



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**Αξιολόγηση Επιδόσεων ενός Νοσοκομειακού Οργανισμού με  
τη Χρήση Προσομοίωσης και Πολυκριτήριας Ανάλυσης.**

Διπλωματική Εργασία του Χριστοδούλου Ιάσων

Χανιά 2014

Στην Άρτεμις

## **Ευχαριστίες**

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω το θανόντα και πρώην διευθυντή του τμήματος επειγόντων περιστατικών του νοσοκομείου Άγιος Γεώργιος του νομού Χανίων, κ. Πέτρο Νικητάκη, χωρίς τη συμβολή του οποίου η συλλογή των δεδομένων και πολλά κομμάτια της συγκεκριμένης έρευνας δε θα ήταν δυνατά.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Νικόλαο Ματσατσίνη που μου επέτρεψε και με παρότρυνε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο κλάδο της έρευνας.

Επίσης, ευχαριστώ τον Επίκουρο καθηγητή Ευάγγελο Γρηγορούδη που ήταν πάντα αναλυτικός και υποστηρικτικός σε κάθε ερώτηση και απορία μου, καθώς και τον Επίκουρο Καθηγητή Μιχάλη Δούμπο που αποτέλεσε μέλος της επιτροπής.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να αναφέρω πως η πορεία της έρευνας θα ήταν διαφορετική χωρίς τη βοήθεια και τη στήριξη του Παναγιώτη Μανολιτζά που ήταν μαζί μου σε κάθε κομμάτι της έρευνας. Μέσω των συζητήσεων και των υποδείξεων του έγινε εφικτή η εξαγωγή των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης έρευνας.

## **Περιεχόμενα**

<b>Περίληψη .....</b>	<b>5</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....</b>	<b>6</b>
1.1 Γενικά.....	6
1.2 Στόχοι και Δομή Εργασίας .....	7
<b>Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....</b>	<b>9</b>
2.1 Έρευνες σε Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών .....	9
2.2 Η Χρήση Της <i>Balanced Scorecard</i> Σε Νοσοκομειακούς Οργανισμούς.....	17
<b>Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία S-MED-UTA .....</b>	<b>27</b>
3.1 Προτεινόμενο Σύστημα BSC .....	27
3.2 Μεθοδολογία S-MED-UTA .....	28
3.2.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο .....	28
3.2.2 Μέθοδος UTASTAR.....	30
3.3 Μοντέλο Προσομοίωσης.....	37
3.3.1 Γενικά.....	37
3.3.2 Μοντέλο Προσομοίωσης ΤΕΠ.....	38
3.3.3 Αποτελέσματα Προσομοίωσης .....	50
<b>Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα.....</b>	<b>52</b>
4.1 Γενικά.....	52
4.2 Καθορισμός και Αξιολόγηση Εναλλακτικών .....	53
4.3 Βάρη και Συναρτήσεις Αξιών.....	54
<b>Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και επεκτάσεις .....</b>	<b>63</b>
5.1 Γενικά Συμπεράσματα .....	63
5.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	64
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>65</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>72</b>

## Περίληψη

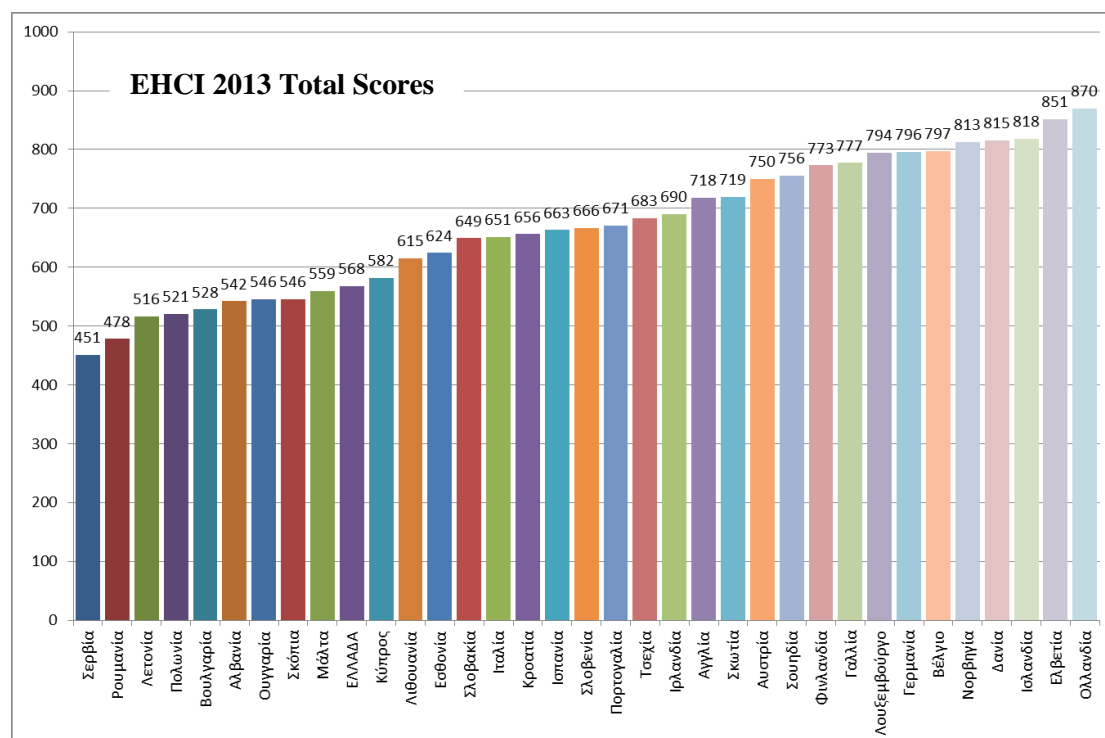
Ένα από τα χαρακτηριστικά προβλήματα των νοσοκομειακών οργανισμών και πιο συγκεκριμένα των τμημάτων Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) είναι ο συνωστισμός κατά τις ώρες αιχμής καθώς και η πολύωρη αναμονή που αυτός προκαλεί. Ο συνωστισμός προκαλείται συνήθως από την έλλειψη ιατρικού, νοσηλευτικού και διοικητικού προσωπικού, από τον αυξανόμενο αριθμό ασθενών, από την έλλειψη κλινών, την απουσία κλίμακας αξιολόγησης της σημαντικότητας του περιστατικού, την έλλειψη σχεδιασμού διαδικασιών ανάλογα με το είδος του περιστατικού. Αποτέλεσμα του συνωστισμού αποτελεί η πολύωρη αναμονή των ασθενών στο ΤΕΠ, ο αυξανόμενος χρόνος συνολικής παραμονής στο ΤΕΠ, ο αυξανόμενος φόρτος εργασίας του ανθρώπινου δυναμικού, η αύξηση των ιατρικών λαθών, η έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ ιατρών και νοσηλευτών, η μείωση της ικανοποίησης των ασθενών από τις παρεχόμενες υπηρεσίες καθώς και η αύξηση των διαπληκτισμών μεταξύ ιατρικού και νοσηλευτικού δυναμικού καθώς και μεταξύ των ιατρών με τους συνοδούς των ασθενών. Για την αντιμετώπιση του συνωστισμού και γενικότερα των προβλημάτων που δημιουργούνται κατά την διάρκεια λειτουργίας των ΤΕΠ έχουν αναπτυχθεί πολλές μεθοδολογίες. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει μία νέα μεθοδολογία για τη βελτίωση των υπηρεσιών υγείας στα τμήματα αυτά. Η μεθοδολογία S-MED-UTA συνδυάζει τεχνικές προσομοίωσης, την Balanced Scorecard (BSC) και την Πολυκριτήρια Ανάλυση. Η μέθοδος UTASTAR χρησιμοποιείται για να βοηθηθεί ο αποφασίζοντας του ΤΕΠ ώστε να επέλθει βελτίωση στις προσφερόμενες υπηρεσίες. Για να παρουσιαστεί η εφαρμογή του μοντέλου επιλέχθηκε το ΤΕΠ του Γενικού νοσοκομείου Άγιος Γεώργιος του νομού Χανίων. Τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, αποκάλυψαν τα βάρη των κριτηρίων για την κάθε διάσταση της BSC και η εκτίμηση διαφόρων εναλλακτικών αναμορφώσεων έδειξαν πως η εφαρμογή ενός fast track σεναρίου με παράλληλη μεταβολή στο προσωπικό μπορεί να δώσει σημαντικές βελτιώσεις. Μέσω της προτεινόμενης μεθοδολογίας οι αποφασίζοντες των νοσοκομειακών οργανισμών μπορούν να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας και τις αντιδράσεις του συστήματος και έπειτα μέσω της βελτίωσης διαφόρων παραμέτρων να ελαχιστοποιήσουν το συνολικό χρόνο παραμονής στο ΤΕΠ.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1 Γενικά

Στις μέρες μας κάθε νοσοκομειακός οργανισμός προσπαθεί να παρέχει πολύτιμες και αποδοτικές υπηρεσίες στους ασθενείς, λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένες παραμέτρους όπως ο προϋπολογισμός, ο αριθμός του προσωπικού, οι αναμονητικοί χρόνοι κτλ.. Στη συγκεκριμένη εργασία, ο νοσοκομειακός οργανισμός που ερευνήθηκε είναι αυτός των ΤΕΠ.

Στην Ελλάδα πολλές πτυχές του κλάδου υγειονομικής περίθαλψης έχουν επηρεαστεί από τα “μέτρα λιτότητας” που έχουν εφαρμοστεί, καθώς οι επιδόσεις του συστήματος έχουν σημειώσει σημαντική πτώση κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Η ενημέρωση των ασθενών και η συμμετοχή τους στη διαμόρφωση πολιτικών, οι χρόνοι αναμονής, τα θεραπευτικά αποτελέσματα, καθώς και το εύρος και η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών, όπως δήλωσε ο Δρ. Arne Bjornberg πρόεδρος του οργανισμού Health Consumer Powerhouse (HCP) κατά την έκδοση του Euro Health Consumer Index 2013, είναι μερικές από τις πτυχές αυτές. Το συμπέρασμα αυτό, όπως αναφέρεται, είναι βασισμένο στο συνδυασμό τεκμηριωμένων δεδομένων και απαντήσεων που έδωσαν οι ασθενείς στο πλαίσιο δημοσκοπήσεων, αν και στις τελευταίες οι επιπτώσεις της λεγόμενης “κρίσης” ορισμένες φορές μεγαλοποιούνται. Η Ελλάδα έρχεται 25<sup>η</sup> στον ευρωπαϊκό πίνακα κατάταξης των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης του 2013, συγκεντρώνοντας 568 βαθμούς από το μέγιστο σύνολο των 1000 βαθμών (Σχήμα 1.1), σε σύγκριση με την 22<sup>η</sup> θέση που είχε λάβει το 2012 (με 617 βαθμούς). Κατά περίεργο τρόπο, το 2012, η Ελλάδα είχε ακόμη περισσότερους γιατρούς και φαρμακοποιούς από ό,τι οποιαδήποτε άλλη ευρωπαϊκή χώρα.



Σχήμα 1.1. European Health Consumer Index 2013.

Όσον αφορά τους νοσοκομειακούς οργανισμούς στην Ελλάδα, η κύρια χρηματοδότησή τους πραγματοποιείται από το δημόσιο προϋπολογισμό (μέσω του Υπουργείου Υγείας και της Κοινωνικής Πρόνοιας) και τα διάφορα κεφάλαια κοινωνικών ασφαλίσεων. Τα έσοδα από το δημόσιο προϋπολογισμό προέρχονται κυρίως από την άμεση και έμμεση φορολογία, ενώ τα έσοδα από τα κεφάλαια κοινωνικών ασφαλίσεων από τις εισφορές των εργοδοτών και των εργαζομένων. Υπάρχουν ακόμα και τα έσοδα από τις ιδιωτικές εταιρίες ασφάλισης που βασίζονται σε ασφάλιστρα βαθμονομημένου κινδύνου, που όμως έχουν ένα συγκριτικά μικρό ρόλο. Οι κύριοι προμηθευτές συμπεριλαμβάνουν διάφορες μονάδες που διοικούνται από το ΕΣΥ, όπως είναι το ΕΚΑΒ, αστικά χειρουργεία, αστικά κέντρα υγείας και δημόσια νοσοκομεία.

Στο ΕΣΥ απουσιάζει πλήρως ένας μηχανισμός ελέγχου της εισόδου των πολιτών στο σύστημα υγείας, παραπομπής και προσανατολισμού των ασθενών στις υπηρεσίες. Οι ασθενείς μπορούν να επιλέξουν να επισκεφτούν τα ΤΕΠ οποιουδήποτε δημοσίου ή ιδιωτικού, συμβεβλημένου με κάποιο ασφαλιστικό ταμείο, νοσοκομείου, παρακάμπτοντας τα σημεία επαφής με την πρωτοβάθμια φροντίδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία ελέγχου της διαπεριφερειακής ροής των ασθενών. Οι πολίτες προτιμούν να επισκέπτονται τα νοσοκομεία των μεγάλων αστικών κέντρων ή τα μεγάλα πανεπιστημιακά νοσοκομεία που προσφέρουν ακριβές, υψηλής τεχνολογίας υπηρεσίες, λόγω του γεγονότος ότι τα επαρχιακά νοσοκομεία πολλές φορές είναι ελλιπώς στελεχωμένα και χωρίς επαρκή βιοϊατρικό εξοπλισμό. Η κατάσταση αυτή οδηγεί, μέχρι τώρα, σε περιπτώσεις όπου πολλά νοσοκομεία είναι αναγκασμένα να αναπτύξουν επιπλέον κλίνες, ακόμα και στους διαδρόμους, προκειμένου να καλύψουν την υπερβάλλουσα ζήτηση [1]. Επιπρόσθετα, καθώς οι χρεώσεις στα ΤΕΠ είναι χαμηλές, ένα μεγάλο ποσοστό των ασθενών τα επισκέπτονται κατευθείαν. Συνέπεια της ζήτησης αυτής είναι ο συνωστισμός που προκαλείται στους νοσοκομειακούς οργανισμούς και κυρίως στα ΤΕΠ [2]. Παρατηρούνται παράδοξα, όπως αυτό της έλλειψης ιατρικού, νοσηλευτικού και διοικητικού προσωπικού σε συνδυασμό με τις καταστάσεις που απορρέουν από τον κακό σχεδιασμό, όπως είναι η απουσία ουσιώδους κλίμακας αξιολόγησης της σημαντικότητας του περιστατικού (διαλογή) και η έλλειψη διαδικασιών αναλόγως με το είδος του περιστατικού. Αποτέλεσμα του συνωστισμού αυτού είναι η συμφόρηση των ΤΕΠ, κυρίως κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής, που οδηγεί σε αύξηση των χρόνων αναμονής και παραμονής στο σύστημα. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την απουσία μέτρων αντιμετώπισής τους οδηγούν σε παγιωμένες καταστάσεις με μικρές βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις και ένα συνολικό σύστημα που θα μπορεί να βελτιωθεί μονάχα με ριζική αναδιαμόρφωση. Ο σχεδιασμός της ροής των ασθενών δεν ανατίθεται σε ειδικευμένο προσωπικό, παρά αναγκάζεται το εκάστοτε προσωπικό να αποσπάται από το έργο του ώστε μέσω της δικής του λογικής να προσπαθήσει να παρέχει μία βελτίωση στην υφιστάμενη κατάσταση.

## **1.2 Στόχοι και Δομή Εργασίας**

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως τα συγκεκριμένα τμήματα εξυπηρετούν συνήθως ένα μεγάλο πλήθος ασθενών, αναλογικά πάντα με το πλήθος των επισκέψεων στο

εκάστοτε νοσοκομείο, πράγμα που καθιστά αναγκαία την όσο το δυνατόν αποδοτικότερη και αποτελεσματικότερη λειτουργία τους. Ο λόγος αυτός έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη μεθοδολογιών για τις υπηρεσίες που παρέχονται στα εν λόγω τμήματα με σκοπό τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους. Πολλές προσεγγίσεις έχουν πραγματοποιηθεί από τους ερευνητές ώστε να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη βελτιστοποίηση και το ενδιαφέρον που δείχνεται τα τελευταία χρόνια είναι συνεχώς αυξανόμενο.

Οι Grigoroudis et al. [3] συνδύασαν τη μέθοδο της BSC με τον αλγόριθμο της UTASTAR με σκοπό να βοηθήσουν την αξιολόγηση, την αναθεώρηση της στρατηγικής και γενικά την υιοθέτηση σύγχρονων προσεγγίσεων διαχείρισης του νοσοκομειακού οργανισμού. Επιπροσθέτως, οι Manolitzas et al. [4] χρησιμοποίησαν τεχνικές προσομοίωσης σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο της UTASTAR ώστε να βοηθήσουν τη διοίκηση του ΤΕΠ να μπορεί να πάρει ευκολότερα αποφάσεις, βασιζόμενη στις δικές της προτιμήσεις ώστε να επιτευχθεί η βελτίωση του διοικούμενου τμήματος. Η εργασία αυτή βασίστηκε στις δύο προηγούμενες μεθοδολογίες με στόχο να προταθεί μία πιο ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των υπηρεσιών υγείας που παρέχονται στα ΤΕΠ, την παροχή βοήθειας στη διοίκηση του ΤΕΠ για ανάπτυξη και παρακολούθηση της συμπεριφοράς κριτηρίων επίδοσης και ευθυγράμμιση της στρατηγικής του οργανισμού με τους λειτουργικούς του στόχους. Παράλληλα, προτείνεται ένα μοντέλο το οποίο είναι εφαρμόσιμο και μπορεί να φανερώσει πιθανές εκβάσεις σε διάφορους εναλλακτικούς τρόπους λειτουργίας των τμημάτων.

Η μεθοδολογία S-MED-UTA που θα αναπτυχθεί αποτελεί ένα συνδυασμό της μεθόδου BSC, τη χρήση τεχνικών προσομοίωσης και της Πολυκριτήριας Ανάλυσης με σκοπό να βοηθήσει το διευθυντή ενός ΤΕΠ να κατανοήσει τη λειτουργία του τμήματος, να εφαρμόσει πιθανά εναλλακτικά σενάρια για να δει τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να επέλθει βελτίωση στο τμήμα του και πως μπορεί να καταλήξει σε μία απόφαση, λαμβάνοντας πρωτίστως υπόψη τους διαφόρους παράγοντες που επιδρούν στη λειτουργία του τμήματος. Οι παράγοντες αυτοί δομούνται σε κριτήρια, όπως για παράδειγμα οι χρόνοι αναμονής, περίθαλψης και συνολικής παραμονής των ασθενών, ο φόρτος εργασίας του προσωπικού του ΤΕΠ, το ποσοστό πληρότητας των κλινών κ.ά.. Στη συνέχεια τα κριτήρια αυτά αναλύονται και επεξεργάζονται μέσω του προγράμματος της προσομοίωσης, τροφοδοτούν τον αλγόριθμο της UTASTAR και εξάγονται τα βάρη τους και οι συναρτήσεις μερικών αξιών τους.

Στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν οι κυριότερες μεθοδολογίες, με βάση την προσομοίωση, που έχουν αναπτυχθεί από τους ερευνητές όσον αφορά τα ΤΕΠ, ο τρόπος με τον οποίο δημιουργήθηκε η χρησιμοποιηθείσα BSC, η τεχνική προσομοίωσης καθώς και το μοντέλο που αναπτύχθηκε, η εφαρμογή του αλγορίθμου της UTASTAR, βασιζόμενου στις προτιμήσεις του διευθυντή του τμήματος και τα εξαγόμενα αποτελέσματα της μεθοδολογίας. Τέλος θα γίνει ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα καταγραφούν τα συμπεράσματα της έρευνας και θα δοθούν προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις και εξέλιξη της μεθοδολογίας.



## **Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

### **2.1 Έρευνες σε Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών**

Τα ΤΕΠ των νοσοκομειακών οργανισμών αποτελούν τμήματα ιδιαίτερης σημασίας και αντιμετώπισης στους νοσοκομειακούς οργανισμούς. Η ποικιλία των προς αντιμετώπιση περιστατικών είναι πάσης φύσεως και το συμβάν τους εμπεριέχει το σημαντικό παράγοντα της τυχαιότητας. Αυτοί οι δύο βασικοί παράγοντες καθιστούν τις εισαγωγές των συγκεκριμένων τμημάτων απρόβλεπτες και κάνουν αισθητή τη δυσκολία του εύρους των προς αντιμετώπιση περιστατικών. Αν και είναι πολύ πιθανόν ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού να έχει βρεθεί σε ένα τέτοιο τμήμα για τον οποιονδήποτε λόγο, για να γίνει το συγκεκριμένο περιβάλλον καλύτερα αντιληπτό θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα. Ας φανταστούμε ένα υποκατάστημα μίας μεγάλης αλυσίδας supermarket. Το υποκατάστημα έχει φούρνο, κρεοπωλείο, ιχθυοπωλείο, μανάβικο και τμήματα αλλαντικών, γαλακτοκομικών προϊόντων και έτοιμων, για παραλαβή, γευμάτων. Σε κάθε ένα από τα συγκεκριμένα τμήματα απασχολούνται υπάλληλοι οι οποίοι παρέχουν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες του κάθε σταθμού. Επιπλέον, απασχολούνται και ταμίες οι οποίοι παράλληλα με την υπηρεσία του ταμείου κάνουν την καταγραφή και την ταξινόμηση των προϊόντων στα ράφια. Η άφιξη των πελατών είναι τυχαία, όπως τυχαίες είναι και οι προτιμήσεις τους καθώς και οι ανάγκες τους προς κάλυψη. Σε ένα ΤΕΠ οι πελάτες είναι οι ασθενείς, των οποίων η άφιξη και η πάθηση είναι οι απρόβλεπτοι παράγοντες και στο ρόλο των υπαλλήλων των ταμείων είναι οι νοσηλευτές οι οποίοι γνωρίζουν εν γένει τη λειτουργία του τμήματος και είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν οποιοδήποτε περιστατικό παρουσιαστεί καθώς και να βοηθήσουν σε όποιο τμήμα της διαδικασίας χρειαστεί. Η αντιπαραβολή στα τμήματα του supermarket έχει να κάνει με την ποικιλομορφία των περιστατικών. Ένα περιστατικό μπορεί να είναι οφθαλμολογικής, ορθοπεδικής, χειρουργικής και εν γένει παθολογικής φύσης ανάμεσα σε άλλες. Για την αντιμετώπιση, όμως, των παραπάνω δεν υπάρχουν ξεχωριστές ειδικότητες παρά μόνο οι ιατροί του ΤΕΠ που πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και να θεραπεύσουν την όποια περίπτωση τους παρουσιαστεί. Οι βασικοί αυτοί λόγοι δίνουν μία ιδιαίτερη σημασία στα ΤΕΠ καθώς και στη δημιουργία, την επεξεργασία, τη λειτουργία, την αξιολόγηση και τη βελτίωση των όποιων διαδικασιών τα διέπουν. Επ' ουδενί λόγο δεν μπορούμε να ταυτίσουμε τα δύο παραπάνω περιβάλλοντα, ούτε και την πολυπλοκότητα που αυτά παρουσιάζουν, όμως με το συγκεκριμένο παράδειγμα μπορεί να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η δυσκολία λειτουργίας των ΤΕΠ, έχοντας υπ' όψιν τη δυσκολία της λειτουργίας ενός υποκαταστήματος που εξυπηρετεί πάσης φύσεως πελάτες. Τέλος, μία σημαντική παρατήρηση αποτελεί το γεγονός πως οι διαδικασίες και το σύνολο προς χρήση πόρων δεν είναι εμφανή στην καθημερινή λειτουργία, όμως είναι σταθερές οι οποίες επιδρούν στο σύστημα και το χαρακτηρίζουν. Επιπροσθέτως η σωστή τους διαμόρφωση και εκτέλεση αποτελούν σημαντικό παράγοντα ώστε η λειτουργία αυτή να είναι αποτελεσματική.

Είναι λογικό τα ΤΕΠ να έχουν απασχολήσει αρκετούς ερευνητές, οι οποίοι θέλησαν να βρουν καινούργιους τρόπους ώστε να βελτιώσουν τη λειτουργία των συγκεκριμένων τμημάτων. Τα τελευταία χρόνια ένα νέο ρεύμα έχει ξεκινήσει κατανοώντας τη σημαντικότητα της Προσομοίωσης Διακριτών Γεγονότων (Discrete

Event Simulation–DES), βασικό χαρακτηριστικό της οποίας, και παράλληλα σημαντικό πλεονέκτημά της, αποτελεί το γεγονός πως μπορούμε πλέον με τα κατάλληλα δεδομένα και την ορθή παρατήρηση να αναπαραστήσουμε την πραγματικότητα σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον, στο οποίο μπορούμε να δούμε την ακριβή λειτουργία του εξεταζόμενου ΤΕΠ. Σε αυτή τη θεώρηση βασίστηκαν και ερευνητές που θέλησαν να αξιοποιήσουν τη σύνθεση της συγκεκριμένης μεθόδου με διάφορες υπάρχουσες και εφαρμοσμένες μεθοδολογίες, ώστε να επιτύχουν ένα θεμιτό “πάντρεμα” που μπορεί να οδηγήσει στην επιθυμητή βελτίωση της λειτουργίας των ΤΕΠ. Περαιτέρω ανάλυση για την DES γίνεται στο κεφάλαιο 3.

Ακολούθως θα παρουσιαστούν 6 έρευνες που συνδύασαν την DES με άλλες μεθοδολογίες για τις οποίες έχει γίνει αναφορά κατά τη διάρκεια της έρευνας για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Οι μεθοδολογίες θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν στο βαθμό της επεξήγησής τους, για να γίνει κατανοητή η προσέγγιση που έχει γίνει προς τον παρόντα χρόνο. Για την ιστορία και την εξέλιξή τους μπορεί να γίνει αναδρομή στους αναφερόμενους συγγραφείς.

### SimLean

Η πρώτη σύνθεση μεθοδολογιών στην οποία θα γίνει αναφορά είναι η εφαρμογή του SimLean [5]. Η συγκεκριμένη εφαρμογή βασίστηκε στο συνδυασμό της DES και της θεωρίας του lean. Η εξήγηση του lean βασίζεται σε τρία στοιχεία, τα Ιαπωνικά Muda, Mura και Muri, ο συνδυασμός των οποίων μας οδηγεί στη γενική θεώρηση του ως μία διοικητική πρακτική εφαρμογή. Το Muda, ή αλλιώς ‘πλεονασμός’, αποτελεί τον πυρήνα της φιλοσοφίας του lean που αφορά τη συνεχή βελτίωση μίας διαδικασίας, αφαιρώντας τα όποια επιπρόσθετα τμήματα δεν έχουν αξία. Το Mura σχετίζεται με την ‘ανομοιομορφία’ και πραγματεύεται τη σταθερή ζήτηση που επιτρέπει την ομαλή ροή των διαδικασιών και το Muri, ‘εξαναγκασμός’, βασίζεται στις καλές συνθήκες εργασίας των υπαλλήλων.

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε βασίστηκε στη λογική του lean για την ανάπτυξη, τη χαρτογράφηση, τον ανασχεδιασμό και την παρακολούθηση των διαδικασιών, της παρακολούθησής τους μέσα από το περιβάλλον προσομοίωσης που αναπτύχθηκε καθώς και την εύρεση εναλλακτικών σεναρίων. Αφού κατασκευαστεί ο χάρτης διαδικασιών στο περιβάλλον προσομοίωσης, εισάγονται τα δεδομένα και μετά από την κατάλληλη επεξεργασία τους εξάγονται τα αποτελέσματα για την κάθε εναλλακτική που υπάρχει προς εφαρμογή. Η καινοτόμος ιδέα που παρουσιάζεται είναι η δυναμική χαρτογράφηση των διαδικασιών, η οποία καθιστά τη χαρτογράφηση ευπαρουσίαστη χρησιμοποιώντας την οπτική άποψη που προσφέρει η DES. Παράλληλα κάθε διαδικασία γίνεται πιο εύκολα κατανοητή.

Παρόλο που η σύνθεση αυτή προβλέπει την ευθυγράμμιση της στρατηγικής του οργανισμού με τους λειτουργικούς στόχους του σε συνδυασμό με την εφαρμογή της φιλοσοφίας του lean στο περιβάλλον εργασίας και τη διάθεση για συνεχή βελτίωση, η παρακολούθηση και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων είναι ελλιπής καθώς δε χρησιμοποιείται κάποιο εργαλείο αξιολόγησής τους όταν αυτά εξάγονται από την προσομοίωση.

### DES και Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis – DEA)

Η τεχνική DEA είναι μία μη παραμετρική μέθοδος, βασιζόμενη σε μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού, η οποία επιτυγχάνει να εκτιμήσει ποσοτικά τη μέγιστη τιμή της σχετικής αποδοτικότητας των παραγωγικών μονάδων. Υποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου μονάδων παραγωγής και Μονάδων Απόφασης (Decision Making Units – DMUs), οι οποίες λειτουργούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο, είναι ομοιογενείς και συγκρίσιμες καθώς καταναλώνουν τις ίδιες πολλαπλές εισροές και παράγουν τις ίδιες πολλαπλές εκροές.

Τα μοντέλα DEA που έχουν αναπτυχθεί για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας είναι ποικίλα. Στη συγκεκριμένη έρευνα, καθώς και γενικά στο τομέα της υγείας, χρησιμοποιείται το μοντέλο BCC [6]. Η μορφή του μοντέλου, όπως αναφέρεται στην έρευνα είναι η εξής:

$$\text{Max } \theta_0 = \sum_{j=1}^m u_j y_{j0} + u_0$$

υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{i=1}^s v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^s v_i x_{ik} + u_0 \leq 0$$

$$v_i, u_j \geq 0$$

, όπου  $\theta_0$  είναι η αποδοτικότητα για την DMU<sub>0</sub> που υπολογίζεται

$x_{i0}$  είναι το διάνυσμα των εισροών στην DMU<sub>0</sub>

$y_{j0}$  είναι το διάνυσμα των εκροών στην DMU<sub>0</sub>

$x_{ik}$  είναι το ακριβές ποσό της εισροής  $i$  που χρησιμοποιείται από την DMU<sub>k</sub>

$y_{jk}$  είναι το ακριβές ποσό της εκροής  $j$  που παράγεται από την DMU<sub>k</sub>

$u, v$  είναι τα προσαρτημένα βάρη στις εισροές και τις εκροές αντίστοιχα

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, εάν η DMU<sub>0</sub> είναι αποδοτική, τότε η ποσότητα  $\theta_0$  ισούται με 1. Σε διαφορετική περίπτωση η ποσότητα αυτή είναι μικρότερη της μονάδας [7].

Η σύνθεση αυτή χρησιμοποίησε την DES για να αναπτύξει το μοντέλο ενός ΤΕΠ, βασιζόμενη στο διάγραμμα ροής του τμήματος και αφού συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν τα δεδομένα για τους πόρους του, αναπτύχθηκαν 32 εναλλακτικά σενάρια, τα οποία όμως λόγω της μεθόδου, βασίστηκαν μόνο στις αναλογίες των πόρων.

Ο συγκεκριμένος συνδυασμός μεθοδολογιών, καταφέρνει να εντοπίσει ένα μεγάλο πλήθος εναλλακτικών οι οποίες είναι εφαρμόσιμες, καθώς είναι αποδοτικές,

όμως χωρίς περαιτέρω ανάλυση δεν μπορούμε γνωρίζουμε την ιεράρχησή της κάθε μίας, καθώς και πως διάφοροι ενδογενείς παράγοντες μπορεί να τις επηρεάσουν.

DES, Αναλυτική Ιεραρχική (Analytic Hierarchy Process – AHP) και TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Η επίλυση ενός πολυκριτήριου προβλήματος μέσω της μεθόδου AHP επιτρέπει στον αποφασίζοντα να μοντελοποιεί σύνθετα προβλήματα απόφασης με ιεραρχικό τρόπο έτσι ώστε να καθορίζει το στόχο του προβλήματος, τα κριτήρια/υποκριτήρια, τις συσχετίσεις τους καθώς και τις εναλλακτικές δραστηριότητες. Η μέθοδος χρησιμοποιεί διμερείς συγκρίσεις ανάμεσα στα εναλλακτικά σενάρια για να εκδηλώσει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος ώστε να αποδοθούν βάρη στα κριτήρια. Όπως αναφέρεται, η AHP έχει τροποποιηθεί και για ομαδικά προβλήματα λήψης αποφάσεων [8]. Αφού ο αποφασίζων ιεραρχήσει το πρόβλημα και εισαγάγει τα δεδομένα του προβλήματος εκφράζοντας τις προτιμήσεις του μέσω των διμερών συγκρίσεων, υπολογίζονται τα σχετικά βάρη των στοιχείων ενός επιπέδου σε σχέση με τα στοιχεία του αμέσως προηγούμενου επιπέδου. Η εξαγωγή των προτιμήσεων γίνεται καθορίζοντας τοπικά βάρη για κάθε κριτήριο. Εφόσον ο αποφασίζων γνωρίζει τα ακριβή βάρη  $w_i$  των  $n$  στοιχείων ενός επιπέδου, τότε ο πίνακας των διμερών συγκρίσεων έχει τη μορφή:

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

Στην περίπτωση αυτή τα βάρη των στοιχείων σε σχέση με τα στοιχεία του αμέσως προηγούμενου επιπέδου, μπορούν να υπολογισθούν από τη σχέση:

$$A * W = n * W$$

, όπου  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$  είναι το διάστημα των πραγματικών σχετικών βαρών  $n$  είναι ο αριθμός των στοιχείων του επιπέδου

Η AHP υποθέτει πως ο αποφασίζων δε γνωρίζει τα πραγματικά βάρη των στοιχείων και επομένως ο πίνακας  $A$  περιέχει ασυμβατότητες. Για το λόγο αυτό γίνεται εκτίμηση των πραγματικών σχετικών βαρών βάσει της σχέσης:

$$\hat{A} * \hat{W} = \lambda_{max} * \hat{W}$$

, όπου  $\hat{A}$  είναι ο πίνακας των συγκρίσεων που έγιναν από τον αποφασίζοντα

$\lambda_{max}$  είναι η μέγιστη ιδιοτιμή του πίνακα  $A$  (ισχύει  $\lambda_{max} \geq n$ )

$\hat{W}$  είναι η εκτίμηση του διανύσματος  $W$  των πραγματικών σχετικών βαρών

Για να υπολογιστούν τα βάρη των εναλλακτικών λύσεων του τελευταίου επιπέδου (επίπεδο  $k$ ) της ιεραρχίας σε σχέση με το πρώτο επίπεδο, που περιλαμβάνει το στόχο του προβλήματος, γίνεται ο συνδυασμός των σχετικών βαρών των στοιχείων όλων των επιπέδων. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται πολλαπλασιάζοντας όλους τους πίνακες των εκτιμώμενων σχετικών βαρών των στοιχείων όλων των επιπέδων:

$$C[1, k] = \prod_{j=2}^k B_j$$

, όπου  $C[1, k]$  είναι ο πίνακας των βαρών των στοιχείων του  $k$  επιπέδου (τελευταίο επίπεδο – επίπεδο εναλλακτικών) σε σχέση με το γενικό στόχο του προβλήματος (πρώτο επίπεδο ιεραρχίας) και  $B_j$  ο πίνακας των εκτιμώμενων σχετικών βαρών του  $j$  επιπέδου της ιεραρχίας σε σχέση με όλα τα στοιχεία του επιπέδου  $j - 1$ . Τα βάρη των εναλλακτικών λύσεων που υπολογίζονται μέσα από την παραπάνω διαδικασία δίνουν ουσιαστικά ένα σκορ για την κάθε εναλλακτική λύση, βάσει του οποίου λαμβάνεται η απόφαση [7].

Η μέθοδος TOPSIS αποτελεί μία μέθοδο πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Ουσιαστικά είναι μία τεχνική γραμμικής στάθμισης. Βασίζεται στην αντίληψη πως η επιλεγμένη εναλλακτική πρέπει να έχει τη μικρότερη σταθμισμένη απόσταση από τη θετική ιδανική λύση (Positive Ideal Solution – PIS) και τη μεγαλύτερη από την αρνητική ιδανική λύση (Negative Ideal Solution – NIS). Η σταθμισμένη αυτή απόσταση προσδιορίζεται από τη γεωμετρική απόσταση κάθε εναλλακτικής από τις λύσεις PIS και NIS, συμβολίζοντας τις με  $D_i^+$ ,  $D_i^-$  αντίστοιχα [8], [9]. Εν συνεχεία, αφού πρωτίστως συνυπολογιστούν τα βάρη των κριτηρίων στο σύνολο των εναλλακτικών, για κάθε εναλλακτική υπολογίζεται η σχετική εγγύτητα στην ιδανική λύση ως:

$$R_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

Γίνεται κατανοητό πως η εναλλακτική με τη μεγαλύτερη τιμή είναι και η προτιμώμενη.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία της έρευνας ακολούθησε τα βήματα της συλλογής των δεδομένων με παράλληλη δημιουργία μίας τράπεζας δεδομένων, τη χρήση της DES για να μοντελοποιήσει το εξεταζόμενο ΤΕΠ και τέλος τη χρήση των παραπάνω μεθόδων για την επιλογή του καλύτερου εναλλακτικού σεναρίου. Αρχικά έγινε η ιεράρχηση των σεναρίων από τους αποφασίζοντες μέσω της AHP για τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων και ακολούθως η κατάταξή τους με τη χρήση της μεθόδου TOPSIS.

Οι δύο χρησιμοποιηθείσες μέθοδοι έχουν ως πλεονέκτημα τη δυνατότητα να εντοπιστούν οι βέλτιστες λύσεις σε όλα τα επίπεδα του προβλήματος από μία διαδικασία ανάλυσης παραχωρήσεων/συμβιβασμών ανάμεσα στα κριτήρια απόδοσης. Συγκεκριμένα όμως για την AHP, με τη διαδικασία της άντλησης των προτιμήσεων των αποφασιζόντων εκδηλώνοντας δυαδικά τις προτιμήσεις τους με ένα προκαθορισμένο σύστημα βαθμολόγησης δεν λαμβάνονται υπόψη οι ολικές

τους προτιμήσεις. Η χρήση του διακριτού συστήματος αξιών για τη βαθμολόγηση των διμερών συγκρίσεων στην πραγματική συνεχή φύση των προτιμήσεων, σε συνδυασμό με το γεγονός πως κάθε προτίμηση των αποφασίζοντων εξαρτάται από το συνολικό πλήθος των διαθέσιμων σεναρίων, οδηγεί στην αδυναμία εφαρμογής της μεθόδου σε δυναμικά προβλήματα καθώς η είσοδος ή η απαλοιφή ενός εναλλακτικού σεναρίου σημαίνει και νέα λύση του προβλήματος, αφού απαιτείται εκ νέου εκτίμηση των σχετικών βαρών καθώς και της διάταξης των σεναρίων.

Παρατηρείται, λοιπόν, μία αδυναμία δημιουργίας ενός ολικού μοντέλου για την αντιμετώπιση προβλημάτων πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, ασχέτως του πλήθους των αποφασίζοντων, όπως είναι αυτό που βρίσκεται προς αντιμετώπιση κατά την εξέταση της αναδιάρθρωσης ενός ΤΕΠ για την ενδεχόμενη βελτίωση της λειτουργίας του.

### *DES και μέθοδος Ισορροπημένης Κάρτας Επιδόσεων (Balanced ScoreCard – BSC)*

Η BSC είναι ένα στρατηγικό και διοικητικό εργαλείο μέτρησης της απόδοσης ενός οργανισμού. Η μέθοδος χρησιμοποιεί τη δημιουργία συγκεκριμένων διαστάσεων στις οποίες προσαρτώνται επιλεγμένοι από τους αποφασίζοντες δείκτες απόδοσης που βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την απόδοση του εκάστοτε οργανισμού, την κατεύθυνσή του προς την εκπλήρωση της αποστολής του και των στρατηγικών του στόχων, με παράλληλη ενίσχυση στην επικοινωνία των σχεδιαστών με τους αποφασίζοντες, τους εσωτερικούς και τους εξωτερικούς συνεργάτες. Εκτενέστερη ανάλυση για τη μέθοδο γίνεται στο κεφάλαιο 2.2.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα περιελάμβαναν την καταγραφή των διαδικασιών και του χώρου που καταλάμβανε το προς εξέταση ΤΕΠ, τη χαρτογράφηση των διαδικασιών, τη συλλογή των δεδομένων των ασθενών και του νοσοκομειακού προσωπικού, τη δημιουργία των δεικτών απόδοσης βάσει των αποτελεσμάτων που μπορούσαν να εξαχθούν από τα συγκεκριμένα δεδομένα, τη δημιουργία της BSC με έμφαση σε μία διάσταση και την εφαρμογή τριών εναλλακτικών σεναρίων για τη βελτίωση του τμήματος [10].

Η σύνθεση των συγκεκριμένων μεθόδων παρέχει σημαντική διορατικότητα και διαφορετικές προοπτικές στη μέτρηση της επίδοσης, μειώνοντας το ρίσκο των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων των οποίων τα αποτελέσματα μπορούν να προβλεφτούν χωρίς να καθίσταται επιτακτική η εφαρμογή τους. Το μοντέλο που δημιουργείται μπορεί να αποτελέσει μία αρκετά καλή προσέγγιση της πραγματικής λειτουργίας ενός ΤΕΠ και δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων καθώς και τον αντίκτυπο που θα έχουν στην υπάρχουσα λειτουργία του τμήματος. Όμως, η επιλογή τους δεν πρέπει να γίνεται αυθαίρετα, χωρίς αιτιοκρατική λογική για την πιθανή βελτίωση της λειτουργίας του ΤΕΠ.

### *DES, BSC, AHP και PRIME (Preferences Ratios In Multi-Attribute Evaluation)*

Στη συνέχεια των προηγούμενων, οι ίδιοι ερευνητές αποφάσισαν να ενισχύσουν τη σύνθεση των μεθοδολογιών τους με την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων με σκοπό να παρέχουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων στους

διευθυντές των ΤΕΠ [11]. Η ακριβής προτεινόμενη μεθοδολογία περιείχε την κατασκευή του μοντέλου μέσω της DES, την κατασκευή της BSC, την αλληλεπίδραση των δύο για τον υπολογισμό των δεικτών επίδοσης και τέλος την εφαρμογή τριών εναλλακτικών σεναρίων τα οποία με τη βοήθεια του αποφασίζοντα και της ΑΗΡ οδήγησαν στον υπολογισμό του βάρους του κάθε δείκτη της μίας διάστασης της BSC. Τα βήματα που ακολούθησαν οι ερευνητές ήταν τα ίδια όπως αναφέρονται προηγουμένως, με την εξαίρεση πως αυτή τη φορά στην ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η ΑΗΡ συσχετίζοντας τους δείκτες επίδοσης της διάστασης της απόδοσης του ΤΕΠ και διενεργώντας ανάλυση ευαισθησίας ώστε να μπορεί να γίνει μία ορθή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Η σύνθεση αυτή κατορθώνει να προσεγγίσει το πρόβλημα σε έναν ικανοποιητικό βαθμό, όμως προσπίπτει στα προβλήματα που εμφανίζει η εφαρμογή της ΑΗΡ, όπως αυτά παρουσιάστηκαν παραπάνω.

Μία τελευταία προσέγγιση που πραγματοποίησαν συνδύασε για άλλη μία φορά την DES με την BSC, και για την ιεράρχηση των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκε μία διαφορετική μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης, η μέθοδος PRIME [12]. Η μέθοδος αυτή είμαι μία από τις πολυκριτήριες μεθόδους που συγχωνεύει ατελείς πληροφορίες. Ο χρήστης αναφέρει το βέλτιστο και το χειρίστο επίπεδο επίδοσης κάθε κριτηρίου και εν συνεχεία εξάγονται τα αναλογικά συμπεράσματα που αντιστοιχούν στις προτιμήσεις των αποφασιζόντων. Λαμβάνονται, δηλαδή, πληροφορίες για τα πεδία τιμών των εναλλακτικών, τα διαστήματα επίδοσης για κάθε κριτήριο και σημαντικές πληροφορίες για την ιεράρχηση των εναλλακτικών. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι η λύση μίας σειράς γραμμικών προγραμμαμάτων. Οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος υποθέτεται πως έχουν μία προστιθέμενη δομή, ώστε η συνολική αξία μίας εναλλακτικής να ισούται με το άθροισμα του σκορ των επιμέρους κριτηρίων.

$$V(x) = \sum_{i=1}^N v_i(x_i)$$

, όπου  $x_i$  υποδηλώνει ένα σενάριο από πιθανές εκβάσεις για το  $i$ -οστό κριτήριο  
 $u(x)$  η συνάρτηση αξίας

Παρόλα αυτά, οι συγκρίσεις που γίνονται και στη μέθοδο αυτή εξακολουθούν να είναι διμερείς. Αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό από τις παρακάτω σχέσεις. Η πρώτη δηλώνει πως η εναλλακτική  $x_i^j$  είναι προτιμητέα από την  $x_i^k$ , ενώ η δεύτερη παρουσιάζει το πρώτο βήμα της μεθόδου για την αξιολόγηση των κριτηρίων.

$$u_i(x_i^j) - u_i(x_i^k) > 0$$

$$L \leq \frac{u_i(x_i^j) - u_i(x_i^0)}{u_i(x_i^*) - u_i(x_i^0)} \leq U$$

Στην παραπάνω εξίσωση παρατηρείται το διάστημα που οριοθετείται από το κάτω και άνω φράγμα  $[L, U]$ , καθώς και η αναλογία μεταξύ της τιμής  $x_i^0$  από την έκβαση  $x_i^j$  του  $i$  κριτηρίου, υπό τη διαφορά της  $x_i^0$  από την ιδανική έκβαση  $x_i^*$  [13].

Συνοψίζοντας τις τρεις αυτές μεθοδολογίες, παρατηρούμε μία συνεχή βελτίωση στη μεθοδολογία και στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν. Ο βασικός περιορισμός των μεθόδων είναι η απουσία του παράγοντα κόστους στα προτεινόμενα πλαίσια. Επιπροσθέτως η ελλιπής κατασκευή της BSC οδηγεί σε μονοδιάστατη ανάπτυξη της και οδηγεί στη δημιουργία ενός μοντέλου που επικεντρώνεται στην απόδοση του ΤΕΠ εν μέσω μόνο των δεικτών για αυτή τη διάσταση αμελώντας τις υπόλοιπες. Ένας καλύτερος σχεδιασμός της BSC, με μία ορθότερη επιλογή των δεικτών της, πιθανόν να οδηγούσε σε ακριβέστερα αποτελέσματα και σε ένα πιο ολοκληρωμένο μοντέλο.

### MED-UTA

Η τελευταία μεθοδολογία στην οποία θα γίνει αναφορά είναι η MED-UTA. Συνδυάζει την τεχνική της DES και την πολυκριτήρια ανάλυση, όπου η μέθοδος UTASTAR χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τον αποφασίζοντα ενός νοσοκομειακού οργανισμού να βελτιώσει τις παρεχόμενες υπηρεσίες [4].

Η μέθοδος UTASTAR βασίζεται στη μονότονη παλινδρόμηση για την ανάλυση των προτιμήσεων ενός αποφασίζοντα και έχει τη δυνατότητα αποτελεσματικού χειρισμού τόσο της ποσοτικής όσο και της ποιοτικής πληροφόρησης. Έχει ως στόχο, δεδομένου ενός συνόλου πολυκριτηριακών εκτιμήσεων και μίας διάταξης των εναλλακτικών επιλογών, τον υπολογισμό των μερικών χρησιμοτήτων έτσι ώστε η υπολογιζόμενη προδιάταξη από το μοντέλο να είναι όσο το δυνατόν πιο συνεπής με την αρχική προδιάταξη του αποφασίζοντα [7]. Για την εφαρμογή της υιοθετείται μία προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας, της μορφής:

$$u(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) - \sigma^+ + \sigma^-$$

υπό τους περιορισμούς

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n u_i(g_i) = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0, \forall i = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

, όπου  $\mathbf{g} = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  είναι το σύνολο των κριτηρίων

$[g_i^*, g_i^*]$  είναι τα υποδιαστήματα που υπολογίζονται οι τιμές κάθε κριτηρίου

$g_i^*$  και  $g_i^*$  η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του  $i$ -οστού κριτηρίου

$u_i$  είναι οι συναρτήσεις μερικών αξιών κανονικοποιημένες μεταξύ του 0 και του 1

$\sigma^+$  και  $\sigma^-$  είναι τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης αντίστοιχα



Η συγκεκριμένη εφαρμογή έδειξε πως ο συνδυασμός DES και UTASTAR αποτελεί μία πολύτιμη τεχνική η οποία βοηθάει τον αποφασίζοντα να αναλύσει και να κατανοήσει τη συμπεριφορά των επιλεγμένων κριτηρίων.

Ο αλγόριθμος της UTASTAR θα αναλυθεί εκτενέστερα στο κεφάλαιο 3, καθώς η συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελεί κομμάτι στο οποίο βασίστηκε η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

## **2.2 Η Χρήση Της *Balanced Scorecard* Σε Νοσοκομειακούς Οργανισμούς**

Οι επιχειρήσεις (οικονομικοί οργανισμοί) αντιμετώπιζαν πολλά εμπόδια στην ανάπτυξη συστημάτων μέτρησης επίδοσης, τα οποία αντιστοιχούσαν στα κατάλληλα μεγέθη. Η ανάγκη για τέτοια συστήματα, χρήσης δηλαδή των διαφόρων οικονομικών μεγεθών σε συνδυασμό με τη βελτίωση της μελλοντικής απόδοσης των επιχειρήσεων, οδήγησε σε μία μέθοδο για την καλύτερη εφαρμογή των στρατηγικών τους, την *Balanced Scorecard* (BSC).

Η μέθοδος BSC αποτελεί ένα σύστημα στρατηγικού προγραμματισμού και διοικήσεως, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα της διοίκησης και της βιομηχανίας, σε κυβερνητικές οργανώσεις καθώς και σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς παγκοσμίως. Δημιουργήθηκε αρχικά ως ένα διοικητικό εργαλείο ιεράρχησης και μέτρησης της επίδοσης με σκοπό τη σύνδεση των μακροπρόθεσμων οικονομικών βλέψεων με συγκεκριμένους στόχους και δείκτες απόδοσης, τα οποία προέρχονται από τέσσερις συγκεκριμένες διαστάσεις. Η BSC, όμως, δεν παρέχει μόνο τη δυνατότητα δημιουργίας ενός πλαισίου με δείκτες απόδοσης, αλλά βοηθά τους αποφασίζοντες να αναγνωρίσουν τι ακριβώς πρέπει να μετρηθεί, πώς οι διάφορες βλέψεις συνδέονται μεταξύ τους και ποιες βελτιώσεις μπορούν να γίνουν, έτσι ώστε να επιτευχθεί η προβλεπόμενη στρατηγική του οργανισμού [14]–[17]. Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό πως η BSC επικεντρώνεται στην αποτελεσματικό καθορισμό των βλέψεων και στην αξιολόγηση της επιτυχημένης εφαρμογής της στρατηγικής ενός οργανισμού. Οι τέσσερις διαστάσεις που περιγράφουν το κλασσικό μοντέλο είναι οι ακόλουθες:

- **Οικονομική διάσταση:** Οι οικονομικοί δείκτες αποτελούν βασικό συστατικό της BSC, καθώς η κατάλληλη επιλογή τους βοηθά στη διερεύνηση των οικονομικών βημάτων που πρέπει να ακολουθήσει ένας οργανισμός, ώστε να διασφαλίσει την επίτευξη της στρατηγικής της.
- **Διάσταση Πελατών:** Ο καθορισμός της αγοράς στην οποία απευθύνεται και η αρχή που υιοθετεί ένας επιχειρησιακός οργανισμός με σκοπό την ικανοποίηση των πελατών του, βοηθούν στον προσανατολισμό προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση.
- **Διάσταση Εσωτερικών Διαδικασιών:** Οι κύριες εργασίες, που πραγματοποιούνται έτσι ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί και να προσδοθεί η αξία των πελατών, σχηματίζουν έναν βασικό πυρήνα στον οργανισμό.
- **Διάσταση Έρευνας και Ανάπτυξης:** Ο καθορισμός των ικανοτήτων και των εργαλείων που καθιστούν τους υπαλλήλους ικανούς να συνεισφέρουν στην εφαρμογή της στρατηγικής του οργανισμού, αποτελεί θεμέλιο λίθο για την ανάπτυξη της BSC.

Ενώ η BSC αρχικά σχεδιάστηκε για επιχειρησιακούς οργανισμούς, από πολύ νωρίς ο Griffith [18] ανέφερε για την εφαρμογή της ως ένα κατάλληλο εργαλείο και για νοσοκομειακούς οργανισμούς. Αργότερα, αρκετοί συγγραφείς έκαναν τις προτάσεις τους για την εφαρμογή του μοντέλου [19]–[22]. Παρόλο που η μεθοδολογία της BSC έχει αποκαλεστεί ως μία από τις πιο σημαντικές διοικητικές καινοτομίες [23] και, όπως την χαρακτήρισε το Harvard Business Review, μία από τις 75 σημαντικότερες ιδέες του 20ού αιώνα [24], έχουν παρουσιαστεί κάποια άρθρα τα οποία τονίζουν τα αδύναμα σημεία της μεθόδου [25] και άλλα που υπογραμμίζουν τα προβλήματα που συνδέονται με την εφαρμογή της. Η κριτική γίνεται τόσο στο θεωρητικό μοντέλο, όσο και στην πρακτική εφαρμογή. Αναφέρεται πως η φύση της μεθόδου παρουσιάζεται γενικόλογα, πράγμα το οποίο προσδίδει αρκετές δυσκολίες στους αποφασίζοντες όσον αφορά την κατασκευή του μοντέλου και στην προσαρμογή αυτού στον οργανισμό τους [26]. Επιπρόσθετα, ερευνητές ισχυρίζονται πως η BSC έχει ποσοστό αποτυχίας 70% [27]. Η Nørreklit, μία από τους κύριους εναντιωτές στη μέθοδο, δηλώνει πως η BSC δεν αποτελεί μία πιστική μέθοδο [28]. Δηλώνει, ακόμα, πως οι Kaplan και Norton χρησιμοποιούν ρητορικές μεταφορές που συνδέονται με το συναίσθημα, παρά την εγκεφαλική διαύγεια για να καταστήσουν την επιχειρηματολογία τους αξιόπιστη. Αυτό, συνεχίζει, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα οι αναγνώστες να χρησιμοποιήσουν τις δικές τους προθέσεις, αντί αυτών των Kaplan και Norton. Επιπροσθέτως, κάποιοι ερευνητές αναρωτιούνται αν, στις διάφορες εφαρμογές της μεθόδου που έχουν πραγματοποιηθεί, ακολουθείται η βασική αρχή που έκαναν γνωστή οι Kaplan και Norton ή αυτές είναι απλές ιδέες των δημιουργών τους [29], [30]. Άλλοι ερευνητές δηλώνουν πως στις εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο, οι συγκεντρωθέντες δείκτες επίδοσης δεν είναι στενά συνδεδεμένοι με τη στρατηγική του οργανισμού, και για το λόγο αυτό, δεν είναι ικανοί να παρέχουν ένα σαφή προσανατολισμό στη διοίκηση όσον αφορά τι πρέπει να αναπτυχθεί για την επιτυχή εφαρμογή της διοικητικής στρατηγικής [3].

Όπως έγινε και με τις επιχειρήσεις, οι δημόσιοι και οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί βρέθηκαν στην ανάγκη να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν αποτελεσματικά εργαλεία διοίκησης. Παρόλο που η BSC μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα αποτελεσματικό διοικητικό εργαλείο προς χρήση, η εφαρμογή της πρέπει να διέπεται από το μη κερδοσκοπικό χαρακτήρα των συγκεκριμένων οργανισμών. Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτή η διαφοροποίηση που πρέπει να επέλθει στην BSC, έτσι ώστε να μπορέσει να προσαρμοστεί στον τομέα της δημόσιας υγείας, καθώς κατανοείται ο κοινωνικός προσανατολισμός τους.

Έχει δηλωθεί πως η BSC πρέπει να τροποποιηθεί με τρόπο τέτοιο ώστε να αντανakλά τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των νοσοκομειακών οργανισμών [31], [32] πράγμα το οποίο έρχεται σε συμφωνία με διάφορους συγγραφείς [17], [30], [33]–[36]. Πιο συγκεκριμένα οι Zelman et al. [31] αναγνωρίζουν δύο προβλήματα που οι νοσοκομειακοί οργανισμοί θα έχουν να αντιμετωπίσουν όταν εφαρμόζουν την BSC. Αρχικά μέσα στο μοντέλο της BSC θεωρείται πως ένα γενικό όραμα μπορεί να καθοριστεί και οι διάφορες μονάδες μέσα στον οργανισμό οφείλουν να συνεργάζονται για την επίτευξη αυτού του οράματος. Όμως, οι οργανισμοί αυτοί συνήθως δεν έχουν έντονο το στοιχείο του στρατηγικού προγραμματισμού και της διοικήσεως. Καθίσταται επομένως αναγκαίο να δημιουργηθεί ένα κοινό όραμα και να αναλυθούν οι σχέσεις σύνδεσης ανάμεσα στις διαφορετικές μονάδες. Το

δεύτερο πρόβλημα που υπάρχει περίπτωση να εμφανιστεί είναι πως μπορεί να αμφισβητηθεί η ιεράρχηση των διαφόρων διαστάσεων μέσα στην BSC. Επιπροσθέτως, οι Kaplan και Norton ανέπτυξαν μία νέα διάσταση για τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, την οποία την ονομάτισαν “Αποστολή” [34]. Οι Yeung και Connell με τη σειρά τους ισχυρίζονται πως, η οικονομική εστίαση της BSC έρχεται σε αντίθεση με τη φύση της “Αποστολής” που διέπει τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, όμως οι ομοιότητες που εμφανίζουν οι δύο διαφορετικοί τομείς τους οδήγησαν στο συμπέρασμα πως οποιοδήποτε σύστημα διοίκησης έχει εφαρμοστεί στον έναν τομέα, μπορεί να δοκιμαστεί και στον άλλον, αν ληφθούν υπ’ όψιν τα διακεκριμένα χαρακτηριστικά του [37]. Ο Kaplan πρόσφατα δήλωσε πως η επίδοση των μη κερδοσκοπικών οργανισμών δημοσίου ενδιαφέροντος δεν μπορεί να μετρηθεί με οικονομικούς δείκτες [38]. Αναφέρει πως η BSC βοηθάει τους αποφασίζοντες να διαλέξουν τα συναφή και κατάλληλα μη οικονομικά μέτρα προς χρήση για να εκτιμήσουν την απόδοση των επιμέρους τμημάτων τους, καθώς και ότι η επιτυχία τους πρέπει να μετρηθεί με την αποτελεσματικότητά τους να παρέχουν προνόμια ή υπηρεσίες στους ενδιαφερόμενους.

#### *Σχεδιασμός της BSC σε νοσοκομειακούς οργανισμούς*

Όσον αφορά τις διαστάσεις της BSC, οι Kaplan and Norton [34] επιχειρηματολόγησαν πως οι οργανισμοί πρέπει να αναπτύξουν τέτοιο συνδυασμό διαστάσεων ώστε να ανακλάται καλύτερα η στρατηγική τους. Για τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς πρότειναν πως μπορούν να θέσουν τη διάσταση πελατών στην κορυφή της BSC και παρατήρησαν πως πολλοί από αυτούς αναγνωρίζουν δωρητές και ευεργέτες στη θέση της οικονομικής διάστασης. Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί το Duke’s University Hospital. Σε άλλες περιπτώσεις, μία κοινότητα ή ένα όραμα θεωρήθηκε ως ο ανώτερος σκοπός των οργανισμών [35], [39]. Η Voelker πιο συγκεκριμένα προτείνει πως, για τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, η οικονομική διάσταση μπορεί να αφαιρεθεί από την BSC, αφού η οικονομική επίδοση δεν μπορεί να φανερώσει επιτυχία. Μελετητές συμπέραναν πως πάνω από το 30% των ερευνητών που χρησιμοποίησαν την BSC στην έρευνά τους δεν συμπεριέλαβαν τη διάσταση έρευνας και Ανάπτυξης [40]. Το γεγονός αυτό, θεωρούν, δεν ήταν απόρροια έλλειψης γνώσεων για τη διάσταση αυτή, αλλά δυσκολίας εύρεσης δεικτών που να μπορούν να αξιοποιηθούν καταλλήλως. Αναφέρεται πως οι συζητήσεις για την BSC συνήθως επικεντρώνονται γύρω από το πως το πλήθος και το είδος των διαστάσεων, των κατηγοριών ή περιοχών επίδοσης πρέπει να συμπεριληφθούν στην BSC, παρά στην ιεράρχηση των διαστάσεων [41]. Αυτό, όμως δε σημαίνει πως η ιεράρχηση των διαστάσεων δεν έχει απασχολήσει διάφορους μελετητές [42]–[44].

Η έρευνα στον κλάδο έχει επανειλημμένα απευθύνει την εφαρμογή της BSC στους νοσοκομειακούς οργανισμούς, παρουσιάζοντας περιπτώσεις που τονίζουν λόγους για να υιοθετηθεί η BSC, στις οποίες συζητούνται τα όρια της ανάπτυξής της και τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της [45]–[47]. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζοντας τις γενικές περιπτώσεις που συσχετίζονται με τους νοσοκομειακούς οργανισμούς, μπορούμε να διακρίνουμε τουλάχιστον τρεις διαφορετικές φιλοσοφίες στην ανάπτυξη και την εφαρμογή της BSC:

- Περιπτώσεις οι οποίες χρησιμοποιούν το κλασσικό μοντέλο. Συμπεριλαμβάνουν μόνο τις τέσσερις διαστάσεις που πρότειναν αρχικά οι Kaplan and Norton, αυτές των οικονομικών, των πελατών, των εσωτερικών διαδικασιών και της έρευνας και ανάπτυξης [22], [48].
- Περιπτώσεις με μερικές αλλαγές στη λογική της αρχιτεκτονικής του μοντέλου της BSC [35], [44], [45], [49], [50].
- Περιπτώσεις όπου το κλασσικό μοντέλο έχει αλλάξει πλήρως τόσο στο πλήθος των διαστάσεων όσο και στο είδος τους [47], [51]–[53].

Για να υπάρξει μία πιο σφαιρική εικόνα για το γενικό σχεδιασμό και την επιτυχία της BSC στις εφαρμογές στους νοσοκομειακούς οργανισμούς, συγκεντρώθηκαν οι πιο αντιπροσωπευτικές μελέτες, μετά από έρευνα στο διαδίκτυο για να παρατηρηθούν κοινά σχέδια και αντιθέσεις. Η έρευνα διεξήχθη μέχρι τα μέσα του 2013 και καλύπτει δημοσιεύσεις μέχρι και το τέλος του 2012. Το πρώτο βήμα ήταν να αναγνωριστούν όσο το δυνατόν περισσότερες δημοσιεύσεις γινόταν. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν οι μηχανές αναζήτησης Google και Google Scholar, καθώς και, κυρίως, οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων με την ακαδημαϊκή άδεια του Πολυτεχνείου Κρήτης:

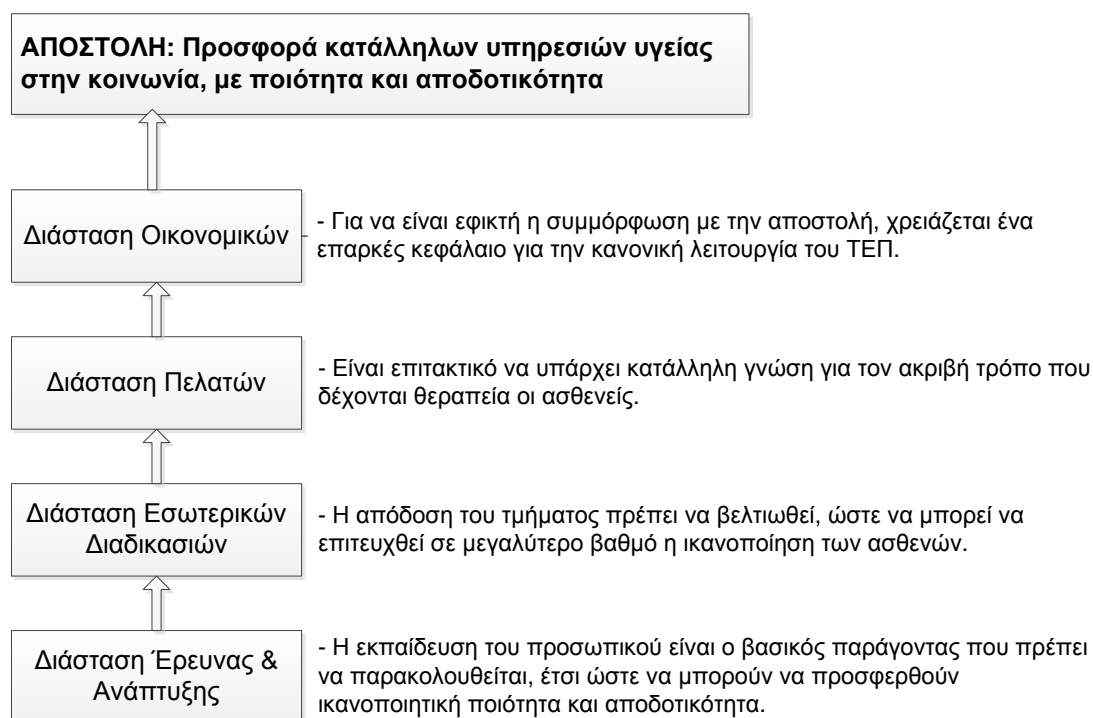
- Emerald (<http://emeraldinsight.com/>)
- Science Direct (<http://www.sciencedirect.com/>)
- Taylor & Francis (<http://www.tandfonline.com/>)
- John Wiley & Sons, Ltd (<http://onlinelibrary.wiley.com/>)
- Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>)

Συγκεντρώθηκαν 40 μελέτες στη βιβλιογραφία: Δώδεκα από τις ΗΠΑ, επτά από το Ηνωμένο Βασίλειο, τέσσερις από την Ιταλία, τρεις από τη Σουηδία και την Ταϊβάν, δύο από την Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία, μία από το Αφγανιστάν, την Ελλάδα, την Ισπανία, τον Καναδά, το Λίβανο και την Ολλανδία καθώς και μία στην οποία συνεργάστηκαν Ιαπωνία και Κίνα. Όλες οι περιπτώσεις αφορούσαν μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, οι περισσότερες των οποίων συσχετιζονταν με νοσοκομειακούς οργανισμούς. Μία σύνοψη των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1.

Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, λοιπόν, παρατηρήσαμε πως το πλήθος των διαστάσεων στους νοσοκομειακούς οργανισμούς κυμαίνεται από τρεις μέχρι οχτώ [51], [53]–[57]. Ανάμεσα τους και μία περίπτωση στην οποία υπήρχαν μόνο δείκτες απόδοσης, χωρίς διαστάσεις [58]. Μία σύνοψη του πλήθους των διαστάσεων που έχει χρησιμοποιηθεί παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.2. Επιπροσθέτως, αναρωτηθήκαμε για το ποιες είναι αυτές οι διαστάσεις που χρησιμοποιεί ο κάθε ερευνητής και κατά πόσο αυτές συνάδουν με το κλασσικό μοντέλο. Από τις 40 περιπτώσεις, μόνο οι 7 χρησιμοποιούν το κλασσικό μοντέλο. Οι περισσότεροι χρησιμοποίησαν τη διάσταση εσωτερικών διαδικασιών, με ποσοστό 90%, με αμέσως επόμενη εκείνη των οικονομικών. Η διάσταση της έρευνας και ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε σε λιγότερες από τις μισές περιπτώσεις, σε ποσοστό 48%. Ποσοστό πολύ χαμηλό αν αναλογιστεί κανείς πως η συγκεκριμένη διάσταση αποτελεί τη βάση για το κλασσικό μοντέλο της BSC των Kaplan και Norton. Για να συγκεκριμενοποιηθεί η έρευνα, διάφοροι όροι που παρατηρήθηκαν κατά την ανάλυση των χρησιμοποιηθέντων BSC αντιμετωπίστηκαν ως συνώνυμοι και

προσαρτήθηκαν σε αυτές του κλασσικού μοντέλου (π.χ. διάσταση περιοχής οικονομικών, σχεδιασμού και ανάπτυξης, κλινικών διαδικασιών, οικονομίας, ανθρώπων κ.ά.). Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3.

Η ανάπτυξη των κύριων στρατηγικών στόχων για τον οργανισμό που εξετάστηκε βασίστηκε στην εκτίμηση της στρατηγικής και της αποστολής του, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις τέσσερις διαστάσεις της μεθόδου BSC. Δεδομένου, όμως, πως ο εξεταζόμενος οργανισμός αποτελεί τμήμα του νοσοκομείου, το ΤΕΠ πιο συγκεκριμένα, θεωρήθηκε προτιμότερο να υπάρξει μόνο ένας κύριος στρατηγικός στόχος σε κάθε διάσταση της BSC, βασιζόμενος σε μία κεντρική αποστολή η οποία θα διέπει όλο το νοσοκομειακό οργανισμό. Με τον τρόπο αυτό, σε περίπτωση περαιτέρω έρευνας και ανάπτυξης για δημιουργία μίας BSC για τα υπόλοιπα τμήματα του οργανισμού, ή ακόμα και μία συνολική, αυτή να συνεχίσει να είναι εύκολο να παρακολουθείται και να αξιολογείται. Παρακάτω (σχήμα 2.1) γίνεται η ανάλυση της αποστολής του οργανισμού μας και οι επιμέρους αναλύσεις των στόχων της κάθε διαστάσεως.



**Σχήμα 2.1:** Αποστολή και στόχοι της BSC για το ΤΕΠ.

Όσον αφορά το πλήθος των δεικτών απόδοσης, παρατηρήθηκε στην έρευνα πως αυτό κυμαίνεται από 9-44. Έγινε κατανοητή η δυσκολία εύρεσης κατάλληλων δεικτών απόδοσης, οι οποίοι να μπορούν να περιγράψουν και να εφαρμοστούν στην εκάστοτε κατάσταση προς εξέταση, καθώς αυτοί αποτελούν την καρδιά οποιουδήποτε συστήματος BSC. Προτείνεται πως κάθε διάσταση της BSC δεν πρέπει να ξεπερνάει τους 4-5 δείκτες, έτσι ώστε να καθίσταται ευκολότερη η παρακολούθησή τους [16]. Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο πλήθος δεικτών απόδοσης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σύγχυση δεδομένων, πράγμα που μπορεί να καταστήσει τα αποτελέσματα ανακριβή. Μία άλλη παρατήρηση που έγινε έχει να κάνει με το γεγονός πως ένας δείκτης μπορεί να σχετίζεται με παραπάνω από έναν

στόχους, άρα με παραπάνω από μία διαστάσεις. Για παράδειγμα, ο φόρτος εργασίας των ιατρών μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διάσταση πελατών, των εσωτερικών διαδικασιών και της έρευνας και ανάπτυξης, αναλόγως από την οπτική και το όραμα του αποφασίζοντα. Βάση βιβλιογραφίας και των στόχων που αναφέρθηκαν προηγουμένως επιλέχθηκαν οι δείκτες απόδοσης, όπως αυτοί παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4.

Για χάρη πληρότητας παρουσιάζονται παρακάτω μερικά ποιοτικά παραδείγματα από τις BSC που έχουν εφαρμοσθεί στους νοσοκομειακούς οργανισμούς του Εθνικού Νοσοκομείου του Πεκίνου/Εθνικού Νοσοκομείου της Ναγκόγια [59] και ενός ακαδημαϊκού ιατρικού κέντρου στην Ταϊπέι [60].

Διαστάσεις			
Οικονομικών	Εσωτερικών Διαδικασιών	Πελάτη	Έρευνας & Ανάπτυξης
◦ Συνολικό Περιθώριο Κέρδους	◦ Ικανοποίηση Προσωπικού	◦ Ικανοποίηση Ασθενών	◦ Έξοδα σε Ιατρική Έρευνα
◦ Λάθη Κεφαλαίου	◦ Λάθη Προσωπικού	◦ Χρόνοι Αναμονής Εξωτερικών Ιατρών	◦ Ετήσιος #Επιστημονικών Εργασιών στα Αγγλικά / Μέλος Ιατρικού Προσωπικού
◦ Αλλαγή Κόστος / Περιστατικό	◦ Συνολικός Χρόνος Παραμονής		◦ Δραστηριότητα Εξωτερικών Ιατρών
◦ Κόστος Προσωπικού / Συνολικά Έσοδα από Ασθενείς	◦ Πληρότητα		
◦ Κόστος Υλικών / Συνολικά Έσοδα από Ασθενείς	◦ Ετήσιος #Ασθενών στα Εξωτερικά Ιατρεία / Γιατρό		
	◦ Ετήσιος #Ασθενών στα ΤΕΠ / Γιατρό		
	◦ Ετήσιος #Νοσηλευόμενων / Γιατρό		
	◦ Θνησιμότητα		
	◦ Ιατρικά λάθη που οδηγούν σε μηνύσεις		

**Παράδειγμα 2.1.** Εφαρμογή BSC στο Εθνικό Νοσοκομείο του Πεκίνου/Εθνικό Νοσοκομείο της Ναγκόγια.

Διαστάσεις			
Οικονομικών	Διοίκησης	Απόδοσης Εισαγωγών	Ποιότητα Φροντίδας
◦ Ελεγχόμενα Κόστη	◦ Ποσοστό Ολοκλήρωσης Ιατρικών Αρχείων	◦ Μέσος Χρόνος Παραμονής	◦ Ποσοστό Μολύνσεων
	◦ Ποσοστό Άμεσης Διαβούλευσης	◦ Ποσοστό Πληρότητας	◦ Ποσοστό Απρογραμμάτιστων Επανεισδοχών
		◦ Ποσοστό Λάθους Κλινών	◦ Ποσοστό Νοσοκομειακών Ατυχημάτων

**Παράδειγμα 2.2.** Εφαρμογή BSC ενός ακαδημαϊκού ιατρικού κέντρου στην Ταϊπέι.

**Πίνακας 2.1.** Γενικές πληροφορίες για τα 40 παραδείγματα της BSC στον τομέα της υγείας (συνεχίζεται)

#	Οργανισμός	Χώρα	Χρονολογία	# Διαστάσεων	# Δεικτών	Πηγή
1	Hudson River Psychiatric Center	ΗΠΑ	1998	4	15	[61]
2	Duke Children's Hospital	ΗΠΑ	1999	4	22	[62]
3	University of Colorado Health Sciences Center (Burn Center)	ΗΠΑ	1999	4	13	[63]
4	Mayo Clinic	ΗΠΑ	2000	8	13	[51]
5	Cambridge Health Alliance	ΗΠΑ	2000	4	44	[64]
6	Community Memorial Hospital (CMH)	ΗΠΑ	2000	-	13	[58]
7	Hospice unit of St Elsewhere Hospital	ΗΠΑ	2001	4	11	[65]
8	Long-term planning at Jönköping County Council	Σουηδία	2001	4	14	[45]
9	Montefiore Medical Center	Ιταλία	2001	4	22	[66]
10	St Mary's Duluth Clinic Health System	ΗΠΑ	2002	5	25	[67]
11	Bridgeport Hospital	ΗΠΑ	2002	5	18	[56]
12	Nursing of Queensland Health	Αυστραλία	2002	3	26	[68]
13	Bradford PCT	Η.Β.	2003	4	30	[49]
14	Bradford HIMP	Η.Β.	2003	4	29	[69]
15	Falls Memorial Hospital, International Falls	ΗΠΑ	2004	4	37	[70]
16	Dutch Health System	Ολλανδία	2004	4	20	[71]
17	A department of Swedish Hospital	Σουηδία	2004	4	20	[72]
18	Emergency department in a hospital	Ταϊβάν	2004	4	9	[48]
19	Hospital Monitoring Directorate	Νέα Ζηλανδία	2004	4	16	[73]

**Πίνακας 2.1.** Γενικές πληροφορίες για τα 40 παραδείγματα της BSC στον τομέα της υγείας.

20	Mental Health Trusts and Providers of Mental Health Services, Healthcare Commission	Η.Β.	2004	3	35	[74]
21	Health Facilities	Αφγανιστάν	2004	6	31	[57]
22	Royal Ottawa Hospital	Καναδάς	2005	5	32	[75]
23	Royal Brisbane and Women's Hospital	Αυστραλία	2005	4	26	[76]
24	Silver Cross Hospital	ΗΠΑ	2005	4	27	[77]
25	European Institute of Oncology (IEO)	Ιταλία	2005	5	19	[66]
26	Ospedale Pediatrico Bambino Gesù (OPBG)	Ιταλία	2005	6	22	[66]
27	Benito Menni Hospital	Ισπανία	2005	6	30+	[35]
28	South West Yorkshire Mental Health NHS Trust (SWYT)	Η.Β.	2006	4	23	[44]
29	National Health Service (NHS)	Η.Β.	2006	3	36	[53]
30	National Hospital of Beijing/National Hospital of Nagoya	Κίνα/Ιαπωνία	2006	4	19	[59]
31	National Health Service (NHS)	Η.Β.	2006	3	37	[54]
32	Merseyside Health Authority	Η.Β.	2007	4	31	[78]
33	Barbeton Citizens Hospital (BCH)	ΗΠΑ	2008	5	27	[47]
34	Mackay Memorial Hospital (MMH)	Ταϊβάν	2008	5	12	[79]
35	Medical Clinic at Högland Hospital (MHH)	Σουηδία	2009	4	22	[41]
36	Private and Public Hospitals	Λίβανος	2011	3	21	[55]
37	South Canterbury District Health Board	Νέα Ζηλανδία	2012	3	19	[80]
38	Academic medical center in Taipei	Ταϊβάν	2012	4	9	[60]
39	Presidiums of Health Agency	Ιταλία	2012	4	25	[50]
40	Governmental Hospital of Didimoticho GHD	Ελλάδα	2012	4	25	[3]

\*Η.Β. : Ηνωμένο Βασίλειο



Όπως μπορούμε να δούμε παρακάτω η πλειονότητα των περιπτώσεων στη βιβλιογραφία χρησιμοποιεί μοντέλο της BSC με τις 4 διαστάσεις (60%) που σε συνδυασμό με αυτά που έχουν μία λιγότερη ή μία περισσότερη διάσταση καταλαμβάνουν το 87.5% του συνόλου. Αυτό μας οδήγησε στο να καταλήξουμε σε ένα κλασσικό μοντέλο BSC.

**Πίνακας 2.2.** Αριθμός εφαρμογών ανά χρησιμοποιούμενο πλήθος διαστάσεων στην BSC.

#Διαστάσεων	#Περιπτώσεων	Ποσοστό
-	1	2.50%
3	5	12.50%
4	24	60%
5	6	15%
6	3	7.50%
8	1	2.50%

Όσων αφορά το είδος των διαστάσεων της BSC, υπάρχουν μικρές αποκλείσεις στον αριθμό των εφαρμογών που χρησιμοποιούν τις διαστάσεις των Οικονομικών, των Πελατών και των Εσωτερικών Διαδικασιών. Όμως η διάσταση της Έρευνας και Ανάπτυξης, η βάση της μεθόδου, χρησιμοποιείται σε λιγότερες από τις μισές. Δεδομένου πως καταλήξαμε στο κλασσικό μοντέλο της BSC αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν και οι κλασσικές διαστάσεις με μοναδική διαφορά την αλλαγή της διάστασης Εσωτερικών διαδικασιών σε αυτή της Απόδοσης ΤΕΠ.

**Πίνακας 2.3.** Ποσοστό εμφάνισης κάθε διάστασης στο σύνολο των εφαρμογών.

Διαστάσεις	# Περιπτώσεων	Ποσοστό
Οικονομικών	33	83%
Πελατών	30	75%
Εσωτερικών Διαδικασιών	36	90%
Έρευνας & Ανάπτυξης	19	48%
Άλλες	25	63%

Αναφέρθηκε πως οι δείκτες που αποφανθήκαμε να διέπουν την BSC ήταν αποτέλεσμα έρευνας στη βιβλιογραφία. Βρέθηκαν οι 9 δείκτες εκείνοι (11, καθώς ο ένας δείκτης περιγράφει τρεις διαφορετικές κατηγορίες) που μπόρεσαν να μας βοηθήσουν να περιγράψουμε επαρκώς τη λειτουργία του εξεταζόμενου ΤΕΠ, σε συνδυασμό πάντα με τα συλλεγμένα δεδομένα που είχαμε στη διάθεσή μας. Με τον τρόπο αυτό καταλήξαμε στους δείκτες Κόστος Προσωπικού και Έσοδα ανά Εισαγωγή για τη διάσταση των Οικονομικών, Χρόνος Αναμονής, Διάρκεια Θεραπείας και Διάρκεια Παραμονής για τη διάσταση των Πελατών, Ποσοστό Πληρότητας των Κλινών, Αριθμός Εισαγωγών στο ΤΕΠ II προερχόμενοι από το ΤΕΠ Ι και Ασθενείς με Εξετάσεις για τη διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ και Φόρτος Εργασίας για τη διάσταση Έρευνας και Ανάπτυξης.

**Πίνακας 2.4.** Επιλογή δεικτών απόδοσης BSC.

Διάσταση Οικονομικών	
◦ Κόστη Προσωπικού	[45], [50], [57], [59]
◦ Έσοδα ανά Εισαγωγή	[45], [47], [59]
Διάσταση Πελατών	
◦ Χρόνος Αναμονής	[35], [53], [55], [59], [81]
◦ Διάρκεια Θεραπείας	[57], [82]
◦ Διάρκεια Παραμονής	[3], [35], [50], [59], [60], [81]
Διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ	
◦ Ποσοστό πληρότητας κλινών	[3], [35], [44], [45], [59], [60]
◦ #Εισαγωγών στο ΤΕΠ II προερχόμενοι από το I	[35], [50], [55], [59], [79]
◦ Ασθενείς με εξετάσεις	[83]
Διάσταση Έρευνας & Ανάπτυξης	
◦ Φόρτος Εργασίας	[50], [59], [84]

### Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία S-MED-UTA

#### 3.1 Προτεινόμενο Σύστημα BSC

Συνοψίζοντας, αξιολογώντας τα αποτελέσματα της έρευνάς μας σε συνδυασμό με τις αποφάσεις του διευθυντή του Τμήματος Επειγόντων Περιστατικών του Νοσοκομείου Χανίων, καταλήξαμε στο μοντέλο της BSC που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 3.1.** Τελικό μοντέλο της BSC.

Διαστάσεις			
Οικονομικών	Πελατών	Απόδοση ΤΕΠ	Έρευνας & Ανάπτυξης
◦ Κόστη Προσωπικού	◦ Χρόνος Αναμονής	◦ Ποσοστό πληρότητας κλινών	◦ Φόρτος Εργασίας Ιατρών
◦ Έσοδα ανά Εισαγωγή	◦ Διάρκεια Θεραπείας	◦ #Εισαγωγών στο ΤΕΠ II προερχόμενοι από το I	◦ Φόρτος Εργασίας Νοσηλευτών
	◦ Διάρκεια Παραμονής	◦ Ασθενείς με εξετάσεις	◦ Φόρτος Εργασίας Διοικητικού Προσωπικού

Ο τρόπος υπολογισμού κάθε Δείκτη Απόδοσης παρουσιάζεται αναλυτικά ακολούθως:

- Συνολικά Κόστη Προσωπικού (Personnel Costs):

$$(\# \text{Ιατρών} * \text{Μισθοδοσία Ιατρών}) + (\# \text{Νοσοκόμων} * \text{Μισθοδοσία Νοσοκόμων})$$

- Έσοδα ανά Εισαγωγή (Revenue per admission):

$$\frac{\text{Κόστος Εισαγωγής} * \text{Εγγεγραμμένες Εισαγωγές}}{\text{Συνολικές Εισαγωγές}}$$

- Χρόνος Αναμονής (Waiting Time):

$$\frac{\text{Συνολικός χρόνος στις ουρές αναμονής}}{\text{Συνολικές Εισαγωγές}}$$

- Διάρκεια Παραμονής (LoS {Length of Stay}):

$$\frac{\text{Συνολικός Χρόνος στο Σύστημα}}{\text{Συνολικές Εισαγωγές}}$$

- Διάρκεια Θεραπείας (Treatment Time):

$$LoS - \text{Χρόνος Αναμονής} - \frac{\text{Συνολικός Χρόνος για Εγγραφή}}{\text{Συνολικές Εισαγωγές}}$$

- Ποσοστό Πληρότητας Κλινών (Bed Occupancy Rate {Percentage of Occupancy}):

$$\frac{\text{Συνολικό ποσοστό πληρότητας κλινών}}{\text{Συνολικές Εισαγωγές}}$$

- #Εισαγωγών στο ΤΕΠ II προερχόμενοι από το I (No. of Admissions (Ter{2from1})):
 

#Αριθμός των Ασθενών στο ΤΕΠ I που έχρηζαν περαιτέρω θεραπείας στο ΤΕΠ II

- Ασθενείς με Εξετάσεις (Patients with Examinations):

$$\text{Το σύνολο των Εξετασμένων Ασθενών}$$

- Φόρτος Εργασίας Ιατρών (Doctors' Workload):

$$\frac{\text{Ποσοστό του χρόνου Απασχόλησης Ιατρών}}{\text{Συνολικό Αριθμό Ιατρών}}$$

- Φόρτος Εργασίας Νοσοκόμων (Nurses' Workload):

$$\frac{\text{Ποσοστό του χρόνου Απασχόλησης Νοσοκόμων}}{\text{Συνολικό Αριθμό Νοσοκόμων}}$$

- Φόρτος Εργασίας Διοικητικού Προσωπικού (Administrative Employees' Workload):

$$\text{Ποσοστό του χρόνου Απασχόλησης του Διοικητικού Προσωπικού}$$

### 3.2 Μεθοδολογία S-MED-UTA

#### 3.2.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο

Η προτεινόμενη μεθοδολογία S-MED-UTA αποτελεί επέκταση της αναλυμένης στο προηγούμενο κεφάλαιο MED-UTA. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως

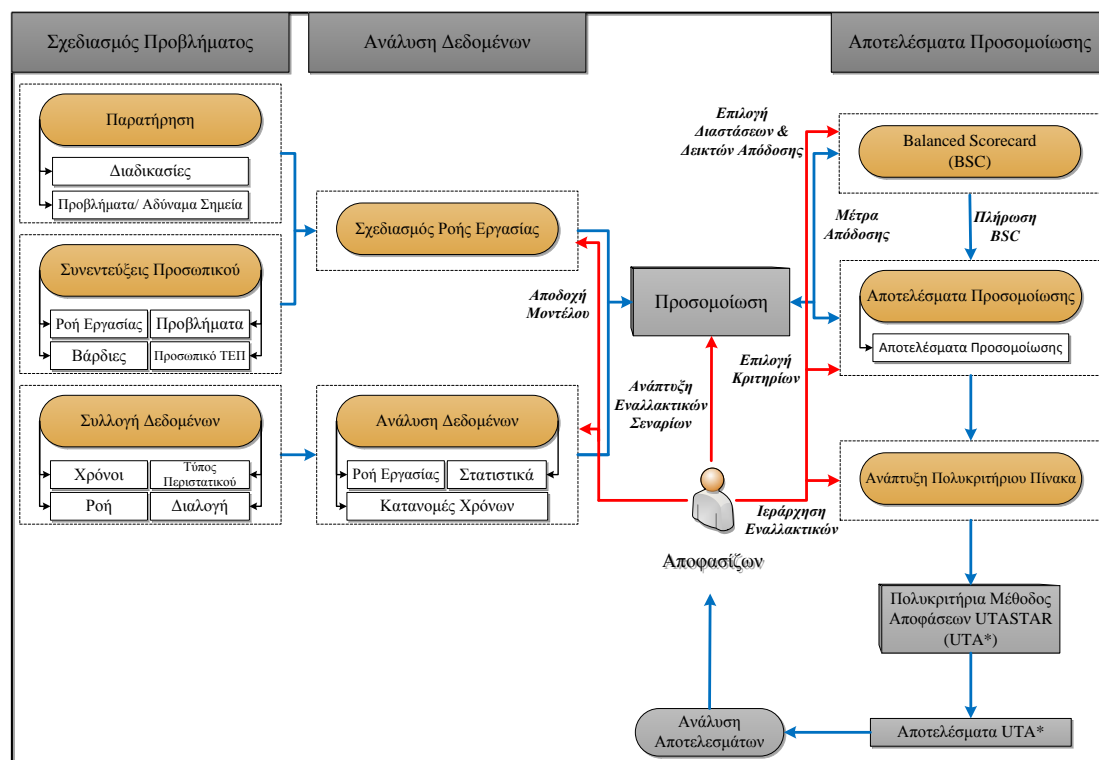
παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1, αποτελείται από τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο αποτελεί το Σχεδιασμό του Προβλήματος. Στο στάδιο αυτό γίνεται ουσιαστικά η πρώτη προσέγγιση με την προς αντιμετώπιση κατάσταση. Μέσω τις παρατήρησης εξάγονται οι διαδικασίες που διέπουν τον εξεταζόμενο οργανισμό και βρίσκονται τα προβλήματα και τα αδύναμα σημεία που υπάρχουν. Μέσω των συνεντεύξεων με το προσωπικό γίνεται αντιληπτή η ροή εργασίας και τα προβλήματα που δημιουργούνται σε αυτή, και καταγράφονται τόσο το προσωπικό που εργάζεται στον οργανισμό όσο και οι ισχύουσες βάρδιές του. Επιπλέον, μέσω της συλλογής δεδομένων καταγράφονται οι χρόνοι του κάθε ασθενή μέσα στο σύστημα, ο τύπος του περιστατικού του, η ροή που ακολουθεί στο σύστημα και η διαλογή του.

Αφού ολοκληρωθεί το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας ακολουθεί αυτό της Ανάλυσης Δεδομένων. Μέσα από την παρατήρηση και τις συνεντεύξεις του προσωπικού γίνεται ο σχεδιασμός της ροής της εργασίας και τα συλλεγμένα δεδομένα αναλύονται ώστε να μπορέσουμε να δούμε μαθηματικά τη ροή της εργασίας, τα στατιστικά που διέπουν τον οργανισμό καθώς και τις κατανομές των χρόνων για την περίθαλψη των ασθενών. Όταν πλέον έχει ολοκληρωθεί η ανάλυση των δεδομένων ξεκινάει το ενδιάμεσο στάδιο του σχεδιασμού της υφιστάμενης κατάστασης μέσα στο περιβάλλον της προσομοίωσης. Ο τρόπος με τον οποίον γίνεται ο συγκεκριμένος σχεδιασμός θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

Έπειτα από την κατασκευή της απεικόνισης του οργανισμού στο περιβάλλον της προσομοίωσης εισάγονται οι επιλεγμένοι από τον αποφασίζοντα δείκτες της BSC για να ξεκινήσει το τρίτο και τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας, αυτό των Αποτελεσμάτων της Προσομοίωσης. Στο στάδιο αυτό, αφού γίνει η επιλογή των διαστάσεων και των δεικτών απόδοσης της BSC, καθορίζονται τα μέτρα απόδοσης, πληρώνεται ο πίνακας της BSC και εξάγονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για τη λειτουργία του οργανισμού στην υφιστάμενη κατάσταση. Εν συνεχεία, οδηγούμαστε στην ανάπτυξη ενός πολυκριτήριου πίνακα, πάνω στον οποίο εφαρμόζεται η πολυκριτήρια μέθοδος UTASTAR και λαμβάνονται τα συνολικά αποτελέσματα της μεθοδολογίας, τα οποία και αναλύονται.

Οι συζητήσεις με τον αποφασίζοντα για την καλύτερη προσέγγιση της μεθοδολογίας στον οργανισμό που αυτός αντιπροσωπεύει είναι διαρκείς και επιτακτικές καθ' όλη την εφαρμογή της μεθοδολογίας, και ιδιαίτερα στο 2<sup>ο</sup> και το 3<sup>ο</sup> στάδιο. Κατά το σχεδιασμό της ροής εργασίας στο σύστημα συμβουλευτήκαμε τον αποφασίζοντα για την πληρέστερη κατανόηση της λειτουργίας του οργανισμού. Όταν καταλήξουμε σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο, για να προχωρήσουμε στο ενδιάμεσο στάδιο της προσομοίωσης είναι απαραίτητη η αποδοχή του δημιουργηθέντος μοντέλου από αυτόν. Η επιλογή των διαστάσεων και των δεικτών απόδοσης της BSC γίνεται πάντα με τη συνεργασία του ώστε να καταλήξουμε στην κατάλληλη επιλογή των κριτηρίων καθώς και στην ανάπτυξη των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων. Μετά από την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης είναι αυτός που θα ιεραρχήσει της εναλλακτικές ώστε να

μπορέσουμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή της μεθόδου UTASTAR. Τέλος, τα αναλυμένα αποτελέσματα καταλήγουν στα χέρια του και αυτός είναι πλέον σε θέση να διαλέξει την επιθυμητή δράση του οργανισμού έπειτα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας.



Σχήμα 3.1. Μεθοδολογία S-MED-UTA.

### 3.2.2 Μέθοδος UTASTAR

#### Οικογένεια UTA

Τα μοντέλα της οικογένειας UTA (UTilités Additives) [85]–[87] βασίζονται στη μονότονη παλινδρόμηση για την ανάλυση των προτιμήσεων ενός αποφασίζοντα και έχουν ως στόχο την εκτίμηση μίας ή περισσότερων προσθετικών συναρτήσεων αξίας από μία αρχική ιεράρχηση ενός συνόλου αναφοράς  $A_R$ . Τα μοντέλα αυτά έχουν τη δυνατότητα αποτελεσματικού χειρισμού τόσο της ποσοτικής όσο και της ποιοτικής πληροφόρησης [3], [7], [88]–[91].

#### Η μέθοδος UTA

Η μέθοδος UTA χρησιμοποιεί ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για να εκτιμήσει τις προσθετικές συναρτήσεις αξίας, με σκοπό η τελική κατάταξη που προκύπτει μέσω αυτών να προσεγγίζει όσο το δυνατόν περισσότερο την αρχική

διάταξη που διατυπώνει ο αποφασίζων [85]. Για την κατανόηση της μεθόδου, αρχικά ορίζονται τα ακόλουθα:

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  : το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών προς εκτίμηση  
 $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$  : οικογένεια κριτηρίων που χαρακτηρίζει την κάθε εναλλακτική  
 $u(g) = u(g_1, g_2, \dots, g_n)$  : περιθώρια ή μερική συνάρτηση αξίας ή χρησιμότητας  
(marginal value function or utility function)  
 $g_i^*$  και  $g_i^*$  : η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του  $i$ -οστού κριτηρίου  
 $G_i = [g_i^*, g_i^*]$  ,  $i = 1, 2, \dots, n$  : υποδιαστήματα υπολογισμού τιμών κάθε κριτηρίου  
 $u_i[g_i(a)]$  : η μερική χρησιμότητα (marginal utility) της εναλλακτικής  $a$  ως προς το  
κριτήριο  $g_i$   
 $p_i$  : το βάρος του  $i$ -οστού κριτηρίου της εναλλακτικής  $a$

Δεδομένου πως κάθε κριτήριο  $g$  αναπαριστά μία μονότονη μεταβλητή, η μεγαλύτερη εκτίμηση αντιστοιχεί στην πλέον προτιμώμενη επιλογή. Επομένως για κάθε  $a_i \in A$ , το διάνυσμα  $g(a_i) = [g_1(a_i), g_2(a_i), \dots, g_n(a_i)]$  χαρακτηρίζει την πολυκριτήρια εκτίμησή της.

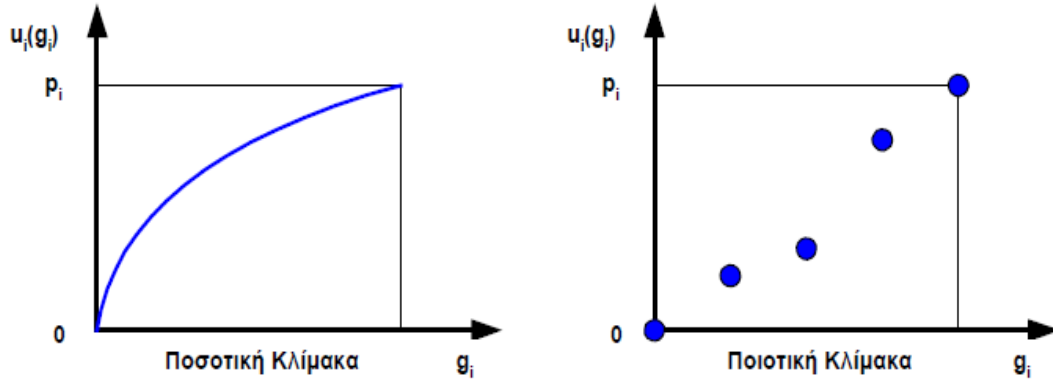
Το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων (μοντέλο απόφασης) στη μέθοδο UTA συνάγει σε μία προσθετική συνάρτηση αξίας (additive value function) της ακόλουθης μορφής:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (3.1)$$

υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n p_i = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0, u_i(g_i^*) = 1, \forall i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3.2)$$

,όπου  $u_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  είναι αύξουσες συναρτήσεις και είναι κανονικοποιημένες ανάμεσα στο 0 και το 1 (σχήμα 3.2). Κάθε μία μερική χρησιμότητα  $u_i(g_i)$  είναι πλήρως ορισμένη από το κριτήριο  $g_i$  και ένα βάρος  $p_i$ . Το νόημα της προσθετικής συνάρτησης είναι πως η ολική χρησιμότητα μίας εναλλακτικής επιλογής ισούται με το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων στα οποία εκτιμάται.



**Σχήμα 3.2.** Κανονικοποιημένη μερική συνάρτηση αξίας.

Για την πολυκριτήρια εκτίμηση  $g$  των εναλλακτικών επιλογών  $a, b$  ισχύουν οι ακόλουθες ιδιότητες της συνάρτησης χρησιμότητας:

$$\begin{cases} u[g(a)] > u[g(b)] \Leftrightarrow a > b & (\text{περίπτωση προτίμησης}) \\ u[g(a)] = u[g(b)] \Leftrightarrow a \sim b & (\text{περίπτωση αδιαφορίας}) \end{cases} \quad (3.3)$$

Η παραπάνω έκφραση αποτελεί την ιδιότητα της συνέπειας ή μονοτονίας που καλύπτει τη βασική προϋπόθεση της προτιμσιακής ανεξαρτησίας των κριτηρίων (preferential independence) για την ύπαρξη του μοντέλου.

Αποδεικνύεται πως η σταθμισμένη μορφή της συνάρτησης (3.1) – (3.2) είναι αυστηρά ισοδύναμη της μη σταθμισμένης, αρκεί να τεθεί  $u_i = p_i u_i$ , όπου  $p_i = u_i(g_i^*)$  είναι τα βάρη των κριτηρίων.

$$u(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (3.4)$$

υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n u_i(g_i) = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0, \forall i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3.5)$$

Βασιζόμενοι στο προσθετικό μοντέλο (3.4) – (3.5) και λαμβάνοντας υπ'όψιν τις σχέσεις προτίμησης (4.3), η αξία της κάθε εναλλακτικής  $a \in A_R$  μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$u'[g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] + \sigma(a), \forall a \in A_R \quad (3.6)$$

, όπου  $\sigma(a)$  είναι το ενδεχόμενο σφάλμα όσον αφορά το  $u'[g(a)]$ .



Για την εκτιμηθούν οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων με ένα σταδιακό γραμμικό τρόπο προτείνεται η χρήση της γραμμικής παρεμβολής. Συνεπώς υποθέτουμε ότι οι ακραίες τιμές  $g_i^*, g_i^*$  είναι πεπερασμένες για κάθε κριτήριο και το διάστημα  $[g_i^*, g_i^*]$  χωρίζεται σε  $(\alpha_i - 1)$  ίσα υποδιαστήματα. Η τιμή του  $\alpha_i$  δίνεται από τον αναλυτή, ο οποίος με αυτόν τον τρόπο καθορίζει το πλήθος των ενδιάμεσων τιμών των μερικών χρησιμοτήτων  $u_i$  που επιθυμεί να υπολογισθούν. Τα τελικά σημεία  $g_i^j$  δίνονται από τη σχέση:

$$g_i^j = g_i^* + \frac{j-1}{\alpha_i-1} (g_i^* - g_i^*) \quad , \forall j = 1, 2, \dots, \alpha_i \quad (3.7)$$

και οι μερικές χρησιμότητες μίας εναλλακτικής επιλογής  $\alpha$  υπολογίζονται μέσω γραμμικής παρεμβολής ως εξής:

$$u_i[g_i(\alpha)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(\alpha) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (3.8)$$

, όπου  $g_i(\alpha) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$

Με βάση την υπόθεση της μονοτονικότητας των προτιμήσεων, οι μερικές χρησιμότητες  $u_i(g_i)$  πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο των ακόλουθων περιορισμών:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i \quad , \forall j = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1 \text{ και } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.9)$$

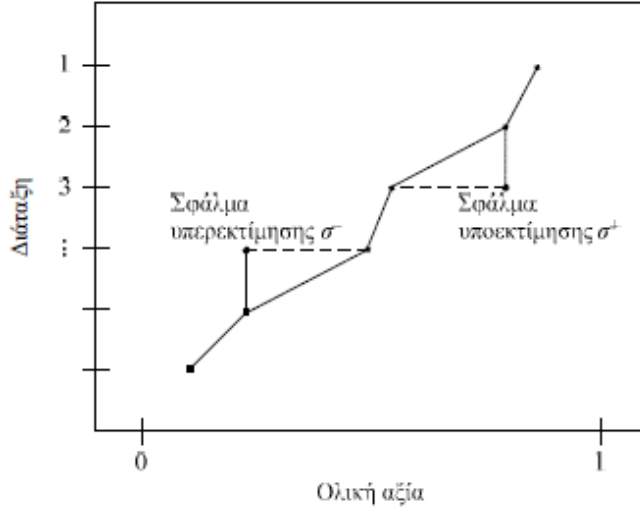
, όπου  $s_i \geq 0$  είναι τα κατώφλια αδιαφορίας για κάθε κριτήριο  $g_i$ . Δεν είναι απαραίτητο να ορίσουμε τα συγκεκριμένα κατώφλια σε κάθε περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου UTA ( $s_i = 0$ ), όμως είναι χρήσιμα για να αποφευχθούν φαινόμενα όπως:  $u_i(g_i^{j+1}) = u_i(g_i^j)$  όταν  $g_i^{j+1} > g_i^j$ .

### Η μέθοδος UTASTAR

Η μέθοδος UTASTAR αποτελεί μία βελτιωμένη έκδοση του αρχικού μοντέλου της UTA που παρουσιάστηκε προηγουμένως [86]. Όπως είδαμε, στην πρώτη μορφή της UTA υπήρχε μία μοναδική συνάρτηση σφάλματος  $\sigma(\alpha)$  που παριστά το ποσό της χρησιμότητας που πρέπει να προστεθεί στην υπολογισθείσα χρησιμότητα  $u'[g(\alpha)]$  της εναλλακτικής επιλογής  $\alpha$ , ώστε η συγκεκριμένη εναλλακτική επιλογή να μπορέσει να ανακτήσει τη θέση της στην αρχική προδιάταξη. Αυτή η συνάρτηση δεν είναι επαρκής για την ελαχιστοποίηση της ολικής διασποράς των σημείων στη μονότονη καμπύλη του σχήματος 3.3. Το πρόβλημα προκύπτει από τα σημεία που βρίσκονται στα δεξιά της καμπύλης, από τα οποία θα ήταν προτιμότερη η αφαίρεση ενός ποσού χρησιμότητας, χωρίς να αυξηθούν οι αξίες των υπολοίπων. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού στη μέθοδο UTASTAR εισάγεται μία διπλή θετική συνάρτηση σφάλματος που επιτρέπει καλύτερη σταθεροποίηση της θέσης των σημείων γύρω από την καμπύλη [3], [7], [88]–[91]. Συνεπώς ο τύπος (3.6) γίνεται:

$$u'[g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad , \forall a \in A_R \quad (3.10)$$

, όπου  $\sigma^+$  και  $\sigma^-$  είναι τα σφάλματα υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης, αντίστοιχα.



**Σχήμα 3.3.** Καμπύλη ποιοτικής παλινδρόμησης.

Επιπροσθέτως, μία ακόμα σημαντική τροποποίηση αφορά τους περιορισμούς μονοτονικότητας των διαφόρων κριτηρίων, στα υποδιαστήματα  $[g_i^*, g_i^*]$  που έχουν διακριθεί. Με τον τρόπο αυτό οι συνθήκες μονοτονίας (3.9) αντικαθιστώνται από τους περιορισμούς μη αρνητικότητας  $w_{ij}$  (για  $s_i = 0$ ). Με τη βοήθεια των ακόλουθων μετασχηματισμών των μεταβλητών, η μοντελοποίηση γίνεται:

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad , \forall j = 1, 2, \dots, a_i - 1 \text{ και } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.11)$$

Ο αριθμός των ισαπεχόντων διαστημάτων  $a_i$  καθορίζεται από τη διαθέσιμη πληροφορία και εξαρτάται από το πλήθος των εναλλακτικών επιλογών του συγκεκριμένου κριτηρίου. Στην περίπτωση ποσοτικών κριτηρίων χρησιμοποιείται η τεχνική της γραμμικής παρεμβολής.

Επιπλέον, το σύνολο αναφοράς  $A_R = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  αναδιαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι εναλλακτικές να είναι διατεταγμένες κατά σειρά προτίμησης. Έτσι η  $a_1$  βρίσκεται στην κορυφή της αρχικής προδιάταξης και η  $a_m$  στην ουρά. Δεδομένου ότι η συγκεκριμένη κατάταξη έχει τη μορφή διάταξης  $R$ , για κάθε ζεύγος διαδοχικών εναλλακτικών  $(a_k, a_{k+1})$  ισχύει ένα από τα παρακάτω:

$$\begin{aligned} a_k &> a_{k+1} \text{ (περίπτωση προτίμησης)} \\ a_k &\sim a_{k+1} \text{ (περίπτωση αδιαφορίας)} \end{aligned}$$

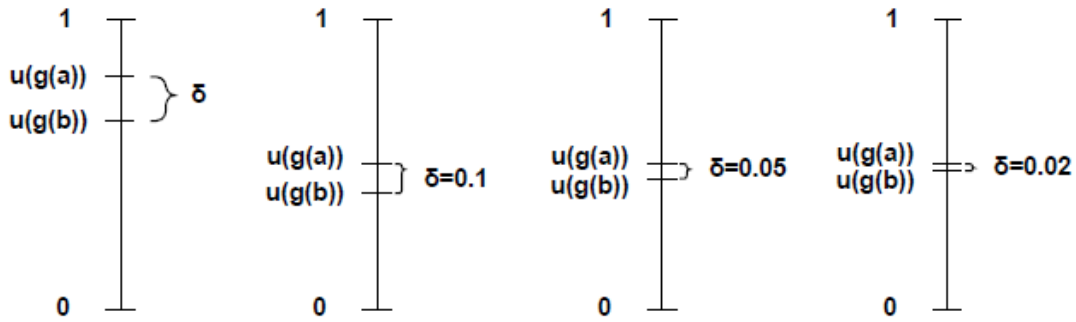
Έτσι, αν τεθεί

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = u'[g(a_k)] - u'[g(a_{k+1})] \quad (3.12)$$

τότε ισχύει μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

$$\begin{cases} \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta & \text{αν } a_k > a_{k+1} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 & \text{αν } a_k \sim a_{k+1} \end{cases} \quad (3.13)$$

,όπου  $\delta$  η ελάχιστη απόσταση τιμών μεταξύ των ολικών χρησιμοτήτων δύο εναλλακτικών επιλογών ( $a > b$ ).



**Σχήμα 3.4.** Ορισμός τιμών της  $\delta$  και διάφορες εναλλακτικές τιμές της.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, ο αλγόριθμος της UTASTAR συνοψίζεται στα ακόλουθα βήματα:

*Βήμα 1:*

Η ολική χρησιμότητα των εναλλακτικών  $u[g(a_k)]$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ , εκφράζεται αρχικά ως συνάρτηση των μερικών αξιών  $u_i(g_i)$  και στη συνέχεια των μεταβλητών  $w_{ij}$ , σύμφωνα με την εξίσωση (3.11), μέσω των ακόλουθων σχέσεων:

$$\begin{cases} u_i(g_i^1) = 0, \forall i = 1, 2, \dots, n \\ u_i(g_i^j) = \sum_{i=1}^{j-1} w_{ij}, \forall j = 1, 2, \dots, a_i - 1 \text{ και } i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3.14)$$

*Βήμα 2:*

Εισαγωγή δύο συναρτήσεων σφάλματος  $\sigma^+$  και  $\sigma^-$  στο  $A_R$ , γράφοντας τις αναλυτικές εκφράσεις για κάθε ζεύγος διαδοχικών εναλλακτικών στην προδιάταξη:

$$\begin{aligned} \Delta(a_k, a_{k+1}) = & u[g(a_k)] - \sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k) \\ & - u[g(a_{k+1})] + \sigma^+(a_{k+1}) - \sigma^-(a_{k+1}) \end{aligned} \quad (3.15)$$

### Βήμα 3:

Επίλυση του γραμμικού προβλήματος (γ.π.):

$$\left\{ \begin{array}{l} [min]z = \sum_{k=1}^m [\sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k)] \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \quad \text{αν } a_k > a_{k+1} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \quad \text{αν } a_k \sim a_{k+1} \end{array} \right\}, \forall k \quad (3.16)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a_k) \geq 0, \sigma^-(a_k) \geq 0 \quad , \forall i, j \text{ και } k$$

### Βήμα 4:

Έλεγε την ύπαρξη πολλαπλών ή πολύ κοντινών βέλτιστων λύσεων στο γ.π. (3.16) (ανάλυση ευστάθειας). Σε περίπτωση μη μοναδικότητας, υπολόγισε τη μέση τιμή των προσθετικών συναρτήσεων αξίας των πλησιέστερων βέλτιστων λύσεων (βαρύκεντρο) που μεγιστοποιούν τις ακόλουθες αντικειμενικές συναρτήσεις:

$$u_i(g_i^*) = \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} \quad , \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3.17)$$

στο πολύεδρο των περιορισμών του γ.π. (3.16) κάτω από τους νέους περιορισμούς:

$$\sum_{k=1}^m [\sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k)] \leq Z^* + \varepsilon \quad (3.18)$$

, όπου  $Z^*$  είναι η βέλτιστη τιμή του γ.π. του Βήματος 3 και  $\varepsilon$  ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός.

Βάση μίας συγκριτικής μελέτης που πραγματοποιήθηκε για τις UTA και UTASTAR [86] σε ένα σύνολο πειραματικών δεδομένων, αποδείχθηκε πως η μέθοδος UTASTAR δίνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά έναν αριθμό δεικτών σύγκρισης, όπως:

1. Τον αριθμό των απαραίτητων επαναλήψεων simplex για την απόκτηση βέλτιστης λύσης.
2. Το  $\tau$  του Kendall μεταξύ της αρχικής προδιάταξης και της εξαγόμενης από το μοντέλο.
3. Το κριτήριο προς ελαχιστοποίηση  $Z$  (του αθροίσματος των σφαλμάτων), χρησιμοποιείται σαν δείκτης μέτρησης της διασποράς των παρατηρήσεων.

### **3.3 Μοντέλο Προσομοίωσης**

#### **3.3.1 Γενικά**

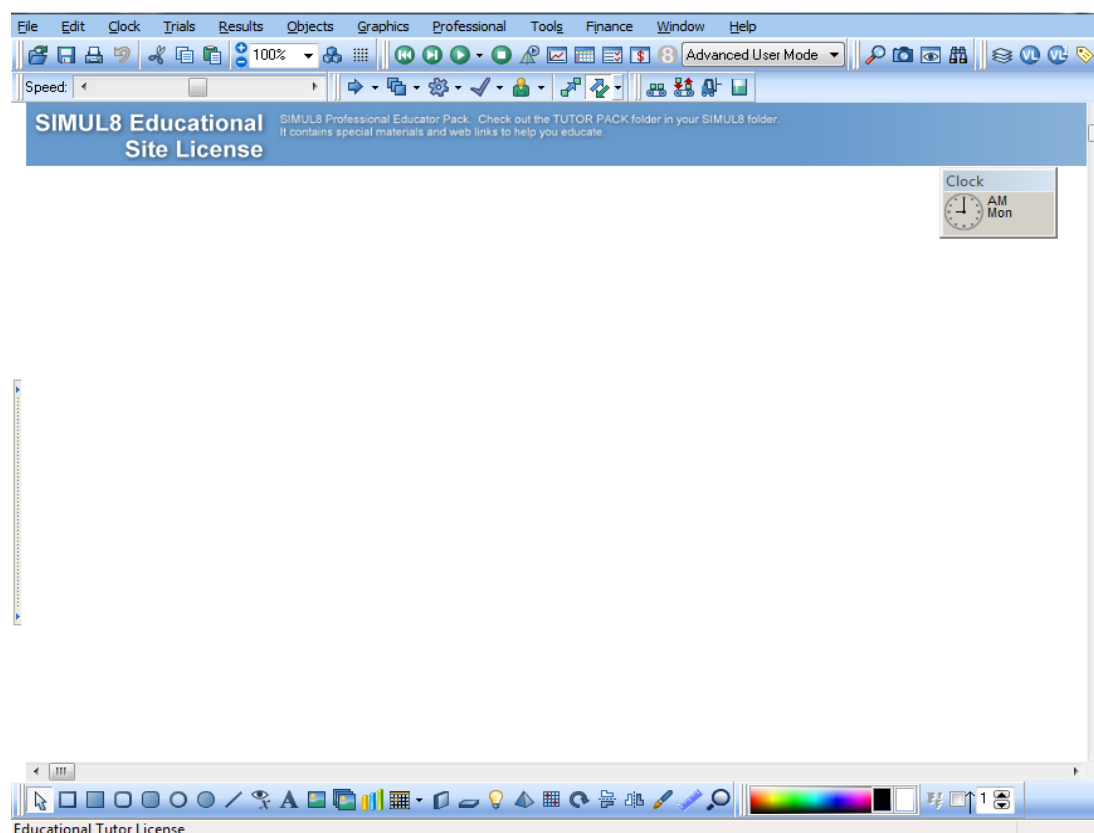
Η Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων αποτελεί μεθοδολογία επιχειρησιακής έρευνας για μοντελοποίηση και ανάλυση, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογούν την αποδοτικότητα ενός συστήματος στην υφιστάμενή του κατάσταση και να εφαρμόζουν εναλλακτικά σενάρια στη λειτουργία του συστήματος, σχεδιάζοντας εκ νέου τις διαδικασίες του. Μπορεί, δηλαδή, να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο πρόβλεψης για την εκτίμηση αλλαγών (στη ροή, τη διάθεση του προσωπικού, τις διαδικασίες κλπ), οι επιπτώσεις των οποίων μπορούν να ερευνηθούν. Μοντελοποιούνται συστήματα με ουρές και διαδικασίες, όπου οι αλλαγές κατάστασης συμβαίνουν σε διακριτά σημεία του χρόνου. Τα αντικείμενα στο σύστημα είναι διακριτές μονάδες, κάθε μία από τις οποίες κατέχει χαρακτηριστικά που καθορίζουν πως συμπεριφέρεται στο σύστημα, και οι χρόνοι των διαδικασιών που τα διέπουν εξάγονται από κατανομές πυκνότητας πιθανότητας.

Η πρώτη εμφάνιση γλώσσας που περιέγραφε την DES έγινε το 1959, όποτε και δημοσιεύτηκε το Πρόγραμμα Γενικής Προσομοίωσης (General Simulation Program – GSP) [92]. Λίγα χρόνια αργότερα άρχισαν να παρουσιάζονται και οι πρώτες εφαρμογές σε νοσοκομειακούς οργανισμούς [93]. Έως το Μάιο του 1978, είχαν εκδοθεί (ή ήταν γενικώς διαθέσιμα) 92 μοντέλα DES που είχαν αναπτυχθεί για νοσοκομειακούς οργανισμούς [94]. Ο αριθμός αυτός το 2009 ξεπέρασε τις 176.000 [95], εκ των οποίων πάνω από το 80% εμφανίστηκαν από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα. Για την ανάπτυξη των διαφόρων μοντέλων αρχικά χρησιμοποιήθηκαν γλώσσες προγραμματισμού, όπως η SIMAN [96], τα τελευταία χρόνια όμως είτε γίνεται ανάπτυξη ειδικών λογισμικών, όπως το EDsim [97], είτε χρήση υπαρχόντων λογισμικών προσομοίωσης, όπως τα MedModel [98], Arena [99] και Simul8 [100]. Δεδομένου του πλήθους των ερευνών, γίνεται εμφανές πως δεν είναι δυνατόν να γίνει εντός της συγκεκριμένης εργασίας πλήρης ιστορική αναφορά της μεθόδου. Περισσότερες πληροφορίες για εμβάθυνση στην ιστορία της ανάπτυξης της DES μπορούν να βρεθούν σε βιβλιογραφικές μελέτες [101]–[104]. Παρόλη την άνθηση της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας της, φαίνεται πως η επίδρασή της στον τομέα των νοσοκομειακών οργανισμών είναι πιο περιορισμένη από ότι σε άλλους τομείς, καθώς λείπουν οι πρακτικές εφαρμογές μοντέλων και προσομοιώσεων [105]–[107]. Είναι γεγονός πως υπάρχει δυσκολία στην αναπαράσταση της πολυπλοκότητας της νοσοκομειακής δραστηριότητας μέσα σε ένα μοντέλο προσομοίωσης το οποίο πρέπει, όπως όλα τα μοντέλα, να αποτελεί μία απλοποίηση [107]. Η κατάλληλη αυτή απλοποίηση μπορεί να αποτελέσει μία αναπάντεχα περίπλοκη διαδικασία και για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο, αντί να επιχειρείται ένα μοντέλο με ευρύτερη έκταση, να επιλέγονται τμήματα της νοσοκομειακής δραστηριότητας, όπως είναι το ΤΕΠ. Στο κεφάλαιο 2.1 αναφέρθηκε η δυσκολία και τα ενδιαφέροντα σημεία της αντιμετώπισης των ΤΕΠ από τους ερευνητές. Υπάρχουν όμως, τρία σημαντικά σημεία για το λόγο που γίνεται η επιλογή των ΤΕΠ για την εφαρμογή των μεθοδολογιών που έχουν αναπτυχθεί. Τα ΤΕΠ βρίσκονται συνήθως στις εισόδους των νοσοκομείων, οι διαδικασίες τους είναι εν γένει απομονωμένες από τα υπόλοιπα τμήματα και το περιθώριο λάθους δεν πρέπει να αποκλίνει από το μηδέν.

### 3.3.2 Μοντέλο Προσομοίωσης ΤΕΠ

Αφού έχει προηγηθεί η ολοκλήρωση του σχεδιασμού του προβλήματος και της ανάλυσης των δεδομένων (βλ. Σχήμα 3.1), είναι σε θέση να ξεκινήσει η διαδικασία του χτισίματος του περιβάλλοντος της προσομοίωσης χρησιμοποιώντας ένα από τα κατάλληλα “εργαλεία” που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στη δική μας περίπτωση, έγινε χρήση του προγράμματος Simul8 και πιο συγκεκριμένα η έκδοση Simul8 2010 Professional. Η χρησιμότητα του συγκεκριμένου προγράμματος έγκειται στο γεγονός πως παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να απεικονίσει επακριβώς το όποιο περιβάλλον θέλει να περιγράψει, το οποίο θα διέπεται από τις διαδικασίες που το πλαισιώνουν. Ουσιαστικά επιτρέπει το σχεδιασμό μίας αναπαράστασης της πραγματικότητας βάσει των παραμέτρων που την περιγράφουν. Επομένως ικανή συνθήκη για να αρχίσει ο σχεδιασμός αποτελεί το να διέπεται ένας οργανισμός από διαδικασίες που μπορούν να καταγραφούν υπό τη μορφή δεδομένων, στα οποία πρέπει να γίνει και η κατάλληλη ανάλυση. Μπορεί τώρα να γίνει κατανοητό πως, όπως στα περισσότερα προγράμματα προσομοίωσης έτσι και στο Simul8, οποιοσδήποτε λειτουργικός οργανισμός, ασχέτως της κερδοσκοπικής του διαθέσεως, μπορεί να αναπαρασταθεί.

Το αρχικό περιβάλλον που παρουσιάζεται στην έναρξη του προγράμματος παρουσιάζεται ακολούθως.



**Εικόνα 3.1.** Περιβάλλον Simul8 2010 Professional.

Ο λευκός χώρος που καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο τμήμα του περιβάλλοντος διεπαφής αποτελεί το χώρο σχεδίασης του προγράμματος. Είναι, δηλαδή, ο καμβάς

του χρήστη στον οποίο μπορεί να ξεκινήσει να σχηματίζει τις διαδικασίες. Κατά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού όλες οι είσοδοι, έξοδοι, πόροι, διαδικασίες κτλ. θα παρουσιάζονται στο χώρο αυτό. Στο κάτω μέρος της εικόνας βρίσκονται τα βασικά στοιχεία επεξεργασίας, όπως αυτά είναι γνωστά στα περισσότερα προγράμματα που υποστηρίζονται από το λειτουργικό σύστημα των Windows. Στην πρώτη γραμμή παρατίθενται οι καρτέλες που εμπεριέχουν όλες τις εντολές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη λειτουργία του προγράμματος. Η δεύτερη γραμμή αποτελεί τη γραμμή εργαλείων (toolbar) στην οποία –by default– βρίσκονται σε σειρά οι εντολές για τη γρήγορη επεξεργασία αρχείων, το “τρέξιμο” της προσομοίωσης, την εμφάνιση των αποτελεσμάτων, την εύρεση και την παρακολούθηση των στοιχείων που χρησιμοποιούνται στην εκάστοτε προσομοίωση και τη χρήση της προεγκατεστημένης γλώσσας προγραμματισμού Visual Logic. Στην τρίτη γραμμή παρουσιάζονται η ταχύτητα της προς παρακολούθηση προσομοίωσης και τα βασικά αντικείμενα σχεδίασης, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:



**Work Entry Point (Είσοδος):** Αποτελεί το εναρκτήριο αντικείμενο σχεδίασης με το οποίο παρουσιάζονται οι είσοδοι στο σύστημά μας.



**Queue (Ουρά Αναμονής):** Το αμέσως επόμενο αντικείμενο σχεδίασης προς εισαγωγή. Είναι απαραίτητες μετά από κάθε είσοδο και πριν από κάθε Σταθμό Εργασίας.



**Work Center (Σταθμός Εργασίας):** Στο συγκεκριμένο αντικείμενο σχεδίασης γίνεται η πλειονότητα των επεξεργασιών, όσον αφορά το σχεδιαστικό κομμάτι.



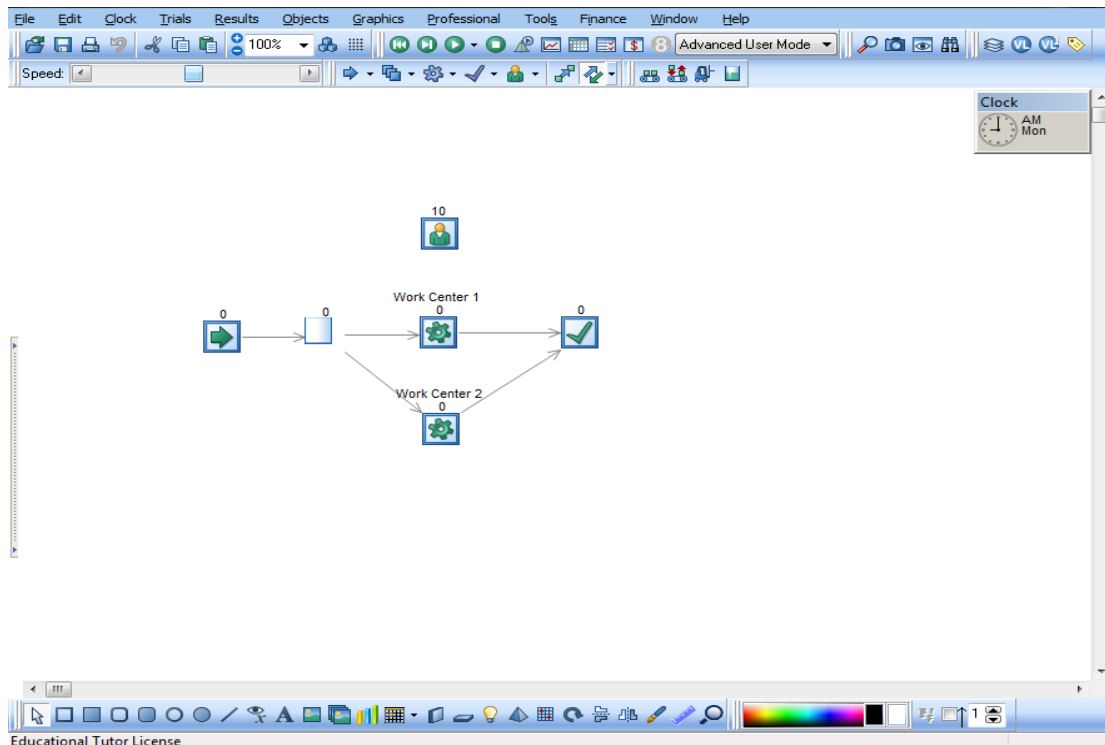
**Resource (Πόροι):** Ουσιαστικά αποτελούν το ανθρώπινο δυναμικό το οποίο συμμετέχει στις διαδικασίες που έχουν σχεδιαστεί και ανατίθενται στους Σταθμούς Εργασίας.




**Work Exit Point (Έξοδος):** Αποτελεί το πέρας της προσομοίωσης, όπου καταλήγουν τα επεξεργασμένα στοιχεία.

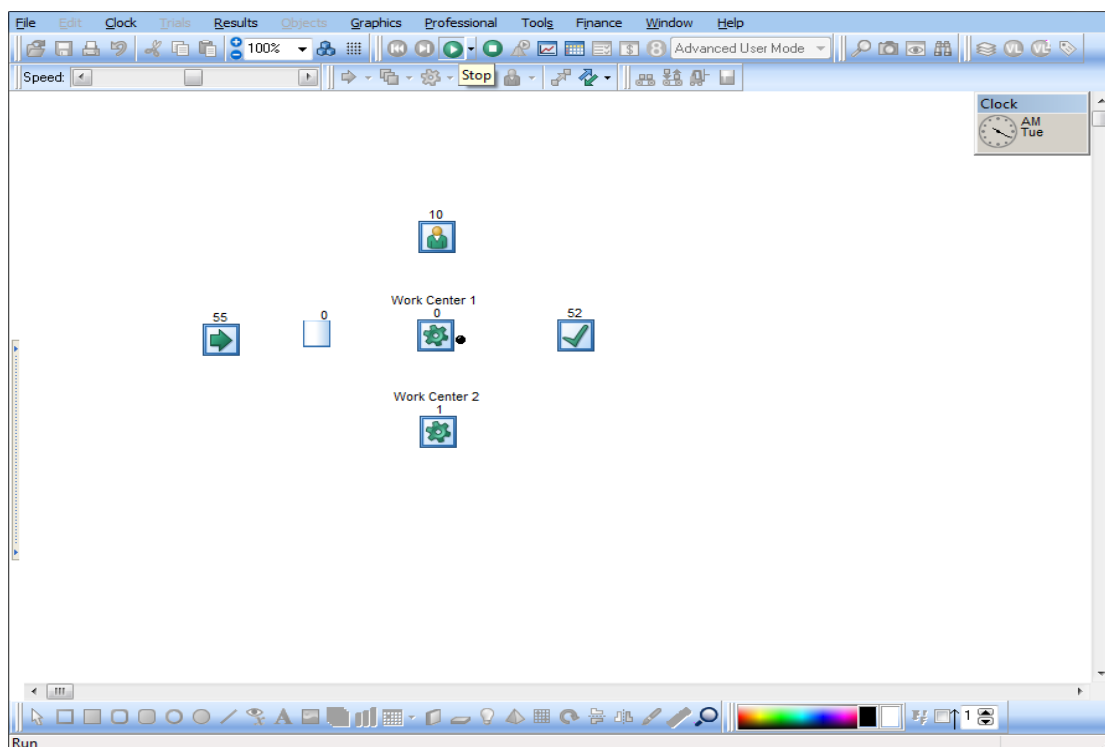
————> **Route Drawing (Κατεύθυνση Πορείας):** Με τους συνδέσμους αυτούς πραγματοποιείται η σχεδίαση της επιθυμητής πορείας (ροής) στο σύστημα.

Μέσω κάποιον απλών παραδειγμάτων ο χρήστης είναι δυνατόν να ξεκινήσει τον πειραματισμό από την πρώτη του επαφή με το πρόγραμμα. Μόνο με τα αντικείμενα αυτά είναι δυνατόν να σχεδιαστούν απλά περιβάλλοντα, χωρίς ιδιαίτερη γνώση του προγράμματος. Όμως, για να δημιουργηθεί ένα ορθό σύστημα ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει τις έννοιες της προσομοίωσης και της ροής των διαδικασιών. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα απλό αναμονητικό σύστημα με μία είσοδο, μία ουρά αναμονής, 2 εξυπηρετητές-Σταθμούς Εργασίας, μία πηγή προσωπικού-Πόρων και μία έξοδο. Η μόνη επεξεργασία που έγινε ήταν να τοποθετηθούν τα εικονίδια στο χώρο σχεδίασης και να ενωθούν μεταξύ τους, σχηματίζοντας μία απλή διαδικασία.



**Εικόνα 3.2.** Παράδειγμα σχεδίασης.

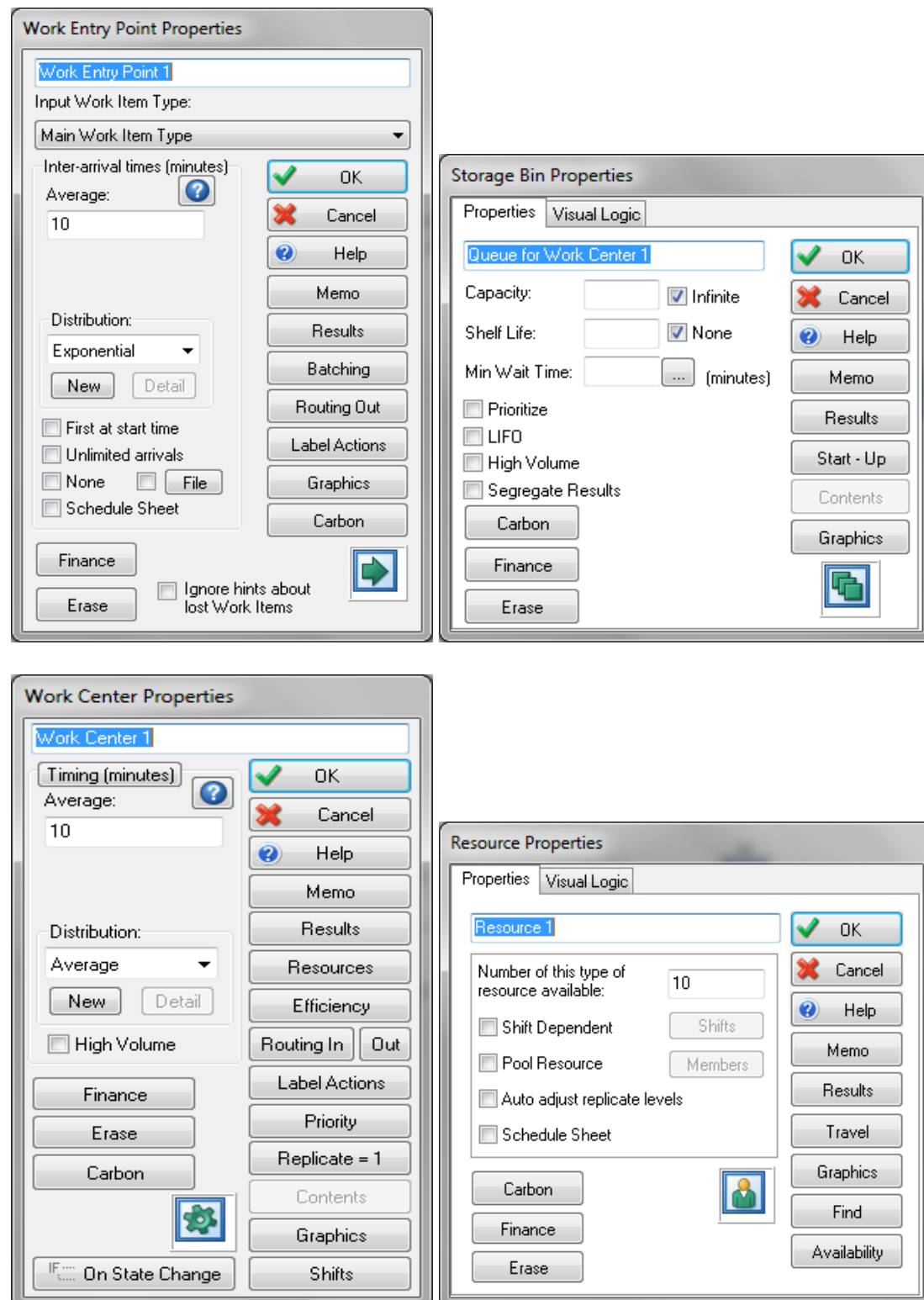
Πατώντας το  η οθόνη “κλειδώνει” και είμαστε σε θέση να δούμε την πορεία που θα ακολουθηθεί στο σύστημά μας. Το συγκεκριμένο παράδειγμα μπορεί να μην αποτελεί απεικόνιση κάποιας πραγματικής πραγματικότητας, όμως απεικονίζει μία τυχαία πραγματικότητα μέσω όλων των default που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα και χρησιμοποιούνται.



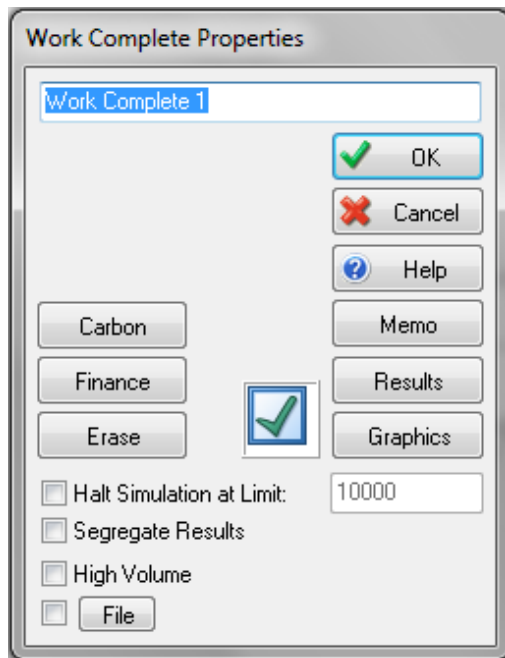
**Εικόνα 3.3.** Απόσπασμα προσομοίωσης.



Τα βασικά αυτά αντικείμενα σχεδίασης, όμως, αρκούν για να σχεδιαστεί επακριβώς ένα πολύπλοκο περιβάλλον προσομοίωσης, όπως είναι αυτό ενός ΤΕΠ. Αυτό καθίσταται εφικτό βάσει των ιδιοτήτων (properties) του κάθε αντικειμένου. Η σειρά που προβάλλονται οι ιδιότητες αντιστοιχεί σε αυτή των αντικειμένων, όπως παρουσιάστηκαν.



Εικόνα 3.4. Ιδιότητες (Properties) των αντικειμένων σχεδίασης (συνεχίζεται)



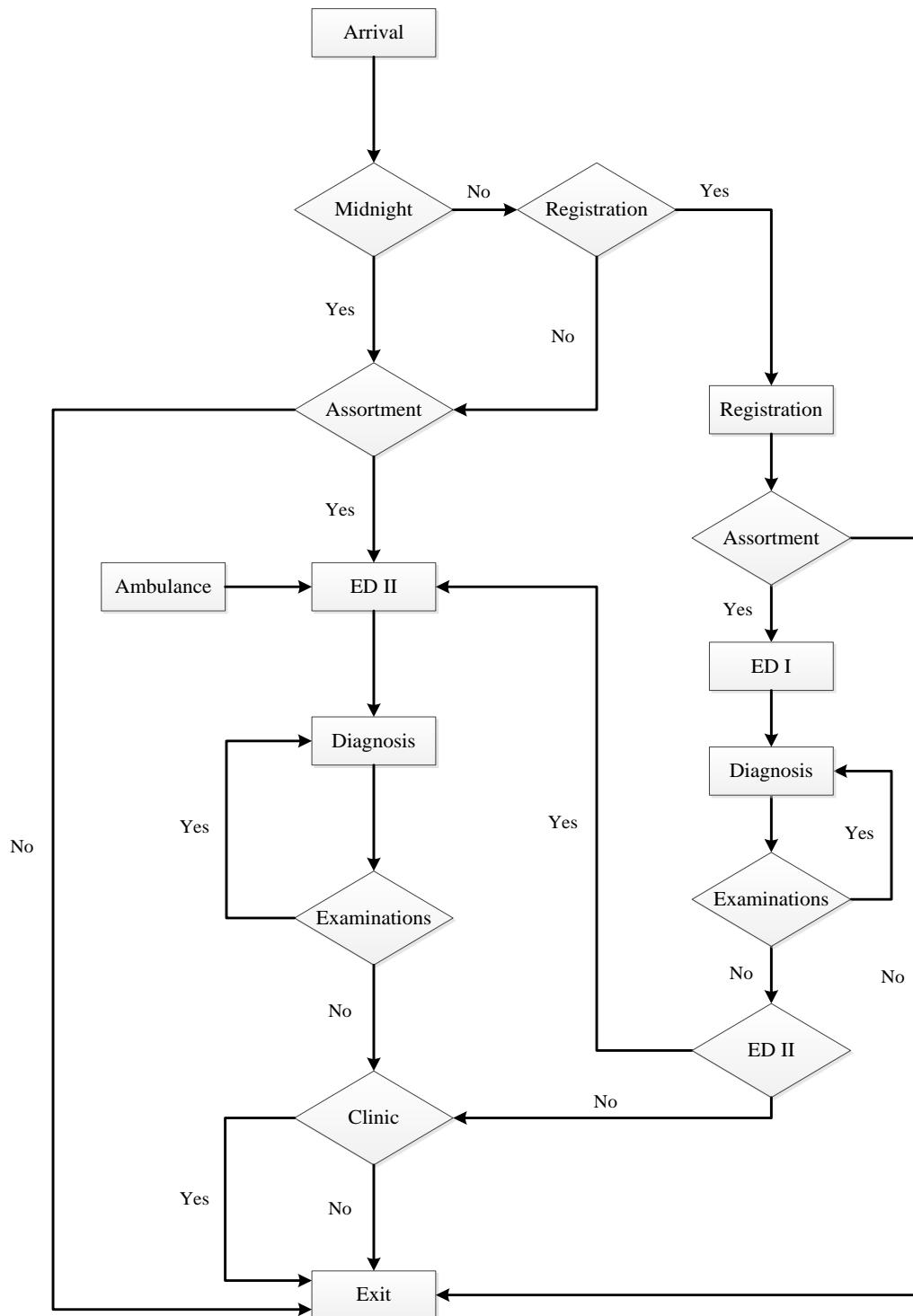
**Εικόνα 3.4.** Ιδιότητες (Properties) των αντικειμένων σχεδίασης

Μέσω των ιδιοτήτων αυτών μπορούμε μεταξύ άλλων να καθορίσουμε κατανομές εισόδου και κατεργασίας/επεξεργασίας στοιχείων, προτεραιότητες στην πορεία των στοιχείων στο σύστημα, τον τρόπο εισόδου και εξόδου από ένα αντικείμενο, πόρους που χρειάζονται για μία επεξεργασία, αποδοτικότητα εργασιών, βάρδιες προσωπικού, εμφάνιση αποτελεσμάτων την οποία χρονική στιγμή. Στις περιπτώσεις που χρειάζονται περαιτέρω διαδικασίες για την πληρέστερη περιγραφή του προς προσομοίωση περιβάλλοντος είναι δυνατή η εισαγωγή εντολών μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Visual Logic.

Αφού δόθηκε μία γενική ιδέα για το πρόγραμμα προσομοίωσης θα προχωρήσουμε στην παρουσίαση του τρόπου που προσεγγίσαμε το μοντέλο μας, ώστε να κατορθώσουμε να απεικονίσουμε το εξεταζόμενο ΤΕΠ με ακρίβεια αποτελεσμάτων.

Η απουσία ενός υπάρχοντος διαγράμματος διαδικασιών (flowchart) κατέστησε τη δημιουργία ενός απαραίτητη. Για να μπορέσουμε να το κατασκευάσουμε έπρεπε αρχικά να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας του ΤΕΠ μέσα από τις διαδικασίες που το διέπουν. Η πρώτη προσέγγιση που πραγματοποιήθηκε ήταν αυτή της παρατήρησης της λειτουργίας του. Ακολούθησε συνέντευξη με το διευθυντή του τμήματος που μας βοήθησε να εμβαθύνουμε στις παρατηρήσεις μας. Εν συνεχεία κατασκευάστηκε το προσχέδιο διάγραμμα, το οποίο επιβεβαιώθηκε από τα δεδομένα των ασθενών που μας παραδόθηκαν. Παρατηρήσαμε πως το ΤΕΠ χωρίζεται σε 2 επιμέρους τμήματα. Το ένα (ΤΕΠ Ι) έχει δύο κλίνες και λειτουργεί από τις 8:00 το πρωί μέχρι τις 23:00 βράδυ, ενώ το δεύτερο (ΤΕΠ ΙΙ) έχει 8 κλίνες και λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνει διαχωρισμός της λειτουργίας του τμήματος κατά τη μεταμεσονύχτια βάρδια. Στα δύο τμήματα ακολουθούνται οι ίδιες διαδικασίες με τις εξαιρέσεις πως όσοι ασθενείς εξετάζονται στο ΤΕΠ Ι περνάνε πρωτίστως από το γραφείο εγγραφής καταθέτοντας το ποσό των 5€ και πως κατά τη διάρκεια της παράλληλης λειτουργίας τους, τα περιστατικά του ΤΕΠ Ι που χρήζουν περαιτέρω περίθαλψης καταλήγουν σε

συγκεκριμένες κλίνες στο ΤΕΠ II. Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί αυτή του ασθενή που καταφθάνει στο τμήμα με ασθενοφόρο και χρήζει άμεσης εξέτασης η οποία πραγματοποιείται από το προσωπικό του ΤΕΠ II. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η αλληλουχία των διαδικασιών της εισόδου στο σύστημα, της εγγραφής, της διαλογής, της διάγνωσης, των εξετάσεων, της ανάγκης για περαιτέρω περίθαλψη και της εξόδου από το σύστημα καθώς και η ροή καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας.

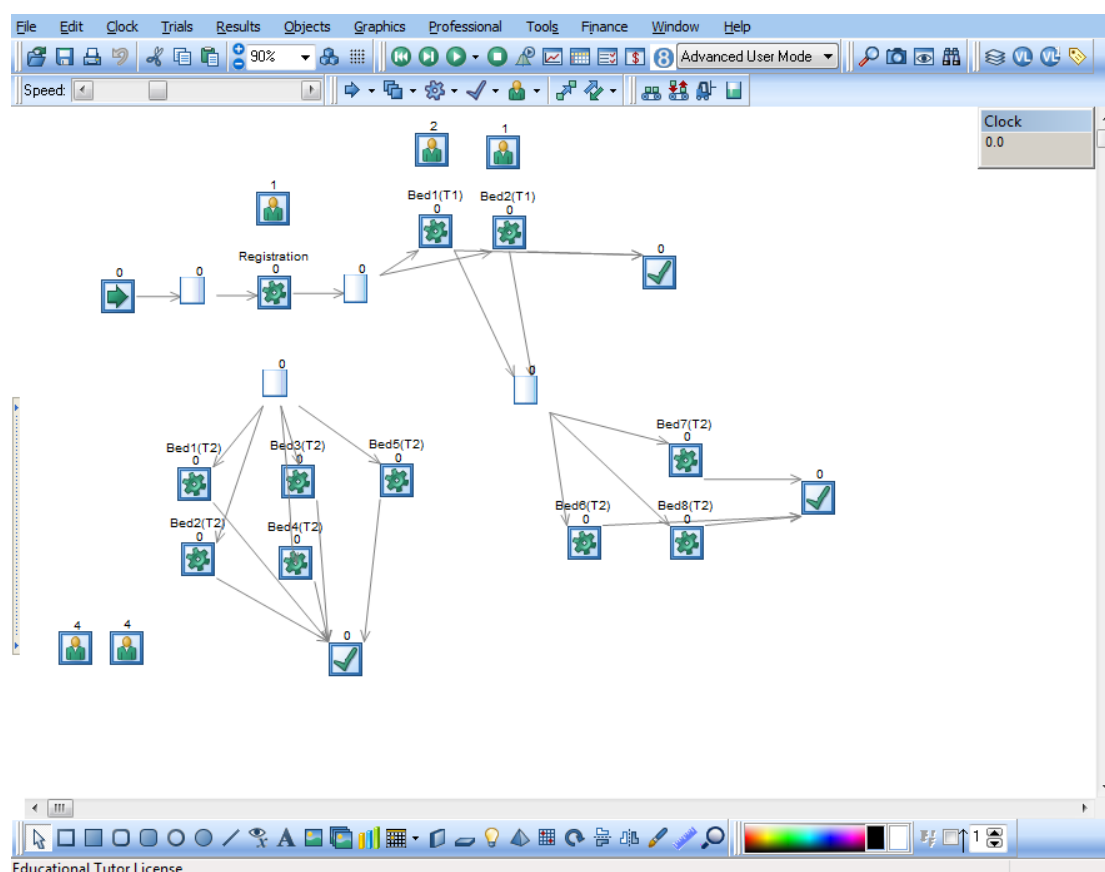


Σχήμα 3.5. Διάγραμμα διαδικασιών του ΤΕΠ.

Όταν ολοκληρώθηκε το διάγραμμα ροής των διαδικασιών του ΤΕΠ ξεκίνησε ο βασικός σχεδιασμός του στο περιβάλλον προσομοίωσης. Βασικό σκεπτικό ήταν να δημιουργηθεί μία όσο το δυνατόν πιο απλή απεικόνιση, η οποία όμως θα μπορούσε να περιγράψει επακριβώς τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο ΤΕΠ. Στο σημείο αυτό είχαμε ήδη πληροφορηθεί για το απασχολούμενο προσωπικό του τμήματος. Οι βάρδιες και το πλήθος προς απασχόληση παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα και η σχηματική απεικόνιση που καταλήξαμε στην εικόνα 3.5.

**Πίνακας 3.1.** Βάρδιες προσωπικού

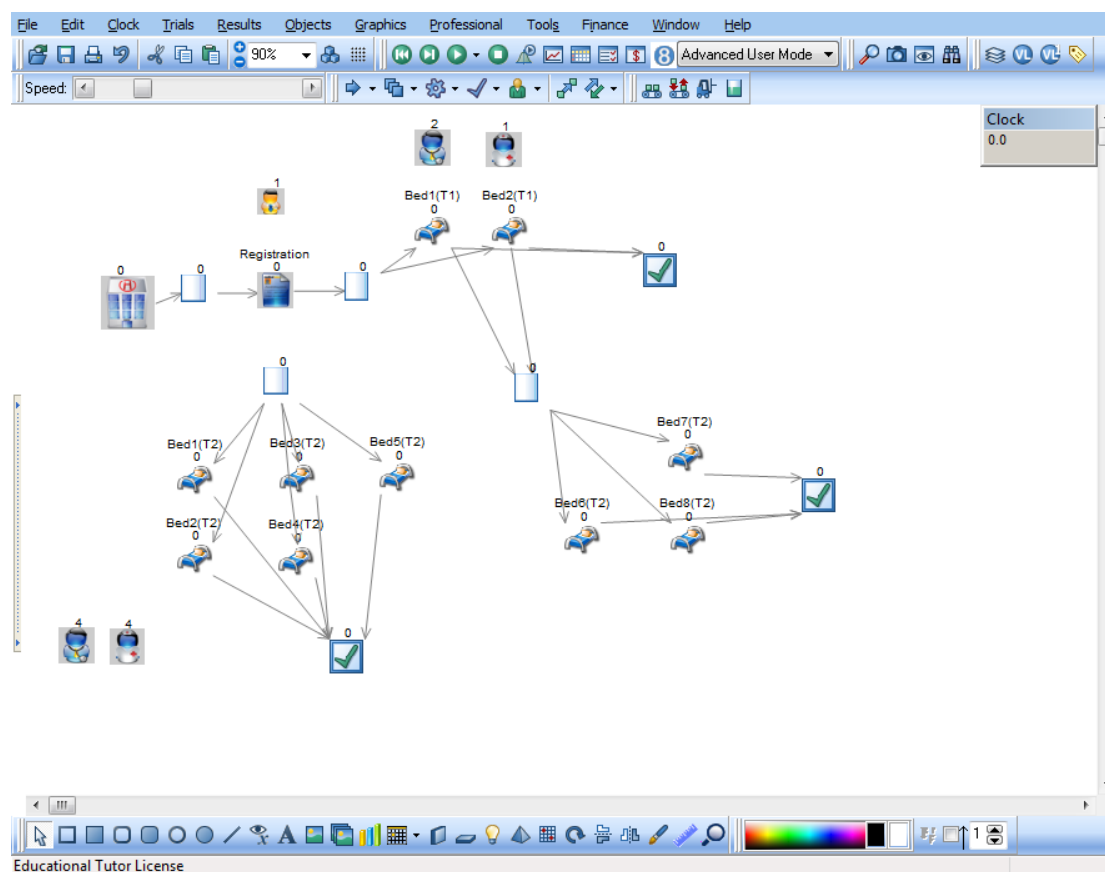
Γραφείο Εγγραφών		ΤΕΠ Ι			ΤΕΠ II		
Βάρδιες / Προσωπικό	Διοικητικό Προσωπικό	Βάρδιες / Προσωπικό	Γιατροί	Νοσηλεύτές	Βάρδιες / Προσωπικό	Γιατροί	Νοσηλεύτές
08:00 - 15:00	1	08:00 - 14:30	2	1	08:00 - 14:30	4	4
15:00 - 23:00	1	14:30 - 23:00	2	1	14:30 - 23:00	4	4
15:00 - 23:00	-	23:00 - 08:00	-	-	23:00 - 08:00	4	3



**Εικόνα 3.5.** Απεικόνιση του ΤΕΠ στο περιβάλλον προσομοίωσης.

Στο σημείο αυτό είχε ολοκληρωθεί ο βασικός σχεδιασμός της ροής στο σύστημα. Βέβαια, είχε κατασκευαστεί μονάχα μία απεικόνιση του ΤΕΠ, ο τρόπος που κινούνταν οι ασθενείς μέσα σε αυτό και το προσωπικό του κάθε επιμέρους τμήματος. Για την πληρέστερη αναπαράσταση του τμήματος έπρεπε να εισαχθούν λογικοί κόμβοι ώστε η ροή μέσα στο σύστημα να συνάδει με την πραγματική ροή των διαδικασιών. Έτσι οι ασθενείς εισέρχονται από την Είσοδο του συστήματος και οδηγούνται στον Σταθμό Εργασίας της Εγγραφής όπου αποφαινεται σε πιο εκ των

δύο τμημάτων θα συνεχίσουν για να περιθαλφθούν. Στην περίπτωση που βρισκόμαστε στη διάρκεια της νύχτας οι ασθενείς περιθάλπονται μόνο στο ΤΕΠ ΙΙ. Στη διάρκεια της ημέρας είναι δυνατή η κατεύθυνση και στα δύο τμήματα αναλόγως με το περιστατικό. Στην περίπτωση που ο ασθενής προχωράει στο ΤΕΠ Ι θα πραγματοποιηθεί έλεγχος αν πρέπει να οδηγηθεί στο ΤΕΠ ΙΙ ή όχι κατά την έξοδό του από τους Σταθμούς Εργασίας/κλίνες. Το ΤΕΠ ΙΙ είναι χωρισμένο σε 5 και 3 κλίνες για το λόγο αυτό, καθώς οι τελευταίες είναι αφιερωμένες στην περίθαλψη των ασθενών που έρχονται από το ΤΕΠ Ι. Στο σύστημά μας έχουμε 3 Εξόδους για να μπορούμε να παρατηρήσουμε με μεγαλύτερη ευκολία πως κινούνται οι 3 κατηγορίες ροών στο σύστημα σε συνδυασμό με το πώς αυτές επιδρούν συνολικά σε αυτό. Το ρολόι της προσομοίωσης ρυθμίστηκε για την αρχή του στο 0, που αναπαριστά ακριβώς τα μεσάνυχτα, ώστε να μπορούμε να παρατηρήσουμε ακριβώς σε ποιο λεπτό της ημέρας θα γίνεται το κάθε γεγονός της προσομοίωσης. Συνεπώς η συνολική διάρκεια της ημέρας αριθμεί στα 1440 λεπτά. Για την ευκολότερη κατανόηση από τον αναγνώστη κατασκευάστηκε το ακόλουθο μοντέλο βάσει των γραφιστικών που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα.



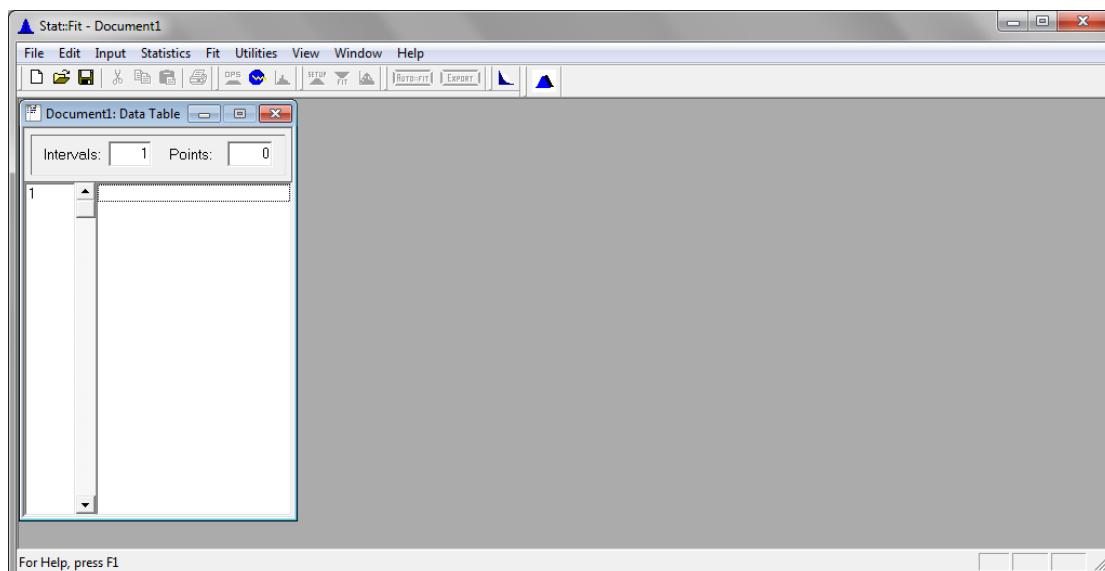
**Εικόνα 3.6.** Φιλική προς τον αναγνώστη απεικόνιση του ΤΕΠ στο περιβάλλον προσομοίωσης.

Στο επόμενο στάδιο αναλύθηκαν τα δεδομένα τυχαίων ημερών και διαφορετικών περιόδων του χρόνου που είχαν συλλεχτεί. Τα συγκεκριμένα δεδομένα αποτελούν τη ροή του κάθε ασθενή μέσα στο ΤΕΠ, όπως αυτή φαίνεται από τους χρόνους που καταγράφηκαν στην αρχή της κάθε επεξεργασίας του μέσα στο σύστημα. Παράλληλα ο καθένας από αυτούς κατηγοριοποιούταν στη διαλογή (triage/assortment) ανάλογα με το είδος του περιστατικού, την επικινδυνότητα του

περιστατικού καθώς και το ΤΕΠ στο οποίο εξετάστηκε. Η τιμή 3 στο ΤΕΠ συμβολίζει πως ο ασθενής ξεκίνησε να περιθάλπεται στο ΤΕΠ Ι και αποφάνθηκε πως έχριζε περαιτέρω περίθαλψης με αποτέλεσμα να οδηγηθεί στο ΤΕΠ ΙΙ. Στον πίνακα Α.1 του παραρτήματος, παρουσιάζονται αυτούσια τα δεδομένα αυτά.

Με την ανάλυση αυτή αρχικά επιβεβαιώσαμε πως το μοντέλο μας είχε τη δυνατότητα όχι μόνο να απεικονίσει το ΤΕΠ, αλλά και να αποτελέσει μία αναπαράστασή του. Οι καταγεγραμμένοι χρόνοι αναλύθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε η κάθε διαδικασία να μπορέσει να επεξεργαστεί ξεχωριστά και να μπορέσουμε στη συνέχεια να τους χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή των απαραίτητων κατανομών που θα τις περιέγραφαν. Τα αναλυμένα δεδομένα παρουσιάζονται στον πίνακα Α.2 του παραρτήματος. Οι στήλες 2 έως 5 χρησιμοποιήθηκαν εκ νέου σε ένα αρχείο .csv ώστε να προσδιοριστεί η είσοδος στο μοντέλο.

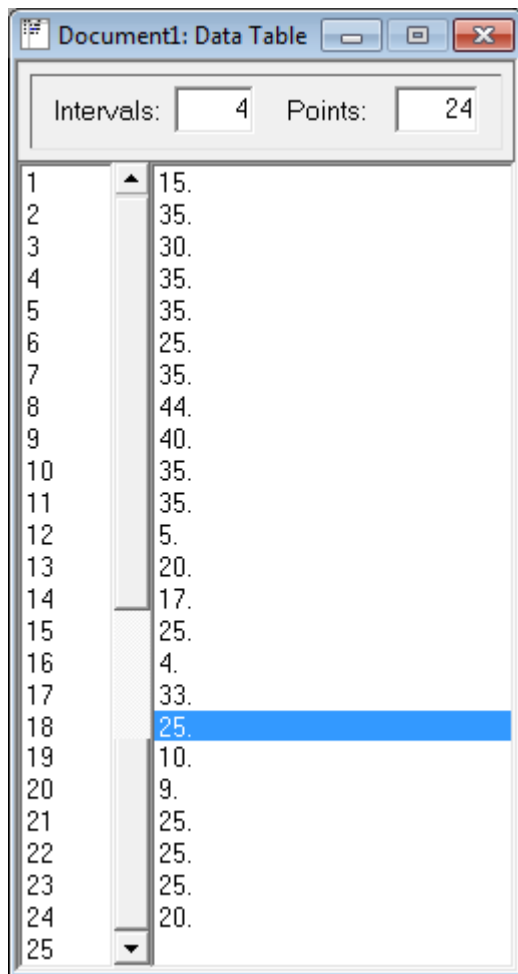
Για την κατασκευή των εν λόγω κατανομών χρησιμοποιήθηκε το ενσωματωμένο στο SIMUL8 πρόγραμμα Stat::Fit, καθώς οι κατασκευαστές του πρώτου συμβουλεύουν πως το δεύτερο είναι αυτό που βρίσκει την καλύτερη προσαρμογή. Εν συνεχεία θα παρουσιαστεί το πρόγραμμα σε συνδυασμό με ένα παράδειγμα επεξεργασίας. Το αρχικό περιβάλλον που παρουσιάζεται στην έναρξη του προγράμματος παρουσιάζεται ακολούθως.



**Εικόνα 3.7.** Περιβάλλον Stat::Fit.

Στην πρώτη γραμμή παρατίθενται οι καρτέλες που εμπεριέχουν όλες τις εντολές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη λειτουργία του προγράμματος. Στη δεύτερη γραμμή φαίνονται οι 6 εντολές γρήγορης επεξεργασίας αρχείων και στη συνέχεια τα κουμπιά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία των εισαγμένων δεδομένων. Στο ανοιχτό παράθυρο του προγράμματος (Πίνακας Δεδομένων – Table Data) τοποθετούνται τα δεδομένα των οποίων θέλουμε να βρούμε την κατανομή που τα περιγράφει ακριβέστερα. Αναλόγως του εύρους των τιμών των εισαγωγών (Points) επιλέγεται αυτόματα το πλήθος των διαστημάτων που θα χωριστούν (Intervals). Για να γίνει κατανοητή η χρήση του προγράμματος θα παρουσιαστεί το παράδειγμα της κατασκευής της κατανομής του χρόνου περίθαλψης των ασθενών που εισήχθησαν στο ΤΕΠ Ι και δεν χρειάστηκαν εξετάσεις ώστε να γίνει η πλήρης διάγνωση του περιστατικού τους.

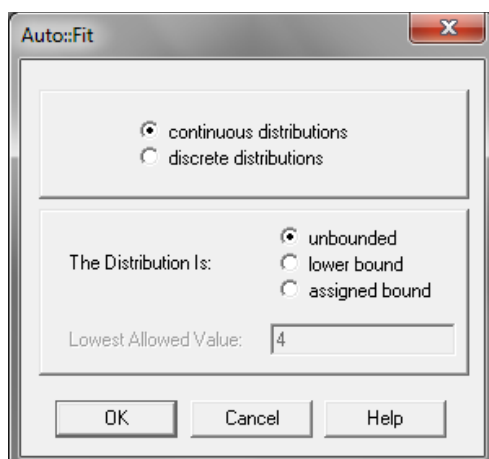
Ξεκινώντας εισαγάγαμε τα δεδομένα στο πρόγραμμα.



Intervals:	Points:
4	24
1	15.
2	35.
3	30.
4	35.
5	35.
6	25.
7	35.
8	44.
9	40.
10	35.
11	35.
12	5.
13	20.
14	17.
15	25.
16	4.
17	33.
18	25.
19	10.
20	9.
21	25.
22	25.
23	25.
24	20.
25	

Εικόνα 3.8. Πίνακας Δεδομένων Stat::Fit.

Πατώντας την Αυτόματη Προσαρμογή (Auto::Fit) εμφανίστηκαν οι ρυθμίσεις για την εύρεση της κατανομής.



Auto::Fit

☒ continuous distributions  
☐ discrete distributions

The Distribution Is: ☒ unbounded  
☐ lower bound  
☐ assigned bound

Lowest Allowed Value: 4

OK Cancel Help

Εικόνα 3.9. Ρυθμίσεις Auto::Fit.

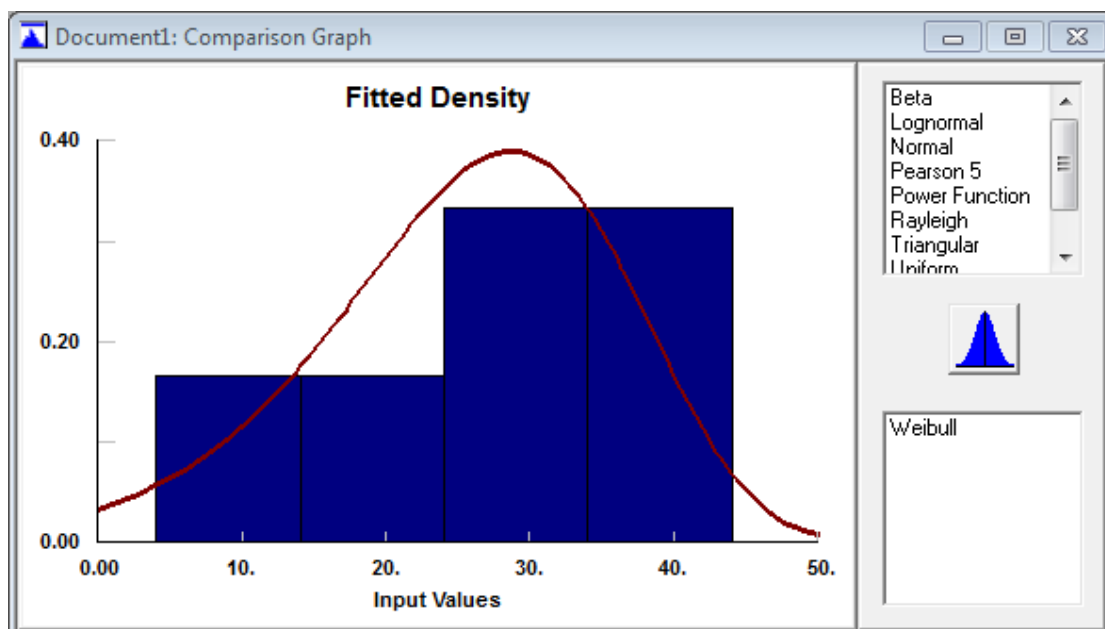
Ρυθμίστηκαν ως επιλογές οι συνεχείς κατανομές δίχως φραγμένα άκρα. Τότε το πρόγραμμα ανατρέχει στις εγκατεστημένες κατανομές (Βήτα, Γάμμα, Διωνυμική,

Αρνητική Διωνυμική, Εκθετική, Κανονική, Λογαριθμοκανονική, Ομοιόμορφη, Τριγωνική, Erlang, Gauss, Pearson V, Person Vi, Poisson, και Weibull). Μετά από την επεξεργασία και το σχεδιασμό των γραφικών παραστάσεων ανατρέχονται τα τεστ Kolmogorov-Smirnov(K-S) και Anderson-Darling ώστε να βρεθεί ποια εκ των κατανομών προσεγγίζει καλύτερα τα δεδομένα. Αναλόγως με το σκορ σε κάθε τεστ εξάγεται ένα συνολικό rank για την κάθε μία, μαζί με ένα μήνυμα για την αποδοχής της [108], [109].

Auto::Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Weibull[-50.9, 8.49, 80.8]	99.7	do not reject
Triangular[-2.75, 45.9, 35.]	78.3	do not reject
Normal[25.3, 10.8]	76.8	do not reject
Lognormal[-1.92e+003, 7.57, 5.58e-003]	75.	do not reject
Beta[4., 44., 1.68, 1.58]	47.6	do not reject
Pearson 5[-62.6, 57.9, 5.e+003]	34.7	do not reject
Uniform[4., 44.]	20.6	do not reject
Power Function[3.97, 44.5, 0.932]	16.5	do not reject
Rayleigh[1.24, 18.6]	12.2	do not reject

Εικόνα 3.10. Προσαρμογή κατανομών στα εισαγμένα δεδομένα.

Επιλέγοντας την προτεινόμενη κατανομή παρουσιάζεται η γραφική παράσταση αυτής στους άξονες που είναι τοποθετημένα τα εισαγμένα δεδομένα.

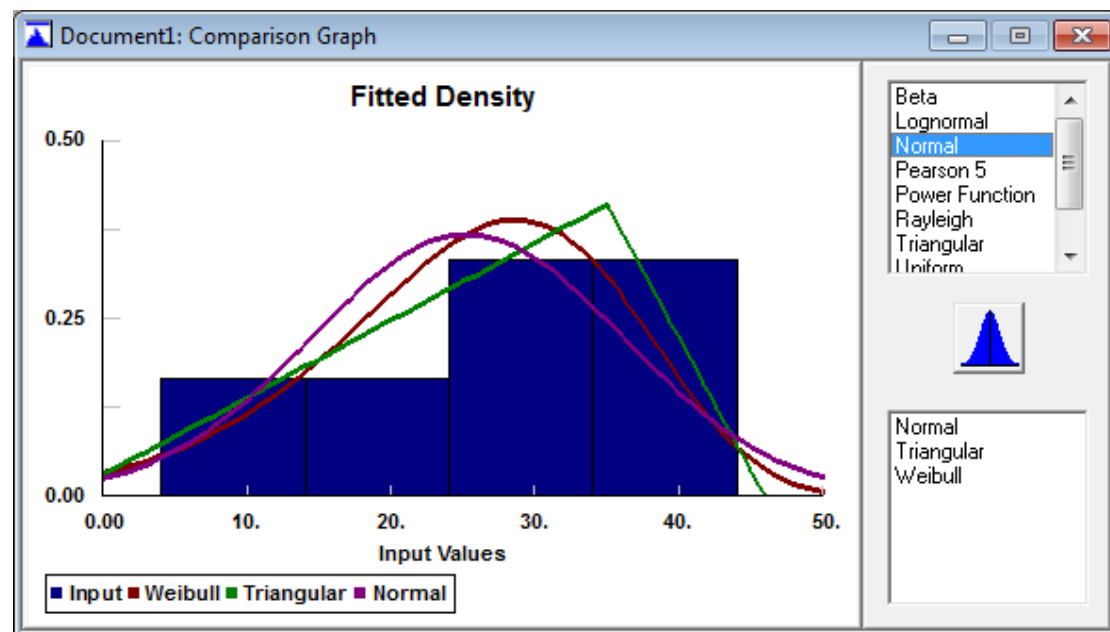


Εικόνα 3.11. Παρουσίαση της προτεινόμενης κατανομής στο συγκριτικό γράφημα.

Το πρόγραμμα, όμως, παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιβεβαιώσει την εξαγωγή αυτή δίνοντας του την επιλογή να παρατηρήσει ένα συνδυαστικό γράφημα όλων των κατανομών που έχουν υπολογιστεί. Με τον τρόπο αυτό του επιτρέπεται



να επέμβει όταν αυτός κρίνει πως κάποια άλλη κατανομή προσεγγίζει καλύτερα τα δεδομένα που θέλει να περιγράψει γραφικά. Τέτοια περίπτωση μπορεί να παρουσιαστεί όταν υπάρχουν κατανομές με παραπλήσιο συνολικό rank.



Εικόνα 3.12. Συνδυασμός κατανομών στο συγκριτικό γράφημα.

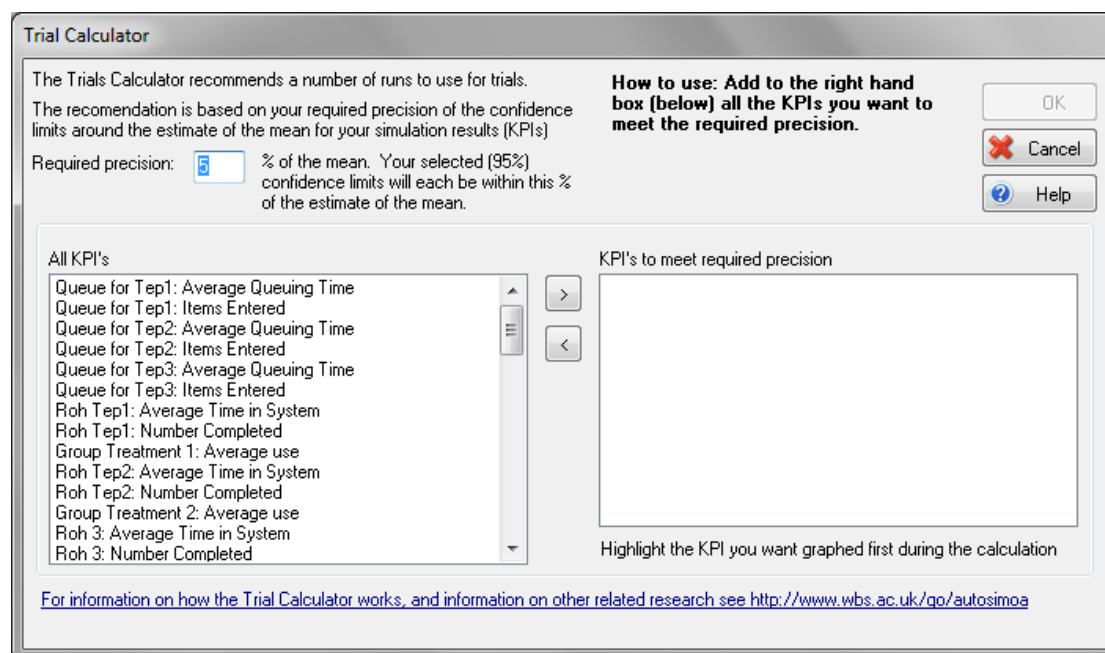
Στο τελευταίο στάδιο, εξάγεται η επιλεγθείσα κατανομή και είμαστε σε θέση να την προσαρμόσουμε στο Simul8 στο Σταθμό Εργασίας της επιλογής μας. Στην περίπτωση του παραδείγματός μας η κατανομή που εξάχθηκε ήταν αυτή του ΤΕΠ Ι (χωρίς εξετάσεις).

Ακολουθώντας θα παρατεθούν όλες οι κατανομές που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε Σταθμό Εργασίας κατά την κατασκευή του μοντέλου για τα επεξεργασμένα δεδομένα του ΤΕΠ του νοσοκομείου του νομού Χανίων Άγιος Γεώργιος κατά το μήνα Ιανουάριο του 2013.

- ♦ Τμήμα Εγγραφών  
⇒ Pearson V με  $\alpha = 5.57$ ,  $\beta = 14.3$ , μετατοπισμένη στον άξονα  $x$  κατά -1.4.
- ♦ ΤΕΠ Ι (με εξετάσεις)  
⇒ Γάμμα με  $\alpha = 318$ ,  $\beta = 2$ , μετατοπισμένη στον άξονα  $x$  κατά -587.
- ♦ ΤΕΠ Ι (χωρίς εξετάσεις)  
⇒ Weibull με  $\alpha = 8.49$ ,  $\beta = 80.8$ , μετατοπισμένη στον άξονα  $x$  κατά -50.9.
- ♦ ΤΕΠ ΙΙ (με εξετάσεις)  
⇒ Λογαριθμοκανονική με  $E(x) = 232$ ,  $\sigma = 51.9$ , μετατοπισμένη στον άξονα  $x$  κατά -102.
- ♦ ΤΕΠ ΙΙ (χωρίς εξετάσεις)  
⇒ Weibull με  $\alpha = 12.4$ ,  $\beta = 126$ , μετατοπισμένη στον άξονα  $x$  κατά -74.
- ♦ ΤΕΠ ΙΙΙ  
⇒ Βήτα με  $\alpha = 7.24$ ,  $\beta = 2.25$ ,  $\min = 43$ ,  $\max = 129$ .

### 3.3.3 Αποτελέσματα Προσομοίωσης

Στο σημείο αυτό η αναπαράσταση είχε ολοκληρωθεί. Για να προχωρήσουμε στο “τρέξιμο” της προσομοίωσης όμως χρειαζόντουσαν δύο ακόμα βήματα. Το πρώτο ήταν να επιλέξουμε τους κατάλληλους δείκτες απόδοσης (KPI) για να μπορέσουμε να εξάγουμε τα αποτελέσματα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τους αντίστοιχους δείκτες απόδοσης της BSC που είχαμε καταλήξει. Παράλληλα με αυτά επιλέχθηκαν και στοιχεία για να μπορέσουμε να ελέγξουμε σε μεγαλύτερο βάθος την ευστάθεια του μοντέλου που καταλήξαμε. Στο δεύτερο βήμα οδηγηθήκαμε ύστερα από έρευνα για τη διαδικασία που χρειάζεται να ακολουθηθεί ώστε να μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα μιας προσομοίωσης [110]. Για το λόγο αυτό βασιστήκαμε στο υπάρχον εργαλείο του προγράμματος (Trial Calculator) το οποίο όπως φαίνεται στην εικόνα 3.13 δέχεται ως είσοδο το προτιμώμενο εύρος (range), ή αλλιώς το διάστημα εμπιστοσύνης, και υπολογίζει ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός επαναλήψεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε να επιτευχθεί τουλάχιστον αυτή η ακρίβεια για όλους τους δείκτες απόδοσης που θα επιλεγθούν από το χρήστη. “... Με αυτό το πνεύμα το Warwick Business School και η SIMUL8 συνεργάστηκαν πάνω σε ένα project για να δημιουργηθεί ένα αυτοματοποιημένο εργαλείο που θα μπορεί να αναλύσει τα αποτελέσματα μίας προκαταρκτικής προσομοίωσης και ως εκ τούτου να παρέχει προτάσεις για προθέρμανση (warm-up), μήκος “τρέξιματος” (run-length) και αριθμό επαναλήψεων (number of replications).”[111]



Εικόνα 3.13. Simul8’s Trial Calculator.

Όταν υπολογίσθηκε και ο αριθμός των επαναλήψεων ολοκληρώθηκε η διαδικασία κατασκευής του μοντέλου. Παρόλο που στο σημείο αυτό ήμασταν έτοιμοι να εξάγουμε τα αποτελέσματα, προχωρήσαμε σε έναν τελευταίο έλεγχο για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε πόσο καλά προσεγγίζει το δημιουργηθέν μοντέλο

την πραγματικότητα που θελήσαμε να αναπαραστήσουμε. Καταγράψαμε τις αποκλίσεις του μοντέλου από τις πραγματικές τιμές των δεδομένων για 6 στοιχεία τα οποία αντικατοπτρίζουν τη ροή των ασθενών στο σύστημα και παράλληλα θα χρησιμοποιούνταν αργότερα στον υπολογισμό συγκεκριμένων δεικτών της BSC. Οι αποκλίσεις των εν λόγω στοιχείων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 3.2.** Αποκλίσεις του μοντέλου προσομοίωσης από τα πραγματικά δεδομένα.

Αποκλίσεις μοντέλου από τα δεδομένα (%)	
Ουρά Αναμονής ΤΕΠ Ι	12.00
Ουρά Αναμονής ΤΕΠ ΙΙ	11.66
Ουρά Αναμονής ΤΕΠ ΙΙΙ	2.70
Συνολικός Χρόνος Παραμονής ΤΕΠ Ι	11.09
Συνολικός Χρόνος Παραμονής ΤΕΠ ΙΙ	6.63
Συνολικός Χρόνος Παραμονής ΤΕΠ ΙΙΙ	0.62

Όπως παρατηρείται το μοντέλο που δημιουργήσαμε αποτελεί μία αρκετά καλή προσέγγιση για τον τρόπο που λειτουργεί το ΤΕΠ στην υφιστάμενή του κατάσταση (Baseline). Συνεπώς προχωρήσαμε στο τελευταίο στάδιο της προσομοίωσης. Να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα των δεικτών απόδοσης του μοντέλου της προσομοίωσης που είχαμε επιλέξει έτσι ώστε να υπολογίσουμε τους δείκτες απόδοσης της BSC, όπως αναφέρθηκε στο τέλος του προηγούμενου κεφαλαίου. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

**Πίνακας 3.3.** Αποτελέσματα των δεικτών απόδοσης της BSC για την υφιστάμενη κατάσταση του ΤΕΠ.

<i>BSC</i>	<i>Baseline</i>
<b>Διάσταση Οικονομικών</b>	
◦ Κόστη Προσωπικού (€)	3200
◦ Έσοδα ανά Εισαγωγή (€)	2.22
<b>Διάσταση Πελατών</b>	
◦ Χρόνος Αναμονής (min)	11.08
◦ Διάρκεια Θεραπείας (min)	83.34
◦ Διάρκεια Παραμονής (min)	95.92
<b>Διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ</b>	
◦ Ποσοστό Πληρότητας Κλινών (%)	32.95
◦ #Εισαγωγών στο ΤΕΠ ΙΙ από το Ι	5.00
◦ Ασθενείς με Εξετάσεις (#)	37.00
<b>Διάσταση Έρευνας &amp; Ανάπτυξης</b>	
◦ Φόρτος Εργασίας Ιατρών (%)	53.20
◦ Φόρτος Εργασίας Νοσηλευτών (%)	51.87
◦ Φόρτος Εργασίας Διοικητικού Προσωπικού (%)	3.87

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναλυθούν τα εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν, τα αποτελέσματά τους και η ιεράρχησή τους σύμφωνα με τη μέθοδο UTASTAR.

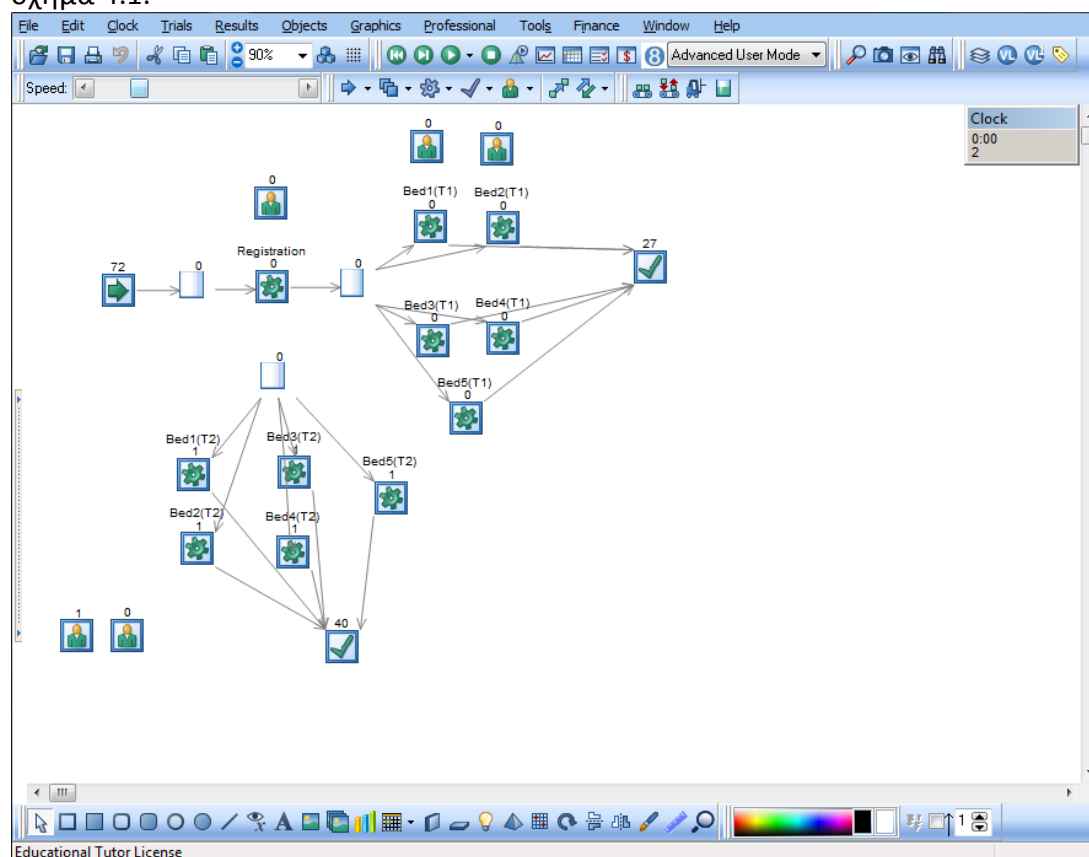
## Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

### 4.1 Γενικά

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των εναλλακτικών θα αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο διαμορφώθηκε η εναλλακτική fast track. Η φιλοσοφία πίσω από αυτό το σενάριο στοχεύει στη μείωση των χρόνων αναμονής μέσα στα ΤΕΠ. Μειώνοντας τους χρόνους αναμονής των ασθενών με τον τρόπο αυτό, επιτρέπεται μία αύξηση στο πλήθος των ασθενών με λιγότερο σοβαρά νοσήματα που μπορούν να θεραπευτούν, βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα του ΤΕΠ. Περισσότερα για την ανάπτυξη μίας εναλλακτικής fast track μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία [112]. Οι υποθέσεις που έγιναν για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης εναλλακτικής είναι οι ακόλουθες:

1. Όλοι οι ασθενείς περνάνε από το γραφείο εγγραφής κατά τη διάρκεια της μέρας
2. Όλοι οι ασθενείς διατηρούν το επίπεδο σοβαρότητας του περιστατικού τους καθ' όλη την παραμονή τους στο ΤΕΠ.
3. Το ΤΕΠ Ι είναι αφιερωμένο στους ασθενείς με τα λιγότερο σοβαρά νοσήματα.
4. Πραγματοποιήθηκε αναδιαμόρφωση στις κλίνες στα δύο ΤΕΠ, ώστε να έχουν τον ίδιο αριθμό.
5. Οι ασθενείς που χρειάζονται εξετάσεις έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα.

Βάσει των υποθέσεων αυτών σχεδιάστηκε το μοντέλο που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1. Μοντέλο της εναλλακτικής fast track.

## 4.2 Καθορισμός και Αξιολόγηση Εναλλακτικών

Καταλήξαμε, λοιπόν, στις 6 εναλλακτικές επιλογές που παρουσιάζονται ακολούθως (μαζί με την κωδικοποίησή τους), σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση:

1. Πρόσθεση ενός ιατρού στο ΤΕΠ ΙΙ (+1Doc)
2. Πρόσθεση δύο νοσηλευτών, ενός σε κάθε ΤΕΠ (+2Nurs)
3. Αφαίρεση ενός ιατρού και πρόσθεση ενός νοσηλευτή στο ΤΕΠ ΙΙ (-1Doc +2Nurs)
4. Σχεδίαση της εναλλακτικής Fast Track (Fast Track)
5. Αφαίρεση ενός ιατρού από το ΤΕΠ ΙΙ στην εναλλακτική 4 (Fast Track -1Doc)
6. Αφαίρεση ενός ιατρού και ενός νοσηλευτή από το ΤΕΠ ΙΙ στην εναλλακτική 4 (Fast Track -1Doc-1Nurs).

Στο σημείο αυτό θα σημειώσουμε πως κάθε μεταβολή στον αριθμό των ιατρών και των νοσηλευτών πραγματοποιήθηκε σε όλες τις βάρδιες της ημέρας.

Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3.3.3 για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 4.1.** Αποτελέσματα των δεικτών της BSC για όλες τις εναλλακτικές.

BSC	Baseline	(+1Doc)	(+2Nurs)	(-1Doc +2Nurs)	Fast Track	Fast Track (-1Doc)	Fast Track (-1Doc-1Nurs)
<b>Διάσταση Οικονομικών</b>							
◦ Κόστη Προσωπικού (€)	3200	3605	3610	3205	3200	2795	2545
◦ Έσοδα ανά Εισαγωγή (€)	2.22	2.22	2.22	2.22	4.24	4.24	4.24
<b>Διάσταση Πελατών</b>							
◦ Χρόνος Αναμονής (min)	11.08	11.08	7.24	7.63	8.69	8.69	28.60
◦ Διάρκεια Θεραπείας (min)	83.34	83.34	79.38	78.66	82.37	82.37	83.21
◦ Διάρκεια Παραμονής (min)	95.92	95.92	88.12	87.79	94.15	94.15	114.90
<b>Διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ</b>							
◦ Ποσοστό Πληρότητας Κλινών (%)	32.95	32.95	30.46	30.06	29.07	29.07	31.33
◦ #Εισαγωγών στο ΤΕΠ ΙΙ από το Ι	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00
◦ Ασθενείς με Εξετάσεις (#)	37.00	37.00	41.00	41.00	38.00	38.00	35.00
<b>Διάσταση Έρευνας &amp; Ανάπτυξης</b>							
◦ Φόρτος Εργασίας Ιατρών (%)	53.20	44.80	50.99	60.37	55.69	68.54	72.15
◦ Φόρτος Εργασίας Νοσηλευτών (%)	51.87	51.87	40.30	41.41	59.11	59.11	72.45
◦ Φόρτος Εργασίας Διοικητικού Προσωπικού (%)	3.87	3.87	3.87	3.87	11.89	11.89	11.89

Οι εναλλακτικές, μαζί με τα αποτελέσματα στους δείκτες της BSC δόθηκαν στον αποφασίζοντα ο οποίος ιεράρχησε της εναλλακτικές για κάθε διάσταση της BSC, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2. Βάσει όλων των προηγούμενων πληροφοριών, η ιεράρχηση αυτή λειτούργησε ως αρχική προδιάταξη για την εφαρμογή του αλγορίθμου της UTASTAR που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτός εφαρμόστηκε στις 7 εναλλακτικές επιλογές (συμπεριλαμβανομένης και της υφιστάμενης κατάστασης). Εξετάστηκε η συνέπεια της εκτιμώμενης προτιμήσεως του μοντέλου, συγκρίνοντας την αρχική προδιάταξη του αποφασίζοντα και την κατάταξη που καταλήξαμε μετά την εφαρμογή της UTASTAR. Το  $\tau$  του Kendall στο τέλος του αλγορίθμου αριθμούσε στη μονάδα, πράγμα που σημαίνει πως στην εφαρμογή που παρουσιάστηκε η συνέπεια που εμφανίστηκε στις προτιμήσεις του αποφασίζοντος ήταν μεγάλη.

**Πίνακας 4.2.** Προδιάταξη του αποφασίζοντα στις εναλλακτικές επιλογές.

<i>BSC</i>	<i>Baseline</i>	<i>(+1Doc)</i>	<i>(+2Nurs)</i>	<i>(-1Doc +2Nurs)</i>	<i>Fast Track</i>	<i>Fast Track (-1Doc)</i>	<i>Fast Track (-1Doc-1Nurs)</i>
<b>Διάσταση Οικονομικών</b>							
◦ Κόστη Προσωπικού (€)	3200	3605	3610	3205	3200	2795	2545
◦ Έσοδα ανά Εισαγωγή (€)	2.22	2.22	2.22	2.22	4.24	4.24	4.24
<b>Προδιάταξη</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Διάσταση Πελατών</b>							
◦ Χρόνος Αναμονής (min)	11.08	11.08	7.24	7.63	8.69	8.69	28.60
◦ Διάρκεια Θεραπείας (min)	83.34	83.34	79.38	78.66	82.37	82.37	83.21
◦ Διάρκεια Παραμονής (min)	95.92	95.92	88.12	87.79	94.15	94.15	114.90
<b>Προδιάταξη</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ</b>							
◦ Ποσοστό Πληρότητας Κλινών (%)	32.95	32.95	30.46	30.06	29.07	29.07	31.33
◦ #Εισαγωγών στο ΤΕΠ II από το I	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00
◦ Ασθενείς με Εξετάσεις (#)	37.00	37.00	41.00	41.00	38.00	38.00	35.00
<b>Προδιάταξη</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Διάσταση Έρευνας &amp; Ανάπτυξης</b>							
◦ Φόρτος Εργασίας Ιατρών (%)	53.20	44.80	50.99	60.37	55.69	68.54	72.15
◦ Φόρτος Εργασίας Νοσηλευτών (%)	51.87	51.87	40.30	41.41	59.11	59.11	72.45
◦ Φόρτος Εργασίας Διοικητικού Προσωπικού (%)	3.87	3.87	3.87	3.87	11.89	11.89	11.89
<b>Προδιάταξη</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

### 4.3 Βάρη και Συναρτήσεις Αξιών

Με τα αποτελέσματα που μας παρείχε ο αλγόριθμος, έγινε μία ανάλυση ευστάθειας. Έτσι, εξαγάγαμε τα βάρη των κριτηρίων της κάθε διάστασης καθώς και τις συναρτήσεις μερικών χρησιμότητων τους. Επιπρόσθετα, εξάχθηκε και η ολική χρησιμότητα της κάθε διάστασης για κάθε μία εναλλακτική επιλογή.

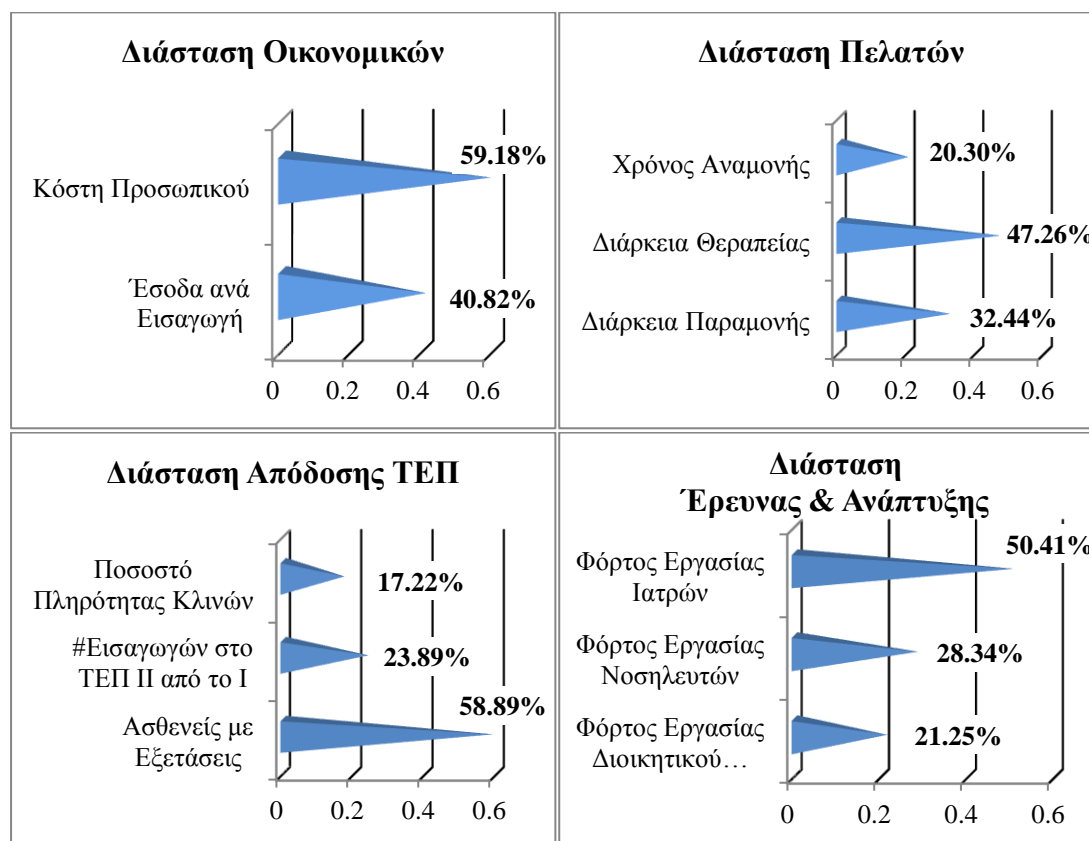
Στη διάσταση Οικονομικών παρατηρείται πως το πιο σημαντικό κριτήριο αποτελεί αυτό του κόστους του προσωπικού (59.18%) έναντι των εσόδων ανά εισαγωγή (40.82%). Ο προσανατολισμός αυτός είναι λογικό επόμενο, όπως φαίνεται και από τη ροή των ασθενών στο σύστημα. Επομένως στην οποιαδήποτε πιθανή αλλαγή, όσον αφορά το οικονομικό κομμάτι, εκεί θα δοθεί περισσότερη έμφαση.

Στη διάσταση των Πελατών, το κριτήριο με το μεγαλύτερο βάρος είναι αυτό της διάρκειας της θεραπείας (47.26%) με σημαντική διαφορά από το κριτήριο της διάρκειας παραμονής (32.44%) και σε αναλογία μεγαλύτερη από 2 προς 1 σε σχέση με το κριτήριο του χρόνου αναμονής (20.30%). Η διαφορά αυτή δηλώνει πως η διεύθυνση του τμήματος δείχνει μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο χρόνο που χρειάζεται το προσωπικό του για να αντιμετωπίσει τα περιστατικά με τα οποία έρχονται αντιμετώπι. Το γεγονός πως η διάρκεια (συνολικής) παραμονής στο σύστημα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από το χρόνο αναμονής είναι λογικό αν αναλογιστεί κανείς όλα τα παραπάνω.

Στη διάσταση Απόδοσης ΤΕΠ, το βάρος του κριτηρίου του πλήθους των ασθενών με εξετάσεις (58.89%) σηματοδοτεί πως η διεύθυνση γνωρίζει τις επιδράσεις που έχει η διάρκεια των εξετάσεων στο σύστημα. Για το λόγο αυτό το κριτήριο

θεωρείται σημαντικότερο του κριτηρίου του αριθμού των εισαγωγών στο ΤΕΠ II από το I (23.89%) που ουσιαστικά χαρακτηρίζει τα λάθη του συστήματος διαλογής καθώς φανερώνει αλλαγές στη βαρύτητα των περιστατικών. Το βάρος του ποσοστού πληρότητας των κλινών (17.22%) δεν αποτέλεσε έκπληξη, καθώς ήδη από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων φάνηκε πως το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα χαμηλό.

Τέλος, στη διάσταση Έρευνας & Ανάπτυξης, τη διάσταση που αποτελεί τη βάση της BSC για ενδεχόμενη βελτίωση του κάθε οργανισμού, παρουσιάστηκαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Δεδομένου ότι το ΤΕΠ απασχολεί ειδικευμένους ιατρούς, είναι φυσικό επόμενο το βάρος του κριτηρίου του φόρτου εργασίας των ιατρών (50.41%) να υπερτερεί των υπολοίπων. Όμως η διαφορά που εμφανίστηκε στα βάρη των κριτηρίων του φόρτου εργασίας των νοσηλευτών (28.34%) και του φόρτου εργασίας του διοικητικού προσωπικού (21.25%), δεν αναμενόταν να είναι τόσο μικρή. Η σημασία που φαίνεται εξ αυτού είναι πως η διεύθυνση θεωρεί πως το γραφείο της εγγραφής αποτελεί σημαντικό κομμάτι του ΤΕΠ και πιθανό αίτιο για ενδεχόμενη βελτίωση στη λειτουργία όλου του τμήματος.

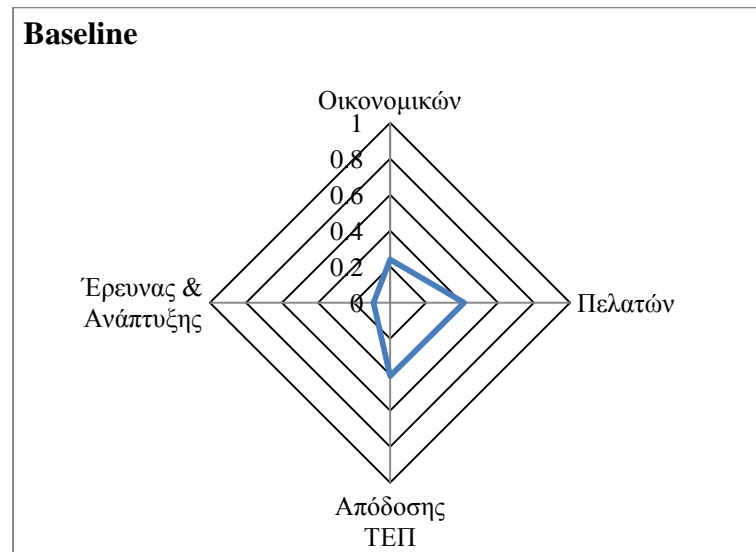


**Σχήμα 4.2.** Βάρη κριτηρίων για κ διάσταση της BSC.

Από τις ολικές χρησιμότητες των διαστάσεων στην υφιστάμενη κατάσταση μπορούμε να παρατηρήσουμε από τις τιμές στις διαστάσεις των Πελατών (0.4124) και της Απόδοσης ΤΕΠ (0.4084) πως υπάρχει μία επαρκής ικανοποίηση των κριτηρίων τους, όμως οι αντίστοιχες στις διαστάσεις των Οικονομικών (0.2391) και της Έρευνας και Ανάπτυξης (0.092) φανερώνουν πως η ανάγκη για βελτίωση του τμήματος ήταν επιτακτική για τον αποφασίζοντα. Τα εναλλακτικά σενάρια που προτάθηκαν, τα οποία ενέκρινε ο αποφασίζοντας, δημιουργήθηκαν στο πρίσμα της

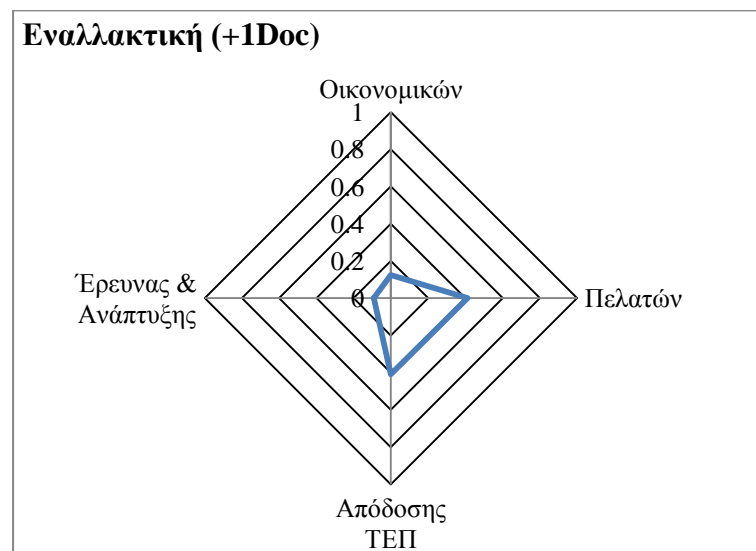


προσπάθειας για βελτίωση των τιμών των κριτηρίων της κάθε διάστασης της BSC, ώστε να προσεγγιστεί μία καλύτερη λειτουργία του τμήματος.



**Σχήμα 4.3.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την υφιστάμενη κατάσταση.

Προσθέτοντας έναν γιατρό στο ΤΕΠ II δεν παρατηρήθηκε κάποια βελτίωση στην ολική χρησιμότητα των διαστάσεων των Πελατών, της Απόδοσης ΤΕΠ και της Έρευνας και Ανάπτυξης, ενώ παρουσιάστηκε μείωσή της στη διάσταση των Οικονομικών (0.1237).

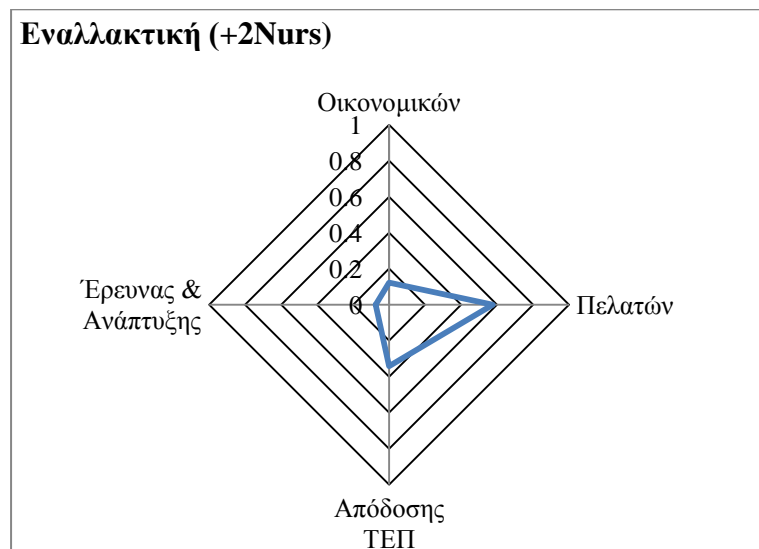


**Σχήμα 4.4.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (+1Doc).

Αντίστοιχη συμπεριφορά εμφανίστηκε στις ολικές χρησιμότητες των διαστάσεων και κατά την εφαρμογή της εναλλακτικής (+2Nurs). Με μοναδική εξαίρεση τη βελτίωση της χρησιμότητας στη διάσταση των Πελατών (0.5770), στις υπόλοιπες τρεις διαστάσεις οι τιμές τους μειώθηκαν σημαντικά (Οικονομικών – 0.1229,

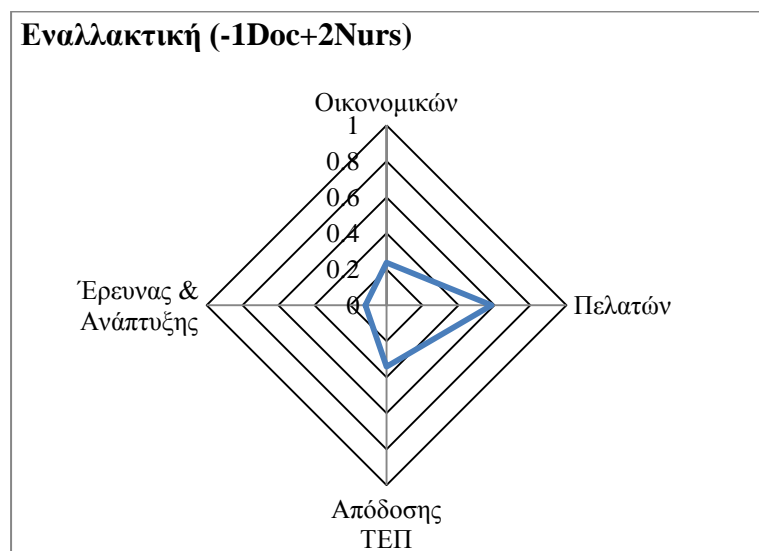


Απόδοσης ΤΕΠ – 0.3418, Έρευνας και Ανάπτυξης – 0.0746), καθιστώντας την εφαρμογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής μη προτεινομένη.



**Σχήμα 4.5.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (+2Nurs).

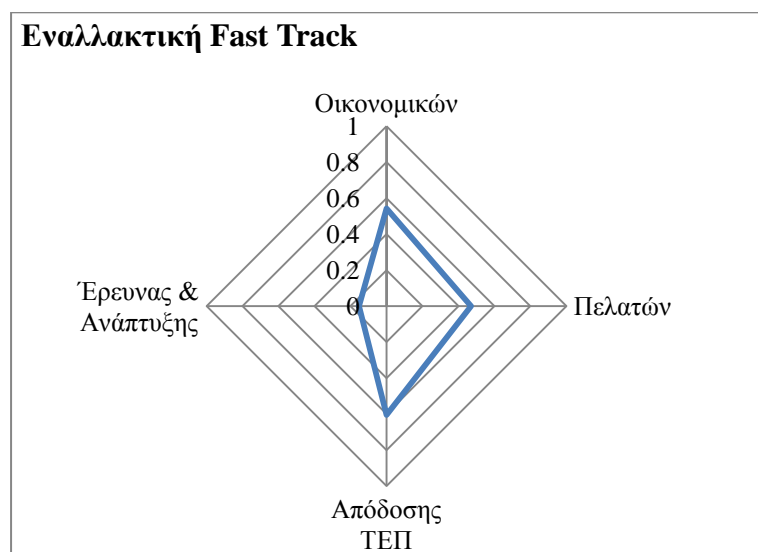
Τα πρώτα ενδιαφέροντα αποτελέσματα στις ολικές χρησιμότητες των διαστάσεων παρατηρήθηκαν κατά την εφαρμογή της εναλλακτικής (-1Doc+2Nurs), όπου με μικρή μείωση στις τιμές των διαστάσεων των Οικονομικών (0.2363) και της Απόδοσης ΤΕΠ (0.3418), σημειώθηκε σημαντική αύξηση σε αυτή των Πελατών (0.5846) καθώς και η πρώτη αύξηση σε αυτή της Έρευνας και Ανάπτυξης (0.117).



**Σχήμα 4.6.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (-1Doc+2Nurs).

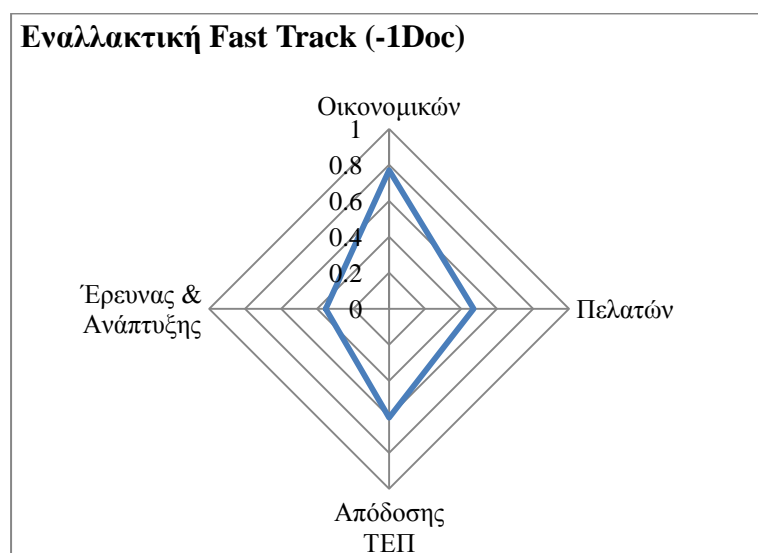
Η εφαρμογή της εναλλακτικής (*Fast Track*), έδειξε πως κινηθήκαμε προς μία καλή κατεύθυνση δεδομένου πως οι ολικές χρησιμότητες σε όλες τις διαστάσεις βελτιώθηκαν δραστικά. Ενώ η τιμή της χρησιμότητας στη διάσταση των Πελατών σημείωσε μικρότερη αύξηση από την προηγούμενη εναλλακτική (0.4687), οι

υπόλοιπες παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα μέχρι εκείνη τη στιγμή (Οικονομικών – 0.5427, Απόδοση ΤΕΠ – 0.6056, Έρευνας και Ανάπτυξης – 0.1533).



**Σχήμα 4.7.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (*Fast Track*).

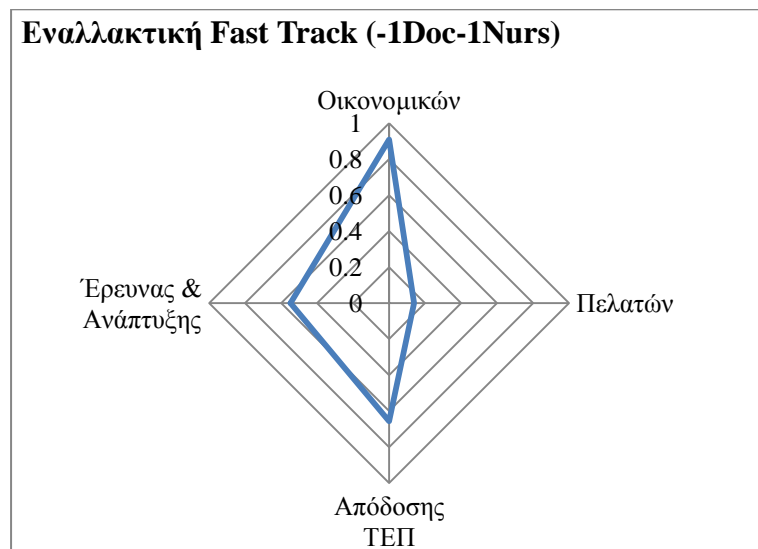
Στη συνέχεια κινηθήκαμε σε παρόμοιο μοτίβο, εφαρμόζοντας την ίδια φιλοσοφία της παραπάνω εναλλακτικής, αφαιρώντας αυτή τη φορά έναν ιατρό από τον ΤΕΠ II. Στις διαστάσεις των Πελατών και τις Απόδοσης ΤΕΠ δεν παρατηρήθηκε κάποια μεταβολή, όμως παρατηρήθηκε περαιτέρω βελτίωση στις διαστάσεις των Οικονομικών (0.7696) και της Έρευνας και Ανάπτυξης (0.3522).



**Σχήμα 4.8.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (*Fast Track – 1Doc*).

Κατά την εφαρμογή της 6<sup>ης</sup> εν σειρά εναλλακτικής παρατηρήθηκαν οι καλύτερες τιμές στις ολικές χρησιμότητες των διαστάσεων των Οικονομικών (0.9096), της

Απόδοσης ΤΕΠ (0.6556) και της Έρευνας και Ανάπτυξης (0.5483), όμως ελαττώθηκε εμφανώς εκείνη της Απόδοσης του ΤΕΠ (0.1383).

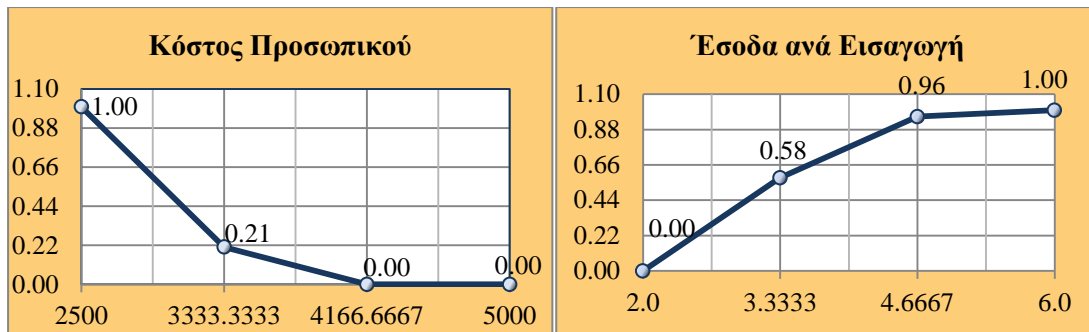


**Σχήμα 4.9.** Ολική χρησιμότητα των διαστάσεων της BSC για την εναλλακτική (*Fast Track -1Doc-1Nurs*).

Η εφαρμογή όλων των παραπάνω εναλλακτικών φανέρωσε διαφορετικές πτυχές στις οποίες μπορεί να βελτιωθεί η λειτουργία του ΤΕΠ. Ένα ιδιαίτερο αποτέλεσμα που μπορεί να εξαχθεί μέσω των συγκρίσεων της μεθόδου UTASTAR φάνηκε στην παραπάνω ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα, είδαμε το πώς επηρεάζονται και οι τέσσερις διαστάσεις συνολικά από την εφαρμογή κάποιας εναλλακτικής, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητη αύξηση ή μείωση στις τιμές των ολικών χρησιμότητων όλων των διαστάσεων της BSC.

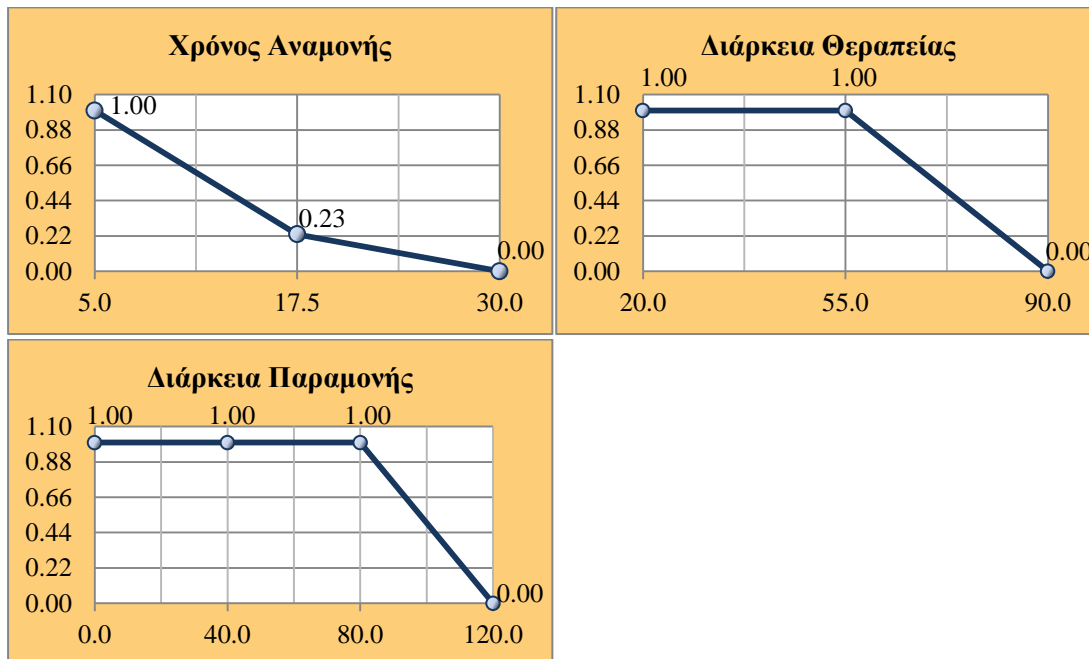
Οι συναρτήσεις μερικών αξιών των κριτηρίων της κάθε διάστασης υπολογίσθηκαν βάσει των προτιμήσεων του αποφασίζοντος. Δόθηκαν τα διαστήματα και οι τιμές στις οποίες θέλησε να υπολογισθούν προτού ξεκινήσουμε τη διαδικασία εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Με τον τρόπο αυτό μπορέσαμε να παρατηρήσουμε τη διακύμανση της συμπεριφοράς των κριτηρίων της κάθε διάστασης στο εύρος των τιμών που εξετάστηκαν.

Στη διάσταση των Οικονομικών, δεδομένου πως το κριτήριο του κόστους προσωπικού είναι φθίνων, η επιθυμητή του αξία είναι για τιμές κοντά στα 2500 €, ενώ για τιμές στο διάστημα [4166.6667, 5000] παρουσιάζεται μηδενική χρησιμότητα για τον αποφασίζοντα. Στο κριτήριο των εσόδων ανά εισαγωγή, που είναι αύξων, παρατηρείται μεγαλύτερη αξία για τιμές μεγαλύτερες των 4.6667 €.



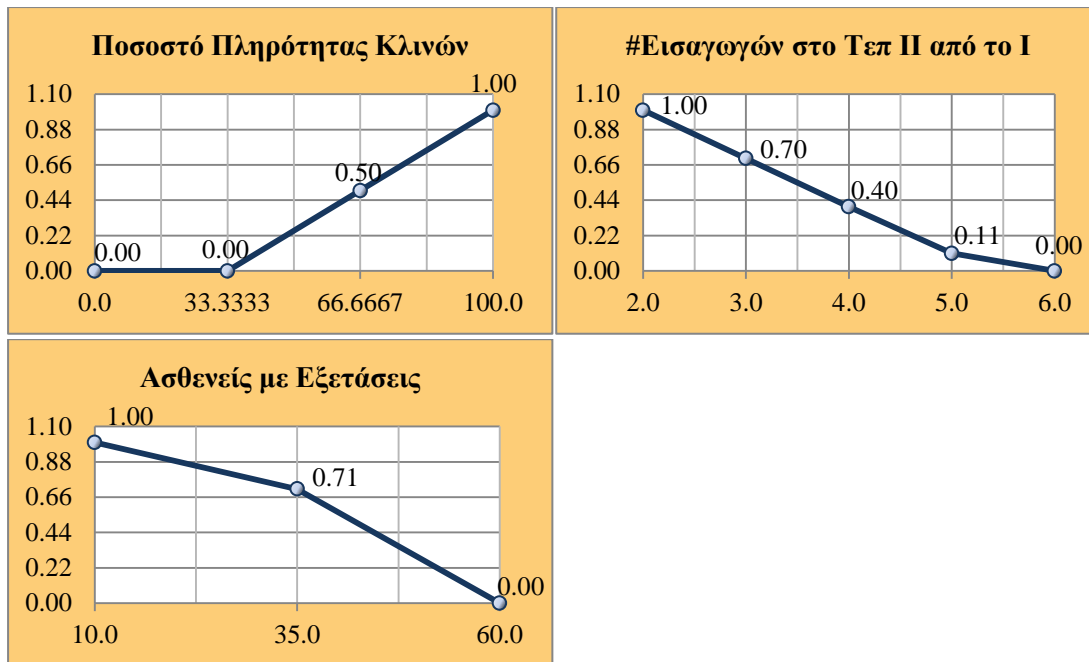
**Σχήμα 4.10.** Μερικές συναρτήσεις αξιών των κριτηρίων της διάστασης Οικονομικών.

Όσον αφορά τα κριτήρια της διάστασης των Πελατών όλα τα κριτήρια που εξετάστηκαν ήταν φθίνοντα. Έτσι, στο χρόνο αναμονής παρατηρείται μεγαλύτερη χρησιμότητα όσο οι τιμές προσεγγίζουν τα 5 λεπτά, ενώ για τιμές μεγαλύτερες των 17.5 λεπτών η αξία του κριτηρίου τείνει στο 0, στη διάρκεια θεραπείας και στη διάρκεια παραμονής για τιμές στο διάστημα  $[20.0, 55.0]$  και  $[0.0, 80.0]$  αντίστοιχα, η αξία είναι η μέγιστη.



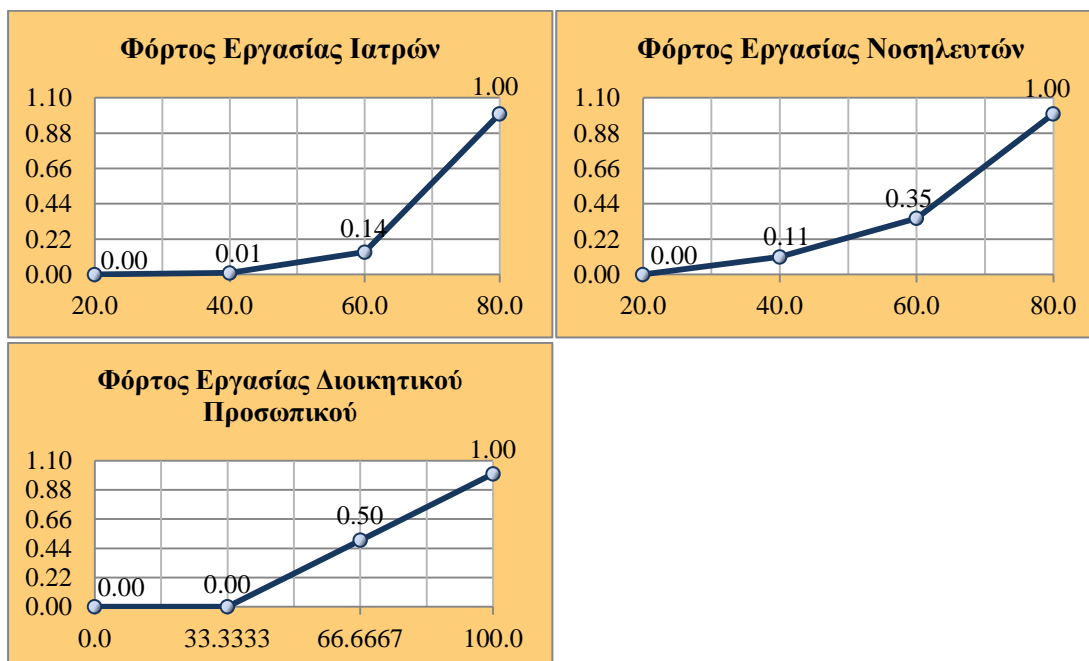
**Σχήμα 4.11.** Μερικές συναρτήσεις αξιών των κριτηρίων της διάστασης Πελατών.

Στη διάσταση της Απόδοσης ΤΕΠ φαίνεται πως όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό πληρότητας των κλινών τόσο μεγαλύτερη είναι και η μερική χρησιμότητα του κριτηρίου, με μέγιστη τιμή του στο 100%. Στα υπόλοιπα δύο φθίνοντα κριτήρια, όπως φαίνεται παρακάτω, γίνεται εμφανής η διάθεση του αποφασίζοντα για ελαχιστοποίηση των λαθών και βελτίωση της διαδικασίας της διάγνωσης στη λειτουργία του τμήματος, καθώς στο αριθμό των εισαγωγών στο ΤΕΠ II από το I η μέγιστη αξία υπολογίζεται για αριθμό μικρότερο ή ίσο του 2 και ο αριθμός των ασθενών με εξετάσεις να μην ξεπερνάει τους 10.



**Σχήμα 4.12.** Μερικές συναρτήσεις αξιών των κριτηρίων της διάστασης Απόδοσης ΤΕΠ.

Στα κριτήρια του φόρτου εργασίας ιατρών και νοσηλευτών, της διάστασης Έρευνας και Ανάπτυξης, παρουσιάζεται πως οι μεγαλύτερες τιμές τους βρίσκονται στο 80% της απασχόλησής τους, ενώ για φόρτο μικρότερου του 60% η μερική τους χρησιμότητα τείνει στο 0. Ιδιαίτερη εντύπωση κάνει η απασχόληση του φόρτου εργασίας του διοικητικού προσωπικού, του οποίου η μέγιστη αξία αντιστοιχεί στο 100% της απασχόλησης των εργαζομένων.



**Σχήμα 4.13.** Μερικές συναρτήσεις αξιών των κριτηρίων της διάστασης Έρευνας % Ανάπτυξης.

Τα αποτελέσματα του αλγορίθμου της UTASTAR δεν επηρεάζονται μόνο από το δείγμα προς εξέταση, αλλά και από τη συνέπεια των προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Στη συγκεκριμένη έρευνα η συνέπεια που μας παρείχε η διεύθυνση του ΤΕΠ επέτρεψε στον αλγόριθμο να μπορέσει να μοντελοποιήσει τις προτιμήσεις του. Η σημασία αυτού έγκειται στο ότι τα εκτιμημένα αποτελέσματα πιθανόν να παρουσιάσουν μικρές αποκλίσεις κατά την εφαρμογή διαφορετικών εναλλακτικών επιλογών.

## **Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και επεκτάσεις**

### **5.1 Γενικά Συμπεράσματα**

Οι συναρτήσεις των μερικών αξιών που παρουσιάστηκαν φανερώνουν τον τρόπο που συμπεριφέρονται αυτά βάσει των δεδομένων που παρήχθησαν και κυρίως των αποφάσεων της διεύθυνσης. Για το κάθε ένα από αυτά φαίνεται πως κυμαίνεται αναλόγως με την πιθανή τιμή του κριτηρίου. Οι κανονικοποιημένες τιμές που παρουσιάζονται στα διαστήματα που επιλέχθηκαν δείχνουν πέρα από τη διακύμανσή τους, και τις προτιμητέες τιμές των κριτηρίων σύμφωνα με τις προτιμήσεις που δεχθήκαμε από τη διεύθυνση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα κριτήρια της διάστασης της Έρευνας και Ανάπτυξης καθώς παρατηρείται πως ο αποφασίζων κατανόησε τη σημαντικότητα της συγκεκριμένης διάστασης. Αυτό γίνεται εμφανές αν αναλογιστούμε πως προτιμάει το θεραπευτικό προσωπικό να απασχολείται σε ποσοστό κοντά στο 80% ώστε πετυχαίνονται όσο το δυνατόν μικρότεροι αναμονητικοί χρόνοι και συνεπώς καλύτερες τιμές των κριτηρίων της διάστασης των Πελατών. Επιπρόσθετα, το ποσοστό αυτό δεν είναι επιτακτικό να ξεπερνάει την τιμή αυτή, καθώς γνωρίζει πως με μια τέτοια απαίτηση η αποδοτικότητα του προσωπικού πιθανόν να πέσει και να οδηγήσει σε λάθος διαλογές και αύξηση του αριθμού των εξετάσεων των ασθενών με συνέπεια οι τιμές των κριτηρίων της διάστασης της Απόδοσης του ΤΕΠ να χειροτερέψουν. Παράλληλα, όμως, ο αποφασίζων επιθυμεί 100% απασχόληση από το διοικητικό προσωπικό, ώστε να βελτιωθεί η διάσταση των Οικονομικών σε ένα κλίμα τήρησης των διαδικασιών που θα διέπουν το τμήμα.

Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε αποτελούν τα βάρη του κάθε κριτηρίου, τα οποία αντιπροσωπεύουν την οπτική που έχει ο αποφασίζοντας για τη λειτουργία του τμήματος, δεδομένου ότι το σύστημα προτιμήσεων του ήταν καθοριστικό για την εξαγωγή τους. Όσον αφορά τη διάσταση της Απόδοσης του ΤΕΠ, έχουμε πιθανόν τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα και πιθανόν ένα προβληματικό σημείο της έρευνας. Καθώς το ΤΕΠ δεν έχει δικό του εργαστήριο για τη εξαγωγή αποτελεσμάτων των διαφόρων εξετάσεων που απαιτούνται για τη διάγνωση των νοσημάτων, αυτές μεταφέρονται στο υπάρχον εργαστήριο του νοσοκομείου. Αυτό καθιστά την εισαγωγή του στην προσομοίωση αδύνατη στην περίπτωση που δεν ερευνάται ολόκληρο το σύστημα του νοσοκομείου. Όμως, με την ανάλυση των δεδομένων που πραγματοποιήθηκε η παράμετρος αυτή εισήχθη στο σύστημα πρωτίστως εν μέσω των χρόνων που απαιτείται για τα αποτελέσματα των εξετάσεων και σε δεύτερη φάση μέσω του κριτηρίου του πλήθους των ασθενών με εξετάσεις.

Οι ολικές χρησιμότητες της κάθε διάστασης της BSC παρουσιάστηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορέσει να πραγματοποιηθεί μία συνολική εκτίμηση για τη λειτουργία του ΤΕΠ. Έτσι, μπορεί να εξαχθεί μία γενική εικόνα για τη στρατηγική του τμήματος και της κατεύθυνση που μπορεί να ακολουθήσει μέσα από την ανάδραση της εφαρμογής της μεθόδου.

Στην υφιστάμενη κατάσταση παρατηρείται πως η βαρύτητα που δίνεται από το τμήμα συγκεντρώνεται γύρω από τις διαστάσεις των Πελατών και της Απόδοσης του

ΤΕΠ. Αυτό παριστά το σκοπό της διοικήσεως για όσο το δυνατό αποτελεσματικότερη λειτουργία του τμήματος, όμως, καθότι είναι εμφανές από το χαμηλό σκορ της εκτίμησης της διάστασης της Έρευνας και Ανάπτυξης, απουσιάζει ο στόχος του τμήματος για μελλοντική βελτίωση της λειτουργίας του.

Τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα στις εναλλακτικές, παρουσιάζονται σε αυτές των *(-1Doc +2Nurs)*, *(Fast Track)*, *(Fast Track -1Doc)* και *(Fast Track -1Doc – 1Nurs)*. Στην εναλλακτική *(-1Doc +2Nurs)* παρατηρείται πως το συμφέρον τη διάστασης των Πελατών (ασθενών) θα είναι αυτό που θα ικανοποιείται στο μεγαλύτερο βαθμό. Δεδομένου πως όλοι οι χρόνοι μειώνονται, μπορούμε να θεωρήσουμε πως η συγκεκριμένη αποτελεί μία αρκετά καλή λύση. Όμως, αποτελεί μία βραχυπρόθεσμη λύση που δεν επιτρέπει μεταβλητότητα στο σύστημα και πιθανόν να οδηγήσει σε μία στάσιμη κατάσταση του τμήματος, για την οποία θα απαιτείται εκ νέου έρευνα για την αντιμετώπισή της. Η εφαρμογή και των τριών εναλλακτικών *fast track* σεναρίων χαρακτηρίζει σημαντικές αλλαγές στο σύστημα, όπως είναι εμφανές από τα διαγράμματα radar. Παρόλο που η εναλλακτική *(Fast Track -1Doc)* εμφανίζει ένα πολύ καλό συνολικό σκορ για όλες της διαστάσεις, υπάρχει ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί. Βασική παράμετρος όλης της μεθοδολογίας αποτελεί η διάσταση της Έρευνας & Ανάπτυξης καθώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί τον πυρήνα της BSC για μελλοντική βελτίωση της στρατηγικής του οργανισμού. Επιπλέον, η διάσταση των Οικονομικών αντιπροσωπεύει την κορυφή της BSC και, σύμφωνα πάντα και με τις προτιμήσεις που μας παρείχε η διοίκηση του οργανισμού, στην εναλλακτική *(Fast Track -1Doc – 1Nurs)* δείχνει μία σημαντική βελτίωση σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Σε συνδυασμό και με το σκορ της διάστασης της Απόδοσης του ΤΕΠ που χαρακτηρίζει μία ορθή λειτουργία σύμφωνα με τις διαδικασίες που διέπουν το τμήμα, μόνο ελάττωμα φαντάζει αυτό της διάστασης πελατών. Μπορεί όλη η φιλοσοφία του μοντέλου που εφαρμόστηκε να στηρίζεται γύρω από την αποτελεσματική και ποιοτική προσφορά θεραπείας στο κοινωνικό περιβάλλον που πλαισιώνει τον οργανισμό, αλλά σύμφωνα με την κατάσταση που εξετάστηκε, όπως είναι φυσικό, αυτό δεν μπορεί να συμβεί από την επόμενη μέρα της εφαρμογής της συγκεκριμένης εναλλακτικής. Σε βάθος χρόνου είναι λογικό και επόμενο η συγκεκριμένη διάσταση να δείξει σημαντική βελτίωση και πιθανόν μεγαλύτερη από όλες τις υπόλοιπες εναλλακτικές.

## **5.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις**

Όπως κάθε έρευνα υπάρχουν πιθανές προτάσεις για βελτίωση των αποτελεσμάτων που μπορούν να εξαχθούν από την προτεινόμενη μεθοδολογία. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν έγιναν με συμπλήρωση μίας κατάλληλα διαμορφωμένης φόρμας από τους ιατρούς του τμήματος, λόγω της απουσίας μίας βάσης καταγραφής δεδομένων. Παρόλο που δημιουργήθηκε μία ψηφιακή βάση καταγραφής, στην περίπτωση χρήσης αισθητήρων RFID για την ηλεκτρονική παρακολούθηση όλου του τμήματος θα έχουμε επακριβή καταγραφή των δεδομένων λειτουργίας του και μικρότερες αποκλίσεις στις φάσεις της σχεδίασης της προσομοίωσης και της εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Με τον τρόπο αυτό θα γίνει δυνατός και ο εμπλουτισμός της BSC με περισσότερα κριτήρια, (όπως Αποδοτικότητα Παραμονής ΤΕΠ, Ποσοστό Λάθους Κλινών, Κατεύθυνση της Ροής κτλ)



ώστε να μπορεί να επιτευχθεί ένας πιο ολοκληρωμένος έλεγχος της λειτουργίας του τμήματος.

Στη φάση του σχεδιασμού των διαδικασιών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της εξόρυξης των διαδικασιών από τα παρεχόμενα δεδομένα, ώστε να γίνεται επακριβώς η καταγραφή τους και να μη δύναται περιθώριο λάθους κατά το σχεδιασμό τους

Παράλληλα μπορεί να διεξαχθεί μία έρευνα ικανοποίησης τόσο πελατών (ασθενών) όσο και προσωπικού έτσι ώστε να μπορεί να διερευνηθεί με ακριβέστερο τρόπο η επιθυμητή λειτουργία του τμήματος. Με τον τρόπο αυτό ενώ δε θα μειωθεί η σημαντικότητα των προτιμήσεων του αποφασίζοντος, μπορεί να γίνει μία πληρέστερη έρευνα και ένας καλύτερος σχεδιασμός για όλους τους ενδιαφερόμενους.

Τέλος, σε μία μελλοντική πρόταση, θα μπορούσε να γίνει μία προσπάθεια σχεδιασμού ολόκληρου του νοσοκομειακού οργανισμού σε ένα κλίμα παρατήρησης της συνολικής της λειτουργίας, αλλά και των επιμέρους τμημάτων του, καθώς και το πώς αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, αφού στον οργανισμό που εξετάστηκε, η λειτουργία πολλών από αυτά είναι συνδεδεμένη μέσω του κεντρικού εργαστηρίου που χρησιμοποιείται για όλες τις εξετάσεις των ασθενών.

## Βιβλιογραφία

- [1] Χαράλαμπος Οικονόμου, “Το Θεσμικό Πλαίσιο Παροχών Ασθενείας στην Ελλάδα -Ο Ρόλος και η λειτουργία του Εθνικού Συστήματος Υγείας.” Παρατηρητήριο Οικονομικών και Κοινωνικών Εξελίξεων, 2010.
- [2] C. Economou, “Greece - Health System Review,” *Health Systems in Transition*, vol. 12, no. 7, 2010.
- [3] E. Grigoroudis, E. Orfanoudaki, and C. Zopounidis, “Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard,” *Omega*, vol. 40, no. 1, pp. 104–119, Jan. 2012.
- [4] P. Manolitzas, N. Matsatsinis, and E. Grigoroudis, “Reforming the Hospitals in Greece: An Integrated Framework for Improving the Health Care Services in an Emergency Department,” *6th Biennial Hellenic Observatory PHD Symposium on Contemporary Greece and Cyprus, London School of Economics (LSE)*, Jun. 2013.
- [5] S. Robinson, Z. J. Radnor, N. Burgess, and C. Worthington, “SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare,” *European Journal of Operational Research*, vol. 219, no. 1, pp. 188–197, May 2012.
- [6] S.-J. Weng, B.-S. Tsai, L.-M. Wang, C.-Y. Chang, and D. Gotcher, “Using simulation and data envelopment analysis in optimal healthcare efficiency allocations,” in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2011 Winter*, 2011, pp. 1295–1305.
- [7] Ν. Ματσατσίνης, *Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων*, 1η ed. Νέων Τεχνολογιών, 2010.
- [8] H. Eskandari, M. Riyahifard, S. Khosravi, and C. D. Geiger, “Improving the emergency department performance using simulation and MCDM methods,” in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2011 Winter*, 2011, pp. 1211–1222.
- [9] Z. Pavić and V. Novoselac, “Notes on TOPSIS Method,” *International Journal of Research in Engineering and Science*, vol. 1, no. 2, pp. 05–12, Jun. 2013.
- [10] K. Ismail, W. Abo-Hamad, and A. Arisha, “Integrating Balanced Scorecard And Simulation Modeling To Improve Emergency Department Performance In Irish

- Hospitals,” in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2010 Winter*, 2010, pp. 2340–2351.
- [11] W. Abo-Hamad and A. Arisha, “Multi-criteria framework for emergency department in Irish hospital,” in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2012 Winter*, 2012, pp. 1–12.
- [12] W. Abo-Hamad and A. Arisha, “Simulation-based framework to improve patient experience in an emergency department,” *European Journal of Operational Research*, vol. 224, no. 1, pp. 154–166, Jan. 2013.
- [13] A. A. Salo and R. P. Hamalainen, “Preference ratios in multiattribute evaluation (PRIME)-elicitation and decision procedures under incomplete information,” *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on*, vol. 31, no. 6, pp. 533–545, 2001.
- [14] R. S. Kaplan and D. P. Norton, “The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance,” *Harvard Business Review*, pp. 134–42, 1992.
- [15] R. S. Kaplan and D. P. Norton, “Putting the Balanced Scorecard to Work,” *Harvard Business Review*, pp. 134–42, 1993.
- [16] R. S. Kaplan and D. P. Norton, “Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System,” *Harvard Business Review*, pp. 75–84, 1996a.
- [17] R. S. Kaplan and D. P. Norton, “The Balanced Scorecard - Translating Strategy into Action,” *Harvard Business School Press*, 1996b.
- [18] J. R. Griffith, “Reengineering Health Care: Management Systems for Survivors,” *Hospital & Health Services Administration*, vol. 39, no. 1, pp. 451–71, 1994.
- [19] G. R. Baker and G. . Pink, “A Balanced Scorecard for Canadian Hospitals,” *Healthcare Management Forum*, vol. 8, no. 4, pp. 7–21, 1995.
- [20] K. Castañeda-Méndez, K. Mangan, and A. M. Lavery, “The role and application of the balanced scorecard in healthcare quality management,” *Journal for Healthcare Quality*, vol. 20, no. 1, pp. 10–13, 1998.
- [21] D. Weber, “The Balanced Scorecard: A Framwork for Managing Complex and Rapid Change,” *Strategies for Healthcare Excellence*, vol. 12, no. 11, pp. 2–7, 1999.
- [22] N. Inamdar and R. S. Kaplan, “Applying the Balanced Scorecard in Health Care Provider Organisations,” *Journal of Healthcare Management*, vol. 47, no. 3, pp. 179–95, 2002.
- [23] J. Steele, “Transforminh the Balanced Scorecard Into Your Dstrategy Execution System,” *Manage*, vol. 53, no. 1, pp. 22–24, 2001.
- [24] P. Niven, “Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results,” *John Wiley and Sons*, 2002.
- [25] T. Malmi, “Balanced scorecards in Finnish companies: A research note,” *Management Accounting Research*, vol. 12, no. 2, pp. 207–220, Jun. 2001.
- [26] A. Butler, S. R. Letza, and B. Neale, “Linking the Balanced Scorecard to Strategy,” *Long Range Planning*, no. 30, pp. 242–53, 1997.
- [27] A. Neely and M. Bourne, “Why Measurement Initiatives Fail,” *Measuring Business Excellence*, vol. 4, no. 4, pp. 3–6, 2000.
- [28] H. Nørreklit, “The Balanced Scorecard: What is the Score? A Rhetorical Analysis of the Balanced Scorecard,” *Accounting, Organizations and Society*, vol. 28, pp. 591–619, 2003.
- [29] P. N. Bukh and T. Malmi, “Re-examining the Cause-and-effect Principle of the Balanced Scorecard,” *Accounting in Scandinavia - The Northern Lights*, p. 2005.
- [30] U. Johanson, M. Skoog, A. Backlund, and R. Almqvist, “Balancing Dilemmas of the Balanced Scorecard,” *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, vol. 19, no. 6, pp. 842–57, 2006.

- [31] W. N. Zelman, D. Blazer, M. Gower, P. Owens Bumgarner, and L. Miller Cancilla, "Issues for Academic Health Centers to Consider before Implementing a Balanced Scorecard," *Academic Medicine*, vol. 74, no. 12, pp. 1269–77, 1999.
- [32] W. N. Zelman, G. . Pink, and C. B. Matthias, "Use of the Balanced Scorecard in Health Care," *Journal of Health Care Finance*, vol. 29, no. 4, pp. 1–16, 2003.
- [33] R. S. Kaplan and D. P. Norton, "Balance Without Profit," *Financial Management*, pp. 23–26, 2001a.
- [34] R. S. Kaplan and D. P. Norton, "The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment," *Harvard Business School Press*, 2001b.
- [35] I. Urrutia and S. D. Eriksen, "Application of the Balanced Scorecard in Spanish private health-care management," *Measuring Business Excellence*, vol. 9, no. 4, pp. 16–26, 2005.
- [36] B. Paranjape, M. Rossiter, and V. Pantano, "Performance Measurement Systems: Success. Failures and Future - A Review," *Measuring Business Excellence*, vol. 10, no. 3, pp. 4–14, 2006.
- [37] A. K. Yeung and J. Connell, "The Application of Niven's Balanced Scorecard in a Not-for-profit Organization in Hong-Kong: What Are the Factors for Success?," *Journal of Asia Business Studies*, no. 1, pp. 26–33, 2006.
- [38] R. S. Kaplan, "Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard," *Harvard Business School Press*, vol. Working Paper, no. 10–074, 2010.
- [39] K. E. Voelker, J. S. Rakich, and G. R. French, "The Balanced Scorecard in Healthcare Organizations: A Performance Measurement and Strategic Planning Methodology," *Hospital Topics*, vol. 79, no. 3 (Summer), pp. 13–24, 2001.
- [40] G. Speckbacher, J. Bischof, and T. Pfeiffer, "A Descriptive Analysis on the Implementation of Balanced Scorecard in German-speaking Countries," *Management Accounting Research*, vol. 14, no. 4, pp. 361–87, 2003.
- [41] L.-G. Aidemark and E. K. Funck, "Measurement and health care management," *Financial Accountability & Management*, vol. 25, no. 2, pp. 253–276, 2009.
- [42] C. J. Pineno, "The Balanced Scorecard: An Incremental Approach Model to Health Care Management," *Journal for Health Care Finance*, vol. 28, no. 4, pp. 69–80, 2002.
- [43] A. Kumar, L. Ozdamar, and N. C. Peng, "Procurement Performance Measurement System in the Health Care Industry," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 18, no. 2, pp. 152–66, 2005.
- [44] S. Schmidt, I. Bateman, J. Breinlinger-O'Reilly, and P. Smith, "A management approach that drives actions strategically: Balanced scorecard in a mental health trust case study," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 19, no. 2, pp. 119–135, 2006.
- [45] L.-G. Aidemark, "The meaning of balanced scorecards in the health care organisation," *Financial Accountability & Management*, vol. 17, no. 1, pp. 23–40, 2001.
- [46] G. . Pink, I. McKillop, E. G. Schraa, C. Preyra, C. Montgomery, and G. R. Baker, "Creating a Balanced Scorecard for a Hospital System," *Journal for Health Care Finance*, vol. 27, no. 3, pp. 1–20, 2001.
- [47] C. Josey and I. Kim, "Implementation of the balanced scorecard at Barberton citizens hospital," *Journal of Corporate Accounting & Finance*, vol. 19, no. 3, pp. 57–63, Mar. 2008.
- [48] S.-H. Huang, W. Y. Chang, and M.-C. Yang, "Using a Balanced Scorecard to Improve the Performance of an Emergency Department," *Nursing Economics*, vol. 22, no. 3, pp. 140–6, 2004.

- [49] Z. Radnor and B. Lovell, "Defining, Justifying and Implementing the Balanced Scorecard in the NHS," *International Journal of Medical Marketing*, vol. 3, no. 3, pp. 174–83, 2003a.
- [50] P. G. Lovaglio and G. Vittadini, "The balanced scorecard in health care: a multilevel latent variable approach," *Journal of Modelling in Management*, vol. 7, no. 1, pp. 38–58, 2012.
- [51] J. Curtwright, S. C. Stolp-Smith, and E. S. Edell, "Strategic Performance Management: Development of a Performance Measurement System at the Mayo Clinic," *Journal of Healthcare Management*, vol. 45, no. 1, pp. 58–68, 2000.
- [52] G. . Pink, M. A. Murray, and I. McKillop, "Hospital Efficiency and Patient Satisfaction," *Health Services Management Research*, vol. 16, no. 1, pp. 24–38, 2003.
- [53] B. Patel, T. Chausalet, and P. Millard, "Balancing the NHS balanced scorecard!," *European Journal of Operational Research*, vol. 185, no. 3, pp. 905–914, Mar. 2006.
- [54] G. Bevan, "Setting Targets for Health Care Performance: Lessons from a Case Study of the English NHS," *National Institute Economic Review*, vol. 197, no. 1, pp. 67–79, Jul. 2006.
- [55] F. El-Jardali, S. Saleh, N. Ataya, and D. Jamal, "Design, implementation and scaling up of the balanced scorecard for hospitals in Lebanon: Policy coherence and application lessons for low and middle income countries," *Health Policy*, vol. 103, no. 2–3, pp. 305–314, Dec. 2011.
- [56] A. Gumbus, B. Lyons, and D. E. Bellhouse, "Journey to Destination 2005," *Strategic Finance*, vol. 84, no. 2, pp. 46–50, 2002.
- [57] D. H. Peters, A. A. Noor, L. P. Singh, F. K. Kakar, P. M. Hansen, and G. Burnham, "A balanced scorecard for health services in Afghanistan," *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 85, no. 2, pp. 146–151, 2007.
- [58] L. J. Stewart and W. E. Bestor, "Applying a Balanced Scorecard to Health Care Organizations," *Journal of Corporate Accounting & Finance*, vol. 11, no. 3, pp. 75–82, Apr. 2000.
- [59] X. Chen, K. Yamauchi, K. Kato, A. Nishimura, and K. Ito, "Using the balanced scorecard to measure Chinese and Japanese hospital performance," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 19, no. 4, pp. 339–350, 2006.
- [60] H.-F. Chen, Y.-H. Hou, and R.-E. Chang, "Application of the balanced scorecard to an academic medical center in Taiwan: The effect of warning systems on improvement of hospital performance," *Journal of the Chinese Medical Association*, vol. 75, no. 10, pp. 530–535, Oct. 2012.
- [61] J. Wolfersteig and S. Dunham, "Performance Improvement: a Multidimensional Model," *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 10, no. 4, pp. 351–4, 1998.
- [62] J. N. Meliones, R. Ballard, R. Liekweg, and W. Burton, "No Mission, No Margin: It's that Simple," *Journal for Health Care Finance*, vol. 27, no. 3, pp. 21–9, 2001.
- [63] T. L. Wachtel, C. E. Hartford, and J. A. Hughes, "Building a balanced scorecard for a burn center," *Burns*, vol. 25, no. 5, pp. 431–437, 1999.
- [64] R. C. Hermann, J. L. Regner, P. Erikson, and D. Yang, "Developing a Quality Management System for Behavioural Health Care: the Cambridge Health Alliance Experience," *Harvard Review of Psychiatry*, vol. 8, no. 5, pp. 251–60, 2000.
- [65] R. Kershaw and S. Kershaw, "Developing a Balanced Scorecard to Implement Strategy at St Elsewhere Hospital," *Management Accounting Quarterly*, vol. 2, no. 2, pp. 28–35, 2001.
- [66] A. Trotta, E. Cardamone, G. Cavallaro, and M. Mauro, "Applying the Balanced Scorecard approach in teaching hospitals: a literature review and conceptual

- framework: Balanced Scorecard In Teaching Hospitals," *The International Journal of Health Planning and Management*, vol. 28, no. 2, pp. 181–201, Apr. 2013.
- [67] K. O'Brien, "Using the Balanced Scorecard to Build a Strategy-Focused Healthcare Organization," 2002.
  - [68] Queensland Health and Office of the Chief Nursing Officer, *Business planning framework: a tool for nursing workload management : resource manual*. Brisbane: Queensland Health, 2008.
  - [69] Z. Radnor and B. Lovell, "Success Factors for Implementation of the Balanced Scorecard in a NHS Multi-agency setting," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 16, no. 2, pp. 99–108, 2003b.
  - [70] J. Mohan, "Monitoring Quality Through a Balanced Scorecard," 2004.
  - [71] A. H. A. ten Asbroek, "Developing a national performance indicator framework for the Dutch health system," *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 16, no. suppl\_1, pp. i65–i71, Apr. 2004.
  - [72] B. Kollberg and Linköpings universitet, "Exploring the use of balanced scorecards in a Swedish health care organization," Univ., Linköping, 2003.
  - [73] Hospitals Monitoring Directorate, "Balanced Scorecard Performance Indicators for New Zealand Public Hospital and Health Services: Overview and Definitions." Ministry of Health of New Zealand, 2000.
  - [74] Healthcare Commission, "Performance Ratings." 2004.
  - [75] Royal Ottawa Hospital, "Royal Ottawa Hospital." 2005.
  - [76] Royal Brisbane & Women's Hospital Service District, "Strategic Plan 2002-2004." 2005.
  - [77] S. H. Pieper, "Reading the Right Signals: How to Strategically Manage With Scorecards," *Healthcare Executive*, vol. 20, no. 3, pp. 9–14, 2005.
  - [78] L. Chang, "The NHS performance assessment framework as a balanced scorecard approach: Limitations and implications," *International Journal of Public Sector Management*, vol. 20, no. 2, pp. 101–117, 2007.
  - [79] W.-C. Chang, Y.-C. Tung, C.-H. Huang, and M.-C. Yang, "Performance improvement after implementing the Balanced Scorecard: A large hospital's experience in Taiwan," *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 19, no. 11, pp. 1143–1154, Nov. 2008.
  - [80] South Canterbury District Health Board, "South Canterbury District Health Board Annual Report." 2012.
  - [81] R. S. Kaplan, "Strategic Performance Measurement and Management on Nonprofit Organizations," *Nonprofit Management and Leadership*, vol. 11, no. 3, pp. 353–70, 2001.
  - [82] J. Bisbe and J. Barrubés, "The Balanced Scorecard as a Management Tool for Assessing and Monitoring Strategy Implementation in Health Care Organizations," *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 2012.
  - [83] A. Gagliardi, L. Lemieux-Charles, A. Brown, T. Sullivan, and V. Goel, "Stakeholder preferences for cancer care performance indicators," *International Journal of Health Care Quality Assurance*, vol. 21, no. 2, pp. 175–189, 2008.
  - [84] F. Qingwei, "Research on Evaluation Index System of Management Effectiveness on Hospital Human Resource Based on Balanced Scorecard," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 12, pp. 1040–1044, Jan. 2012.
  - [85] E. Jacquet-Lagrezze and J. Siskos, "Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method," *European journal of operational research*, vol. 10, no. 2, pp. 151–164, 1982.
  - [86] J. Siskos and D. Yannacopoulos, "UTASTAR: An Ordinal Regression Method for Building Additive Value Functions," *Investigacao Operational*, vol. 5, no. 1, pp. 39–53, 1985.

- [87] N. Matsatsinis, E. Grigoroudis, and A. Samaras, "Aggregation and Disaggregation of Preferences for Consensus Seeking in Group Decision," *Group Decision and Negotiation*, vol. 14, no. 3, pp. 241–264, 2005.
- [88] E. Krassadaki and Y. Siskos, "Inferring a Multicriteria Preference Model for Rural Development Projects Evaluation," in *Decision Making: Recent Developments and Worldwide Applications*, Springer, 2000, pp. 331–345.
- [89] J. Siskos, E. Grigoroudis, and N. Matsatsinis, "UTA Methods," in *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, vol. 78, Springer New York, 2005, pp. 297–334.
- [90] Γ. Σίσκος, *Μοντέλα Αποφάσεων. Νέων Τεχνολογιών*, 2008.
- [91] Ε. Κρασαδάκη, "Μεθοδολογία Εκτίμησης Μη Τυπικών και Μη Πιστοποιημένων Γνώσεων Που Αποκτώνται Από Προγράμματα Μαθητών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης," Πολυτεχνείο Κρήτης (TUC), Χανιά, 2013.
- [92] B. W. Hollocks, "Intelligence, innovation and integrity— KD Tocher and the dawn of simulation," *Journal of Simulation*, vol. 2, no. 3, pp. 128–137, Nov. 2008.
- [93] R. B. Fetter and J. D. Thompson, "The Simulation of Hospital Systems," *Operations Research*, vol. 13, no. 5, pp. 689–711, 1965.
- [94] W. England and S. Roberts, "Appilcation of Computer Simulation in Health Care," in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 1978 Winter*, 1978, pp. 665–677.
- [95] S. C. Brailsford, P. R. Harper, B. Patel, and M. Pitt, "An Analysis of the Academic Literature on Simulation and Modelling in Health Care," *Journal of Simulation*, vol. 3, no. 3, pp. 130–140, Sep. 2009.
- [96] C. E. Saunders, P. K. Makens, and L. J. Leblanc, "Modeling emergency department operations using advanced computer simulation systems," *Annals of Emergency Medicine*, vol. 18, no. 2, pp. 134–140, 1989.
- [97] D. M. Ferrin, M. J. Miller, and D. L. McBroom, "Maximizing Hospital Financial Impacti and Emergency Department Troughput With Simulation," in *Simulation Conference(WSC), Proceedings of the 2007 Winter*, 2007, vol. 2, pp. 1566–1573.
- [98] T. Ruohonen, P. Neittaanmaki, and J. Teittinen, "Simulation model for improving the operation of the emergency department of special health care," in *Simulation Conference(WSC), Proceedings of the 2006 Winter*, 2006, pp. 453–458.
- [99] A. Komashie and A. Mousavi, "Modeling emergency departments using discrete event simulation techniques," in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2005 Winter*, 2005, pp. 2681–2685.
- [100] Z. Zeng, X. Ma, Y. Hu, J. Li, and D. Bryant, "A Simulation Study to Improve Quality of Care in the Emergency Department of a Community Hospital," *Journal of Emergency Nursing*, vol. 38, no. 4, pp. 322–328, Jul. 2012.
- [101] J. B. Jun, S. H. Jacobson, and J. R. Swisher, "Application of Discrete-event Simulation in Health Care Clinics: A survey," *Journal of Operational Research Society*, vol. 50, no. 2, pp. 109–123, 1999.
- [102] R. E. Nance and R. G. Sargent, "Perspectives on the evolution of simulation," *Operations Research*, vol. 50, no. 1, pp. 161–172, 2002.
- [103] D. Fone, S. Hollinghurst, M. Temple, A. Round, N. Lester, A. Weightman, K. Roberts, E. Coyle, G. Bevan, and S. Palmer, "Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery," *Journal of Public Health*, vol. 25, no. 4, pp. 325–335, Dec. 2003.
- [104] S. H. Jacobson, S. N. Hall, and J. R. Swisher, "Discrete-event Simulation in Health Care System," in *Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery*, vol. 91, Springer US, 2006, pp. 211–252.

- [105] N. Proudlove C., S. Black, and A. Fletcher, "OR and the Challenge to improve the NHS: Modelling for Insight and Improvement in In-patient Flows," *Journal of Operational Research Society*, vol. 58, no. 2, pp. 145–158, 2007.
- [106] T. Young, J. Eatock, M. Jahangirian, A. Naseer, and R. Lilford, "Three critical challenges for modeling and simulation in healthcare," in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2009 Winter*, 2009, pp. 1823–1830.
- [107] M. M. Günal and M. Pidd, "Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature," *Journal of Simulation*, vol. 4, no. 1, pp. 42–51, Mar. 2010.
- [108] F. J. Massey Jr., "The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of FIT," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 46, no. 253, pp. 68–78, 1951.
- [109] T. W. Anderson and D. A. Darling, "A Test of Goodness of Fit," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 49, no. 268, pp. 765–769, 1954.
- [110] S. Robinson, "Automated Analysis Of Simulation Output Data," in *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, 2005, pp. 763–770.
- [111] S. Robinson, K. Hoad, and R. Davies, "Automated Simulation Output Analysis. <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/wbs/projects/autosimoa/>." 23-Jul-2012.
- [112] J. L. Wiler, C. Gentle, J. M. Halfpenny, A. Heins, A. Mehrotra, M. G. Mikhail, and D. Fite, "Optimizing Emergency Department Front-End Operations," *Annals of Emergency Medicine*, vol. 55, no. 2, pp. 142–160.e1, Feb. 2010.

## Παράρτημα

Πίνακας Α.1. Συλλεγμένα δεδομένα (συνεχίζεται)

CASE	ΕΙΔΟΣ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ	ΩΡΑ ΑΦΙΞΗΣ	ΩΡΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ	ΩΡΑ ΔΙΑΛΟΓΗΣ	ΩΡΑ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ED2	ΩΡΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ	ΛΗΨΗ ΑΙΜΑΤΟΣ	ΛΗΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ	ΛΗΨΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ	ΛΗΨΗ ΑΙΜΑΤΟΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΖΥΜΩΝ	ΛΗΨΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑΣ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΚΛΙΝΙΚΗ	ΩΡΑ ΑΠΟΔΑΣΗΣ	ΕΙΣΟΔΟΣ ED2	ΕΞΟΔΟΣ ED2	ΤΡΙΑΣΕ ED
1	P	0:10			0:15	0:20	0:25	1:30										1:40 Y	2
2	P	0:45			0:50	0:57												1:20 G	2
3	O	1:30			1:35	1:45												2:15 G	2
4	P	3:20			3:30	3:33												4:30 Y	2
5	P	4:20			4:22	4:30	4:40	5:32	4:40	6:01								7:10 Y	2
6	P	4:40			4:42	4:50	4:55	5:40	4:55	5:40								6:00 Y	2
7	O	6:25			6:27	6:35	6:40	7:30										7:55 Y	2
8	O	6:30			6:33	6:45	6:55	7:50										8:00 Y	2
9	P	7:30			7:32	7:40	7:45	8:30										8:50 Y	2
10	O	8:59	9:00	9:40		9:45					10:20		10:40	10:42	11:30 Y	3		11:25	11:30 Y
11	P	9:10	9:12		9:25	9:30	9:35	10:50	9:35	11:00								12:25 Y	2
12	P	9:11	9:16	9:35		9:45	9:50	11:03	9:50	11:11						9:48	9:55	11:32	11:32 Y
13	O	9:15	9:15	9:40		9:45												9:55 G	1
14	O	9:19	9:20	9:47		9:55					10:10		10:25	10:25				10:30 G	1
15	N	9:21	9:22		9:47	9:58	10:00	11:15	10:00	11:15						10:20	10:40	11:50	11:55 Y
16	P	9:23	9:25	9:45		10:00												10:20 G	1
17	P	9:25	9:27		9:58	10:15	10:20	11:30	10:20	11:35						10:30	10:32	12:05	12:05 Y
18	O	9:26	9:28	10:10		10:18												10:40 G	1
19	P	9:49	9:50	10:05		10:12	10:40	11:54	10:40	12:07						10:14	10:16	12:25	10:30 Y
20	O	9:59	10:02	10:15		10:20	11:15	12:30								10:30	10:36	12:45	12:48 Y
21	P	10:34	10:35		10:50	10:55	11:00	12:10	11:00	12:20								13:00 Y	2
22	P	10:40	10:42		11:10	11:15	11:25	12:55	11:25	12:40								13:10 Y	2
23	P	10:54	10:55	11:20		11:25												11:55 G	1
24	O	11:04	11:05	11:30		11:40												12:05 G	1
25	P	11:41	11:43		11:55	12:00	12:05	13:20	12:05	13:20								14:20 Y	2
26	O	11:49	11:51	12:15		12:25												12:40 G	1
27	O	12:01	12:03	12:20		12:30												12:55 Y	1
28	P	12:19	12:20	12:31		12:35												13:15 G	1
29	PS	12:25	12:27	12:40		12:45												13:20 G	1
30	P	12:29	12:30		12:58	13:05												13:50 G	2
31	O	12:34	12:36	12:45		12:55					13:05		13:30	13:30				13:50 G	1
32	K	12:40	12:42	12:50		13:05												13:25 G	1
33	X	12:45	12:47	12:55		13:15												13:30 G	1
34	P	13:09	13:11		13:35	13:40												14:20 Y	2



**Πίνακας Α.1. Συλλεγμένα δεδομένα.**

35	O	13:16	13:18		13:40	13:42										14:10	14:35					14:55	Y	2
36	P	13:24	13:26		13:45	13:52																14:10	Y	2
37	P	14:16	14:18		14:25	14:30																15:30	Y	2
38	P	14:30	14:32		14:40	14:50	14:55	17:00	14:55	17:00	14:55	17:00	14:55	17:00								17:15	Y	2
39	P	14:40	14:42		14:55	15:00	15:05	16:20	15:05	16:20	15:05	16:46	15:05	16:46								17:30	Y	2
40	K	15:10	15:15		15:30	15:35	15:45	17:00	15:45	18:30	15:45	18:30	15:45	18:30	15:50	16:00						19:30	R	2
41	X	15:24	15:25		15:25	15:30	15:40	16:45	15:40	17:45	15:40	17:45	15:40	17:45								19:05	Y	2
42	O	15:29	15:30	15:35		15:40									16:15	16:20						16:30	G	1
43	O	15:30	15:35	15:35		15:36																15:40	G	1
44	P	15:31	15:32		16:00	16:10	16:20	17:32	16:20	17:32	16:20	17:45	16:20	17:45								18:00	Y	2
45	O	15:49	15:50	16:05		16:10																16:25	G	1
46	P	16:00	16:00		16:03	16:05	16:20	17:30		17:30							17:30					17:30	R	2
47	X	16:05	16:05		16:10	16:15									17:00	17:05						17:25	Y	2
48	X	16:07	16:07	16:08		16:10																16:25	G	1
49	X	16:12	16:13	16:15		16:20																16:40	G	1
50	O	16:35	16:35	16:36		16:37																16:40	G	1
51	X	17:10	17:11		17:20	17:30																18:15	Y	2
52	K	17:14	17:15		17:25	17:30	17:35	18:40	17:30	18:54	17:30	19:07	17:30	18:54			19:20					19:20	Y	2
53	O	17:30	17:30		17:33	17:35									17:45	18:00						18:00	Y	2
54	X	17:30			17:32	17:35	17:40	18:40	17:40	19:40	17:45	18:00	17:45	19:40			20:45					20:45	Y	2
55	X	18:00	18:00	18:02		18:05																18:35	G	1
56	P	18:30			18:30	18:35	18:45	19:55	18:45	20:30	18:45	20:30	18:45	20:30	18:50	19:15	22:40					22:40	Y	2
57	N	18:34	18:40	18:45		18:55																19:10	G	1
58	P	18:50			18:55	18:57	19:15	20:30	19:15	20:30	19:15	20:10	19:15	20:10	19:15	19:30						22:00	Y	2
59	X	19:30	19:32	19:35		19:38																19:45	G	1
60	X	19:35	19:35	19:36		19:37																19:45	G	1
61	K	19:40	19:41		19:45	19:50	20:00	21:00	20:00	21:30	20:00	21:30	20:00	21:30	20:10	20:20	21:40					21:40	Y	2
62	O	20:12	20:13	20:30		20:35																20:55	G	1
63	P	20:40			20:41	20:42	20:45	22:30	20:45	22:30	20:45	22:30	20:45	22:30	20:55	21:10	22:55					22:55	R	2
64	K	21:00			21:02	21:03	21:05	22:30	21:05	22:30	21:05	22:30	21:05	22:30	21:10	21:30						22:35	Y	2
65	K	21:22	21:25		21:30	21:45	21:50	22:58	21:50	23:12	21:50	23:24	21:50	23:12	22:10		22:00	22:10	23:45	23:50	Y	2	2	2
66	P	21:25			21:26	21:27	21:40	22:30	21:40	22:30	21:40	22:30	21:40	22:30	22:10		22:55					22:55	R	2
67	P	21:49	21:50	22:00		22:05																22:25	G	1
68	K	21:50	21:55	22:30		22:30	22:40	23:50	22:40	23:50	22:40	23:50	22:40	23:50	22:40	23:00	2:40	0:30	0:40	2:40	2:40	2:40	Y	3
69	N	22:20	22:21	22:25		22:35																22:50	G	1
70	P	22:38	22:39	22:45		23:00																23:05	G	1
71	K	23:40			23:40	23:45	23:40										0:30					0:30	R	2
72	P	23:50			23:55	0:20																0:45	G	2

**Πίνακας Α.2. Αναλυμένα δεδομένα (συνεχίζεται)**

ΩΡΑ ΑΦΙΕΞΗΣ	CASE	ΧΡΟΝΟΙ ΑΦΙΕΞΗΣ	ΕΔ	TRIAGE	ΧΡΟΝΟΙ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	ΧΡΟΝΟΙ ΕΓΓΡΑΦΗΣ	ΧΡΟΝΟΙ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΤΕΠ1	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ 1	ΧΡΟΝΟΙ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΤΕΠ 2	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ 2	ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
0:10	1	10	2	Y	65				5	85	90
0:45	2	45	2	G	0				5	30	35
1:30	3	90	2	G	0				5	40	45
3:20	4	200	2	Y	0				10	60	70
4:20	5	260	2	Y	81				2	168	170
4:40	6	280	2	Y	45				2	78	80
6:25	7	385	2	Y	50				2	88	90
6:30	8	390	2	Y	55				3	87	90
7:30	9	450	2	Y	45				2	78	80
8:59	10	539	3	Y	20	1	40	60	2	43	146
9:10	11	550	2	Y	85				15	180	195
9:11	12	551	3	Y	81	5	19	13	7	97	141
9:15	13	555	1	G	0	0	25	15			40
9:19	14	559	1	G	15	1	27	43			71
9:21	15	561	2	Y	75				26	128	154
9:23	16	563	1	G	0	2	20	35			57
9:25	17	565	2	Y	75				33	127	160
9:26	18	566	1	G	0	2	42	30			74
9:49	19	589	3	Y	87	1	15	9	2	129	156
9:59	20	599	3	Y	75	3	13	15	6	129	166
10:34	21	634	2	Y	80				16	130	146
10:40	22	640	2	Y	90				30	120	150
10:54	23	654	1	G	0	1	25	35			61
11:04	24	664	1	G	0	1	25	35			61
11:41	25	701	2	Y	75				14	145	159
11:49	26	709	1	G	0	2	24	25			51
12:01	27	721	1	G	0	2	17	35			54
12:19	28	739	1	G	0	1	11	44			56
12:25	29	745	1	G	0	2	13	40			55
12:29	30	749	2	Y	0				29	52	81
12:34	31	754	1	G	25	2	9	65			76
12:40	32	760	1	G	0	2	8	35			45
12:45	33	765	1	G	0	2	8	35			45
13:09	34	789	2	Y	0				26	45	71
13:16	35	796	2	Y	25				24	75	99
13:24	36	804	2	Y	0				21	25	46
14:16	37	856	2	Y	0				9	65	74
14:30	38	870	2	Y	125				10	155	165
14:40	39	880	2	Y	101				15	155	170
15:10	40	910	2	R	165				20	240	260
15:24	41	924	2	Y	125				1	220	221
15:29	42	929	1	G	5	1	5	55			61
15:30	43	930	1	G	0	5	0	5			10
15:31	44	931	2	Y	85				29	120	149
15:49	45	949	1	G	0	1	15	20			36
16:00	46	960	2	R	70				3	87	90
16:05	47	965	2	Y	5				5	75	80
16:07	48	967	1	G	0	0	1	17			18
16:12	49	972	1	G	0	1	2	25			28
16:35	50	995	1	G	0	0	1	4			5

**Πίνακας Α.2.** Αναλυμένα δεδομένα.

17:10	51	1030	2 Y	0				10	55	65
17:14	52	1034	2 Y	97				11	115	126
17:30	53	1050	2 Y	15				3	27	30
17:30	54	1050	2 Y	120				2	193	195
18:00	55	1080	1 G	0	0	2	33			35
18:30	56	1110	2 Y	105				0	250	250
18:34	57	1114	1 G	0	6	5	25			36
18:50	58	1130	2 Y	75				5	185	190
19:30	59	1170	1 G	0	2	3	10			15
19:35	60	1175	1 G	0	0	1	9			10
19:40	61	1180	2 Y	90				5	115	120
20:12	62	1212	1 G	0	1	17	25			43
20:40	63	1240	2 R	105				1	134	135
21:00	64	1260	2 Y	85				2	93	95
21:22	65	1282	2 Y	94				8	140	148
21:25	66	1285	2 R	50				1	89	90
21:49	67	1309	1 G	0	1	10	25			36
21:50	68	1310	3 Y	70	5	35	120	10	120	290
22:20	69	1340	1 G	0	1	4	25			30
22:38	70	1358	1 G	0	1	6	20			27
23:40	71	1420	2 R	0				0	50	50
23:50	72	1430	2 G	0				5	50	55