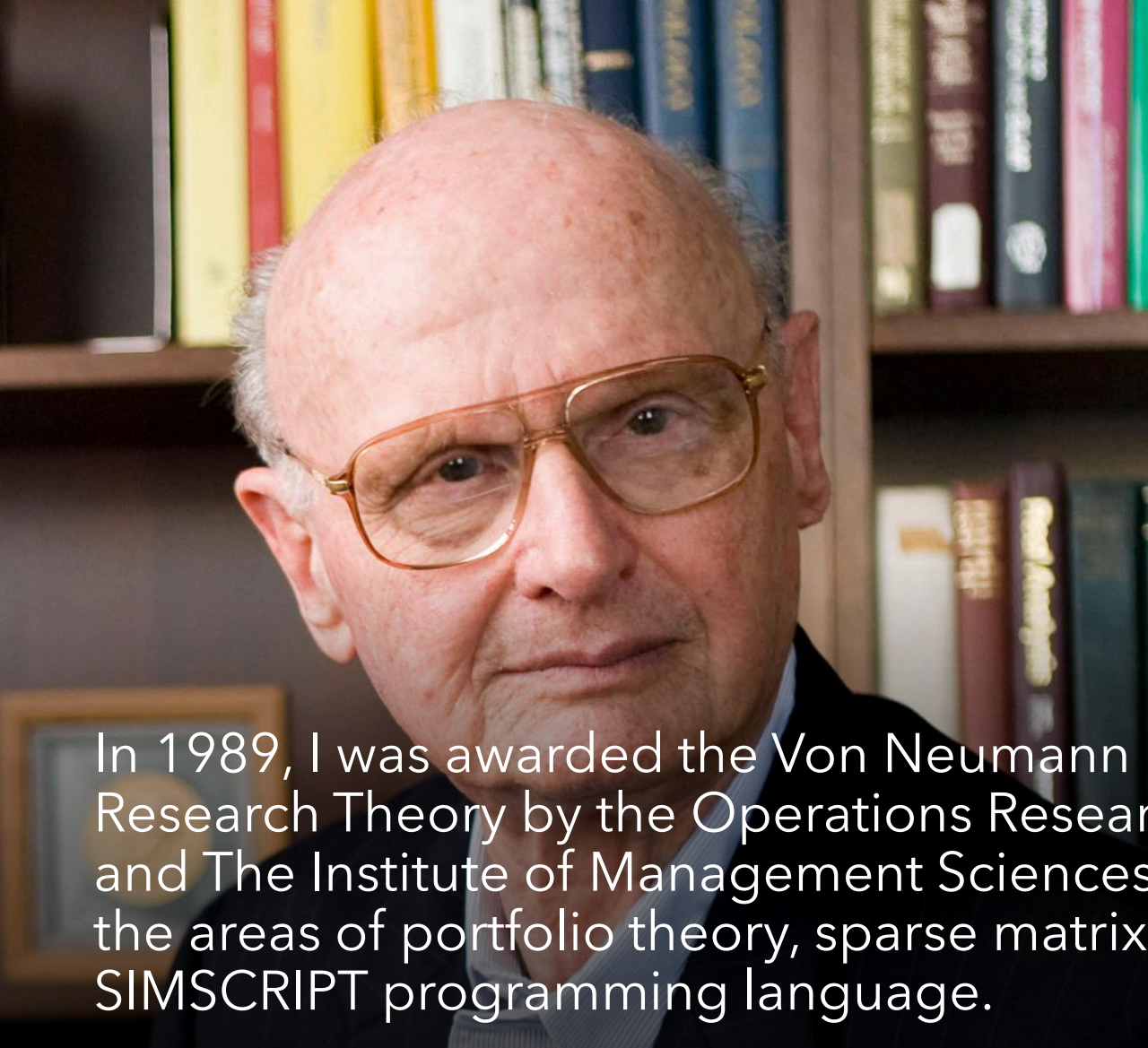


# Επιχειρησιακή Έρευνα

Γιώργος Τσιρογιάννης

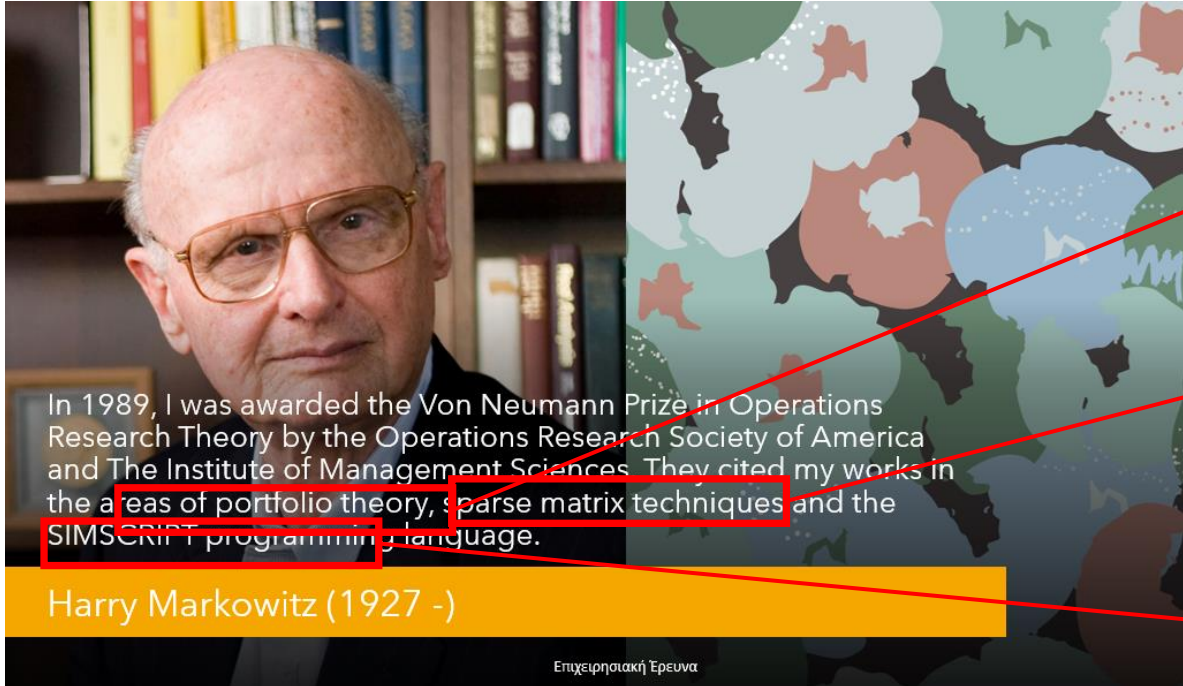
Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών  
Προϊόντων και Τροφίμων,  
Πανεπιστήμιο Πατρών



In 1989, I was awarded the Von Neumann Prize in Operations Research Theory by the Operations Research Society of America and The Institute of Management Sciences. They cited my works in the areas of portfolio theory, sparse matrix techniques and the SIMSCRIPT programming language.

Harry Markowitz (1927 -), Nobel Prize 1990 (Economic Sciences)

## Επιστημονικές Περιοχές



Διαχείριση χαρτοφυλακίου

Μαθηματικές τεχνικές

Υπολογιστικές τεχνικές  
και γλώσσες προγραμματισμού

# Portfolio Management

By [ADAM HAYES](#) | Updated September 28, 2021

Reviewed by [GORDON SCOTT](#)

## What Is Portfolio Management?

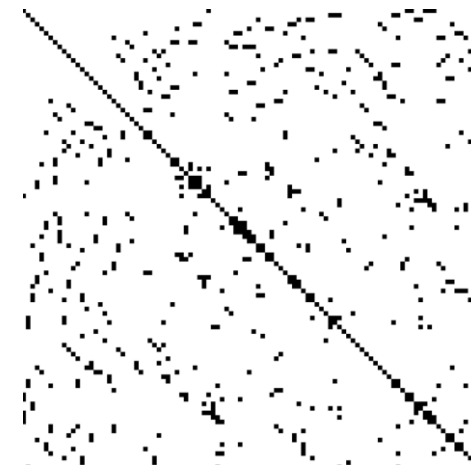
Portfolio management is the art and science of selecting and overseeing a group of investments that meet the long-term financial objectives and risk tolerance of a client, a company, or an institution.

### KEY TAKEAWAYS

- Portfolio management involves building and overseeing a selection of investments that will meet the long-term financial goals and risk tolerance of an investor.
- Active portfolio management requires strategically buying and selling stocks and other assets in an effort to beat the broader market.
- Passive portfolio management seeks to match the returns of the market by mimicking the makeup of a particular index or indexes.

### Sparse matrix

$$\begin{pmatrix} 1.0 & 0 & 5.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 11.0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 9.0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 7.0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10.0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8.0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4.0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12.0 \end{pmatrix}$$



## SIMSCRIPT

From Wikipedia, the free encyclopedia

**SIMSCRIPT** is a free-form, [English-like general-purpose simulation language](#) conceived by [Harry Markowitz](#) and Bernard Hausner at the [RAND Corporation](#) in 1962.

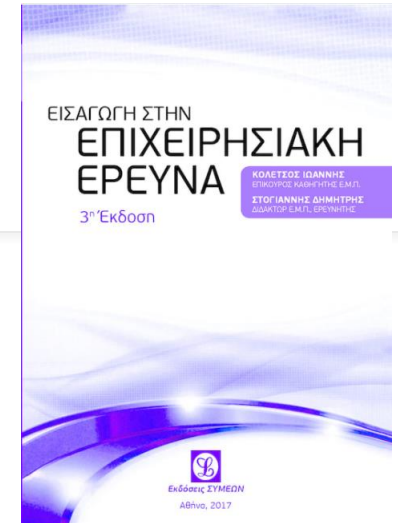
# Υλικό μαθήματος

Κύριο σύγγραμμα:

- Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα, Ιωάννης Κολέτσος, Δημήτρης Στογιάννης, 3η έκδοση, 978-960-9400-62-6

Παραδείγματα σε Julia lang πχ:

- Julia Programming for Operations Research, Changhyun Kwon, 2<sup>nd</sup> edition, 978-1798205471







# Διάλεξη 1η

---

Η αναγκαιότητα

Σύντομη ιστορική αναδρομή

Ορισμοί της Επιχειρησιακής Έρευνας

Κλάδοι εφαρμογών

Βασικά στάδια της Επιχειρησιακής Έρευνας



Η αναγκαιότητα




# Η αναγκαιότητα

- Από την εμφάνιση της βιομηχανικής επανάστασης (19ος αιώνας) μέχρι σήμερα, παρατηρείται μια αξιοσημείωτη ανάπτυξη στο μέγεθος και την πολυπλοκότητα των οργανισμών. Οι μικρές επιχειρήσεις βαθμιαία εξελίχθηκαν σε εταιρίες συγκέντρωσης μεγάλων κεφαλαίων. Η αύξηση της εξειδίκευσης δημιούργησε καινούρια προβλήματα, τα οποία απασχολούν τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς μέχρι σήμερα.



## Η αναγκαιότητα (συν.)

- Δημιουργήθηκε η ανάγκη μιας επιστήμης η οποία όχι μόνο να έχει ως αντικείμενο την εύρεση του καλύτερου δυνατού τρόπου επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων, αλλά ταυτόχρονα να ικανοποιεί την προσπάθεια μας να ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΟΥΜΕ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.



# Σύντομη ιστορική αναδρομή

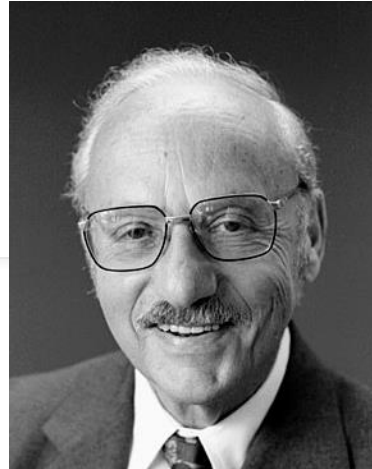


# Πρώιμα βήματα



- Έρευνα για το κόστος μεταφοράς και το κόστος για τη ταξινόμηση της αλληλογραφίας οδήγησε στο γενικό αγγλικό "Ταχυδρομείο της πένας" το 1840 Charles Babbage.
- Μελέτη προβλημάτων σχετικά με το χρόνο απασχόλησης των τηλεφώνων το 1917 (Agnar Krarup Erlang), και το 1920 ο Horace Clifford Levinson, ασχολήθηκε με τη μελέτη προβλημάτων πωλήσεων και εμπορίου.

# Επίσημη αρχή του κλάδου της Επιχειρησιακής Έρευνας



- Β' Παγκόσμιος Πόλεμος – 1940
  - Ηνωμένες Πολιτείες με τον George Dantzig έψαχναν τρόπους έτσι ώστε να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις σε περιοχές όπως τα προγράμματα διοικητικής μέριμνας και τα προγράμματα εκπαίδευσης.
  - Ηνωμένο Βασίλειο επιστήμονες συμπεριλαμβανομένων των Patrick Blackett, Cecil Gordon, C. H. Waddington, Owen Wansbrough-Jones και Frank Yates ασχολούνται με την **βελτιστοποίηση στρατιωτικών επιχειρήσεων**. Τα συστήματα ραντάρ λειτουργούσαν αποτελεσματικά, υπήρχε πρόβλημα στο λειτουργικό (operational) κομμάτι, οπότε αποφασίστηκε έρευνα (research) προς αυτήν την κατεύθυνση.

# Τα πρώτα προβλήματα που επιλυθήκαν αποτελεσματικά

- **Πρόβλημα:** προσδιορισμός βέλτιστου μεγέθους των νηοπομπών (πλήθος φορτηγών πλοίων συνοδευόμενων από πολεμικά).
  - Η αύξηση του μεγέθους των νηοπομπών καθόρισε τη νίκη στη μάχη του Ατλαντικού.
- **Πρόβλημα:** προσδιορισμός του τρόπου ρίψης βομβών
  - το πιο αποτελεσματικό πλήρωμα να ρίχνει πρώτο τις βόμβες του
  - όλες οι βόμβες να ρίχνονται ταυτόχρονα
  - τα αεροσκάφη να πετούν σε σχηματισμούς ακριβείας μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη μεγάλη διασπορά των βομβών.
  - => βελτίωση της αποτελεσματικότητας πλήξης στόχων κατά 1000%.

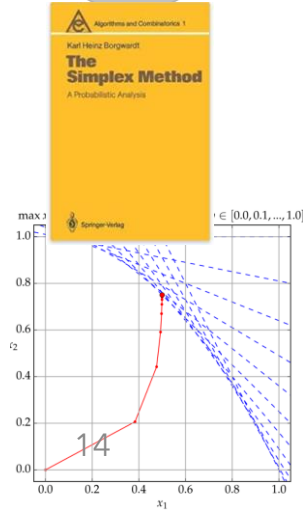
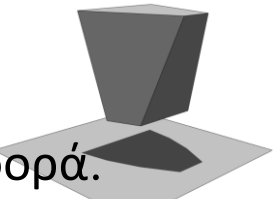




# Σημαντικοί σταθμοί στην εξέλιξη της ΕΕ



- 1944: Θεωρία Παιγνίων και Οικονομική Συμπεριφορά, J v. Neumann και O. Morgenstern.
- 1947: Αλγόριθμος Simplex, Dantzig.
- 1951 - 1952: Ανάπτυξη της Δυϊκής Θεωρίας.
- 1950 - 1960: εμφάνιση ψηφιακών υπολογιστών και γλωσσών προγραμματισμού
- 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.



# Ορισμοί



# Ορισμός ΕΕ Ι

- “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”. R. Watson-Watt, A.P. Rowe

# Ορισμός ΕΕ II

- 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).  
Operational Research Society, UK


## Ορισμός ΕΕ III

- 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**. R.L. Ackoff, M.W Sasienni



# Ορισμός ΕΕ IV και V

- Επιχειρησιακή Έρευνα είναι η **επιστημονική** προετοιμασία των **αποφάσεων** της **Διοικήσεως** με την επιστημονική ανάλυση των **δεδομένων** και τη δημιουργία **μαθηματικών προτύπων**.  
Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών
- Η συστηματική εφαρμογή **ποσοτικών** μεθόδων, τεχνικών και **εργαλείων** στην ανάλυση προβλημάτων που εμπριέχουν την λειτουργία **συστημάτων**. J.A. George, H.G. Daellenbachand



# Εφαρμογές της Επιχειρησιακής Έρευνας



Η επιχειρησιακή έρευνα ασχολείται με την **άριστη λήψη αποφάσεων** σε **προσδιοριστικά και πιθανολογικά συστήματα** που προκύπτουν μέσα από **πραγματικά προβλήματα**.

- **Παραγωγή:** Χωροθέτηση εργοστασίου, προγραμματισμός προμηθειών ή παραγωγής, έλεγχος αποθεμάτων πρώτων υλών ή προϊόντων, έλεγχος ποιότητας, ανανέωση μηχανολογικού εξοπλισμού, ανάλυση αξιοπιστίας, εξισορρόπηση γραμμής παραγωγής.
- **Προσωπικό:** Ανάλυση αξιολόγηση αξιολόγηση προσωπικού, προγραμματισμός προσωπικού, ανάλυση αιτιών απουσίας, πρόληψη ατυχημάτων.

Η επιχειρησιακή έρευνα ασχολείται με την **άριστη λήψη αποφάσεων** σε **προσδιοριστικά και πιθανολογικά συστήματα** που προκύπτουν μέσα από **πραγματικά προβλήματα**.

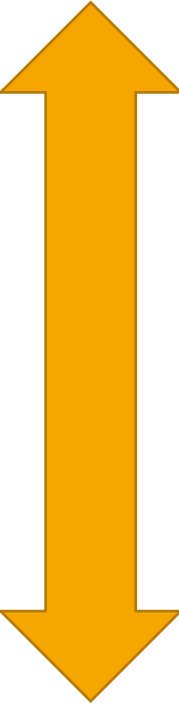
- **Εμπόριο:** Καθορισμός βέλτιστης σύνθεσης παραγωγής, βέλτιστη στρατηγική διαφήμισης και τιμολογήσεως προϊόντων, προγραμματισμός πωλήσεων, προγραμματισμός μεταφοράς και διανομής προϊόντων, προσδιορισμός θέσεως και αριθμού αποθηκών, σύνθεση μεταφορικού στόλου.
- **Οικονομικά:** Χρηματοοικονομικός προγραμματισμός, καθορισμός πιστωτικής πολιτικής, προϋπολογισμός, βελτιστοποίηση χρηματοροών.

# Βασικά στάδια της Επιχειρησιακής Έρευνας





# Βασικά στάδια της Επιχειρησιακής Έρευνας

- 
- Ανάλυση του συστήματος
  - Διατύπωση στόχων
  - Διατύπωση του μοντέλου
  - Επίλυση του μοντέλου
  - Ανάλυση της λύσης
  - Υλοποίηση της λύσης

# Ανάλυση του συστήματος

- **Ζητούμενο:** να κατανοήσουμε το σύστημα που θα μελετήσουμε.
- **Πως:** προσδιορίζουμε τη δομή του και τον τρόπο λειτουργίας του.
- **Μεθοδολογία:**
  - i) αναλύουμε στα υποσυστήματα του,
  - ii) εντοπίζουμε τα σημεία στα οποία εμείς μπορούμε να επηρεάσουμε τη λειτουργία του και προσδιορίζουμε τρόπους (στρατηγικές), τους οποίους μπορούμε να
  - iii) εφαρμόσουμε προκειμένου να επηρεάσουμε το υπό μελέτη σύστημα.

# Ανάλυση του συστήματος

- **Όφελος:** αποκτούμε σαφή αντίληψη του προβλήματος που έχουμε να αντιμετωπίσουμε, και αναγνωρίζουμε τις μεταβλητές-παραμέτρους του συστήματος, καθώς και τους διάφορους περιορισμούς που επιβάλλονται από τη δομή του, τη λειτουργία του, ή το περιβάλλον.

# Διατύπωση στόχων

- **Ζητούμενο:** να θέσουμε τους στόχους που θέλουμε να πετύχουμε, π.χ. μεγιστοποίηση του κέρδους, ελαχιστοποίηση του κόστους, βελτίωση της παραγωγικότητας.
- **Δυσκολίες/προκλήσεις:** υπάρχουν πολλαπλοί στόχοι και πρέπει να τους ιεραρχήσουμε ή κατά κάποιο τρόπο να τους συμπτύξουμε.
- **Κρισιμότητα:** ιδιαίτερα σημαντική, καθώς από τη διατύπωση των σωστών στόχων εξαρτάται η επιτυχία και η εφαρμογή των λύσεων που θα προταθούν

# Διατύπωση του μοντέλου

- **Ζητούμενο:** να δημιουργήσουμε μια απλουστευμένη αναπαράσταση του πραγματικού συστήματος, να τη μελετήσουμε, να αναλύσουμε την επίδραση διαφόρων παραγόντων στους στόχους που έχουν τεθεί και να επιλέξουμε την καλύτερη στρατηγική.
- **Μορφή:** μετατροπή του ορισμού του προβλήματος σε μαθηματικές σχέσεις και αποτελεί κατά προσέγγιση μία αναπαράσταση του προβλήματος. Συνήθως ένα σύνολο από ποσοτικές σχέσεις ή εντολές στον υπολογιστή που εκφράζουν τους στόχους του προβλήματος και τους περιορισμούς του περιβάλλοντος

# Διατύπωση του μοντέλου (συν.)

- **Μεθοδολογία**

- **Στάδιο 1ο:** Διατύπωση υποθέσεων οι οποίες απλουστεύουν το πρόβλημα.  
**Σκοπιμότητα:** Αυτό γίνεται για να κάνει πιο εφικτή και εύκολη την επίλυση και ανάλυση του προβλήματος.
- **Στάδιο 2ο:** Διατύπωση εκείνων των μαθηματικών σχέσεων ή εντολών στον υπολογιστή, οι οποίες εκφράζουν τις σχέσεις μεταξύ των συντελεστών του συστήματος, των στόχων, των μεταβλητών και του περιβάλλοντος.  
**Σκοπιμότητα:** αυστηρότερη διατύπωση του μοντέλου.
- **Στάδιο 3ο:** Επιβεβαίωση του μοντέλου με δοκιμαστική χρήση του σε ένα “απλό” πρόβλημα. Αυτό γίνεται για να ελέγξουμε την ακρίβεια των υποθέσεων (στάδιο 1) και των σχέσεων/εντολών (στάδιο 2) που διατυπώθηκαν παραπάνω. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά, τα στάδια 1,2 επαναλαμβάνονται.

# Διατύπωση του μοντέλου (συν.)

- **Κρισιμότητα:** ιδιαίτερα υψηλή
  - Ο αναλυτής ενός συστήματος διατρέχει τον κίνδυνο να εντοπίσει τη σωστή λύση σε λάθος πρόβλημα (το προτεινόμενο μοντέλο δεν αποτελεί σωστή αναπαράσταση του προβλήματος, ενώ η μέθοδος βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης είναι σωστή). Στην αντίθετη περίπτωση κινδυνεύει να δώσει λάθος λύση σε σωστό πρόβλημα.
- **Δυσκολίες/προκλήσεις:** περιορισμός των μεταβλητών σε εκείνες που είναι πραγματικά σημαντικές για το πρόβλημα, δεδομένου ότι από αυτό εξαρτάται το κόστος επίλυσής του.

# Επίλυση του μοντέλου

- **Ζητούμενο:** εντοπισμός της βέλτιστης λύσης του προβλήματος.
- **Τρόποι επίλυσης:** στηρίζονται σε Ανώτερα Μαθηματικά (διαφορικός και ολοκληρωτικός λογισμός, αριθμητική ανάλυση, γραμμική άλγεβρα, κλασικές μέθοδοι βελτιστοποίησης, λογισμός των μεταβολών), στη θεωρία Πιθανοτήτων και τη Στατιστική (θεωρία πιθανοτήτων, ανελίξεις Markov, περιγραφική στατιστική, στατιστική συμπερασματολογία, εκτίμηση, ανάλυση παλινδρόμησης, αλληλοσυσχέτιση, ανάλυση μεταβλητότητας, παραγοντική ανάλυση, χρονοσειρές) ή σε Μεθόδους και Θεωρίες της επιχειρησιακής έρευνας.



# Επίλυση του μοντέλου (συν.)

- **Δημοφιλέστερες μέθοδοι:**

- γραμμικός προγραμματισμός (linear programming), σχεδιάστηκε για μοντέλα με αυστηρά γραμμικούς περιορισμούς.
- ακέραιος προγραμματισμός (integer programming), στον οποίο οι μεταβλητές θεωρούνται ακέραιες.
- δυναμικός προγραμματισμός (dynamic programming) στον οποίο το πρόβλημα μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερα υπό - προβλήματα.
- μη γραμμικός προγραμματισμός (non-linear programming) στον οποίο οι συναρτήσεις των μοντέλων είναι μη γραμμικές.
- ο προγραμματισμός δικτύων (network programming) η διαχείριση αποθεμάτων (inventory control, EOQ), η θεωρία ουρών αναμονής (queueing theory, simulation) και η θεωρία παιγνίων (game theory).

# Ανάλυση της λύσης

- **Ζητούμενο:** ανάλυση της επίπτωσης που θα είχε στην άριστη στρατηγική μια τυχόν αλλαγή στο περιβάλλον.
  - προσδιορισμός της ευαισθησία της λύσης, όταν το μοντέλο υποβάλλεται σε μεταβολές των παραμέτρων του.
- **Κρισιμότητα:** ιδιαίτερη όταν οι παράμετροι του μοντέλου δεν μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια.

# Υλοποίηση της λύσης

- **Ζητούμενο:** 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.
- **Κρισιμότητα:** ιδιαίτερα υψηλή, γιατί θα υπάρξει άμεση επίπτωση.
- **Παράγοντες ρίσκου:** πιθανό να προκύψουν προβλήματα τα οποία δεν είχαν προβλεφθεί κατά τη διάρκεια της έρευνας.