

# Επιχειρησιακή Έρευνα και Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (MECH206)

Δρ. Σοφία Υφαντή

[sifanti@hmu.gr](mailto:sifanti@hmu.gr)

# Επιχειρησιακή – Έρευνα

## Τι είναι ;

Επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων για την περιγραφή συστημάτων και διαδικασιών με κύριο σκοπό την επίλυση προβλημάτων και την λήψη αποφάσεων.

Τα προβλήματα ελέγχου και απόφασης σε έναν οργανισμό είναι ιδιαίτερα συχνά σε καθημερινές δραστηριότητες όπως ο έλεγχος αποθεμάτων, ο προγραμματισμός παραγωγής, η οργάνωση ανθρώπινου δυναμικού, η διανομή και η συντήρηση\*.

\*R. Panneerselvam, Operations Research, New Delhi: PHI Learning, 2006

# Ιστορική Αναδρομή

Αναπτύχθηκε κυρίως στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο αρχικά στην Αγγλία και αργότερα στις Η.Π.Α. Ο όρος «επιχειρησιακή» προέρχεται από τις πολεμικές επιχειρήσεις (Operational Research).

Συμμετείχαν διαφορετικές ομάδες επιστημόνων από διαφορετικούς κλάδους (φυσικοί, μαθηματικοί, μηχανικοί) για την επίλυση προβλημάτων:

- ▶ να αναπτύξουν αποτελεσματικές μεθόδους ώστε να χρησιμοποιήσουν ραντάρ τα οποία είχαν ανακαλυφθεί εκείνη την εποχή,
- ▶ να διαχειριστούν καλύτερα τις νηοπομπές και τα υποβρύχια,
- ▶ να διαχειριστούν τις επιθέσεις με βόμβες, και γενικά
- ▶ να βελτιστοποιήσουν τις στρατιωτικές επιχειρήσεις (πχ περιπολίες).

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο καθιερώθηκε ως νέο επιστημονικό πεδίο και αναπτύχθηκε ραγδαία κυρίως στις ΗΠΑ:

- ▶ Εισαγωγή στην βιομηχανία δεκαετία 1950
- ▶ Εισαγωγή ως ακαδημαϊκό μάθημα λίγο πριν το 1960

Στις δεκαετίες 1950–1960 αναπτύσσονται οι περισσότεροι αλγόριθμοι και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα.

# Ιστορική Αναδρομή

Για την τελική έκβαση του Β Παγκοσμίου Πολέμου απαιτήθηκε η επιστημονική προσέγγιση στην λήψη αποφάσεων η οποία επιδιώκει να καθορίσει τον καλύτερο δυνατό σχεδιασμό και να συντονίσει ένα σύστημα (συνήθως) υπό συνθήκες που απαιτούν την κατανομή σπάνιων παραγωγικών πόρων.

Τόσο το Η.Β όσο και οι Η.Π.Α. έψαχναν τρόπους βελτιστοποίησης των αποφάσεων.

- ▶ Το 1939 ιδρύεται το Stanmore Research Section (SRS) και το 1941, το Operational Research Section της RAF (Royal Air Force), των οποίων οι αποφάσεις αποδείχτηκαν ιδιαίτερης σημασίας για την επιτυχημένη αναχαίτιση των Γερμανών στη μάχη της Βρετανίας.
- ▶ Ο M.S. Blackett, το 1942, συνέταξε ένα σχέδιο για τη δημιουργία του U.S. Navy Antisubmarine Warfare Operations Research Group (ASWORG). Η αύξηση του μεγέθους των νηοπομπών καθόρισε τη νίκη στη μάχη του Ατλαντικού. Τον Οκτώβριο του 1942, η 1η ομάδα Επιχειρησιακών Ερευνητών από τις ΗΠΑ φτάνει στη Βρετανία για να συνεργαστεί με την 8<sup>η</sup> Μονάδα Βομβαρδιστικών. Στόχος η βελτιστοποίηση της ακρίβειας πλήξης στόχων

Η **λήψη αποφάσεων** είναι μια ανθρώπινη διαδικασία η οποία συχνά επηρεάζεται τόσο από τη **διαίσθηση** όσο και από τα **δεδομένα**.

Η διαίσθηση μπορεί να είναι αποτελεσματική σε προσωπικές αποφάσεις, σε ότι αφορά όμως **αποφάσεις πολιτικές, κυβερνητικές, οικονομικές και επιχειρησιακές** οι οποίες επηρεάζουν μεγάλο αριθμό ανθρώπων, **απαιτείται κάτι παραπάνω** από την απλή διαίσθηση.

Απαιτείται μια συστηματική μεθοδολογία (Μπέτσιος).

**Τα μαθηματικά μοντέλα** που μπορούν να αναλυθούν με ευνόητες μεθόδους και αλγορίθμους **εμπνέουν** περισσότερη **εμπιστοσύνη** και **γίνονται** ευκολότερα **αποδεκτά** από τους ανθρώπους που επηρεάζονται άμεσα (Μπέτσιος).



## Ιστορικοί Σταθμοί Ανάπτυξης Εργαλείων/Μεθόδων

- 1943: Νευρωνικά δίκτυα, W.S. McCulloch και W.H. Pitts.
- 1944: Εκθετική Εξομάλυνση, R.G. Brown.
- 1944: Θεωρία Παιγνίων και Οικονομική Συμπεριφορά, J v. Neumann και O.Morgenstern.
- 1947: Αλγόριθμος Simplex, Dantzig.
- 1951–1952: Ανάπτυξη της Δυσϊκής Θεωρίας.
- 1972: Ο αλγόριθμος Simplex δεν είναι πολυωνυμικός, Klee–Minty: Εκθετική συμπεριφορά.
- 1982: Υπολογισμός Μέσης Πολυπλοκότητας Αλγορίθμου Simplex, Borgwardt, H.K.
- 1984: Ανακάλυψη πολυωνυμικού αλγορίθμου Εσωτερικών Σημείων, Karmarkar.
- 1991: Ανακάλυψη Αλγορίθμων Εξωτερικών Σημείων τύπου Simplex, Paparrizos.

Η μεθοδολογία της **Επιχειρησιακής Έρευνας** εφαρμόζεται σε προβλήματα που αφορούν το πώς ΝΑ διεξάγεις και ΝΑ συντονίσεις επιχειρήσεις (δηλαδή δραστηριότητες) εντός οργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβολές στο οικονομικό και επιχειρησιακό περιβάλλον, η αύξηση της πολυπλοκότητας και της μεταβλητότητας συνέβαλλαν στην καθιέρωση της Επιχειρησιακής Έρευνας ως ένα απαραίτητο εργαλείο.



Η φύση του εκάστοτε προβλήματος είναι ουσιαστικά αδιάφορη, καθώς η Επιχειρησιακή Έρευνα έχει εφαρμοστεί εκτενώς σε ποικίλους κλάδους όπως για παράδειγμα στη Μεταποίηση, στον κλάδο των Μεταφορών, στις Τηλεπικοινωνίες, στον Χρηματοοικονομικό σχεδιασμό, στις Δημόσιες Υπηρεσίες, στην Υγεία, στις Στρατιωτικές Επιχειρήσεις και βασίζεται σε στοιχεία και δεδομένα από πολλά άλλα επιστημονικά πεδία, όπως φαίνεται και σε αυτή την διαφάνεια.

Από την προσέγγιση αυτή προκύπτει και ο δεύτερος όρος η «ΕΡΕΥΝΑ».

# Ορισμοί της (1)

Δύο από τους πρωτεργάτες της εισαγωγής και ανάπτυξης της στην Βρετανική Αεροπορία οι Watson-Watt και Rowe πρότειναν τον όρο Operational Research και έδωσαν τον εξής ορισμό\*:

«Η Επιχειρησιακή Έρευνα αποσκοπεί στο να ερευνήσει ποσοτικά εάν :

- ένας οργανισμός παίρνει από τη λειτουργία του εξοπλισμού του τη βέλτιστη δυνατή συνεισφορά σε σχέση με τον ολικό αντικειμενικό σκοπό του,
- ποιες αλλαγές σε εξοπλισμό και μεθόδους απαιτούνται για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων με το μικρότερο δυνατό κόστος σε προσπάθεια και χρόνο και τέλος
- σε ποιο βαθμό μεταβολές στους επιμέρους αντικειμενικούς σκοπούς (τακτικοί αντικειμενικοί σκοποί) θα συνεισέφεραν στην πιο οικονομική και έγκαιρη εκτέλεση του ολικού στρατηγικού αντικειμενικού σκοπού».

# Ορισμοί της (2)

Από την Εταιρεία Επιχειρησιακής Έρευνας της Μεγάλης Βρετανίας (Operational Research Society) έχει προταθεί ο παρακάτω ορισμός\*:

«Επιχειρησιακή Έρευνα είναι η εφαρμογή της σύγχρονης επιστήμης πάνω σε πολύπλοκα προβλήματα που ανακύπτουν στη διεύθυνση και διοίκηση μεγάλων συστημάτων, αποτελούμενων από ανθρώπους, μηχανές, υλικά και κεφάλαια στη βιομηχανία, τις επιχειρήσεις, τις Κυβερνητικές Υπηρεσίες και την Άμυνα.

Η χαρακτηριστική της μεθοδολογία συνίσταται στην ανάπτυξη επιστημονικού μοντέλου του υπό μελέτη συστήματος που περιλαμβάνει μετρήσεις τυχαίων παραγόντων και με το οποίο προβλέπει και συγκρίνει τα αποτελέσματα εναλλακτικών αποφάσεων, στρατηγικών και ελέγχων.

Ο σκοπός της είναι να βοηθήσει τη διοίκηση να καθορίσει την πολιτική και τις ενέργειες της επιστημονικά (κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο)».

\*Σημειώσεις μαθήματος Επ.Ερ. Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πάτρας, 2019 9

# Ορισμοί της (3)

Οι αμερικανοί μαθηματικοί Russel Ackoff και Maurice Sasienni επισημαίνουν ορισμένα χαρακτηριστικά της επιστημονικής φύσεως της Επιχειρησιακής Έρευνας\*:

**«Επιχειρησιακή Έρευνα μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι:**

**η εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων από μικτές ομάδες, σε προβλήματα που αφορούν τον έλεγχο οργανωμένων συστημάτων (αποτελούμενων από ανθρώπους και μηχανές), κατά τρόπο ώστε να παρέχουν λύσεις που εξυπηρετούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, τους σκοπούς του οργανισμού ως συνόλου»<sup>†</sup>.**

<sup>†</sup>Ackoff R.L., Sasienni M.W., Fundamentals of Operations Research, John Wiley, 1968.

\*Σημειώσεις μαθήματος Επ.Ερ. Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πάτρας, 2019 10

# Ορισμοί της (4)

Ο αρκετά ικανοποιητικός ορισμός της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών (Ε.Ε.Ε.Ε.)\*:

«Επιχειρησιακή Έρευνα είναι η επιστημονική προετοιμασία των αποφάσεων της Διοικήσεως με την επιστημονική ανάλυση των δεδομένων και τη δημιουργία μαθηματικών προτύπων»

Σήμερα, υπάρχουν πολλές χώρες που συμμετέχουν στην Διεθνή Ομοσπονδία Κοινοτήτων Επιχειρησιακής Έρευνας (International Federation of Operational Research Societies, **IFORS**) με κάθε χώρα να έχει ιδρύσει και μια εθνική κοινότητα για την Επιχειρησιακή Έρευνα. Στην Ελλάδα υπάρχει η Ελληνική Εταιρία Επιχειρησιακών Ερευνών - **Ε.Ε.Ε.Ε.**- που ιδρύθηκε το 1963).

\* Σημειώσεις μαθήματος Επ.Ερ. Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πάτρας, 2019 11

- ▶ Προβλήματα Επιχειρησιακής Έρευνας συναντούμε παντού, ακόμα και στην καθημερινότητά μας.

Π.χ. κάποιο απόγευμα αποφασίζουμε να μαγειρέψουμε στην κουζίνα μας έχοντας μια περιορισμένη ποσότητα σε αλεύρι.

Το πως θα κατανείμουμε αυτό το αλεύρι ανάμεσα στα διάφορα φαγητά που πρόκειται να μαγειρέψουμε αποτελεί ένα πρόβλημα Επιχειρησιακής Έρευνας. Φυσικά το πρόβλημα αυτό το λύνουμε αυθόρμητα βασιζόμενοι στην εμπειρία μας ή στο συναίσθημά μας χωρίς καν μερικές φορές να συνειδητοποιούμε το κριτήριο της απόφασής μας.

# Ενδεικτικές εφαρμογές της\*

- Ανθρώπινο Δυναμικό
  - Διαχείριση ανθρώπινων πόρων
  - Επιλογή προγραμμάτων επιμόρφωσης
- Παραγωγή
  - Κατανομή εργατικού δυναμικού στις θέσεις εργασίας
  - Προγραμματισμός παραγωγής
  - Προγραμματισμός εξοπλισμού
- Εφοδιαστική αλυσίδα
  - Προγραμματισμός διανομής προϊόντων
  - Επιλογή μέσου μεταφοράς
  - Επιλογή τόπου εγκατάστασης
  - Επιλογή προμηθευτών

# Ενδεικτικές εφαρμογές της\*

- Marketing
  - Προγραμματισμός διαφημιστικής εκστρατείας
  - Τιμολόγηση
  - Επιλογή προϊόντων
  - Αξιολόγηση δικτύου διανομής
- Οργάνωση, Διοίκηση
  - Καθορισμός περιοχών ευθύνης
  - Ανασχεδιασμός μονάδων
- Χρηματοοικονομικά
  - Αξιολόγηση επενδύσεων
  - Διαχείριση χαρτοφυλακίου

# Καλή αρχή!

Η διαδικασία λοιπόν ξεκινάει\*:

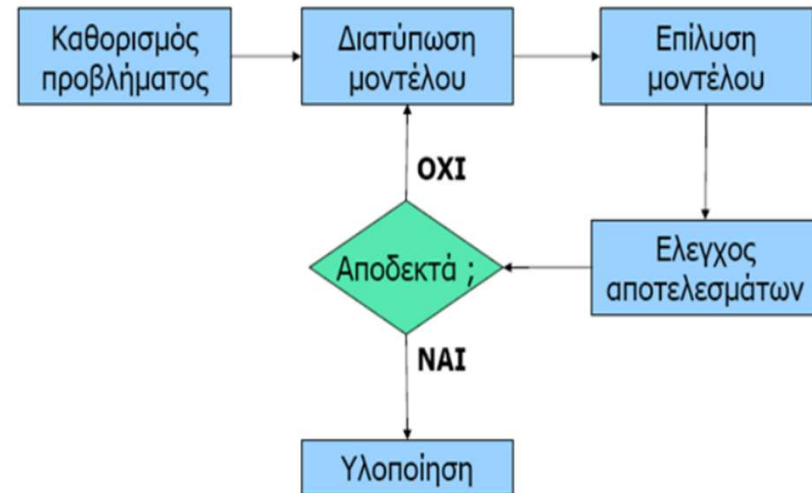
- Δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο να παρατηρήσουμε και να σχηματίσουμε το πρόβλημα καθώς και να συλλέξουμε τα απαραίτητα δεδομένα.
- Το επόμενο βήμα είναι να σχηματίσουμε ένα επιστημονικό (συνήθως μαθηματικό) υπόδειγμα το οποίο σκοπό έχει να αφαιρέσει/περιορίσει την πολυπλοκότητα του πραγματικού κόσμου προκειμένου να λύσουμε το πρόβλημα που έχουμε σχηματίσει.
- Στην συνέχεια υποθέτουμε ότι το πρόβλημα είναι μια επαρκώς ακριβής αναπαράσταση των ουσιωδών χαρακτηριστικών της κατάστασης, η οποία μας επιτρέπει να καταλήξουμε σε συμπεράσματα (λύσεις) από αυτό το υπόδειγμα τα οποία θα είναι έγκυρα και για το πρόβλημα του πραγματικού κόσμου.
- Έπειτα, διεξάγονται κατάλληλα πειράματα προκειμένου να ελέγξουμε αυτή την υπόθεση (περί αντιπροσωπευτικής αναπαράστασης του πραγματικού προβλήματος) και να την προσαρμόσουμε όπου χρειάζεται και τελικά να επιβεβαιώσουμε κάποιες από τις υποθέσεις του υποδείγματος (αυτό το βήμα συχνά αναφέρεται ως επικύρωση του υποδείγματος).
- Η Επιχειρησιακή Έρευνα θα πρέπει στο τέλος να παρέχει θετικά και κατανοητά συμπεράσματα στον λήπτη αποφάσεων όποτε αυτά χρειάζονται.

# Στάδια Εφαρμογής της (1)

## 1. Καθορισμός του προβλήματος\* και συλλογή απαραίτητων δεδομένων.

Αυτό περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ❖ τους κατάλληλους στόχους.
- ❖ περιορισμούς στο τι μπορεί να συμβεί.
- ❖ σχέσεις μεταξύ του υπό μελέτη τμήματος και άλλων τμημάτων του οργανισμού-επιχείρησης.
- ❖ πιθανά εναλλακτικά σενάρια δράσης.
- ❖ τα χρονικά περιθώρια εντός των οποίων πρέπει να ληφθεί η απόφαση.



## 2. Διατύπωση του μοντέλου\*. Ένα μαθηματικό υπόδειγμα ορίζεται από ένα σύστημα εξισώσεων και μαθηματικών εκφράσεων οι οποίες περιγράφουν την ουσία του προβλήματος (η λάθος διαμόρφωσή του οδηγεί στην αποτυχία). Τα βασικά συστατικά ενός μαθηματικού υποδείγματος είναι τα ακόλουθα:

- ❖ οι μεταβλητές απόφασης: αν υπάρχουν οι ποσοτικοποιήσιμες σχετιζόμενες αποφάσεις, τότε αυτές μπορούν να αναπαρασταθούν ως μεταβλητές απόφασης δηλαδή,  $x_1, x_2 \dots x_n$ , των οποίων οι τιμές θα πρέπει να προσδιοριστούν.
- ❖ η αντικειμενική συνάρτηση: αφορά στο κατάλληλο (συνολικό) μέτρο απόδοσης (π.χ. κέρδους ή κόστους) και εκφράζεται μέσω μια μαθηματικής συνάρτησης των μεταβλητών απόφασης, π.χ.  $\Pi = 5x_1 + 8x_2 + \dots + 14x_n$
- ❖ οι περιορισμοί: αναφερόμαστε σε οποιουδήποτε περιορισμούς πάνω στις τιμές που μπορούν να πάρουν οι μεταβλητές απόφασης και εκφράζονται με μαθηματικό τρόπο με την μορφή ανισοτήτων ή/και ισοτήτων π.χ.  $2x_1 + 8x_2 < 20$
- ❖ οι παράμετροι του μοντέλου: αφορούν στους συντελεστές καθώς και στις τιμές των ποσοτήτων στο δεξί μέλος των ανισοτήτων, στους περιορισμούς του προβλήματος και στην αντικειμενική συνάρτηση.

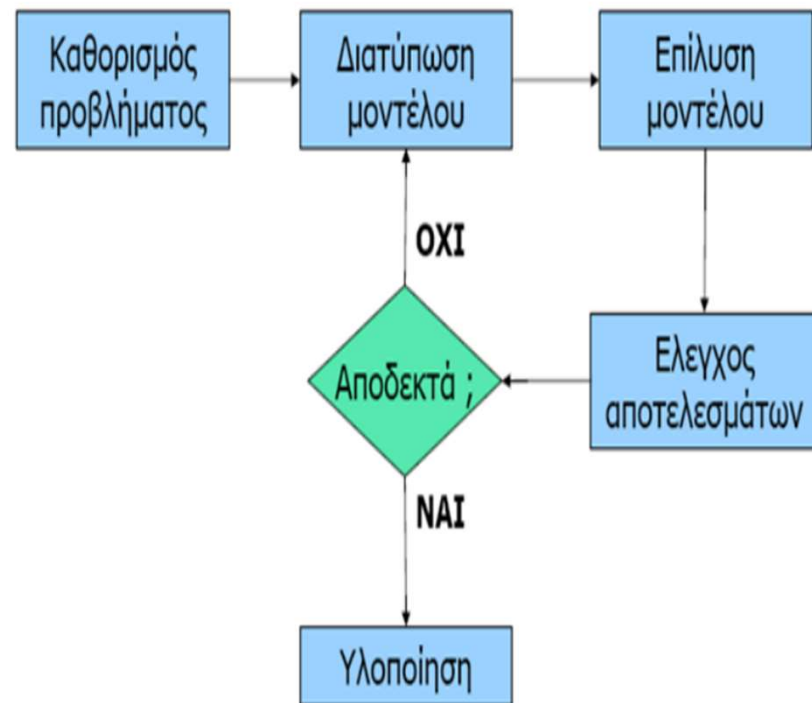
# Στάδια Εφαρμογής της (2)

## 3. Επίλυση του μοντέλου\*

Η επίλυση του μαθηματικού μοντέλου χρησιμοποιεί διάφορες τεχνικές για τον εντοπισμό της βέλτιστης λύσης του προβλήματος.

Με τη λύση του προβλήματος, εννοούμε τον προσδιορισμό της στρατηγικής που θα ακολουθήσουμε. Εδώ είναι πολύ σημαντικό να καθοριστούν οι κατάλληλες τιμές που θα αντιστοιχήσουμε στις παραμέτρους του μοντέλου.

Κάτι τέτοιο απαιτεί συλλογή δεδομένων, ενώ εξίσου σημαντική είναι και η Ανάλυση Ευαισθησίας, που σκοπό έχει να καθορίσει την ευαισθησία της βέλτιστης λύσης σε εύλογες μεταβολές των παραμέτρων του μοντέλου.



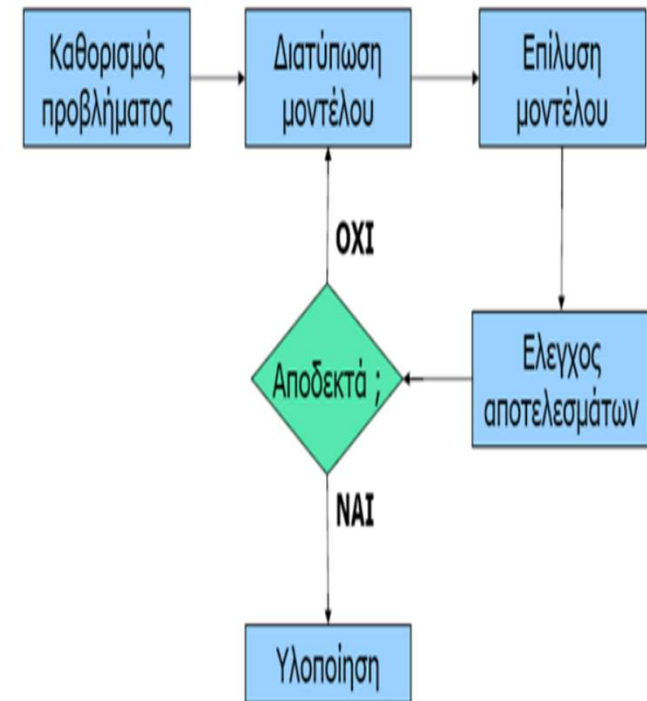
\*Σημειώσεις μαθήματος Επ.Ερ. Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πάτρας, 2019 17

# Στάδια Εφαρμογής της (3)

## 4. Έλεγχος αποτελεσμάτων\*

Η λύση την οποία μας υπέδειξε το μοντέλο στο προηγούμενο στάδιο ισχύει για τις παραμέτρους του περιβάλλοντος (τιμές, δυναμικότητα, κ.λ.π) που ορίσαμε αρχικά όταν διατυπώναμε το μοντέλο. Ωστόσο, πριν υλοποιήσουμε τη στρατηγική που υποδεικνύει το μοντέλο, ενδιαφερόμαστε συχνά να γνωρίζουμε τι επίπτωση θα είχε στην άριστη στρατηγική μια τυχόν αλλαγή στο περιβάλλον. Αυτή η ανάλυση της λύσης ονομάζεται στη βιβλιογραφία ανάλυση ευαισθησίας. Είναι μία μέθοδος που προσδιορίζει την ευαισθησία της λύσης, όταν το μοντέλο υποβάλλεται σε μεταβολές των παραμέτρων του.

Η ανάλυση ευαισθησίας χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν οι παράμετροι του μοντέλου δεν μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι σημαντικό να μελετήσουμε τη συμπεριφορά της λύσης σε μια “γειτονιά” των παραμέτρων του μοντέλου. Το στάδιο αυτό είναι σημαντικό διότι παρέχει χρήσιμη πληροφόρηση και μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά στην επιλογή της στρατηγικής που θα ακολουθήσει.



\*Σημειώσεις μαθήματος Επ.Ερ. Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πάτρας, 2019 18

# Στάδια Εφαρμογής της (4)

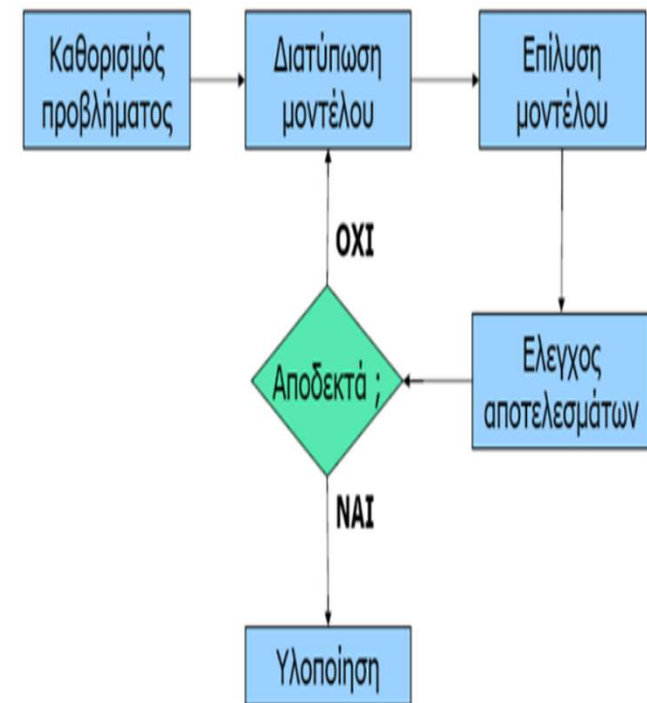
## 5. Υλοποίηση της τελικής λύσης\*

Έχοντας επιλέξει τη στρατηγική που θα ακολουθήσουμε πρέπει τώρα να την θέσουμε σε εφαρμογή.

Το στάδιο αυτό είναι συχνά το δυσκολότερο.

Η υλοποίηση και διατήρηση της λύσης ενός μοντέλου, περιλαμβάνει τη μετατροπή των αποτελεσμάτων σε λειτουργικές οδηγίες, παρουσιασμένες με κατανοητό τρόπο στα άτομα που θα διαχειριστούν το προτεινόμενο σύστημα, έτσι ώστε η βελτίωση που επιτεύχθηκε να υλοποιηθεί στο πραγματικό σύστημα και να διατηρηθεί στο μέλλον.

Το βάρος αυτού του σταδίου επωμίζεται κυρίως η ομάδα της επιχειρησιακής έρευνας αφού είναι πιθανό να προκύψουν προβλήματα τα οποία δεν είχαν προβλεφθεί κατά τη διάρκεια της έρευνας.



# Μοντέλα και Επιχειρησιακή Έρευνα\*

Η διαδικασία λήψης των αποφάσεων μπορεί να έχει εμπειρικό χαρακτήρα (να βασίζεται στην εμπειρία, στην διαίσθηση των στελεχών, στην κουλτούρα του οργανισμού κλπ) ή συστημική προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί για κάθε περίπτωση το κατάλληλο μοντέλο.

## Γιατί να χρησιμοποιήσουμε μοντέλο;

- Περιγραφή συστημάτων
- Κατανόηση δομής και τρόπου λειτουργίας συστημάτων
- Πρόβλεψη μελλοντικής συμπεριφοράς κάτω από διάφορες συνθήκες λειτουργίας
- Έλεγχος συστημάτων

**Μοντέλο ονομάζεται μια αναπαράσταση της πραγματικότητας** (Μπέτσιος, 2015).

# Μοντέλα και Επιχειρησιακή Έρευνα

Τι είναι ένα μοντέλο\*;

Στο μοντέλο απεικονίζουμε τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός συστήματος.

Κατά την δημιουργία ενός μοντέλου θα πρέπει να αποφασίσουμε ποια χαρακτηριστικά θεωρούμε σημαντικά και ποια όχι.

ΠΧ (Μπέτσιος, 2015)

- ο χάρτης των δρόμων μιας πόλης για την εύρεσης της συντομότερης διαδρομής από μία αφετηρία σε έναν προορισμό.
- η τρισδιάστατη απεικόνιση ενός εργοστασίου με σκοπό το σχεδιασμό της μεταφοράς των πρώτων υλών και της παραγωγικής διαδικασίας.
- το σχέδιο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με σκοπό τον υπολογισμό της έντασης του ρεύματος σε έναν κλάδο του και η γραμμική εξίσωση που προβλέπει τη ζήτηση ενός προϊόντος.

# Μοντέλα και Επιχειρησιακή Έρευνα \*

Η διαδικασία της δημιουργίας μαθηματικών μοντέλων είναι ιδιαίτερα σημαντική στην πρακτική της Επιχειρησιακής Έρευνας.

Ονομάζονται «μαθηματικά μοντέλα» διότι ορίζονται από μαθηματικές σχέσεις όπως ισότητες, ανισότητες, μήτρες, συναρτήσεις και τελεστές.

Κατά την μοντελοποίηση οι μαθηματικές αυτές σχέσεις χρησιμοποιούνται για την κατανόηση και την λεπτομερή περιγραφή της πραγματικότητας που μοντελοποιείται. Για παράδειγμα:

- ένας ισολογισμός αποτελεί τη μοντελοποίηση της οικονομικής κατάστασης μια εταιρείας. Οι μαθηματικές σχέσεις μπορούν να αποτελούν μοντελοποίηση της συμπεριφοράς και των τάσεων της αγοράς.
- μια κατανομή πιθανοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή της συχνότητας εμφάνισης απρόβλεπτων γεγονότων.

Τα μαθηματικά μοντέλα μπορεί να εμφανίζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, ανάλογα με τη μορφή του συστήματος ή του προβλήματος που μοντελοποιείται καθώς και το πεδίο εφαρμογής τους

# Ταξινόμηση μοντέλων\*

Τα μοντέλα διακρίνονται ως εξής:

- Φυσικά μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά αναπαριστούν το πραγματικό σύστημα μέσω μιας κατασκευής σε κλίμακα. Π.χ. Υπό κλίμακα κατασκευή ενός πλοίου για να γίνουν πειράματα μέσα σε μια δεξαμενή νερού.
- Αναλογικά μοντέλα. Αναπαριστούν σχέση μεταξύ οντοτήτων ενός συστήματος με χρήση ενός βοηθητικού μέσου στο οποίο μεταφέρεται η πραγματική κατάσταση σε κάποια αναλογία. Τέτοιο μοντέλο είναι το διάγραμμα διαδρομών ενός μεταφορικού μέσου, ο γεωγραφικός χάρτης κλπ.
- Συμβολικά μοντέλα. Σε αυτά ανήκουν τα προφορικά μοντέλα (π.χ. μια κινηματογραφική ταινία με αναπαράσταση περιστατικών της καθημερινής ζωής) καθώς και τα μαθηματικά μοντέλα που θα μας απασχολήσουν περισσότερο.

# Μαθηματικά Μοντέλα\*

Το μαθηματικό μοντέλο αναπαριστά ένα σύστημα (δηλαδή ένα σύνολο οντοτήτων που αλληλεπιδρούν για την επίτευξη ενός κοινού στόχου) με μαθηματικές σχέσεις.

Είναι δηλαδή μια μαθηματική περιγραφή της πραγματικότητας η οποία περιέχει όσες λεπτομέρειες θεωρούμε σημαντικές για την λήψη της απόφασης.

Τα μαθηματικά μοντέλα μπορούν να ταξινομηθούν με αρκετούς τρόπους, π.χ.

- ❖ ανάλογα με τον σκοπό που αναπτύσσονται ή την μέθοδο ανάλυσης που εφαρμόζουν.
- ❖ με βάση τον βαθμό ενσωμάτωσης της αβεβαιότητας του πραγματικού περιβάλλοντος (στοχαστικά ή προσδιοριστικά μοντέλα)  
με βάση την γενίκευση της εφαρμογής τους (γενικά ή ειδικά μοντέλα)

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (Προσεγγιστικού) ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ\*

Ένα οπωροπωλείο πουλά κεράσια προς 2 Ευρώ /κιλό. Ο καταναλωτής αν αγοράσει ποσότητα βάρους  $X$  θα πληρώσει

$$f(X)=2X$$

Η σχέση αυτή είναι ένα μαθηματικό μοντέλο. Είναι μια απεικόνιση της πραγματικότητας και μάλιστα *προσεγγιστική*.

Ο λόγος είναι ότι έχουμε αγνοήσει την μη σημαντική λεπτομέρεια του βάρους της σακούλας (τα κεράσια ζυγίζονται μέσα σε σακούλα).

Αν θεωρούσαμε το βάρος αυτό σημαντικό θα έπρεπε το μοντέλο να διαμορφωθεί ως

$$f(X)=2(X+ Y) \text{ όπου } Y \text{ το βάρος της σακούλας}$$

# ΣΥΝΕΠΩΣ !

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι το μαθηματικό μοντέλο αναπαριστά μεν την πραγματικότητα αλλά με προσεγγιστικό τρόπο (αφού αφαιρούνται οι μη σημαντικές λεπτομέρειες).

Αν προσθέσουμε περισσότερες λεπτομέρειες στο μοντέλο τότε αυτό θα είναι ποιο ακριβές αλλά ταυτόχρονα και ποιο δύσχρηστο αφού θα είναι ποιο πολύπλοκο.



# Η διαδικασία της μοντελοποίησης\*

1. η ανακάλυψη μιας κατάστασης για την οποία απαιτείται μελέτη και βελτίωση
2. Αφού έχει οριστεί το πεδίο της έρευνας - προσδιορίζουμε ποιες πτυχές του συστήματος είναι ελέγξιμες και ποιες όχι
3. Καθορισμός του σκοπού και των στόχων του συστήματος καθώς και των περιορισμών που επηρεάζουν τη λειτουργία του
4. σχεδιασμός του μοντέλου το οποίο άμεσα ή έμμεσα περιλαμβάνει εναλλακτικές δράσεις
5. συλλογή των δεδομένων τα οποία περιγράφουν το σύστημα που μοντελοποιείται
6. Επίλυση

# Βέλτιστο Μοντέλο\* => Επιδεξιότητα

Όσο πιο λεπτομερές τόσο πιο κοντά στην πραγματικότητα, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η χρήση ενός μεγάλου και πολύπλοκου μοντέλου είναι το καλύτερο,

ΔΕΝ είναι όλες οι λεπτομέρειες σχετικές ή σωστές.

Μπορεί η χρήση των Η/Υ να ενθαρρύνει την δημιουργία μοντέλων μεγάλης πολυπλοκότητας.

ΠΡΟΣΟΧΗ ο αρχικός σκοπός δημιουργίας ενός μοντέλου είναι η απλή και κατανοητή απεικόνιση ενός συστήματος και η σχετικά εύκολη επίλυσή του.

## ΣΥΝΕΠΩΣ

*Το βέλτιστο μοντέλο είναι αυτό το οποίο αναπαριστά το πραγματικό σύστημα όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά, παραμένοντας όμως κατανοητό και εύκολα επιλύσιμο.*

# Τεχνικές Επιχειρησιακής Έρευνας


Μερικές από τις περισσότερο διαδεδομένες τεχνικές της επιχειρησιακής έρευνας είναι:


- Μαθηματικός Προγραμματισμός (Γραμμικός, Ακέραιος, Μη γραμμικός, Δυναμικός)
- Θεωρία Παιγνίων (Game theory)
- Θεωρία Ουρών Αναμονής (Queing theory)
- Δικτυωτή Ανάλυση (Network flows, PERT, CPM)
- Διαχείριση Αποθεμάτων (Inventory control)
- Δένδρα Αποφάσεων (Decision trees)
- Πολυκριτήρια Ανάλυση (Multiple Criteria Decision Analysis-MCDA)
- Προσομοίωση (Simulation)

# Μικρά παραδείγματα\*

★ Η επιλογή θέσης για την εγκατάσταση ενός εργοστασίου ή ενός ΧΥΤΑ  **Location Problem**

★ Ποιο είναι το επίπεδο παραγωγής σε μια βιομηχανία που παράγει συγκεκριμένα προϊόντα ώστε να ελαχιστοποιήσει το κόστος η να μεγιστοποιήσει το κέρδος  **Γραμμικός Προγραμματισμός**

★ Τα εργοστάσια μιας βιομηχανίας έχουν συγκεκριμένη δυνατότητα παραγωγής όπως και η ζήτηση στις περιοχές πώλησης. Ποιο πρέπει να είναι το πρόγραμμα μεταφοράς (εργοστάσια – σημεία πώλησης) ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος μεταφοράς  **Μεταφοράς**

★ Ποια είναι η ελάχιστη ποσότητα σε ένα προϊόν που πρέπει να έχει μια επιχείρηση και ποια είναι η ποσότητα που πρέπει να παραγγέλνει έτσι ώστε να καλύπτεται η ζήτηση και να ελαχιστοποιείται το κόστος (παραγγελίας, αποθήκευσης, κεφαλαίου, μη εξυπηρέτησης) 

**Διαχείρισης Αποθεμάτων**



Και να θυμάστε:

**Ο άνθρωπος δεν σκοντάφτει σε βουνά αλλά σε πέτρες !**

*«The Mafia Manager»*

Είπαμε Πολλά ? **ΝΑΙ**

Τα καταλάβατε όλα ?

**ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΝΑΙ**

