση και των Activity Stats μπορούν να βγουν κάποια συμπεράσματα όσον αφορά τη χρησιμότητα των γιατρών και τον αριθμό των ασθενών που επισκέπτονται κάθε γιατρό. Είναι φανερό από τα παραπάνω αποτελέσματα ότι η χρησιμότητα των ειδικευμένων γιατρών σε όλα τα τμήματα είναι αρκετά μεγαλύτερη από αυτή των ειδικευόμενων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε κάθε τμήμα οι ειδικευόμενοι είναι περισσότεροι των ειδικευμένων. Οι πιο χαμηλές χρησιμότητες εντοπίζονται στον δεύτερο ειδικευόμενο του ακτινολογικού τμήματος και στον δεύτερο ειδικευόμενο του καρδιολογικού τμήματος όπου παίρνουν αντίστοιχα τις τιμές 0,01 και 0,06. Ακολουθούν οι χρησιμότητες του πρώτου ειδικευόμενου του ακτινολογικού τμήματος και του τρίτου ειδικευόμενου του παθολογικού τμήματος με τιμές 0,11 και 0,12 αντίστοιχα. Οι πολύ χαμηλές αυτές τιμές είναι αποτέλεσμα του

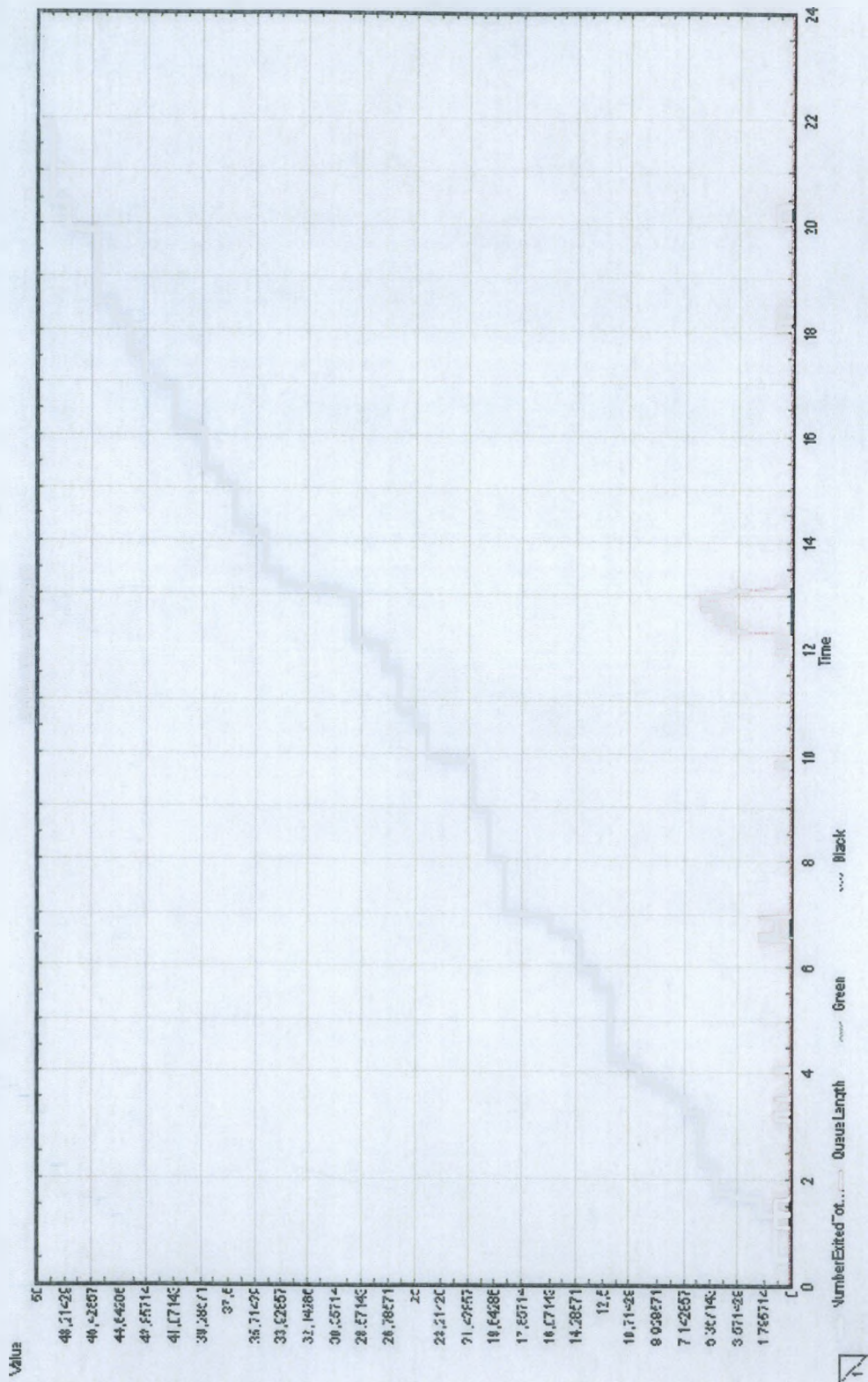
μικρού αριθμού ασθενών που επισκέφθηκαν τους συγκεκριμένους γιατρούς. Αντίθετα, υψηλά ποσοστά χρησιμότητας εμφανίζονται στον πρώτο ειδικευμένο γιατρό του παθολογικού τμήματος και στον πρώτο ειδικευμένο γιατρό του χειρουργικού τμήματος με τιμές 0,54 και 0,53 αντίστοιχα. Ακολουθούν ο πρώτος ειδικευόμενος γιατρός του χειρουργικού τμήματος (με την υψηλότερη χρησιμότητα από το σύνολο των ειδικευόμενων γιατρών) και ο ειδικευμένος του ενδοκρινολογικού τμήματος με ποσοστό 45% και οι δύο.

Τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σε ορισμένα τμήματα όπως π.χ. στο ακτινολογικό ο αριθμός των ειδικευόμενων γιατρών υπερβαίνουν τον αναγκαίο. Αντίθετα το πλήθος των ειδικευμένων στα διάφορα τμήματα κρίνεται από οριακό έως ανεπαρκές.

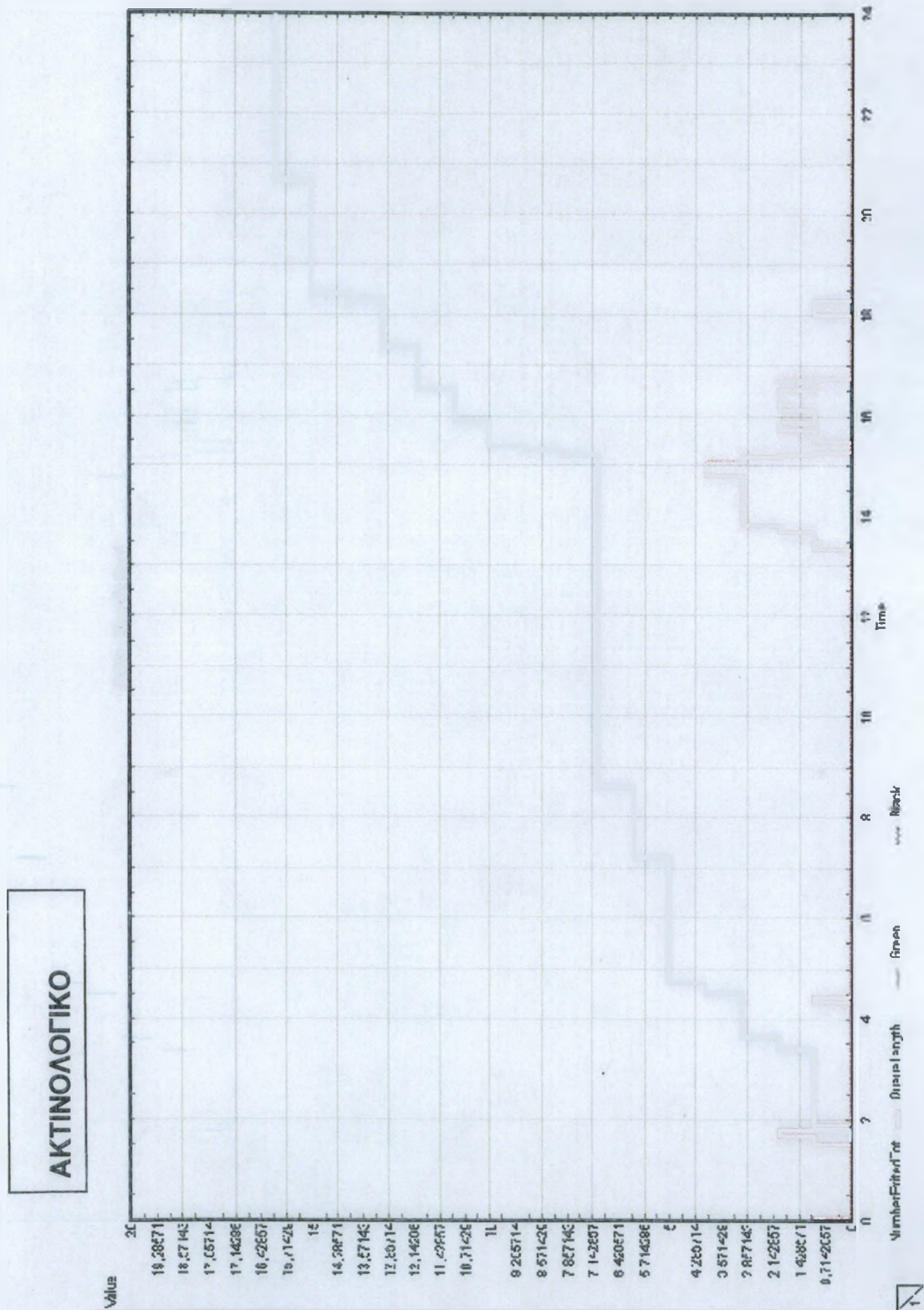
Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα όσα αναπτύχθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο, παρατίθενται στη συνέχεια σε μορφή διαγράμματος τα αποτελέσματα για κάθε τμήμα του νοσοκομείου ξεχωριστά.



**ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ**



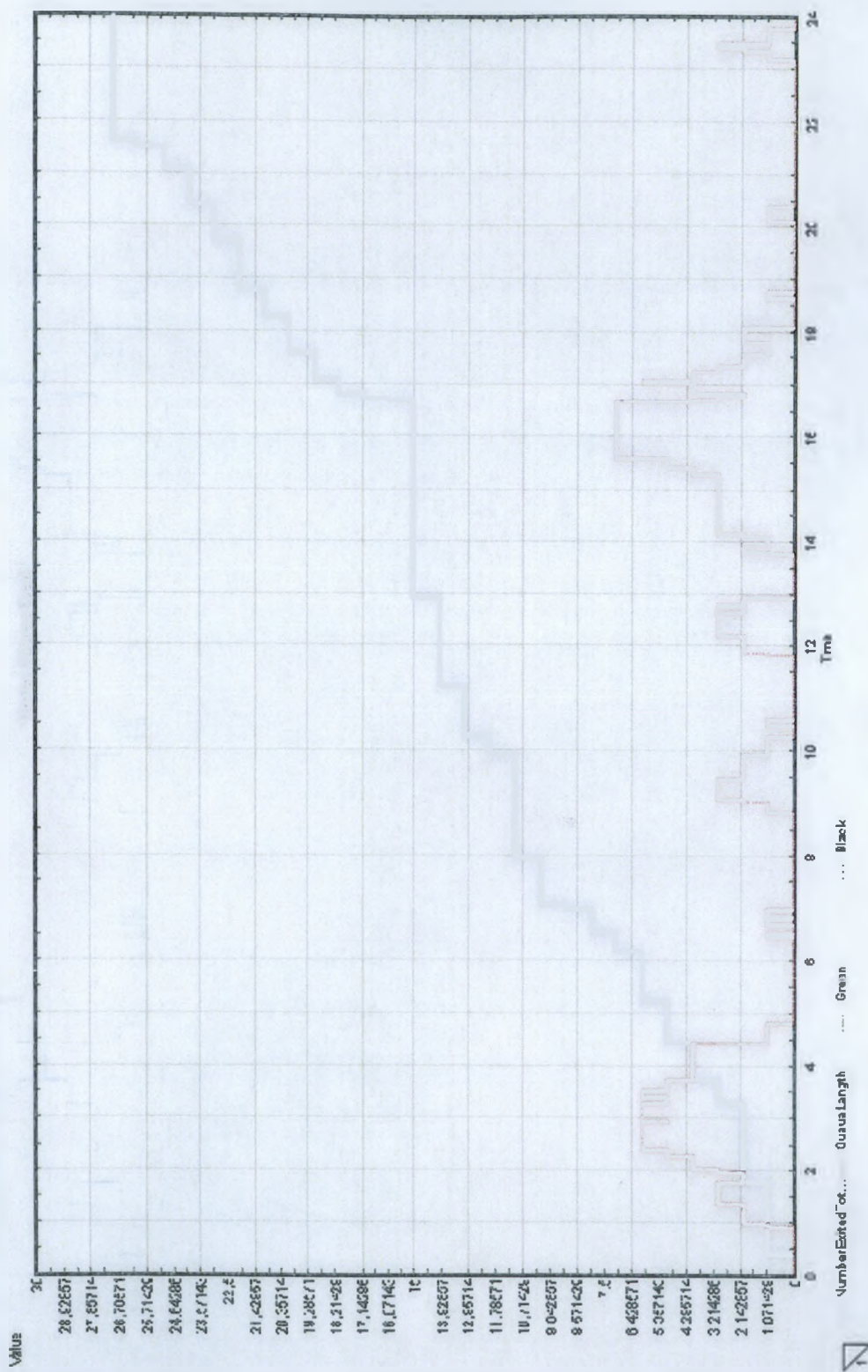
Σχήμα 8.2-1: PLOTTER ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ



Σχήμα 8.2-2: PLOTTER ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ



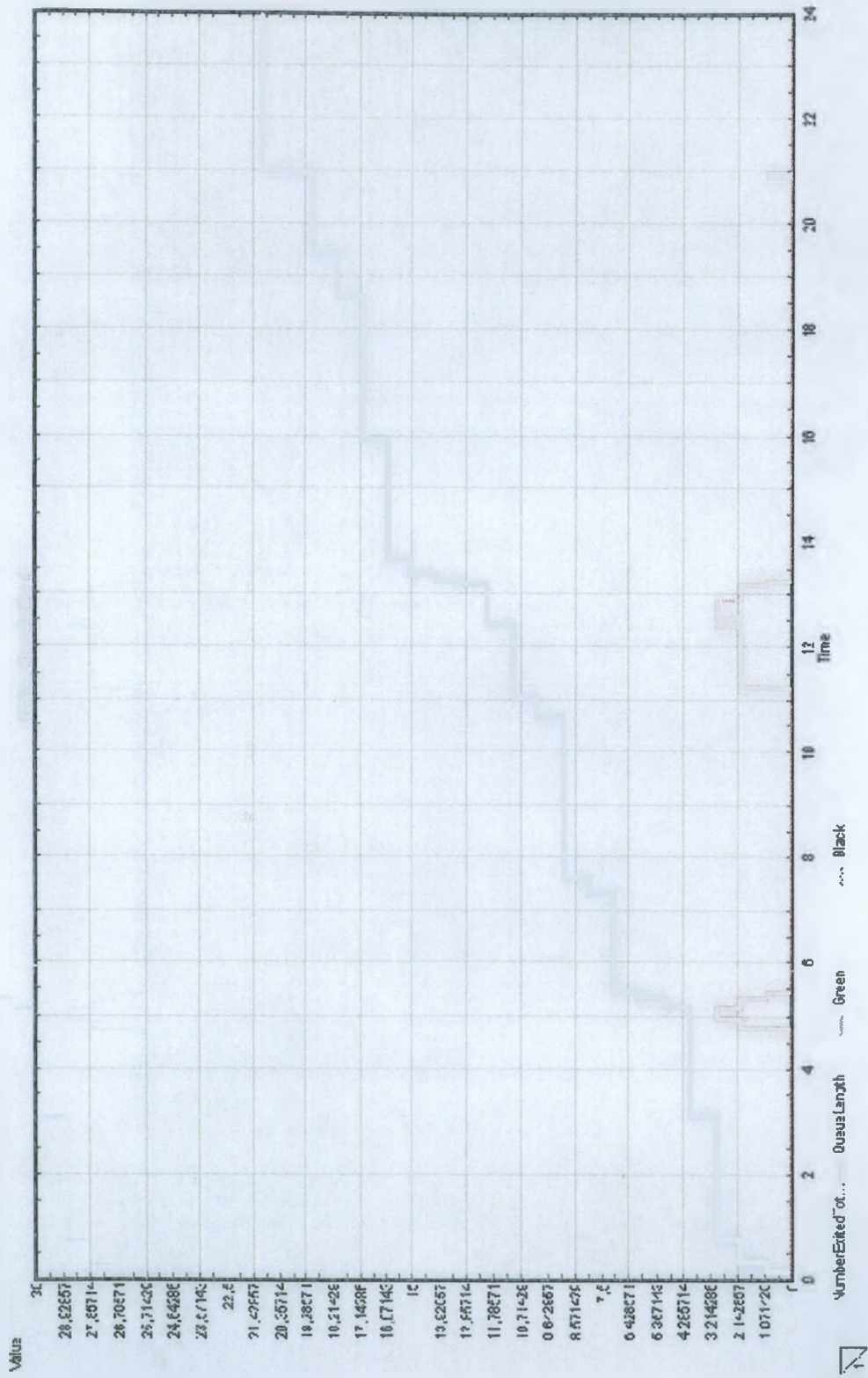
**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 8.2-3: PLOTTER ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

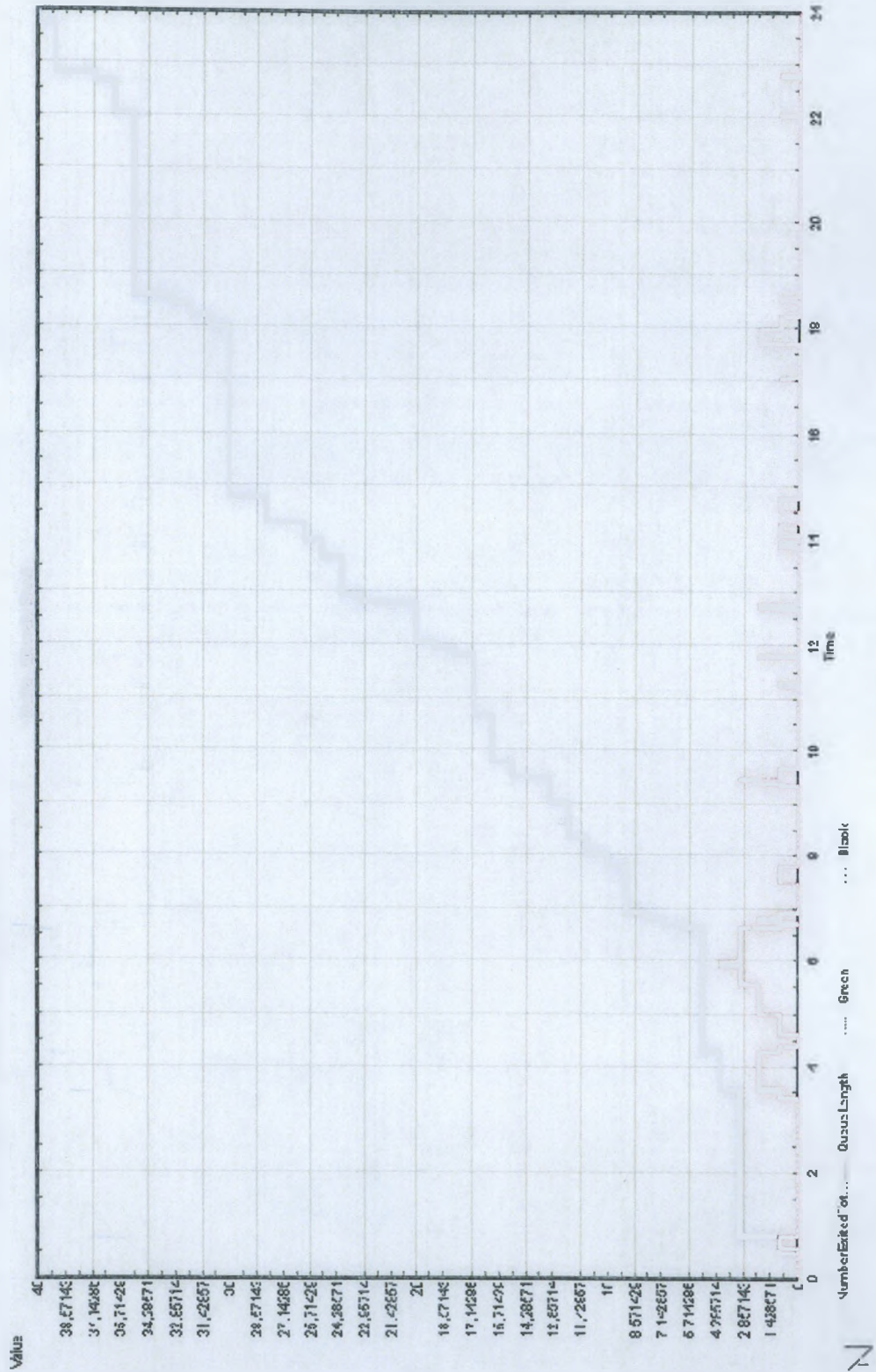


**ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 8.2-4: PLOTTER ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΟΥ

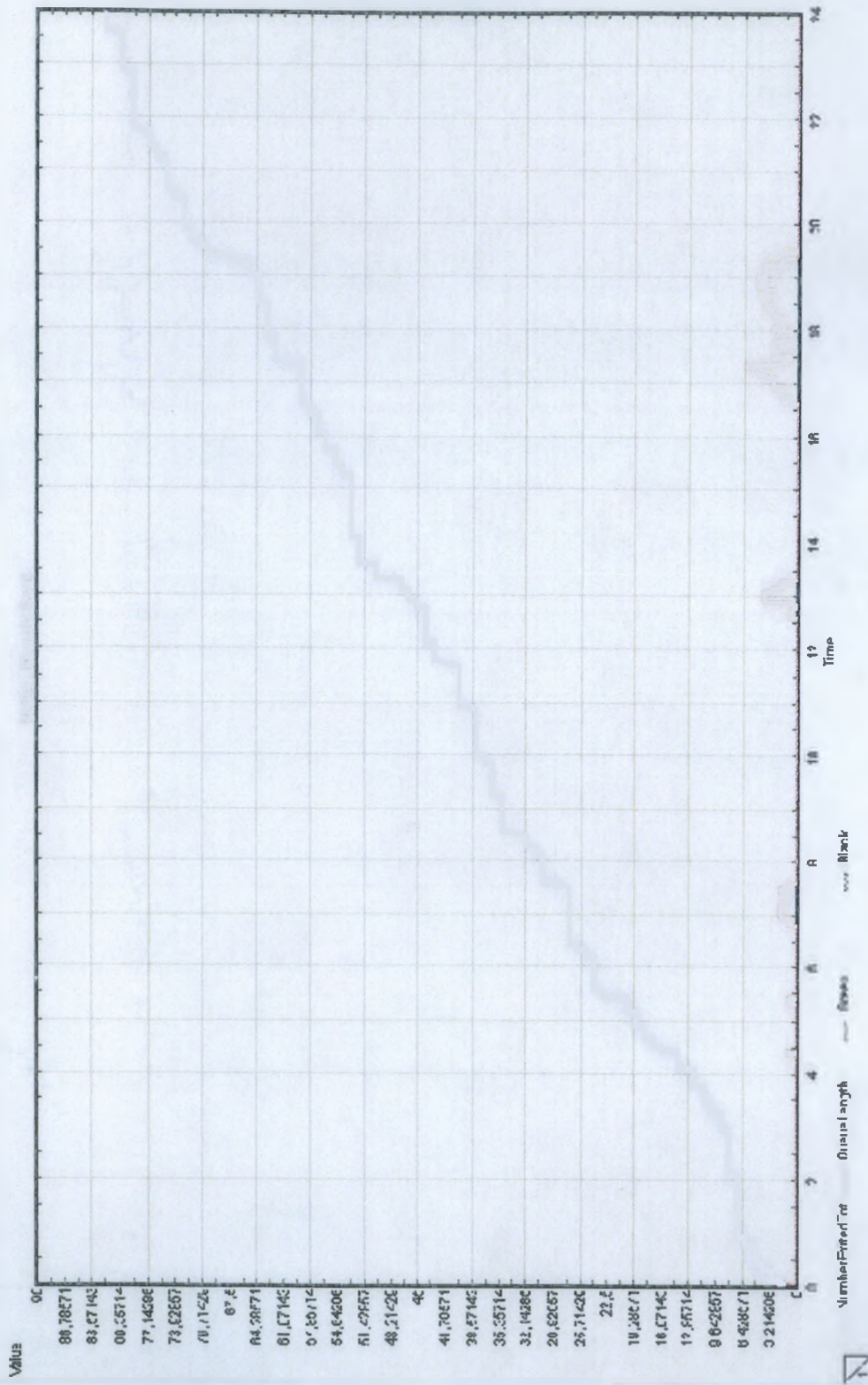
**ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ**



Σχήμα 8.2-5: PLOTTER ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ



**ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ**



Σχήμα 8.2-6: PLOTTER ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ



Για όλα τα παραπάνω διαγράμματα ο κάθετος άξονας αφορά πλήθος ασθενών ενώ ο οριζόντιος το χρόνο σε ώρες όπου στο παρόν πρόβλημα φτάνει τις 24 ώρες. Για κάθε έναν από αυτούς η γαλάζια γραμμή δείχνει προοδευτικά το πλήθος των ασθενών των οποίων η εξέταση στο συγκεκριμένο τμήμα έχει ολοκληρωθεί. Η κόκκινη γραμμή, από την άλλη, δείχνει για κάθε χρονική στιγμή το μέγεθος της ουράς σε πλήθος ασθενών.

Έτσι σε τρία τμήματα, το παθολογικό, το ενδοκρινολογικό και το καρδιολογικό παρατηρούνται ασταθείς ουρές με έντονες αυξήσεις που προκαλούν την αύξηση του μέσου χρόνου αναμονής για τους ασθενείς. Αντίθετα, στο ουρολογικό και το ακτινολογικό τμήμα η ουρά είναι σταθερά χαμηλή με ελάχιστες μικρές εκρήξεις, ενώ στο χειρουργικό τμήμα η ουρά είναι σε γενικές γραμμές χαμηλή με εξαίρεση το διάστημα από την δέκατη έβδομη έως την εικοστή ώρα το οποίο όμως δεν επηρεάζει αισθητά το μέσο χρόνο αναμονής.

Από τη γαλάζια γραμμή προκύπτει ότι τα τμήματα με τη μεγαλύτερη κίνηση ασθενών είναι το παθολογικό και χειρουργικό τμήμα. Για το λόγο αυτό η μονάδα έχει φροντίσει στα τμήματα αυτά να υπάρχει διαθέσιμο περισσότερο προσωπικό. Τέλος, το τμήμα με τη μικρότερη κίνηση ασθενών είναι το ουρολογικό το οποίο χαρακτηρίζει ο μικρότερος αριθμός γιατρών.

## 9 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Από τα αποτελέσματα του κεφαλαίου 10 μπορεί εύκολα κανείς να εντοπίσει ότι το νοσοκομείο αντιμετωπίζει κάποια προβλήματα όσον αφορά το πλήθος των γιατρών στα διάφορα τμήματα. Σε κάποιες περιπτώσεις εντοπίζονται γιατροί με πολύ μικρό δείκτη χρησιμότητας, που σημαίνει ότι ίσως να μην είναι απαραίτητοι. Σε άλλες περιπτώσεις τμημάτων κάνουν την εμφάνισή τους πολύ μεγάλοι χρόνοι αναμονής, κάτι που δείχνει πιθανή ανάγκη για περισσότερους γιατρούς.

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να δοκιμάσει στο σύστημα κάποιες αλλαγές που φαινομενικά θα βελτιώσουν την απόδοση του νοσοκομείου. Το κατά πόσο οι αλλαγές αυτές θα είναι εύστοχες δεν είναι από την αρχή προδικασμένο και εκεί έγκειται η μεγάλη σπουδαιότητα της προσομοίωσης. Δηλαδή, ότι μπορούν μέσα από αυτή να δοκιμαστούν εναλλακτικά σενάρια σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και χωρίς κανένα κόστος, μέχρι να εντοπιστεί η καλύτερη δυνατή λύση στο υπό εξέταση πρόβλημα. Ωστόσο, ο σχολιασμός της επιτυχίας ή αποτυχίας του σεναρίου που στη συνέχεια θα δοκιμαστεί είναι ένα θέμα που θα εξεταστεί στο κεφάλαιο 12.

### 8.1 Εντοπισμός Προβλημάτων

Από την ανάλυση του 10<sup>ου</sup> κεφαλαίου λοιπόν, εντοπίστηκαν τα εξής προβλήματα:

- Στο παθολογικό τμήμα υπάρχουν περισσότεροι ειδικευόμενοι γιατροί από όσους χρειάζονται με αποτέλεσμα η χρησιμότητα του τρίτου να είναι πολύ χαμηλή (12%). Για το λόγο αυτό φαίνεται λογική η *αφαίρεση ενός από τους ειδικευόμενους γιατρούς*.
- Επίσης, στο παθολογικό τμήμα διαπιστώνεται μεγάλη ουρά στους ασθενείς που περιμένουν να εξετασθούν από τον ειδικευμένο, αυτή τη φορά, γιατρό (μέγιστος χρόνος αναμονής μία ώρα). Έτσι λοιπόν κρίνεται σκόπιμη η *εισαγωγή ενός ακόμη ειδικευμένου γιατρού*.
- Στο καρδιολογικό τμήμα η πολύ χαμηλή χρησιμότητα του *δεύτερου ειδικευόμενου γιατρού (6%) ωθεί στην αφαίρεση του*.
- Αντιθέτως, στο καρδιολογικό τμήμα υπάρχει έλλειψη στους ειδικευμένους γιατρούς αφού ο μέγιστος χρόνος αναμονής πλησιάζει τις δύο ώρες. Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η *προσθήκη ενός ακόμη ειδικευμένου γιατρού*.
- Η πολύ μικρή χρησιμότητα και των δύο *ειδικευόμενων γιατρών του ακτινολογικού τμήματος (1% και 11%) καθιστά προφανή την ανάγκη αφαίρεσης ενός από τους δύο, έτσι ώστε να αυξηθεί και η χρησιμότητα του γιατρού που θα παραμείνει*.



- Τέλος, το ενδοκρινολογικό τμήμα φαίνεται να έχει ανάγκη από έναν ακόμη ειδικευμένο γιατρό, αφού ο μέγιστος χρόνος αναμονής αγγίζει τις δύο ώρες.

## 9.2 Αλλαγή των προγραμμάτων

Σε αντιστοιχία λοιπόν, με τα προβλήματα που εντοπίστηκαν στο κεφάλαιο 8, έγιναν οι αλλαγές του μοντέλου που είχε προηγουμένως κατασκευάσει στο Extend. Έτσι προέκυψαν καινούρια Queue Stats και Activity Stats.

### 9.2.1 Queue Stats

Αφού, όπως προαναφέρθηκε, έγιναν οι απαραίτητες αλλαγές στο μοντέλο του Extend, "έτρεξε" πάλι το πρόγραμμα 50 φορές για να είναι τα αποτελέσματα όσο πιο αντιπροσωπευτικά γίνεται. Τα πινακάκια λοιπόν, αναφέρονται σε μέσους όρους και παρουσιάζουν μόνο τα τμήματα του νοσοκομείου στα οποία έγιναν οι αλλαγές.

## ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ

		Μέσος	Μέγιστος	Μέσος	Μέγιστος
ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	0,39	5,36	6,73	43,22
	Ειδικευμένος	0,08	3,26	1,19	21,96

Πίνακας 9.2-1: ΝΕΑ QUEUE STATS ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ

Βλέποντας τον πίνακα 9.2-1 και συγκρίνοντας με τον αντίστοιχο του πρώτου μοντέλου βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το μήκος της ουράς για τους ειδικευόμενους γιατρούς έχει αυξηθεί. Πιο συγκεκριμένα, το μέσο μήκος ουράς είναι 0,39 ασθενείς, ενώ πριν ήταν 0,04. Επίσης, το μέγιστο μήκος ουράς είναι 5,36 ασθενείς ενώ ήταν 2,28. Κατά συνέπεια, αυξήθηκε ο μέσος και μέγιστος χρόνος αναμονής των ασθενών, που τώρα είναι 6,73 λεπτά και 43,22 λεπτά αντίστοιχα. Αυτό το αποτέλεσμα οφείλεται στο ότι από το συγκεκριμένο τμήμα βγήκε ένας ειδικευόμενος γιατρός. Από το μέσο χρόνο αναμονής όμως, που είναι ο πιο αντιπροσωπευτικός, προκύπτει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα.
- Στο ίδιο τμήμα επίσης έχει τοποθετηθεί ένας επιπλέον ειδικευμένος γιατρός. Το μέσο και μέγιστο μήκος ουράς πλέον είναι 0,08 και 3,26 ασθενείς αντίστοιχα. Δηλαδή, οι ασθενείς που

περιμένουν στην ουρά έχουν μειωθεί σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο που το μέσο μήκος ήταν 0,53 και το μέγιστο 6,54 ασθενείς. Επίσης, και οι χρόνοι αναμονής των ασθενών στην ουρά είναι πολύ καλύτεροι. Ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 1,19 λεπτά ενώ ο μέγιστος 21,96 λεπτά. Οι χρόνοι αυτοί είναι πολύ μικρότεροι σε σχέση με αυτούς του προηγούμενου μοντέλου, όπου ο μέγιστος χρόνος αναμονής έφτανε τη μία ώρα.

## ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

	ΕΙΔΙΚΟ	Αντ. μήκος	Μεγ. μήκος	Μέσος	Μεγ. επί
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	0,04	1,56	2,66	22,90
	Ειδικευμένος	0,47	4,08	19,02	109,56

Πίνακας 9.2-2: NEA QUEUE STATS ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Βλέποντας τον πίνακα 9.2-2 και συγκρίνοντας με τον αντίστοιχο του πρώτου μοντέλου βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα μήκη ουράς αλλά και οι χρόνοι αναμονής των ασθενών για τον ειδικευόμενο γιατρό, έχουν μια μικρή άνοδο σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο. Αυτό οφείλεται στην αφαίρεση από το μοντέλο ενός εκ των δύο ειδικευόμενων γιατρών. Το μέσο και μέγιστο μήκος ουράς είναι 0,04 και 1,56 ασθενείς αντίστοιχα και ο μέσος και μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 2,66 και 22,90 λεπτά αντίστοιχα. Φαίνεται ότι παρ' όλο που αφαιρέθηκε ένας γιατρός, τα μήκη ουράς αλλά και οι χρόνοι αναμονής κινούνται σε φυσιολογικά πλαίσια και παραμένουν μικροί.
- Στο συγκεκριμένο τμήμα δεν έγινε καμία αλλαγή στον αριθμό των ειδικευμένων γιατρών. Αυτό έχει ως συνέπεια, τα νέα αποτελέσματα να μην έχουν και μεγάλες διαφορές με αυτά του προηγούμενου μοντέλου, όσον αφορά την ουρά για τον ειδικευμένο γιατρό. Το μέσο μήκος ουράς των ασθενών είναι 0,47, ενώ το μέγιστο 4,08. Επίσης, ο μέσος χρόνος αναμονής είναι 19,02 λεπτά ενώ ο μέγιστος 109,56 λεπτά. Αν συγκριθούν λοιπόν τώρα αυτές οι τιμές με αυτές του αρχικού μοντέλου θα φανεί ότι οι διαφορές είναι πολύ μικρές.



**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ**

Τμήμα	Ειδικευόμενος	Ασθενείς	Μέσος χρόνος αναμονής (λεπτά)	Μέγιστος χρόνος αναμονής (λεπτά)	Μέσος μήκος ουράς (ασθενείς)	Μέγιστο μήκος ουράς (ασθενείς)
ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	0,17	2,92	6,27	45,03	
	Ειδικευμένος	0,06	2,14	1,88	22,71	

Πίνακας 9.2-3: NEA QUEUE STATS ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

Βλέποντας τον πίνακα 9.2-3 και συγκρίνοντας με τον αντίστοιχο του πρώτου μοντέλου βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ύστερα από την αφαίρεση ενός από τους δύο ειδικευόμενους γιατρούς του συγκεκριμένου τμήματος, οι τιμές στα μήκη ουράς και στους χρόνους αναμονής έχουν αλλάξει, έχουν μια σχετική άνοδο σε σχέση με αυτές του αρχικού μοντέλου. Το μέσο μήκος ουράς ήταν 0,01 ασθενείς, ενώ τώρα είναι 0,17 και το μέγιστο μήκος ουράς ήταν 1,44 ασθενείς, ενώ τώρα είναι 2,92. Ακόμα έχουν αυξηθεί και οι χρόνοι αναμονής. Στο πρωτότυπο μοντέλο ο μέσος χρόνος αναμονής ήταν 0,49 λεπτά και τώρα έγινε 6,27 λεπτά και ο μέγιστος ήταν 8,39 λεπτά και έγινε 45,03. Με βάση το μέσο χρόνο αναμονής, η ουρά δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα.
- Αλλαγή όμως έχει γίνει και στην ουρά των ειδικευμένων γιατρών γιατί όπως έχει ήδη αναφερθεί, προστέθηκε ένας ακόμη ειδικευμένος. Ειδικά οι χρόνοι αναμονής των ασθενών έχουν μειωθεί αισθητά. Εκεί που στο πρωτότυπο μοντέλο ο μέγιστος χρόνος αναμονής πλησίαζε τις δύο ώρες, τώρα έχει μειωθεί στα 22,71 λεπτά. Αλλά και ο μέσος χρόνος αναμονής ενώ ήταν 17,12 λεπτά, μειώθηκε στα 1,88 λεπτά. Μείωση επίσης παρατηρείται στο μέσο και μέγιστο μήκος ουράς, που τώρα είναι 0,06 και 2,14 ασθενείς αντίστοιχα.

**ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**

Τμήμα	Ειδικευόμενος	Ασθενείς	Μέσος χρόνος αναμονής (λεπτά)	Μέγιστος χρόνος αναμονής (λεπτά)	Μέσος μήκος ουράς (ασθενείς)	Μέγιστο μήκος ουράς (ασθενείς)
ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	0,46	4,86	13,33	69,44	
	Ειδικευμένος	0,05	2,32	1,21	19,12	

Πίνακας 9.2-4: NEA QUEUE STATS ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ



Βλέποντας τον πίνακα 9.2-4 και συγκρίνοντας με τον αντίστοιχο του πρώτου μοντέλου βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Στις τιμές που αναφέρονται στην ουρά για τον ειδικευόμενο γιατρό, δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες αλλαγές γιατί ο αριθμός των ειδικευόμενων γιατρών στο συγκεκριμένο τμήμα δεν άλλαξε. Το μέσο και μέγιστο μήκος ουράς είναι 0,46 και 4,86 ασθενείς αντίστοιχα. Ο μέσος και μέγιστος χρόνος αναμονής είναι 13,33 λεπτά και 69,44 λεπτά αντίστοιχα. Όπως φαίνεται αλλά και όπως ήταν αναμενόμενο, η προσθήκη ενός ειδικευμένου γιατρού στο τμήμα, δεν επηρεάζει την ουρά για τους ειδικευόμενους γιατρούς.
- Αντιθέτως, οι τιμές που αφορούν την ουρά των ειδικευμένων γιατρών, έχουν μειωθεί αισθητά. Μεγάλη διαφορά εντοπίζεται στους μέσους και μέγιστους χρόνους αναμονής που είναι 1,21 λεπτά και 19,12 λεπτά αντίστοιχα, ενώ πριν ήταν 19,10 λεπτά και 113,38 λεπτά αντίστοιχα, δηλαδή ο προηγούμενος μέγιστος χρόνος αναμονής πλησίαζε τις δύο ώρες ενώ τώρα είναι 20 λεπτά. Μείωση επίσης παρατηρείται και στο μέσο και μέγιστο μήκος ουράς που τώρα έχουν κατέβει στους 0,05 και 2,32 ασθενείς αντίστοιχα.

### 9.2.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Αφού αναλύθηκαν οι αλλαγές που έγιναν στα αποτελέσματα των Queue Stats ακολουθεί η ανάλυση των αλλαγών των Activity Stats από τα οποία μπορεί να διαπιστωθεί αν άλλαξε η χρησιμότητα των γιατρών. Παρακάτω θα παρατεθούν τέσσερα πινακάκια όπου το κάθε ένα αντιπροσωπεύει ένα τμήμα. Υπάρχουν μόνο τα τμήματα του νοσοκομείου στα οποία έγιναν αλλαγές και οι τιμές, όπως και στα πινακάκια του κεφαλαίου 10 αναφέρονται σε μέσους όρους.

### ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ	ΓΙΑΤΡΟΙ	Μέσος	Μέγιστος	Ποσοστό
ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος 1	48,26	47,92	0,49
	Ειδικευόμενος 2	30,92	30,9	0,31
	Ειδικευμένος 1	50,36	50	0,48
	Ειδικευμένος 2	30,66	30,54	0,29
	Ειδικευμένος 3	16	15,96	0,16

Πίνακας 9.2-5: ΝΕΑ ACTIVITY STATS ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 9.2-5 μπορούν να διακριθούν οι εξής αλλαγές:

- Στο συγκεκριμένο τμήμα έχει αφαιρεθεί ένα ειδικευόμενος γιατρός. Φαίνεται λοιπόν ότι η χρησιμότητα των ειδικευόμενων γιατρών που έχουν απομείνει είναι αρκετά υψηλή και σίγουρα πιο υψηλή απ' ότι πριν αφαιρεθεί ο τελευταίος ειδικευόμενος. Πιο συγκεκριμένα ο ειδικευόμενος 1 έχει χρησιμότητα 49% και ο δεύτερος 31%, ενώ πριν είχαν 43% και 24% αντίστοιχα. Δηλαδή ο κάθε ένας ξεχωριστά δουλεύει περισσότερο και εξυπηρετεί περισσότερους ασθενείς.
- Επίσης, στο συγκεκριμένο τμήμα προστέθηκε ένας ειδικευόμενος γιατρός λόγω της μεγάλης ουράς που διαπιστώθηκε στα Queue Stats του πρωτότυπου μοντέλου. Έτσι, οι χρησιμότητες των ειδικευμένων γιατρών 1, 2 και 3 είναι 48%, 29% και 16% αντίστοιχα. Τα ποσοστά έχουν μειωθεί σε σχέση με αυτά του αντίστοιχου πίνακα του κεφαλαίου 10 που ήταν για τον ειδικευμένο γιατρό 1 54% και για τον ειδικευμένο γιατρό 2 37%.

### ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ

Τμήμα	Γιατρός	Αριθμός	Χρησιμότητα	Μείωση
<b>ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ</b>	<b>Ειδικευόμενος</b>	<b>19,92</b>	<b>19,86</b>	<b>0,14</b>

Πίνακας 9.2-6: NEA ACTIVITY STATS ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 9.2-6 μπορούν να διακριθούν οι εξής αλλαγές:

- Σε αυτό το τμήμα έγινε μόνο μια αλλαγή. Αφαιρέθηκε ένας ειδικευόμενος γιατρός γιατί τα αποτελέσματα των Activity Stats του δέκατου κεφαλαίου έδειχναν ότι οι ειδικευόμενοι είχαν πολύ μικρή χρησιμότητα. Τώρα ο ειδικευόμενος γιατρός που έμεινε στο τμήμα έχει χρησιμότητα 14%. Κι εδώ το ποσοστό είναι αρκετά χαμηλό αλλά έχει αυξηθεί σε σύγκριση με το πρωτότυπο μοντέλο που ήταν 11%.



**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ**

Τμήμα	Ειδικευόμενος	2019	2020	Αλλαγή
ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευόμενος	36,18	36,02	0,24
	Ειδικευμένος 1	14,4	14,38	0,10
	Ειδικευμένος 2	32,22	31,96	0,27

Πίνακας 9.2-7: NEA ACTIVITY STATS ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

Από τον πίνακα 9.2-7 μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι εξής αλλαγές:

- Μετά την αφαίρεση από το τμήμα ενός από τους δύο ειδικευόμενους γιατρούς, η χρησιμότητα αυτού που έχει απομείνει πήγε στα 24%. Το ποσοστό έχει ανέβει σε σύγκριση με τα αυτά του κεφαλαίου 10 που ήταν 19% για τον ειδικευόμενο 1 και 6% για τον ειδικευόμενο 2.
- Επίσης, στο ίδιο τμήμα προστέθηκε κι ένας ειδικευμένος γιατρός. Τώρα ο ειδικευμένος γιατρός 1 έχει 10% χρησιμότητα ενώ ο ειδικευμένος γιατρός 2 έχει 27%. Προσθέτοντας τα δύο αυτά ποσοστά προκύπτει ως αποτέλεσμα τη χρησιμότητα του μοναδικού ειδικευμένου γιατρού του τμήματος που υπήρχε στο πρώτο μοντέλο.

**ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**

Τμήμα	Ειδικευόμενος	2019	2020	Αλλαγή
ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ	Ειδικευμένος 1	19,66	19,64	0,14
	Ειδικευμένος 2	37,1	36,96	0,33

Πίνακας 9.2-8: NEA ACTIVITY STATS ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

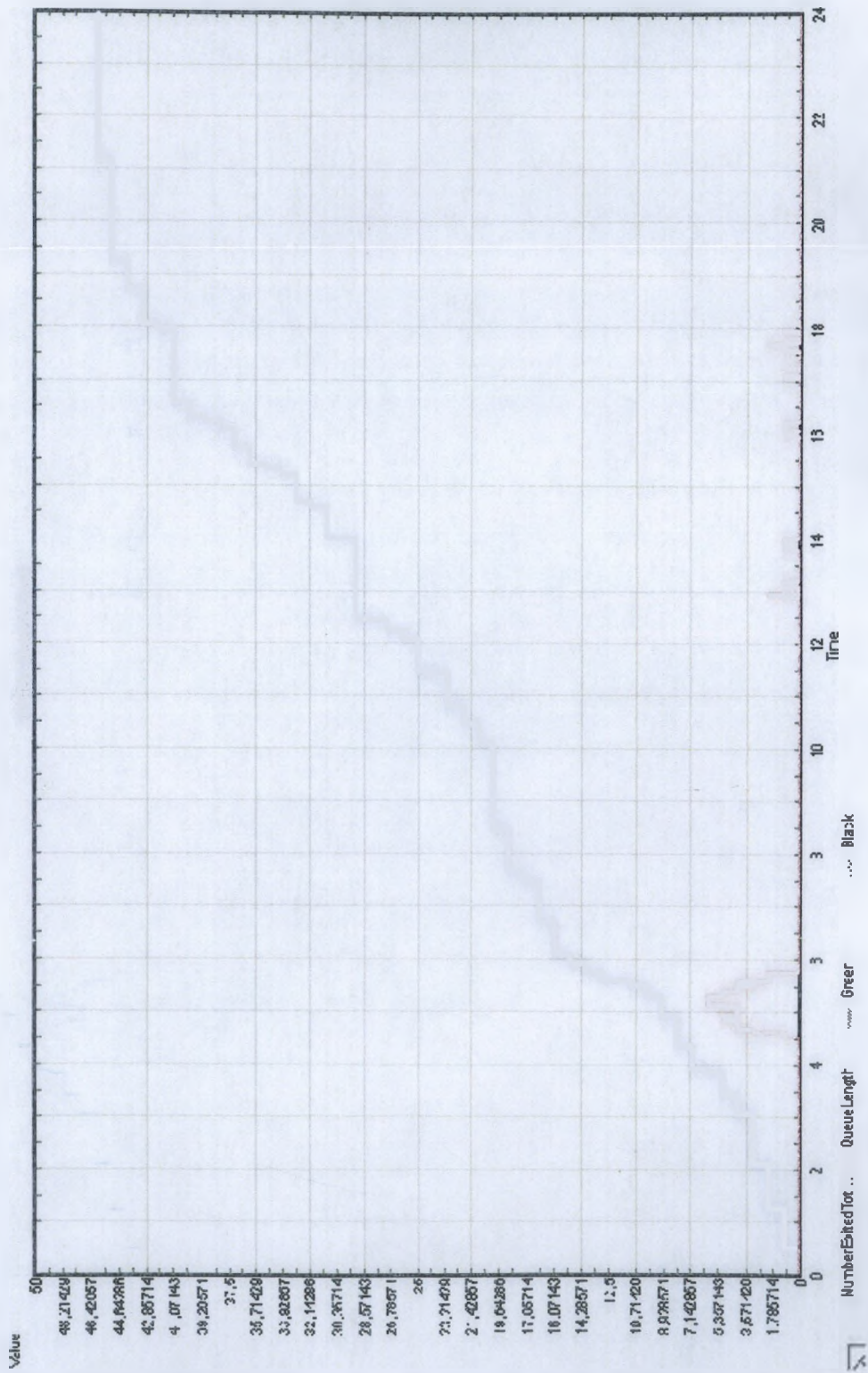
Από τον πίνακα 9.2-8 μπορούν να διακριθούν οι εξής αλλαγές:

- Στο ενδοκρινολογικό τμήμα έγινε προσθήκη ενός ακόμη ειδικευμένου γιατρού. Οι χρησιμότητες πλέον είναι 14% για τον ειδικευόμενο γιατρό 1 και 33% για τον ειδικευόμενο γιατρό 2. Το άθροισμα των δύο αυτών ποσοστών είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό χρησιμότητας που είχε ο μοναδικός ειδικευμένος γιατρός του τμήματος στο πρωτότυπο μοντέλο.



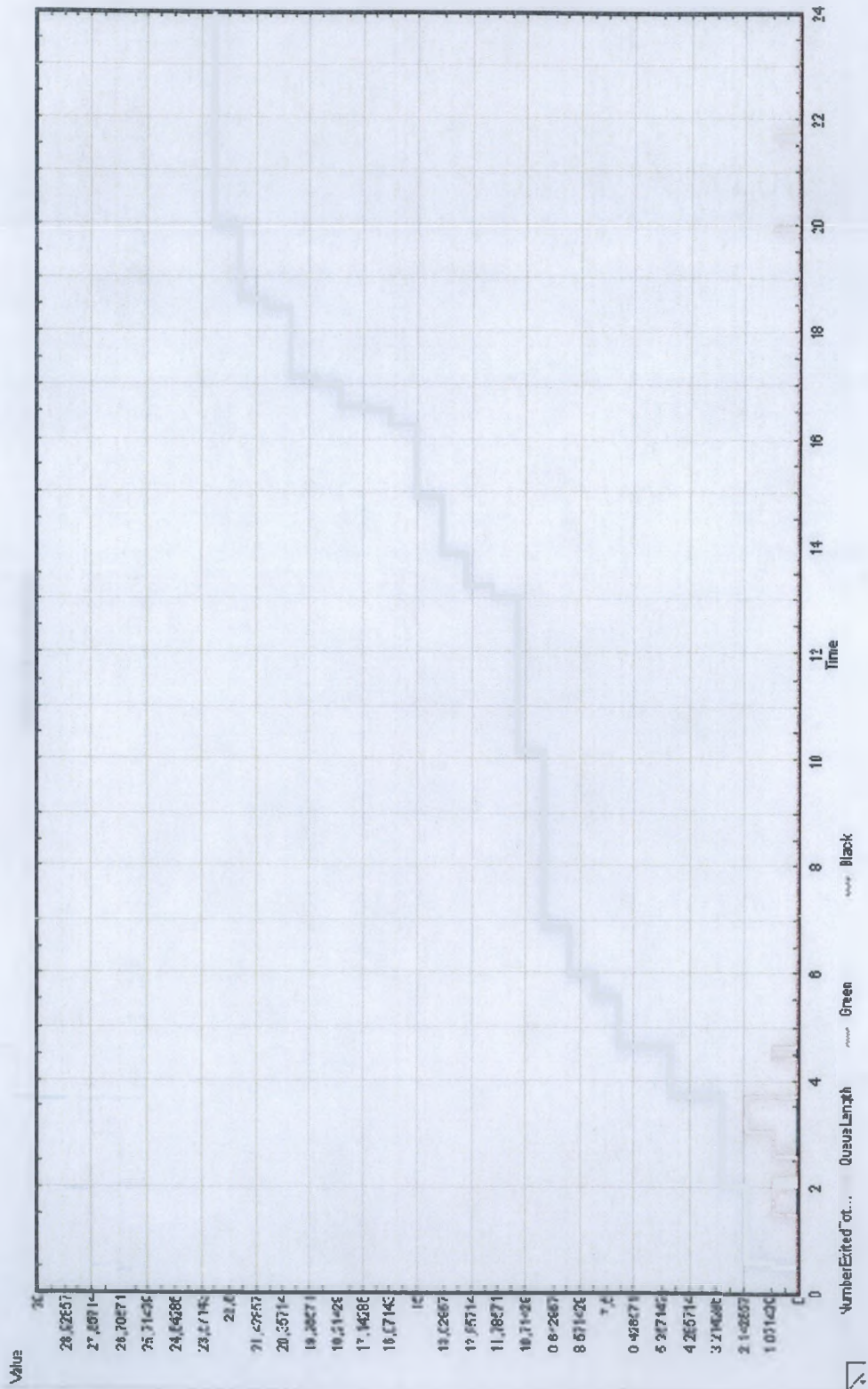
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα του παθολογικού, ακτινολογικού, καρδιολογικού και ενδοκρινολογικού τμήματος. Δηλαδή, τα διαγράμματα των τμημάτων στα οποία έγιναν αλλαγές, έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητή η ανάλυση των αποτελεσμάτων.

**ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 9.2-1: NEO PLOTTER ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ

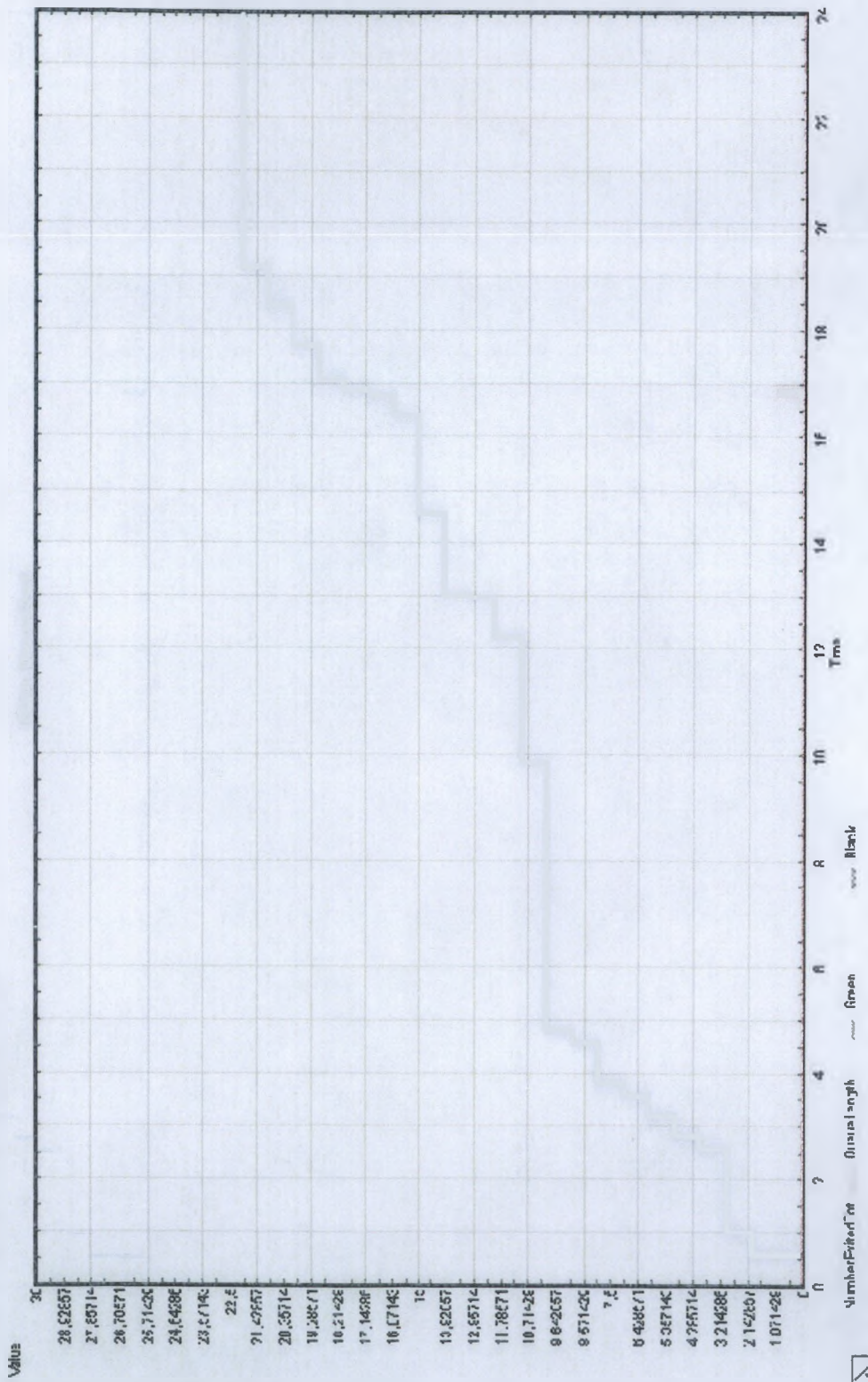
**ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 9.2-2: ΝΕΟ PLOTTER ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

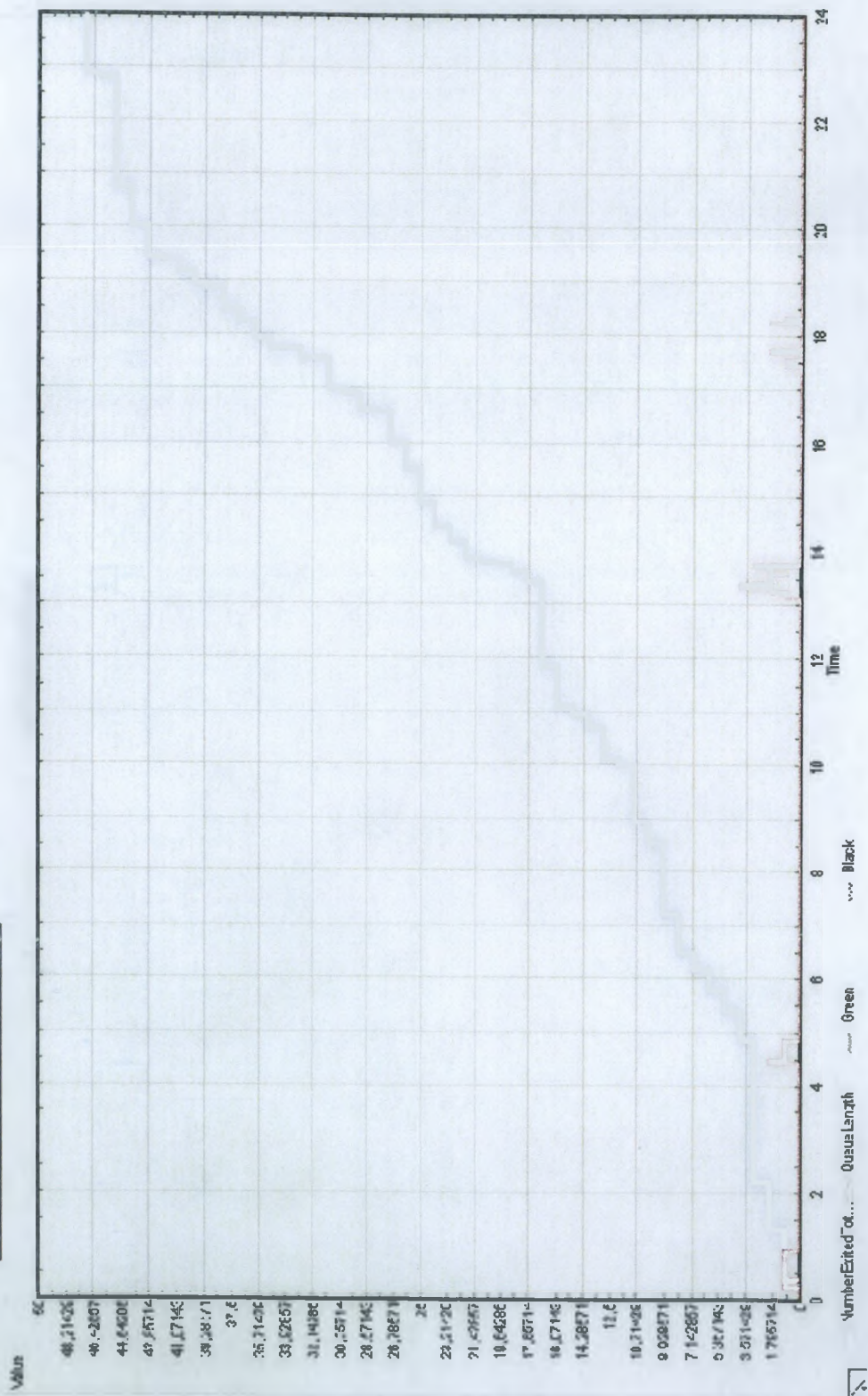


**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 9.2-3: NEO PLOTTER ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

**ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**



Σχήμα 9.2-4: NEO PLOTTER ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ

Τα παραπάνω διαγράμματα ερμηνεύονται με τον ίδιο τρόπο όπως τα αντίστοιχα του δέκατου κεφαλαίου.

Γενικότερα είναι φανερό ότι σε όλα τα τμήματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν αλλαγές, παρατηρείται τόσο εξομάλυνση, όσο και μείωση της ουράς. Ειδικότερα, διαπιστώνεται δραστική μείωση της ουράς τόσο στο καρδιολογικό όσο και στο Ενδοκρινολογικό τμήμα. Ενώ προηγουμένως στο καρδιολογικό τμήμα η ουρά είχε φτάσει τους 7 ασθενείς και παρουσίαζε γενικότερα μεγάλη αστάθεια, τώρα ουρά εμφανίζεται μόνο στο χρονικό σημείο των 17 ωρών και με ύψος μόλις ενός ατόμου.

Επίσης, μείωση της ουράς διαπιστώνεται και στο παθολογικό αλλά και στο Ακτινολογικό τμήμα αλλά η διαφορά είναι πιο μικρή απ' ότι στα άλλα δύο τμήματα. Για παράδειγμα, στο παθολογικό τα διαστήματα χωρίς ύπαρξη ουράς είναι πολύ πιο μεγάλα απ' ότι στο αντίστοιχο διάγραμμα του κεφαλαίου 10.



## **10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

## 10.1 Συνοψίζοντας

Όπως έχει ήδη γίνει κατανοητό, το νόημα και η χρηστικότητα του Extend, όπως και κάθε προγράμματος προσομοίωσης δεν έγκειται στο να δώσει έτοιμες τις λύσεις στα προβλήματα που εξετάζονται. Η ουσία των εφαρμογών του είναι να βοηθήσει στην επαλήθευση και επιβεβαίωση των σκέψεων του χειριστή για τη βελτίωση του πραγματικού συστήματος. Έτσι καθίσταται δυνατό, ουσιαστικά χωρίς κόστος, να δοκιμαστούν εναλλακτικά σενάρια μέχρι να καταλήξει ο χρήστης σε αυτό που θα δώσει τη βέλτιστη λύση.

Έτσι και στο συγκεκριμένο μοντέλο, δεν αναμένεται εκ των προτέρων να επαληθευθούν όλες οι προτάσεις, αλλά περισσότερο επιδιώκεται να αξιολογηθούν και στη συνέχεια είτε να διαμορφωθούν σε προτάσεις, είτε να απορριφθούν. Παρακάτω θα αξιολογηθούν, μία προς μία οι επιπτώσεις των αλλαγών στο πρωτότυπο μοντέλο.

Στην περίπτωση του παθολογικού τμήματος, η αφαίρεση του ενός από τους τρεις ειδικευόμενους γιατρούς αφ' ενός μεν βελτίωσε αισθητά τις χρησιμότητες των εναπομεινάντων γιατρών αφ' εταίρου δε προκάλεσε αισθητή αύξηση του μέσου χρόνου αναμονής των ασθενών, και πολύ περισσότερο του μέγιστου χρόνου αναμονής. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι προήλθε περισσότερο κακό παρά καλό από την αλλαγή αυτή.

Αντίθετα, η προσθήκη ενός ακόμη ειδικευμένου γιατρού στο ίδιο τμήμα κρίνεται θετική, καθώς η μεγάλη μείωση της ουράς αναμονής είναι ακριβώς το ευκαίριο αποτέλεσμα.

Η επόμενη αλλαγή, αυτή που αφορά στη μείωση του προσωπικού των ειδικευόμενων γιατρών κατά έναν στο ακτινολογικό τμήμα έφερε θετικά αποτελέσματα. Αυτό προκύπτει από την αύξηση της χρησιμότητας του μοναδικού πλέον ειδικευόμενου του τμήματος, χωρίς παράλληλα να αυξηθεί ιδιαίτερα το μήκος της ουράς.

Το επόμενο υπό εξέταση τμήμα είναι το καρδιολογικό, στο οποίο οι ίδιες αλλαγές όπως και αυτές που πραγματοποιήθηκαν και στο παθολογικό τμήμα, επέφεραν αντίστοιχα αποτελέσματα και κρίνονται με τον ίδιο τρόπο. Φαίνεται λοιπόν ως αρνητική η αποδυνάμωση του τμήματος κατά έναν ειδικευόμενο γιατρό ενώ αντίθετα κρίνεται ως θετική η προσθήκη ενός ειδικευμένου γιατρού.

Η δραστικότερη αλλαγή από όλες είναι η προσθήκη ενός ειδικευμένου γιατρού στο ενδοκρινολογικό τμήμα, όπου ο χρόνος αναμονής των ασθενών έπεσε από τα ανησυχητικά επίπεδα του αρχικού μοντέλου.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω συμπεράσματα και σε απόλυτη συμφωνία με αυτά μπορεί να χαρακτηριστεί ως γενικότερη εικόνα της νοσοκομειακής μονάδας την έλλειψη ειδικευμένων γιατρών σε αντίθεση με τον πλεονασματικό αριθμό των ειδικευόμενων.

## 10.2 Προτάσεις

Έχοντας γίνει σαφή τα όσα ειπώθηκαν στην παράγραφο 12.1 δε μένει παρά να διαμορφωθούν οι τελικές προτάσεις της εργασίας αυτής. Προτείνονται λοιπόν τα εξής:

- ✓ Προσθήκη ενός ειδικευμένου γιατρού στο παθολογικό τμήμα.
- ✓ Αφαίρεση ενός ειδικευμένου γιατρού στο ακτινολογικό τμήμα.
- ✓ Προσθήκη ενός ειδικευμένου γιατρού στο καρδιολογικό τμήμα, και
- ✓ Προσθήκη ενός ακόμη ειδικευμένου στο ενδοκρινολογικό τμήμα.

Σε συμπλήρωση των παραπάνω να σημειωθεί ότι η αφαίρεση οποιουδήποτε γιατρού από κάποιο τμήμα της μονάδας δεν συνεισφέρει σε καμία περίπτωση στην εύρυθμη λειτουργία της. Από τη σκοπιά της αποδοτικότητας είναι προτιμότερο να υπάρχουν γιατροί με χαμηλή χρησιμότητα από το να υστερεί σε χρόνο και ποιότητα η φροντίδα των ασθενών. Το κατά πόσο θα μπορούσε ο αριθμός κάποιων γιατρών να θεωρηθεί πλεονασμός, είναι στην κρίση της διοίκησης του νοσοκομείου και σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης. Πάντως, η κατά τα παραπάνω αφαίρεση ενός ειδικευμένου γιατρού στο ακτινολογικό τμήμα εμπεριέχεται στις προτάσεις αποκλειστικά λόγω της πολύ μικρής επίδρασής της στο χρόνο αναμονής των ασθενών.

Οι διατυπωμένες αυτές προτάσεις, σε μία ενδεχόμενη εφαρμογή τους, θα μπορούσαν να βελτιώσουν το επίπεδο των υπηρεσιών των γιατρών, όσο και την εικόνα ολόκληρης της νοσοκομειακής μονάδας Πολυκλινικής Αθηνών. Η χρήση ενός μοντέλου προσομοίωσης αποδείχτηκε ότι είναι σε θέση όχι μόνο να βελτιώσει τα αποτελέσματα ενός κερδοσκοπικού οργανισμού. Ηθικά μεγαλύτερο επίτευγμα είναι η δυνατότητα να βελτιώσει το κοινωνικό πρόσωπο μίας χώρας επιτυγχάνοντας τη φροντίδα προς αυτούς που την έχουν περισσότερο ανάγκη. Καμία επιστήμη και καμία τεχνολογία δεν έχει νόημα αν δεν μπορεί να υπηρετήσει και να προσφέρει στον άνθρωπο και τις αξίες του. Αυτοί που δεν μπόρεσαν παρά να γίνουν το επίκεντρο της ολοκληρωθείσας αυτής εργασίας ήταν οι έχοντες ανάγκη, οι ασθενείς.



## **11 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Κάθε πρόγραμμα προσομοίωσης πρέπει να είναι ικανό να προσαρμόζεται στο είδος του προβλήματος που αντιμετωπίζεται. Με μερικά εργαλεία μοντελοποίησης ο χειριστής μπορεί να χτίσει ένα μοντέλο προσομοίωσης που να αντιπροσωπεύει την πραγματική συμπεριφορά του υπό εξέταση συστήματος. Ο επιπλέον χρόνος που χρειάζεται για να προσδιοριστούν και να χτιστούν τα συστατικά του συστήματος προσαυξάνουν τη διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου. Το Extend είναι σχεδιασμένο ώστε να μειώνει θεαματικά την ανάγκη δημιουργίας πρόσθετων συστατικών. Η ποικιλία που παρέχει τόσο στα εργαλεία όσο και στους δυνατούς τρόπους συνδυασμού μεταξύ τους επιτρέπει στον χειριστή να προσδώσει στο μοντέλο τα στοιχεία του πραγματικού συστήματος άμεσα.

Από τη στιγμή που ένα μοντέλο έχει ολοκληρωθεί ο χειριστής πρέπει πρώτα να επιβεβαιώσει ότι το μοντέλο δουλεύει όπως αυτός πιστεύει ότι θα έπρεπε και στη συνέχεια να επαληθεύσει ότι το μοντέλο εξασφαλίζει λογική ομοιότητα με το πραγματικό σύστημα. Το Extend έχει το πλεονέκτημα να κάνει τον τρόπο λειτουργίας ενός μοντέλου απολύτως ορατό. Το προφανές της λειτουργίας περιλαμβάνει δυνατότητα προβολής ιστορικού για τη συμπεριφορά του μοντέλου και τις αλληλεπιδραστικές σχέσεις μέσα σ' αυτό, παρέχοντας ταυτόχρονα μια ευδιάκριτη αίσθηση του χρόνου. Τα εργαλεία αυτά περιορίζουν το χρόνο που χρειάζεται για να κερδίσει το μοντέλο την εμπιστοσύνη του χειριστή.

Στην τελική του μορφή το μοντέλο παρέχει τη δυνατότητα της κατανόησής του ακόμη και από κάποιον που δε γνωρίζει το πρόγραμμα. Το Extend περιλαμβάνει εργαλεία drag-and-drop καθώς και δυνατότητα σύνδεσης με Excel και Access που καθιστούν, στις περισσότερες των περιπτώσεων, περιττή τη γνώση προγραμματισμού και μειώνουν αισθητά τον απαιτούμενο χρόνο δημιουργίας ενός απολύτως ρεαλιστικού μοντέλου.

Τέλος, αν το σύστημα αποδειχθεί απαιτητικό απέναντι στο μοντέλο, το Extend παρέχει μία πλήρη γλώσσα προγραμματισμού, την ModL, μια γλώσσα αρκετά πιο ισχυρή από αυτές που παρέχουν άλλα προγράμματα προσομοίωσης.

Οι παράγοντες αυτοί συνδυάζονται και καθιστούν δυνατή την προσομοίωση κάθε μικρού ή μεγάλου συστήματος.

## 11.2 Τρόπος λειτουργίας του Extend

Οι βρόγχοι που εκφράζουν το σύστημα δημιουργούνται από τους ακροδέκτες που συνδέουν τα δομικά στοιχεία (μπλοκς) του Extend με τα υπόλοιπα στοιχεία του μοντέλου. Με λευκό χρώμα εμφανίζονται οι ακροδέκτες εισόδου, ενώ τους ακροδέκτες εξόδων τους συναντάμε με μαύρο χρώμα. Το περιβάλλον παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης περισσοτέρων από ένα μπλοκ σε μία έξοδο ενώ στην είσοδο περιορίζεται στο ένα μπλοκ. Έτσι, στο μοντέλο της συγκεκριμένης εργασίας δύναται από τους ακροδέκτες να φανεί το πλήθος των ασθενών σε αναμονή.

Εφόσον σε κάθε μοντέλο υπάρχουν πολλά μπλοκς που αλυσιδωτά συνδέονται μεταξύ τους, είναι αυτονόητο ότι κάθε μπλοκ με τα αποτελέσματα των υπολογισμών του επηρεάζει τα αποτελέσματα των επομένων κατά τον τρόπο και τη σειρά που αυτά συνδέονται μεταξύ τους. Αυτή η σειρά επαναλαμβάνεται σε κάθε γεγονός της προσομοίωσης. Προκειμένου να λειτουργεί ομαλά κάθε μοντέλο στο Extend το πρόγραμμα έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να ακολουθεί πιστά τους εξής κανόνες:

- ◆ Τα μπλοκ του μοντέλου που δημιουργούν εισόδους βρίσκονται πάντα πρώτα.
- ◆ Κατά τη λογική αυτή ακολουθούν τα μπλοκς που συνδέονται με τα πρώτα με τη σειρά και την κατεύθυνση των συνδέσεων αυτών.
- ◆ Τα μπλοκς που δε συνδέονται με άλλα, καθώς και αυτά τα οποία έχουν μόνο εισόδους που συνδέονται με άλλες εισόδους ακολουθούν το βασικότατο κανόνα "left to right", δηλαδή, από αριστερά προς τα δεξιά.

Ο τελευταίος αυτός κανόνας λόγω της σπουδαιότητάς του για τη λειτουργικότητα του προγράμματος extend κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί περαιτέρω. Σημαίνει ότι το μπλοκ που βρίσκεται προς τα αριστερά γίνεται αντιληπτό από το extend ως πρώτο, το δεύτερο από αριστερά ως δεύτερο κ.ο.κ.. Τα μπλοκ με ισοδύναμα αριστερά άκρα τοποθετούνται στο περιβάλλον το ένα κάτω από το άλλο. Να σημειωθεί ότι αν σε κάποιο σημείο παρουσιαστεί η ανάγκη να γυρίσει το μοντέλο προς τα αριστερά, πρέπει να είναι σίγουρο πως τα μπλοκς που υπολογίζουν τιμές είναι πιο αριστερά από αυτά που τις χρειάζονται. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι δεν θα "μπερδευτεί" το πρόγραμμα δημιουργώντας καθυστέρηση στους εκάστοτε υπολογισμούς. Σαφές είναι πλέον ότι η ροή κάθε προσομοίωσης στο Extend πραγματοποιείται από τα αριστερά προς τα δεξιά.







Πρώτο βήμα κατά τη διαδικασία δημιουργίας ενός μοντέλου προσομοίωσης στο Extend είναι να δοθεί στο μοντέλο η αίσθηση του χρόνου, δηλαδή να τεθεί η χρονική υποδιαίρεση της προσομοίωσης, το διάστημα ανάμεσα σε κάθε βήμα της. Ανάλογα με το εκάστοτε πρόβλημα που αντιμετωπίζεται το διάστημα αυτό μπορεί να πάρει τιμές ενός λεπτού, μιας ώρας, μιας εβδομάδας κ.ο.κ. Επόμενο βασικό βήμα είναι να ανοιχτούν οι βιβλιοθήκες της επιλογής του χρήστη. Οι βιβλιοθήκες αυτές δεν είναι παρά εργαλειοθήκες που περιέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για τη δημιουργία του μοντέλου, τα δομικά του στοιχεία ή μπλοκς (παρ. 3.1). Τα μπλοκς αυτά παραμετροποιούνται και συνδέονται μεταξύ τους με τρόπο ανάλογο της περίπτωσης (παρ. 3.2). Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται συσχετισμοί και λογικές σειρές μέσα στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης κατανομής (παρ. 3.3) από τις οποίες εξάγονται τα επιθυμητά συμπεράσματα για την έρευνα.


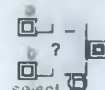
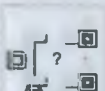





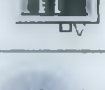






Σε κάθε μοντέλο ανάλογα με το είδος του και τις απαιτήσεις του από το χειριστή επιλέγονται οι βιβλιοθήκες που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις αυτές παρέχοντάς τα δομικά στοιχεία (μπλοκς) που προσδίδουν στο σύστημα τη ρεαλιστική απεικόνισή του. Μία βασική βιβλιοθήκη που απαιτείται για τη δημιουργία οποιουδήποτε μοντέλου είναι η Διακριτού χρόνου (Discrete Event). Αυτή περιέχει το μπλοκ του συγχρονιστή (Executive), το οποίο είναι απαραίτητο για κάθε μοντέλο προσομοίωσης. Φυσικά υπάρχουν και άλλες βιβλιοθήκες που παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία του μοντέλου. Αφού λοιπόν ανοιχτούν οι βιβλιοθήκες αυτές γίνεται η εισαγωγή των δομικών στοιχείων από αυτές στο χώρο σχεδιασμού που υπάρχει για το μοντέλο. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει ότι έχει γίνει μια μελέτη για το σχεδιασμό του μοντέλου, δηλαδή έχει προσχεδιαστεί το μοντέλο ώστε να κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας τα δομικά στοιχεία του Extend στον υπολογιστή. Για να επιλεγεί λοιπόν το μπλοκ που θα εισαχθεί "κλικάρεται" το αντίστοιχο εικονίδιο και με τη διαδικασία drag-and-drop (έχει αναφερθεί πιο πάνω) προστίθεται το στοιχείο στο μοντέλο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις βιβλιοθήκες. Για τη δημιουργία του μοντέλου της εργασίας αυτής και τη ρεαλιστική απεικόνισή του χρησιμοποιήθηκαν μπλοκς από αυτές τις βιβλιοθήκες.

Σχήμα 11.4-1: BIBΛΙΟΘΗΚΗ DISCRETE EVENT

BLOCK		ΧΡΗΣΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
	Generator	Εισάγει μονάδες σε προκαθορισμένους χρόνους σε μια προσομοίωση διακριτών γεγονότων
	Program	Ταξινομεί τις μονάδες
	Queue, Attribute	Δημιουργεί μία ουρά στην οποία οι μονάδες αποκτούν προτεραιότητα με βάση ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά τους
	Queue, FIFO	Δημιουργεί μία First In - First Out ουρά
	Queue, LIFO	Δημιουργεί μία Last In - First Out ουρά
	Queue, Priority	Δημιουργεί μία ουρά η οποία προωθεί πρώτα τη μονάδα με τη μεγαλύτερη προτεραιότητα
	Resource	Πηγή μονάδων με συγκεκριμένο αρχικό πλήθος
	Activity, Delay	Συγκρατεί μία μονάδα για ορισμένο διάστημα
	Activity, Delay, Attributes	Συγκρατεί μία μονάδα για διάστημα ανάλογο ενός χαρακτηριστικού της
	Activity, Multiple	Συγκρατεί έναν αριθμό μονάδων και τις προωθεί ανάλογα με τη σειρά άφιξης και το χρόνο παραμονής της
	Activity, Service	Πρωθεί τις μονάδες μόνο όταν ειδοποιείται από μία εξωτερική τιμή
	Batch	Ομαδοποιεί μονάδες που στη συνέχεια θα αντιμετωπιστούν ως μία
	Unbatch	Διαιρεί μία μονάδα σε πολλές ίδιες



	Combine	Ένωση πολλών διαδρομών σε μία
	Select DE Input	Επιλέγει μία από τις εισόδους βάσει της τιμής ελέγχου
	Select DE Output	Επιλέγει μία από τις εξόδους βάσει της τιμής ελέγχου
	Get Attribute	Διαβάζει την τιμή ενός χαρακτηριστικού μίας μονάδας
	Get Priority	Διαβάζει το βαθμό προτεραιότητας που χαρακτηρίζει μία μονάδα
	Set Attribute	Προσδίδει τιμές σε χαρακτηριστικά μίας μονάδας
	Set Priority	Προσδίδει το βαθμό προτεραιότητας σε μία μονάδα
	Set Value	Ορίζει την τιμή μίας μονάδας
	Executive	Ελέγχει το χρόνο και το πέρασμα των γεγονότων σε μοντέλο διακριτών γεγονότων. Μπαίνει αριστερότερα από όλα τα άλλα μπλοκς
	Exit	Έξοδος μονάδας από το μοντέλο
	Information	Καταγράφει πληροφορίες για τις μονάδες που περνούν από αυτό
	Plotter, Discrete Event	Δίνει σε διάγραμμα τα αποτελέσματα της προσομοίωσης
	Show Times	Καταγράφει πότε το επόμενο γεγονός θα πραγματοποιηθεί για κάθε μπλοκ που κινεί γεγονότα στο μοντέλο
	Status	Καταγράφει και εμφανίζει πληροφορίες για μία μονάδα ή τιμές που περνούν μέσα από τα μπλοκς
	Timer	Καταγράφει το διάστημα που θέλει μία μονάδα για να περάσει ένα συγκεκριμένο διάστημα του μοντέλου






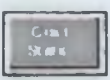



Σχήμα 11.4-2: BIBΛΙΟΘΗΚΗ GENERIC

BLOCK		ΧΡΗΣΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
	Add	Προσθέτει τις τρεις εισόδους στα αριστερά του μπλοκ
	Divide	Διαχωρίζει την είσοδο που βρίσκεται ψηλότερα από αυτή που βρίσκεται χαμηλότερα στο μπλοκ
	Exponent	Εξισώνει τη δύναμη των δύο παραπάνω εισόδων στο μπλοκ
	Financials	Υπολογίζει την τιμή μίας μεταβλητής συναρτήσεως των άλλων τεσσάρων (επιτόκιο, περίοδος πληρωμής, τρέχουσα τιμή, μέλλουσα τιμή, πληρωμή-δόση)
	Mean, Variance	Υπολογίζει τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση των εισόδων
	Multiply	Πολλαπλασιάζει μία είσοδο με μία άλλη
	Subtract	Αφαιρεί τη χαμηλότερη είσοδο από την υψηλότερη
	Constant	Παράγει μία σταθερή τιμή για κάθε βήμα
	File Input	Διαβάζει δεδομένα από ένα αρχείο
	Input Data	Δημιουργεί μία καμπύλη δεδομένων από ένα πίνακα τιμών βασιζόμενο στο χρόνο
	Input Function	Παράγει μία συνάρτηση
	Input Random Number	Παράγει ακέραιους ή ρητούς σύμφωνα με μία στατιστική κατανομή
	System Variable	Επιτρέπει τον έλεγχο κάποιων ειδικών μερών του μοντέλου
	File Output	Γράφει δεδομένα σε ένα αρχείο
	Help	Δείχνει το αρχείο Help

	Read Out	Καταγράφει την τιμή του συνδέσμου εισόδου σε κάθε βήμα της προσομοίωσης
	Logical AND	Υλοποιεί τη λογική AND πράξη στις τιμές των εισόδων
	Logical NOT	Υλοποιεί τη λογική NOT πράξη στις τιμές των εισόδων
	Logical OR	Υλοποιεί τη λογική OR πράξη στις τιμές των εισόδων
	Max & Min	Βρίσκει τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή των εισόδων
	Select Input, Select Input (5)	Επιλέγει ως έξοδο μια από τις εισόδους βάσει της τιμής ελέγχου
	Select Output, Select Output (5)	Επιλέγει μια από τις εξόδους βάσει της τιμής ελέγχου

Σχήμα 11.4-3: ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ STATISTICS

### Η ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ STATISTICS

BLOCK	ΧΡΗΣΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
	Activity Stats Αντιγράφει τα στατιστικά στοιχεία από όλες τις δραστηριότητες
	Clear Statistics Διαγράφει στατιστικά στοιχεία
	Cost By Item Αντιγράφει στατιστικά κόστους από όλες τις μονάδες που περνούν από αυτό
	Costs Stats Αντιγράφει στατιστικά κόστους από όλα τα μπλοκ που παράγουν κόστος
	Mean & Variance Stats Αντιγράφει στατιστικά από όλα τα Mean & Variance Stats μπλοκ
	Queue Stats Αντιγράφει στατιστικά από όλα τα Queue Stats μπλοκ
	Resource Stats Αντιγράφει στατιστικά από όλες τις πηγές του μοντέλου



Τώρα θα αναλυθούν σε λίγες γραμμές μερικά από τα σημαντικότερα μπλοκ των βιβλιοθηκών αυτών, τα οποία χρησιμοποιούνται και για τη δημιουργία του μοντέλου της εργασίας αυτής:

### Συγχρονιστής (Executive)



Το μπλοκ αυτό αποτελεί την καρδιά κάθε μοντέλου διακριτού χρόνου. Πρέπει να τοποθετείται στην πάνω αριστερή γωνία του μοντέλου και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του χρόνου και του τερματισμού της προσομοίωσης. Γενικά, δε χρειάζεται να αλλάξει κανείς τίποτα στις ρυθμίσεις του συγκεκριμένου μπλοκ. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

### Γεννήτρια (Generator)



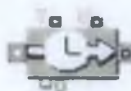
Η γεννήτρια χρησιμοποιείται για την παραγωγή και εισαγωγή στο μοντέλο αντικειμένων, σύμφωνα με μια προκαθορισμένη κατανομή. Μπορεί κανείς να διαλέξει από ένα πλήθος διαθέσιμων κατανομών στο παράθυρο επιλογών του μοντέλου. Ανάλογα με την επιλεγμένη κατανομή, απαιτούνται 1, 2 ή 3 ορίσματα, τα οποία καθορίζουν τα χαρακτηριστικά της κατανομής. Τα αντικείμενα δημιουργούνται στα χρονικά πλαίσια που ορίζουν οι κατανομές. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

### Ουρά αναμονής (Queue)



Το μπλοκ αυτό υλοποιεί μια ουρά αναμονής first-in-first-out (FIFO). Ο μέγιστος αριθμός αντικειμένων που μπορούν να περιμένουν σε αυτή ορίζεται από το μενού επιλογών. Δίνεται η δυνατότητα να τερματιστεί η προσομοίωση, όταν γεμίσει η ουρά. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

### Δραστηριότητα (Activity Delay)



Το μπλοκ αυτό δημιουργεί μια καθυστέρηση στο αντικείμενο (ασθενή) που διέρχεται το μπλοκ για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που ορίζεται στο πλαίσιο διαλόγου του μπλοκ. Με το μπλοκ αυτό προσομοιώνεται η λειτουργία ενός σταθμού εξυπηρέτησης (π.χ. του γιατρού). (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

### Έξοδος (Exit)



Αποτελεί ένα τερματικό στοιχείο του μοντέλου, όπου καταλήγουν τα αντικείμενα που έχουν διανύσει το μοντέλο και δε χρειάζονται πια. Έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τον αριθμό των αντικειμένων που φτάνουν σε αυτό, καθώς και την είσοδο από την οποία φτάνουν. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

### Σχεδιογράφος (Plotter)



Το μπλοκ αυτό είναι ένας σχεδιογράφος για πρότυπα διακριτού χρόνου. Με τον σχεδιογράφο παρουσιάζονται τα δεδομένα της προσομοίωσης. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

Μετά την εισαγωγή των μπλοκ στην επιφάνεια εργασίας πρέπει αυτά να τροποποιηθούν, δηλαδή να παραμετροποιηθούν ώστε να



Τώρα θα αναλυθούν σε λίγες γραμμές μερικά από τα σημαντικότερα μπλοκ των βιβλιοθηκών αυτών, τα οποία χρησιμοποιούνται και για τη δημιουργία του μοντέλου της εργασίας αυτής:



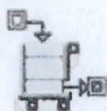
### Συγχρονιστής (Executive)

Το μπλοκ αυτό αποτελεί την καρδιά κάθε μοντέλου διακριτού χρόνου. Πρέπει να τοποθετείται στην πάνω αριστερή γωνία του μοντέλου και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του χρόνου και του τερματισμού της προσομοίωσης. Γενικά, δε χρειάζεται να αλλάξει κανείς τίποτα στις ρυθμίσεις του συγκεκριμένου μπλοκ. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)



### Γεννήτρια (Generator)

Η γεννήτρια χρησιμοποιείται για την παραγωγή και εισαγωγή στο μοντέλο αντικειμένων, σύμφωνα με μια προκαθορισμένη κατανομή. Μπορεί κανείς να διαλέξει από ένα πλήθος διαθέσιμων κατανομών στο παράθυρο επιλογών του μοντέλου. Ανάλογα με την επιλεγμένη κατανομή, απαιτούνται 1, 2 ή 3 ορίσματα, τα οποία καθορίζουν τα χαρακτηριστικά της κατανομής. Τα αντικείμενα δημιουργούνται στα χρονικά πλαίσια που ορίζουν οι κατανομές. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)



### Ουρά αναμονής (Queue)

Το μπλοκ αυτό υλοποιεί μια ουρά αναμονής first-in-first-out (FIFO). Ο μέγιστος αριθμός αντικειμένων που μπορούν να περιμένουν σε αυτή ορίζεται από το μενού επιλογών. Δίνεται η δυνατότητα να τερματιστεί η προσομοίωση, όταν γεμίσει η ουρά. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)



### Δραστηριότητα (Activity Delay)

Το μπλοκ αυτό δημιουργεί μια καθυστέρηση στο αντικείμενο (ασθενή) που διέρχεται το μπλοκ για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που ορίζεται στο πλαίσιο διαλόγου του μπλοκ. Με το μπλοκ αυτό προσομοιώνεται η λειτουργία ενός σταθμού εξυπηρέτησης (π.χ. του γιατρού). (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)



### Έξοδος (Exit)

Αποτελεί ένα τερματικό στοιχείο του μοντέλου, όπου καταλήγουν τα αντικείμενα που έχουν διανύσει το μοντέλο και δε χρειάζονται πια. Έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τον αριθμό των αντικειμένων που φτάνουν σε αυτό, καθώς και την είσοδο από την οποία φτάνουν. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)



### Σχεδιογράφος (Plotter)

Το μπλοκ αυτό είναι ένας σχεδιογράφος για πρότυπα διακριτού χρόνου. Με τον σχεδιογράφο παρουσιάζονται τα δεδομένα της προσομοίωσης. (Βιβλιοθήκη: Discrete Event)

Μετά την εισαγωγή των μπλοκ στην επιφάνεια εργασίας πρέπει αυτά να τροποποιηθούν, δηλαδή να παραμετροποιηθούν ώστε να

ακροδέκτη εισόδου, όπως για παράδειγμα αυτόν του σχεδιογράφου ή Plotter.

Όπως γίνεται αντιληπτό είναι πολύ σημαντικό να πραγματοποιηθεί μία σωστή σύνδεση των δομικών στοιχείων μεταξύ τους και πλέον θα έχουν διαμορφωθεί οι δρόμοι των αντικειμένων και των πληροφοριών, με τρόπο που θα προσδίδει στο σύστημα την πολυπύθνητη ρεαλιστικότητα, την προσομοίωση της κίνησης.

### 11.6 Τυπικές (Ανομοιομορφίες) κατανομές

Κατά την εξέταση ενός δείγματος και τη συλλογή των πληροφοριών που στη συνέχεια θα εισαχθούν στο μοντέλο είναι πολύ πιθανό να παρατηρηθεί μεγάλη ποικιλότητα και ανομοιομορφία στους χρόνους ανάμεσα στα συμβάντα. Μία διαδικασία στην οποία θα έπρεπε να εισαχθούν στο σύστημα τα δεδομένα για κάθε είσοδο μονάδας ξεχωριστά, με σκοπό να απεικονιστούν οι πραγματικοί χρόνοι, θα ήταν εξαιρετικά χρονοβόρα και ανώφελη. Παρέχεται λοιπόν η εναλλακτική στο χρήστη να δώσει στο πρόγραμμα το μέσο χρόνο εισόδου ή το μέγιστο – ελάχιστο ή να ορίσει το χρόνο εισόδου ως τυχαίο κ.λ.π., κάθε φορά ανάλογα με την κατανομή που επιλέγει και θεωρεί κατάλληλη για το συγκεκριμένο σύστημα.

Υπάρχουν πολλές κατανομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την προσομοίωση ενός συστήματος. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Κατανομή Bernoulli
- Κατανομή Binomial
- Κατανομή Poisson
- Γεωμετρική κατανομή
- Εκθετική κατανομή
- Κατανομή Γάμα
- Κατανομή Βήτα

Στη συγκεκριμένη εργασία το μοντέλο γίνεται πιο ρεαλιστικό χρησιμοποιώντας την εκθετική (exponential) κατανομή. Η εκθετική κατανομή χρησιμοποιεί ως παράμετρο το μέσο όρο του χρονικού διαστήματος ανάμεσα σε δύο γεγονότα, σε αντίθεση για παράδειγμα με την κατανομή Poisson η οποία παριστάνει την πιθανότητα που σχετίζεται με ένα πεπερασμένο αριθμό συμβάντων μέσα σε μια χρονική περίοδο.

Αυτά είναι σε γενικές γραμμές τα βήματα και η διαδικασία που οδηγούν στην κατασκευή ενός μοντέλου προσομοίωσης στο Extend που είναι σε θέση να απεικονίσει ρεαλιστικά ένα σύστημα. Έπειτα ο χρήστης είναι σε θέση να εξάγει συμπεράσματα καθώς και να πειραματιστεί πάνω στο μοντέλο, δηλαδή να δημιουργήσει διάφορα εναλλακτικά σενάρια αποφεύγοντας το κόστος της πραγματικής εφαρμογής τους.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **A. ΕΛΛΗΝΙΚΗ**

- Ρουμελιώτης Μάνος (1998) Τεχνικές Προσομοίωσης, Εκδόσεις Παρατηρητής

### **B. ΞΕΝΗ**

- Law, A.M. and Kelton, W.D. (2000) Simulation Modelling and Analysis, 3<sup>rd</sup> Edition, Mc-Graw Hill
- Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L. and Nicol, D.M. (2001) Discrete Event System Simulation, Prentice Hall
- Pidd, M. (1994). Computer Simulation in Management Science. (3<sup>rd</sup>). John Wiley & Sons.