



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ”

Σπουδαστές: Κωνσταντινίδου Ευφροσύνη
Τζοβάρα Ευαγγελία

Επιβλέπων Καθηγητής : Παπουτσής Ιωάννης

Καλαμάτα 2013

Αφιέρωση

Στους γονείς μας για την υποστήριξη και αμέριστη συμπαράσταση τους.

Στου επιβλεπούτα μαθητή μου, για την
σπραυση τσνδεια σου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα μοντέλα προσομοίωσης αναγνωρίζονται ευρέως ως μια πολύτιμη εφαρμογή στον κλάδο της υγείας με την παραγωγή αποτελεσμάτων που έχουν θετικό αντίκτυπο στην εκπαίδευση του προσωπικού, στη μείωση του κόστους και στην ποιότητα της περίθαλψης.

Τα μοντέλα προσομοίωσης στον τομέα της ιατρικής περίθαλψης και της υγείας εφαρμόζονται συχνά επειδή προσαρμόζονται τόσο στη δομή του συστήματος, όσο και στα διαθέσιμα δεδομένα.

Η προσομοίωση συστημάτων υγείας στα Νοσοκομεία βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε πολλές περιοχές, όπως: i) Ροή Ασθενών (Χρονοπρογραμματισμός και εισαγωγή ασθενών, Συστηματικά σχέδια ροής), ii) Προγραμματισμός πόρων, iii) Κατανομή πόρων (Κατανομή Κλινών, Ανάλυση Δωματίων, Ανθρώπινοι Πόροι) και iv) Εκπαίδευση.

Στην Ελλάδα η μέθοδος της προσομοίωσης έχει εκτός της εκπαίδευσης, ελάχιστες εφαρμογές σε πρακτικό και ερευνητικό επίπεδο.

Η χρήση της μεθόδου της προσομοίωσης στα Νοσοκομεία έχει σημαντικά οφέλη. Θα πρέπει όμως οι ερευνητές που χρησιμοποιούν την Προσομοίωση να δώσουν πιο μεγάλη έμφαση στην επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων τους μετά από ένα ασφαλές χρονικό όριο, ώστε να βγάλουν χρήσιμα συμπεράσματα για την πραγματική επιρροή και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους, και να χρησιμοποιούν την Προσομοίωση συνδυαστικά με άλλες συμπληρωματικές επιστημονικές μεθόδους για ενδυνάμωση των αποτελεσμάτων.

Λέξεις Κλειδιά: Προσομοίωση, Νοσοκομείο, Μοντελοποίηση Διακριτού Χρόνου.

ABSTRACT

By producing results that have a positive impact on staff training, cost reduction and quality of care, simulation models are widely recognized as a valuable application in the healthcare industry.

Simulation models in medicine and health care are widely implemented since they adapt easily to the structure of the hospital system, and the available data.

Simulation in Hospitals is applied in many areas such as: i) Patient Flow (Scheduling and admission of patients, systemic flow patterns), ii) Resource planning, iii) Resource allocation (Allocation of Beds, Human Resources) and iv) Training.

In Greece, simulation method has been mainly used in education. There are very few practical applications in the research field.

Researchers using simulation, should give greater emphasis to confirm their results after a safe time limit, in order to extract useful conclusions about the actual influence and validity of the results. They should also use the modeling method combined with other complementary scientific methods, to strengthen their results.

KeyWords: Simulation, Hospital, Discrete Event Modelling.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	22
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	22
3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ.....	26
3.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	48
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κατηγορίες Περίθαλψης _____	5
Εικόνα 2: Επίπεδα Οργάνωσης της Περίθαλψης _____	6
Εικόνα 3: Επίπεδα Νοσοκομειακής Περίθαλψης _____	6
Εικόνα 4: Βασικά Τμήματα Νοσοκομείου _____	10
Εικόνα 5: Λειτουργική Δομή Νοσοκομείου _____	11
Εικόνα 6: Διαμόρφωση του προβλήματος και σχεδιασμός της μελέτη _____	18
Εικόνα 7: Μοντέλο Νοσοκομείου _____	27
Εικόνα 1: Στόχοι Μοντελοποίησης και Επίπεδο Λεπτομέρειας _____	28

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια παρουσίασης, καταγραφής και διερευνητικής μελέτης της μεθόδου της Προσομοίωσης και της εφαρμογής της στα Συστήματα Υγείας και πιο συγκεκριμένα στις Νοσοκομειακές Μονάδες Υγείας.

Η προσομοίωση αποτελεί μία πειραματική μέθοδο που έχει ως αντικείμενο την αναπαράσταση της λειτουργίας συστημάτων ή διαδικασιών μέσα στο χρόνο. Ως πειραματική μέθοδος εξαρτάται πολύ από την πιστότητα του μοντέλου του συστήματος που χρησιμοποιείται, καθώς και από την επιλογή των παραμέτρων που απαιτούνται για την εξαγωγή αξιόπιστων και χρήσιμων συμπερασμάτων.

Η μέθοδος της προσομοίωσης χρησιμοποιείται από αρχές της δεκαετίας του 1960, και αποτελεί ένα από τα πιο χρήσιμα αναλυτικά εργαλεία της διοικητικής επιστήμης. Στα πλαίσια των τεχνολογικών εξελίξεων, η ανάγκη για διαχείριση των κινδύνων και λήψη καλύτερων αποφάσεων στον χώρο της υγείας οδηγεί στην ανάπτυξη μεθόδων προσομοίωσης.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας είχε επισημάνει από το 1978, τις χρήσιμες εφαρμογές συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και των προσομοιωτικών μοντέλων στην στρατηγική και τακτική διοίκηση υγείας. Παρ' όλα αυτά, στην Ελλάδα η μέθοδος της προσομοίωσης στο χώρο της υγείας έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Η προσομοίωση χρησιμοποιείται ως εργαλείο πειραματισμού παρουσιάζοντας τις αλληλεπιδράσεις κάποιων αποφάσεων/επιλογών. Μέσα από την αξιολόγηση των δεδομένων, την παρατήρηση και μελέτη των επιδράσεων στο σύστημα, η προσομοίωση δίνει την δυνατότητα να ληφθούν αποφάσεις που οδηγούν στα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Μια τέτοια μέθοδος είναι πολύ χρήσιμη και στον χώρο της υγείας, είτε ως σύστημα διαχείρισης και λήψης αποφάσεων είτε ως μέθοδος εκπαίδευσης ιατρών και νοσηλευτών.

Η εφαρμογή της προσομοίωσης στον χώρο της υγείας και συγκεκριμένα στα Νοσοκομεία συμβάλλει στην σωστή λήψη αποφάσεων, μέσα από την πλήρη αξιοποίηση των πληροφοριών και στην κατανόηση του σύνθετου συστήματος, αυτού της υγείας.

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει μέσα από τη

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

βιβλιογραφική ανασκόπηση τα χαρακτηριστικά της μεθόδου της προσομοίωσης, να αναφέρει τις θετικές επιδράσεις της υιοθέτησης της και να αναδείξει την ανάγκη για προσομοίωση στις Νοσοκομειακές Μονάδες.

Αναλυτικά, στο 1^ο κεφάλαιο της εργασίας μας παρουσιάζεται η έννοια της υγείας, των υπηρεσιών υγείας, του υγειονομικού τομέα και της υγειονομικής περιθαλψης. Επίσης εξετάζεται η υγεία ως σύστημα, κατηγοριοποιούνται οι μορφές του συστήματος υγείας, αναλύονται οι στόχοι του και γίνεται μια αναφορά στον βαθμό που επηρεάζεται από τα οικονομικά, πολιτικά και κοινωνικά δεδομένα της εποχής. Έπειτα, αναλύεται η δομή και η διοίκηση ενός Νοσοκομειακού οργανισμού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιοι απ' τους λόγους που καθιστούν την προσομοίωση χρήσιμη μέθοδο για τα συστήματα υγείας, όπως το ελεγχόμενο κόστος, η αύξηση του χρόνου αναμονής ασθενών, κ.ά.

Το 2^ο κεφάλαιο ασχολείται με την έννοια της προσομοίωσης, τα βήματα υλοποίησης, τα κύρια χαρακτηριστικά της, καθώς και τις κατηγορίες συστημάτων προσομοίωσης. Επικεντρώνεται στις διακρίσεις των κατηγοριών ανάλογα με τη φύση του συστήματος, τον τρόπο διαχείρισης του χρόνου, τη διαχρονική εξέλιξη του και αναλύει την κάθε κατηγορία. Έπειτα, περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα κατασκευής ενός μοντέλου προσομοίωσης.

Στο 3^ο κεφάλαιο, πραγματοποιείται εκτενέστερη αναφορά στην προσομοίωση στις νοσοκομειακές μονάδες. Αναφέρονται τα δύο βασικά χαρακτηριστικά της προσομοίωσης τα οποία είναι α) οι καταστάσεις αβεβαιότητας που μοντελοποιεί η προσομοίωση και β) η μοντελοποίηση σύνθετων περιβαλλόντων, όπως οι Νοσοκομειακές Μονάδες. Στη συνέχεια, αναλύονται οι πέντε βασικές κατηγορίες μεθόδων προσομοίωσης, οι οποίες είναι α) η Agent Based Προσομοίωση, β) η Προσομοίωση Dynamical System γ) System Dynamics, δ) το Multi Method Modeling και ε) η Προσομοίωση discrete-event σε Συστήματα Υγείας. Παραθέτονται τα πλεονεκτήματα της μεθόδου της προσομοίωσης και γίνεται αναφορά στις εφαρμογές της στις μονάδες υγείας. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου αναπτύσσεται, τεκμηριώνεται και περιγράφεται η συμβολή της μεθόδου της προσομοίωσης στην εκπαίδευση ιατρών και νοσηλευτών.

Το 4^ο κεφάλαιο αναφέρει διάφορες μελέτες περίπτωσης εφαρμογών προσομοίωσης σε Νοσοκομειακές Μονάδες. Κατά κύριο λόγο παρουσιάζονται διάφορες μελέτες

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

περίπτωσης εφαρμογών προσομοίωσης σε διάφορες Νοσοκομειακές Μονάδες, όπως: το Νοσοκομείο HCA της νοτιοανατολικής Αμερικής, το Sarasota Memorial Hospital της Αμερικής, το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο και Ιατρικό Κέντρο του Stony Brook στην Αμερική και το τμήμα υποδοχής του Νοσοκομείου του Τμήματος Επειγόντων Περιστατικών στο Πανεπιστήμιο της Virginia Medical Centre στο Charlottesville. Στη συνέχεια αναφέρεται το λογισμικό προσομοίωσης MedModel παρουσιάζονται οι δυνατότητές και η χρήση του στον χώρο της υγείας

Στο τέλος της εργασίας, αναφέρονται τα συμπεράσματα από την χρήση της προσομοίωσης στον χώρο της υγείας και ειδικότερα στις Νοσοκομειακές Μονάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

1.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ

Η υγεία, σύμφωνα με το καταστατικό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ), με την αρνητική έννοια είναι «η απουσία νόσου», ενώ με την θετική έννοια, είναι «μια κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλά η απουσία νόσου ή αναπηρίας». Αναμφισβήτητα αποτελεί το σπουδαιότερο αγαθό του ανθρώπου, διότι αποτελεί προϋπόθεση για την απόκτηση και την απόλαυση όλων των υπόλοιπων ανθρώπινων αγαθών.

Ως υπηρεσίες υγείας ορίζονται «το σύνολο των υπηρεσιών, με τις οποίες παρέχονται ιατρικές φροντίδες, προληπτικές και θεραπευτικές, καθώς και οι μηχανισμοί παραγωγής και διανομής τους». Τα βασικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών υγείας είναι τα ακόλουθα:

1. Η διαθεσιμότητα τους
2. Η προσπελασιμότητά τους
3. Η συνέχεια της προσφοράς τους
4. Η αποδοχή τους από τους πολίτες

Οι υπηρεσίες υγείας σε σχέση με τους πολίτες και την αποδοχή από αυτούς βασίζονται στα ακόλουθα:

1. Στην ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών.
2. Στο επιστημονικό και επαγγελματικό επίπεδο των εργαζομένων στους
3. Οργανισμούς Υγείας.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

4. Στην αρτιότητα των εγκαταστάσεων.

Οι Υπηρεσίες Υγείας χωρίζονται στις εξής υποκατηγορίες: i) Φροντίδα υγείας και ii) Περίθαλψη.

Η Φροντίδα υγείας ορίζεται ως: «οι πρωτοβάθμιες υπηρεσίες υγείας που προσφέρονται και σε υγιή άτομα και συχνά στο σύνολο του πληθυσμού μιας κοινότητας ή μιας χώρας (π.χ. προσυμπτωματικός έλεγχος πληθυσμού για μεσογειακή αναιμία)».

Η περίθαλψη ορίζεται ως: «οι υπηρεσίες υγείας που παρέχονται σε άτομα που έχουν εκδηλώσει, υποκειμενικά ή αντικειμενικά, συγκεκριμένα συμπτώματα ενός προβλήματος υγείας (π.χ. νοσηλεία ατόμων που πάσχουν από μεσογειακή αναιμία)».

Η περίθαλψη αφορά την αποκατάσταση των διαταραχών της υγείας.



Εικόνα 2: Κατηγορίες Περίθαλψης

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

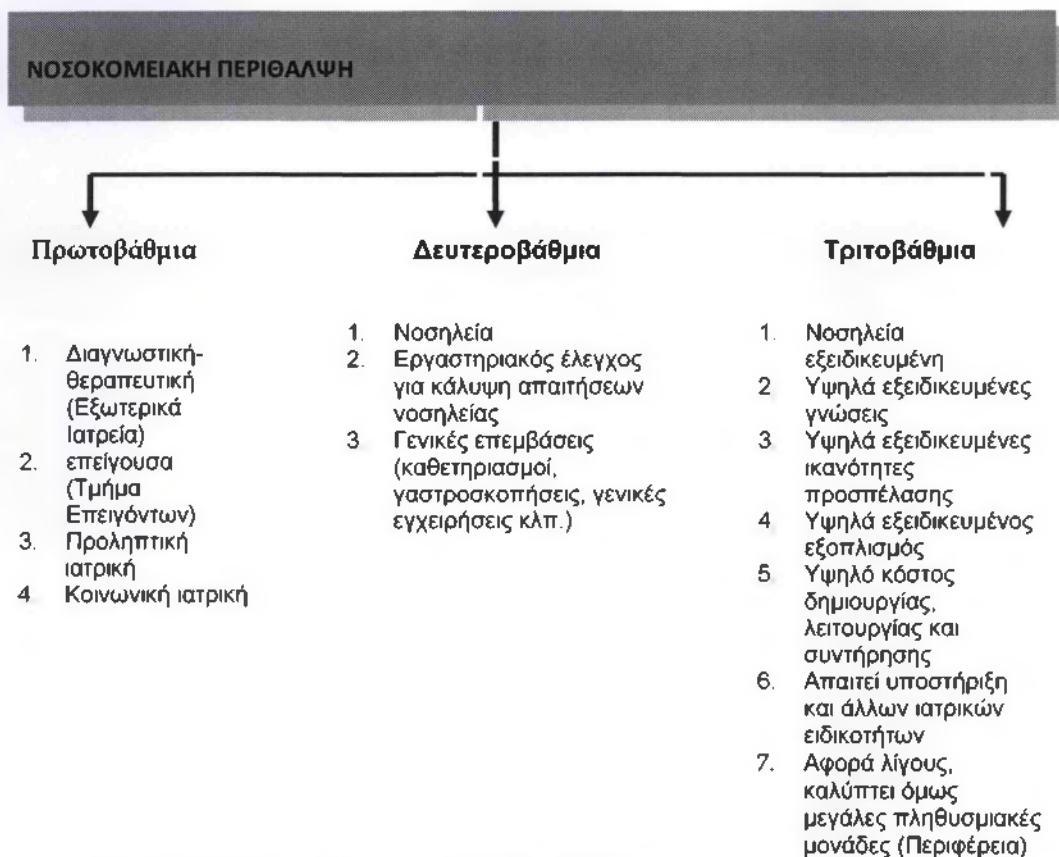
Τα βασικά επίπεδα οργάνωσης της περίθαλψης είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 3: Επίπεδα Οργάνωσης της Περίθαλψης

Πηγή : Σιγάλας Ι., Η Δημόσια Περίθαλψη Προβλήματα και Προοπτικές 2008,

Τα επίπεδα νοσοκομειακής περίθαλψης είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 4: Επίπεδα Νοσοκομειακής Περίθαλψης

Πηγή : Σιγάλας Ι., Η Δημόσια Περίθαλψη Προβλήματα και Προοπτικές 2008.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Ως Υγειονομικός Τομέας, ορίζεται το σύνολο των δομών και υποδομών που παράγουν υπηρεσίες υγείας και πρόληψης, με βάση θεσμοθετημένους από την πολιτεία κανόνες οργάνωσης και λειτουργίας, με σκοπό τη διατήρηση και προαγωγή της δημόσιας υγείας και κατ' επέκταση της υγείας των πολιτών στους οποίους απευθύνονται.

Το Σύστημα Υγείας περιλαμβάνει δομές και υποδομές, δημόσιες και ιδιωτικές, που προσφέρουν υπηρεσίες υγείας και πρόληψης, όπως είναι η πρωτοβάθμια και προνοσοκομειακή φροντίδα, η νοσοκομειακή περίθαλψη, η φαρμακευτική περίθαλψη, η δημόσια υγεία κλπ.

Το Σύστημα Υγείας αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα, διαρθρωμένα σε τακτική σειρά και σχέση σύμφωνα με ορισμένο σχεδιασμό και προγραμματισμό λειτουργίας, προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός ύπαρξής του, δηλαδή η διατήρηση και η βελτίωση της υγείας του πληθυσμού (Θεοδώρου Μ.,1995). Το Σύστημα Υγείας σχετίζεται με ένα ή περισσότερα κοινωνικά συστήματα (πολιτικό, οικονομικό, πολιτισμικό κ.ο.κ.).

Ο τρόπος οργάνωσης και λειτουργίας του Συστήματος Υγείας, το ιδιοκτησιακό καθεστώς των υποδομών, ο τρόπος και οι πηγές χρηματοδότησης, ο τρόπος αμοιβής των ιατρών και των άλλων επαγγελματιών υγείας και μια σειρά από άλλα μικρής ή μεγάλης σημασίας θέματα, συνδέονται με τη μορφή ή τον τύπο του Συστήματος Υγείας.

Με βάση τον τρόπο οργάνωσης, χρηματοδότησης, παραγωγής και διανομής των υπηρεσιών υγείας, διακρίνονται τρεις βασικές μορφές συστημάτων υγείας:

- **Ιδιωτικό Σύστημα Υγείας**

Το ιδιωτικό σύστημα λειτουργεί σε αντιστοιχία με τις δυνάμεις της αγοράς, όπου κυριαρχούν οι ιδιωτικές δαπάνες και οι υπηρεσίες υγείας είναι κατά κανόνα ιδιωτικές

- **Κρατικό ή Δημόσιο Σύστημα Υγείας**

Το κρατικό σύστημα χρηματοδοτείται από τον κρατικό προϋπολογισμό και αποσκοπεί στην ισότιμη και δωρεάν κάλυψη των αναγκών υγείας όλου του πληθυσμού.

- **Σύστημα της Κοινωνικής Ασφάλισης**

Αυτή η μορφή συστήματος υγείας στηρίζεται στην ύπαρξη διαφορετικών ασφαλιστικών ταμείων, τα οποία χρηματοδοτούν το σύστημα υγείας μέσω

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

εισφορών των εργοδοτών και των εργαζόμενων, για την «αγορά» δημοσίων και ιδιωτικών υπηρεσιών υγείας.

Οι στόχοι του σύγχρονου Συστήματος Υγείας είναι οι ακόλουθοι:

1. Να διασφαλίζεται μια ελάχιστη, ποσοτικά και ποιοτικά, δέσμη υπηρεσιών υγείας για όλο τον πληθυσμό, ανάλογα με τις ανάγκες υγείας του καθενός.
2. Να προστατεύεται ο ασθενής από πληρωμές που μπορεί να διακυβεύουν την ίδια τη δυνατότητά του να ζει αξιοπρεπώς.
3. Οι δαπάνες υγείας δεν πρέπει να ξεπερνούν εκείνο το ποσοστό του ΑΕΠ, που διασφαλίζει τόσο το επίπεδο υγείας του πληθυσμού, όσο και την ισόρροπη ανάπτυξη της χώρας.
4. Η κατανομή των πόρων, στο εσωτερικό του Συστήματος, κατά επίπεδο και τομέα φροντίδας, κατά γεωγραφική περιφέρεια κλπ., πρέπει να εξασφαλίζει εκείνο το συνδυασμό φροντίδων που συνεπάγεται το καλύτερο υγειονομικό αποτέλεσμα, με το μικρότερο δυνατό κόστος και τη μεγαλύτερη ικανοποίηση του ασθενή.
5. Κάθε ασθενής πρέπει να έχει κάποια σχετική ελευθερία να επιλέγει κυρίως τον οικογενειακό του ιατρό και δευτερευόντως τον ειδικό ιατρό ή το Νοσοκομείο, στο οποίο θα παραπεμφθεί
6. Οι ιατροί και οι άλλοι προμηθευτές υγείας πρέπει να έχουν σχετική αυτονομία, ιδιαίτερα όσον αφορά τα ιατρικά θέματα.

Τα Συστήματα Υγείας που λειτουργούν παγκοσμίως διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό και είναι δύσκολο να βρεθούν κοινά σημεία αναφοράς για σύγκριση, γιατί το κάθε σύστημα υγείας έχει ιδιαιτερότητες που οφείλονται σε διαφορετικές κοινωνικές, οικονομικές, πολιτιστικές και πολιτικές συνθήκες, στην εξέλιξη του συστήματος και στα θέματα ανθρώπινου δυναμικού.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Τα Συστήματα Υγείας ανά τον κόσμο διέπονται από τις εξής βασικές συνθήκες:

- Αποκέντρωση των υπηρεσιών υγείας.
- Θεσμός του νοσοκομειακού γιατρού πλήρους απασχόλησης.
- Ανάπτυξη της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (Π.Φ.Υ).

Τα κράτη μέλη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ) προσανατολίζονται στην απομάκρυνση από την ιδέα της περίθαλψης με επίκεντρο το Νοσοκομείο, δίνοντας έμφαση στην φροντίδα από την κοινωνία. Στην Ελλάδα, από το 1983 ισχύει το Ε.Σ.Υ. (Εθνικό Σύστημα Υγείας) με βασική του φιλοσοφία την κοινωνικοποίηση της υγείας.

Το Σύστημα Υγείας στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από ένα δημόσιο – ιδιωτικό «μίγμα» τόσο στην χρηματοδότηση όσο και στην παροχή των υπηρεσιών. Τρεις κύριοι τύποι κάλυψης είναι διαθέσιμοι στον πληθυσμό: το Εθνικό Σύστημα Υγείας, τα Ταμεία Ασφάλισης Υγείας (ασφάλιση με βάση το επάγγελμα) και η Ιδιωτική Ασφάλιση Υγείας.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει τάση για αύξηση των άμεσων και ιδιωτικών πληρωμών, με αντίστοιχο περιορισμό συμμετοχής των κοινωνικών δαπανών.

Με βάση τα ανωτέρω διαφαίνεται ότι οι υψηλές, άμεσες (και πολλές φορές άτυπες) ιδιωτικές πληρωμές και η συμμετοχή των έμμεσων φόρων, υποδεικνύουν αντίστροφη προοδευτικότητα στην συνολική χρηματοδότηση των υπηρεσιών υγείας στην Ελλάδα.

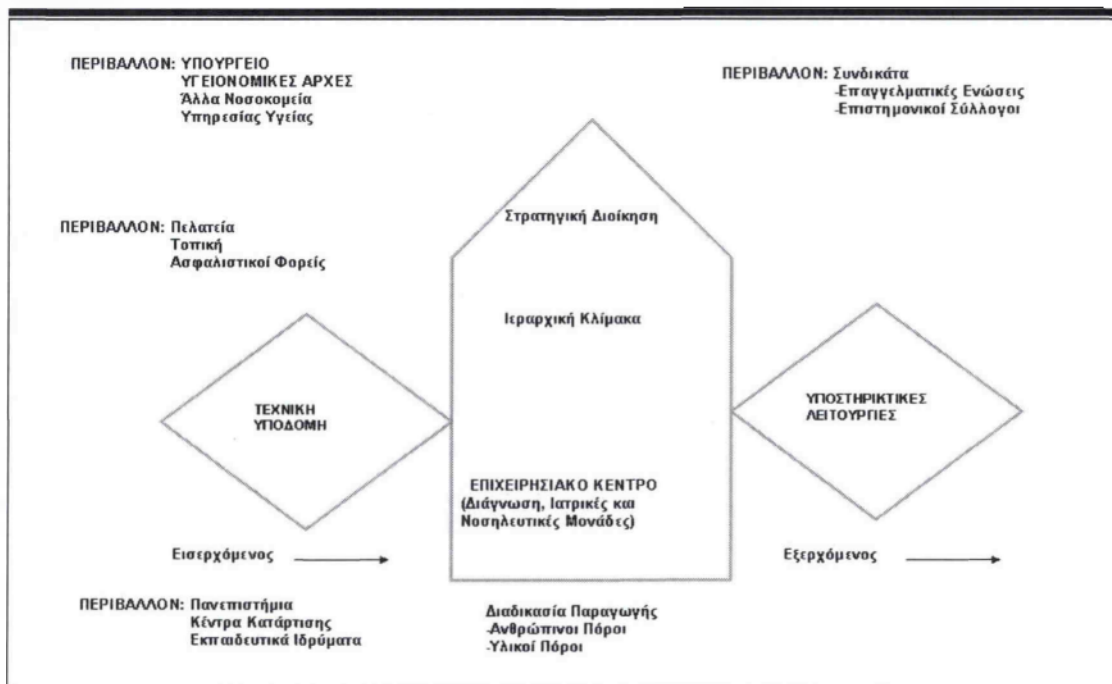
Το Ε.Σ.Υ. μέχρι σήμερα, παραμένει διασπασμένο από άποψη κάλυψης του πληθυσμού, συγκεντρωτικό και αρκετά μακριά από τις αρχές της κοινωνικής δικαιοσύνης και της αποτελεσματικότητας.

Το Σύστημα Υγείας, όντας μέρος ενός ιδιότυπου κράτους πρόνοιας, είναι φυσικό να έχει υιοθετήσει τις ίδιες ιδιαιτερότητες και σχέσεις με την ελληνική κοινωνία και οικονομία, δηλαδή τις πελατειακές σχέσεις, την έλλειψη ισχυρής διοικητικής οργάνωσης, την υπεραναπτυγμένη παραοικονομία και τα ισχυρά οργανωμένα συμφέροντα. Επομένως, το πλέγμα αλληλένδετων οικονομικών, πολιτικών και κοινωνικών παραγόντων εμποδίζουν την υιοθέτηση και εφαρμογή σημαντικών μεταρρυθμιστικών μέτρων.

1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Το Νοσοκομείο χαρακτηρίζεται ως κοινωνικό ίδρυμα με κύριο στόχο την παροχή υπηρεσιών υγείας στο κοινωνικό σύνολο. Άρα, το Νοσοκομείο θα πρέπει να θέτει στόχους και να προσαρμόζεται στις εκάστοτε κοινωνικές ανάγκες (Λουκάς Κ.,2010).

Ένας Νοσοκομειακός οργανισμός θεωρείται ως ένα ανοικτό σύστημα, με την έννοια ότι η ύπαρξη του είναι άμεσα συνδεδεμένη με την συνεχή αλληλεπίδραση αυτού και του περιβάλλοντος. Στο ακόλουθο σχήμα ο Mintzberg αποτυπώνει τα πέντε κυρίως τμήματα τα οποία απαρτίζουν το σύστημα του Νοσοκομείου και είναι τα εξής:



Εικόνα 5: Βασικά Τμήματα Νοσοκομείου

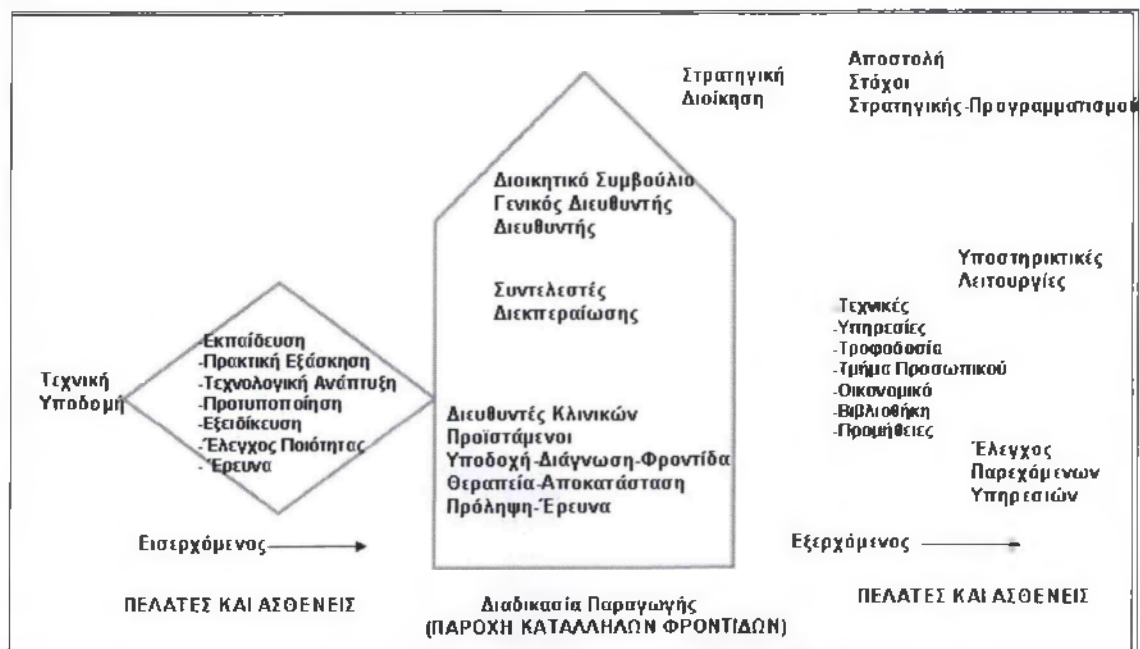
Πηγή: Σούλης, Οικονομική της Υγείας, Αθήνα, 1999

- Το «*Επιχειρησιακό Κέντρο*» αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα και έχει ως κύρια ευθύνη την παροχή κατάλληλων υπηρεσιών στους ασθενείς του. Οι ασθενείς έρχονται σε επαφή με το επιχειρησιακό κέντρο είτε μέσω των νοσηλευτικών τμημάτων, είτε μέσω των εξωτερικών ιατρείων.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

- Η «*Στρατηγική Διοίκηση*» έχει ως αρμοδιότητα την αποδοτική και αποτελεσματική εκπλήρωση της αποστολής του οργανισμού, καθώς και την ανάπτυξη του ίδιου του Νοσοκομείου.
- Η «*Ιεραρχική Κλίμακα*» περιλαμβάνει τα διοικητικά στελέχη στα υπόλοιπα επίπεδα, τα οποία συντονίζουν και επιτηρούν την εκτέλεση των αποφάσεων, την εξασφάλιση της κάθετης και οριζόντιας επικοινωνίας και υλοποιούν την γενικότερη στρατηγική σε συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές.
- Η «*Τεχνική Υποδομή*» περιλαμβάνει ζητήματα τεχνολογικής ανάπτυξης, διαδικασίες κλινικής εκπαίδευσης και θέματα προτυποποίησης των νοσοκομειακών υπηρεσιών.
- Οι «*Υποστηρικτικές Λειτουργίες*» όπως η σίτιση υπάγονται στην υπηρεσία του Επιχειρησιακού Κέντρου και υποστηρίζουν με άμεσο ή έμμεσο τρόπο την υλοποίηση της αποστολής ολόκληρου του οργανισμού.

Στο επόμενο σχήμα αναλύεται μία πιο λεπτομερή και πραγματική δομή του Νοσοκομείου.



Εικόνα 6: Λειτουργική Δομή Νοσοκομείου
 Πηγή: Σούλης, Οικονομική της Υγείας, Αθήνα, 1999

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Το Επιχειρησιακό Κέντρο αναλύεται στα σύνολα των παραγωγικών διαδικασιών του Νοσοκομείου έτσι να παρέχεται μία ροή υπηρεσιών και περιλαμβάνει υπηρεσίες όπως η υποδοχή, η διάγνωση, η φροντίδα, η θεραπεία, η αποκατάσταση, έτσι ώστε να διασφαλίζεται πλήρης θεραπεία του ασθενή κατά την έξοδό του από το Νοσοκομείο. Με τις υπηρεσίες αυτές σχετίζονται κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες, όπως πρόληψη, εκπαίδευση και έρευνα.

Τα διοικητικά στελέχη που απαρτίζουν την «Ιεραρχική Δομή», σύμφωνα με το προηγούμενο διάγραμμα, ελέγχουν τις διαδικασίες που προαναφέρθηκαν.

Τα ανώτερα στελέχη όπως το Διοικητικό Συμβούλιο, ο Γενικός Διευθυντής και οι υπόλοιποι διευθυντές αναλαμβάνουν τον μακροπρόθεσμο στρατηγικό σχεδιασμό και τον καθορισμό της αποστολής και των στόχων του Νοσοκομείου.

Η «Τεχνική Υποδομή» σχετίζεται με την οργανωσιακή κουλτούρα του Νοσοκομείου καθώς και με το ευρύτερο πλαίσιο λειτουργίας και ανάπτυξης. Όπως αναφέρεται και προηγουμένως, η «Τεχνική Υποδομή» περιλαμβάνει θέματα εκπαίδευσης, τεχνολογικής ανάπτυξης κ.ο.κ.

Η διοίκηση ενός Νοσοκομείου είναι μια πολύπλοκη, πολυδιάστατη διαδικασία γιατί:

1. Το περιβάλλον του Νοσοκομείου είναι πολυεπίπεδο. Περικλείει πολλούς ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς όπως πανεπιστήμια, ασφαλιστικοί οργανισμοί, Υπουργείο Υγείας κ.α., οι οποίοι αποτελούν το άμεσο περιβάλλον για το Νοσοκομείο. Έμμεσο περιβάλλον θεωρείται το κοινωνικό περιβάλλον, οικονομικό, πολιτικό κ.ο.κ.
2. Πολλά διαφορετικά επαγγέλματα χαρακτηρίζουν τον χώρο του Νοσοκομείου, όπως το διοικητικό προσωπικό, οι γιατροί, οι νοσηλεύτές, το παραϊατρικό προσωπικό κ.α. Λόγω αυτής της ανομοιογένειας του ανθρώπινου δυναμικού, οι διαδικασίες σχεδιασμού, οργάνωσης, διεύθυνσης και ελέγχου δυσκολεύουν τη λήψη των αποφάσεων.
3. Η υψηλή βιοιατρική τεχνολογία (π.χ ψηφιακός μαστογράφος) χρησιμοποιείται κατά κόρον στους νοσοκομειακούς οργανισμούς. Μία τέτοια εξελιγμένη τεχνολογία απαιτεί τεχνολογική υποδομή υψηλού επιπέδου, η οποία με την σειρά της

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

δημιουργεί απαιτήσεις στη δομή και την οργάνωση του Νοσοκομείου, όπως, κατάλληλος χώρος για την τοποθέτηση των ειδικών μηχανημάτων προσαρμογή στο οργανόγραμμα κ.ά. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το σημαντικότερο ρόλο παίζει η επιλογή του καταλληλότερου και αρτιότερα εκπαιδευμένου προσωπικού που θα είναι σε θέση να χειριστεί κατάλληλα τον εξοπλισμό αυτό.

Η διοίκηση του Νοσοκομειακού οργανισμού σχετίζεται σε δύο αλληλοεπηρεαζόμενα συστήματα α) το Νοσοκομείο και β) το Εξωτερικό του Περιβάλλον, με το καθένα να αποτελείται από υποσυστήματα που αλληλεπιδρούν με πολύπλοκο τρόπο μεταξύ τους. Στόχος της Διοίκησης είναι να επεμβαίνει στα δύο συστήματα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η εκπλήρωση των στόχων της με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι είναι πρακτικά αδύνατο να ασκηθεί διοίκηση με εμπειρικές μεθόδους, ενώ τις περισσότερες φορές είναι αδύνατη η ακριβής πρόβλεψη της συμπεριφοράς των Νοσοκομείων.

1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια διαφαίνεται η ανάγκη ενός εκσυγχρονισμένου Συστήματος Υγείας που να διαχειρίζεται τον τεράστιο όγκο πληροφοριών και των διαφορετικών συνδεδεμένων τομέων. Παράλληλα απαιτείται η δημιουργία ενός αποδοτικού μοντέλου που να λαμβάνει και να αξιολογεί όλα τα υπάρχοντα στοιχεία, και να δίνει έγκαιρες απαντήσεις για την πορεία των διαφόρων τομέων της Υγείας (Τσιτσιάδης, 2010).

Στο στρατηγικό επίπεδο αναγνωρίστηκε ότι τα πληροφοριακά, γνωσιακά εργαλεία και μέθοδοι μπορούν να φανούν πολύ χρήσιμα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ., 2001) αναγνώρισε ότι χρειάζεται καλύτερη κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες και τα αναλυτικά τους συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω στην λήψη αποφάσεων.

Ο Π.Ο.Υ. από το 1978 είχε επισημάνει τις χρήσιμες εφαρμογές συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και των προσομοιωτικών μοντέλων στην στρατηγική και τακτική διοίκηση υγείας.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Με την προβλεπόμενη αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού του πλανήτη, την αύξηση του χρόνου αναμονής για την παροχή υπηρεσιών υγείας, την πίεση για ελεγχόμενο κόστος, την μείωση ή εξαφάνιση των επιδοτήσεων και των κρατικών κεφαλαίων, η υγειονομική περίθαλψη αποτελεί μια ελκυστική περιοχή για επιστημονική έρευνα με τη χρήση μοντελοποίησης.

Οι διοικητικές εφαρμογές συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (και ειδικότερα της προσομοιωτικής μοντελοποίησης) κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Σχεδιασμός και διαμόρφωση πολιτικών,
- Κατανόηση του συστήματος και
- Εκπαίδευση.

Όσον αφορά το σχεδιασμό και διαμόρφωση πολιτικών, οι εφαρμογές μπορούν να σχηματοποιηθούν σε επίπεδα. Βάση του χρονικό ορίζοντα, όσο υψηλότερο το επίπεδο τόσο μεγαλύτερο το χρονικό βάθος της απόφασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Προσομοίωση (simulation) είναι η αναπαράσταση της λειτουργίας συστημάτων ή διαδικασιών μέσα στο χρόνο, συνήθως με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται για εξοικονόμηση χρόνου ώστε να υπάρχει άμεσα επίλυση των προβλημάτων. Θεωρητικά η προσομοίωση θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και χωρίς τη χρήση υπολογιστή (Pidd, M., 1998). Η μέθοδος της προσομοίωσης είναι ένας τρόπος παραγωγής δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούνται για ανάλυση, σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων, σε περιπτώσεις όπου δεν είναι διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα (Π.χ. οι χρόνοι αναμονής στις ουρές αναμονής) (Κωστάκη,2007).

Η μέθοδος της προσομοίωσης πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1960, και αποτελεί ένα από τα πιο χρήσιμα και ευρέως χρησιμοποιούμενα αναλυτικά εργαλεία της διοικητικής επιστήμης. Τα βήματα της προσομοίωσης αναφέρονται συνοπτικά ως εξής (Pidd, M., 1998):

1. Ο αναλυτής χτίζει ένα μοντέλο του συστήματος που τον ενδιαφέρει. Η εννοιολογική διαμόρφωση του μοντέλου, είναι ένα σχεδιάγραμμα του μοντέλου που πρόκειται να δημιουργηθεί και είναι ανεξάρτητη από το λογισμικό προσομοίωσης. Εντούτοις, ένα εννοιολογικό μοντέλο εξαρτάται από την μεθοδολογία της προσομοίωσης (Gunal, 2012).
2. Ο αναλυτής γράφει ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή, στο οποίο ενσωματώνεται το μοντέλο.
3. Ο αναλυτής χρησιμοποιεί τον υπολογιστή, προκειμένου να μιμηθεί τη συμπεριφορά του συστήματος, όταν αυτό υπόκειται σε μία πληθώρα λειτουργικών πολιτικών. Κατόπιν, μπορεί να επιλεγεί η πιο επιθυμητή πολιτική.

Έτσι, η προσομοίωση χρησιμοποιείται ως εργαλείο για πειραματισμό σε ένα μοντέλο βασισμένο σε υπολογιστή κάποιου συστήματος, συνήθως με τη μορφή 'δοκιμή και λάθος' (trial and error), προκειμένου να παρουσιασθούν οι επιδράσεις διαφόρων πολιτικών. Οι πολιτικές εκείνες, οι οποίες παράγουν τα καλύτερα αποτελέσματα στο

μοντέλο, μπορούν να εφαρμοσθούν στο πραγματικό σύστημα.

Οι κατηγορίες συστημάτων προσομοίωσης διακρίνονται ανάλογα με τη φύση του συστήματος που θα μοντελοποιηθεί, τη διαχρονική εξέλιξή του, τον τρόπο διαχείρισης του χρόνου κ.α. Αυτές οι κατηγορίες είναι:

Προβλέψιμα ή μη Μοντέλα (Ντετερμινιστικά ή Στοχαστικά)

Ανάλογα με το αν η συμπεριφορά ενός συστήματος μπορεί να προβλεφθεί, τα μοντέλα προσομοίωσης μπορεί να διακριθούν σε στοχαστικά (stochastic) και αιτιοκρατικά (deterministic). Έτσι, αν το μοντέλο δεν περιλαμβάνει τυχαία στοιχεία ονομάζεται αιτιοκρατικό και η έξοδος του είναι καθορισμένη και επομένως η συμπεριφορά του είναι απόλυτα προβλέψιμη. Εάν το σύστημα σε ορισμένα τμήματά του έχει τυχαία στοιχεία, τότε το μοντέλο ονομάζεται στοχαστικό και η συμπεριφορά του δεν μπορεί να προβλεφθεί απόλυτα. Παρ' όλα αυτά πιθανολογούνται κάποιες καταστάσεις (Pidd, M., 1998).

Δυναμικά και στατικά μοντέλα

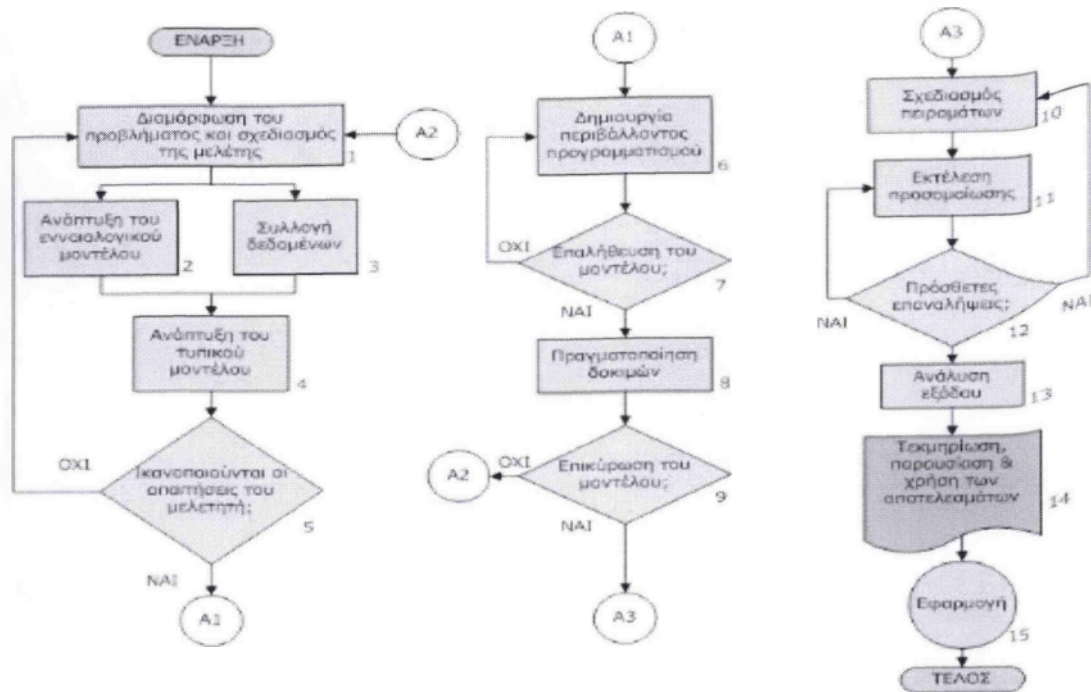
Τα μοντέλα διακρίνονται σε στατικά και δυναμικά, ανάλογα με το αν παρουσιάζουν διαχρονική εξέλιξη, δηλαδή εάν η συμπεριφορά τους είναι συνάρτηση του χρόνου. Στατικά είναι τα συστήματα που δε μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Αντίθετα, δυναμικά είναι τα συστήματα, των οποίων η συμπεριφορά είναι συνάρτηση του χρόνου και μεταβάλλονται. Σκοπός των δυναμικών συστημάτων (system dynamics) είναι η διερεύνηση της δυναμικής των συστημάτων που περιέχουν ανάδραση (επαναπληροφόρηση) σε σχέση με τη σταθερότητά τους και την αντίδρασή τους σε εξωτερικούς παράγοντες. Η κατηγορία των δυναμικών αυτών συστημάτων βασίζεται σε εξισώσεις διαφορών πρώτου βαθμού (first order difference equations), αντί για διαφορικές εξισώσεις.

Μοντέλα διακριτού και συνεχούς χρόνου

Τα δυναμικά συστήματα, τα οποία εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου, μπορούν να διακριθούν ανάλογα με το πότε μεταβάλλεται μία κατάσταση. Έτσι, στα συστήματα διακριτού χρόνου (discrete-time) η κατάσταση μεταβάλλεται βηματικά σε διακριτές χρονικές στιγμές t_1, t_2, t_3, \dots , ενώ παραμένει σταθερή στα διαστήματα $[t_1, t_2), [t_2, t_3)$ κ.λ.π. Η προσομοίωση διακριτού χρόνου χρησιμοποιεί τεχνικές επόμενου γεγονότος (next-event). Στα συστήματα συνεχούς χρόνου (continuous-time) η κατάσταση είναι συνεχής συνάρτηση του χρόνου, δηλαδή η συμπεριφορά τους διαχρονικά περιγράφεται από διαφορικές εξισώσεις, το οποίο σημαίνει ότι οι τιμές των μεταβλητών μπορούν να υπολογίζονται σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Pidd, M., 1998). Παρ' όλα αυτά, στην πράξη δεν συμβαίνει συχνά ένα σύστημα να είναι μόνο είτε διακριτού χρόνου, είτε συνεχούς. Έτσι, τα πραγματικά συστήματα είναι και συνεχούς και διακριτού χρόνου. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται υβριδικά (hybrid), ενώ η κατάσταση μεταβάλλεται βηματικά σε διακριτές στιγμές t_1, t_2, t_3, \dots , και συνεχώς στα διαστήματα $[t_1, t_2), [t_2, t_3)$ κ.λ.π. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν αναπτυχθεί πολλά συστήματα προσομοίωσης, προκειμένου να επιτρέπεται στο χρήστη να προγραμματίζει οποιοδήποτε μοντέλο χρόνου θέλει (διακριτό, συνεχές ή υβριδικό) (Krahl, D., 1996), (Protsker, A.A.B and O' Reilly, J.J., 1996).

Σε γενικές γραμμές είναι προτιμότερη η τεχνική του επόμενου γεγονότος, γιατί παρόλο ότι μερικά συστήματα εξετάζονται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα στην πραγματικότητα, οι τεχνικές επόμενου γεγονότος, μπορεί να λειτουργήσουν ως timeslicing, ενώ το αντίθετο δεν είναι δυνατό να συμβεί (Pidd, M., 1998).

3.2 ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΙΑΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Εικόνα 7: Διαμόρφωση του προβλήματος και σχεδιασμός της μελέτη

Πηγή: Λουκάς Κων. Η Προσομοίωση στην Ιατρική Εκπαίδευση, 2010.

• Έναρξη

Στο αρχικό στάδιο γίνονται οι απαραίτητες συζητήσεις με τους διαχειριστές του συστήματος και καθορίζονται οι στόχοι της μελέτης. Είναι το στάδιο στο οποίο εκτιμάται αν η προσομοίωση είναι η κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης του προβλήματος. Γίνεται αξιολόγηση της ορθότητας της προσομοίωσης αφού πρώτα συμφωνηθούν τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες του μοντέλου καθώς και οι δείκτες αποδοτικότητας (benchmarks). Προγραμματίζεται ο χρόνος υλοποίησης του έργου, καταγράφονται οι απαιτήσεις σε μέσα παραγωγής και προσδιορίζεται το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

- **Συλλογή δεδομένων**

Σε αυτό το στάδιο γίνεται η συλλογή των πληροφοριών σχετικά με τη δομή και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του συστήματος, προσδιορίζονται οι βασικές παράμετροι του μοντέλου καθώς και οι κατάλληλες κατανομές των δεδομένων εισόδου. Σύμφωνα με τον Law (2007) προτείνεται όλα τα παραπάνω στοιχεία να συγκεντρώνονται και να διατυπώνονται γραπτά στο έγγραφο των παραδοχών του συστήματος (assumptions document) που περιγράφει τον εννοιολογικό σχεδιασμό του μοντέλου. Οι πληροφορίες που συλλέγονται ενδέχεται να οδηγήσουν σε επανασχεδιασμό του εννοιολογικού μοντέλου, γι' αυτό και όπως φαίνεται στην Εικόνα 6, οι δύο διαδικασίες πραγματοποιούνται παράλληλα.

- **Ανάπτυξη του τυπικού μοντέλου**

Είναι το στάδιο εκείνο όπου τα χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν για τη μοντελοποίηση υλοποιούνται με τον καθορισμό των κατάλληλων συστατικών στοιχείων (οντότητες, πόροι κτλ.).

- **Ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη**

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του μοντέλου, πρέπει να υπάρχει επικοινωνία και διαπραγμάτευση με τους άμεσα ενδιαφερόμενους. Το έγγραφο των παραδοχών του συστήματος εάν επαληθευθεί από εξειδικευμένο κοινό, όπως διευθυντές του συστήματος, αναλυτές, πελάτες κτλ. και κριθεί το μοντέλο ανεπαρκές, η διαδικασία σχεδιασμού επαναλαμβάνεται από την αρχή.

- **Δημιουργία του περιβάλλοντος προγραμματισμού**

Αφού έχει επιλεγεί το κατάλληλο μοντέλο σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης, ο αναλυτής θα κατασκευάσει το κατάλληλο υπολογιστικό πρόγραμμα.

- **Επαλήθευση του μοντέλου (verification)**

Μετά την υλοποίηση του μοντέλου θα πρέπει να επαληθευτεί ότι η προσομοίωση λειτουργεί σωστά. Εάν οι παράμετροι εισόδου και η λογική δομή του μοντέλου απεικονίζονται σωστά στο πρόγραμμα τότε η επαλήθευση έχει ολοκληρωθεί.

- **Πραγματοποίηση δοκιμών**

Η πραγματοποίηση δοκιμών συμβάλλει στην επικύρωση του μοντέλου.

- **Επικύρωση του μοντέλου (validation)**

Στην περίπτωση σωστής αναπαράστασης του συστήματος που προσομοιώνεται, το μοντέλο επικυρώνεται. Εάν το σύστημα υπάρχει ήδη, τότε συγκρίνονται οι δείκτες αποδοτικότητας του μοντέλου και του συστήματος.

- **Σχεδιασμός πειραμάτων**

Η συνολική χρονική διάρκεια της προσομοίωσης, η χρονική διάρκεια της μεταβατικής περιόδου και ο αριθμός των εκτελέσεων της προσομοίωσης θα πρέπει να προσδιοριστούν με σκοπό τη μελέτη της προσομοίωσης.

- **Εκτέλεση της προσομοίωσης**

Η εκτέλεση της προσομοίωσης παράγει τα αποτελέσματα που είναι απαραίτητα για την ανάλυση εξόδου στο επόμενο στάδιο.

- **Πρόσθετες επαναλήψεις**

Μετά από τις προκαθορισμένες εκτελέσεις της προσομοίωσης, καθορίζεται από τον αναλυτή εάν θα πρέπει να γίνουν πρόσθετες επαναλήψεις καθώς και ο πειραματικός σχεδιασμός που θα ακολουθηθεί γι' αυτές.

- **Ανάλυση εξόδου**

Το συγκεκριμένο στάδιο συμβάλλει στον προσδιορισμό της αποδοτικότητας συγκεκριμένων διατάξεων του συστήματος και στη σύγκριση μεταξύ τους.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

• **Τεκμηρίωση, παρουσίαση και χρήση των αποτελεσμάτων**

Αυτή είναι η τελευταία φάση της μελέτης προσομοίωσης με εξαγόμενα το έγγραφο των παραδοχών του συστήματος, το πρόγραμμα του Η/Υ και τα αποτελέσματα της μελέτης. Η σωστή τεκμηρίωση του προγράμματος είναι πολύ σημαντική αφού εξασφαλίζει την επαναληπτικότητα και την επιβεβαίωση της μελέτης. Πολλές φορές πραγματοποιείται και οπτικοποίηση της κίνησης (animation) η οποία βοηθά στην εποπτικότητα του μοντέλου. Ο αναλυτής οφείλει να εξηγήσει τη διαδικασία δημιουργίας και επικύρωσης του μοντέλου για να αποδείξει την αξιοπιστία του. Εφόσον τα αποτελέσματα της μελέτης είναι αξιόπιστα και επικυρωμένα τότε θα χρησιμοποιηθούν στη λήψη αποφάσεων. Είναι σημαντικό να γίνονται ενημερώσεις σχετικά με την πορεία της μελέτης κατά την διάρκειά της και δεν είναι υποχρεωτικό η τεκμηρίωση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων να γίνεται στο τέλος της προσομοίωσης. (Musselman, 1998).

Η χρήση της προσομοίωσης σε σχέση με τον άμεσο πειραματισμό στο πραγματικό σύστημα έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- Λήψη καλύτερων αποφάσεων
- Εναλλακτικά σενάρια χωρίς ρίσκο
- Χειρισμός χρονικών περιόδων
- Εξέταση διαφορετικών ιδεών κάτω από τις ίδιες ακριβώς περιστάσεις
- Κατανόηση των συστημάτων
- Προσδιορισμός προβλήματος
- Προετοιμασία μέσω της ανάλυσης «τι θα συμβεί εάν...»
- Απεκόνιση και ζωτικότητα
- Γρήγορη και εύκολη έγκριση
- Κατάρτιση και εκπαίδευση υπαλλήλων
- Επαλήθευση και επικύρωση
- Ασφάλεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προσομοίωση συστημάτων υγείας είναι η εφαρμογή μοντελοποίησης και μεθόδων προσομοίωσης με χρήση Η/Υ με σκοπό την μελέτη των διαδράσεων μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος υγείας και του τρόπου με τον οποίο αυτές μεταβάλλονται στο χρόνο και διαμορφώνουν την «συμπεριφορά» του συστήματος.

Οι εφαρμογές της προσομοίωσης στην υγεία ξεκινούν από τη δεκαετία το 1960, με έμφαση σε επιχειρησιακά προβλήματα των νοσοκομείων, καθώς και τον προγραμματισμό των ασθενών (Fetter, R.B. and Thompson, J.D., 1965), (Robinson, G.H. et al., 1968). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας είχε επισημάνει από το 1978, τις χρήσιμες εφαρμογές συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και των προσομοιωτικών μοντέλων στην στρατηγική και τακτική διοίκηση υγείας

Με την παραγωγή αποτελεσμάτων που είχαν θετικό αντίκτυπο στην μείωση του κόστους και στην ποιότητα της περίθαλψης, τα μοντέλα προσομοίωσης αναγνωρίζονται ευρέως ως μια πολύτιμη εφαρμογή στον κλάδο της υγείας. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή τους μπορεί να αντιμετωπίσει διάφορα προβλήματα, ανάλογα και με τη δέσμευση της Διοίκησης του Νοσοκομείου στο έργο. (Lane et al, 2003).

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα της χρήσης της προσομοίωσης στα νοσοκομεία όπως αναφέρονται στις διάφορες αναθεωρήσεις της ακαδημαϊκής λογοτεχνίας, (Lane et al, 2000), (Brailsford et al, 2009), (Gunal & Pidd, 2010), και (Katsaliaki & Mustafee, 2010).

Τα δεδομένα που πρέπει να λάβει υπόψη κάποιος ο οποίος θα χρησιμοποιήσει την προσομοίωση στην υγεία είναι ο τύπος των προβλημάτων που η προσομοίωση καλείται να επιλύσει και ο τύπος των αποφάσεων που μπορούν να αναλυθούν.

Οι εφαρμογές της προσομοίωσης στον χώρο της υγείας μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες (Banks, Carson 1996):

1) Αναλυτικές αποφάσεις με αβέβαιες συνιστώσες

Αφορά μαθηματικές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται στην χρηματοοικονομική διοίκηση (π.χ. κοστολόγηση). Οι αβέβαιες μεταβλητές της εξίσωσης οδηγούν στην μέθοδο της προσομοίωσης με κατανομές πιθανότητας για την πρόβλεψη των τιμών των μεταβλητών. Τέτοια παραδείγματα είναι: η χρήση εξίσωσης και προσομοίωσης για τον υπολογισμό κερδών και εξόδων από τη χρήση ενός νέου συστήματος (π.χ. τηλεϊατρική), ή η εξέταση των αποτελεσμάτων για την θνησιμότητα διαφορετικών νοσοκομείων με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητας τους. Η προσομοίωση χρησιμοποιείται και σε πιο σύνθετα ερωτήματα, όπως η μετάβαση των ασθενών σε διάφορα στάδια μιας θεραπείας ή ασθένειας.

2) Συγκριτικές μελέτες διαφορετικών συστημάτων με σκοπό την εκτίμηση απαιτήσεων σε πόρους και σε χρονοπρογραμματισμό

Στη σημερινή εποχή η διοίκηση επικεντρώνει το ενδιαφέρον της κυρίως στη λειτουργικότητα της μονάδας υγείας, δηλ. στη λειτουργία της μονάδας ως σύστημα που παρέχει υπηρεσίες υγείας με σκοπό την άμεση εξυπηρέτηση του ασθενή και την ποιότητα της εξυπηρέτησής του από την εισαγωγή του μέχρι και την εξαγωγή του από την μονάδα. Τα δύο βασικά προβλήματα που προκύπτουν είναι: η κατανομή των πόρων, και ο χρονοπρογραμματισμός τους μέσα στο σύστημα με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών. Αυτά δεν αποτελούν ένα σύνολο εξισώσεων αλλά σύνθετα συστήματα, που αλληλεπιδρούν και περιγράφονται από οντότητες που κινούνται μέσα στο σύστημα. Η προσομοίωση βοηθάει στην περιγραφή τους και στην ανάλυση τους και σε πολλές περιπτώσεις οι συγκριτικές μελέτες προσομοιωμένων συστημάτων ενισχύουν την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών.

Οι πιο βασικές κατηγορίες μεθόδων προσομοίωσης και ποιες απ' αυτές χρησιμοποιούνται στην υγεία :

1. Agent Based Προσομοίωση

Η μέθοδος προσομοίωσης βασισμένη σε πράκτορες μοντελοποιεί και αποκαλύπτει την καθολική συμπεριφορά ενός συστήματος, δεδομένου ότι οι δομές και τα μοτίβα προκύπτουν από τις επαναληπτικές και ανταγωνιστικές τοπικές διαδράσεις μεταξύ ατόμων, πρακτόρων και του περιβάλλοντός τους. Η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως στη Διοίκηση επιδημιολογίας ασθενειών, όπως η HIV επιδημιολογία, η κατάχρηση ουσιών, και στα διάφορα Συστήματα Υγείας.

2. Προσομοίωση Dynamical System

Τα Dynamical system με τη χρήση μοντέλων διαφορικών εξισώσεων περιγράφουν συμπεριφορές εντός του συστήματος και μοντελοποιούν φαινόμενα, οι καταστάσεις των οποίων αλλάζουν με τον χρόνο και έχουν συνεχόμενες ροές. Η συγκεκριμένη μέθοδος μοντελοποίησης περιορίζεται σε προσομοιώσεις φυσικών συστημάτων και στη μοντελοποίηση φυσιολογίας στην ιατρική έρευνα.

3. System Dynamics

Η μέθοδος αυτή προσδίδει στην κατανόηση της λειτουργίας πολυσύνθετων συστημάτων υπολογίζοντας τη συστημική διάδραση και λαμβάνοντας υπ' όψιν την μη γραμμική ανατροφοδότηση. Τα System Dynamics χρησιμοποιούν ενσωμάτωση, συνεχείς ροές και επικεντρώνονται στην αλλαγή συμπεριφοράς του συστήματος, όπως για παράδειγμα η αύξηση του κόστους ή η μείωση της ποιότητας. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε σε πολλές περιπτώσεις στην υγεία, και συγκεκριμένα στη μελέτη πολιτικών για την μείωση λιστών αναμονής και στην μέτρηση της δυναμικότητας αντιμετώπισης χρόνιων ασθενειών.

4. Multi Method Modelling

Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί συνδυασμό περισσότερων από μιας μεθόδου μοντελοποίησης και συμβάλλει στο πρόβλημα των πολλαπλών επιπέδων

αφαιρετικότητας εντοπίζοντας την πολυπλοκότητα μεταξύ των επιπέδων της συστημικής ιεραρχίας σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ωστόσο οι προσομοιώσεις πολλαπλών κλιμάκων δεν έχουν ακόμα υιοθετηθεί σε σημαντικό βαθμό στην υγεία, όπως έχει συμβεί στις περιβαντολογικές και βιολογικές περιοχές. Αναμένεται ωστόσο η χρήση τους στο χώρο της υγείας στο μέλλον.

5. Προσομοίωση Discrete-Event σε συστήματα Υγείας

Η Διακριτού Γεγονότος προσομοίωση μοντελοποιεί καταστάσεις αβεβαιότητας (καταστάσεις που μοιάζουν με εκείνες της υγείας, καθώς οι ασθένειες χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα), αλλά και σύνθετα περιβάλλοντα τα οποία αλληλεπιδρούν, όπως συμβαίνει στις μονάδες υγείας.

Τα μοντέλα προσομοίωσης στην υγεία εφαρμόζονται συχνά λόγω πλεονεκτημάτων, τα οποία αναφέρονται παρακάτω (Standridge, C.R., 1999):

1. Η προσομοίωση ως μέθοδος μοντελοποίησης απαιτεί σχετικά χαμηλό κόστος και μικρό ρίσκο, οπότε έτσι εξετάζονται εναλλακτικές λύσεις, χωρίς να διακινδυνεύονται οι λειτουργίες ενός πραγματικού συστήματος.
2. Τα συγκεκριμένα μοντέλα προσαρμόζονται στη δομή του συστήματος αλλά και στα διαθέσιμα δεδομένα του συστήματος. Τα μοντέλα προσομοίωσης, σε αντίθεση με τις μαθηματικές αναλυτικές μεθόδους δε δίνουν έμφαση στο να ταιριάξουν το σύστημα σε μία αυστηρά μαθηματική μορφή αλλά επικεντρώνονται στην άμεση αναπαράσταση του συστήματος και της λογικής του.
3. Υπάρχει παραλλαγή, που σημαίνει ότι ένα σύστημα δεν δουλεύει ποτέ ακριβώς με τον ίδιο τρόπο. Έτσι, η προσομοίωση μπορεί να αντιπροσωπεύει τις παραλλαγές αυτές χρησιμοποιώντας τη διακύμανση στατιστικών κατανομών που χρησιμοποιούνται σαν είσοδοι στο σύστημα.
4. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης προσαρμόζονται στις ειδικές απαιτήσεις του συστήματος και έτσι ο αναλυτής μπορεί να ορίσει και να υπολογίσει οποιαδήποτε μεταβλητή θέλει.

3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ

Η προσομοίωση συστημάτων υγείας εφαρμόζεται σε πολλές περιοχές της υγείας. Χαρακτηριστικά αναφέρονται κάποιες περιοχές, όπως:

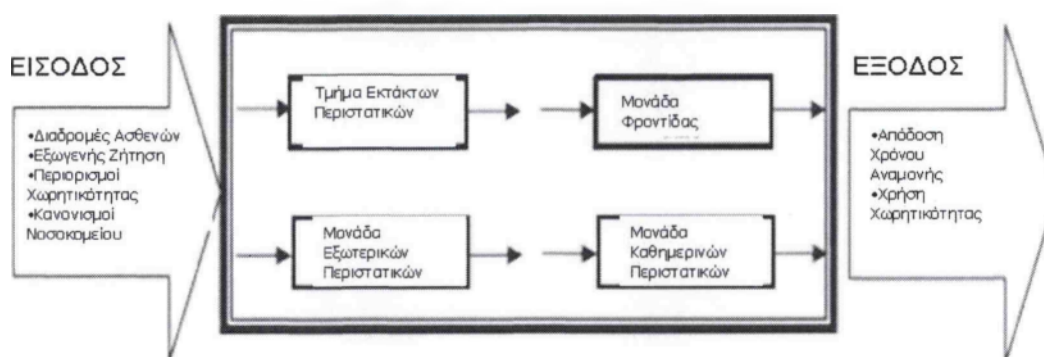
- Επιδημιολογία κατάχρησης ουσιών (ναρκωτικές ουσίες, καπνός κ.α.)
- Επιδημιολογία ασθενειών
 - Διαβήτης
 - Καρκίνος
 - Καρδιολογικές ασθένειες
 - HIV/AIDS
 - Πνευμονικές μολύνσεις κ.α.
- Αλληλεπιδράσεις υγείας και επιδημιολογίας ασθενειών
- Δυναμικότητα φροντίδας και παράδοσης
 - Προγραμματισμός υγείας πληθυσμού
 - Στοματική υγεία
 - Ψυχική υγεία
 - Φυσικές καταστροφές κ.α.
- Ροές ασθενών
- Διοίκηση υγείας, (ποιότητας, επίδοσης, κ.α.)
- Εκπαίδευση

Αναφορικά με τη χρήση της προσομοίωσης Νοσοκομειακών Μονάδων για τη λήψη αποφάσεων από τη Διοίκηση, το δυσκολότερο πρόβλημα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί ανάλογα με την κλίμακα της προσομοίωσης είναι η πολυπλοκότητα της. Μια πιθανή λύση θα μπορούσε να είναι μία λειτουργική διαίρεση των μονάδων. Παραδείγματος χάριν, σε ένα τμήμα (ED)έκτακτης ανάγκης, η υποδοχή θα μπορούσε να θεωρηθεί ως υπομονάδα, οι παροχές ιατρικών εξετάσεων ως μία άλλη, κ.ο.κ.

Τα Νοσοκομεία είναι σύνθετοι οργανισμοί, και επομένως ένα μοντέλο προσομοίωσης που περιλαμβάνει όλες τις υπηρεσίες που παρέχονται από ένα Νοσοκομείο δεν είναι εφικτό να χτιστεί. Για έναν σχεδιαστή προσομοίωσης, η κύρια

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

αποστολή είναι να μειώσει την πολυπλοκότητα σε επίπεδο όπου οι στόχοι της αναπαράστασης μπορούν να επιτευχθούν.



Εικόνα 8: Μοντέλο Νοσοκομείου

Πηγή: Gunal M,2012, A guide for building hospital simulation models, Health Systems (2012) 1, 17–25

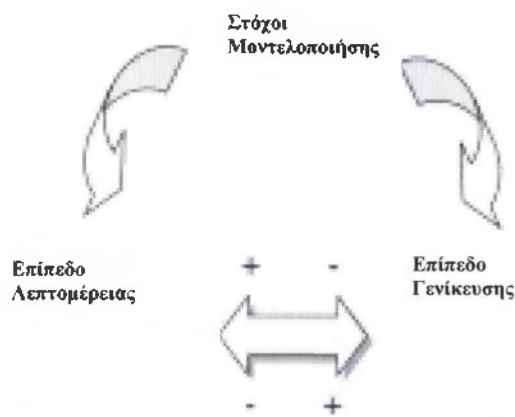
Μέσα σε ένα Νοσοκομείο, υπάρχει μια σειρά παρεχόμενων υπηρεσιών που συσχετίζεται άμεσα ή έμμεσα με την φροντίδα του ασθενούς. Ο στόχος του σχεδιαστή μοντέλου είναι να επιλέξει ποιες από αυτές τις υπηρεσίες και δραστηριότητες πρόκειται να διαμορφωθούν, αναπαραχθούν, βασιζόμενος στους στόχους του προγράμματος προσομοίωσης. Το πλαίσιο του σχεδιαγράμματος διευκρινίζει τα όρια του μοντέλου. Εντούτοις αν και μερικές από αυτές τις υπηρεσίες λειτουργούν ανεξάρτητα, οι περισσότερες αλληλεπιδρούν η μια με την άλλη, και επομένως εξαρτώνται από άλλες υπηρεσίες. Πχ. Ένα τμήμα επειγόντων περιστατικών, μπορεί να αλληλεπιδράσει με το ακτινολογικό τμήμα και τα τμήματα εργαστηρίων, και τα εξωτερικά ιατρεία με τα χειρουργεία (οι ασθενείς που εξετάζονται στην κλινική μπορεί στη συνέχεια να χρειαστούν χειρουργική επέμβαση). Επίσης, μερικές υπηρεσίες μοιράζονται από τις μονάδες παροχής ειδικής φροντίδας στο Νοσοκομείο, και επομένως η απόδοση μιας μονάδας μπορεί να έχει επιπτώσεις στην απόδοση μιας άλλης. Πχ, ένα ανεπαρκές φαρμακείο μπορεί τελικά να έχει επιπτώσεις στην διάρκεια της παραμονής των ασθενών στους θαλάμους, η οποία με την σειρά της μπορεί στη συνέχεια να έχει επίπτωση στους προγραμματισμένους χρόνους αναμονής και τις ακυρώσεις των χειρουργικών

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

επεμβάσεων των ασθενών. Λόγω των κοινών πόρων, τα ελλείμματα σε μια υπηρεσία μπορούν να έχουν πολλαπλασιαστικό αντίκτυπο σε άλλες υπηρεσίες. Μια από τις μεγάλες προκλήσεις της μοντελοποίησης των νοσοκομείων είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των υπηρεσιών και των δραστηριοτήτων. (Gunal,2012)

Για να δομηθούν αξιόπιστα μοντέλα, απαιτούνται αξιόπιστα δεδομένα. Η εισαγωγή δεδομένων ενός μοντέλου συνδέεται με το επίπεδο λεπτομέρειας του μοντέλου. Όσο πιο λεπτομερής είναι η δομή του μοντέλου, τόσο περισσότερα δεδομένα απαιτεί το μοντέλο. Τα δεδομένα μπορεί να προκύψουν από διάφορες πηγές όπως το Πληροφοριακό Σύστημα του Νοσοκομείου, τις συνεντεύξεις με το προσωπικό και τα παράπονα ασθενών στο Νοσοκομείο.

Υπάρχει σχέση μεταξύ των στόχων της μοντελοποίησης, του επιπέδου της λεπτομέρειας μοντελοποίησης, και τη γενική χρήση του μοντέλου. Πέρα από ένα επίπεδο, όσο μεγαλύτερη είναι η λεπτομέρεια μοντελοποίησης, τόσο λιγότερο γενικό είναι το μοντέλο.



Εικόνα 9: Στόχοι Μοντελοποίησης και Επίπεδο Λεπτομέρειας.

Πηγή: Gunal M.2012, A guide for building hospital simulation models, Health Systems (2012) 1, 17-25

Η προσομοίωση έχει μια ευρεία δυνατότητα εφαρμογών στην υγειονομική περίθαλψη, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε μερικές βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση τους:

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

- Κλινική Προσομοίωση (Clinical Simulation) : Μελέτη, ανάλυση, και αναπαραγωγή της συμπεριφοράς ορισμένων ασθενειών, όπως και των βιολογικών διεργασιών του ανθρώπινου σώματος.
- Λειτουργική Προσομοίωση (Operational Simulation) : Καταγραφή, Ανάλυση και Μελέτη των παρεμβάσεων της υγειονομικής περίθαλψης, Υπηρεσίες παράδοσης, Προγραμματισμός, Διαδικασίες υγειονομικής περίθαλψης επιχειρήσεων και ροής των ασθενών.
- Διοικητική Προσομοίωση (Managerial Simulation): Χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τις διαχειριστικές ανάγκες, τις λήψεις αποφάσεων, την εφαρμογή της πολιτικής και του στρατηγικού σχεδιασμού.
- Εκπαιδευτική Προσομοίωση (Educational Simulation) : Εκπαίδευση και κατάρτιση, όπου εικονικά περιβάλλοντα καθώς και εικονικά και φυσικά αντικείμενα χρησιμοποιούνται εκτενώς για να ενισχύσουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Παρακάτω, θα γίνει μία πιο αναλυτική αναφορά στις εφαρμογές ανά κατηγορία της προσομοίωσης στο χώρο της Υγείας, και ιδιαίτερα των Νοσοκομείων:

A. ΘΕΩΡΙΑ ΟΥΡΑΣ

Η θεωρία των ουρών αφορά την μοντελοποίηση του συνωστισμού που προκύπτει από τυχαίες αφίξεις πελατών και τυχαίες διάρκειες εξυπηρέτησης. Υπάρχουν τέσσερις τύποι ουρών στα συστήματα υγείας (J. Preater, 2001):

- 1) Η Single – Server ουρά , π.χ. ένας ιατρός, φαρμακοποιός. κτλ
- 2) Η Multi – Server ουρά , π.χ. ένα ιατρικό κέντρο, μια πτέρυγα χειρουργείων, ή ένα εξωτερικό ιατρείο με πελάτες τους ασθενείς που χρειάζονται θεραπεία και «εξυπηρετητές» το νοσοκομειακό προσωπικό.
- 3) Το μοντέλο infinite – server, όπου μακροσκοπικά θα μπορούσε να προσομοιωθεί το εθνικό σύστημα υγείας, ή σε μικροσκοπικό πλαίσιο, το πέρασμα μιας τοξίνης από το στομάχι.
- 4) Το δίκτυο ή αλλιώς μια συλλογή αλληλοσχετιζόμενων ουρών διαφορετικών τύπων.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Ο χρόνος αναμονής στο τμήμα εισαγωγής μπορεί να μειωθεί με την εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων, την κατανόηση των βέλτιστων πρακτικών και τη δέσμευση για αλλαγή. Π.χ., τα μοντέλα ουράς της δραστηριότητας στο τμήμα υποδοχής, έχουν ένα ευρύ φάσμα πιθανών εφαρμογών. Η προσομοίωση ροής των ασθενών εκτιμά την κρίσιμη χωρητικότητα διαφόρων παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για τον συνωστισμό.

B. ΡΟΗ ΑΣΘΕΝΩΝ

Μια Μονάδα Υγείας λειτουργεί αποτελεσματικά όταν χαρακτηρίζεται από υψηλή είσοδο ασθενών, χαμηλούς χρόνους αναμονής, μικρή παραμονή στην κλινική, χαμηλό αριθμό υπερωριών, με παράλληλη επαρκή απασχόληση του προσωπικού και μικρούς χρόνους αδράνειας των ιατρών. Οι εφαρμογές της ροής των ασθενών αφορούν κυρίως εξωτερικά ιατρεία, όπου ο χρόνος εισόδου των ασθενών ποικίλλει και κατά συνέπεια η σειρά με την οποία εξυπηρετούνται οι ασθενείς μπορεί να ελεγχθεί από το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό. Για αυτό το σκοπό έχουν εξετασθεί διάφορες πολιτικές, όπως αυτή της 'γρήγορης λωρίδας' (fast track lane), για τους ασθενείς με χαμηλή προτεραιότητα, καθώς και ημιπαράλληλες ουρές αναμονής.

Στα πλαίσια του ανταγωνισμού η λειτουργική επάρκεια, δε διασφαλίζει τη στρατηγική επικράτηση μιας μονάδας υγείας έναντι του ανταγωνισμού. Υπάρχουν παράγοντες, που ιδιαίτερα στην ελληνική πραγματικότητα, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του μεριδίου αγοράς μιας μονάδας υγείας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής:

- Φήμη ιατρών
- Ποιότητα κτιριακών και ιατρικών εγκαταστάσεων
- Τοποθεσία
- Κατάσταση ασφαλιστικών ταμείων
- Δίκτυο παραπομπής ασθενών από εξωτερικούς ιατρούς
- Τιμοκατάλογος
- Λειτουργία εξωτερικών ιατρείων κ.α.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Η λειτουργική επάρκεια μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα της υπηρεσίας εξυπηρέτησης και διαμονής μειώνοντας τα περιττά έξοδα και αξιοποιώντας καλύτερα τους κτιριακούς πόρους της μονάδας (κλίνες, ιατρικά μηχανήματα, εξωτερικά ιατρεία, ER Εντατική Μονάδα). Όμως δεν είναι ο μόνος παράγοντας που θα επηρεάσει τον αριθμό των εξυπηρετούμενων ασθενών.

Η ροή των ασθενών επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

1. Προγραμματισμός και εισαγωγή ασθενών
2. Σχήματα και σχέδια πορείας και ροής
3. Προγραμματισμός και διαθεσιμότητα των πόρων

Πιο αναλυτικά:

B.1 Χρονοπρογραμματισμός και εισαγωγή ασθενών

Οι εφαρμογές αυτές αφορούν τον τρόπο με τον οποίο προγραμματίζεται η είσοδος των ασθενών. Έτσι, τα περισσότερα μοντέλα επικεντρώνονται στην προσομοίωση συστημάτων με ομοιόμορφη κατανομή ζήτησης των ασθενών, ενώ άλλα χρησιμοποιούν εναλλακτικούς κανόνες προγραμματισμού των ασθενών, όπως άφιξη ασθενών σε συγκεκριμένο χρόνο, περισσότερους ασθενείς στην αρχή και λιγότερους στο τέλος της βάρδιας, προγραμματισμός σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα κ.α. (Jun, J.B. et al., 1999).

Η κάθε μονάδα αναπτύσσει ένα σύστημα κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο κλείνονται τα ραντεβού, σε ότι αφορά τις παραμέτρους άφιξης και διάρκειας, καθώς και την αντιστοίχιση ασθενή με τον κατάλληλο ιατρό και τους πόρους της μονάδας. Ο χρονοπρογραμματισμός αποτελεί ένα ισχυρό παράγοντα επιρροής της ροής ασθενών, και όταν έχει σχεδιαστεί κατάλληλα, μπορεί να μειώσει περιττά κόστη και χρόνους αναμονής.

Συγκεκριμένα για την υγεία, μελέτες που αφορούν στις νοσοκομειακές μονάδες, συνήθως αφορούν τα εξωτερικά ιατρεία, όπου και ο χρονοπρογραμματισμός έχει μεγάλη σημασία.

Τα εξωτερικά ιατρεία δεν είναι το μόνο τμήμα ενός Νοσοκομείου που υπόκειται σε χρονοπρογραμματισμό.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Οι Murphy και Sigal πειραματίστηκαν με ένα διάγραμμα χρονοπρογραμματισμού χειρουργείου και με την ανάθεση χειρουργικού χρόνου ανά ιατρό.

Σε μια πιο σύνθετη έρευνα των Fitzpatrick et al. εξετάστηκε η χρήση τριών χρονοδιαγραμμάτων:

- i. Σταθερό, που αφορά στην ίδια διάρκεια για κάθε κενή θέση του διαγράμματος κάθε μέρα
- ii. Μεταβλητό, που αφορά στην προσαρμογή του χρονοπρογραμματισμού ανάλογα με την εποχική ζήτηση
- iii. Μεικτό, που αναθέτει σταθερό χρονοπρογραμματισμό για κάποιες δραστηριότητες και μεταβλητό για άλλες.

Το πείραμα έδειξε ότι το μεταβλητό μοντέλο είναι στο σύνολό του ανώτερο των άλλων δύο.

B.2 Συστηματικά σχέδια ροής

Οι σύγχρονες εφαρμογές στην προσομοίωση επιτρέπουν το σχεδιασμό και την μοντελοποίηση πολύπλοκων ροών ασθενών καθώς και τον πειραματισμό με αλλαγές σε αυτές τις ροές. Οι περισσότερες σύγχρονες μονάδες υγείας είναι αρκετά πολύπλοκες στον σχεδιασμό ροής ασθενών και πόρων και αυτό προσδίδει στην προσομοίωση πλεονέκτημα, ειδικά στην περίπτωση επειγόντων περιστατικών. Στα επείγοντα περιστατικά η άφιξη ασθενών είναι απρόβλεπτη, όπως απρόβλεπτη είναι και η κατάσταση της υγείας τους. Αυτό που μπορεί να προγραμματιστεί όμως είναι η διαδικασία αντιμετώπισης των ασθενών σε όρους ροής μέσα στο σύστημα σε καθορισμένες κατευθύνσεις.

Μια έρευνα (Garcia et al. 1995) μελετά την επίδραση της ταξινόμησης των ασθενών κατά προτεραιότητα με βάση την σοβαρότητα της ασθένειας. Οι περισσότερες μονάδες εντατικής θεραπείας δίνουν άμεση προτεραιότητα στα πιο επείγοντα περιστατικά αυξάνοντας έτσι τον χρόνο αναμονής των ελαφριών περιστατικών. Στη συγκεκριμένη έρευνα προτάθηκε και μελετήθηκε μια 'οδός ταχείας εξυπηρέτησης' στην οποία τα ελαφρά περιστατικά εξυπηρετούνταν αποκλειστικά, με τη δέσμευση ελάχιστων πόρων βελτιστοποιώντας έτσι τους χρόνους αναμονής των ασθενών αυτών.

Οι Kraitsik και Bossmeyer βασίζονται στα αποτελέσματα της έρευνας αυτής,

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

πρόσθεσαν ένα εργαστήριο στην «ταχεία οδό» για την ανάλυση συχνών τεστ ρουτίνας.

Οι Kirtland et al μείωσαν σημαντικά (38 λεπτά) τον χρόνο αναμονής σε μια Μονάδα Εντατικής Θεραπείας με τη χρήση της ταχείας οδού, την τοποθέτηση των ασθενών στην περιοχή θεραπείας, και την άμεση εργαστηριακή ανάλυση. Η ιδέα της «ταχείας οδού» χρησιμοποιήθηκε και σε επόμενες έρευνες, είτε με την προσθήκη μιας επιπλέον αίθουσας, είτε με την αλλαγή διαδικαστικών πολιτικών, ενώ επιχειρήθηκε βελτιστοποίησης της απόδοσης των μονάδων εντατικής θεραπείας.

Οι Lixiang Jiang και Ronald E. Giachetti (2007) ασχολήθηκαν με τον συνολικό χρόνο παραμονής ενός ασθενή σε ένα εξωτερικό ιατρείο και την αποτελεσματικότητα της τακτικής των παράλληλων διεργασιών για την μείωσή του. Αποδείχθηκε ότι η τακτική των παράλληλων διεργασιών μειώνει το συνολικό χρόνο αποκλειστικά και μόνο για τις κατηγορίες ασθενών που χρειάζονται παραπάνω από μια διαγνωστική ή/και επεμβατική παρέμβαση.

Γ. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΟΡΩΝ

Ο χρονοπρογραμματισμός των ασθενών και ο καταμερισμός τους σε ανθρωπίνους πόρους δεν αποτελεί το μοναδικό ενδιαφέρον για την διοίκηση της υγείας. Μεγάλο ενδιαφέρον σημειώνει και η χρήση προσομοίωσης για το χρονοπρογραμματισμό των πόρων (π.χ. προσωπικό) ενώ ο αριθμός πελατών παραμένει σταθερός. Είναι δηλαδή, συστήματα τα οποία προσαρμόζουν το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό ανάλογα με τη ζήτηση και την άφιξη των ασθενών, η οποία και παραμένει αμετάβλητη.

Τέτοια παραδείγματα είναι χρήσιμα ιδιαίτερα σε Δημόσια Νοσοκομεία, όπου οι διοικήσεις αφού δεν μπορούν να μεταβάλλουν τις αφίξεις ασθενών προγραμματίζουν τους πόρους τους.

Η ιδέα όμως να χρησιμοποιηθεί ο προγραμματισμός ασθενών και πόρων μπορεί να βελτιώσει την απόδοση ενός Νοσοκομείου όπως έδειξε η έρευνα των Alessandra et al. (1978). Στη συγκεκριμένη έρευνα αναλύθηκαν οκτώ διαφορετικά σενάρια, διαφοροποιώντας τον προγραμματισμό του προσωπικού σε επίπεδα απασχόλησης και την ροή των ασθενών.

Σε μια παρόμοια έρευνα του 1991 από τον Mukherjee στην προσπάθεια για έλεγχο

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

του κόστους σε ένα φαρμακείο, ένα μείγμα στελέχωσης απέδωσε μειωμένες ώρες αναμονής.

Ένα πεδίο που επίσης μελετήθηκε είναι το νοσοκομειακό προσωπικό και η κατανομή του σε αίθουσες μεγάλης πίεσης όπως αυτές της εντατικής. Το καθαρά οικονομικό κίνητρο είναι η μείωση του κόστους με ταυτόχρονη διατήρηση του επιπέδου της παρεχόμενης ποιότητας.

Η Αναλυτική μεθοδολογία προσομοίωσης των κλινικών επισκέψεων με εμπειρικά δεδομένα (Tugba Cayirli, Emre Veral και Harry Rosen, 2006), έδειξε ότι χαρακτηριστικά των επισκέψεων όπως μη προγραμματισμένα ραντεβού, απουσία ασθενούς σε προγραμματισμένα ραντεβού, συνέπεια και συνολικός όγκος συνεδριών, επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων συναντήσεων.

Δ. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΟΡΩΝ

Οι διοικητές υγειονομικών μονάδων δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για την αξιοποίησή των πόρων των ιατρικών μονάδων σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, για το γεγονός ότι είναι ακριβοί και δυσεύρετοι.

Δ.1 Κατανομή Κλινών

Εκτός από το καθαρό χρηματοοικονομικό αποτέλεσμα, η πληρότητα των κλινών θεωρείται το βασικότερο επιχειρησιακό χρηματοοικονομικό κριτήριο αξιολόγησης μιας νοσοκομειακής μονάδας, λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι πρακτικά αδύνατο ένα Νοσοκομείο να παρουσιάζει 100% πληρότητα (συνήθως το 80% πληρότητας θεωρείται μέγιστο, καθώς χάνονται οι μέρες κατά την αλλαγή ασθενών). Το ποσοστό αυτό υπολογίζεται ως το πηλίκιο του συνολικού αριθμού των ημερών νοσηλείας προς το θεωρητικά μέγιστο δυνατό αριθμό ημερών προς νοσηλεία. Πχ, αν ένα Νοσοκομείο διαθέτει 20 κλίνες, και σε έναν μήνα έχει νοσηλεύσει ασθενείς συνολικά 200 ημερών τότε η πληρότητα του το συγκεκριμένο μήνα είναι $200 / (20 * 30 \text{ ημέρες}) = 200 / 600 = 33\%$.

Ένα ιδιωτικό Νοσοκομείο μπορεί να είναι πιο επικερδές σε μικρότερα επίπεδα πληρότητας από ότι σε μεγάλα, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πιο σημαντικός παράγοντας

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

είναι η μέση παραμονή των ασθενών και ο τρόπος τιμολόγησης της Νοσοκομειακής μονάδας. Η μέση παραμονή καθορίζει το ρυθμό ανανέωσης των ασθενών. Η τιμολόγηση των υπηρεσιών ενός ιδιωτικού Νοσοκομείου συνήθως γίνεται με εφάπαξ πακέτου νοσηλείας ή με χρέωση με βάση τις ημέρες νοσηλείας, το είδος του δωματίου, το μέγεθος της επέμβασης, το υλικό που αναλώθηκε και την αμοιβή του ιατρού. Σε κάθε τιμολόγηση, η μεγάλη μέση διαμονή θα μειώσει σημαντικά τα έσοδα της κλινικής, καθώς μόνο στο δεύτερο τύπο υπάρχει πρόβλεψη για αύξηση των εσόδων αναλογικά με τις μέρες παραμονής, αλλά ακόμα και σε αυτή τη περίπτωση αυτό το έσοδο είναι απλά ένα μικρό μέρος της συνολικής χρέωσης.

Η προσομοίωση, όσον αφορά τις κλίνες, ασχολείται και με την ικανότητα για εκμετάλλευση των κλινών σε περιπτώσεις υψηλής πληρότητας. Ένας ασθενής που ζητάει ένα συγκεκριμένο δωμάτιο δεν θα συμβιβαστεί εύκολα με κάτι κατώτερο (Ιδιαίτερα στον ιδιωτικό τομέα) και αντίστοιχα, δύσκολα θα πληρώσει παραπάνω για κάτι ακριβότερο. Η άρνηση της νοσηλείας σε ασθενείς λόγω πληρότητας φέρνει τους διοικητές των νοσοκομείων σε δύσκολη θέση, καθώς το κόστος είναι πολλαπλό: Το άμεσο έσοδο από τον νέο ασθενή, η μεταφορά αυτού του εσόδου στον ανταγωνισμό, και η δυσαρέσκεια του πελάτη που δεν εξυπηρετήθηκε. Η απόρριψη πελατών δεν αποτελεί τη μόνη δυσάρεστη επίπτωση του κακού προγραμματισμού. Η διαδρομή, η λάθος τοποθέτηση και τα εμπόδια μπορούν να μειώσουν αισθητά την παρεχόμενη ποιότητα.

Η ζήτηση των κλινών κατηγοριοποιείται ως εξής: στην έκτακτη και την προγραμματισμένη. Συχνό ζήτημα της προσομοίωσης είναι ο σχεδιασμός των νοσηλείων με τέτοιο τρόπο ώστε να καταπολεμείται η ανεπάρκεια κλινών.

Οι διοικητές έχουν να επιλέξουν μεταξύ δυο επιλογών: i) Να έχουν έτοιμες (άδειες) κλίνες για να αντιμετωπίσουν την ζήτηση, ή ii) Να παρουσιάσουν μια υψηλότερη πληρότητα (με τον κίνδυνο να μην μπορούν να εξυπηρετήσουν ασθενείς με επιτακτικές ανάγκες και ως εκ τούτου να χάσουν ένα μεγάλο έσοδο).

Οι Butler et al μελετούν την αναγκαστική κατανομή ασθενών σε άλλες πτέρυγες, λόγω υπερκάλυψης της πληρότητας στην πρώτη επιλογή τους. Τα ευρήματά τους αφορούν τη μείωση του μέσου χρόνου παραμονής και την εναλλαγή δωματίων ανά υπηρεσία. Και οι δύο παράγοντες μπορούν να μειώσουν την ανάγκη για επιλογή κατώτερης κατηγορίας κλίνης.

Δ.2 Ανάλυση Δωματίων

Αφορά την προσομοίωση με σκοπό την ανάλυση των δωματίων / αιθουσών των ιατρικών μονάδων. Στο εξωτερικό (και όχι τόσο στην Ελλάδα) έχει δημιουργηθεί η τάση για αυτόνομες χειρουργικές μονάδες, και παροχή τηλεϊατρικών υπηρεσιών. Το εργαλείο της προσομοίωσης μπορεί να βοηθήσει τους διοικητές στην λήψη αποφάσεων σχετικά με το σχεδιασμό μελλοντικών επεκτάσεων, συγχωνεύσεων ή νέων εγκαταστάσεων. Οι Iskander and Carter (1991) απέδειξαν ότι οι παρούσες εγκαταστάσεις ενός περιπατητικού κέντρου (walking clinic) μπορούσαν να ανταπεξέρθουν στα αυξημένα επίπεδα προβλεπόμενης ζήτησης, και προτείνουν απλά μια μικρή επέκταση του δωματίου αναμονής.

Δ.3 Ανθρώπινοι Πόροι

Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί ίσως το σημαντικότερο μέρος των πόρων, και το πιο συχνό αντικείμενο στην προσομοίωση και αυτό γιατί οι άνθρωποι πόροι θεωρούνται για την διοίκηση οι πιο ευμετάβλητοι, και φυσικά γιατί το κόστος τους είναι το μεγαλύτερο έξοδο. Οι ανθρώπινοι πόροι αποτελούν κριτήριο για τους ασθενείς στην αξιολόγηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών προς αυτούς.

Ο Stafford (1978) προχώρησε στην προσομοίωση ενός πανεπιστημιακού κέντρου υγείας με 14 υποσταθμούς. Στην έρευνα αυτή, ο φοιτητικός πληθυσμός χρησιμοποιήθηκε ως είσοδος στην προσομοίωση, αφού υπολογίστηκε με ιστορικά δεδομένα το επίπεδο της ζήτησης για ιατρικές υπηρεσίες στην πανεπιστημιούπολη. Ο πειραματισμός με τα δεδομένα των ασθενειών των φοιτητών σε διαφορετικά σενάρια υποδομών (τόσο σε επέκταση όσο και σε συγχώνευση μονάδων) και προσωπικού έδειξαν την στατιστική σημαντικότητα δύο μεγεθών (κατανομή και μέγεθος προσωπικού) στην δυναμικότητα και στους χρόνους αναμονής.

Η μελέτη του Bodtke et al. (1992) με την προσομοίωση τμήματος εντατικής, είχε ως συμπέρασμα ότι μια επένδυση σε νέο / καλύτερο μηχάνημα θα εξοικονομήσει ανθρώπινους πόρους.

Ο Klafehn (1989) με τη χρήση του Proof Animation της Wolverine Software, υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση του προσωπικού διατηρηματικά και διαλειτουργικά, μειώνει

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

τους μέσους χρόνους αναμονής των ασθενών.

Ε. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Σήμερα, ένα μέρος της κλινικής εκπαίδευσης πραγματοποιείται σε πραγματικά περιστατικά (συνήθως σε χαμηλού κινδύνου και με την παρουσία επιβλέποντος), όμως η ιατρική εκπαίδευση έχει αρχίσει να δίνει περισσότερο έμφαση σε θέματα ασφάλειας και ποιότητας παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Κατά συνέπεια, αναζητούνται νέοι τρόποι εκμάθησης και εξάσκησης.

Η χρήση τεχνολογιών προσομοίωσης στην Ιατρική έχει ως στόχο την αναπαραγωγή κλινικών περιστατικών με τον πιο πιστό και αξιόπιστο τρόπο σε ρεαλιστικές συνθήκες με απώτερο στόχο την αρτιότερη αξιολόγηση και καθοδήγηση του εκπαιδευόμενου χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τους ασθενείς.

Η ιατρική προσομοίωση έχει δανειστεί πολλά στοιχεία των επιτυχημένων πτητικών εξομοιωτών, οι οποίοι έχουν καθιερωθεί στον χώρο της αεροπορίας τα τελευταία 40 χρόνια.

Η έννοια της προσομοίωσης εκτός απ' την εκπαίδευση περιλαμβάνει και τον μαθηματικό – υπολογισμό. Πολλές φορές στην ιατρική επιστήμη χρησιμοποιούνται μοντέλα προσομοίωσης διαφόρων μικροσκοπικών φαινομένων, όπως το μοντέλο προσομοίωσης «Monte Carlo», το οποίο είναι ένα στατικό μοντέλο. Τέτοιου είδους μοντέλα καλούνται να περιγράψουν και να αναλύσουν ένα φαινόμενο σε μικροσκοπικό επίπεδο με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, όπως π.χ. τη δομή ενός ιστού ή μιας βλάβης. Η ιατρική προσομοίωση στην εκπαίδευση στοχεύει στη ρεαλιστική προσομοίωση μακροσκοπικών ζητημάτων που απασχολούν την ιατρική ρουτίνα, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί καλύτερη εκπαίδευση και αξιολόγηση των εκπαιδευομένων.

Τα πλεονεκτήματα της ιατρικής προσομοίωσης είναι τα εξής:

- *Μείωση του απαιτούμενου χρόνου εκπαίδευσης.*
- *Μείωση των ωρών εργασίας.*
- *Εξατομικευμένη εκπαίδευση* : Οι εκπαιδευόμενοι «αλληλεπιδρούν» με τον προσομοιωτή χωρίς απαραίτητα την παρουσία του εκπαιδευτή παρά μόνο κατά

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

την αξιολόγηση.

- *Επαναληπτική εξάσκηση* : Η εξάσκηση μπορεί να επαναλαμβάνεται στο ίδιο ή και σε διαφορετικό σενάριο με διαφορετικό βαθμό δυσκολίας.
- *Ποσοτική αξιολόγηση* : Οι επιδόσεις των εκπαιδευόμενων μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να συγκριθούν.
- *Ενσωμάτωση στο ακαδημαϊκό πρόγραμμα*: Η ιατρική προσομοίωση έχει τη δυνατότητα να ενσωματωθεί στην προπτυχιακή/μεταπτυχιακή εκπαίδευση αλλά ακόμα και στην απόκτηση ιατρικής ειδικότητας.
- *Εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα* : Η ρεαλιστική προσομοίωση σπάνιων κλινικών περιστατικών και σεναρίων επιτρέπουν την εκμάθηση σύνθετων γνώσεων και δεξιοτήτων.
- *Εξάσκηση σε πολύπλοκα περιστατικά* : Είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα της ιατρικής προσομοίωσης, αφού παρέχει τη δυνατότητα εκμάθησης και εξάσκησης σε ρεαλιστικά και εικονικά περιστατικά τα οποία χαρακτηρίζονται από αυξανόμενη πολυπλοκότητα και μεταβλητό βαθμό δυσκολίας.
- *Βελτίωση*: Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης των εντυπώσεων του εκπαιδευόμενου κατά τη διάρκεια ενός σεναρίου, για τη βελτίωση και προσαρμογή του ίδιου του σεναρίου αλλά και της απόδοσης του μαθητή.
- *Ασφάλεια*: Το περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται η προσομοίωση είναι ελεγχόμενο και επιτρέπει την εκμάθηση ιδιαίτερων δεξιοτήτων, οι οποίες δεν εξασκούνταν στην πράξη, αποτρέποντας έτσι π.χ. τα ιατρικά λάθη στη χειρουργική, τα οποία οφείλονται στην όχι και τόσο καλή επικοινωνία-συγχρονισμό μεταξύ των μελών της χειρουργικής ομάδας.
- *Ομαδική εκπαίδευση*: Μέσω της ιατρικής προσομοίωσης δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης επαγγελματιών υγείας διαφορετικών ιδιοτήτων κάνοντας χρήση της ίδιας μεθοδολογίας αλλά διαφορετικών σεναρίων στον προσομοιωτή.
- *Ανατομικά ρεαλιστικά μοντέλα – mannequins* : Στην ιατρική προσομοίωση χρησιμοποιούνται ομοιώματα (mannequins) υψηλής πιστότητας, εκ των οποίων πολλά διαθέτουν παθολογικές λειτουργίες (λειτουργικά μοντέλα), παρέχοντας έτσι την δυνατότητα ρεαλιστικής εξάσκησης επεμβατικών δεξιοτήτων, τα οποία ελέγχονται από Η/Υ.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Η Προσομοίωση ενθαρρύνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ανταλλαγή απόψεων, την επεξήγηση θέσεων, συναισθημάτων, αξιών και πεποιθήσεων, την ανάπτυξη κοινωνικών, πολιτικών, ψυχολογικών και εκπαιδευτικών εννοιών, δηλαδή όλα εκείνα τα στοιχεία που συνθέτουν την Επικοινωνιακή Μάθηση.

Σύμφωνα με το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ιατρικής (Kohn et. al., 2000), οι ελεγχόμενες συνθήκες, η δυνατότητα εκπαίδευσης σε ποικιλία προβλημάτων και επιπλοκών στον ίδιο «ασθενή», η ικανότητα αναπαραγωγής του περιστατικού και η δυνατότητα σωστής διαχείρισης διαφορετικών περιστατικών μέσα από πιθανά λάθη του εκπαιδευόμενου σε μοντέλα προσομοίωσης και όχι σε πραγματικούς ασθενείς, αποτελούν σημαντικά κίνητρα για την υιοθέτηση της ιατρικής προσομοίωσης σαν εκπαιδευτικό μοντέλο.

Η Ιατρική Προσομοίωση θα μπορούσε να ενταχθεί σε τέσσερις γενικές κατηγορίες:

- Ηλεκτρονική εκπαίδευση μέσω Η/Υ (ως επί των πλείστων γνώσεων και τεστ)
- Τυποποιημένοι ασθενείς (standardized patients) και
- Ομοιώματα υψηλής ποιότητας (high - fidelity mannequins).

Η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα προσομοίωσης με σκοπό να δώσει τη δυνατότητα αναπαραγωγής ολόκληρων επεμβάσεων και διαγνωστικών εξετάσεων. Το πρώτο ανθρώπινο ομοίωμα έκανε την εμφάνιση του τη δεκαετία του '50 με σκοπό την εκμάθηση τεχνικών εξασφάλισης αεραγωγού και ανάνηψης.

Μετά από μια δεκαετία δημιουργήθηκε ο πρώτος προσομοιωτής-ασθενής ο οποίος μπορούσε να ελεγχθεί από Η/Υ και στα τέλη της δεκαετίας του '80 δημιουργήθηκε μια ρεαλιστική κούκλα-προσομοιωτής που μπορούσε να αντιδράσει σε κινήσεις του εκπαιδευόμενου σε αυτή. Την ίδια χρονική περίοδο εμφανίστηκαν προσομοιωτές για εκπαίδευση στην αντιμετώπιση γεγονότων κρίσης σε μια χειρουργική επέμβαση. Μερικοί ερευνητές μάλιστα, αναφέρουν τη δημιουργία εκπαιδευτικών σεναρίων με τη βοήθεια ηθοποιών-ασθενών, με σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα (Kinnersley Paul, Roisin Pill, 1993).

Στις μέρες μας οι προσομοιωτές κούκλες αναπαράγουν ήχους φυσιολογικής και παθολογικής καρδιακής και πνευμονικής λειτουργίας, έχουν δυνατότητα εφίδρωσης,

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

μεταβολής της πίεσης, της αναπνοής, του καρδιακού ρυθμού και διακύμανσης της κόρης του ματιού.

Η Προσομοίωση στην Ιατρική παρέχει τη δυνατότητα αντικατάστασης των πραγματικών ασθενών με τυποποιημένους «εικονικούς» ασθενείς ή τεχνολογίες και μεθόδους που αναπαράγουν πραγματικά κλινικά σενάρια για θεραπευτικούς αλλά και για διαγνωστικούς σκοπούς. Οι τεχνολογίες αυτές χαρακτηρίζονται από απλές επιδείξεις και παρουσίαση σεναρίων στην οθόνη του υπολογιστή, προσομοιωτές χειρουργικών διαδικασιών αλλά ακόμα και ολόκληρες επεμβάσεις. Παράλληλα οι ιατρικοί προσομοιωτές υψηλής πιστότητας χρησιμοποιούνται και για την ανακατασκευή των συνθηκών που πλαισιώνουν το περιστατικό, όπως τα διαθέσιμα χρονικά περιθώρια καθώς και τα αποθέματα σε εργαλεία.

Η Ιατρική Προσομοίωση χρησιμοποιείται και ως “εργαλείο” εκμάθησης και εκπαίδευσης και σε προπτυχιακό επίπεδο. Οι τεχνικές προσομοίωσης αντικαθιστούν τις «παθητικές» παρουσιάσεις στους μαθητές, οι οποίες δεν αφήνουν περιθώρια για αλληλεπίδραση με το αντικείμενο, με διδασκαλία που επιτρέπει την εκμάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων και την διαδραστική εξάσκηση γνωστικών και κινητικών ικανοτήτων του μαθητή με το μοντέλο προσομοίωσης. Η προσομοίωση στην προπτυχιακή εκπαίδευση αφορά τις εξής κατηγορίες:

- Προπτυχιακές Βασικές Σπουδές : Η χρήση υπολογιστικών προσομοιωτών και ομοιωμάτων υψηλής πιστότητας συνεισφέρει στην πετυχημένη διδασκαλία της φυσιολογίας του ανθρώπινου σώματος.
- Φυσική Εξέταση : Η προσομοίωση χρησιμοποιείται και για περιπτώσεις διδασκαλίας τεχνικών φυσικής εξέτασης, όπως η εξέταση καρδιάς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο προσομοιωτής CPS (Cardiology Patient Simulator), ο οποίος έχει δυνατότητα αναπαραγωγής συμπτωμάτων και ήχων περισσότερων από 40 ασθενειών, όπως καρδιακοί τόνοι, αναπνευστικοί ήχοι κ.α.
- Πρακτική Άσκηση : Ένα παράδειγμα προσομοιωτή που χρησιμοποιείται κατά την πρακτική άσκηση έχει ως σκοπό την εκμάθηση και την εξάσκηση σταθεροποίησης του πολυτραυματία και είναι το λογισμικό ATLS (Advanced Trauma Life Support). Το συγκεκριμένο λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να συλλέξει το

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

ιστορικό του ασθενή, να λάβει μέτρα σταθεροποίησης της κατάστασής του και να εφαρμόσει τρόπους αποκατάστασης της βλάβης.

- Χειρουργική : Η εκπαίδευση με χρήση τεχνολογιών προσομοίωσης έχει βρει ιδιαίτερη εφαρμογή στη χειρουργική, όπου χρησιμοποιώντας εξειδικευμένους προσομοιωτές εικονικής πραγματικότητας οι εκπαιδευόμενοι αφομοιώνουν καλύτερα τις απαιτούμενες τεχνικές, βελτιώνοντας έτσι την απόδοσή τους σε ρεαλιστικές συνθήκες.

Με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, οι χειρουργοί απαιτείται να εκπαιδεύονται σε νέες τεχνικές και στη χρήση εξειδικευμένων εργαλείων-μηχανημάτων σε όλη τη διάρκεια της καριέρας τους. Αυτό όμως είναι αδύνατο λόγω των πεισμένων ωραρίων, με αποτέλεσμα η χρήση γραφικών μοντέλων αλληλεπίδρασης εργαλείων-ιστού (τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας) και προσομοιωτών υψηλού ρεαλισμού και πιστότητας να είναι πολύτιμη. Σήμερα οι προσομοιωτές χειρουργικής ποικίλλουν από απλούς προσομοιωτές ιατρικών πράξεων μέχρι και προσομοιωτές εικονικής πραγματικότητας ολοκληρωμένων χειρουργικών πράξεων (Λαπαροσκοπική Χειρουργική).

- Γυναικολογία : Σε αυτό τον κλάδο, σε σύγκριση με τον χειρουργικό έχει αναπτυχθεί μικρός αριθμός προσομοιωτών οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την κλινική εξέταση των εσωτερικών γεννητικών οργάνων. Επίσης υπάρχουν προσομοιωτές τοκετού οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να διαχειριστεί μια ρεαλιστική εκτέλεση του φυσιολογικού τοκετού. Κάποια άλλα παραδείγματα εφαρμογής εκπαιδευτικής προσομοίωσης στη γυναικολογία είναι η εκτίμηση της θέσης του εμβρύου, η εκμάθηση αμνιοπαρακέντησης με τη βοήθεια υπερήχων και η αντιμετώπιση επειγόντων γυναικολογικών περιστατικών. Επίσης, ορισμένοι από τους λαπαροσκοπικούς προσομοιωτές εικονικής πραγματικότητας εμπεριέχουν στο λογισμικό τους και γυναικολογικές επεμβάσεις, όπως η αντιμετώπιση έκτοπης κύησης.
- Αναισθησιολογία : Προσομοιωτές είτε με τη μορφή ομοιώματος είτε με τη μορφή λογισμικού εργαλείου μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιούνται για την εκμάθηση βασικών γνώσεων για την εισαγωγή της τεχνικής της παροχής αναισθητικού.
- Επείγοντα Περιστατικά: Οι δημοφιλέστερες εκπαιδευτικές εφαρμογές με

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

προσομοίωση αφορούν στην τοποθέτηση ενδοτραχειακού σωλήνα και στην ανάνηψη. Επίσης η προσομοίωση δημιουργεί καλύτερο επίπεδο ομαδικής λειτουργικότητας-συνεργασίας σε πραγματικές συνθήκες Νοσοκομείου και αντίδρασης σε κρίσιμα περιστατικά.

- Παιδιατρική : Σε αυτό τον κλάδο η προσομοίωση πραγματοποιείται συνήθως σε τυποποιημένους ασθενείς και ομοιώματα ανηλίκων. Υπάρχουν νέες εφαρμογές προσομοίωσης υψηλής πιστότητας που εστιάζουν στην ανάνηψη του νεογνού, όπου μέσω κάποιων μεθόδων στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της συνέργειας, της επικοινωνίας και των τεχνικών δεξιοτήτων των μελών της αντίστοιχης ιατρικής ομάδας.
- Κρίσιμη Φροντίδα: Η προσομοίωση συμβάλλει στην αποτελεσματική επικοινωνία και στη συνέργεια, δεξιότητες που πρέπει να υπάρχουν στον τομέα της κρίσιμης φροντίδας. Κατάλληλοι προσομοιωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν κ για επεμβατικές ιατρικές πράξεις, όπως η τοποθέτηση κεντρικής γραμμής.

Η εκπαίδευση μπορεί να είναι επωφελής, εφόσον οι φοιτητές έχουν τον πιο σημαντικό ρόλο στη διαδικασία. Οι φοιτητές θα πρέπει να αποφασίζουν για την πλέον κατάλληλη θεραπεία για τον «ασθενή», ώστε να μάθουν από τα λάθη τους και να λειτουργήσουν αυτοβούλως (G Alinier, B Hunt, R Gordon, 2006).

Η εκπαίδευση με προσομοίωση μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο για το ιατρικό προσωπικό αλλά και το νοσηλευτικό προσωπικό (M J Shapiro et al, 2004).

Από όλα τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι η προσομοίωση στην ιατρική εκπαίδευση αποτελεί ένα κλάδο εξαιρετικής σημασίας με πληθώρα εφαρμογών και πλεονεκτημάτων στην εκμάθηση και εξάσκηση επικοινωνιακών, τεχνικών και γνωστικών δεξιοτήτων. Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την δυνατότητα εξάσκησης σε ελεγχόμενο περιβάλλον, χωρίς την ύπαρξη του κινδύνου του λάθους, που εμφανίζεται στην εκπαίδευση πραγματικών συνθηκών.

Στόχος είναι η γνώση και η εξέλιξη έπειτα από μία εκπαίδευση η οποία χαρακτηρίζεται από πλήθος σεναρίων με ποικιλία σε ιατρικά περιστατικά. Ο ασθενής από την πλευρά του είναι πιο πρόθυμος να δεχτεί τις υπηρεσίες από κάποιον ο οποίος έχει εκπαιδευτεί με προσομοιωτικές μεθόδους γιατί η προσομοίωση εξασφαλίζει

καλύτερη ποιότητα ιατρικών υπηρεσιών καθώς αυξάνει το επίπεδο των δεξιοτήτων πριν την κλινική εφαρμογή τους.

3.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.3.1 Εκπαίδευση

Στην Ελλάδα η μέθοδος της προσομοίωσης στο χώρο της υγείας έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Σε κάποιες Πανεπιστημιακές κλινικές έχει ιδρυθεί κέντρο Ιατρικής Προσομοίωσης με κύριο σκοπό την εκπαίδευση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού.

Το κέντρο Ιατρικής Προσομοίωσης της Αναισθησιολογικής Κλινικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, διαθέτει διάφορους ανθρώπινους προσομοιωτές για την εκπαίδευση και την απόκτηση κλινικών δεξιοτήτων σε ποικιλία οξέων κλινικών καταστάσεων, εντός και εκτός της χειρουργικής αίθουσας, που απαιτούν άμεση, ιεραρχημένη και πειθαρχημένη αντιμετώπιση μέσα σε περιορισμένα χρονικά περιθώρια. Οι ανθρώπινοι προσομοιωτές υψηλής τεχνολογίας που ελέγχονται από τον υπολογιστή του εκπαιδευτή αναπαράγουν οξείες ή επείγουσες καταστάσεις και επιτρέπουν αληθινές ιατρικές πράξεις.

Το κέντρο Ιατρικής Προσομοίωσης διαθέτει επίσης προγράμματα Ιατρικής Προσομοίωσης σε υπολογιστές με περισσότερα από 100 σενάρια που δίνουν επίσης τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει ο εκπαιδευόμενος μια σειρά κλινικών καταστάσεων, ενώ καταγράφονται οι χειρισμοί και βαθμολογείται ο εκπαιδευόμενος.

Οι εκπαιδευτικές δυνατότητες του κέντρου Ιατρικής προσομοίωσης της Αναισθησιολογικής κλινικής είναι οι εξής:

- Εκπαίδευση σε προπλάσματα
- Εκπαίδευση με προπλάσματα υψηλής ποιότητας
- Προσομοίωση σεναρίων επειγόντων περιστατικών και κρίσιμων συμβάντων στην Αναισθησιολογία και στην Εντατική Θεραπεία (διάγνωση, θεραπεία, συζήτηση)
- Εκπαίδευση με προγράμματα υπολογιστών

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

- Προσομοίωση χορήγησης σεναρίων καταστολής για ενδοσκόπηση

Το Κέντρο Ιατρικής Προσομοίωσης (ΚΙΠ) του Εργαστηρίου Ιατρικής Φυσικής (ΕΙΦ) της Ιατρικής Σχολής Αθηνών παρέχει σύγχρονα προγράμματα ιατρικής εκπαίδευσης με τη βοήθεια προσομοιωτών. Πρόσφατα, πήρε διαπίστευση από το Αμερικανικό Κολέγιο Χειρουργών (American College of Surgeons – ACS) στο ανώτατο δυνατό επίπεδο (Level I) και είναι σήμερα ένα από τα τέσσερα διαπιστευμένα κέντρα στην Ευρώπη, μαζί με το Imperial College στο Λονδίνο, το Karolinska Institute και το Lund στη Σουηδία. Ως εκ τούτου, όλα τα πιστοποιητικά εκπαίδευσης που χορηγούνται από το ΚΙΠ του ΕΙΦ φέρουν και τη διαπίστευση του ACS.

Τα προγράμματα που προσφέρονται μέχρι στιγμής, αφορούν τη φλεβοπαρακέντηση, τον ενδοφλέβιο καθετηριασμό, τις λαπαροσκοπικές τεχνικές, την ενδοσκόπηση και τη ρομποτική χειρουργική. Πολλά από αυτά περιλαμβάνουν ψυχομετρικά τεστ, που εκτιμούν, π.χ., την αντίληψη του χώρου που διαθέτει ο εκπαιδευόμενος στις ενδοσκοπικές τεχνικές, ειδικούς ιχνηλάτες (trackers) που καταγράφουν ψηφιακά τις κινήσεις των χεριών κ.ά. Η δυνατότητα ελεγχόμενης αναπαράστασης επιλοκών με τους προσομοιωτές επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να βιώσουν το αίσθημα του κινδύνου και της πίεσης, χωρίς να διακυβεύεται η ακεραιότητα των ασθενών.

Οι φοιτητές του τμήματος της Ιατρικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εκπαιδεύονται με την χρήση Avatars (ανθρωπόμορφων ειδώλων) για ασθενείς.

Οι εικονικοί ασθενείς αναπτύσσονται ως προσομοιώσεις ή αναπαραστάσεις ατόμων που εμπλέκονται σε υγειονομικές διαδικασίες δίνοντας τη δυνατότητα σε φοιτητές Ιατρικής και νέους γιατρούς για την απόκτηση συνδυασμού γνώσης και εμπειρίας.

Με τις προσομοιώσεις αφενός οι ασθενείς δε διατρέχουν κινδύνους από πιθανά λάθη των εκπαιδευομένων, αφετέρου οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα εξερεύνησης πολλαπλών επιλογών και θεραπευτικών προσεγγίσεων, σωστών ή και εσφαλμένων, χωρίς επιπτώσεις στους πραγματικούς ασθενείς. Επιπλέον, προβλήματα όπως αυτό της λήψης του ιατρικού ιστορικού έχουν σχεδιαστεί με βάση σύγχρονες πλατφόρμες που επιτρέπουν τη διενέργεια σεναρίων μέσα από «παιχνίδια».

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Εκτός από τα κρατικά ιδρύματα, λειτουργούν παράλληλα και Ιδιωτικά Κέντρα Ιατρικής Εκπαίδευσης τα οποία παρέχουν υπηρεσίες διεξαγωγής εκπαιδευτικών σεμιναρίων, που περιλαμβάνουν τη χρήση προσομοιωτή, προκειμένου να μπορούν να υλοποιηθούν εντός και εκτός Νοσοκομείου (Π.χ. εταιρεία Simuland).

Το αντικείμενο εκπαίδευσης μπορεί να είναι: Περιστατικά σε περιβάλλον Χειρουργείου, - Περιστατικά στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, - Περιστατικά στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών, - Παρακέντηση κεντρικών φλεβών - Ενδοοστική έγχυση, - Διαχείριση αεραγωγού – Βρογχοσκόπηση.

3.3.2 Μελέτες-Εφαρμογές

Η μέθοδος της μοντελοποίησης στο χώρο της Υγείας στην Ελλάδα, εκτός της εκπαίδευσης, έχει ελάχιστες εφαρμογές σε πρακτικό και ερευνητικό επίπεδο.

Σε σχετική ερευνητική εργασία, στα έκτακτα περιστατικά μίας Παθολογικής Μονάδας σε ένα Νοσοκομείο της Αθήνας (Αγία Όλγα) εφαρμόζεται ένα μοντέλο προσομοίωσης διακριτού χρόνου για τη μοντελοποίηση της ροής των ασθενών (Kostakis, H. and Kostakis, C., 2004).

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση ήταν το Simul8. Οι χρόνοι εξετάσεων και θεραπείας μοντελοποιήθηκαν με κανονικές κατανομές. Σκοπός του μοντέλου ήταν η εύρεση του κατά πόσο το σύστημα λειτουργεί αποτελεσματικά (σε σχέση με τον αριθμό των ιατρών και κρεβατιών και τη χρησιμοποίηση των πόρων αυτών) και η εξέταση εναλλακτικού σεναρίου για μείωση στον αριθμό των ειδικευόμενων ιατρών και αύξηση στον αριθμό των ιατρών, ενώ στοιχεία κόστους δεν περιλαμβάνονται στο μοντέλο.

Ο πειραματισμός του μοντέλου με το εναλλακτικό σενάριο έδειξε ότι το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει πιο αποτελεσματικά με τις αλλαγές αυτές στα επίπεδα των πόρων που χρησιμοποιούνται (δηλαδή των ιατρών), ενώ παράλληλα μπορεί να ελαχιστοποιηθούν οι χρόνοι αναμονής. Ταυτόχρονα, επιτυγχάνεται και μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης των πόρων.

Στο παράδειγμα αυτό, η προσομοίωση έδωσε συγκεκριμένους πραγματικούς

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

χρόνους αναμονής, κάτι το οποίο δεν ήταν μέχρι στιγμής διαθέσιμο και δεν είχε καταγραφεί.

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα που παρήγαγε το μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να αναλυθούν με τη μέθοδο της ομαδοποίησης. Καταγράφηκαν αποτελέσματα για ένα μήνα και για κάθε διάστημα χρόνου (time interval), με αποτέλεσμα να είναι γνωστή η συγκεκριμένη κατάσταση κάθε χρονική στιγμή σε όλους τους σταθμούς εξυπηρέτησης και σε όλες τις ουρές αναμονής. Η ομαδοποίηση έδωσε συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις καταστάσεις αυτές. Με αυτό τον τρόπο φανερώνεται οποιαδήποτε σχέση υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών (όπως για παράδειγμα η σχέση μεταξύ χρόνου αναμονής και χρησιμοποίησης των ειδικευόμενων ιατρών), καθώς και η ακριβής πιθανολογική σχέση (δηλαδή η συνδεδεμένη πιθανότητα) που υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών αυτών.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, η ομαδοποίηση δίνει έναν άλλον τρόπο ανάλυσης των αποτελεσμάτων που παράγονται με την προσομοίωση.

Η ομαδοποίηση σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρόβλεψη, για τον τρόπο με τον οποίο οι μεταβλητές συλλειτουργούν, δείχνοντας την πιθανότητα εμφάνισης των τιμών των μεταβλητών μαζί. Συνολικά, η πρόβλεψη αυτή δείχνει μία πραγματική κατάσταση της λειτουργίας της Παθολογικής Μονάδας εκτάκτων περιστατικών σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Σε σχετική μελέτη (Τσιτσιιάδης, 2009) σε διάφορο κέντρο παροχής διαγνωστικών υπηρεσιών στην Αθήνα, με αρκετή κίνηση και πιστή πελατεία, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της μοντελοποίησης για την:

- Κατασκευή ενός επικυρωμένου μοντέλου που να μετράει την παρούσα απόδοση του κέντρου,
- Μελέτη του συστήματος με αυξημένη κίνηση,
- Προετοιμασία μιας μελλοντικής μελέτης σχεδιασμού του νέου διαγνωστικού και
- Τις συνέπειες τυχόν συνένωσης των 2 γραμματειών.

Η διαχειρίστρια εταιρεία αποφάσισε να μετακομίσει το διαγνωστικό κέντρο σε πιο κεντρική τοποθεσία με στόχο την αύξηση της πελατείας του. Η κίνηση του κέντρου

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

αυξάνεται συνεχώς, γεγονός που θα ενισχυθεί με τη μετακόμιση του, οπότε θα πρέπει η διοίκηση του να είναι έτοιμη να αντιμετωπίσει την αυξημένη ζήτηση, με όσο το δυνατόν αποδοτικότερες, λειτουργικές ρυθμίσεις. Ο διοικητικός διευθυντής θέλει αφενός να μάθει τον τρόπο με τον οποίο θα ανταποκριθεί το κέντρο στη νέα κατάσταση με τον παρόντα σχεδιασμό, και αφετέρου να δοκιμάσει αλλαγές στο κέντρο σε πειραματικό

Από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, προέκυψε ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα στην εξυπηρέτηση των πελατών (Χρόνος αναμονής). Η μεταφορά του κέντρου σε έναν όροφο και η συγχώνευση των γραμματειών σε μια κοινή, φαίνεται να έχει θετικές επιδράσεις στην απόδοση του συστήματος.

Το κέντρο μπορεί με τις υπάρχουσες δομές (πόροι, θέσεις εργασίας) να ανταποκριθεί σε αυξημένη ζήτηση χωρίς να απολέσει σημαντικό μέρος της απόδοσής του.

Από την άλλη πλευρά η επανεξέταση των αποτελεσμάτων ανέδειξε την ανάγκη για καλύτερες μεθοδολογίες πειραματισμού, ειδικά στις περιπτώσεις των προβλέψεων/μελλοντικών σεναρίων. Η συντήρηση του μοντέλου και η αναβάθμισή του είναι απαραίτητη για τη μετέπειτα αξιοποίηση του.

Το πιο σημαντικό ίσως αποτέλεσμα είναι ότι μια φαινομενικά επιτυχημένη περίπτωση υπόθεσης προσομοίωσης δεν εγγυάται απαραίτητα μακροπρόθεσμα σημαντικά αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν διάφορες μελέτες περίπτωσης εφαρμογών προσομοίωσης σε Νοσοκομειακές Μονάδες σε άλλες χώρες.

4.1 Προεγχειρητικές υπηρεσίες στο Νοσοκομείο HCA

Το Νοσοκομείο HCA στη νοτιοανατολική Αμερική προγραμματίζε να αλλάξει της δραστηριότητές του ώστε να παρέχει προεγχειρητικές υπηρεσίες σε προγραμματισμένα εξωτερικά ιατρεία, την ημέρα πριν από τη χειρουργική επέμβαση.

Δημιουργήθηκαν ερωτήματα αναφορικά με το επίπεδο και την πειθαρχία του προσωπικού, τη φυσική ικανότητα και τις ώρες λειτουργίας της σχεδιαζόμενης εγκατάστασης. Ενώ όλα τα εμπλεκόμενα μέρη πρότειναν τις δικές τους προσωπικές λύσεις, δεν είχε επιτευχθεί συναίνεση πριν από την επικείμενη μοντελοποίηση. Η προσομοίωση έδωσε τη δυνατότητα να εξεταστεί κάθε πιθανή λύση, καθώς και οι πιο αποτελεσματικοί συνδυασμοί.

Η διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου αυτού του προγράμματος προσομοίωσης προχώρησε γρήγορα και εύκολα, κυρίως λόγω της δέσμευσης, της συνεργασίας και της συμμετοχής της ανώτερης διοίκησης.

Οι λειτουργικοί και επιχειρησιακοί στόχοι ήταν σαφώς διατυπωμένοι σε αυτό το έργο, πριν καν σχεδιαστεί οποιαδήποτε προσομοίωση. Αυτό μπορεί να ήταν ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την ταχεία ανάπτυξη και την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου αυτού. Ο κύριος στόχος ήταν η μείωση κατά 50% σε σχέση με τις τρέχουσες πρακτικές του χρόνου αναμονής των ασθενών ενώ ένας δεύτερος στόχος ήταν η μείωση του συνολικού χρόνου παραμονής των ασθενών στη Μονάδα. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ήταν το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σύστημα υγείας είχε τρεις δορυφορικές κλινικές, οι οποίες είχαν αμφίβολο μέλλον. Μέρος από το φορτίο των ασθενών θα μπορούσε να μεταφερθεί σε αυτή τη κλινική, εάν μία, δύο ή ίσως και όλες οι δορυφορικές κλινικές έκλειναν.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Ο παραδοσιακός σχεδιασμός και προγραμματισμός των χώρων είχε δημιουργήσει ένα καλό μη δοκιμασμένο σχέδιο, στο οποίο περιγράφονταν τρεις τύποι ασθενών: Οι προεγχειρητικοί ασθενείς, οι ασθενείς αρτηριογραφίας και οι ασθενείς που παραπέμπονται από τα ιατρεία.

Οι προεγχειρητικοί ασθενείς ήταν οι περισσότεροι (12.000 ασθενείς ετησίως), οι ασθενείς αρτηριογραφίας ήταν οι λιγότεροι (1000 περίπου, μεταξύ των ωρών δέκα και μισή το πρωί με δύο και μισή το μεσημέρι) και οι ασθενείς που παραπέμπονται από τους γιατρούς τους και έρχονται μόνοι τους στο Νοσοκομείο κυμαίνονταν από 4000 έως και 8000.

Αναπτύχθηκαν διαγράμματα ροής για να περιγράψουν τις διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων των μονοπατιών που ακολουθεί ο ασθενής με σημεία αποφάσεων και διαφορικά ποσοστά πορείας, καθώς και χρονοισμοί διαδικασιών με βάση την ταξινόμηση των ασθενών. Η προτεινόμενη στελέχωση σημειώθηκε σε συνδυασμό με το προβλεπόμενο φορτίο ασθενών.

Το πρόγραμμα Lanner's Witness επελέγη ως το λογισμικό προσομοίωσης για το έργο αυτό με κριτήριο ανάλογες προηγούμενες επιτυχημένες εγκαταστάσεις. Τα σχέδια Auto-Cad του χώρου εισήχθησαν στο μοντέλο και τα δωμάτια «δημιουργήθηκαν» και προγραμματίστηκαν με τα βήματα της διαδικασίας και τις σχετικές κατανομές χρόνου, καθώς και τις απαιτήσεις στελέχωσης. Δημιουργήθηκαν οι διαφορετικοί τύποι ασθενών, και τους δόθηκαν χαρακτηριστικά που θα χρησιμοποιηθούν στη συλλογή και καταγραφή των χρόνων αναμονής και του συνολικού χρόνου παραμονής στην εν λόγω εγκατάσταση. Ορίστηκαν ιστογράμματα για την εμφάνιση των χρόνων αναμονής και συνολικών χρόνων ανά τύπο ασθενή, ενώ δημιουργήθηκαν σχεδιαγράμματα με χρονοσειρές τα οποία απεικόνιζαν το συνολικό φορτίο των διαφόρων τύπων των χώρων της εγκατάστασης.

Επισημάνθηκαν αρκετές άμεσες συμφορήσεις καθώς το μοντέλο άρχισε να λειτουργεί με όλους τους ασθενείς, το προσωπικό και τα δωμάτια προγραμματισμένα για την αρχική τους κατάσταση.

Διαπιστώθηκε ότι η αξιοποίηση του προσωπικού για δύο από τους τύπους ασθενών ήταν πολύ χαμηλή, παρόλο που το σύνολο του προσωπικού ήταν σε βάρδια για 12 ώρες την ημέρα 7 ημέρες την εβδομάδα. Σε αυτή τη μικρή μονάδα, λειτουργεί επίσης μια

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

αίθουσα ακτινογραφιών και διαπιστώθηκε ότι υπήρχε συνωστισμός απόφραξης ήταν στα δωμάτια εξέτασης κατά το στάδιο πριν από την ακτινογραφία. Η αρχική αντίδραση ήταν να διπλασιαστεί η δυναμικότητα του ακτινογραφικού με περισσότερο εξοπλισμό και χώρο.

Όλα αυτά τα προβλήματα στις λειτουργίες ήταν εύκολο να ποσοτικοποιηθούν και διάφορες λύσεις εξετάστηκαν και δοκιμάστηκαν. Κάθε ένα από τα μέλη του προσωπικού του Νοσοκομείου, καθώς και η ομάδα σχεδιασμού του χώρου είχαν τις δικές τους ιδέες τους για να διορθώσουν το πρόβλημα.

Πολλά προβλήματα επιλύθηκαν και ένα σημαντικό ποσό αποταμιεύτηκε κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, ως αποτέλεσμα των αλλαγών που απορρέουν από τις πληροφορίες που παρέχονται από την προσομοίωση.

Ο διαχωρισμός του προσωπικού σε δύο επικαλυπτόμενες βάρδιες, επέτρεψε την πλήρη κάλυψη του τμήματος της ημέρας με την περισσότερη κίνηση και επέτρεψε τη δυνατότητα λειτουργίας σε ένα πιο διευρυμένο ωράριο σε σχέση με ότι είχε αρχικά σχεδιαστεί, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος των υπερωριών που παραγόταν στο αρχικό σχέδιο λειτουργίας.

Οι θέσεις προσωπικού που υπολειτουργούν θα μπορούσαν να συνδυαστούν με έναν πολύ-ειδικευμένο εργάτη, μειώνοντας δύο εργάτες πλήρους απασχόλησης από τις διαδικασίες.

Προσθέτοντας ένα χώρο αναμονής έξω από το δωμάτιο του ακτινογραφικού εξαλείφτηκε ο συνωστισμός σε αυτό.

Χρησιμοποιώντας τη διαδικασία προσομοίωσης ως ένα κομβικό σημείο για την εξέλιξη του έργου αυτού, τέθηκαν πολλά ερωτήματα σχετικά με την προγραμματισμένη προεγχειρητική διαδικασία, τα οποία δεν θα είχαν τεθεί πόσο μάλλον απαντηθεί. Σε αυτή τη συλλογική προσπάθεια, συμφώνησαν τα διάφορα μέλη της ομάδας (οι άνθρωποι της εγκατάστασης, η διοίκηση, οι γιατροί, οι νοσοκόμες, οι αρχιτέκτονες) ότι τα σχέδια ήταν τα σωστά.

4.2 Νέος νοσοκομειακός σχεδιασμός για το Sarasota Memorial Hospital –Αμερική

Στο Sarasota Memorial Hospital χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της προσομοίωσης για να δοκιμαστεί ο τμηματικός σχεδιασμός στο στάδιο των σχεδίων της ανακαίνισης του, συνολικής αξίας 147 εκατομμυρίων δολαρίων, ώστε να εξασφαλισθεί ότι οι νέοι σχεδιασμένοι/ανακαινισμένοι χώροι, θα είναι αποτελεσματικοί και λειτουργικοί. Ουσιαστικά, οι χώροι θα έπρεπε να πληρούν τους επιχειρησιακούς στόχους, ενώ θα πραγματοποιούταν και λειτουργική βελτιστοποίηση των διαθέσιμων χώρων.

Η αποσαφήνιση των επιχειρησιακών στόχων, η συλλογή και σύνοψη των δεδομένων και ο έλεγχος του σχεδιασμού μέσω της προσομοίωσης, είχε ως αποτέλεσμα ένα έργο στο οποίο πραγματοποιήθηκε τεράστια εξοικονόμηση στον τομέα της κατασκευής και του λειτουργικού κόστους και βελτίωση της εξυπηρέτησης των ασθενών.

Εισαγωγή

Το Νοσοκομείο Sarasota Memorial Hospital είναι ένα Νοσοκομείο 885 κλινών που βρίσκεται στη δυτική ακτή της Φλόριντα. Το Νοσοκομείο διαθέτει ιατρική/χειρουργική, ψυχιατρική κλινική, εξειδικευμένο νοσηλευτικό προσωπικό και υπηρεσίες επειγόντων περιστατικών, ενώ απασχολεί πάνω από 2700 εργαζόμενους. Η συνεχιζόμενη στροφή από την παροχή ενδονοσοκομειακών υπηρεσιών, σε υπηρεσίες παρεχόμενες μέσα από εξωτερικά ιατρεία, οδήγησε σε μια ανάγκη για κατασκευή πρόσθετου χώρου και για αναδιάρθρωση του υπάρχοντος χώρου.

Το τμήμα Συντήρησης του Νοσοκομείου κλήθηκε να συμμετάσχει στην ομάδα σχεδιασμού για να διασφαλίσει ότι το σχέδιο των εγκαταστάσεων θα αντιμετωπίσει τα πραγματικές ανάγκες αποτελεσματικά.

Ως υποψήφια για προσομοίωση προσδιορίστηκαν τα μεγαλύτερα έργα, επειδή:

- Είχαν πιθανές οικονομικές επιπτώσεις
- Είχαν αντίκτυπο στην ποιότητα των υπηρεσιών προς τον ασθενή
- Υπήρχαν αβεβαιότητες στις τρέχουσες προδιαγραφές σχεδιασμού
- Προέκυπταν σημαντικά οφέλη από την προσομοίωση

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Επιλέχθηκαν τέσσερα τμήματα για την αρχική αξιολόγηση. Αυτά τα τμήματα είναι: Επεμβατική Καρδιολογία, Περιεγχειρητικές Υπηρεσίες, Απεικόνιση και Μαιευτική. Η ομάδα σχεδίασε τους σκοπούς και τους στόχους για κάθε ένα από τα μοντέλα και τα έργα ξεκίνησαν σε χρονικά διαστήματα τριών μηνών.

Επεμβατική Καρδιολογία

Ο σκοπός αυτού του μοντέλου ήταν να δοκιμάσει τον αριθμό των απαιτούμενων κλινών προετοιμασίας / ανάκτησης. Η περιοχή προετοιμασίας / ανάκτησης είναι μια περιοχή όπου εισάγονται οι ασθενείς, διασωληνώνονται και λαμβάνουν φαρμακευτική αγωγή προ-καθετηριασμού. Μετά από τη εγχείρησή τους, οι ασθενείς επιστρέφουν σε αυτήν την περιοχή για να ανακτήσουν αισθήσεις για ένα χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από μία έως έξι ώρες. Η προσομοίωση έδειξε ότι ήταν απαραίτητες οκτώ λιγότερες κλίνες ανάκτησης και η προκύπτουσα εξοικονόμηση σε χώρο επέτρεψε την δημιουργία ενός επιπλέον εργαστηρίου σε αυτό το σύμπλεγμα κτηρίων και όχι σε ξεχωριστό κτήριο, όπως είχε αρχικά προγραμματιστεί. Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ανέρχεται σε \$ 650.000 για λειτουργικές δαπάνες κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου, \$ 100.000 στο κόστος κατασκευής και \$ 50.000 σε δαπάνες εξοπλισμού.

Περι-εγχειρητικές Υπηρεσίες

Οι περι-εγχειρητικές υπηρεσίες παρέχονται στον εξωτερικό ασθενή πριν και μετά την επέμβαση. Το σχέδιο ανακαίνισης συμπεριλάμβανε μια κατασκευή που ήταν μόλις τριών ετών. Η αρχική δομή δεν είχε λειτουργήσει ποτέ καλά και ο διαχειριστής τροποποίησε τόσο τις εγκαταστάσεις, όσο και τη διαδικασία φροντίδας των ασθενών.

Το μοντέλο προσομοίωσης είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της προτεινόμενης ροής των ασθενών, τον επανασχεδιασμό ενός τμήματος της εγκατάστασης με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους κατασκευής 60.000 δολαρίων, την εξασφάλιση ότι η προτεινόμενη ροή του ασθενούς θα μπορούσε να λειτουργήσει επιτυχώς και ότι η χωρητικότητα των προσφερόμενων κλινών ήταν επαρκής.

Υπηρεσίες απεικόνισης

Το τμήμα απεικόνισης ήταν εκτός του χώρου και η ακτινολογική εμπειρία για τον ασθενή δεν ήταν σύμφωνη με τους στόχους του Νοσοκομείου. Οι χρόνοι αναμονής ήταν μεγάλοι, ο χώρος αναμονής ήταν υπερπλήρης και οι εξωτερικοί ασθενείς και οι νοσηλεύόμενοι βρίσκονταν στις ίδιες περιοχές θεραπείας. Άλλα σχέδια ανακαίνισης των εγκαταστάσεων είχαν ως αποτέλεσμα το τμήμα να απορροφήσει επιπλέον εξωτερικούς ασθενείς από άλλες περιοχές οι οποίες είχαν προγραμματιστεί για κατεδάφιση.

Αναπτύχθηκε ένα σχέδιο ανακαίνισης 5.000.000 δολαρίων το οποίο προβλέπει το διαχωρισμό των εσωτερικών ασθενών και των ασθενών στα εξωτερικά ιατρεία, ενώ προβλέπει στη βελτίωση της μέριμνας για τους δύο τύπους ασθενών. Τα μοντέλα προσομοίωσης απέδειξαν ότι η νέα μονάδα θα είναι υπερπλήρης από την πρώτη μέρα και δεν υπήρχε κανένα περιθώριο για τη μελλοντική ανάπτυξη. Ως αποτέλεσμα, διατέθηκε επιπλέον χώρος και ακολούθησε σημαντικός επανασχεδιασμός του τμήματος.

Μαιευτική

Η αβεβαιότητα σχετικά με τον απαιτούμενο αριθμό των κλινών προ του τοκετού και της λοχείας ξεκίνησε αυτό το πρόγραμμα προσομοίωσης. Ένα ολόκληρο νέο κτίριο για γυναίκες και παιδιά βρισκόταν στα χαρτιά, με πολλά κρεβάτια να χαρακτηρίζονται ως πολυδύναμα - π.χ. μετά τον τοκετό ή την παιδιατρική. Οι μεγάλες διακυμάνσεις του όγκου και των δύο υπηρεσιών έδειξαν ότι τα συγκεκριμένης χρήσης κρεβάτια θα ήταν μια αναποτελεσματική χρήση του χώρου. Το μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε για να προβλέψει τις απαιτήσεις σε κλίνες σε τρέχουσες και προβλεπόμενες ποσότητες.

4.3 Εξωνοσοκομειακός σχεδιασμός στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο και Ιατρικό Κέντρο του Stony Brook-Αμερική

Το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο και το Ιατρικό Κέντρο στο Stony Brook (UHMCSB) βρισκόταν σε μια περίοδο ριζικών αλλαγών υπό την ώθηση των ανταγωνιστικών πιέσεων για την παροχή υπηρεσιών διαχείρισης Φροντίδας και των

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

συνεχών προκλήσεων χρηματοδότησης που αντιμετωπίζει το Κρατικό Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης, μητρική εταιρεία του UHMCSB.

Το UHMCSB έχει γίνει πιο επιθετικό από ποτέ στην επιδίωξη της βελτίωσης ποιότητας των υπηρεσιών με ταυτόχρονο έλεγχο, αν όχι μείωση, του κόστους του. Το τμήμα Μηχανικών έχει υποστηρίξει τις προσπάθειες αυτές, παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες και αναλυτική υποστήριξη στην διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Το προηγούμενο έτος έγινε προσπάθεια να μειωθεί ο χρόνος αναμονής των ασθενών στα εξωτερικά ιατρεία. Το τμήμα Μηχανικών κλήθηκε να μελετήσει τα εξής εξωτερικά ιατρεία: Οικογενειακής Ιατρικής, Οφθαλμολογίας και Νευρολογίας. Οι μελέτες που έγιναν είχαν ως στόχο τη μείωση του χρόνου αναμονής των ασθενών.

Βασικά στοιχεία για την επιτυχία

Ο χρόνος αναμονής των ασθενών είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πολλών μεταβλητών σχετικά με τα εξωτερικά ιατρεία (π.χ., προγραμματισμός ραντεβού, στελέχωση κλινικής, αριθμός των ιατρών, δωμάτια, κ.λπ.). Ο καθορισμός του πώς η αλλαγή των μεταβλητών θα μπορούσε να επηρεάσει το χρόνο αναμονής των ασθενών απαιτεί ανάλυση «what if», που η μέθοδος της προσομοίωσης εκτελεί αποτελεσματικά.

Επικοινωνία και συμμετοχή

Πριν από την έναρξη κάθε μελέτης, η διοίκηση της κλινικής και τα πιο σημαντικά μέλη του προσωπικού ενημερώθηκαν για τη διαδικασία της προσομοίωσης και την αξία της στη μελέτη. Κατά τη διάρκεια της μελέτης, έμαθαν πώς κάθε στάδιο της διαδικασίας προσομοίωσης συμβάλλει στην επίτευξη του στόχου της μελέτης. Η εκπαίδευση του χρήστη ήταν βασισμένη στην πρακτική αξία της προσομοίωσης.

Το νοσηλευτικό προσωπικό συμμετείχε άμεσα στη μελέτη, από το στάδιο συλλογής δεδομένων μέχρι και την επικύρωση του μοντέλου. Μέσα από τη συμμετοχή, η κατανόηση και η εμπιστοσύνη του προσωπικού στη διαδικασία της προσομοίωσης, ενισχύθηκαν.

Εύχρηστο πρόγραμμα προσομοίωσης

Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό προσομοίωσης MICROSAINΤ, το οποίο επέτρεψε στους μηχανικούς την κατασκευή και τον εντοπισμό σφαλμάτων με ευκολία στα μοντέλα.

Η χρήση του λογισμικού διευκόλυνε το νοσηλευτικό προσωπικό στην κατανόηση της διαδικασίας της προσομοίωσης. Κάθε μοντέλο εκπροσωπήθηκε με τη μορφή ενός διαγράμματος ροής, ενώ η προσομοίωση εκτελέστηκε σε ένα γραφικό περιβάλλον. Το νοσηλευτικό προσωπικό ήταν σε θέση να κατανοήσει τη σχέση μεταξύ αυτού που έβλεπε στην οθόνη του υπολογιστή με αυτό που πραγματικά συμβαίνει στο χώρο της κλινικής.

Χρήση των πραγματικών στοιχείων

Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο με τον οποίο συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα. Μετά την δημιουργία του βασικού δικτύου προσομοίωσης με το MICROSAINΤ, σχεδιάστηκε ένα ειδικό φύλλο συλλογής δεδομένων για να περιλάβει όλα τα απαραίτητα στοιχεία δεδομένων (π.χ. χρόνος άφιξης και αναχώρησης των ασθενών, ώρες έναρξης και λήξης του συνόλου των βημάτων των ασθενών στην κλινική, κλπ.) κατά τρόπο αποτελεσματικό και οργανωμένο, εξασφαλίζοντας την ακρίβεια και τη συνέπεια των δεδομένων. Σε κάθε μία από τις μελέτες αφιερώθηκαν δύο εβδομάδες στη συλλογή δεδομένων, χρησιμοποιώντας το φύλλο συλλογής δεδομένων. Τα μέλη του προσωπικού της κλινικής κατέγραψαν κατά τη διάρκεια των επισκέψεων των ασθενών τα δεδομένα της εργασίας και του χρόνου στο φύλλο συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Η βάση δεδομένων που προέκυψε στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την κατανομή εισόδου του μοντέλου προσομοίωσης του (π.χ. αφίξεις των ασθενών), τους υπολογισμένους μέσους χρόνους (π.χ. χρόνος εξετάσεων) κ.ά.

Η μελέτη επίσης αντιπροσώπευε την τρέχουσα κατάσταση στα τακτικά εξωτερικά ιατρεία και χρησιμοποιήθηκε για τη δοκιμή και επικύρωση της ακρίβειας του μοντέλου προσομοίωσης.

Η χρήση των πραγματικών στοιχείων με τα οποία το νοσηλευτικό προσωπικό μπορεί να ταυτιστεί, ενίσχυσε την αξιοπιστία της διαδικασίας προσομοίωσης.

Η προσομοίωση ως εργαλείο λήψης αποφάσεων

Μόλις το υπολογιστικό μοντέλο δημιουργήθηκε με το MICROSAINΤ, εκτελέστηκαν δοκιμές προσομοίωσης για τη παρακολούθηση των ασθενών που διακινούνται μέσω του δικτύου, μιμούμενοι τα βήματα ενός πραγματικού ασθενή όταν βρίσκεται στην κλινική.

Υπήρχε άμεση συνεργασία με την διοίκηση της κλινικής και τα βασικά μέλη του προσωπικού της κλινικής.

Εκτελέστηκε ανάλυση «What if» για το αποτέλεσμα στο χρόνο αναμονής των ασθενών στην αίθουσα αναμονής και το δωμάτιο εξετάσεων της μεταβολής μίας ή ενός συνδυασμού μεταβλητών της κλινικής, όπως:

- Όγκος των ασθενών και προγραμματισμός
- Διαθεσιμότητα του προσωπικού της κλινικής (Κλινικοί βοηθοί, νοσοκόμες)
- Διαθεσιμότητα γιατρών και χρονοδιάγραμμα
- Αριθμός δωματίων εξετάσεων

Πχ. τι θα συμβεί στο χρόνο αναμονής, εάν οι επισκέψεις των ασθενών (όγκος) αυξηθεί κατά 30% και όλα τα άλλα παραμείνουν στα σημερινά τους επίπεδα;

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης «what if» παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες που θα ήταν σχεδόν αδύνατο να προκύψουν από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο ανάλυσης που θα χρησιμοποιούσε το ίδιο χρονικό διάστημα, τους ίδιους πόρους και την ίδια προσπάθεια.

Η προσομοίωση ανέδειξε στη διοίκηση των εξωτερικών ιατρείων την μεταβλητή ή μεταβλητές που επηρεάζουν περισσότερο το χρόνο αναμονής των ασθενών. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για να διαμορφωθούν οι στρατηγικές βελτίωσης ώστε να διατηρηθεί ο χρόνος αναμονής των ασθενών στο ελάχιστο επιθυμητό επίπεδο σε κάθε μία από τις κλινικές.

Συμπέρασμα

Η προσομοίωση συχνά αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό και καχυποψία από τους χρήστες, λόγω της τεχνικής φύσης της. Είναι ευθύνη του επικεφαλής του έργου (στο

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

παράδειγμα του μηχανικού της διοίκησης) να αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό σωστά, τόσο κατά την έναρξη όσο και καθ' όλη τη διαδικασία.

Η επιτυχία των μελετών που έχουν διεξαχθεί στα τρία εξωτερικά ιατρεία μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός ότι η προσομοίωση κερδίζει αποδοχή και αξιοπιστία μέσα από την ανοικτή και συνεχή επικοινωνία, τη συμμετοχή του προσωπικού σε όλη τη διαδικασία, τη χρήση αξιόπιστων δεδομένων και την πρόσβαση σε ένα ισχυρό, αλλά φιλικό προς το χρήστη λογισμικό προσομοίωσης, όπως το MICROSAINΤ.

Παρόλο που οι τεχνικές προκλήσεις κατά τη διαδικασία της προσομοίωσης είναι πολλές, η αποδοχή από τους χρήστες της διαδικασίας, είναι το κλειδί της επιτυχίας. Η αποδοχή ενός χρήστη για τα αποτελέσματα οποιασδήποτε μελέτης μπορεί να διασφαλιστεί μόνο εάν η διαδικασία είναι κατανοητή και αξιόπιστη.

4.4 Χρήση της ανάλυσης ουράς και υπολογιστικών μοντέλων προσομοίωσης για την μείωση του χρόνου αναμονής στο τμήμα υποδοχής των Επειγόντων Περιστατικών (ΕΠ) του Νοσοκομείου στο Πανεπιστήμιο Virginia Medical Centre στο Charlottesville

Υπόβαθρο

Σύμφωνα με τη θεωρία ουρών, ένα τμήμα υποδοχής ασθενών ενός Νοσοκομείου μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύστημα από ουρές και διαφορετικούς τύπους εξυπηρετητών.

Η ποσοτική ανάλυση του προβλήματος του χρόνου αναμονής σε ένα τμήμα υποδοχής, εξαρτάται από τον προσδιορισμό μιας μεθοδολογίας που θα αναγνωρίζει τη δομή του προβλήματος. Από τη δομή αυτού του τύπου προβλήματος προτείνονται τα Μοντέλα ουράς και οι Προσομοιώσεις διακριτών γεγονότων.

Η μοντελοποίηση ουράς είναι πολύ χρήσιμη για την υποστήριξη των αποφάσεων σχετικά με τα επίπεδα του προσωπικού, την κατανομή των πόρων και τη διάταξη των εγκαταστάσεων. Η χρήση της ανάλυσης ουράς και η προσομοίωση των διαφόρων τμημάτων νοσοκομείων, όπως η ΜΕΘ, τα Επείγοντα Περιστατικά, η Μαιευτική Μονάδα, η Μονάδα Νοσηλείας έχει συζητηθεί ευρέως στη βιβλιογραφία.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Το αντικείμενο της μελέτης είναι ένα Νοσοκομείο 180 κλινών στο αγροτικό Μιτσισιπή, το οποίο παρέχει τις ακόλουθες βασικές υπηρεσίες: Γενική ιατρική και χειρουργική φροντίδα, Γενική εντατική θεραπεία, Καρδιακή Εντατική Θεραπεία, Παιδιατρική ιατρική και χειρουργική φροντίδα, Παιδιατρική μονάδα εντατικής θεραπείας, Φυσική αποκατάσταση, Μαιευτική, Τμήμα επειγόντων περιστατικών και Κέντρο τραυμάτων.

Όσον αφορά την ροή ασθενών, το Νοσοκομείο περιλαμβάνει τρεις γενικές υποδιαιρέσεις: Εξωτερικά Ιατρεία, Εσωτερικούς Ασθενείς και Επείγοντα Περιστατικά (ΕΠ).

Το Τμήμα Υποδοχής Ασθενών αποτελείται από τέσσερις βασικούς άξονες: το πρώτο γραφείο, το γραφείο εγγραφής (θάλαμοι), το χώρο αναμονής και την περιοχή οικονομικών συμβούλων.

Η ροή των ασθενών στο Τμήμα Υποδοχής Ασθενών είναι πολύ έντονη, με αποτέλεσμα, ο συνωστισμός και οι καθυστερήσεις να είναι τα σημαντικότερα προβλήματα του τμήματος. Για να απεικονιστεί η ροή των ασθενών Στο Τμήμα Υποδοχής (ΤΥΑ) έχουν αναπτυχθεί διαγράμματα ροής που περιγράφουν τη διαδικασία εισαγωγής.

Όταν ο ασθενής εισέρχεται στο ΤΥΑ, του ζητείται από τους υπαλλήλους του πρώτου γραφείου να δώσει το όνομα και τον λόγο για την επίσκεψη. Ο υπάλληλος διευκρινίζει επίσης εάν ο ασθενής ήταν προ-εγγεγραμμένος για την υπηρεσία αυτή ή όχι. Εάν η απάντηση είναι θετική, ο υπάλληλος παίρνει τα χαρτιά του ασθενή και τα ετοιμάζει για τον υπάλληλο εισαγωγής του ασθενή. Στη συνέχεια ο ασθενής λαμβάνει ένα ειδικό αριθμό και περιμένει στο χώρο αναμονής μέχρι ο εκπρόσωπος εισαγωγής να καλέσει τον αριθμό του. Ο υπάλληλος εισαγωγής καθορίζει αν ο ασθενής έχει λάβει στο παρελθόν υπηρεσίες σε αυτό το Νοσοκομείο, και αν ναι, αναζητά τα δεδομένα του ασθενούς από το λογισμικό Meditech και ελέγχει τα προσωπικά στοιχεία του. Εάν ο ασθενής επισκέπτεται το Νοσοκομείο για πρώτη φορά, ο υπάλληλος στο ΤΥΑ δημιουργεί το προφίλ του ασθενούς στο σύστημα πληροφόρησης της βάσης δεδομένων του Νοσοκομείου.

Ο υπάλληλος εισαγωγής καθορίζει τον τύπο του ασθενούς και δημιουργεί νέο

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

λογαριασμό χρησιμοποιώντας το Πληροφοριακό Σύστημα του Νοσοκομείου. Το τμήμα εισαγωγής εξυπηρετεί τους περισσότερους εξωτερικούς ασθενείς και τους εσωτερικούς.

Ο πραγματικός φόρτος εργασίας στο ΤΥΑ ήταν δύσκολο να μετρηθεί λόγω του πολύ-λειτουργικού ρόλου του τμήματος και την έλλειψη της κατάλληλης εγγραφής και παρακολούθησης του συστήματος που έχει σχεδιαστεί για να ελέγχουν τη ροή των ασθενών. Προκειμένου να επιτευχθεί μια αξιόπιστη εικόνα, τα δεδομένα συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές, όπως τις καταγραφές εισαγωγών, τα έντυπα παρακολούθησης, τα αρχεία Meditech, τις έρευνες του προσωπικού, την παρατήρηση πεδίου και αναλύσεις ουράς. Ως αποτέλεσμα αναπτύχθηκε ένα μοναδικό σύστημα παρακολούθησης των ασθενών, με αξιόπιστα δεδομένα.

Αξιολόγηση της ροής των ασθενών στο τμήμα υποδοχής

Στην πρώτη φάση της μελέτης εξετάστηκε η διαδικασία εισαγωγής στο περιφερειακό Νοσοκομείο με σκοπό την τεκμηρίωση της υφιστάμενης διαδικασίας και τα σημεία συμφόρησης της, τον καθορισμό του χρόνου αναμονής κατά την κατανομή και την ανάπτυξη συστάσεων για την τροποποίηση της διάταξης και τη στελέχωση του συστήματος για τη μείωση της αναμονής για τους ασθενείς.

Καταγράφηκαν στο σύστημα τα δεδομένα άφιξης του ασθενή, η μετάβαση από την φάση εγγραφής του ασθενή στις ρυθμίσεις της εισαγωγής του, την άφιξη στο χώρο της γραμματείας και την έξοδο σε μια ειδικευμένη μονάδα ή εκτός.

Ο μέσος αριθμός των ασθενών που περνούσαν μέσα από το τμήμα εισαγωγής ήταν 43 ανά ημέρα. Μετρήθηκαν ο αριθμός των εξυπηρετητών, ο μέσος χρόνος στο σύστημα, και ο μέσος χρόνος στην ουρά για τα υφιστάμενα επίπεδα προσωπικού.

Μία συνηθισμένη επίσκεψη στο τμήμα εισαγωγής αποτελείται συνήθως από μια σειρά από υπηρεσίες: Εγγραφή στο μητρώο ασθενών, Εγγραφή στο σύστημα Meditech, Οικονομική διευθέτηση και Επαλήθευση της ασφάλισης και Αναμονή διαθέσιμου υπαλλήλου για τη διανομή στα αντίστοιχα επίπεδα.

Διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των υπηρεσιών και του χρόνου αναμονής έχουν την τάση να φτάνουν στο μέγιστο κατά τη διάρκεια των «ωρών αιχμής», όταν ο ρυθμός αφίξεων είναι ο υψηλότερος.

Οι παρατηρήσεις αποκάλυψαν ότι η συμφόρηση στην αίθουσα αναμονής

εμφανίζεται όταν ξεκινάει η δημιουργία ουράς κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που ο ρυθμός αφίξεων φθάνει στο μέγιστο επίπεδό του.

4.6. Μελέτη ουράς και υπολογιστικό μοντέλο προσομοίωσης της ροής των ασθενών στο τμήμα εισαγωγής

Στη μελέτη, χρησιμοποιήθηκε τροποποιημένο M/M/s μοντέλο ουράς. Ένα κλασικό μοντέλο M/M/s, ή μοντέλο καθυστέρησης Erlang, υποθέτει μια ενιαία ουρά με απεριόριστο χώρο αναμονής που τροφοδοτεί s ίδιους εξυπηρετητές. Οι πελάτες φτάνουν σύμφωνα με μια διαδικασία Poisson με ένα σταθερό ρυθμό και η διάρκεια υπηρεσίας έχει μια εκθετική κατανομή. Στην υγειονομική περίθαλψη, η διαδικασία Poisson έχει αναγνωριστεί ως μια βέλτιστη εκπροσώπηση των μη προγραμματισμένων αφίξεων σε διάφορα συστήματα. Επειδή στο παράδειγμα η πλειονότητα των επισκέψεων των εξωτερικών μη επειγόντων περιστατικών ασθενών, δεν ήταν προγραμματισμένη, χρησιμοποιήθηκε η κατανομή Poisson για τη διαδικασία άφιξης στα μοντέλα. Μετά από εκτεταμένη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν, διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό εξυπηρέτησης είχε επίσης μια κατανομή Poisson.

Δεδομένου ότι το M/M/s μοντέλο υποθέτει ότι ο ρυθμός άφιξης δεν αλλάζει με την πάροδο της ημέρας, για να μοντελοποιηθεί το σύστημά χρησιμοποιήθηκε το M/M/s μοντέλο ως μέρος μίας SIPP (σταθερές ανεξάρτητες διάστημα-προς-διάστημα) προσέγγισης για να καθοριστεί ο τρόπος που θα μεταβάλλεται το προσωπικό ώστε να ανταποκρίνεται στην μεταβαλλόμενη ζήτηση. Η προσέγγιση SIPP αρχίζει με τη διαίρεση της ημέρας σε περιόδους στελέχωσης και στη συνέχεια κατασκευάζεται μια σειρά από M/M/s μοντέλα. Μετά από αυτό, κάθε μία από αυτές τις περιόδους αναλύεται και επιλύεται ξεχωριστά για να πετύχει ο βέλτιστος αριθμός των εξυπηρετητών τις απαιτήσεις της εξυπηρέτησης στόχου. Στο παράδειγμα, η ημέρα ήταν χωρισμένη σε 12 περιόδους: 10 περιόδους της 1 ώρας και 2 περιόδους της μισής ώρας. Η διαίρεση αυτή χρησιμοποιήθηκε για όλα τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

Η ανάλυση ουράς αποκάλυψε μια κρίσιμη συμφύρση στο σύστημα του τμήματος εισαγωγής μεταξύ οκτώ και έντεκα το πρωί, όταν οι λειτουργίες του τμήματος βρίσκονται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης λόγω των μη προγραμματισμένων αφίξεων.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου, το ποσοστό των αφίξεων υπερβαίνει την ικανότητα του συστήματος και ξεκινά η δημιουργία ουράς. Για να μοντελοποιηθεί η ουρά αυτή, έγινε προσομοίωση της αναμονής για κάθε μία από αυτές τις 12 περιόδους. Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής η αναπτυσσόμενη ουρά φτάνει στο επίπεδο των 6 ασθενών που περιμένουν την ίδια στιγμή.

Τα αποτελέσματα της μελέτης ουράς και της προσομοίωσης συγκρίθηκαν με το υπολογιστικό μοντέλο προσομοίωσης, με τη χρήση του λογισμικού βιομηχανικής προσομοίωσης Flexsim™.

Το λογισμικό έχει σχεδιαστεί για να μοντελοποιεί, να προσομοιώνει και να οπτικοποιεί βιομηχανικές διαδικασίες σε εργοστασιακές ρυθμίσεις. Ως εργαλείο ανάλυσης «what if», το Flexsim™ παρέχει ποσοτικές απόψεις σχετικά με τον αριθμό των προτεινόμενων λύσεων, γραφικές απεικονίσεις και έκθεση επίδοσης.

Για την επαλήθευση και επακύρωση του μοντέλου, οι συμπεριφορές των διαφόρων τύπων ασθενών μελετήθηκαν μέσω του συστήματος. Στο μοντέλο, κάθε μονάδα και μέλος του συστήματος του τμήματος εισαγωγής εκπροσωπήθηκε από ένα κινούμενο αντικείμενο που είχε αρχικά σχεδιαστεί από τους προγραμματιστές λογισμικού για την προσομοίωση των βιομηχανικών αντικειμένων. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία ήταν προγραμματισμένο για την προσομοίωση της συμπεριφοράς και των λειτουργικών χαρακτηριστικών της αντίστοιχης μονάδας του συστήματος του τμήματος εισαγωγής.

Έτσι, η αίθουσα αναμονής εκπροσωπήθηκε από την «ουρά» και τον «διαχωρισμό», ο υπάλληλος του πρώτου γραφείου και οι εκπρόσωποι εισαγωγής με «επεξεργαστές» διαφόρων χρωμάτων και η έξοδος από την υπηρεσία από τον «μεταφορέα». Το μοντέλο προσομοίωσης έτρεξε για 20 επαναλήψεις για κάθε μία από τις 12 περιόδους στελέχωσης.

Η μέτρηση της απόδοσης, ο μέσος χρόνος αναμονής, ο αριθμός και η ώρα στην ουρά και το σύστημα, συγκρίθηκαν με τα ιστορικά δεδομένα και τα αποτελέσματα της προηγούμενης μελέτης αναμονής. Τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μελέτη και την υπολογιστική μοντελοποίηση προσομοίωσης της ουράς, διέφεραν ελάχιστα ενώ τα διαγράμματα των αποτελεσμάτων είχαν παρόμοια σχήματα, με αποτέλεσμα το μοντέλο προσομοίωσης να έχει καλή απόδοση και να παρέχει ακριβή αποτελέσματα.

Μειώνοντας το χρόνο αναμονής

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για τη βελτίωση της ροής των ασθενών, και επομένως τη μείωση του χρόνου αναμονής για τους ασθενείς, όπως η: (1) Αύξηση του αριθμού των εξυπηρετητών, (2) Διαχείριση του ρυθμού άφιξης και (3) Βελτιστοποίηση του ρυθμού εξυπηρέτησης.

Ο αριθμός των εξυπηρετητών μπορεί να αυξηθεί με την πρόσληψη περισσότερων υπαλλήλων υποδοχής. Αυτή είναι η πιο προφανής αλλά όχι απαραίτητως η καλύτερη απόφαση. Παρά το γεγονός ότι η αύξηση του αριθμού των εξυπηρετητών παρέχει άμεσα αποτελέσματα, η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την βελτίωση πρέπει να συνεπάγεται τη βελτιστοποίηση και των τριών μεταβλητών που αναφέρονται ανωτέρω.

Ο ρυθμός άφιξης θα πρέπει να μειωθεί κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής και να αυξηθεί κατά τη διάρκεια της «αργής» περιόδου. Ο προγραμματισμός των αφίξεων θα τροποποιήσει το ρυθμό άφιξης στον αναγκαίο βαθμό.

Η υλοποίηση ενός online συστήματος διαχείρισης ραντεβού θα επέτρεπε τον προγραμματισμό των μη επειγόντων επισκέψεων στα εξωτερικά ιατρεία. Το ακτινολογικό επιλέχθηκε να είναι το πρώτο τμήμα που θα δοκιμάσει το λογισμικό. Όταν το Νοσοκομείο αρχίζει να χρησιμοποιεί το σύστημα προγραμματισμού στην πλήρη έκτασή του, το ποσοστό άφιξης στο τμήμα εισαγωγής αναμένεται να σταθεροποιηθεί σημαντικά. Θεωρήθηκε ότι έχοντας εφαρμόσει το λογισμικό των ραντεβού και έχοντας χρησιμοποιήσει αυτό για αρκετούς μήνες, το Νοσοκομείο θα είναι σε θέση να προγραμματίσει πάνω από το 90% των επισκέψεων στα εξωτερικά ιατρεία ακτινολογίας.

Η τρίτη βασική μεταβλητή που μπορεί να επηρεάσει το σύστημα ροής των ασθενών είναι ο ρυθμός εξυπηρέτησης, ο οποίος μπορεί να μειωθεί με διάφορους τρόπους: Προκαταχώριση ενός μεγαλύτερου αριθμού ασθενών, Εισαγωγή μίας πλαστικής κάρτας μέλους ασθενούς η οποία θα περιλαμβάνει τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενούς, Χρήση ηλεκτρονικών ιατρικών εντύπων και όχι εντύπων βελτιστοποιώντας την διάταξη της θέσης εργασίας των υπαλλήλων υποδοχής και ούτω καθεξής.

Προτάσεις

Η παρούσα μελέτη επιχείρησε να αναλύσει την πραγματική λειτουργία του Νοσοκομείου και πρότεινε τροποποιήσεις στο σύστημα για να μειωθούν οι χρόνοι αναμονής για τους ασθενείς, οι οποίες αναμένεται να οδηγήσουν σε μια βελτιωμένη εικόνα της ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας. Έγιναν προτάσεις για τρεις τομείς αλλαγών:

- Αύξηση του αριθμού και την αναδιάταξη του χρόνου εργασίας των γραμματέων εισαγωγών,
- Υιοθέτηση ενός συστήματος διαχείρισης ραντεβού για να κατανεμηθούν οι αφίξεις στο σύστημα και να αποφευχθούν τα απαράδεκτα επίπεδα εισερχομένων ασθενών σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας και
- Αύξηση του ρυθμού εξυπηρέτησης των υπαλλήλων με την εφαρμογή ηλεκτρονικών συστημάτων για την προκαταχώριση, επανεγγραφή και τις λειτουργίες αναπαραγωγής εγγράφων.

Οποιαδήποτε αλλαγή πρέπει να αξιολογηθεί από υπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούν ανάλυση ουράς και από μελέτες προσομοίωσης για την πρόβλεψη της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων τροποποιήσεων, πριν από την πραγματική τους εφαρμογή.

4.7. MEDMODEL ® - Χρήση λογισμικού προσομοίωσης

Το MedModel έχει επιτυχημένες υλοποιήσεις σε διάφορες νοσοκομειακές μονάδες όπως Carilion Clinic - USA, Catholic Healthcare West hospitals- USA, HCA family of hospitals- USA, Mayo Clinics- USA , Miami Valley Hospital- USA, κ.ά.

Η εύρεση ενός αναλυτικού εργαλείου που μπορεί να χειριστεί την πολυπλοκότητα που διαθέτουν τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα δύσκολο έργο. Αυτό που χρειάζεται είναι ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει στον ερευνητή την γρήγορη και αποτελεσματική μοντελοποίηση του φάσματος των δραστηριοτήτων της

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

υγειονομικής περίθαλψης.

Η ανάλυση του περιβάλλοντος του Νοσοκομείου οδηγεί στην αναγνώριση των εξής κατηγοριών λειτουργικών συστημάτων: Τμήματα επειγόντων περιστατικών, Χώροι χειρουργείων, Νοσηλευτικές μονάδες, Φροντίδα των ασθενών και Βοηθητικές υπηρεσίες.

Το λογισμικό MedModel μπορεί να μοντελοποιήσει επαρκώς καθένα από τα μεγάλα συστήματα και παράλληλα να είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να συνδέει μεταξύ τους τα μοντέλα που ενώνουν περιοχές περισσότερων από ένα συστημάτων.

Υπορουτίνες και μακροεντολές πολλαπλών χρήσεων

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης γενικά και τα νοσοκομειακά συστήματα ειδικότερα, χαρακτηρίζονται από πολλές τοποθεσίες που παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες.

Πχ, σε ένα μοντέλο νοσηλευτικής μονάδας όλα τα δωμάτια ασθενών είναι ίδια και μπορούν να φιλοξενήσουν οποιουσδήποτε από τους ασθενείς που έχουν ανατεθεί στη μονάδα. Ως εκ τούτου, παρόμοιες δραστηριότητες, όπως η χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής, το σερβίρισμα φαγητού, κλπ. μπορούν να αντιμετωπιστούν, ως το ίδιο σύνολο της λογικής διαδικασίας.

Το MedModel επιτρέπει την αντιγραφή ενός συνόλου καταστάσεων λογικής από τη μια αίθουσα στην άλλη, καθώς και τη δυνατότητα δημιουργίας της λογικής μια φορά ως μια υπορουτίνα ή μακροεντολή και στη συνέχεια της χρησιμοποίησης της υπορουτίνας ή της μακροεντολής όποτε και όπου χρειαστεί.

Οι βάρδιες

Σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι της υγειονομικής περίθαλψης έχουν επαναλαμβανόμενες βάρδιες. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων επιτυγχάνεται συχνά με βάση τη γνώση για το ποιος θα είναι στην δουλειά κατά τη διάρκεια ορισμένων ωρών της ημέρας. Στην πραγματικότητα, η ευθύνη κάποιων εργασιών συχνά αλλάζει από τον ένα εργαζόμενο στον άλλο, όταν ορισμένες βάρδιες δεν έχουν ένα συγκεκριμένο τύπο ειδικότητας.

Το MedModel επιτρέπει τη δημιουργία οποιουδήποτε αριθμό βαρδιών οποιουδήποτε μήκους ή ημερών της εβδομάδας μαζί με τα διαλείμματα.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Το MedModel είναι εξοπλισμένο με μια εντυπωσιακή συλλογή ήδη προγραμματισμένων κατασκευών που χειρίζονται την συντριπτική πλειοψηφία των σχετικών προβλημάτων. Με άλλα λόγια, οι κατασκευές που χειρίζονται θέματα, όπως η ταυτόχρονη, αλλά υπό όρους χρήση των διαφόρων μελών μιας ομάδας της υγειονομικής περίθαλψης ή η απαίτηση να γίνουν εγκαίρως ορισμένες ιατρικές δραστηριότητες όταν υπάρχουν υψηλότερες προτεραιότητες, είναι ήδη ενσωματωμένες στο σύστημα. Αυτό καθιστά ευκολότερο στον αναλυτή να επικεντρωθεί στην μοντελοποίηση και όχι στην ανάπτυξη σύνθετων εκφράσεων εκπροσώπησης των κοινών δραστηριοτήτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση αύξησης της έρευνας με προσομοίωση στον χώρο της υγείας. Αυτό οφείλεται στη συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για έλεγχο και μείωση του λειτουργικού κόστους των νοσοκομείων (Jun, 2001), όσο και στη σημαντική ενίσχυση του λογισμικού προσομοίωσης. Δεν είναι τυχαίο ότι τα τελευταία χρόνια στο χώρο της υγείας στην Ελλάδα γνωρίζει ιδιαίτερη άνθιση το επάγγελμα του ελεγκτή κόστους (cost controller).

Μια τάση που επικρατεί τα τελευταία χρόνια είναι ο συνδυασμός βέλτιστων μεθόδων και προσομοίωσης, ο οποίος εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της μεμονωμένης χρήσης κάθε μεθόδου.

Η προσομοίωση μπορεί όμως να δώσει εκτιμήσεις σε διάφορες μεταβλητές εξόδου για διαφορετικά σενάρια/χαρακτηριστικά αλλά δεν μπορεί να υπολογίσει βέλτιστα αποτελέσματα. Στην περίπτωση των σύνθετων συστημάτων η προσομοίωση πλεονεκτεί έναντι των τεχνικών βελτιστοποίησης (Davies, 2006).

Οι τεχνικές βελτιστοποίησης έχουν περιορισμένη δυνατότητα μοντελοποίησης σύνθετων συστημάτων, καθώς στην προσπάθεια μοντελοποίησης απαιτούν πολλές (μη ρεαλιστικές) υποθέσεις για τις διαδικασίες. Με τις τεχνικές βελτιστοποίησης η πρώτη εκτέλεση μπορεί να δώσει το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Το πρόβλημα λοιπόν εστιάζεται στην δυναμικότητα των «ιατρικών» συστημάτων, όπου η χρήση της μεθόδου της προσομοίωσης πλεονεκτεί, αφού τα αποτελέσματα προκύπτουν μετά από πολύ πειραματισμό (επαναλήψεις, σενάρια, ανάλυση), και πολλά αρχικά δεδομένα. Ο συνδυασμός των δύο αυτών τεχνικών θα μπορούσε να ξεπεράσει αυτές τις αδυναμίες.

Σε πολλές μελέτες χρησιμοποιείται μια κοινή συνδυαστική μέθοδος των δύο τεχνικών :

- 1) Ανάλυση με βελτιστοποίηση των εναλλακτικών συστημάτων στο καθολικό σύστημα
- 2) Χρήση των αποτελεσμάτων της βελτιστοποίησης σε μοντέλο προσομοίωσης του ίδιου συστήματος και εξαγωγή νέων πληροφοριών και περιορισμών
- 3) Αξιολόγηση των αρχικών αποτελεσμάτων
- 4) Τροφοδότηση του εργαλείου βελτιστοποίησης από τους νέους περιορισμούς και

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

κυκλική επανάληψη της διαδικασίας από την αρχή

Τόσο η μέθοδος όσο και η εκτέλεση των συνδυαστικών τεχνικών είναι σύνθετη και χρονοβόρα. Σε κάποια πακέτα λογισμικού όμως, έχουν συμπεριληφθεί αλγόριθμοι βελτιστοποίησης (ουσιαστικά ανιχνευτές βέλτιστων εναλλακτικών) απλοποιώντας έτσι αρκετά την συνδυαστική διαδικασία.

Παρά την αύξηση των ερευνών και των εφαρμογών με προσομοίωση, το πρόβλημα των σύνθετων ολοκληρωμένων πολύ-υπηρεσιακών συστημάτων έχει προσεγγιστεί ελάχιστα. Οι περισσότερες εργασίες που αναλύθηκαν αφορούν την προσομοίωση μίας μονάδας ενός σύνθετου οργανισμού (π.χ. εντατική μονάδα Νοσοκομείου, εξωτερικό ιατρείο κλινικής).

Έτσι, οι εκτιμήσεις των μεταβλητών που δίνει η προσομοίωση αφορούν ένα μικρό κομμάτι της κλινικής που μελετάται, ενώ δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η επιρροή από την διατηρηματική λειτουργία και την ενδο-συσχέτιση του συστήματος.

Είναι πολύ πιθανό να υπάρχει πληροφορία που χάνεται και η οποία αφορά το σύνολο του συστήματος. Δεν είναι όμως εύκολο να εκτιμηθεί η χρησιμότητα αυτής της πληροφορίας, καθώς τις περισσότερες φορές οι αποφάσεις λαμβάνονται σε μικρο-επίπεδο και σπανιότερα στο σύνολο. Τέτοιου είδους όμως πληροφορία μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση του συστήματος και της αλληλεπίδρασης των τμημάτων.

Τα πλεονεκτήματα της προσομοίωσης ολοκληρωμένων συστημάτων εντοπίζονται κυρίως στην πιστότητα της προσομοίωσης στο αρχικό σύστημα. Τα ολοκληρωμένα συστήματα είναι πιο αξιόπιστα αφού εκτιμούν το πραγματικό σύστημα, καθώς προσομοιώνουν το μεγαλύτερο τμήμα (αν όχι ολόκληρο) του συστήματος.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα, είναι οι μεγάλες απαιτήσεις σε δεδομένα και χρόνο εξαιτίας της πολυπλοκότητας του συστήματος, με αποτέλεσμα ο βαθμός δυσκολίας της προσομοίωσης να ανεβαίνει αισθητά και να αυξάνει το κόστος του εγχειρήματος.

Στην προσομοίωση σύνθετων ολοκληρωμένων πολύ-υπηρεσιακών συστημάτων είναι πολύ σημαντική η Ανάλυση απαιτήσεων και η Δημιουργία απλούστερου δυνατού μοντέλου, με δημιουργία απλούστατων υπό-συστημάτων

Η μέθοδος πρέπει να περιλαμβάνει τις πιο σημαντικές μετρήσιμες μεταβλητές, ενώ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

δεν υπάρχει ανάγκη το μοντέλο να απεικονίζει το 100% της πραγματικότητας.

Η βιβλιογραφία στην προσομοίωση της υγείας σπάνια περιλαμβάνει αναφορές για την επιβεβαίωση ή εκτίμηση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων της μοντελοποίησης.

Οι ερευνητές που χρησιμοποιούν την προσομοίωση θα πρέπει να δώσουν μεγαλύτερη έμφαση στην επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων τους μετά από ένα ασφαλές χρονικό όριο, ώστε να βγάλουν χρήσιμα συμπεράσματα για την πραγματική επιρροή και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους. Με αυτόν τον τρόπο οι μεθοδολογίες και τα εργαλεία μπορούν να αποτιμηθούν και να βελτιωθούν ώστε να εξασφαλίσουν καλύτερα αποτελέσματα στο μέλλον και κατά συνέπεια μεγαλύτερη υιοθέτηση.

Οι ερευνητές επίσης προτιμούν να μη δημοσιεύουν αποτυχημένα αποτελέσματα. Η έλλειψη σχετικών πληροφοριών επιβραδύνει όμως την εξέλιξη της γνώσης και εμποδίζει την ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών, ικανών να παρέχουν χρήσιμα αποτελέσματα.

Σημαντικό κενό που εντοπίζεται στη χρήση της προσομοίωσης, είναι η καινοτόμος χρησιμοποίηση της συνδυαστικά με άλλες συμπληρωματικές επιστημονικές μεθόδους για την ενίσχυση των αποτελεσμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AJ Alessandra, Grazman TE, Parameswaran R, Yavas U., 1978, Using simulation in hospital planning. *Simulation*; 30(2):62-67
2. Alinier, Barry Hunt, 2006, Effectiveness of intermediate-fidelity simulation training technology in undergraduate nursing education, *Journal of Advanced Nursing*, Volume 54, Issue 3, pages 359–369,
3. Axelrod R, Tesfatsion L., 2007, Online guide for newcomers to agent-based modeling in the social sciences
4. Banks J, Carson J, Nelson BL, Nicol D., 2004, Discrete-event system simulation. 4th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall;
5. Banks J, Carson JS, Nelson BL., 1996, Discrete-Event System Simulation. Prentice-Hall. Upper Saddle River. NJ,.
6. Bodtker K, Wilson L, and Godolphin W., 1992, Simulation as an aid to clinical chemistry laboratory planning. In: *Proceedings of the 1992 Conference on Simulation in Health Care and Social Services*. Newport Beach, California, USA p. 15-18.
7. Brailsford SC, Desal SM and Viana J, 2010, Towards the Holy Grail, combining system dynamics and discrete-event simulation in healthcare. In *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*
8. Cayirli T, Veral E, Rosen H. ,2006, Designing appointment scheduling systems for ambulatory care services. *Health Care Manage Sci* 2006;9:47–58
9. Currie K, Iskander W, Michael L, Coberly C., 1984, Simulation modelling in health care facilities. In: Sheppard S, Pooch UW, and Pegden CD, editors. *Proceedings of the 1984 Winter Simulation Conference*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Dallas, Texas, USA.p. 713-717.
10. Epstein JM, Axtell R., 1996, Growing artificial societies: Social science from the bottom up. Cambridge, MA: MIT Press
11. Edwards R, Clague J, Barlow J, Clarke M, Reed P, Rada R. Operations research survey and computer simulation of waiting times in two medical outpatient clinic

- structures. *Health Care Anal* 1994; 2:164-169.
11. Garcia ML, Centeno MA, Rivera C, DeCario N. Reducing time in an emergency room via a fast-track., 1995, Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Washington DC, USA;. p. 1048-1053
 12. Gonzalez-Busto B, Garcia R.,1999, Waiting lists in Spanish public hospitals: A system dynamics approach. *Syst Dynam Rev*; 15(3):201-224.
 13. Gunal M and Pidd M, 2010, Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature. *Journal of Simulation* 4(1), 42–51.
 14. Gunal M. Murat, 2012, A guide for building hospital simulation models, *Health Systems* (2012) 1, 17–25,.
 15. Kanagarajah AK, Lindsay P, Miller A, Parker D., 2006, An exploration into the uses of agent-based modeling to improve quality of health care. In: Sixth International Conference on Complex Systems (ICCS2006)Kostakis, H. and Kostakis, K., 2004, A simulation model to evaluate admission, length of stay, occupancy and discharge in an accident an emergency centre: a combined approach. International Conference “Towards the smart hospital”.
 16. Krahl, D., 1996, Modeling with ‘Extend’. Proc. of the 1996 Winter Simulation Conference, pp.: 188-195.
 17. Kinnersley P.-Roisin P., 1993, Potential of using simulated patients to study the performance of general practitioners, *British Journal of General Practice*.
 18. P Kinnersley and R Pill, Potential of using simulated patients to study the performance of general practitioners, 1993, *Br J Gen Pract.*; 43(372): 297–300.
 19. Jiang L, Giachetti RE. ,2008, A queueing network model to analyze the impact of parallelization of care on patient cycle time, *Health Care Manage Sci*; 11:248–261
 20. Katsaliaki K. and Mustafee N, 2010, Applications of simulation within the healthcare context. *Journal of the Operational Research Society* 62(8), 1431–1451.
 21. Kho JW, Johnson GM., 1996, Computer simulation of a hospital health-care delivery system. In: Sargent RG, Highland HJ, Schriber TJ, editors. Proceedings of the 1976 Bicentennia Winter Simulation Conference.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

22. Klafehn KA, Owens D, Felter R, Vonneman N, McKinnon C., 1989, Evaluating the linkage between emergency medical services and the provision of scarce resources through simulation. In: Proceedings of the 13th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care. Institute of Electrical and Electronic Engineers, Washington DC,USA p.5-8
23. Kohn et Al, To Err is Human, 2000, Building a Safer Health Care System, Washigton, National Academy Press.
24. Lowery J. Introduction to simulation in healthcare, 1996, In Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference. New York: Association for Computing Machinery;
25. Lane D, Moneffeldt C and Rosenhead J., 2000, Looking in the wrong place for healthcare improvements: a system dynamics study of an accident and emergency department. Journal of the Operational, Research Society 51(5), 518–531.
26. M J Shapiro et al., 2004, Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? , Qual Saf Health Care 2004;13:417–421.,
27. M J Shapiro et Al,Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum, 2004, Qual Saf Health Care
28. Pidd M., 1998, Computer Simulation in Management Science, John Wiley & Sons, Inc, N.York,
29. Preater J., 2001, A bibliography of queues in health and medicine. Keele Mathematics Research Report 01-1.
30. Robinson, G.H., Wing, L., Davis, L.E., 1968, Computer Simulation of Hospital Patient Scheduling Systems. Health Services Research. 3 (2), pp.: 130–141
31. Stafford EF. Simulation vs. mathematical analysis for systems modeling: A comparison of techniques. ,1978,In: Proceedings of the 1978 Summer Computer Simulation Conference. Los Angeles, California, USA, 153-159.
32. Standridge, C.R., 1999, A tutorial on simulation in health care: applications and issues. Proc. of the 1999 Winter Simulation Conference, pp.: 49-55.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

33. Smith EA, Warner HR, 1971, Simulation of a multiphasic screening procedure for hospital admissions. *Simulation*;17(2):57-64.
34. Teweldemedhin E, Marwala T, Mueller C. ,2004, Agent-based modelling: A case study in HIV epidemic. In: *Proceedings of the Fourth International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS '04) - Volume 00*.
35. Θεόδωρου Μ., *Συστήματα Υγείας και Ελληνική πραγματικότητα*, 1995, Έκδοση EENMY, Αθήνα
36. Κωστάκη Χ., 2007, Μέθοδοι εισαγωγής και επίδραση των νέων τεχνολογιών και της πληροφορικής σε μονάδες υγείας, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πάτρας,
37. Λουκάς Κωνσταντίνος, 2010, Η Προσομοίωση στην Ιατρική Εκπαίδευση, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
38. Σούλης, 1999, Οικονομική της Υγείας, Αθήνα
39. Τσιτσιάδης Ευθύμιος, 2010, Η χρήση συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και ποσοτικών μεθόδων στη Στρατηγική διοίκηση μονάδων υγείας και στην εκπαίδευση υγείας, Ιατρική Σχολή, ΑΠΘ
40. Hirsch GB, Homer JB., 2004, Modeling the dynamics of health care services for improved chronic illness management. In. *22nd International Conference of the System Dynamics Society*.
41. Zilm F, Arch D, Hollis RB.,1983, An application of simulation modeling to surgical intensive care bed need analysis in a university hospital. *Hosp Health Serv Adm* 28:5:82-101

Ηλεκτρονικές πηγές:

1. <http://www.inews.gr/117/iatriki-apth--Avatar-kai-nees-technologies-sti-diathesiton-foititon.htm>, Προσπελάστηκε στις 20/12/2012
2. <http://simuland.gr/education.html>, Προσπελάστηκε στις 12/11/2012
3. <http://www.tanea.gr/ellada/article/?aid=4617645>, Προσπελάστηκε στις 12/11/2012
4. http://ioanninatoday.blogspot.gr/2012/10/blog-post_2.html, Προσπελάστηκε στις 14/10/2012