Διοίκηση Έργων PERT/CPM

Ιωάννης Αθ. Παραβάντης
https://www.unipi.gr/unipi/el/jparav.html
paravantis@gmail.com

Ιανουάριος 2024

Ποιος είμαι

- Καθηγητής τμήματος Διεθνών & Ευρωπαϊκών Σπουδών (ΔΕΣ), Πανεπιστημίου Πειραιώς (**ΠΑΠΕΙ**)
- Πολιτικός Μηχανικός – Συγκοινωνιολόγος (ΕΜΠ)
- M.Sc. Transportation, Ph.D. Environmental Health, Northwestern University (Chicago, USA)
- 45+ **ΜΠΕ** μεγάλων έργων
- 4 χρόνια σε **ΕΡΓΟΣΕ**, <1 χρόνο στον **ΟΣΕ**
- Στο ΠΑΠΕΙ από το 2000.

Τι καλύπτουμε στο σεμινάριο αυτό

- Διοίκηση επιχειρήσεων & διοίκηση έργων
- Χαρακτηριστικά έργων
- Συγκρούσεις, διαπραγματεύσεις & θεωρία παιγνίων
- Αξιολόγηση έργων
- Χρονικός & κοστολογικός προγραμματισμός έργων (**PERT/CPM**)
- Αβεβαιότητα και ρίσκο στα έργα
- Διαχείριση ομάδων έργου
- Αντίσταση σε αλλαγές
- Συνοψίζοντας σε Q&A

Διοίκηση επιχειρήσεων & διοίκηση έργων

Project (έργο)

- **Προσωρινό** (temporary)
- **Μοναδικό** (unique) προϊόν ή υπηρεσία
- **Δραστηριότητες**
- **Πολυεπιστημονικότητα** και **συγκρούσεις** (conflict)
- **Στόχος**, **προϋπολογισμός** (budget), **ορόσημα** (milestones), **παραδοτέα** (deliverables), **χρονική διάρκεια** (time duration), **ημερομηνία ολοκλήρωσης** (due date)
- Συνολικότερο πρόγραμμα (program).

Κύριος σκοπός και δευτερεύοντες σκοποί (ατύχημα Titan, 18/6/2023):

- *Το πρωταρχικό καθήκον ενός υποβρυχίου είναι να **μην εκραγεί**. Το δεύτερο είναι να **φτάσει στην επιφάνεια** με οξυγόνο, ακόμα κι αν ο πιλότος είναι αναίσθητος. Το τρίτο είναι να μπορούν οι επιβάτες να **ανοίξουν την καταπακτή** και να βγουν έξω. Το τέταρτο είναι να είναι εύκολο **να βρεθεί** το υποβρύχιο, μέσω συστημάτων παρακολούθησης και επικοινωνιών, σε περίπτωση που απαιτηθεί διάσωση. Μόνο το πέμπτο καθήκον είναι αυτό που συνήθως θεωρείται ως το πρωταρχικό: η **μεταφορά ανθρώπων** στο βυθό* (παράφραση της πηγής) (https://www.newyorker.com/news/a-reporter-at-large/the-titan-submersible-was-an-accident-waiting-to-happen)

Projects = δουλειά ρουτίνας;

- **Όχι!** Project management <> General management
- **Γενική διοίκηση** ~ management by exception
  - Όλα είναι ρουτίνα, τα διαχειρίζονται οι υφιστάμενοι
  - Ο manager ασχολείται με εξαιρέσεις
- **Διοίκηση έργων** ~ όλα είναι εξαιρέσεις!
- Ύπαρξη **συγκρούσεων** (conflict) στα έργα
  - **Project manager** (PM)
    - Ειδικές δεξιότητες
    - Ευέλικτος, γρήγορη προσαρμογή σε αλλαγές.

Στα έργα:

- Σημαντική η **σχεδίαση**, η **οργάνωση**, και ο **προγραμματισμός** ~ περισσότερη λεπτομέρεια!
- Από αυτά εξαρτώνται **προϋπολογισμός** (budget), **παρακολούθηση** (monitoring), **έλεγχος** (control), και **αξιολόγηση** (evaluation)
- Κάθε έργο έχει δικό του προϋπολογισμό!
  - Καταρτίζεται από το μηδέν
  - Αφορά μελλοντικές χρονικές περιόδους (**πρόβλεψη**, forecasting)
  - Γενική διοίκηση ~ μικροαλλαγές σε προϋπολογισμό.

Γενική διοίκηση

- Οργανωτική δομή
  - Γενικές διευθύνσεις
  - Διευθύνσεις
  - Τμήματα, κλπ.

Διοίκηση έργων

- Πολυεπιστημονικές προσεγγίσεις
- Παραβίαση οργανωτικής δομής γενικής διοίκησης

Εμπλοκή εργασιών γενικής διοίκησης με δραστηριότητες έργων ⇒ **χάος**.

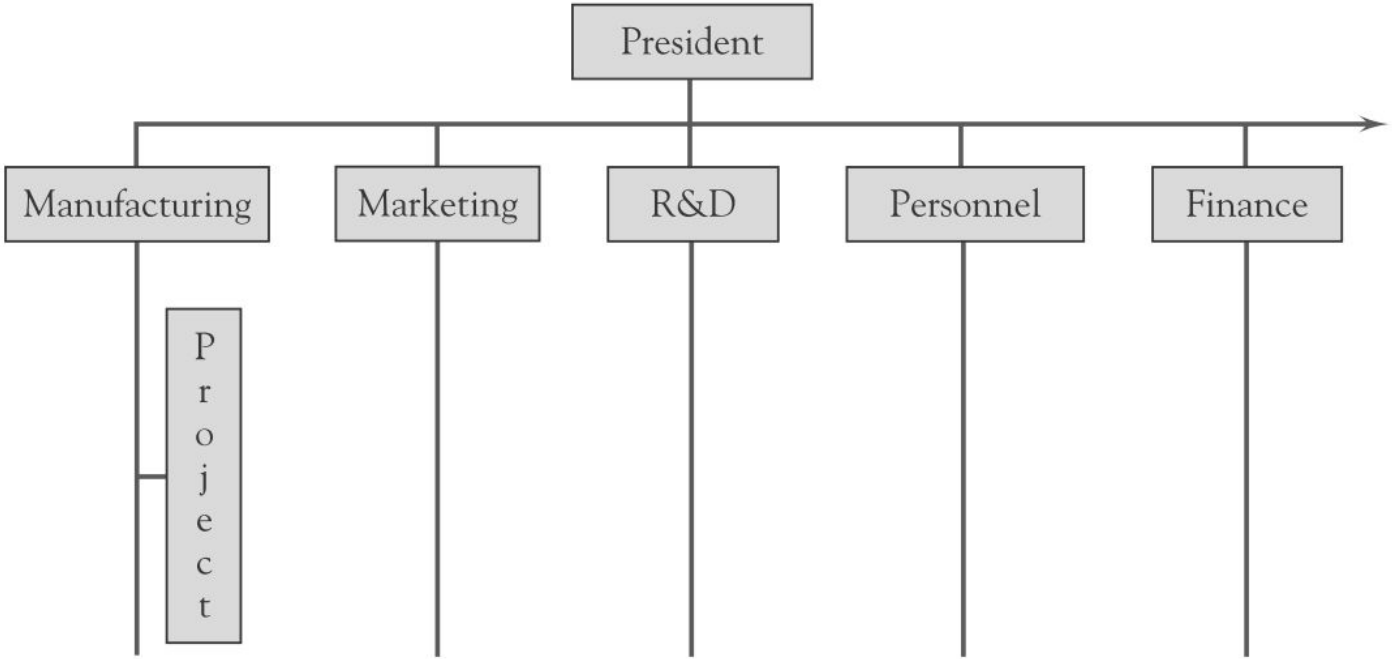


Figure 2-6
Functional project organization.

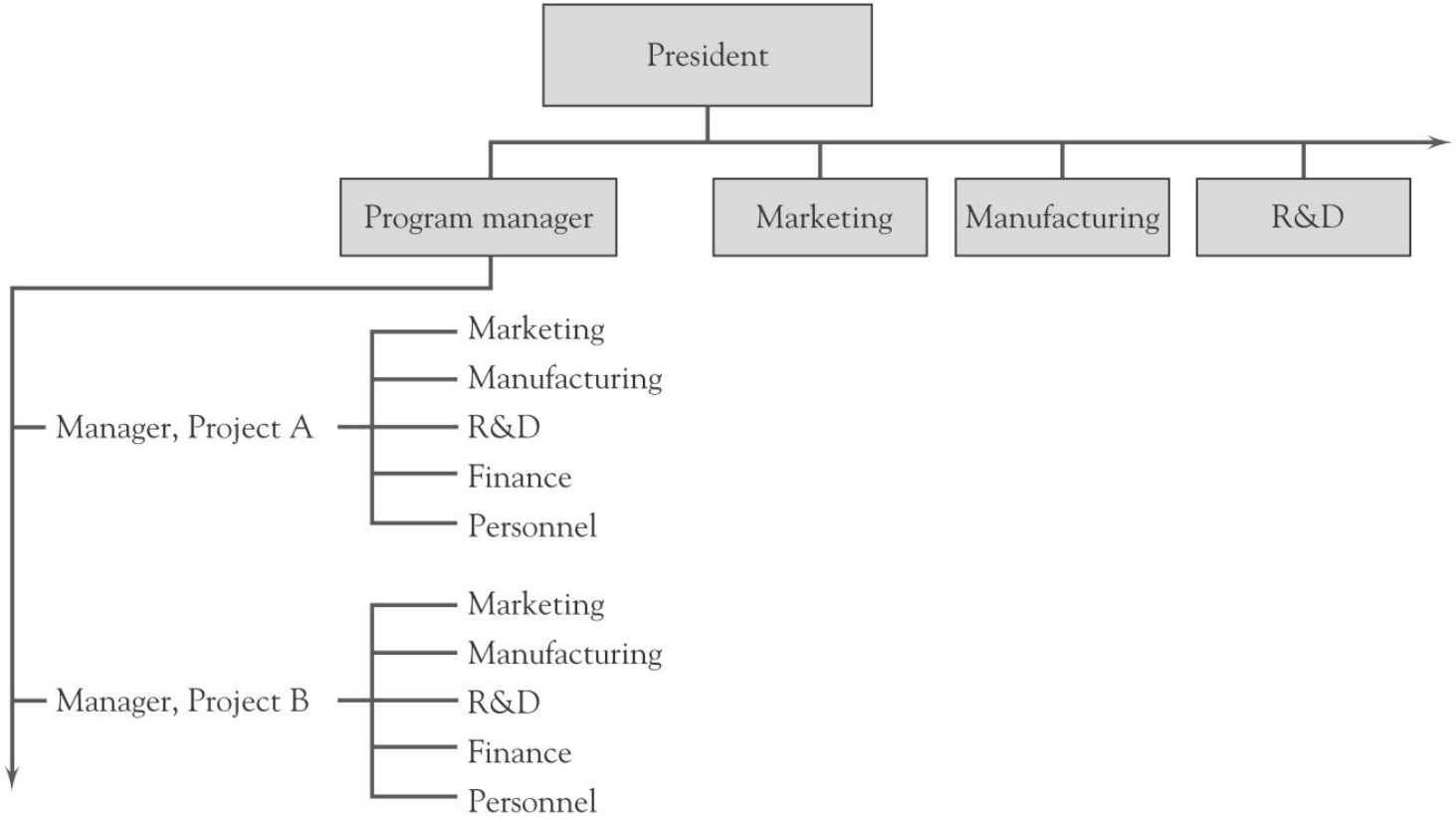


Figure 2-5
Pure project organization.

Συνδυασμός των δύο προηγουμένων

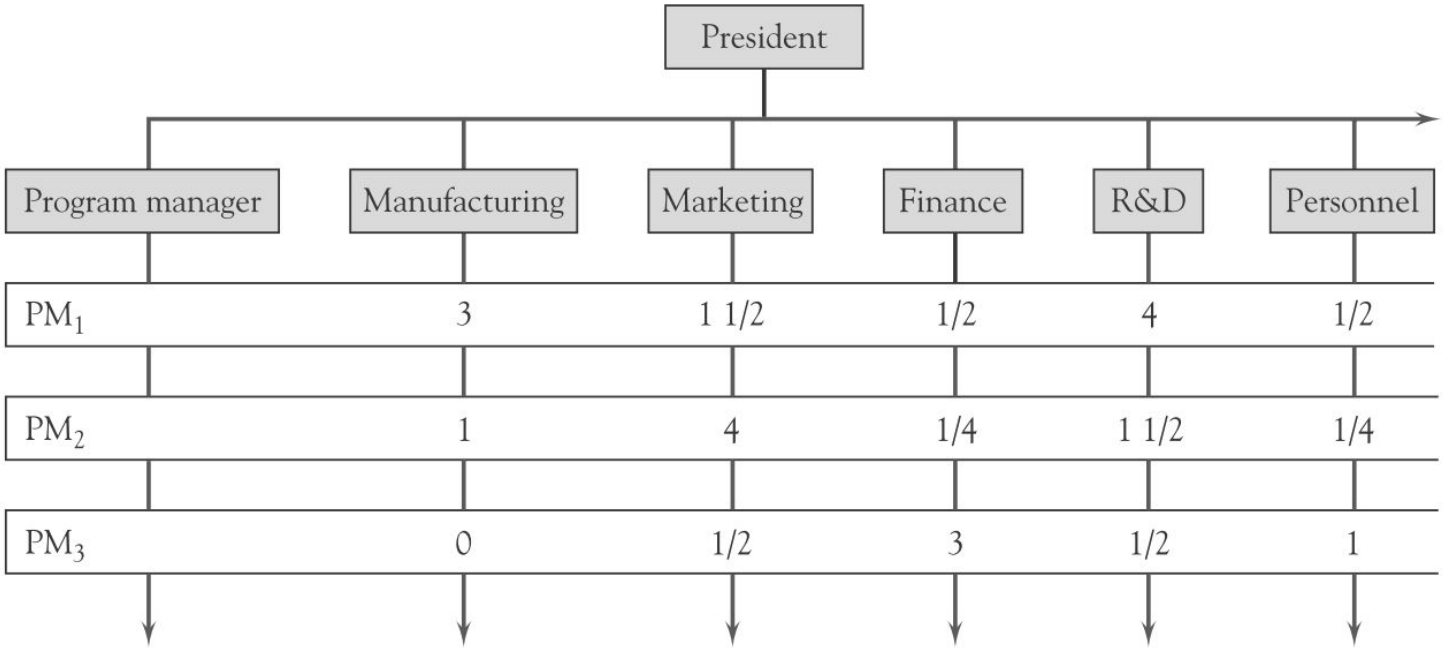


Figure 2-7
Matrix project organization.

Παράμετρος	***Γενική διοίκηση***	***Διοίκηση έργων***
Εργασία	Ρουτίνα	Μοναδική
Διοίκηση	Κατά περίπτωση	Προσαρμογή σε αλλαγές
Προγραμματισμός	Σημαντικός	Κρίσιμος
Προϋπολογισμός	Αλλαγές σε προϋπολογισμό προηγούμενης περιόδου	Εξ αρχής για κάθε έργο, πολλά έργα
Αλληλουχία	Καθορισμένη	Προς καθορισμό
Τοποθεσία	Γραφείο	Εταιρεία

Table 1-1 Comparison of Project Management and General Management

Dimension	***Project Management***	***General Management***
Type of Work Activity	Unique	Routine
Management Approach	Ability to adapt to change	Manage by exception
Planning	Critical	Important
Budgeting	Start from scratch, multiple budget periods	Modify budget from previous budget period
Sequence of Activities	Must be determined	Often predetermined
Location of Work	Crosses organizational units	Within an organizational unit
Reporting Relationships	Informal	Well defined

Στη γενική διοίκηση υπάρχει μια σαφώς καθορισμένη **ιεραρχία**:

- προϊστάμενοι και υφιστάμενοι
- ιεραρχικά όρια που δεν διασχίζονται (όπως στον στρατό).

Η διοίκηση έργων χαρακτηρίζεται από (μεγάλη) **υπευθυνότητα** χωρίς (υψηλή θέση στην) **ιεραρχία**!

- Ο PM μπορεί να είναι χαμηλά στην ιεραρχία της γενικής διοίκησης
- Ο PM όμως φέρει ευθύνη για την επιτυχή ολοκλήρωση ενός σημαντικού έργου με μεγάλο προϋπολογισμό!

Τι ακριβώς είναι ο **Project Manager** (**PM**);

Ο PM

- Έχει περιορισμένη **θεσμική εξουσία** (legitimate authority)
  - Δεν είναι προϊστάμενος (supervisor)
- Βασίζεται σε **διαπραγματευτικές** δεξιότητες.
  - Είναι διοργανωτής και παράγοντας διευκόλυνσης (facilitator).

Που χρειάζονται αυτές οι δεξιότητες

- Επίλυση **συγκρούσεων** μέσα στην ομάδα έργου
- **Συνεργασία** με διάφορα τμήματα (εντός και εκτός εταιρείας)
  - Απόκτηση τεχνολογίας, πληροφοριών, πόρων (resources), προσωπικού (personnel).

Επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός PM

- Προγραμματισμός (planning)
- Ανάθεση (delegation)
- Παρακολούθηση (monitoring)
- Πρότυπο (role model)
- Καθοδήγηση (mentoring)
- Πρόγνωση (forecasting)
- Επικοινωνία (communication)

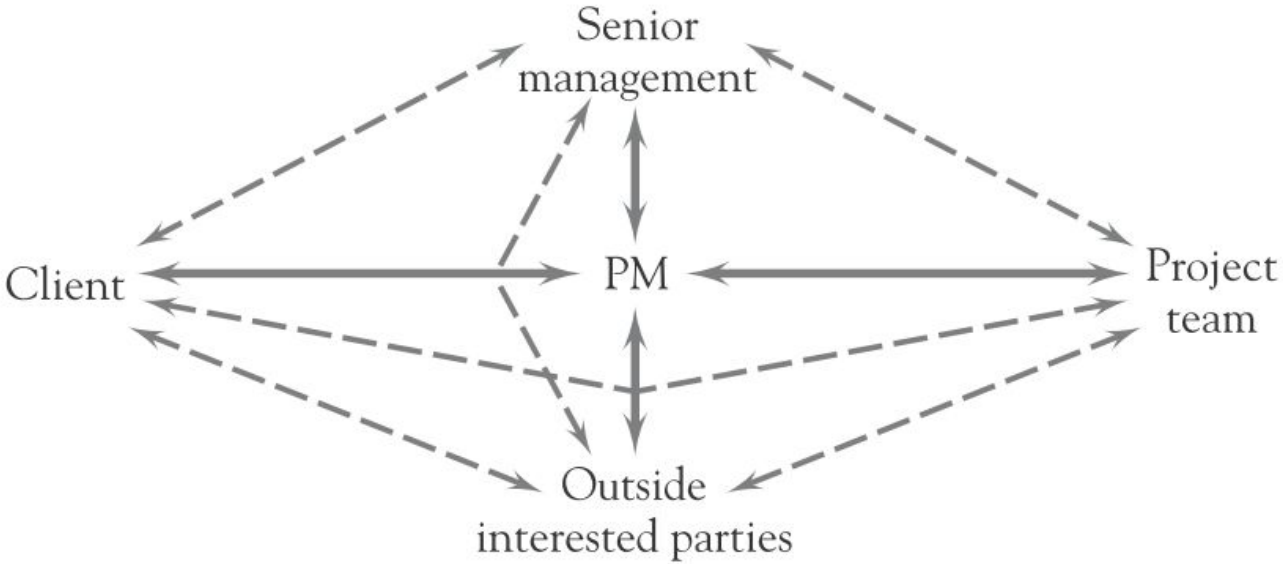


Figure 2-1
Communication paths between a project's stakeholders.

Χαρακτηριστικά έργων

Παράμετροι απόδοσης έργου

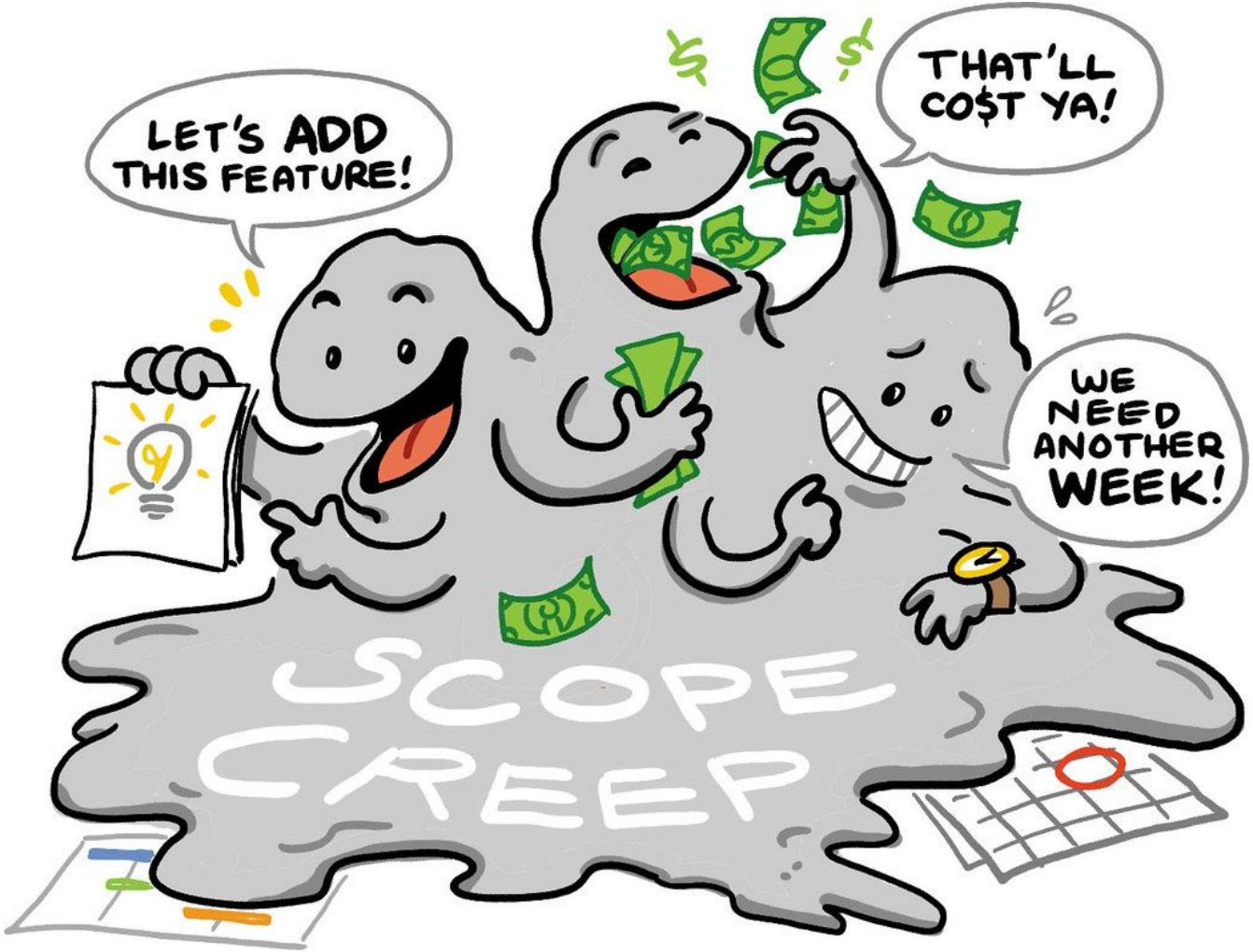
- **χρονική διάρκεια**
- **προϋπολογισμός**
- ικανοποίηση **προδιαγραφών** πελάτη (~ ποιότητα έργου).

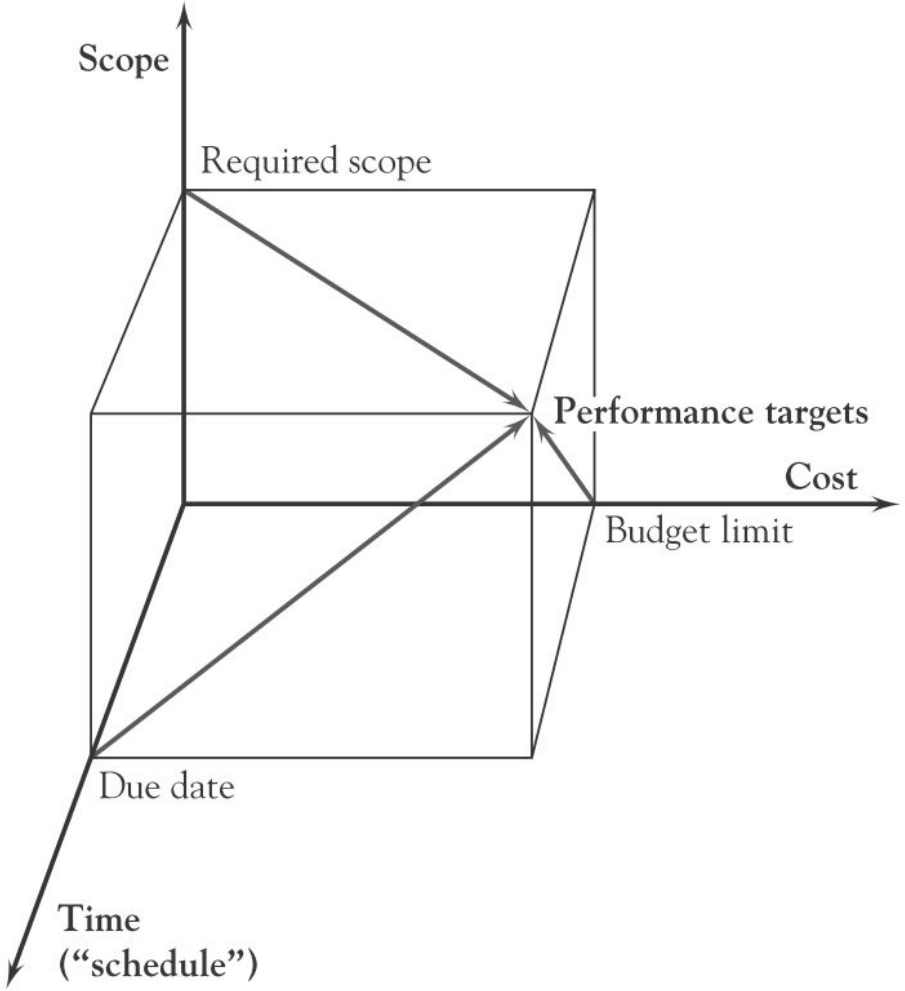
Specification creep

Περιβάλλον υλοποίησης έργων

- επιχειρηματικό περιβάλλον γεμάτο **αβεβαιότητα** (uncertainty)
- ο PM πρέπει να μπορεί συνέχεια να προσαρμόζεται σε απρόβλεπτες **αλλαγές**.

Συμβιβασμός/αντιστάθμιση (trade-off) ενός στόχου με άλλον.


LET'S ADD THIS FEATURE!
THAT'LL CO$T YA!
WE NEED ANOTHER WEEK!
SCOPE CREEP



Η **χρονική διάρκεια** (time), ο **προϋπολογισμός** (budget, cost) και οι **προδιαγραφές** (scope, specifications) αλληλεπιδρούν

Figure 1-1 Scope, cost, and time project performance targets.

Παράδειγμα

- Η κατασκευή ενός έργου μπορεί να καθυστερήσει λόγω **κακοκαιρίας**.
- Τότε, ο PM αποφασίζει να προσθέσει **πόρους**, π.χ. εργατικό προσωπικό και τεχνολογικό εξοπλισμό.
- Ο πελάτης όμως δεν αποδέχεται την αύξηση του **προϋπολογισμού**.
- Οπότε ο PM προσπαθεί να διαπραγματευτεί με τον πελάτη για **καθυστέρηση** στην ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.
- Εάν δεν επιτευχθεί συμφωνία, η εταιρεία του PM θα πρέπει να αποδεχτεί μικρότερα **κέρδη**.

Οι συμβιβασμοί που συχνά αναγκάζεται να κάνει ο PM αφορούν το κόστος (**προϋπολογισμό**) και το χρόνο (**χρονική διάρκεια**) ενός έργου.

- Αν κανένα από τα δύο δεν μπορεί να αλλάξει, ο PM πρέπει να αλλάξει τις **προδιαγραφές** του έργου.
  - Κόβονται τα πιο περιττά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.
- Με δεδομένη την **αβεβαιότητα**, τα έργα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να έχουν ευελιξία και προσαρμοστικότητα (flexibility).

Προσοχή όταν ένα διευθυντικό στέλεχος, παρουσιάσει σε έναν PM ένα έργο με **πολύ αυστηρά καθορισμένα προδιαγραφές** και **παραδοτέα** (deliverables), **προϋπολογισμό** (budget), και **χρονοδιάγραμμα** (schedule)

- Όπως λέμε στα μαθηματικά, ένα τέτοιο σύστημα είναι “overdetermined” (το σύστημα δεν έχει λύση)
- Για την αποφυγή προβλημάτων, πρέπει να υπάρχει κάποια ευελιξία (flexibility).

Όπως όλοι οι οργανισμοί, τα έργα έχουν ένα **κύκλο ζωής** (life cycle)

- Ο κύκλος αυτός περνάει από φάσεις, τις οποίες παρακολουθεί ο PM.

Στην αρχή, καθοριστικό ρόλο παίζουν οι **προδιαγραφές**

- Πρέπει να αντανακλούν τις επιθυμίες του πελάτη.

Στη μέση του έργου, ο PM πρέπει να τηρεί τον **χρονικό και κοστολογικό προγραμματισμό** του έργου.

Στο τέλος, ο PM πρέπει να είναι σχολαστικός και λεπτολόγος

- Το έργο να ολοκληρωθεί στην ώρα του, εντός προϋπολογισμού, και σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

Στο πάνω γράφημα της επόμενης διαφάνειας, φαίνεται ο κύκλος ζωής ενός κλασικού έργου.

Στο κάτω γράφημα φαίνεται ο κύκλος ζωής ενός εναλλακτικού έργου, που αρχίζει αργά αλλά τελειώνει απότομα.

- Π.χ. το ψήσιμο ενός κέικ, που από ζύμη, γίνεται κέικ μέσα σε ελάχιστα λεπτά
  - Αν δεν το ψήσουμε αρκετά, το μέσα μέρος θα είναι άψητο
  - Αν το παραψήσουμε, θα καεί το εξωτερικό του.
- Τέτοια έργα είναι, π.χ. η ανάπτυξη λογισμικού ή η λειτουργία ενός χημικού αντιδραστήρα.

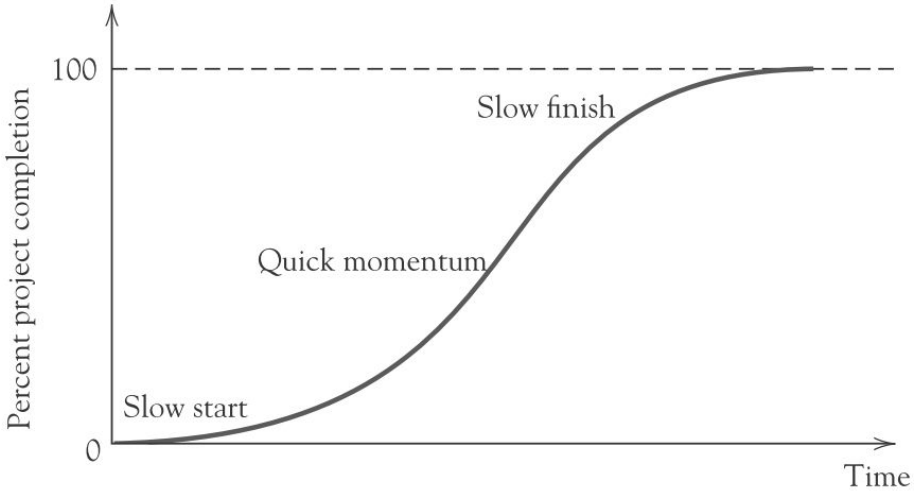


Figure 1-2 The project life cycle.

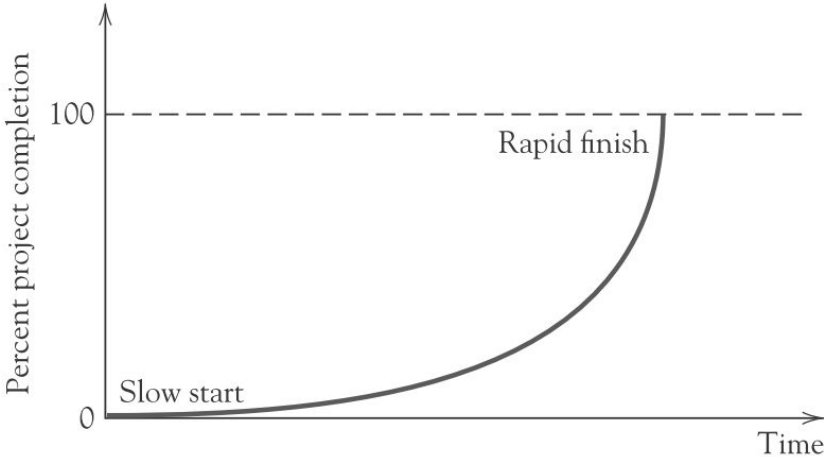


Figure 1-3 An alternate project life cycle.

Project phases

PHASE 1

PHASE 2

PHASE 3

PHASE 4

Εμπειρικές διαπιστώσεις στη διοίκηση έργων

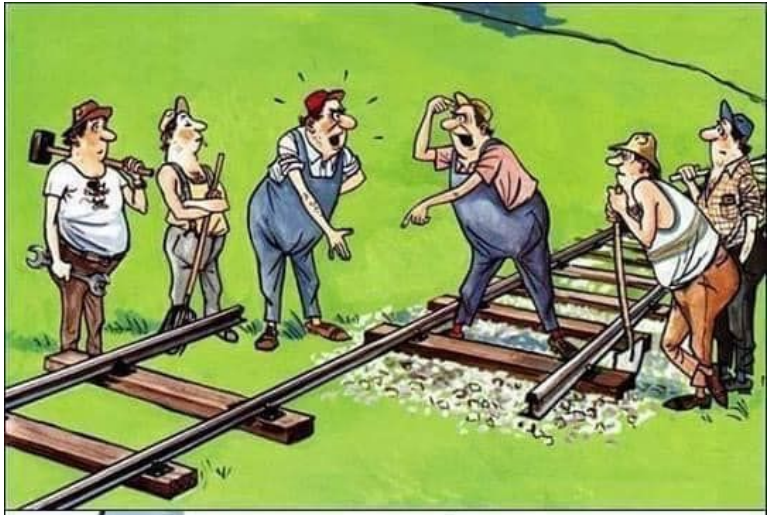
- Κανένα έργο δεν ολοκληρώνεται στην ώρα του, εντός προϋπολογισμού, ή με την ίδια σύνθεση της ομάδας έργου.
- Τα έργα προχωρούν γρήγορα μέχρι να ολοκληρωθεί το 90%, και μετά καρκινοβατούν για πάντα!
- Ένα πλεονέκτημα της μη αποσαφήνισης των στόχων και των μεγεθών του προϋπολογισμού του έργου είναι ότι αποφεύγεται η αμηχανία του να πρέπει να τα υπολογίσουμε με ακρίβεια.

Εμπειρικές διαπιστώσεις στη διοίκηση έργων (συνέχεια)

- Όταν όλα πάνε καλά, κάπου θα υπάρξει πρόβλημα. Όταν όλα φαίνεται να πηγαίνουν καλά, σίγουρα θα έχουμε παραμελήσει κάτι. Όταν υπάρχει η αίσθηση ότι τα πράγματα δεν μπορούν να πάνε χειρότερα, τότε πάνε χειρότερα!
- Εάν το αντικείμενο του έργου μπορεί να αλλάζει κατά βούληση, ο ρυθμός αλλαγής θα ξεπεράσει το ρυθμό προόδου (specification creep).

Εμπειρικές διαπιστώσεις στη διοίκηση έργων (συνέχεια)

- Κανένα σύστημα δεν μπορεί να αποσφαλματωθεί εντελώς. Κατά τις προσπάθειες αποσφαλμάτωσης, εισάγονται νέα σφάλματα που είναι ακόμα πιο δύσκολο να ανακαλυφθούν.
- Ένα έργο που δεν έχει σχεδιαστεί με προσοχή θα απαιτήσει τριπλάσιο χρόνο να ολοκληρωθεί. Ένα έργο που έχει σχεδιαστεί με προσοχή θα απαιτήσει διπλάσιο χρόνο να ολοκληρωθεί.
- Οι ομάδες έργου απεχθάνονται τη σύνταξη εκθέσεων προόδου (progress reports) γιατί τότε φαίνεται η στασιμότητά τους.



AVF TP

Λάθη και παγίδες στη διοίκηση έργων (https://p3.express/el/manual/v2/)

- Είναι συνήθης αλλά κακή ιδέα ο διορισμός του παλαιότερου σε τεχνικά θέματα ως PM
  - Η διαχείριση έργου δεν είναι τεχνική αλλά **διοικητική** θέση που απαιτεί διοικητικές δεξιότητες
- Η θέση του PM δεν είναι **αναβάθμιση** για εναν ειδικό σε τεχνικά θέματα, αλλά **αλλαγή καριέρας**
- Οι PMs δεν πρέπει να μπλέκονται σε τεχνικά θέματα του έργου, γιατί αυτό τους αποσπά από τη διοίκηση του έργου.

- Η ενασχόληση με ένα έργο που μπορεί να μην υλοποιηθεί δεν είναι χάσιμο χρόνου
  - Αυτή είναι μια σημαντική επένδυση για τον οργανισμό
    - Επιτρέπει την επιλογή καλύτερων έργων
  - Ακόμη και αν ένα έργο δεν πρόκειται να υλοποιηθεί, οι κόποι έσωσαν τον οργανισμό από την επένδυση των πόρων του σε ένα ακατάλληλο έργο
  - Μια **no-go απόφαση** είναι σημάδι ύπαρξης ενός επιτυχημένου συστήματος που ανιχνεύει τι δεν είναι ευεργετικό για έναν οργανισμό.

- Δεν πρέπει να καταγράφονται γενικές και ακαθόριστες έννοιες ως **κίνδυνοι** (risks)
- Ως μέτρα αντιμετώπισης κινδύνων πρέπει να καταγράφονται μόνο εκείνα που μπορούν να εφαρμοστούν και να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητά τους.
- Δεν είναι καλό να σπαταλάμε όλο τον χρόνο μας σβήνοντας φωτιές χωρίς να αντιμετωπίζουμε τους κινδύνους που τις ανάβουν!

- Το άτομο που ελέγχει τη δουλειά σας μπορεί να διστάζει να αναδείξει **προβλήματα**, φοβούμενος μήπως το πάρετε προσωπικά
  - Πρέπει να υπάρχουν σχέσεις που εξασφαλίζουν ότι όλοι αισθάνονται άνετα και είναι ειλικρινείς
- Ο PM δεν θα μπορέσει να πετύχει το βέλτιστο παρά μόνο εάν είναι
  - Ενθουσιασμένος με το έργο
  - Πρόθυμος να επικοινωνεί αυτόν τον ενθουσιασμό
  - Ικανός να δημιουργεί ένα παρόμοιο συναίσθημα και στην υπόλοιπη ομάδα.

- Η έγκριση ενός **παραδοτέου** έχει ευθύνη
  - Ίσως κάποιοι PMs καθυστερούν την έγκριση για να αποφύγουν την ευθύνη
    - Αυτό είναι αντιπαραγωγικό και πρέπει να αποφεύγεται
- Κάποια από τα παραδοτέα που έχετε εγκρίνει μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στο μέλλον
  - Παρόλα αυτά, είναι χειρότερα να έχουμε πολλά εκκρεμή παραδοτέα στο έργο.

- Μερικές φορές, ένα έργο μπορεί να εκτιμηθεί ως αιτιολογημένο όταν αξιολογηθεί **μεμονωμένα**
  - Αλλά όχι όταν ληφθούν υπόψη άλλα πιθανά έργα!
- Ένα συνολικό σύστημα διαχείρισης χαρτοφυλακίου πρέπει να επιβλέπει όλα τα έργα ενός οργανισμό
  - Μόνο έτσι είναι αξιόπιστη η αξιολόγηση επιμέρους έργων.

Συγκρούσεις, διαπραγματεύσεις & θεωρία παιγνίων

Οι διαπραγματεύσεις (και η επίλυση συγκρούσεων) είναι χρήσιμες στη διοίκηση έργων

- Ανάμεσα στα μέλη της ομάδας έργου
- Ανάμεσα στον PM και τα μέλη της ομάδας έργου
- Ανάμεσα στον PM και υπηρεσίες της εταιρείας, που παρέχουν πόρους για την υλοποίηση των έργων
- Ανάμεσα στον PM και άλλους PM.

I survived a
meeting that
should have
been an email

Η βιβλιογραφία του business management αναφέρεται σε διαπραγματεύσεις **win-win** και **win-lose**.

- **Win-lose** διαπραγματεύσεις έχουμε όταν αγοράζουμε ένα σπίτι ή ένα αυτοκίνητο.
  - Στη θεωρία παιγνίων λέμε ότι έχουμε **παίγνια μηδενικού αθροίσματος** (zero sum games).

Στα έργα, δεν έχουμε διαπραγματεύσεις win-lose!

- Έστω ότι καταφέρουμε να επιβληθούμε στον υπεύθυνο μιας διεύθυνσης, π.χ. να του πάρουμε περισσότερους πόρους
  - *Τι θα γίνει την άλλη φορά που θα τον χρειαστούμε;*

Στη διοίκηση έργων, είναι απαραίτητες οι διαπραγματεύσεις τύπου win-win.

- Αυτό γιατί, όπως λέμε στη θεωρία παιγνίων, τα παίγνια είναι **επαναλαμβανόμενα** (repeated game), οπότε η επίτευξη συμφωνίας σε διαπραγματεύσεις καθίσταται **ισορροπία** (equilibrium)

Κάθε εμπλεκόμενο μέρος πρέπει να καταλάβει τι θέλει το άλλο και να προσπαθήσει να ικανοποιήσει τις επιθυμίες και τις ανάγκες του

- Συχνά, είναι χρήσιμη η ανταλλαγή πραγμάτων άνισης αξίας, π.χ. διαφορετικά ή ευρύτερα πλαίσια συνεργασίας.

Πηγές συγκρούσεων

- Προτεραιότητες (priorities)
- Διαδικασίες (procedures)
- Χρονοδιάγραμμα (schedule)
- Τεχνικές (technical)
- Εργατικές (labor)
- Προσωπικές (personalities)

Φάση του έργου στην οποία εμφανίζονται συγκρούσεις

- Στην έναρξη
- Νωρίς στο έργο
- Στη μέση του έργου
- Κοντά στην ολοκλήρωση του έργου

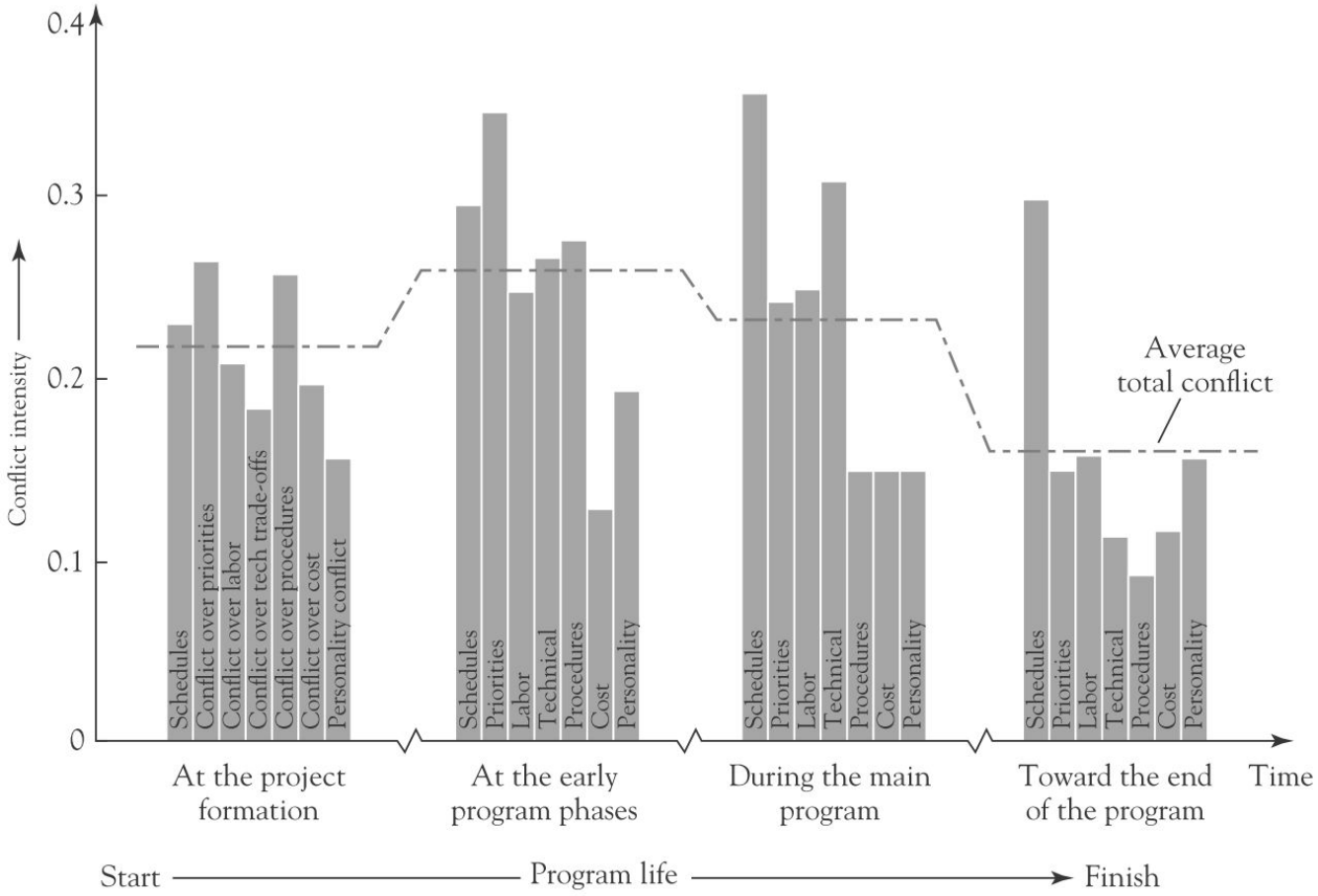


Figure 2-9
Conflict intensity over the project life cycle
Source: Thamhaun et al., 1975.

Στρατηγικές επίλυσης συγκρούσεων

Δυναμικός, αποφασιστικός

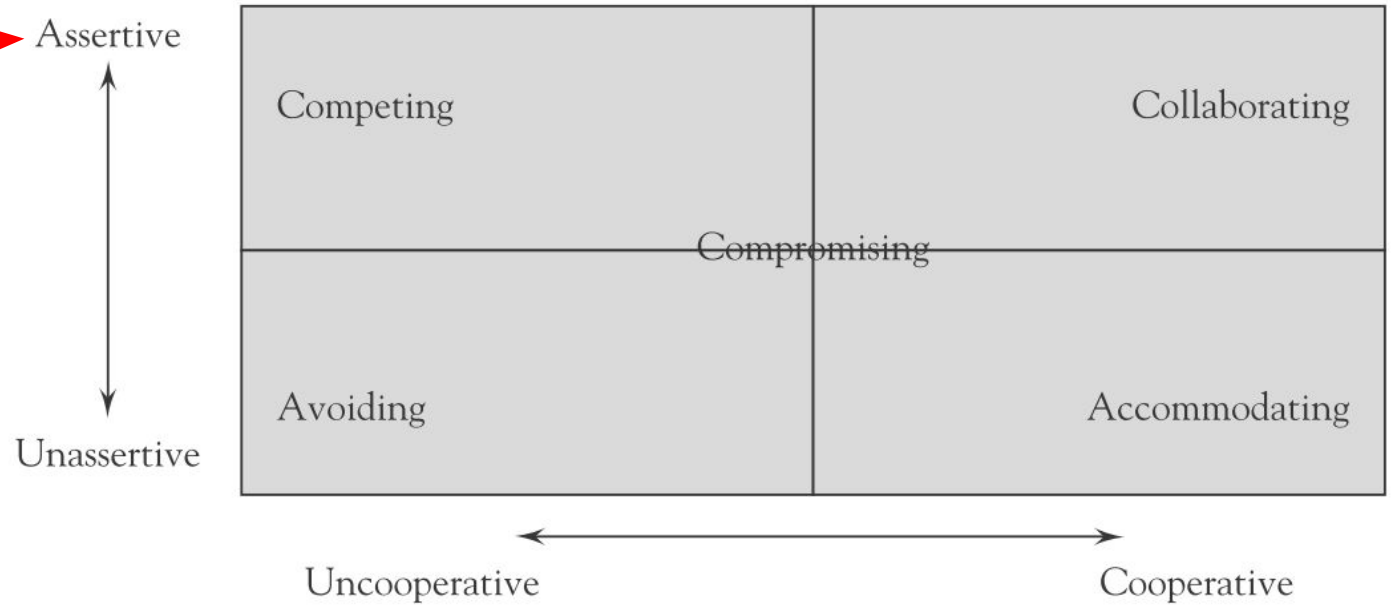


Figure 2-4 Conflict resolutions strategies.

Τοποθετήστε τις συγκρούσεις στο πλέγμα

Συνεργάσιμος

Τρία **παίγνια ταυτόχρονων κινήσεων** (simultaneous games) μπορούν να μας κάνουν καλύτερους διαπραγματευτές:

1. Το παίγνιο του **συντονισμού** (coordination)
2. Το παίγνιο της **μάχης των φύλων** (battle of the sexes)
3. Το παίγνιο των **ελαφοκυνηγών** (stag hunt)

1. Παίγνιο **συντονισμού** (coordination) με **διαβεβαίωση** (assurance)

Ραντεβού σε **ακριβό** εστιατόριο!

Μαρία

Pareto optimal

Γιάννης	*Καλό ντύσιμο*	*Πρόχειρο ντύσιμο*
Καλό ντύσιμο	2,2	0,0
Πρόχειρο ντύσιμο	0,0	1,1

2. Παίγνιο **μάχης των φύλων** (battle of the sexes) ή **συντονισμού χωρίς διαβεβαίωση**

Ραντεβού σε **φθηνό** εστιατόριο!

		Μαρία	
		Καλό ντύσιμο	*Πρόχειρο ντύσιμο*
Γιάννης	*Καλό ντύσιμο*	1,2	0,0
	Πρόχειρο ντύσιμο	0,0	2,1

3. Παίγνιο **ελαφοκυνηγών** (stag hunt)

Δημήτρης

Risk prone

Γιάννης	*Ελάφι*	*Λαγός*
Ελάφι	5,5	0,1
Λαγός	1,0	1,1

Risk averse

Ραντεβού για κυνήγι

Συνοψίζοντας

- Συμφωνία = συντονισμός
- Λύσεις win-win
  - Συντονισμός σε λύσεις που είναι βέλτιστες για όλους
- Μπορούμε να επιβάλουμε τη λύση που προτιμάμε
  - Όμως, οι διαπραγματεύσεις είναι επαναλαμβανόμενο παίγνιο
    - Και μπορούν να αφορούν διαφορετικά αντικείμενα
- Αναγνωρίζουμε την προτίμηση ή απέχθεια στο ρίσκο εκείνων με τους οποίους διαπραγματευόμαστε
- Αναγνωρίζουμε όταν τίθεται θέμα **εμπιστοσύνης** (trust)
- Προσφέρουμε ανταλλάγματα (διαφορετικής αξίας).

Προσπάθεια να συμφωνήσουμε σε συνεργασία τύπου win-win

- Χρήσιμο να ψάξουμε για μια “τρίτη λύση”

Για παράδειγμα (innovation)

- Σκεφτόμαστε για παραγωγή εκτυπωτή με περισσότερη **μνήμη**, που θα αυξήσει την ταχύτητα εκτύπωσης
- Ο PM επιμένει ζητώντας από τους μηχανικούς να βρουν μια φθηνότερη λύση
- Αυτοί βρίσκουν ένα διαφορετικό **μελάνι**, που κάνει την εκτύπωση γρηγορότερη
    - Περνάει το **κόστος** στον καταναλωτή!

Αξιολόγηση έργων

Ποιοτικές μέθοδοι επιλογής έργων:

- Κάποια projects τα επιλέγει η διοίκηση – τα θεωρεί ιερές αγελάδες (sacred cows)
  - Π.χ. άδεια κινητής τηλεφωνίας σε ξένη χώρα, ανοίγει την αγορά
- Άλλα projects είναι απαραίτητα για τη συνεχιζόμενη καλή λειτουργία κάποιας υποδομής, π.χ. διυλιστήρια, η επιβίωση της οποίας είναι κρίσιμη για την εταιρεία (ή τον πελάτη)
- Άλλα πάλι projects είναι σημαντικά για τη συνεχιζόμενη παρουσία της εταιρείας σε μια αγορά, ενδεχομένως και για τη διατήρηση του μεριδίου αγοράς που έχει η εταιρεία.

- Υπάρχουν projects που είναι τόσο σύνθετα, που είναι δύσκολο να συγκριθούν μεταξύ τους με οικονομικούς όρους.
  - Π.χ. αποφασίζει επιτροπή ειδικών
  - Έχετε συμμετάσχει ως ειδικός για επιλογή έργων;

Εάν απαιτηθεί να ιεραρχηθούν εναλλακτικά projects, υπάρχουν ποιοτικές μέθοδοι, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν

- Μια τέτοια, είναι η μέθοδος Q-sort, που απεικονίζεται στην επόμενη διαφάνεια.
- Παρίσταται ποτέ τέτοια ανάγκη;

Steps

1. For each participant in the exercise, assemble a deck of cards, with the name and description of one project on each card.
2. Instruct each participant to divide the deck into two piles, one representing a high priority, the other a low-priority level. (The piles need not be equal.)
3. Instruct each participant to select cards from each pile to form a third pile representing the medium-priority level.
4. Instruct each participant to select cards from the high-level pile to yield another pile representing the very high level of priority; select cards from the low-level pile representing the very low level of priority.
5. Finally, instruct each participant to survey the selections and shift any cards that seem out of place until the classifications are satisfactory.

Results at Each Step

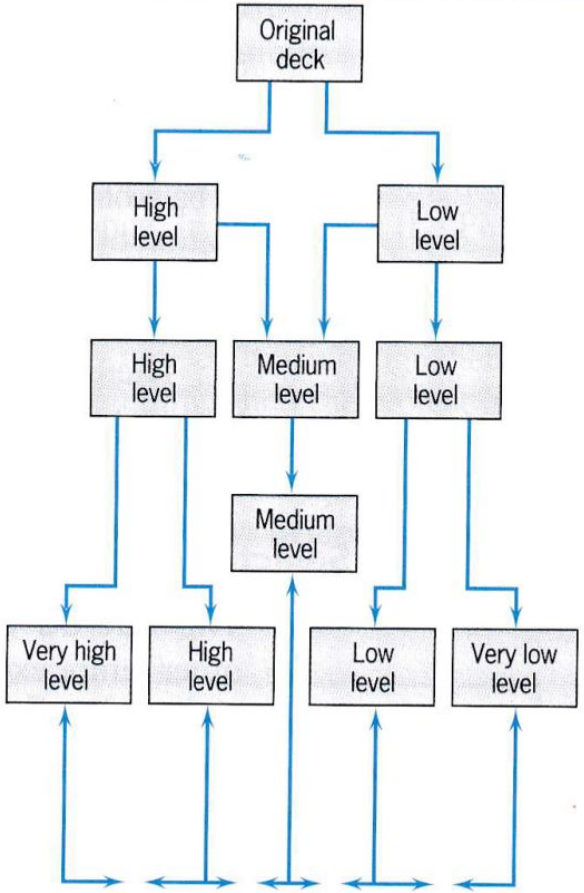


Figure 1-4 The Q-sort method (Helin and Souder, 1974).

Ποσοτικές μέθοδοι ιεράρχησης εναλλακτικών projects

1. Περίοδος αποπληρωμής (payback period)
2. Απόδοση επένδυσης (Return on Investment ή ROI)
3. Καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value ή NPV)
4. Δείκτης ανταποδοτικότητας (Internal Rate of Return ή IRR).

(Αν κρίνουμε ότι θα ήταν χρήσιμο να τα δούμε αυτά, ας τα εξετάσουμε χρησιμοποιώντας τις διαφάνειες του συναδέλφου **Καθηγητή Δημήτρη Εμίρη** από το ΠΑΠΕΙ).

Μια σημαντική έννοια, με την οποία αξίζει να ασχοληθούμε είναι το **επιτόκιο** (interest rate) που λέγεται και ελάχιστη ποσοστιαία απόδοση (hurdle rate), που εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες:

- Το κόστος του χρήματος (cost of capital), που περιλαμβάνει το κόστος δανεισμού (cost of debt) και το απαιτούμενο κέρδος
- Τις πρακτικές των ανταγωνιστών
  - Ποιοί είναι ανταγωνιστές σας;
- Τις γενικότερες συνθήκες της οικονομίας (πληθωρισμός!) και της αγοράς.

- Το ρίσκο, που εκτιμάται ότι περιέχει ένα project
- Το χρονικό ορίζοντα του project (όσο μεγαλύτερος, τόση περισσότερη αβεβαιότητα)
- Τους στόχους και τη στρατηγική της εταιρείας.

Προγραμματισμός έργων

Κύκλος ζωής ενός έργου

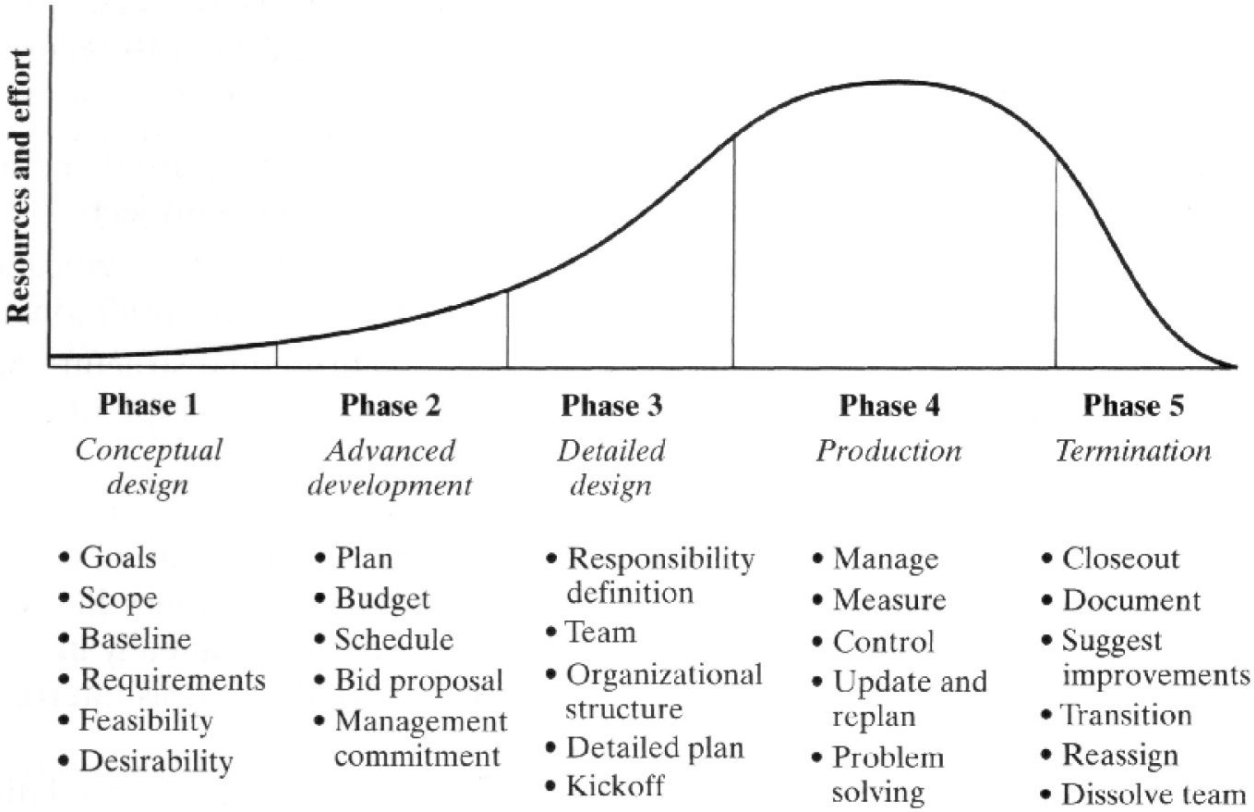


Figure 1.11 Project life cycle.

Κατανομή διαδικασιών στην υλοποίηση έργων

Figure 3–2. Overlap of Process Groups in a Phase

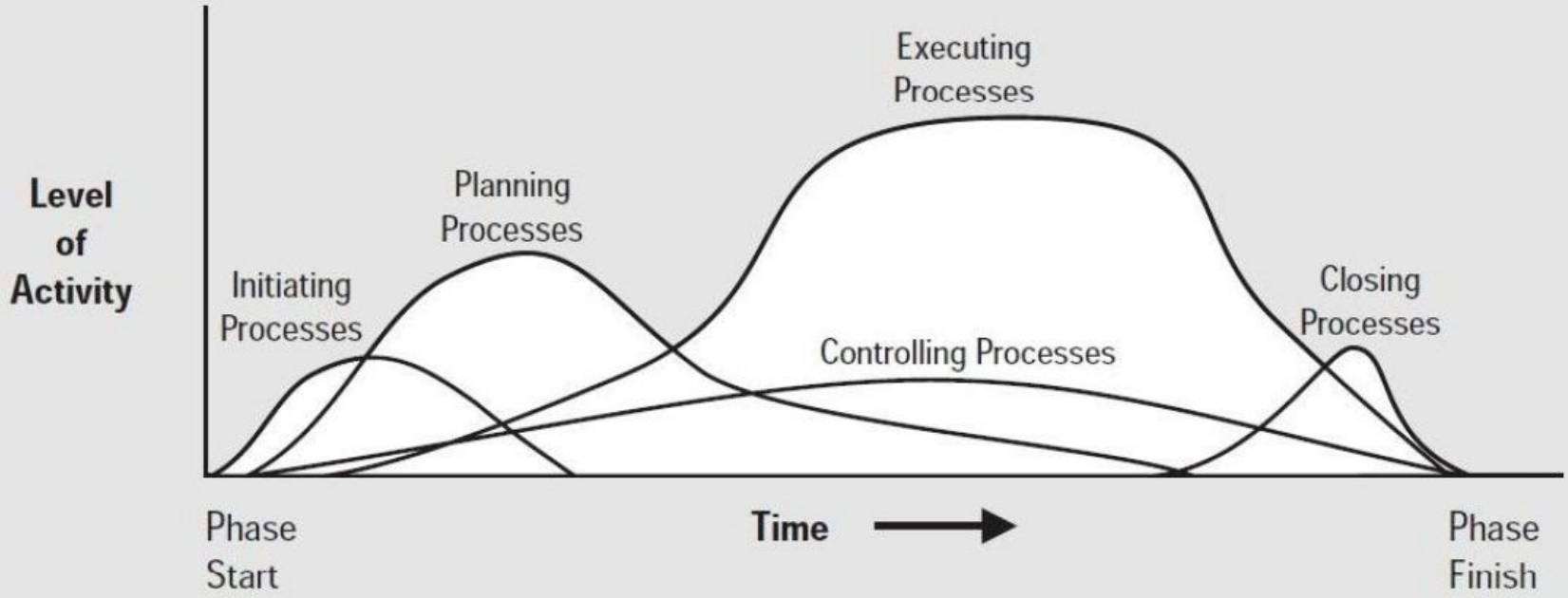


Figure 3-2 Three levels of detail in hierarchical planning.

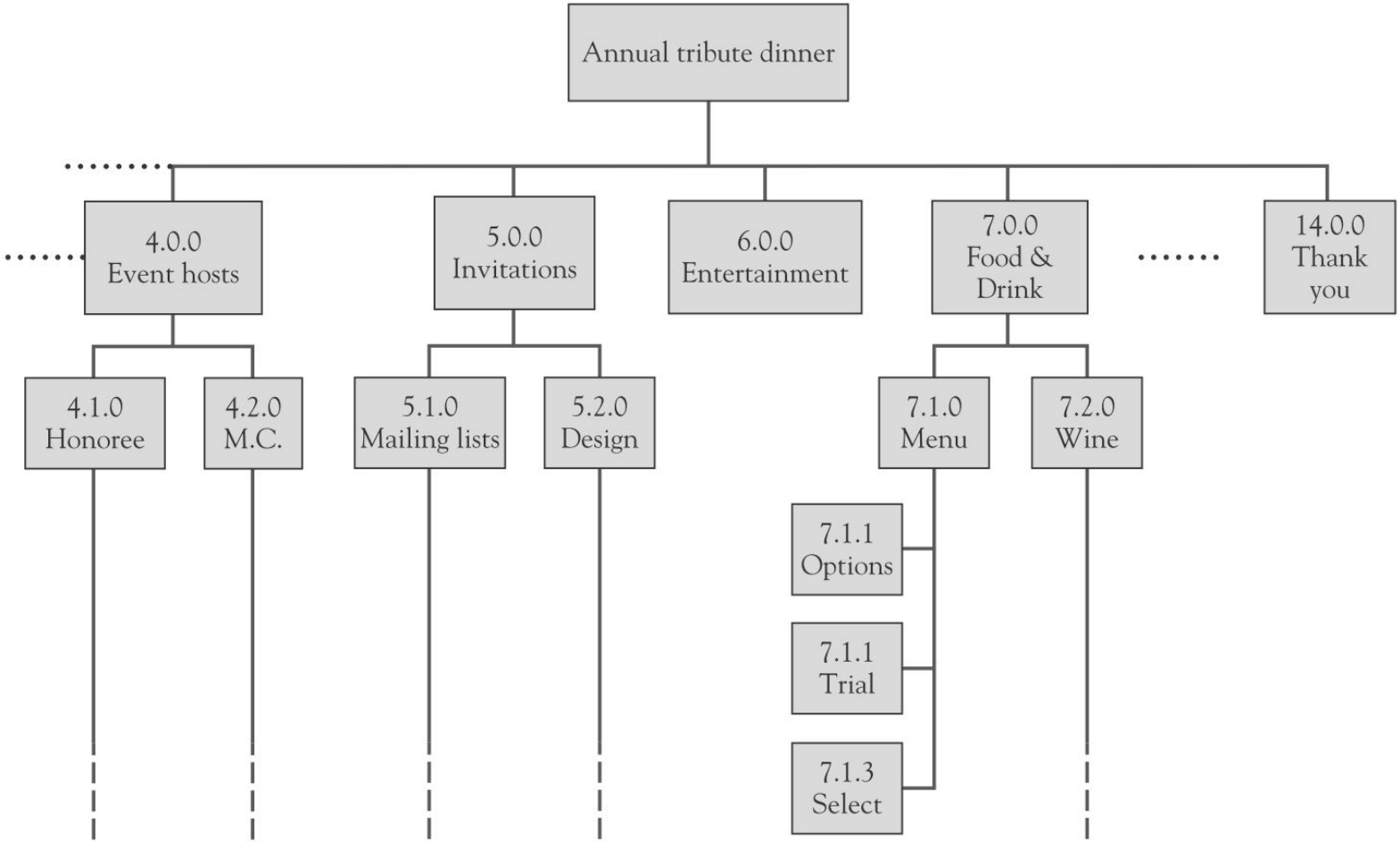


Figure 3-1 A partial WBS (Gozinto chart) for an Annual Tribute Dinner project.

Work Breakdown Structure (WBS)

Modified WBS

Deliverables _____

_____

_____

Start date _____ Due date _____ Project duration _____

Key constraints and assumptions _____

_____

_____

Tasks	Immediate Predecessor Tasks	Estimated Time Duration	Estimated Resources	Assigned To

Table 3-2 A WBS Showing Level 1 Tasks for an Infection Control Project (MSP)

Pulmonary Patient Infection Control Project
F. Nightingale, RN

ID	Task Name	Predecessors	Duration	Start	Finish	Resources
1	Form a task force to focus processes for pulmonary patients		2 wks	9/12	9/25	Infec. Control RN, Dr., Educator
2	Identify potential processes to decrease infection rate	1	3 wks	9/26	10/16	Team
3	Develop a treatment team process	1, 2	3 wks	9/26	10/16	Team
4	Education	3	1 wk	10/17	10/23	RNs, LPNs, CNAs
5	Implement processes on one unit as trial	4	3 wks	10/24	11/13	Unit staff
6	Evaluate	5	1 wk	11/14	11/20	Infec. Control RN
7	Make necessary adjustments	6	1 wk	11/21	11/27	Infec. Control RN
8	Implement hospital-wide	7	3 days	11/28	11/30	Unit staffs

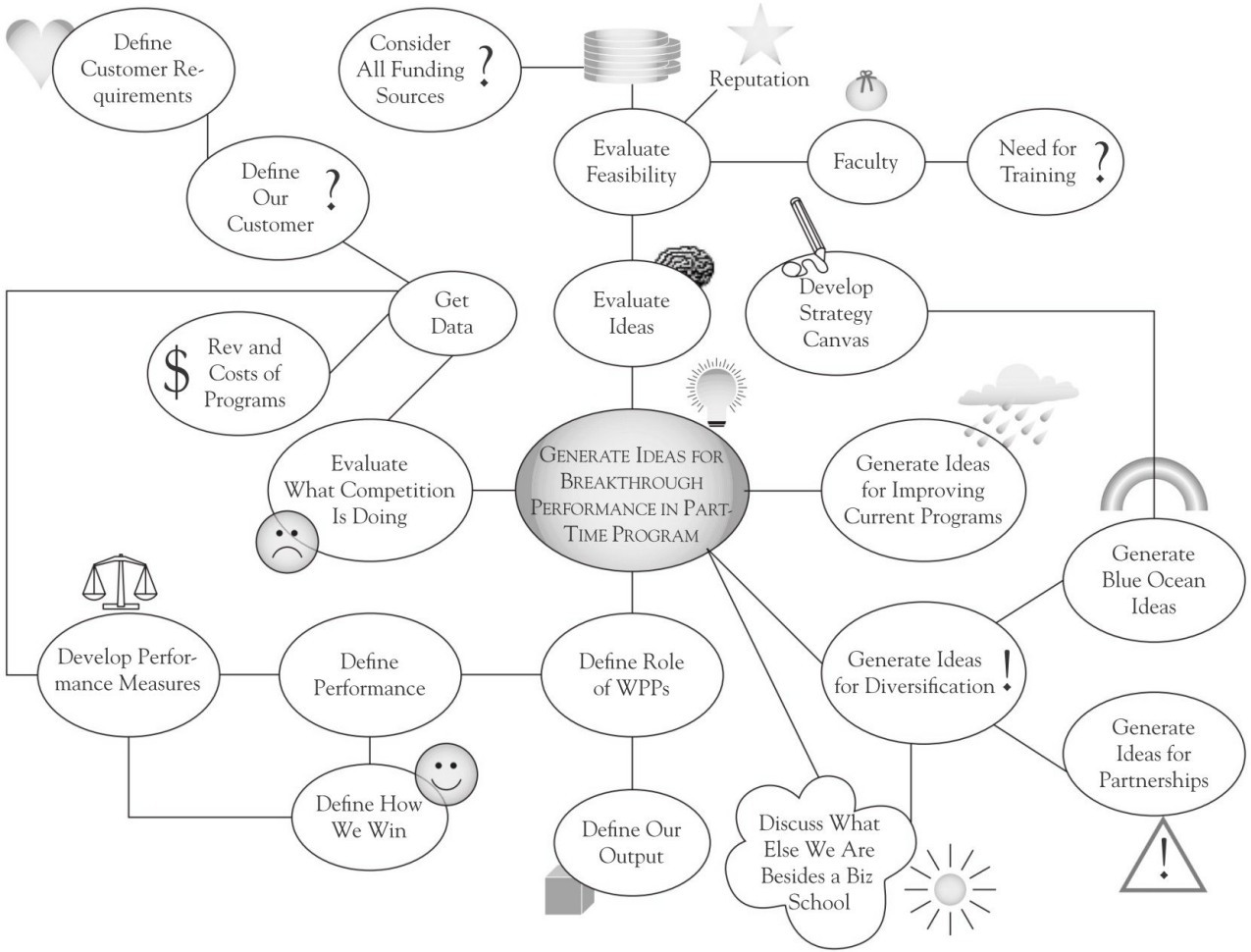
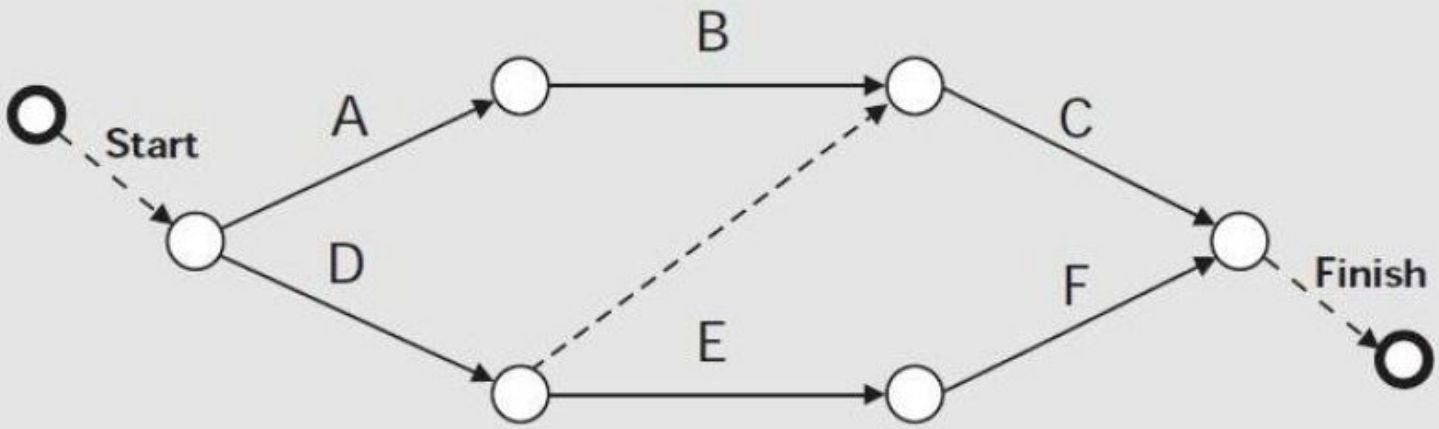


Figure 3-9 Final mind map for part-time MBA program project.

Σχεδίαση δικτύου arc-based

Δύο τρόποι να έργο ως δίκτυο: αυτός είναι ο ένας (παλαιότερος)

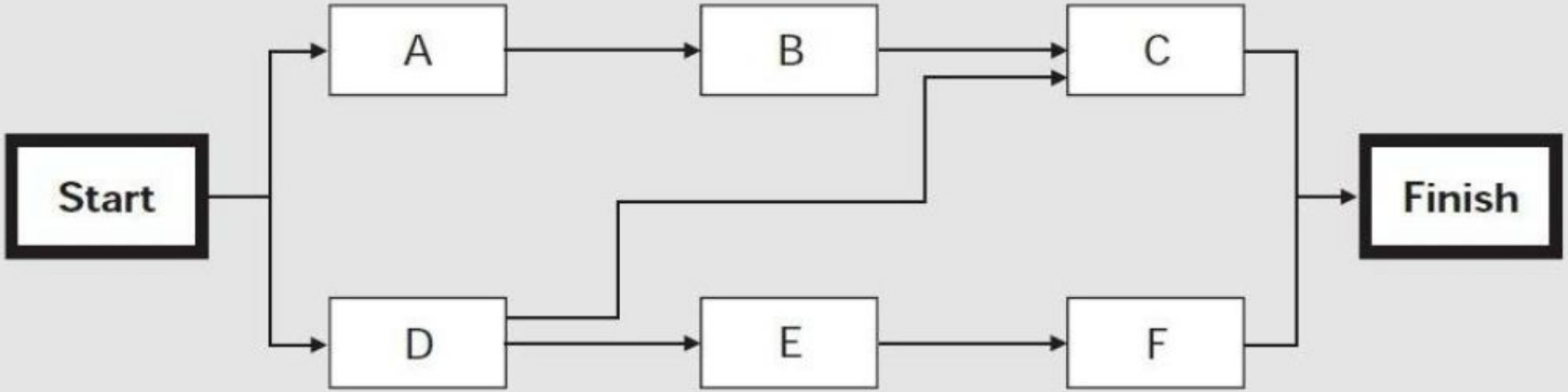
Figure 6–3. Network Logic Diagram Drawn Using the Arrow Diagramming Method



Σχεδίαση δικτύου activity-based

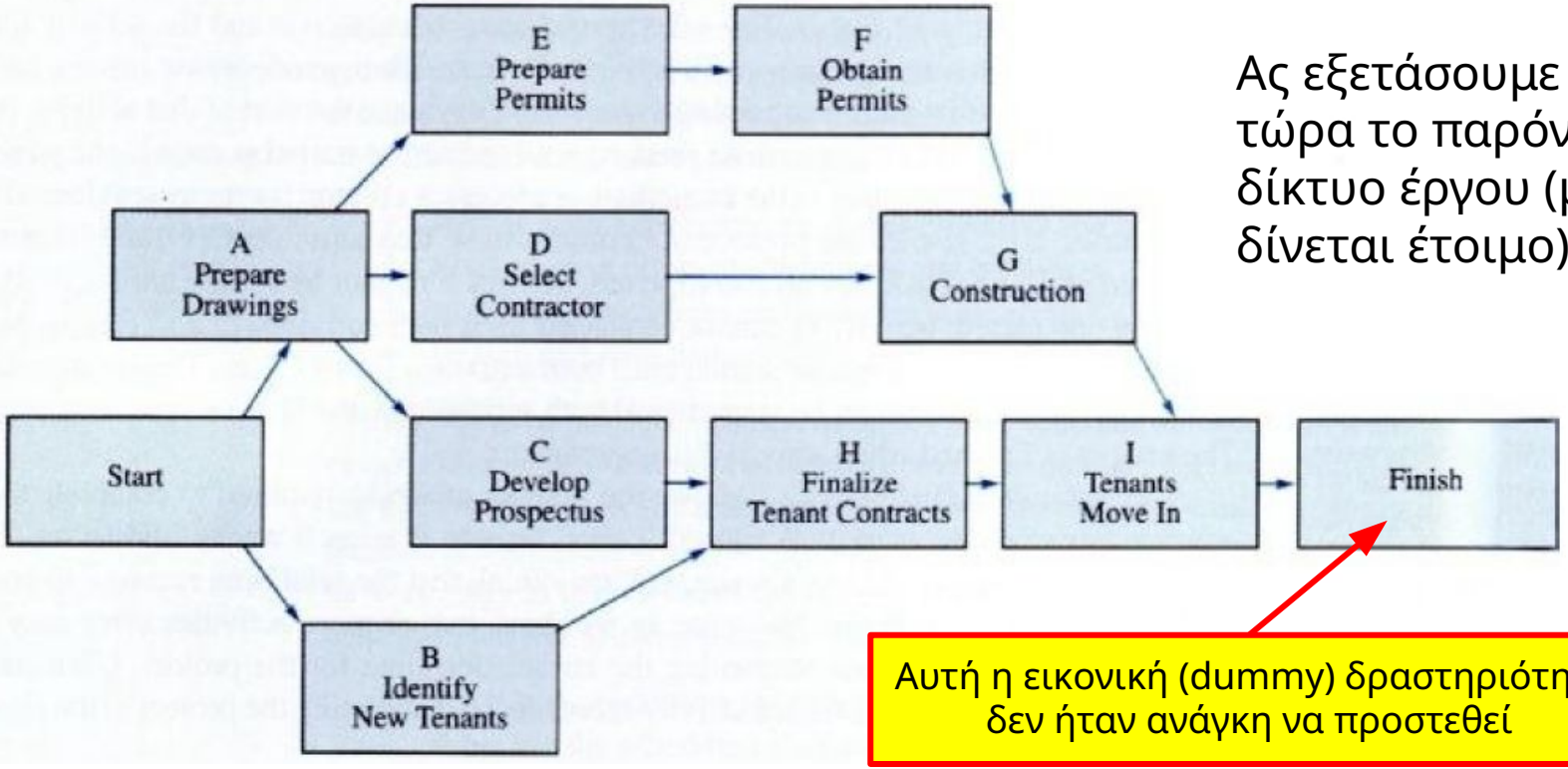
Δύο τρόποι να έργο ως δίκτυο: αυτός είναι ο άλλος (νεότερος)

Figure 6–2. Network Logic Diagram Drawn Using the Precedence Diagramming Method



Διάγραμμα δικτύου 1

FIGURE 12.1 PROJECT NETWORK FOR THE WESTERN HILLS SHOPPING CENTER

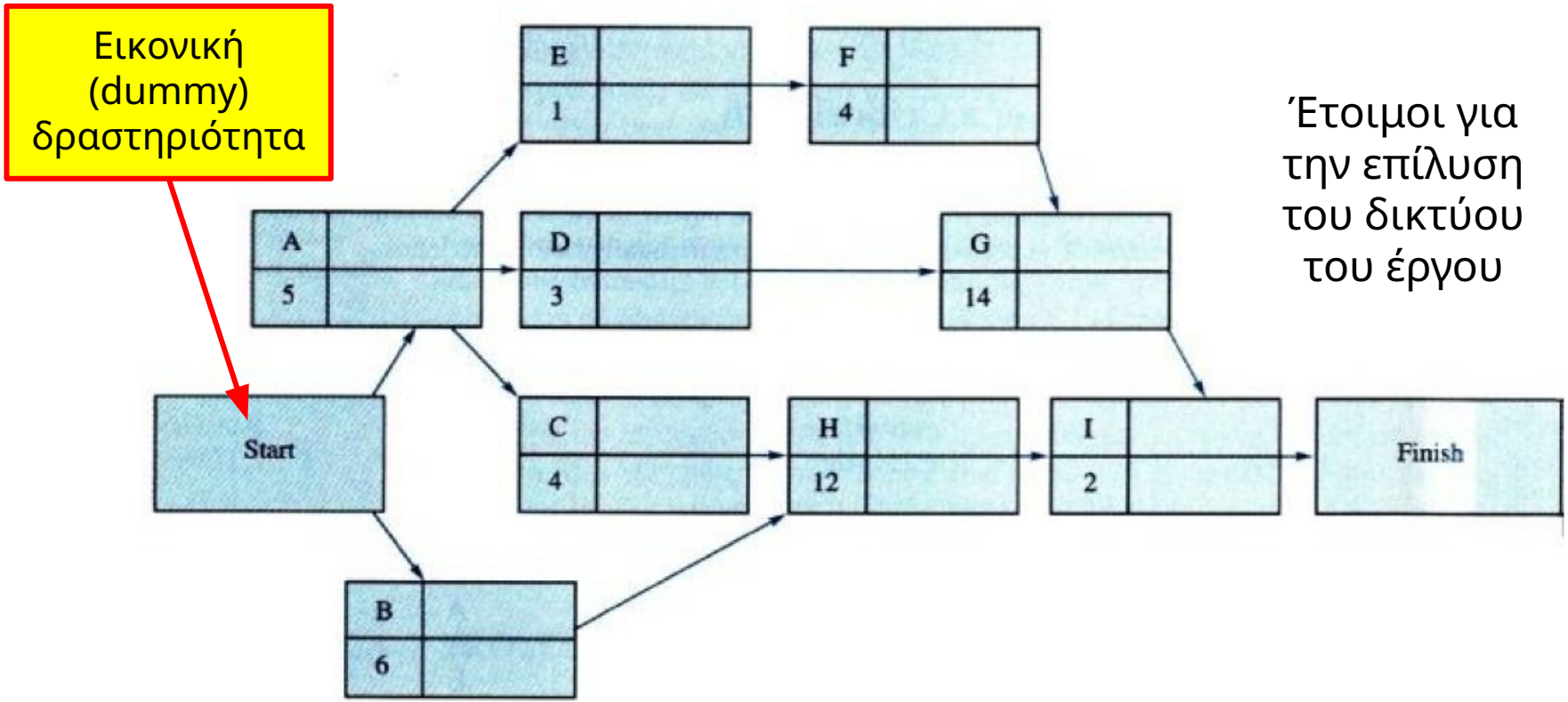


Ας εξετάσουμε τώρα το παρόν δίκτυο έργου (μας δίνεται έτοιμο)

Αυτή η εικονική (dummy) δραστηριότητα δεν ήταν ανάγκη να προστεθεί

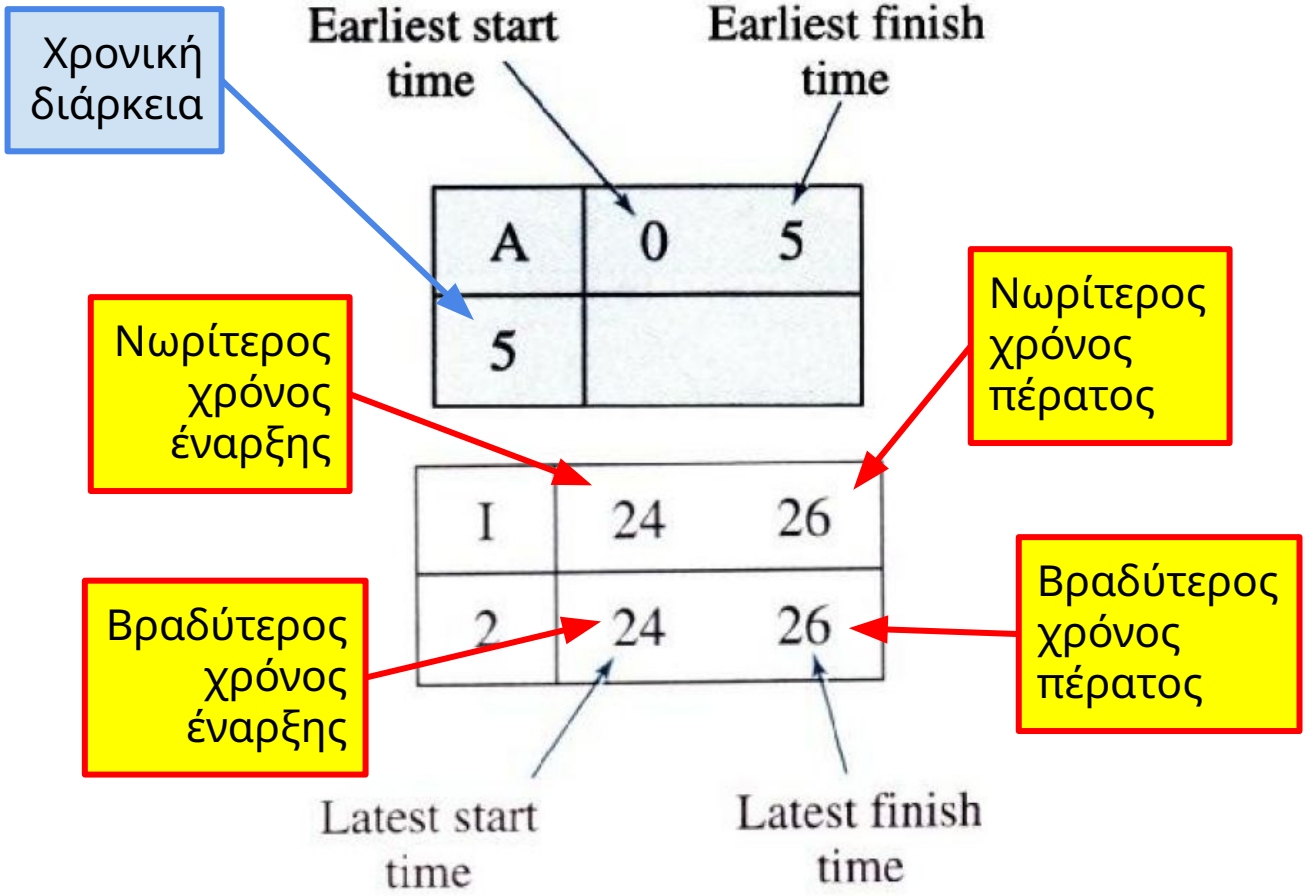
Διάγραμμα δικτύου$_2$

FIGURE 12.2 WESTERN HILLS SHOPPING CENTER PROJECT NETWORK WITH ACTIVITY TIMES



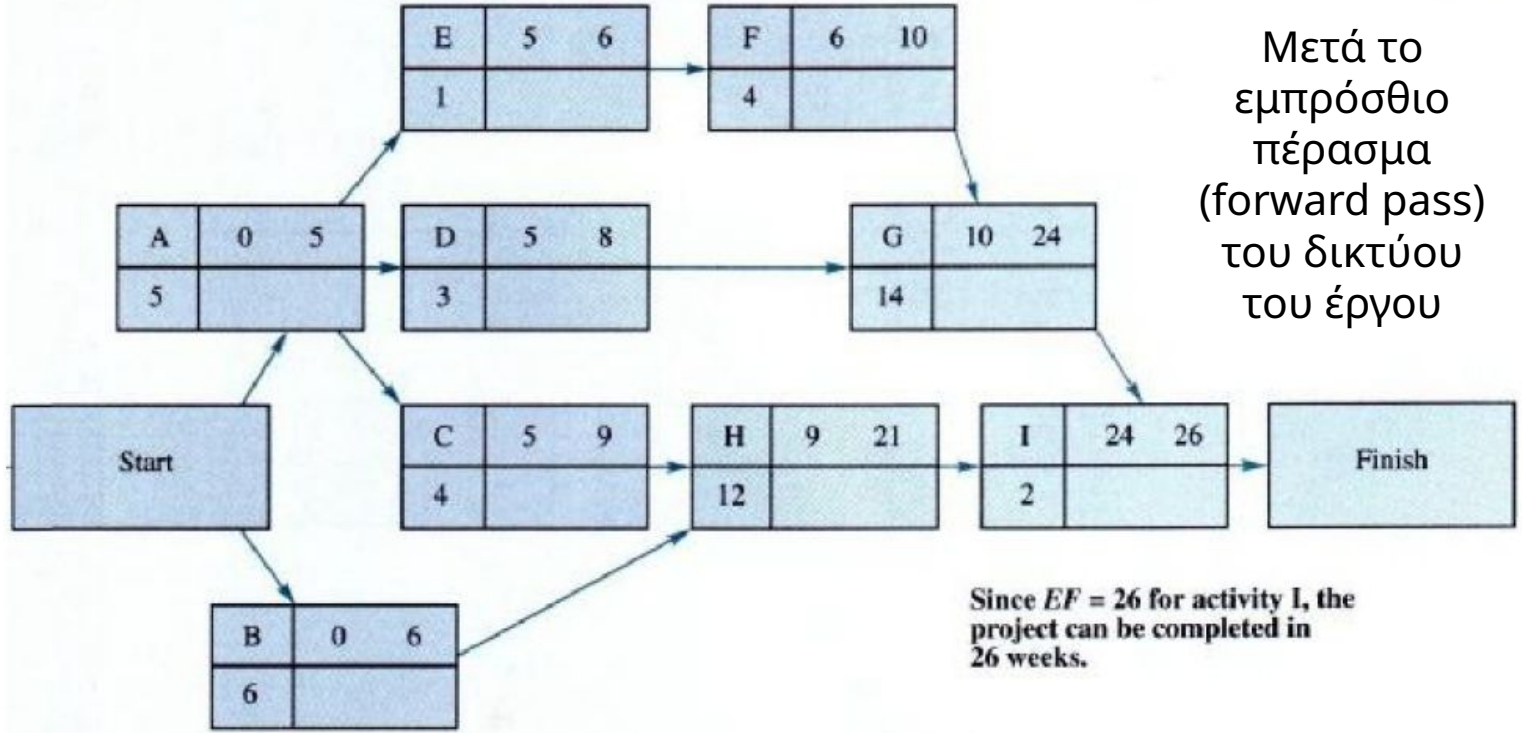
Έτοιμοι για την επίλυση του δικτύου του έργου

Ενωρίτεροι και βραδύτεροι χρονοι



Επίλυση δικτύου$_1$ (forward pass)

12.5 WESTERN HILLS SHOPPING CENTER PROJECT NETWORK WITH EARLIEST START AND EARLIEST FINISH TIMES SHOWN FOR ALL ACTIVITIES

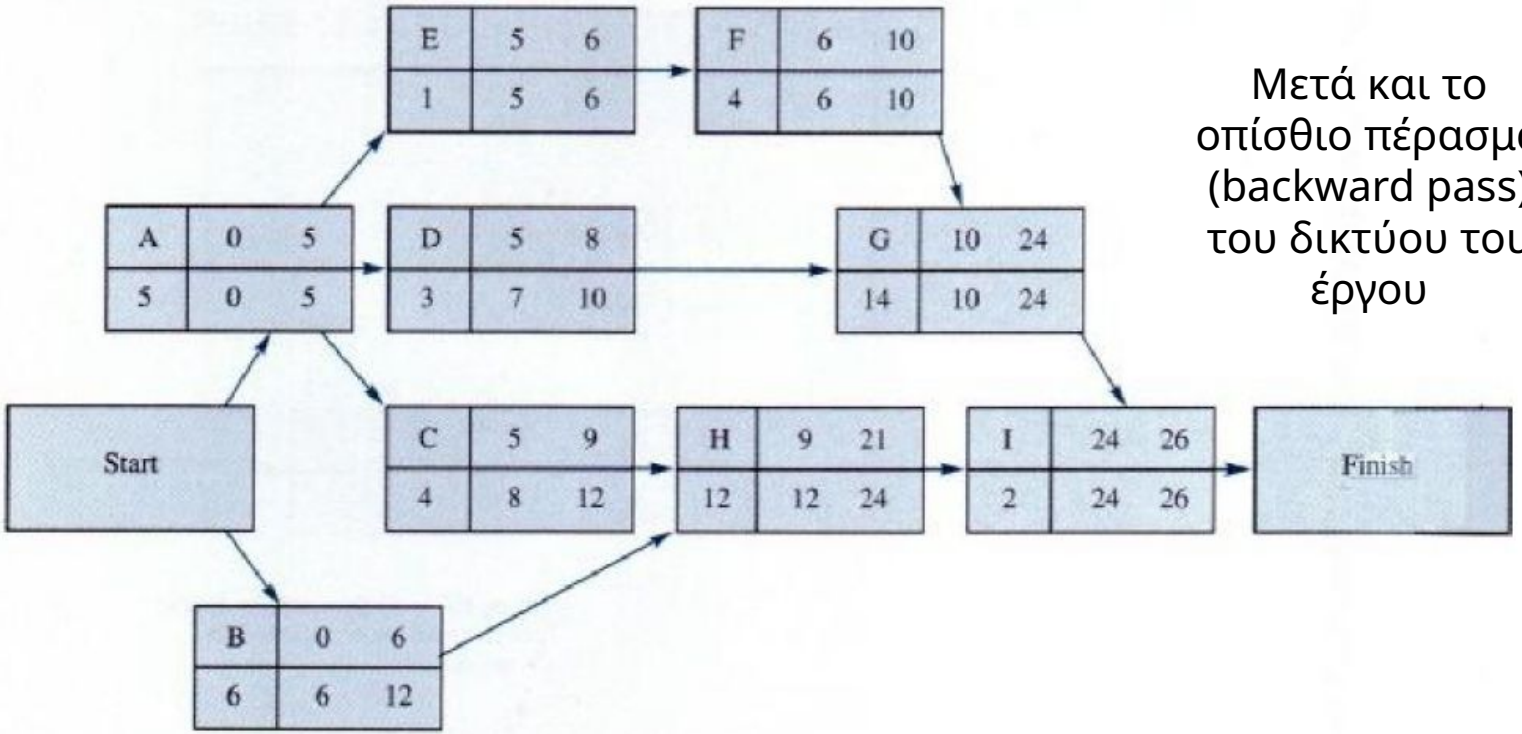


Since $EF = 26$ for activity I, the project can be completed in 26 weeks.

Μετά το εμπρόσθιο πέρασμα (forward pass) του δικτύου του έργου

Επίλυση δικτύου$_2$ (backward pass)

FIGURE 12.6 WESTERN HILLS SHOPPING CENTER PROJECT NETWORK WITH LATEST START AND LATEST FINISH TIMES SHOWN IN EACH NODE



Μετά και το οπίσθιο πέρασμα (backward pass) του δικτύου του έργου

Επίλυση με λογισμικό

Χρονικό περιθώριο

*** ACTIVITY SCHEDULE ***

ACTIVITY	EARLIEST START	LATEST START	EARLIEST FINISH	LATEST FINISH	SLACK	CRITICAL ACTIVITY
A	0	0	5	5	0	YES
B	0	6	6	12	6	
C	5	8	9	12	3	
D	5	7	8	10	2	
E	5	5	6	6	0	YES
F	6	6	10	10	0	YES
G	10	10	24	24	0	YES
H	9	12	21	24	3	
I	24	24	26	26	0	YES

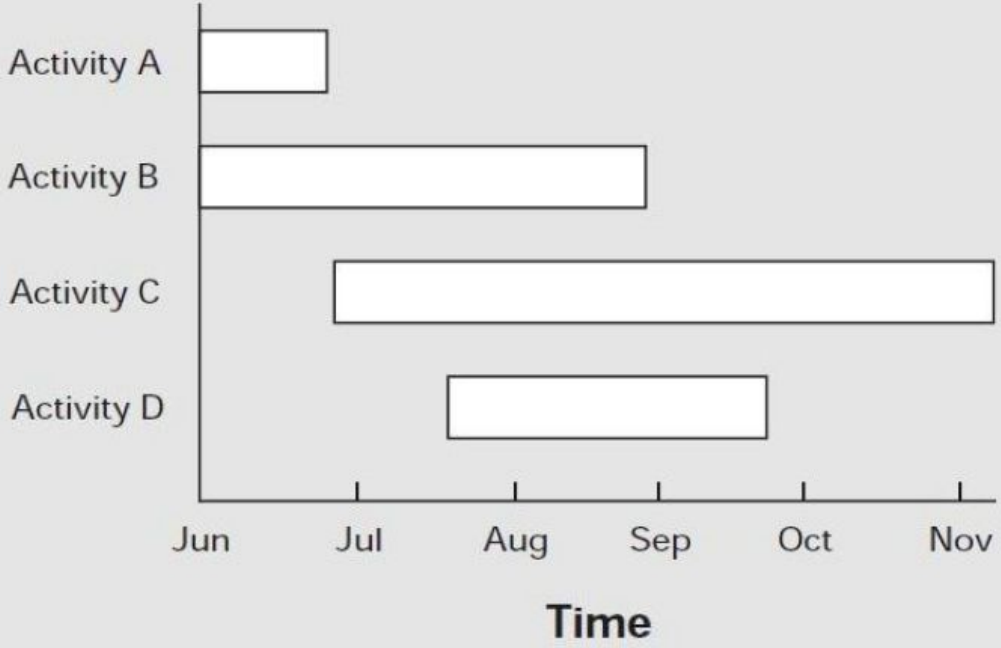
CRITICAL PATH: A-E-F-G-I

PROJECT COMPLETION TIME = 26

Κρίσιμη διαδρομή

Διάγραμμα Gantt$_1$

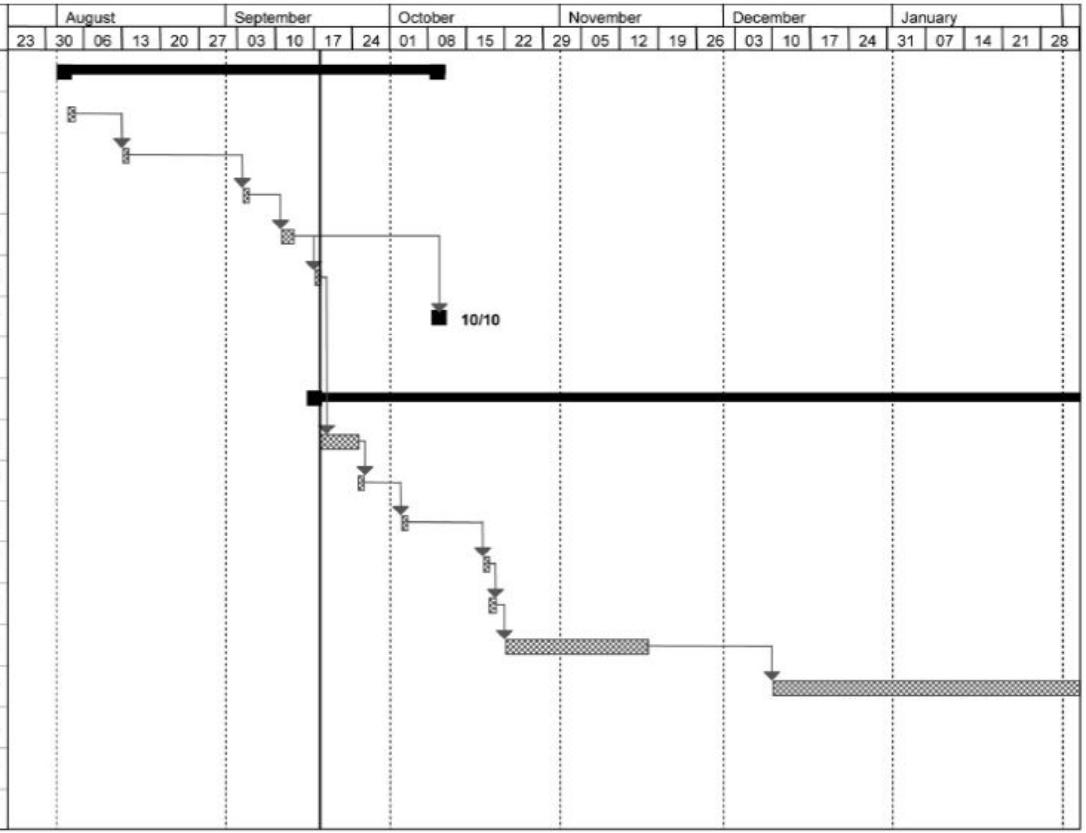
Figure 6–6. Bar (Gantt) Chart



There are many other acceptable ways to display project information on a bar chart.

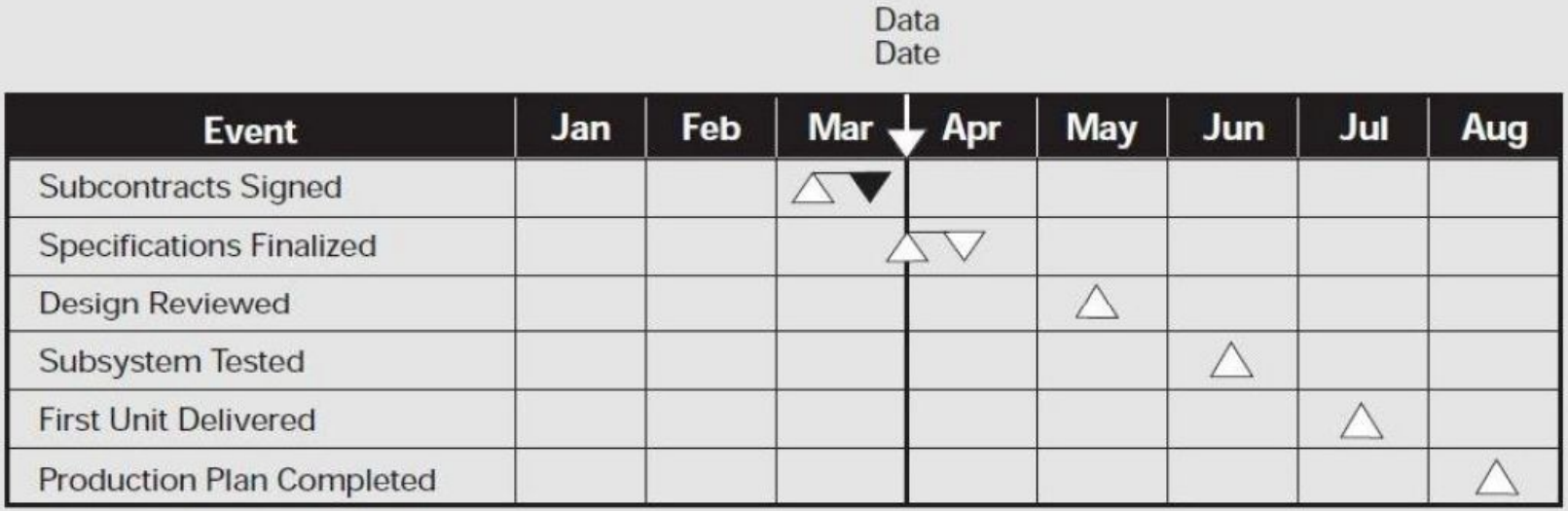
Διάγραμμα Gantt$_1$

ID		Task Name	Duration
8		**Recruit staff**	**49 days**
9		Agree Job Descriptions	1 day
10		Advertise	1 day
11		Shortlist	1 day
12		Interview	2 days
13		Appoint	1 day
14		Staff start	0 days
15			
16		**Develop Database**	**139 days**
17		Review Tender Documents	5 days
18		Shortlist	1 day
19		Round one interview	1 day
20		Round Two	1 day
21		Appoint Developer	1 day
22		Finalise Functional Requirements	20 days
23		Build data entry module	60 days
24		Test Database	10 days
25		Modify Database	10 days
26		Deliver database	0 days



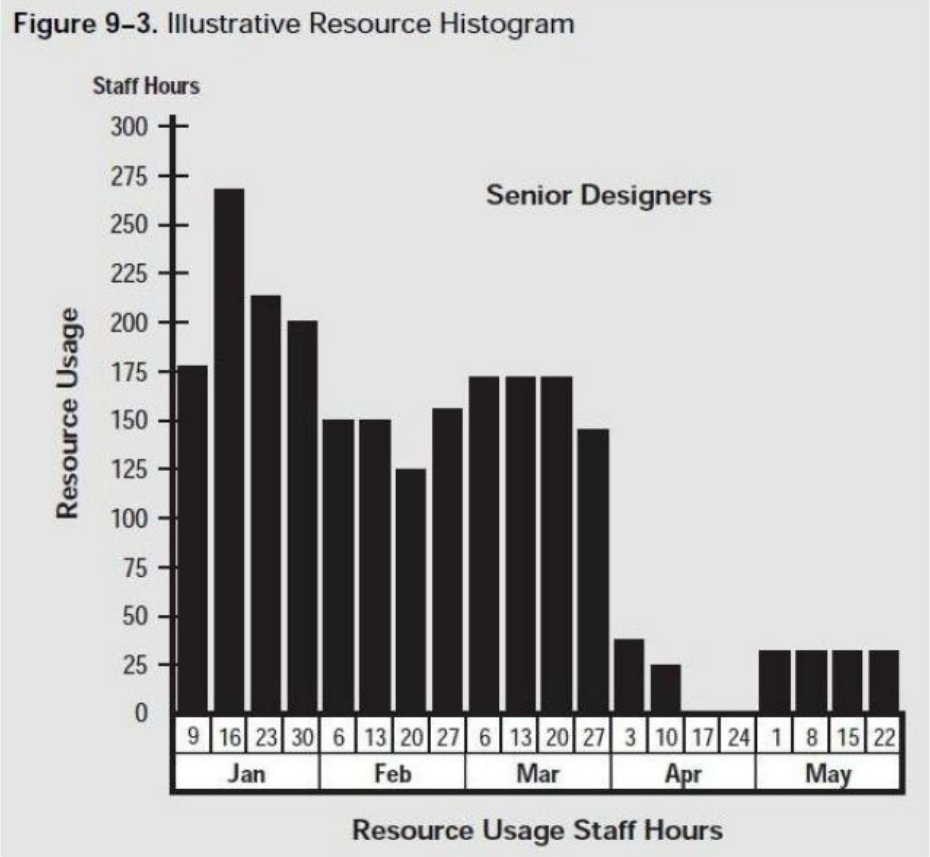
Διάγραμμα "ορόσημων" (milestones)

Figure 6–7. Milestone Chart



There are many other acceptable ways to display project information on a milestone chart.

Διάγραμμα χρήσης "πόρων" (resources)



WBS	Task	Duration	Predecessors
1	a	10.67 days	
2	b	12.17 days	1
3	c	12.33 days	2
4	d	6 days	2
5	e	14.33 days	2
6	f	9.33 days	3, 4
7	g	10.33 days	4
8	h	7.83 days	5, 7

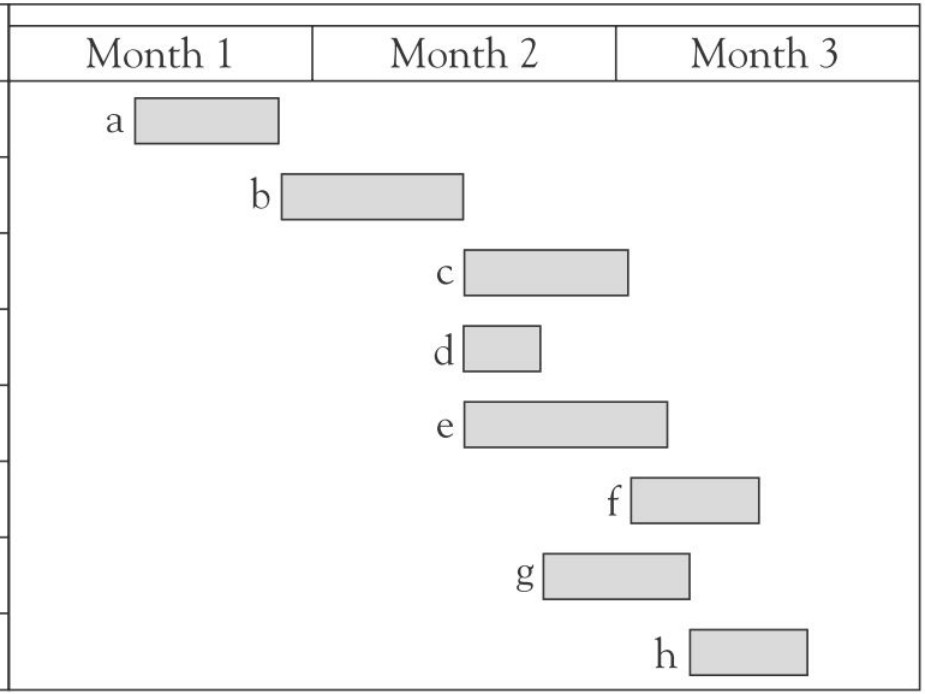
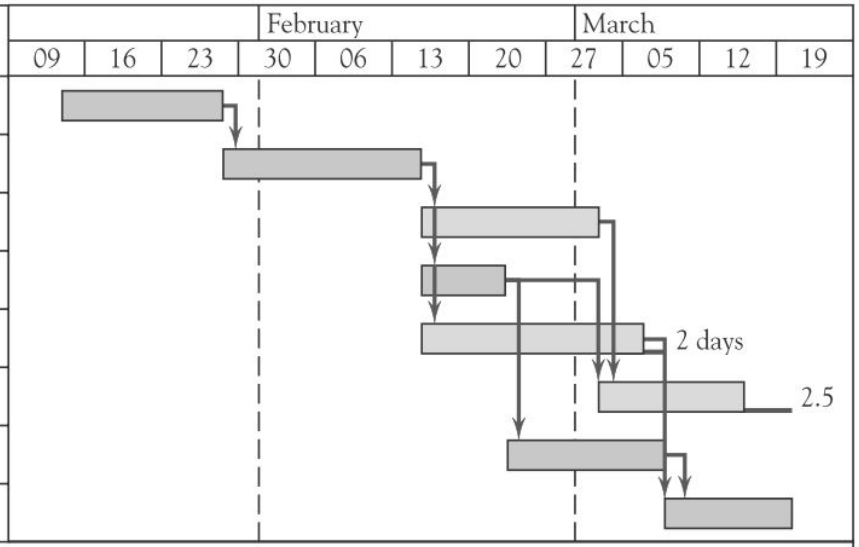


Figure 5-19 A Gantt chart of a sample project in Table 5-4 (MSP).

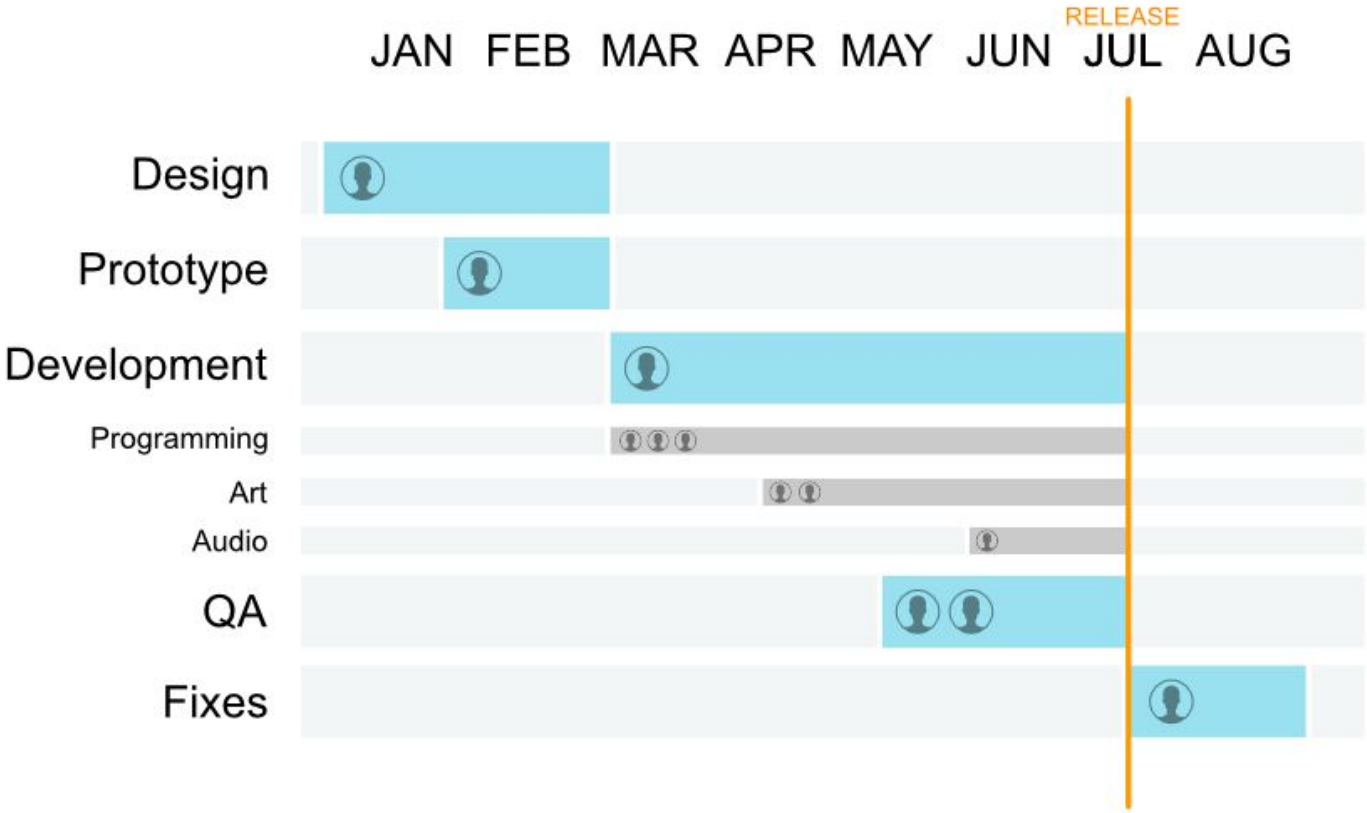
WBS	Task	Estimate dur	Start	Finish	Late start	Late finish
1	a	10.67 days	01/14	01/28	01/14	01/28
2	b	12.17 days	01/28	02/15	01/28	02/15
3	c	12.33 days	02/15	03/03	02/18	03/07
4	d	6 days	02/15	02/23	02/15	02/23
5	e	14.33 days	02/15	03/07	02/17	03/09
6	f	9.33 days	03/03	03/16	03/07	03/20
7	g	10.33 days	02/23	03/09	02/23	03/09
8	h	7.83 days	03/09	03/20	03/09	03/20



Critical task Task Slack

Critical path and slack shown

Figure 5-20 A Gantt chart of the sample project in Table 5-4 showing critical path, path connections, slack, ES, LS, EF, and LF (MSP).


RELEASE
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
JUN
JUL
AUG
Design
Prototype
Development
Programming
Art
Audio
QA
Fixes

Σχεδιάστε αυτό το δίκτυο, βρείτε τη **χρονική διάρκεια**, και την **κρίσιμη διαδρομή**

Table 5-2 A Sample Problem for Finding the Critical Path and Critical Time

Activity	*Predecessor*	*Duration*
a	—	5 days
b	—	4
c	a	3
d	a	4
e	a	6
f	b, c	4
g	d	5
h	d, e	6
i	f	6
j	g, h	4

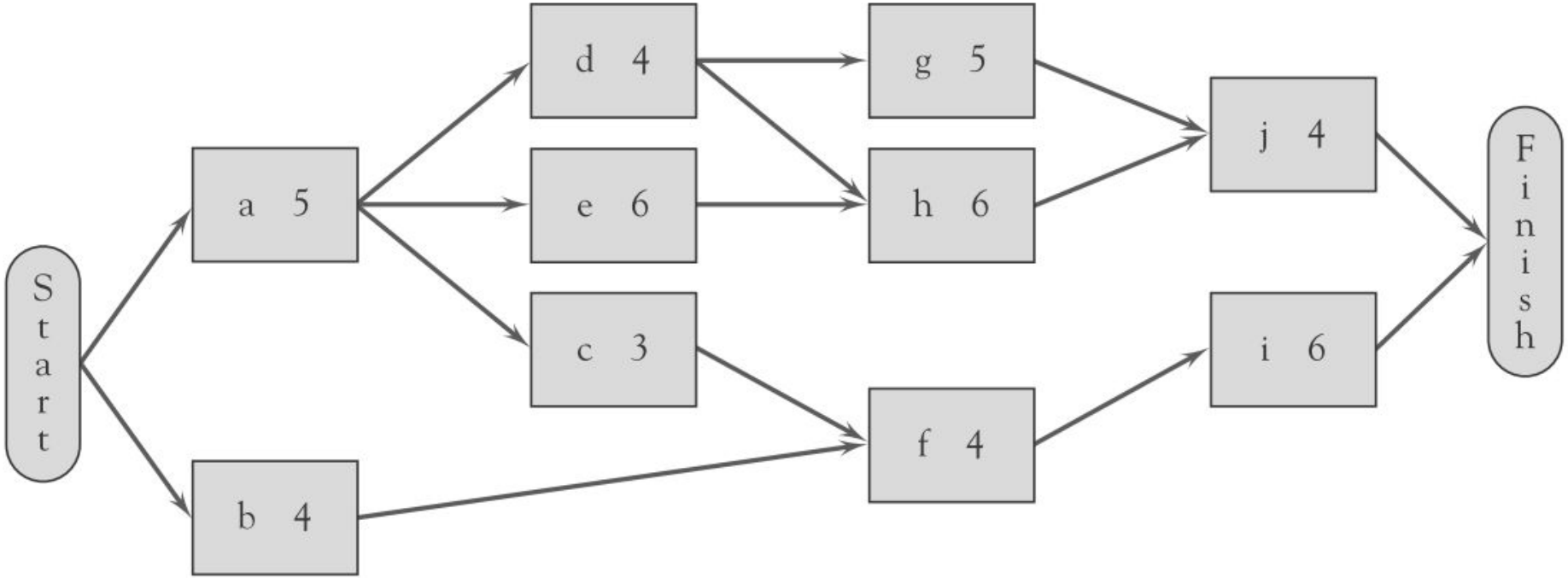
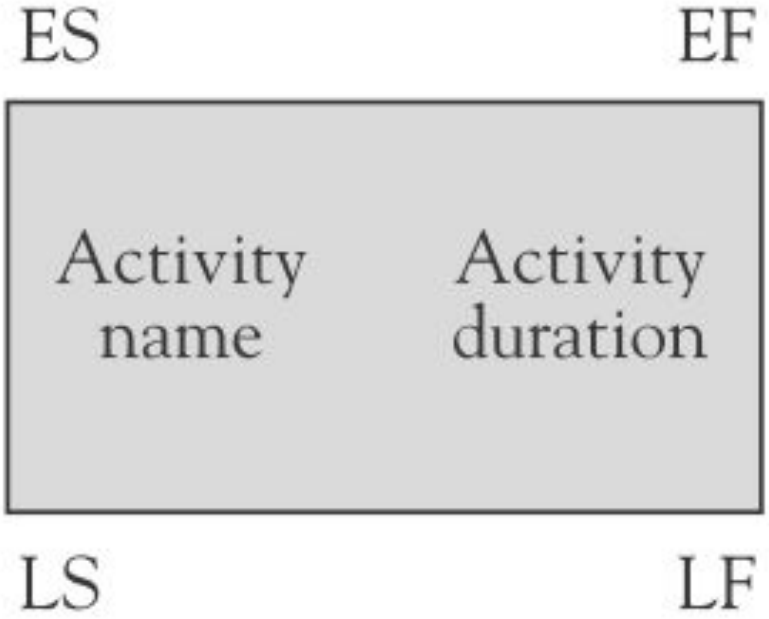


Figure 5-8 A complete network from Table 5-2.



ES—Earliest start time
EF—Earliest finish time
LS—Latest start time
LF—Latest finish time

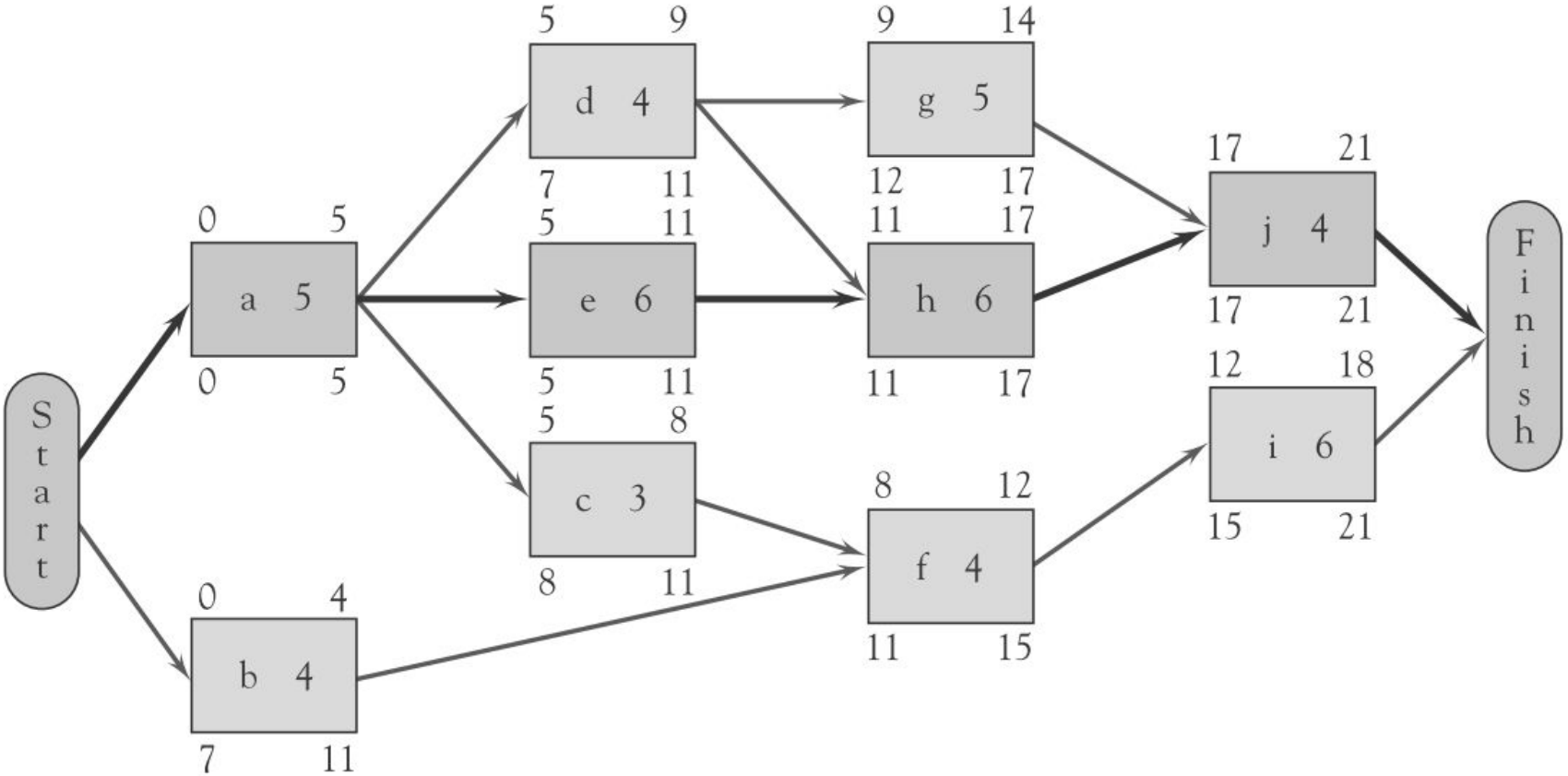


Figure 5-10 The critical path and time for sample project in Table 5.2.

Table 5-3 An MSP Version of Sample Problem in Table 5-2

ID	Task Name	Duration	Predecessors
1	a	5 days	
2	b	4 days	
3	c	3 days	1
4	d	4 days	1
5	e	6 days	1
6	f	4 days	2, 3
7	g	5 days	4
8	h	6 days	4, 5
9	i	6 days	6
10	j	4 days	7, 8

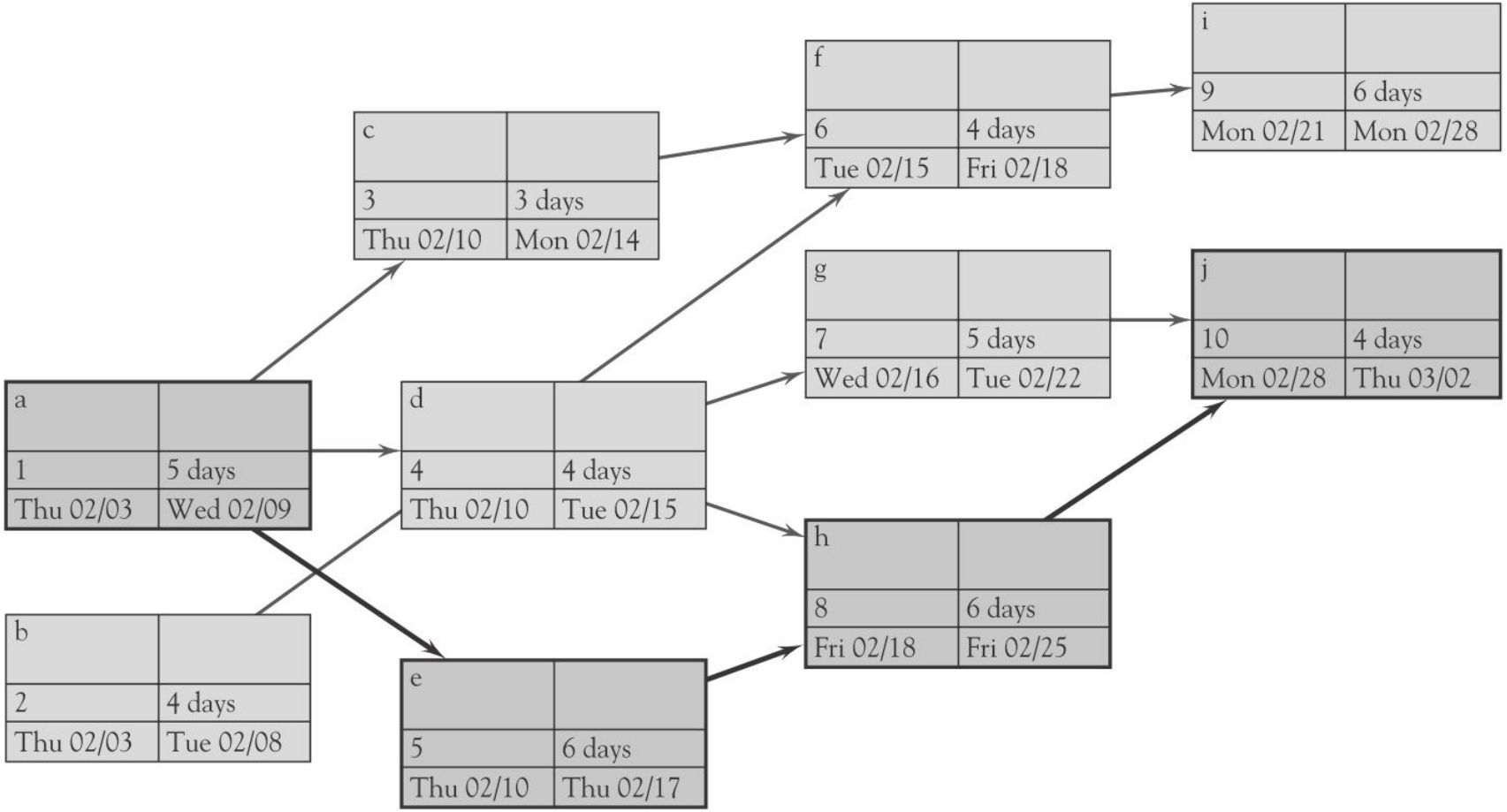


Figure 5-11 An MSP version of PERT/CPM network from Table 5-3.

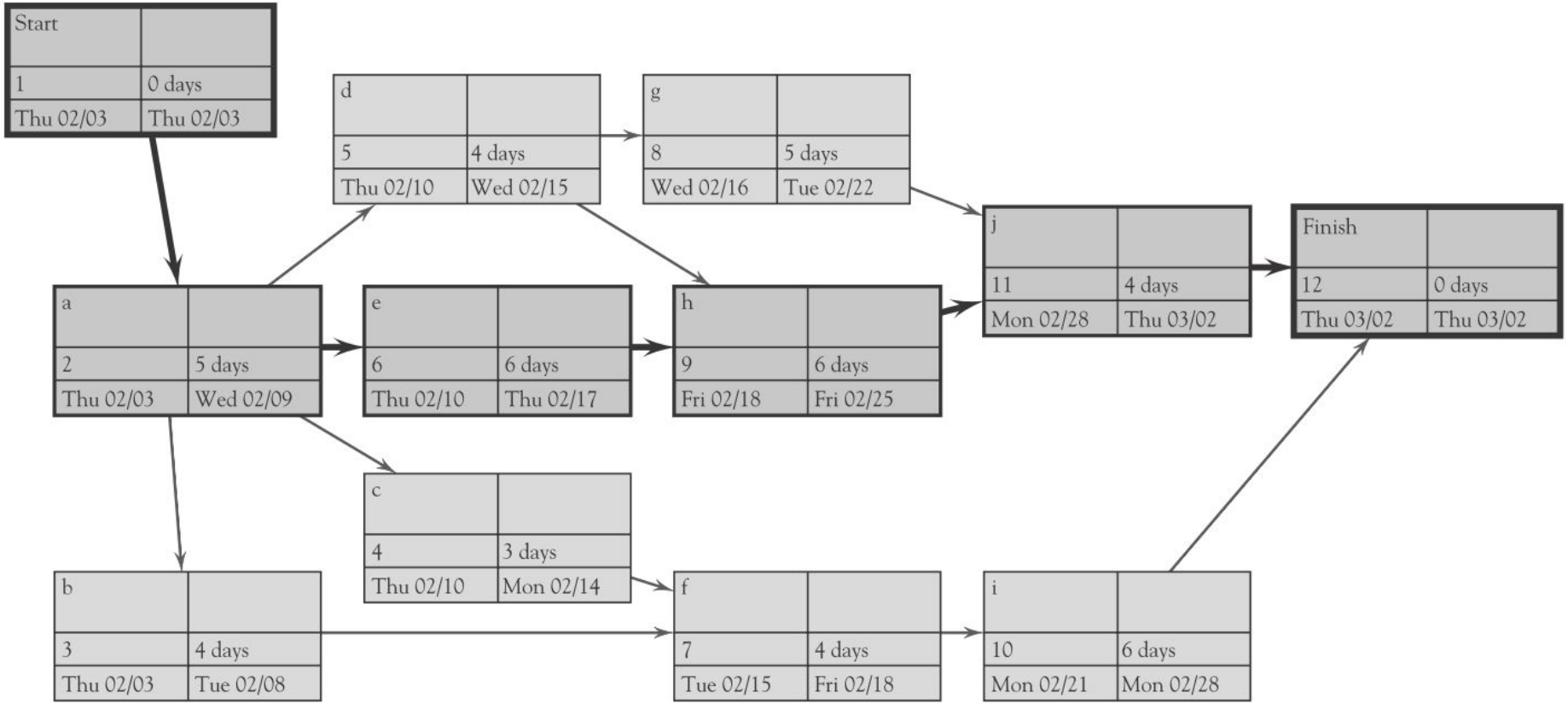


Figure 5-12 A modified version of MSP network from Figure 5-11.

Η χρονική αλληλουχία στα έργα

Απλό δίκτυο

Δραστηριότητα	*Προηγούμενες δραστηριότητες*	*Χρονική διάρκεια*
A	–	12
B	A	10
C	B	12
D	A	9
E	D	12
F	C, E	5
G	F	6

Επίλυση απλού δικτύου

*** ACTIVITY SCHEDULE ***

ACTIVITY	EARLIEST START	LATEST START	EARLIEST FINISH	LATEST FINISH	SLACK	CRITICAL ACTIVITY
A	0	0	12	12	0	YES
B	12	12	22	22	0	YES
C	22	22	34	34	0	YES
D	12	13	21	22	1	
E	21	22	33	34	1	
F	34	34	39	39	0	YES
G	39	39	45	45	0	YES

CRITICAL PATH: A-B-C-F-G

PROJECT COMPLETION TIME = 45

Πιο σύνθετο δίκτυο

Δραστηριότητα	*Προηγούμενες δραστηριότητες*	*Χρονική διάρκεια*
A	–	3
B	A	4
C	A	5
D	A	3
E	B	2
F	B	6
G	C	7
H	D, E, G	8
I	D	15
J	D, E, F, G	4

Επίλυση πιο σύνθετου δικτύου

*** ACTIVITY SCHEDULE ***

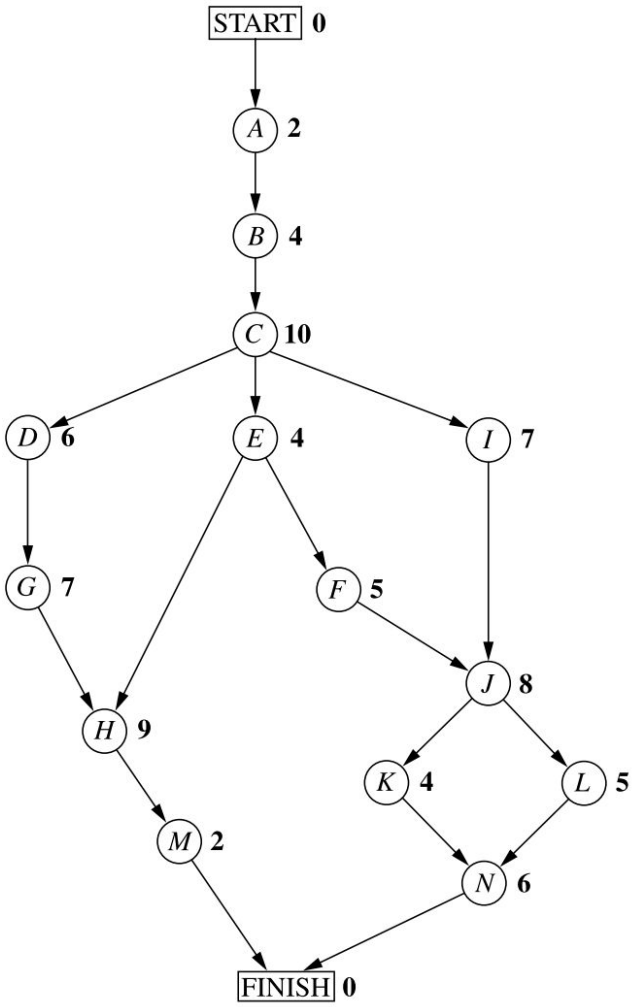
ACTIVITY	EARLIEST START	LATEST START	EARLIEST FINISH	LATEST FINISH	SLACK	CRITICAL ACTIVITY
A	0	0	3	3	0	YES
B	3	9	7	13	6	
C	3	3	8	8	0	YES
D	3	5	6	8	2	
E	7	13	9	15	6	
F	7	13	13	19	6	
G	8	8	15	15	0	YES
H	15	15	23	23	0	YES
I	6	8	21	23	2	
J	15	19	19	23	4	

CRITICAL PATH: A-C-G-H

PROJECT COMPLETION TIME = 23

TABLE 10.1 Activity list for the Reliable Construction Co. project

Activity	Activity Description	Immediate Predecessors	Estimated Duration
A	Excavate	—	2 weeks
B	Lay the foundation	*A*	4 weeks
C	Put up the rough wall	*B*	10 weeks
D	Put up the roof	*C*	6 weeks
E	Install the exterior plumbing	*C*	4 weeks
F	Install the interior plumbing	*E*	5 weeks
G	Put up the exterior siding	*D*	7 weeks
H	Do the exterior painting	*E, G*	9 weeks
I	Do the electrical work	*C*	7 weeks
J	Put up the wallboard	*F, I*	8 weeks
K	Install the flooring	*J*	4 weeks
L	Do the interior painting	*J*	5 weeks
M	Install the exterior fixtures	*H*	2 weeks
N	Install the interior fixtures	*K, L*	6 weeks



Activity Code

A. Excavate
B. Foundation
C. Rough wall
D. Roof
E. Exterior plumbing
F. Interior plumbing
G. Exterior siding
H. Exterior painting
I. Electrical work
J. Wallboard
K. Flooring
L. Interior painting
M. Exterior fixtures
N. Interior fixtures

FIGURE 10.1
The project network for the Reliable Construction Co. project.

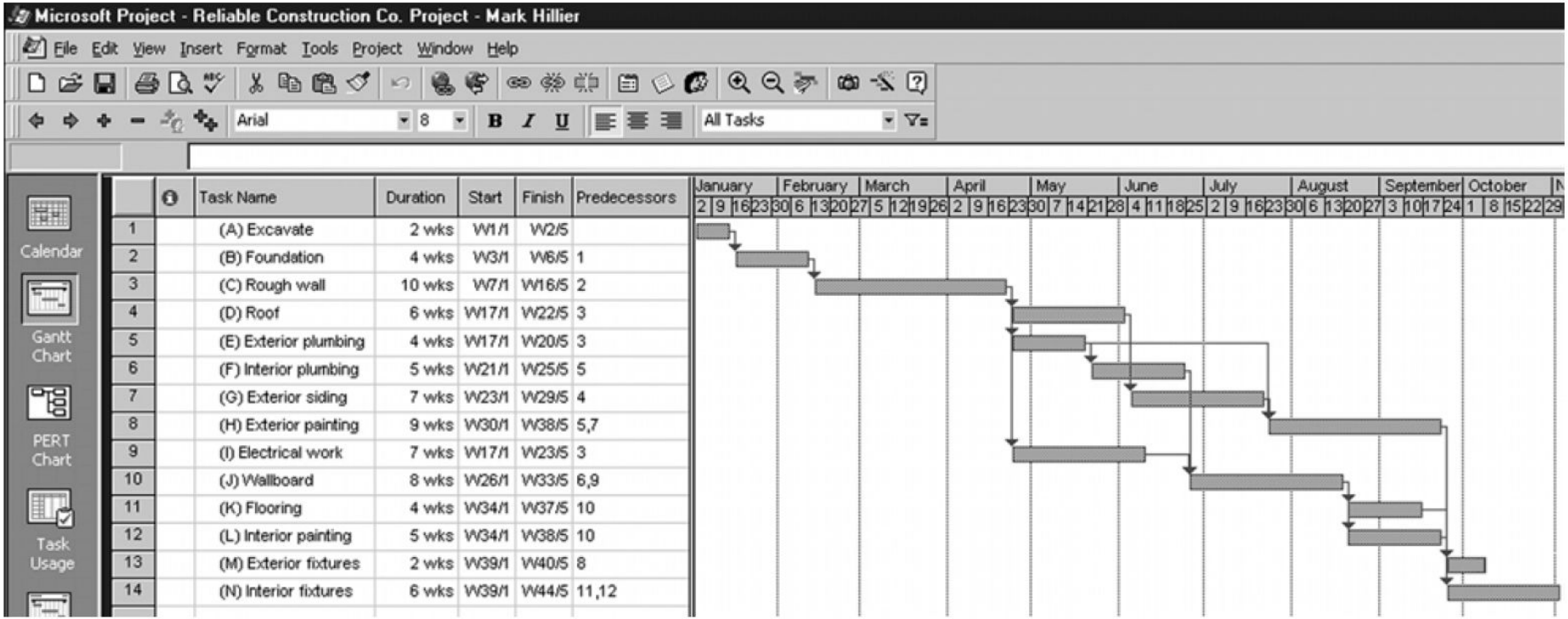


FIGURE 10.2
The spreadsheet used by MS Project for entering the activity list for the Reliable Construction Co. project. On the right is a Gantt chart showing the project schedule.

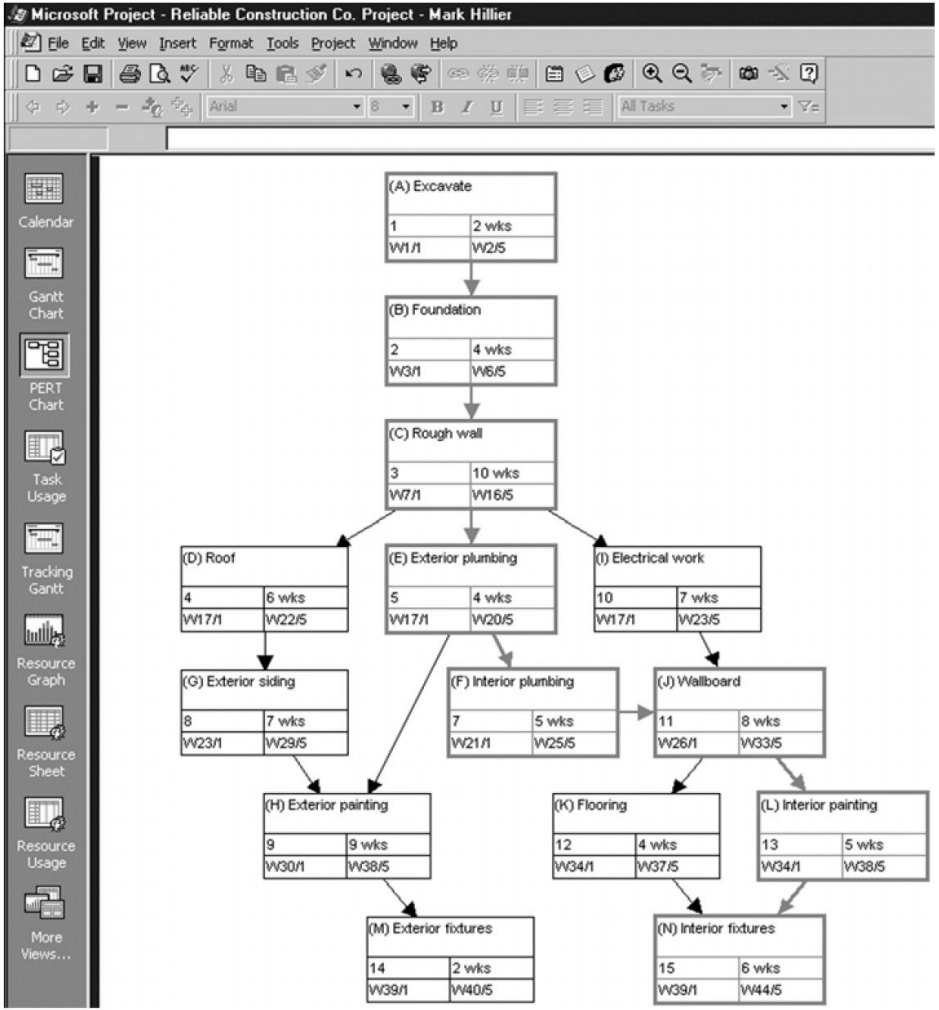


FIGURE 10.3
Reliable's project network as constructed with MS Project.

Ποια είναι η κρίσιμη διαδρομή σε αυτό το έργο;

TABLE 10.2 The paths and path lengths through Reliable's project network

Path	Length
START →*A*→*B*→*C*→*D*→*G*→*H*→*M*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 6 + 7 + 9 + 2 = 40 weeks
START →*A*→*B*→*C*→*E*→*H*→*M*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 4 + 9 + 2 = 31 weeks
START →*A*→*B*→*C*→*E*→*F*→*J*→*K*→*N*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 4 + 5 + 8 + 4 + 6 = 43 weeks
START →*A*→*B*→*C*→*E*→*F*→*J*→*L*→*N*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 4 + 5 + 8 + 5 + 6 = 44 weeks
START →*A*→*B*→*C*→*I*→*J*→*K*→*N*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 7 + 8 + 4 + 6 = 41 weeks
START →*A*→*B*→*C*→*I*→*J*→*L*→*N*→ FINISH	2 + 4 + 10 + 7 + 8 + 5 + 6 = 42 weeks

FIGURE 10.7
The complete project network showing ES and LS (in parentheses above the node) and EF and LF (in parentheses below the node) for each activity of the Reliable Construction Co. project. The darker arrows show the critical path through the project network.

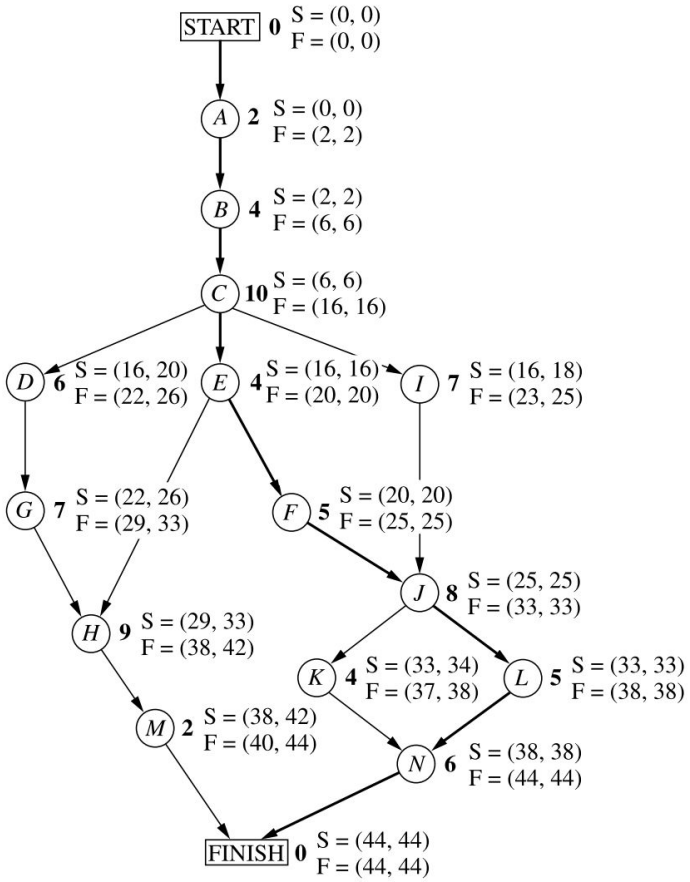


TABLE 10.3 Slack for Reliable's activities

Activity	Slack (LF – EF)	On Critical Path?
A	0	Yes
B	0	Yes
C	0	Yes
D	4	No
E	0	Yes
F	0	Yes
G	4	No
H	4	No
I	2	No
J	0	Yes
K	1	No
L	0	Yes
M	4	No
N	0	Yes

HOW LONG WILL YOUR PROJECT TAKE IF I ADD TWO PEOPLE?
Dilbert.com DilbertCartoonist@gmail.com
ADD ONE MONTH FOR TRAINING, ONE MONTH FOR THE EXTRA COMPLEXITY, AND ONE MONTH TO DEAL WITH THEIR DRAMA.
4-29-10 ©2010 Scott Adams, Inc./Dist. by UFS, Inc.
BUT AFTER ALL OF THAT...
THEY'LL BE AS USEFUL AS THIS MEETING.

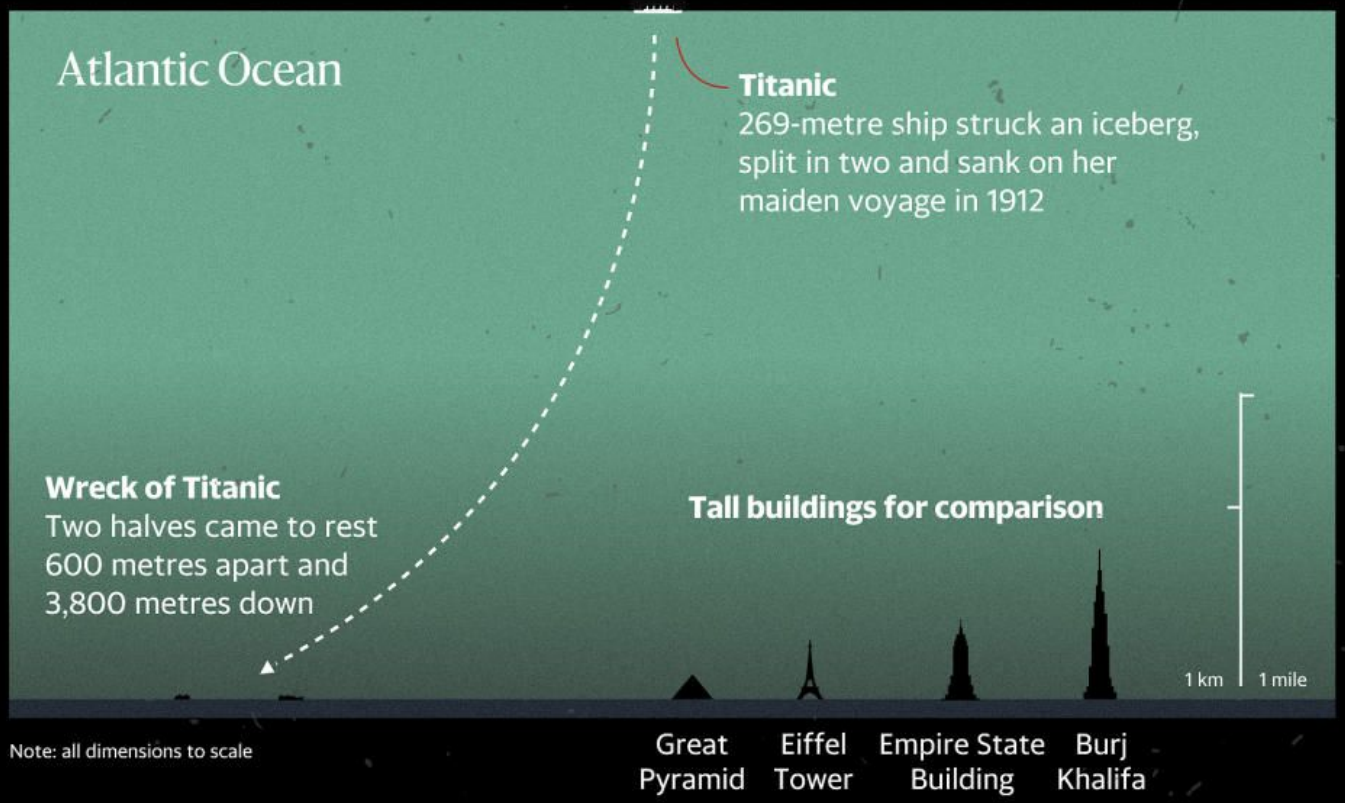
Αβεβαιότητα και ρίσκο στα έργα

Ancient Chinese symbol for risk:

Danger Opportunity

OceanGate
TITAN

The wreck of the Titanic lies at a depth of 3,800 metres



Note: all dimensions to scale

OceanGa
CYCLOPS
OceanGate

Stockton Rush, CEO της OceanGate (της εταιρείας του μικρού υποβρυχίου Titan, που πήγαινε στον Τιτανικό και καταστράφηκε από την πίεση τον Ιούνιο του 2023):

- *“Μετά από ένα σημείο, η **ασφάλεια είναι σκέτη σπατάλη** … Αν θέλετε απλά να είστε ασφαλείς, μην σηκώνεστε από το κρεβάτι. Μην μπαίνετε στο αυτοκίνητό σας. Μην κάνετε τίποτα … Νομίζω ο στρατηγός MacArthur είπε ότι σε θυμούνται για τους **κανόνες που παραβιάζεις** … Και έχω παραβιάσει κάποιους κανόνες …”*

Όπως λέμε στην ανάλυση ρίσκου, η εξοικείωση με το ρίσκο είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος!

Ανάλυση **ρίσκου** (risk assessment)

1. Αναγνώριση ρίσκου (risk identification)
2. Ανάλυση ρίσκου (risk analysis)
3. Αντιμετώπιση ρίσκου (response to risk)

Το ρίσκο σχετίζεται με την **αβεβαιότητα** (uncertainty).

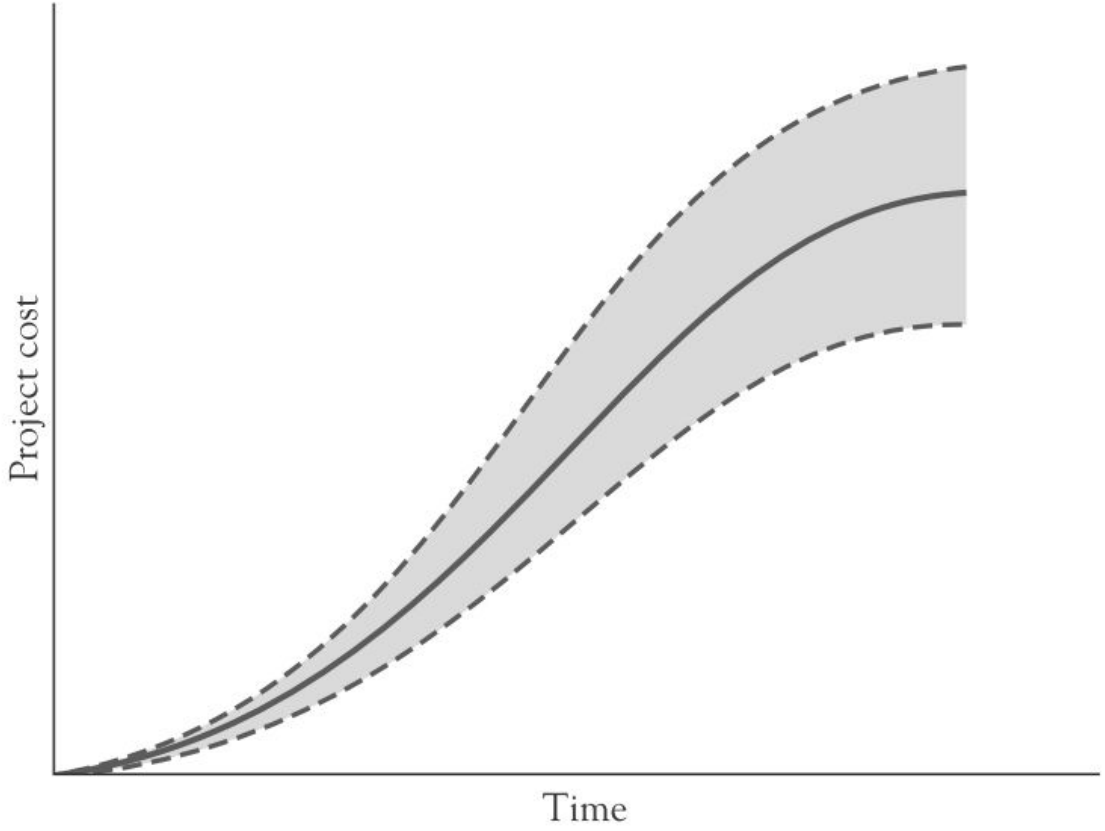
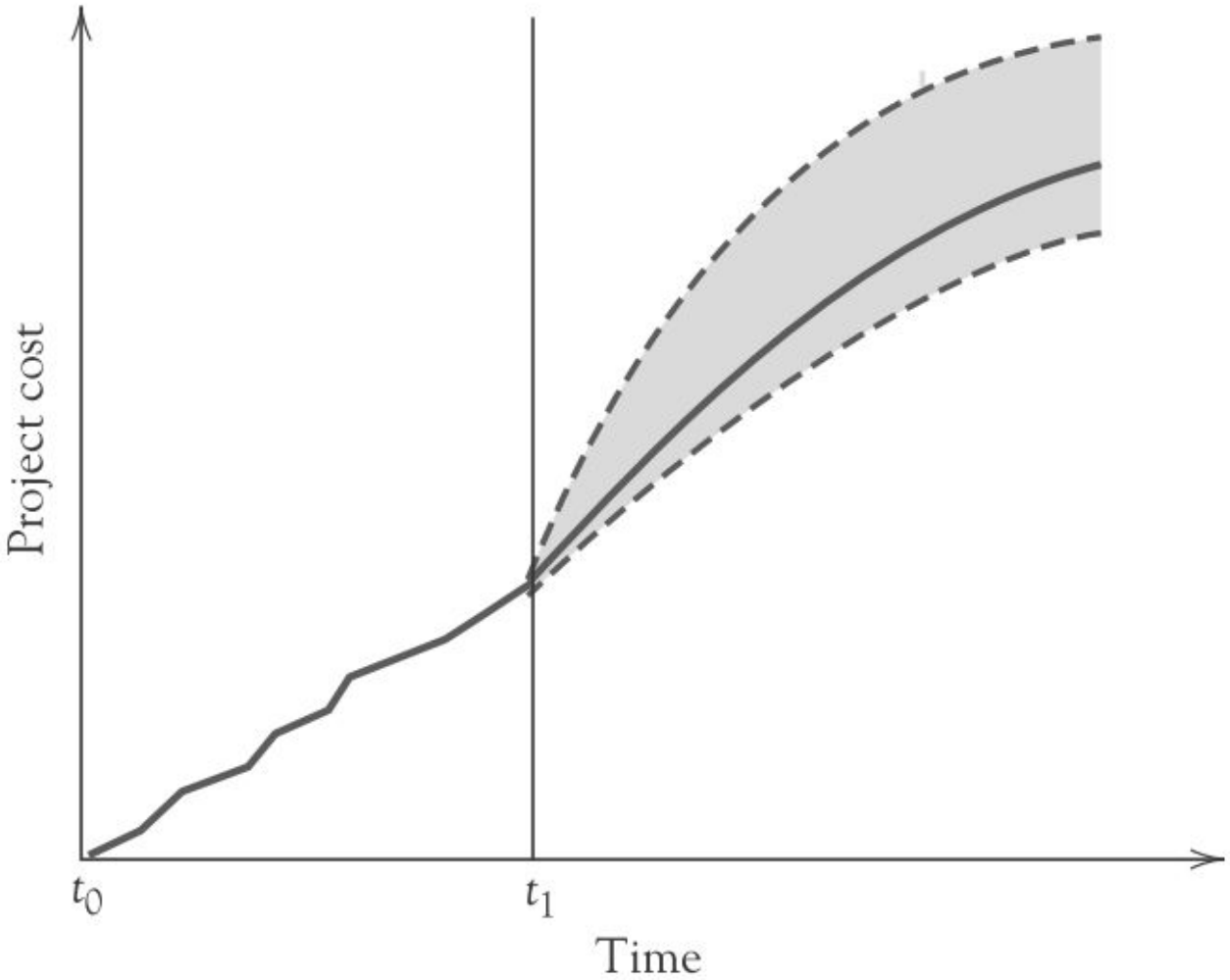
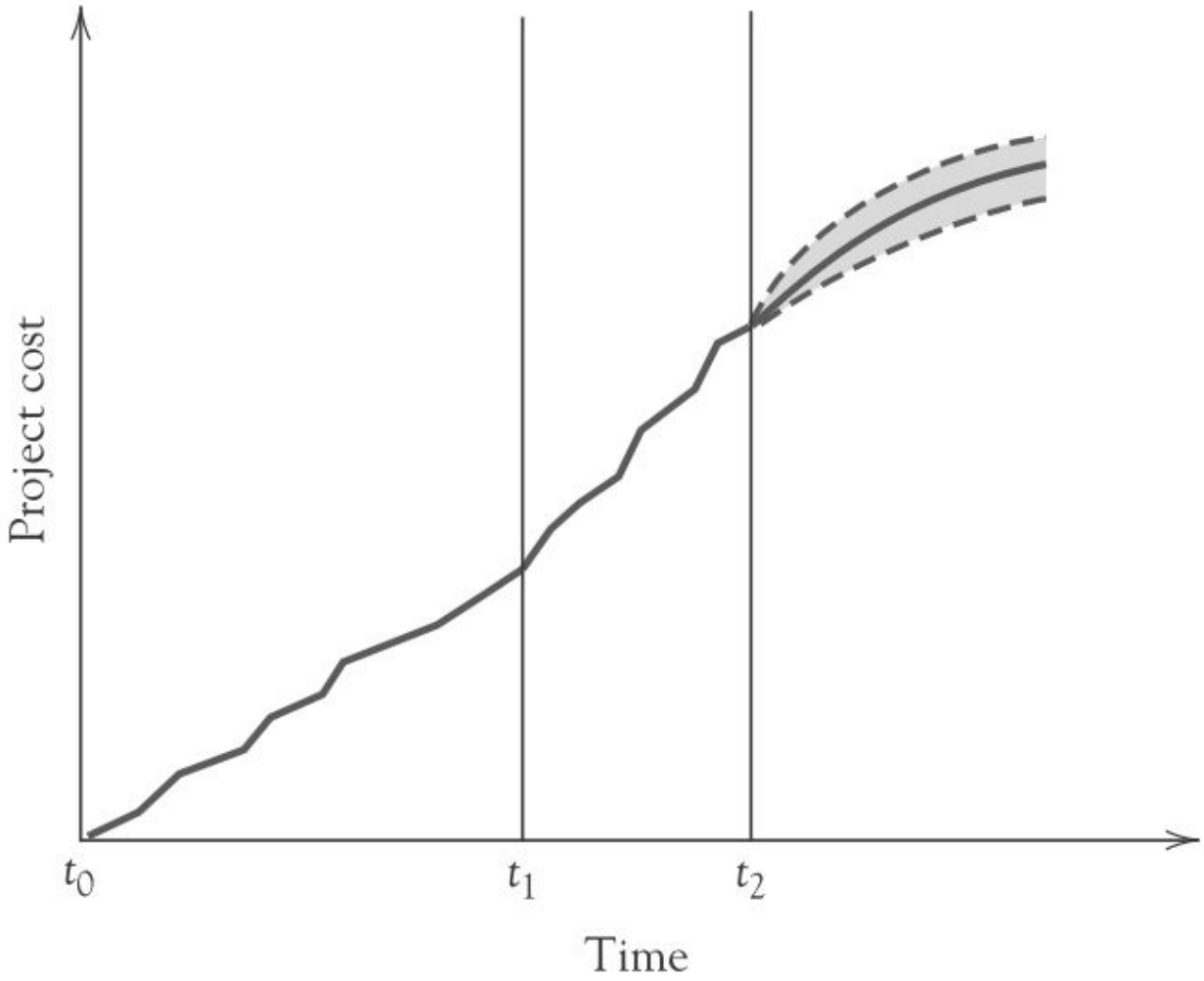


Figure 4-3 Estimate of project cost: estimate made at project start.


Project cost
t_0
t_1
Time


Project cost
t_0
t_1
t_2
Time

Χωρίς **δεδομένα**, είστε απλά ένας ακόμα (εργαζόμενος) που εκφράζει μια (προσωπική) **γνώμη**!

"Without Data you're just another person with an opinion"

W.EDWARDS DEMING

SAMPLE 3x3 RISK RATING GRID

IMPACT	Low	Medium	High
High	Medium	Medium High	High
Medium	Medium Low	Medium	Medium High
Low	Low	Medium Low	Medium

LIKELIHOOD

SAMPLE 5x5 RISK RATING GRID

IMPACT	Rare	Unlikely	Possible	Likely	Almost Certain
Catastrophic	High	High	Very High	Very High	Very High
Significant	Medium	Medium	High	Very High	Very High
Moderate	Low	Low	Medium	High	High
Limited	Very Low	Very Low	Low	Medium	Medium
Minimal	Very Low	Very Low	Very Low	Low	Low

LIKELIHOOD

Consequences

Score	1	2	3	4	5
Description	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Example	Minor injury, no first aid required	Harmful injury (first aid required, under 3 days recovery time)	Serious injury, medical assistance required. Injury must be reported.	Major injury, urgent medical assistance required.	Fatality

Likelihood

1	2	3	4	5
Rare	Unlikely	Possible	Likely	Almost Certain

Consequences/ Impact							
	Catastrophic	5	5	10	15	20	25
	Major	4	4	8	12	16	20
	Moderate	3	3	6	9	12	15
	Minor	2	2	4	6	8	10
	Insignificant	1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			Rare	Unlikely	Possible	Likely	Almost Certain
Likelihood/ Probability							

Risk assessment guidelines version 2
August 2016

Accept
Avoid
Risk
Reduce
Transfer

Index	Hazard	Likelihood (1-5)	Impact (1-5)	Risk rating
1	Student photos/videos creating confidentiality issues/GDPR violations	4	3	12
2	Worker accident	2.5	3.5	8.75
3	Health effects on students, e.g. noxious odors and fumes	3	2.5	7.5
4	Student accident onsite	2	3.5	7
5	Access of a student to a restricted area	2.5	2.5	6.25
6	COVID-19 dispersion (cathing and giving it)	4	1.5	6
7	Infrastructure accident: Explosion	0.5	5	2.5
8	Infrastructure accident: Fire	0.5	5	2.5
9	Infrastructure accident: Leakage	0.5	5	2.5
10	Terrorist activity from external sources	0.5	4.5	2.25
11	Terrorism or illicit activity from student body	0.5	4.5	2.25
12	Extreme weather causing accident (e.g. lighting, windy)	0.5	4	2
13	Earthquake	0.5	4	2
14	Traffic accident of the bus	0.5	3	1.5
15	Protestors not allowing entrance to refinery	0.5	2	1
16	Student tripping from/to bus	0.5	1.5	0.75
17	Bus malfunctioning	0.5	1	0.5

Μερικά είδη ρίσκου στη διοίκηση έργων

1. Συνεχείς αλλαγές προδιαγραφών (specification creep)
2. Υπερβάσεις προϋπολογισμού (budget overruns)
3. Ανεπαρκείς πόροι (resource constraints)
4. **Καθυστερήσεις** στην ολοκλήρωση δραστηριοτήτων (schedule delays) Εδώ θα εστιάσουμε
5. Τεχνικές δυσκολίες (technical problems)
6. Εξωτερικοί παράγοντες, π.χ. φυσικές καταστροφές, θεσμικά και νομικά ζητήματα, οικονομικά προβλήματα.

Table 5-4 A Sample Set of Project Activities with Uncertain Durations

		Opt.	*M. Likely*	*Pess.*		
Activity	***Pred***	***a***	***m***	***b***	***TE*** $(a + 4m + b)/6$	***Var.*** $((b - a)/6)2$
a	—	8	10	16	10 4/6	1.78
b	a	11	12	14	12 1/6	.25
c	b	7	12	19	12 2/6	4.00
d	b	6	6	6	6	.00
e	b	10	14	20	14 2/6	2.78
f	c, d	6	10	10	9 2/6	.44
g	d	5	10	17	10 2/6	4.00
h	e, g	4	8	11	7 5/6	1.36

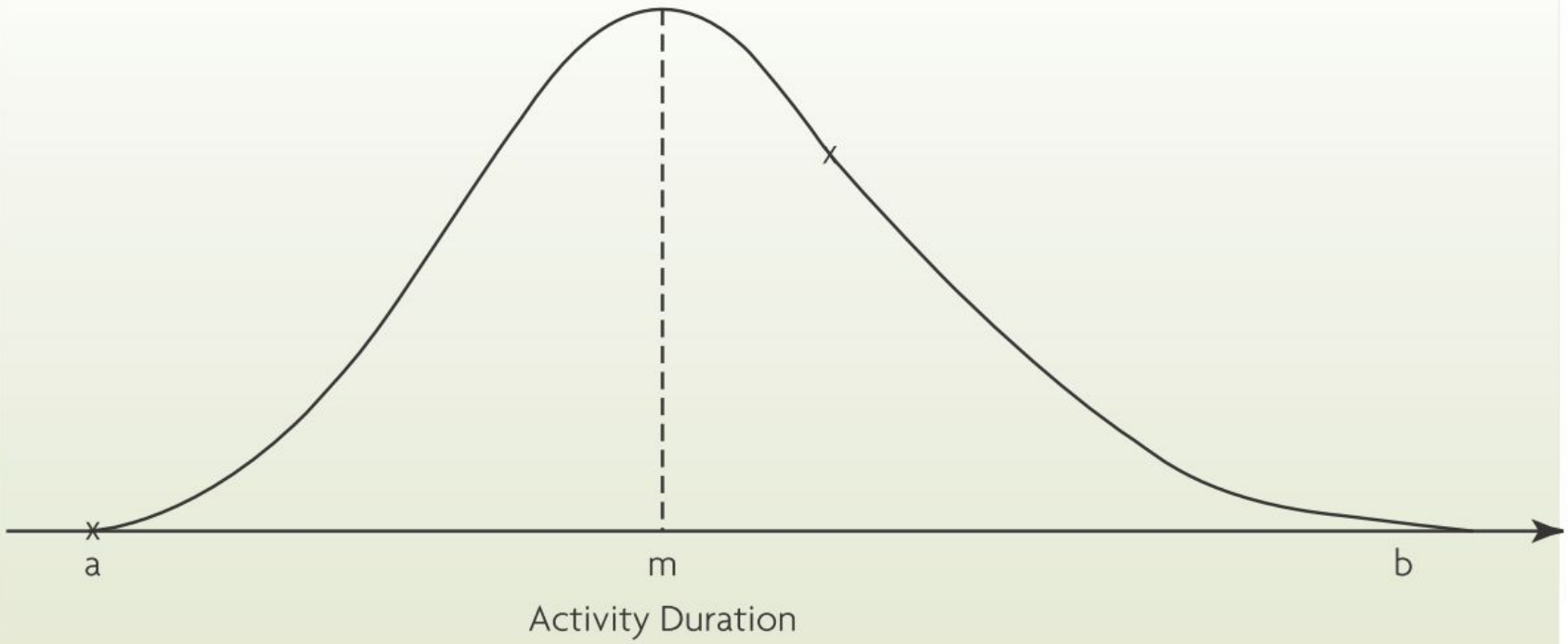
Table 3-6 Optimistic, Normal, and Pessimistic Cost Estimates for the Annual Tribute Dinner

Budget Information Annual Tribute Dinner

Task Name	***Optimistic Cost = a***	***Normal Cost = m***	***Pessimistic Cost = b***	***Expected Cost = (a + 4m + b)/6***
Begin preparations for tribute dinner				
Select date & secure room				
Obtain corporate sponsorships for event	$100.00	$150.00	$350.00	$175.00
Identify potential businesses to sponsor				
Phone/write businesses	$100.00	$150.00	$350.00	$175.00
Event hosts/MC				
Identify and secure honoree of event				
Identify and secure master of ceremonies				
Identify/secure person to introduce honoree				
Identify/secure event hosts & hostesses				
Invitations				
Secure mailing lists				
Design invitation with PR firm	$1,250.00	$1,500.00	$2,200.00	$1,575.00
Print invitation	$2,300.00	$2,500.00	$3,000.00	$2,550.00
Mail invitation	$250.00	$300.00	$410.00	$310.00
RSVP's back				
Event entertainment secured	$750.00	$1,000.00	$1,250.00	$1,000.00

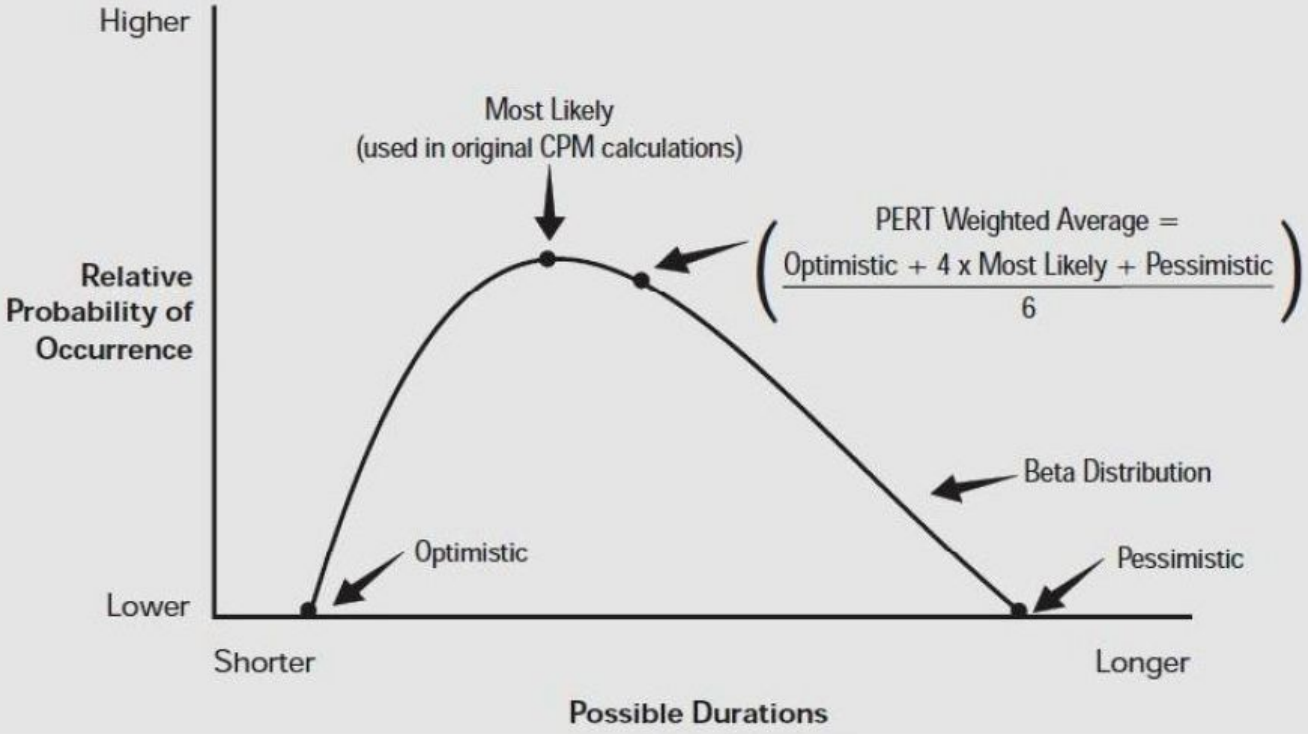
FIGURE 8-5

Illustration of the Shape of the Beta Probability Distribution



Πιθανοτικοί ("στοχαστικοί") χρόνοι

Figure 6–4. PERT Duration Calculation



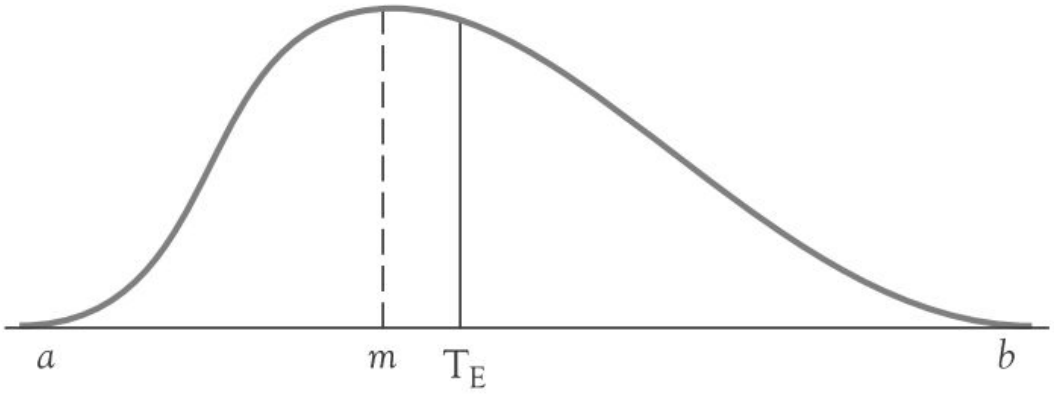


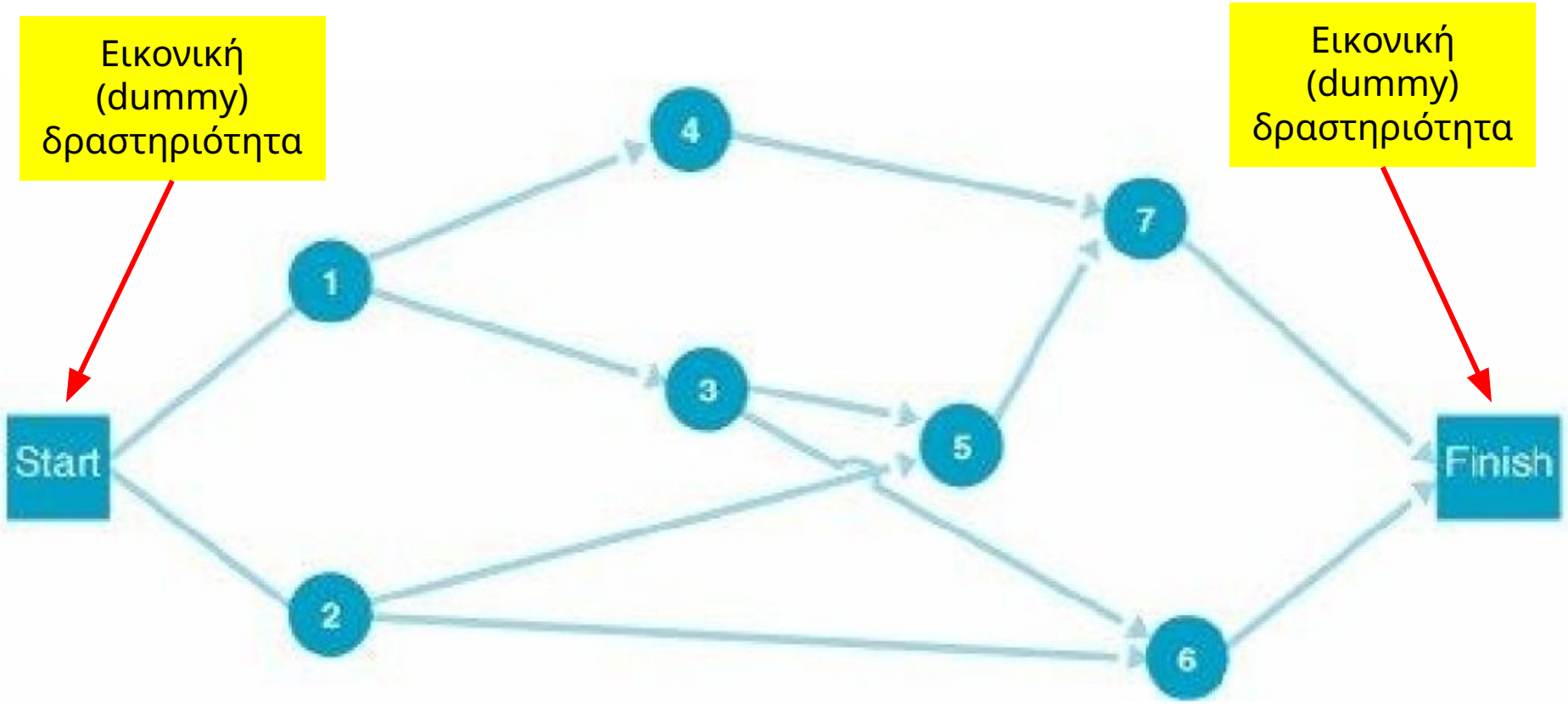
Figure 5-13 The statistical distribution of all possible times for an activity.

Οι δραστηριότητες σε αυτό το έργο παριστάνονται με αριθμούς και όχι με γράμματα

Δραστηριότητα	*Προηγούμενες δραστηριότητες*
1	–
2	–
3	1
4	1
5	2, 3
6	2, 3
7	4, 5

Σχεδιάστε αυτό το έργο

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 25


Εικονική (dummy) δραστηριότητα
Εικονική (dummy) δραστηριότητα
Start
1
2
3
4
5
6
7
Finish

Στοχαστικοί χρόνοι

Αισιόδοξη (ελάχιστη) χρονική διάρκεια

Απαισιόδοξη (μέγιστη) χρονική διάρκεια

	Time Estimates (weeks)		
Activity	a	m	b
1	5	8	17
2	7	10	13
3	3	5	7
4	1	3	5
5	4	6	8
6	3	3	3
7	3	4	5

Πιθα-νότερη χρονική διάρκεια

Αναμενόμενη (expected) ή μέση χρονική διάρκεια

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Υπολογίστε το t_e και το σ^2 για όλες τις δραστηριότητες

Διασπορά ή διακύμανση (variance) της χρονικής διάρκειας

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

Παράδειγμα για δραστηριότητα 1

$$t = \frac{5 + 4(8) + 17}{6}$$

$$= 9$$

$$\nu = \left(\frac{17 - 5}{6}\right)^2$$

$$= 4$$

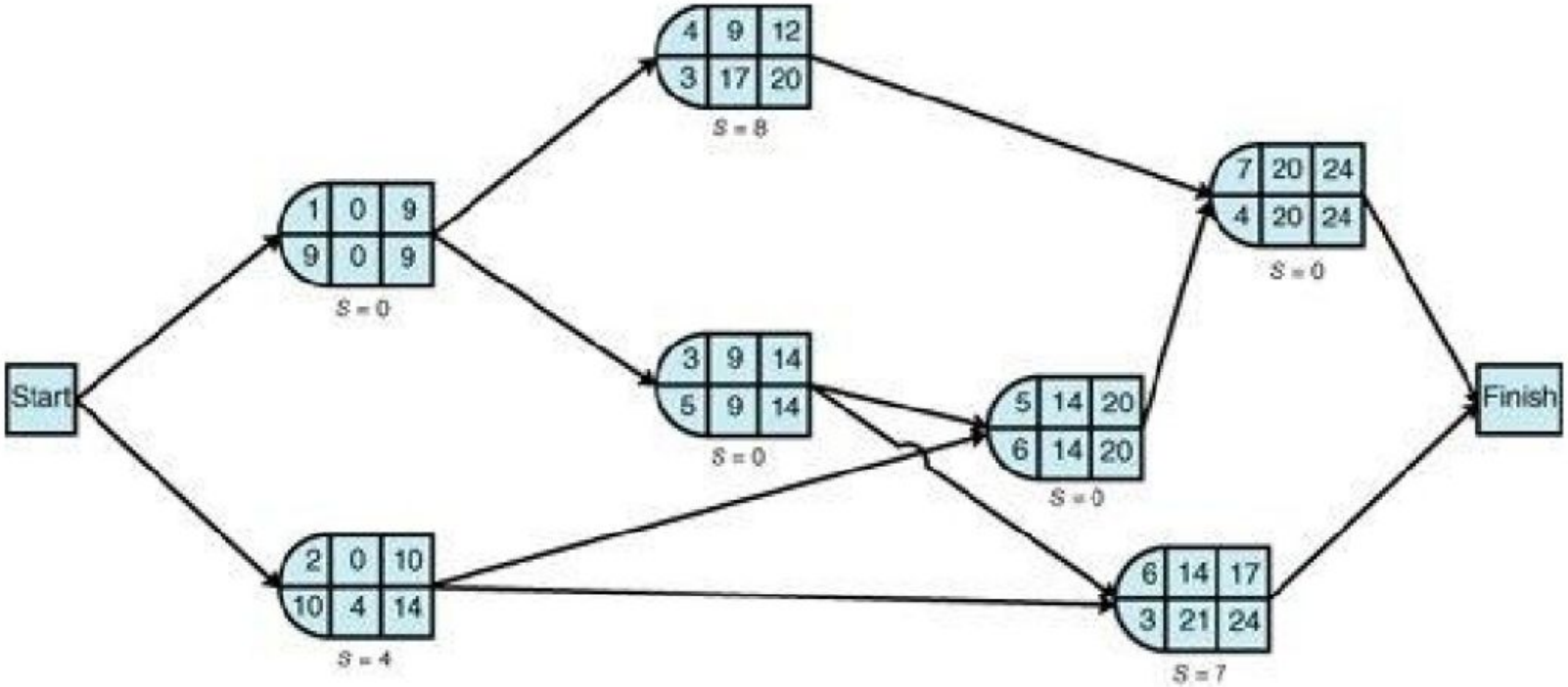
Αναμενόμενη διάρκεια και διασπορά για όλες τις δραστηριότητες

Activity	t	v
1	9	4
2	10	1
3	5	4/9
4	3	4/9
5	6	4/9
6	3	0
7	4	1/9

4/9
= 0.444

1/9
= 0.111

Ενωρίτεροι και βραδύτεροι χρόνοι για όλο το δίκτυο



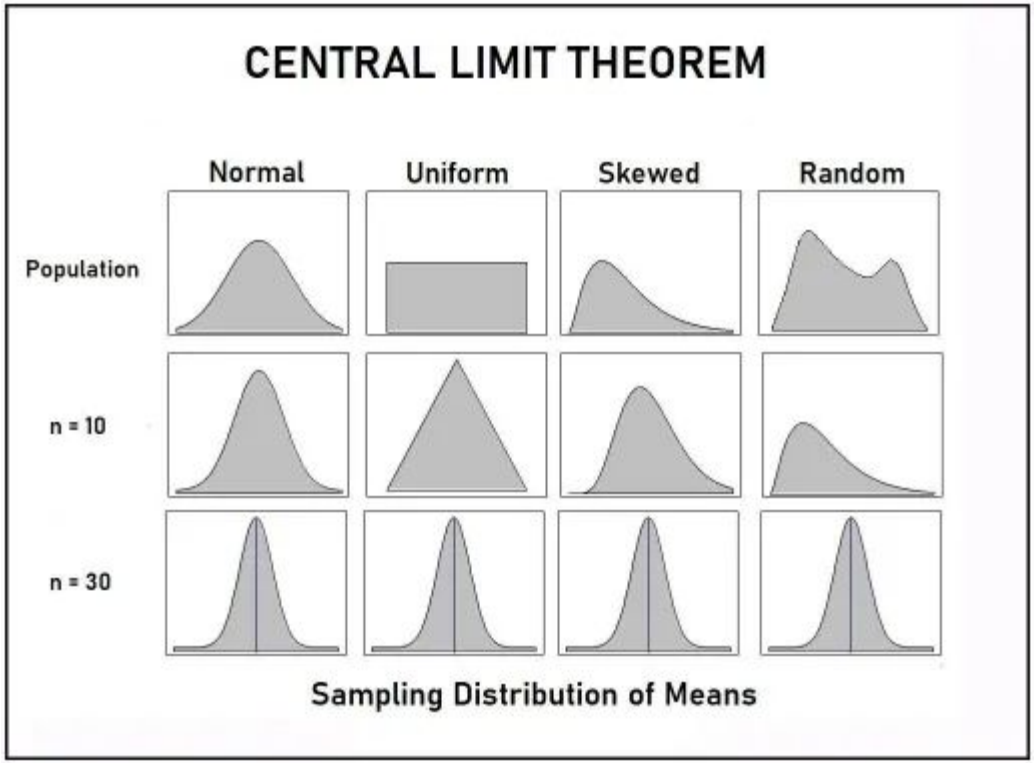
Κρίσιμη διαδρομή και διασπορά αυτής

After observing the foregoing network and those activities with no slack (i.e., S = 0), we can identify the critical path as 1 ⟶ 3 ⟶ 5 ⟶ 7. The expected project completion time (t_P) is 24 days. The variance is computed by summing the variances for the activities in the critical path:

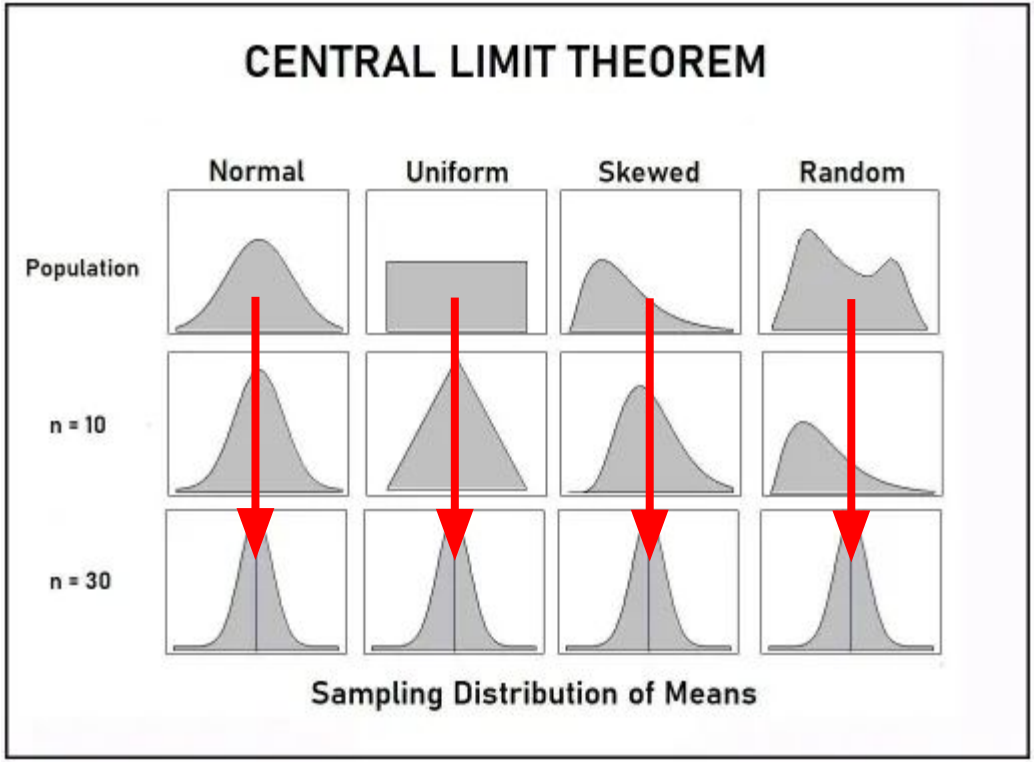
$$v_p = 4 + 4/9 + 4/9 + 1/9 = 5 \text{ days}$$

v_p = 4+0.444+0.444+0.111 = **4.999**

Βασιζόμαστε στο **κεντρικό οριακό θεώρημα** (central limit theorem)

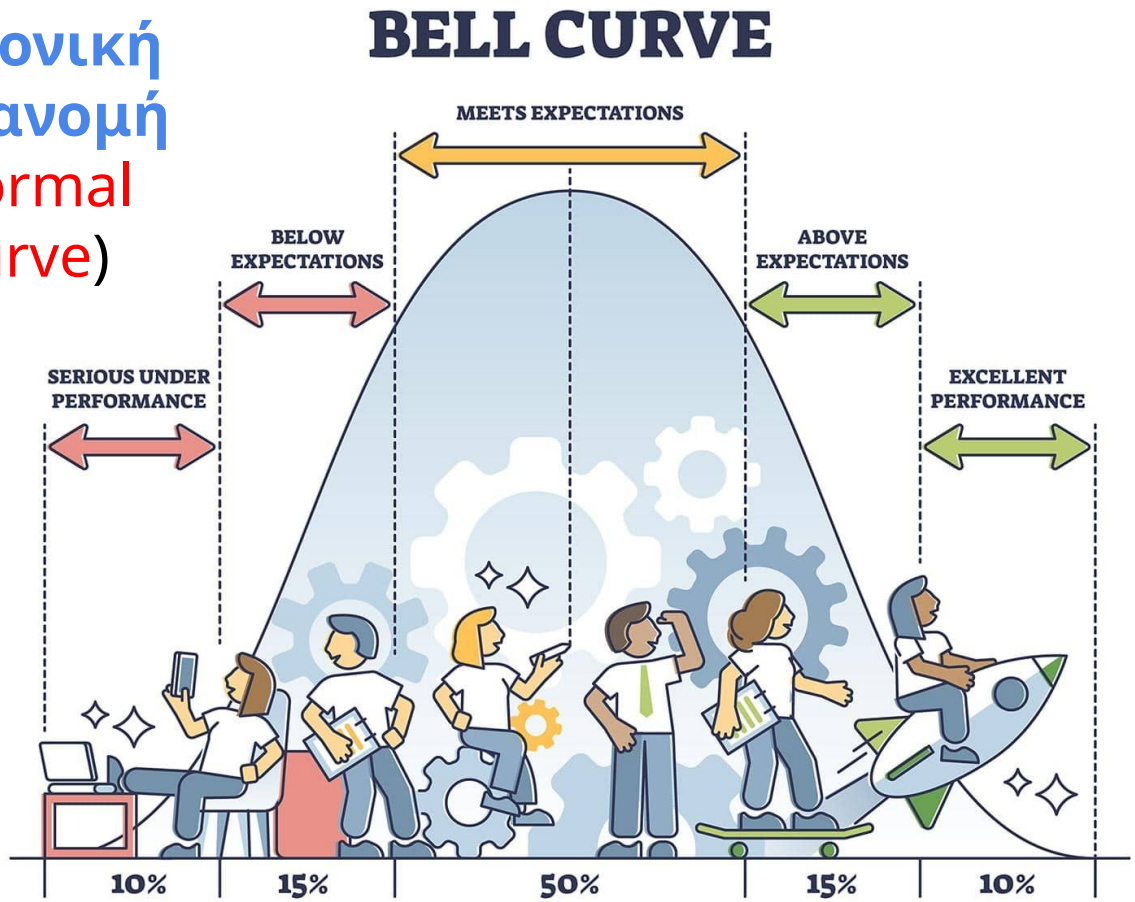


Το δείγμα αποτελείται από τις χρονικές διάρκειες των δραστηριοτήτων που είναι στην **κρίσιμη διαδρομή**!

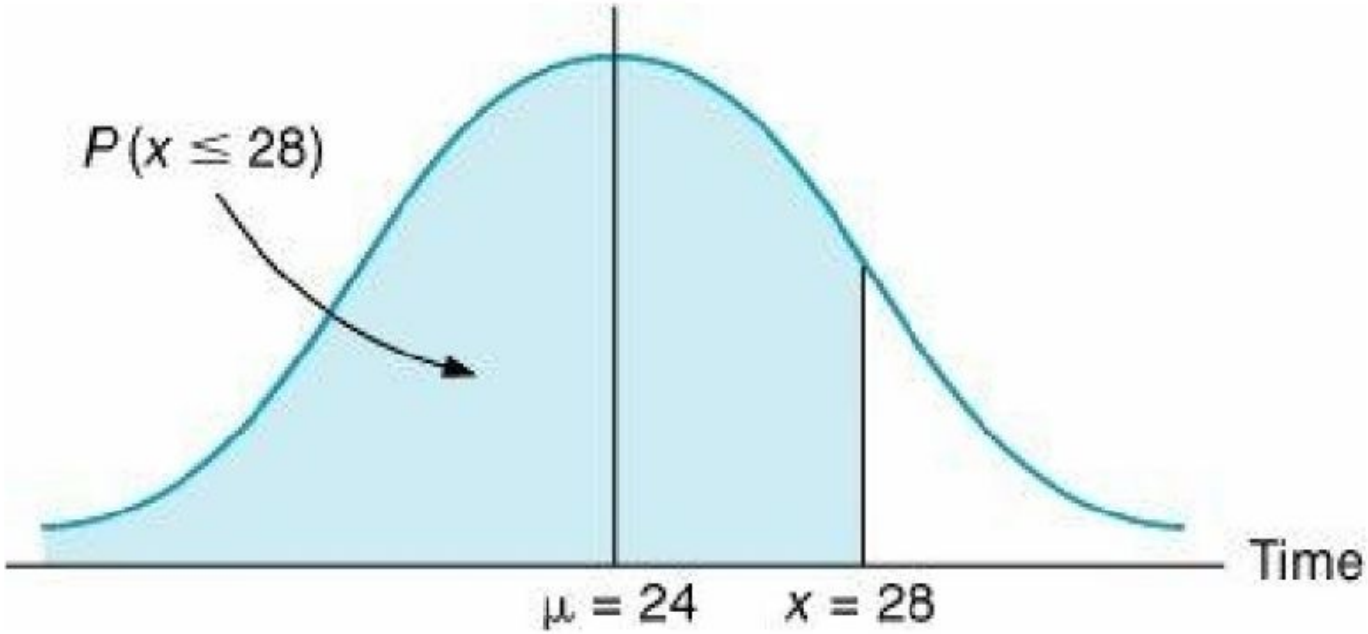


Το **κεντρικό οριακό θεώρημα** ορίζει ότι όταν αθροίζονται ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές (οι **χρονικές διάρκειες των κρίσιμων δραστηριοτήτων**), το άθροισμά τους (ο **χρόνος ολοκλήρωσης του έργου**) τείνει να ακολουθεί μια **κανονική κατανομή**, ανεξάρτητα από την κατανομή των επιμέρους μεταβλητών *(αρκεί οι τυχαίες μεταβλητές να είναι πολλές, δηλ. να έχουμε μεγάλο δίκτυο, και να μην είναι ισχυρά συσχετισμένες)*

Κανονική κατανομή (normal curve)



Πιθανότητα να ολοκληρωθεί το δίκτυο εντός 28 εβδομάδων



Score

Mean

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

SD

Επίλυση από πίνακες κανονικής κατανομής

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

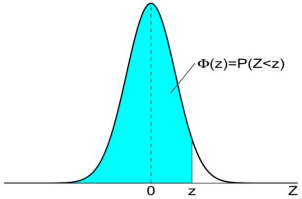
$$= \frac{28 - 24}{\sqrt{5}}$$

$$= 1.79$$

The corresponding probability is .4633; thus,

P (x ≤ 28) = .9633

Στατιστικός Πίνακας Τυπικής Κανονική Κατανομής



Παράδειγμα:

$z = 1.28 \Longleftrightarrow \Phi(z) = 0.90$

$z = 1.65 \Longleftrightarrow \Phi(z) = 0.95$

$z = 2.33 \Longleftrightarrow \Phi(z) = 0.99$

$z = 3.08 \Longleftrightarrow \Phi(z) = 0.999$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767

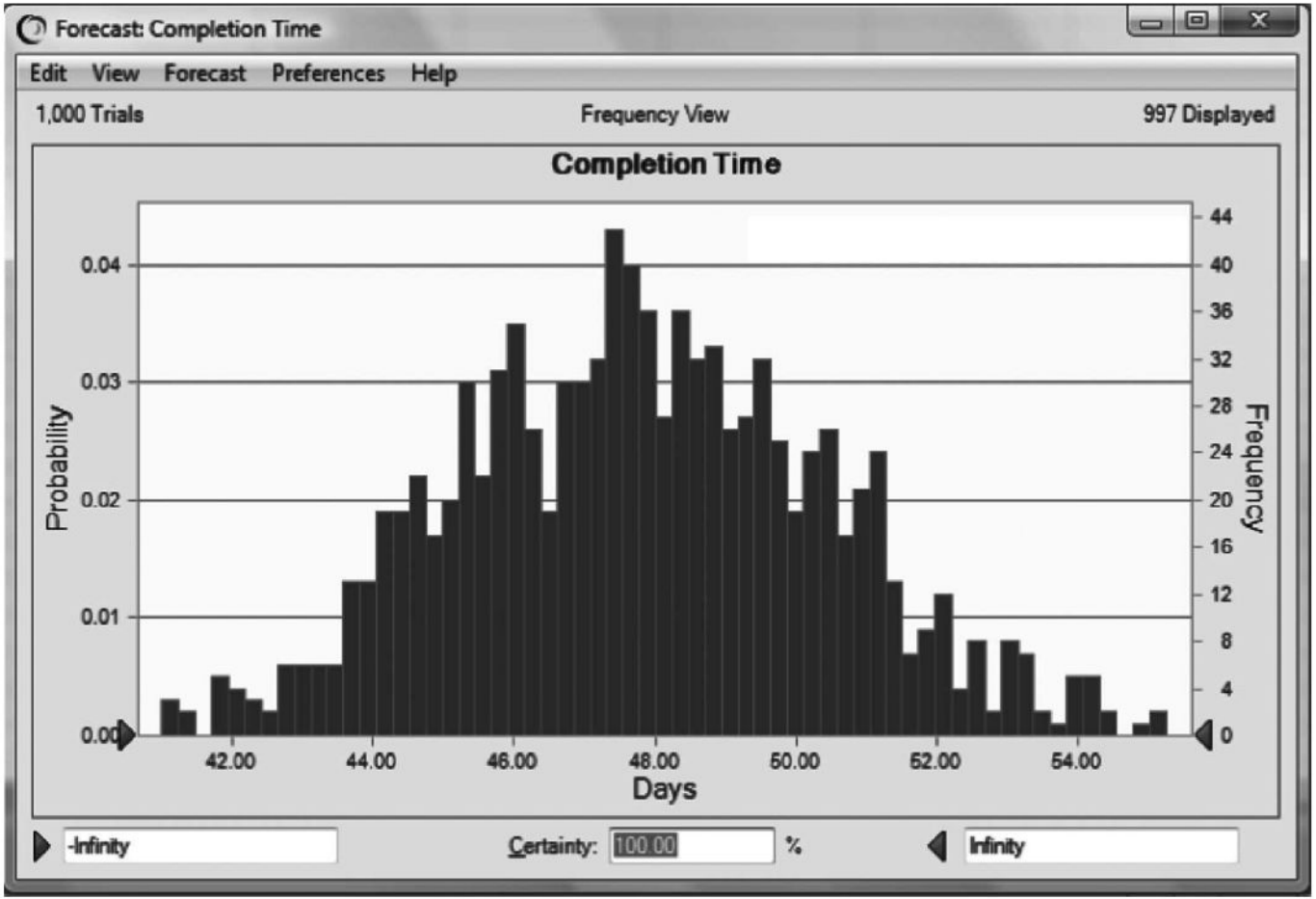


Figure 5-17 CB frequency chart for project completion time.

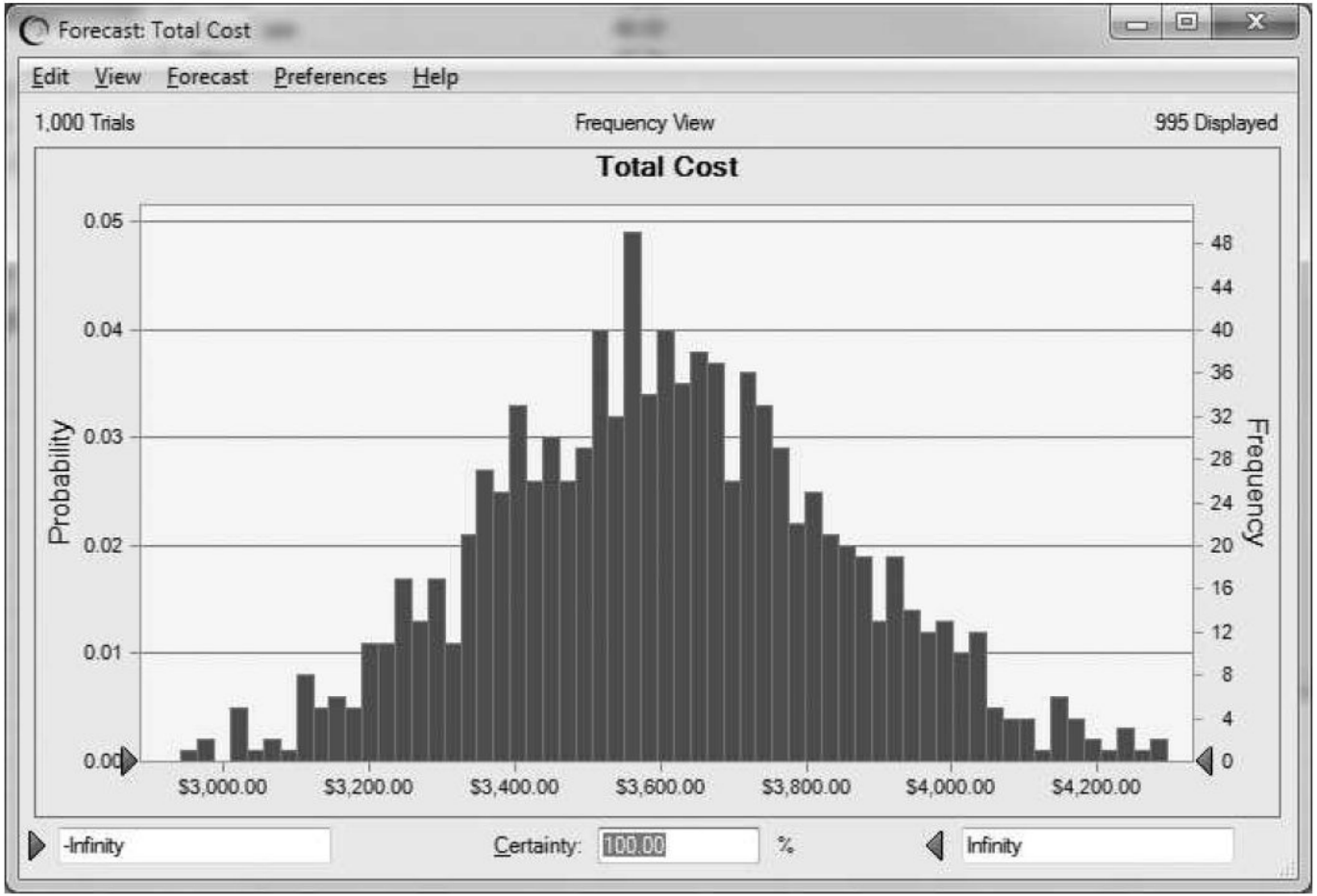
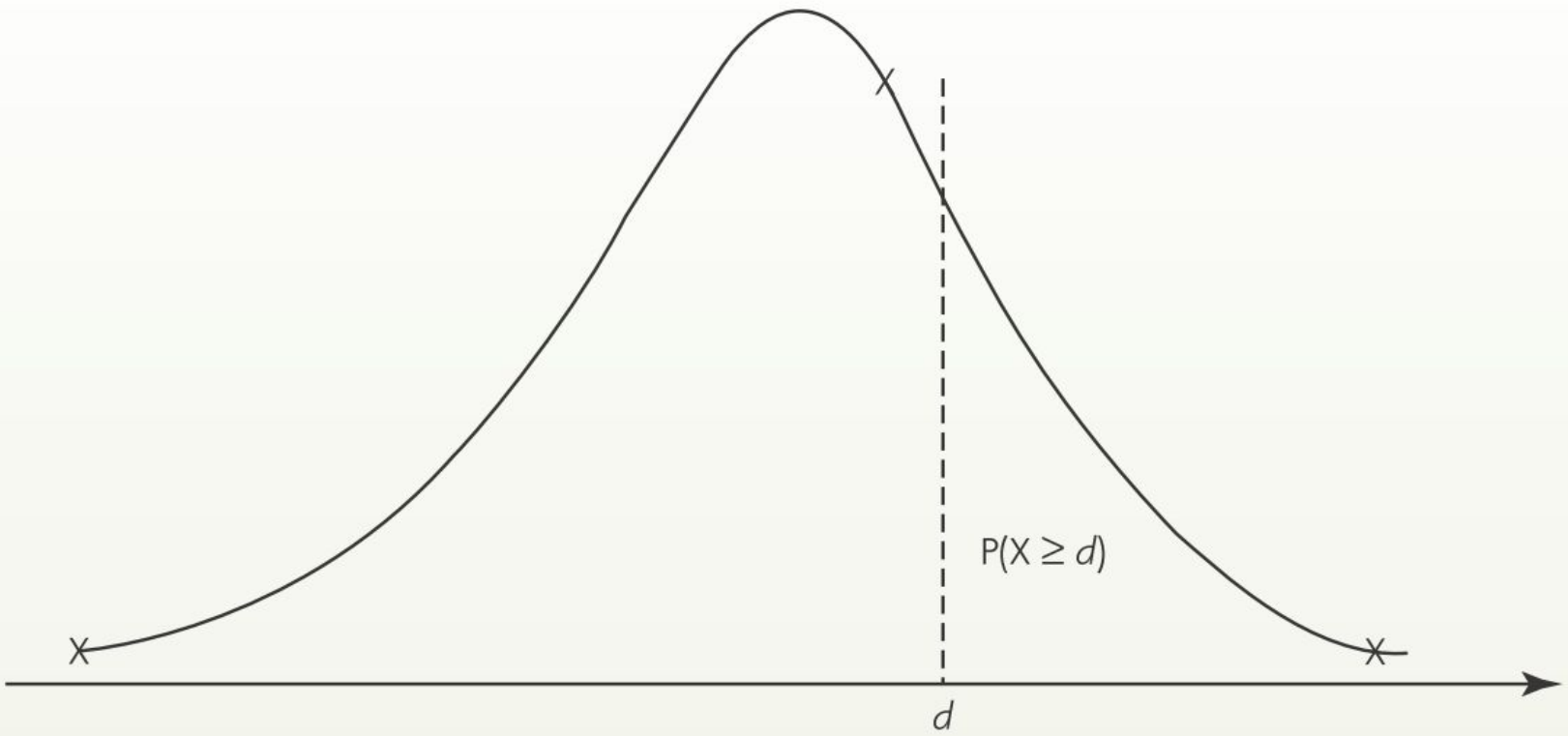
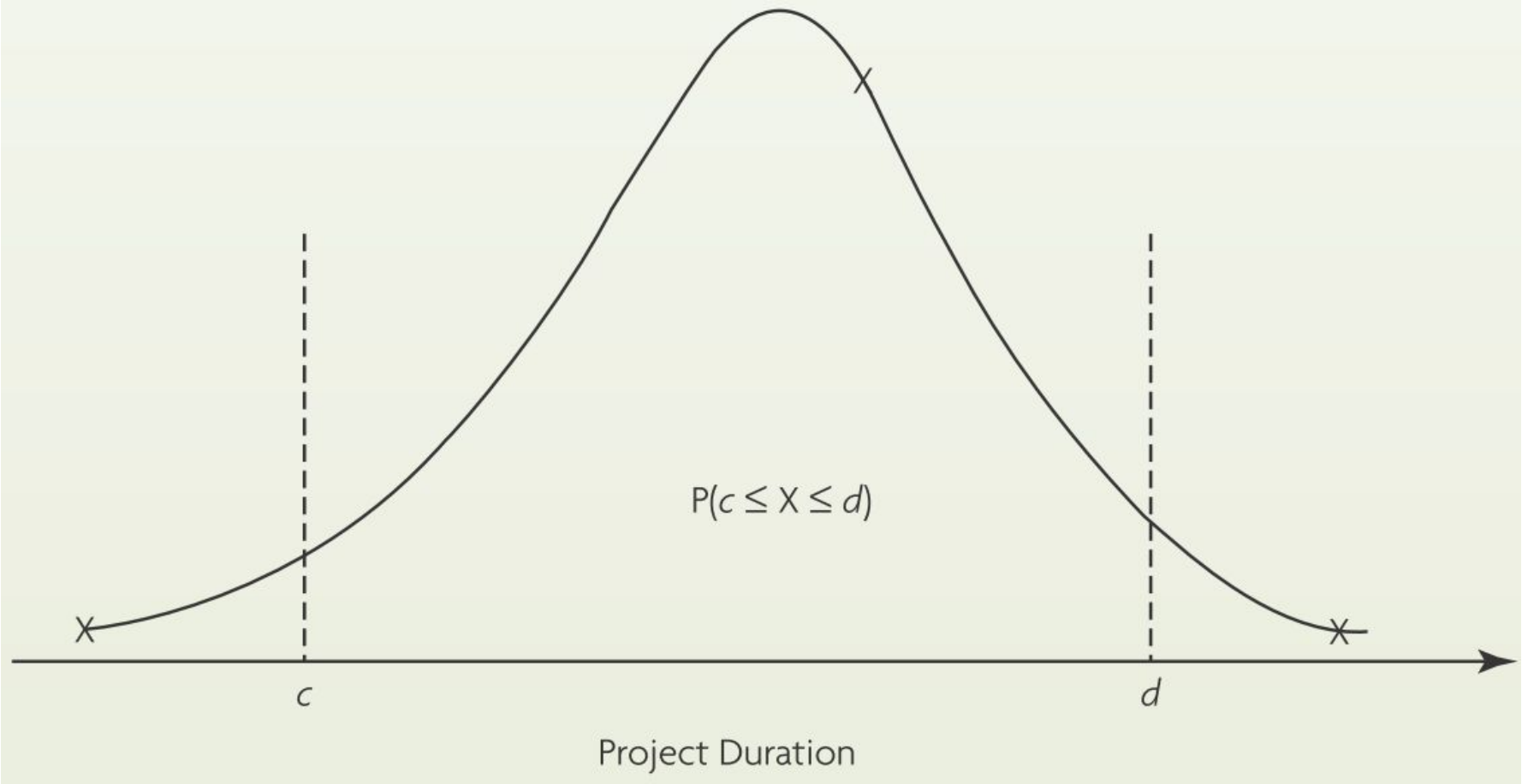


Figure 5-18 CB Frequency Chart for Project Total Cost.

FIGURE 8-6

Illustration of Possible Situations of Interest for Probability Computation




P(c ≤ X ≤ d)
c
d
Project Duration

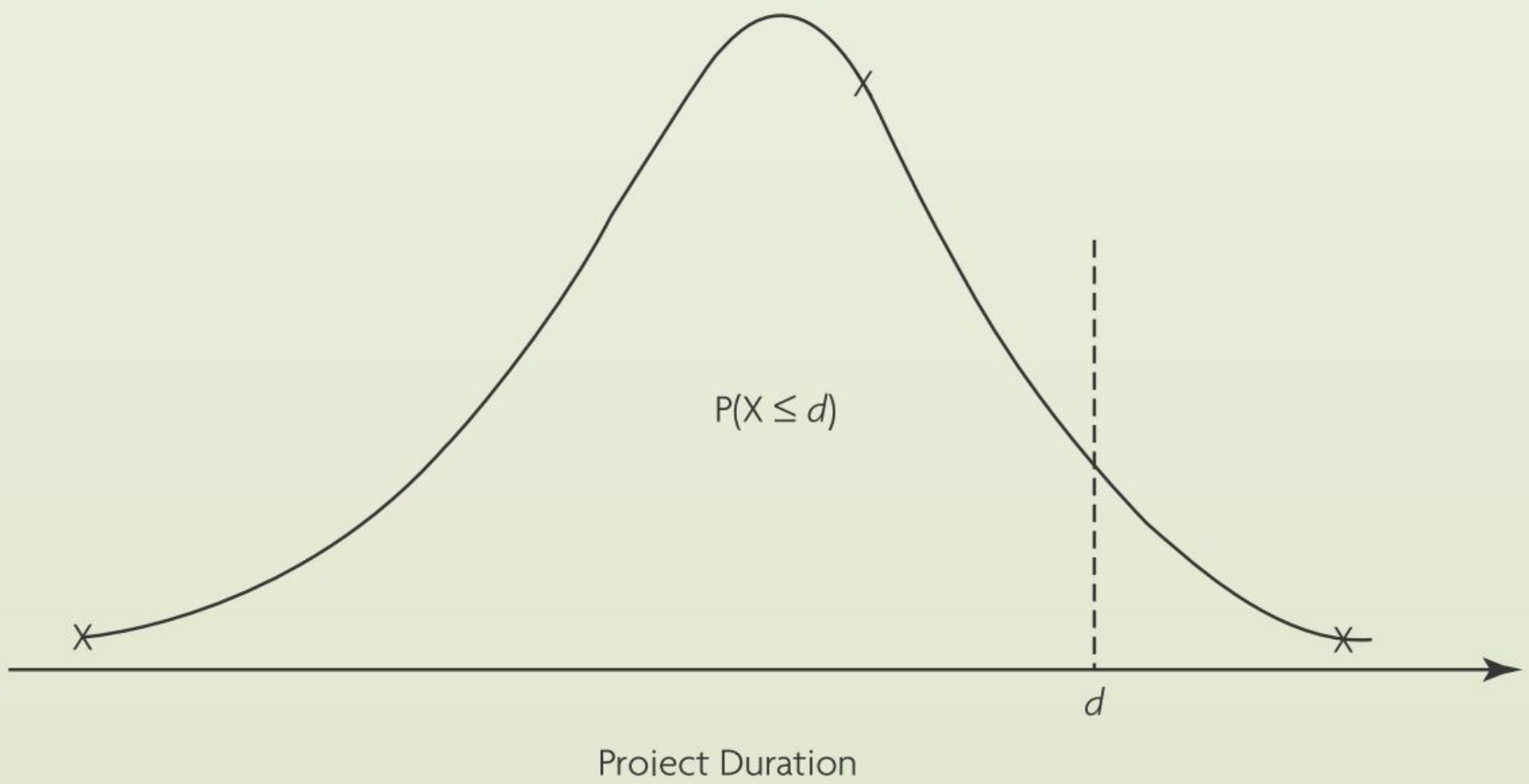
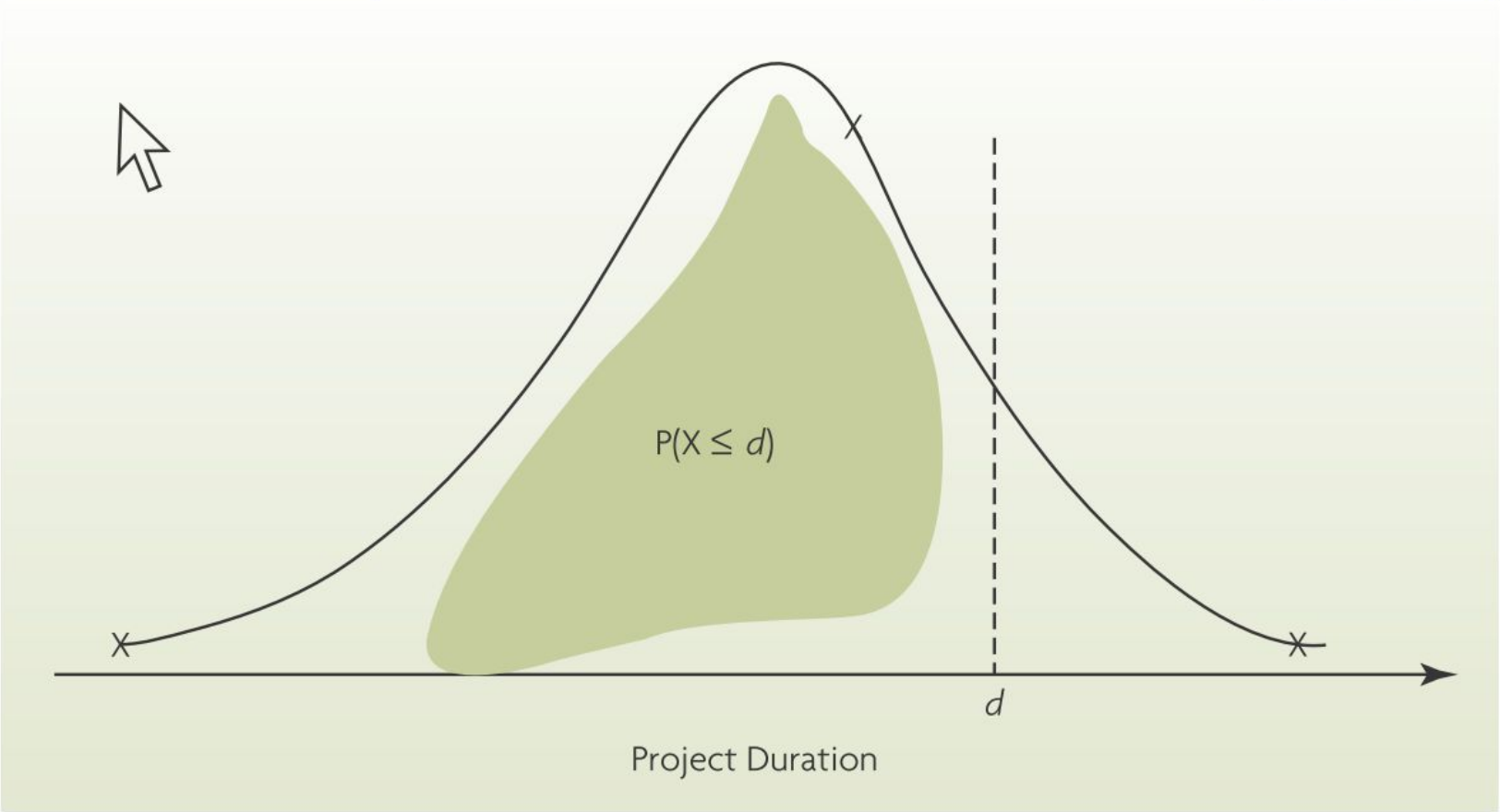
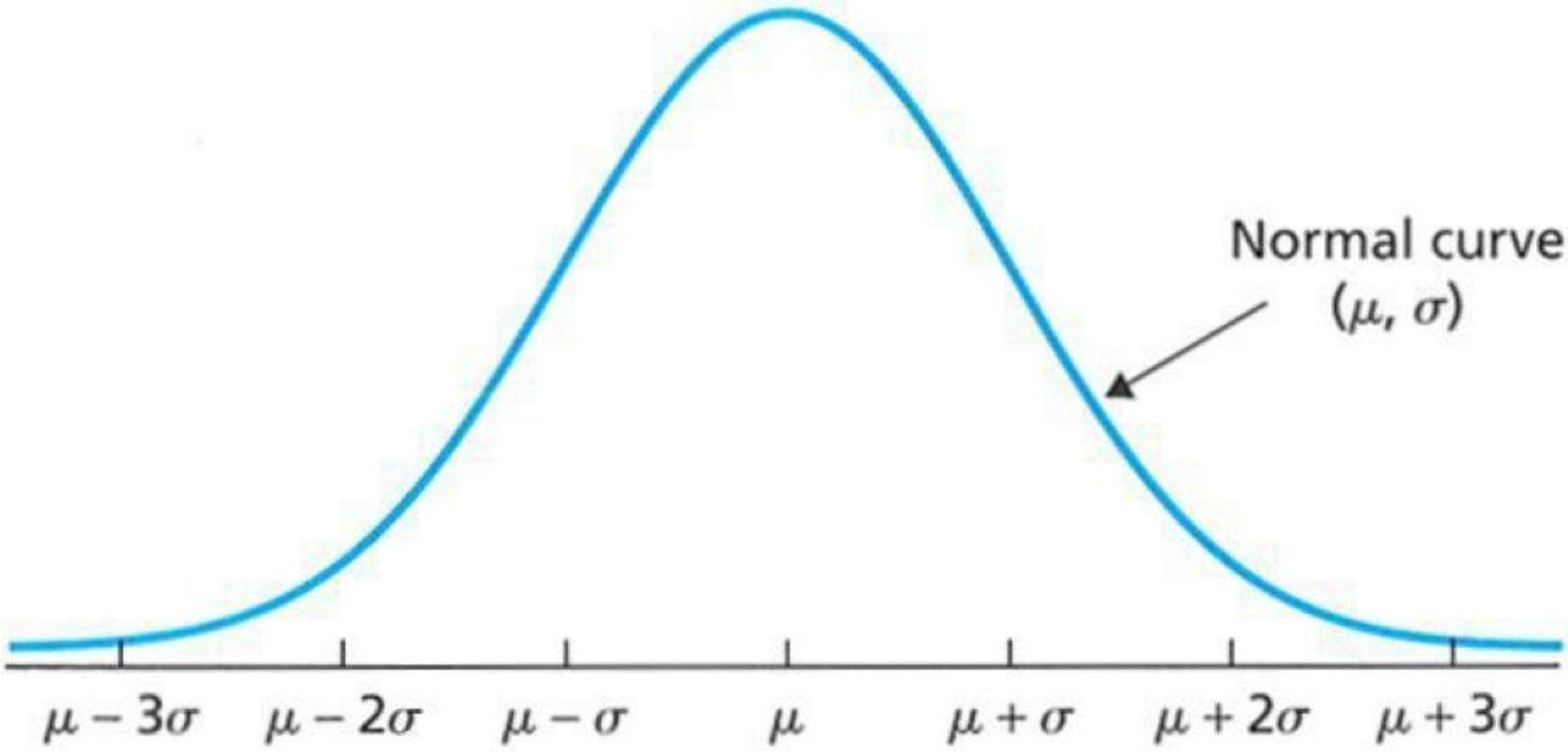
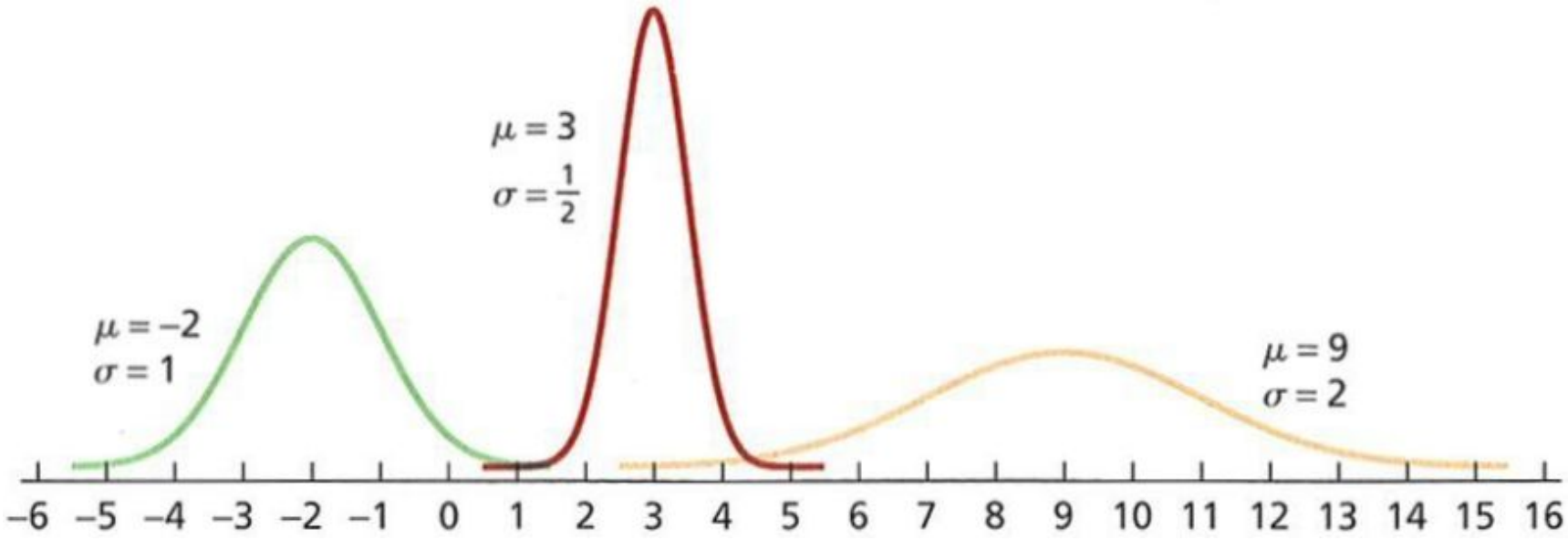

P(X ≤ d)
d
Project Duration

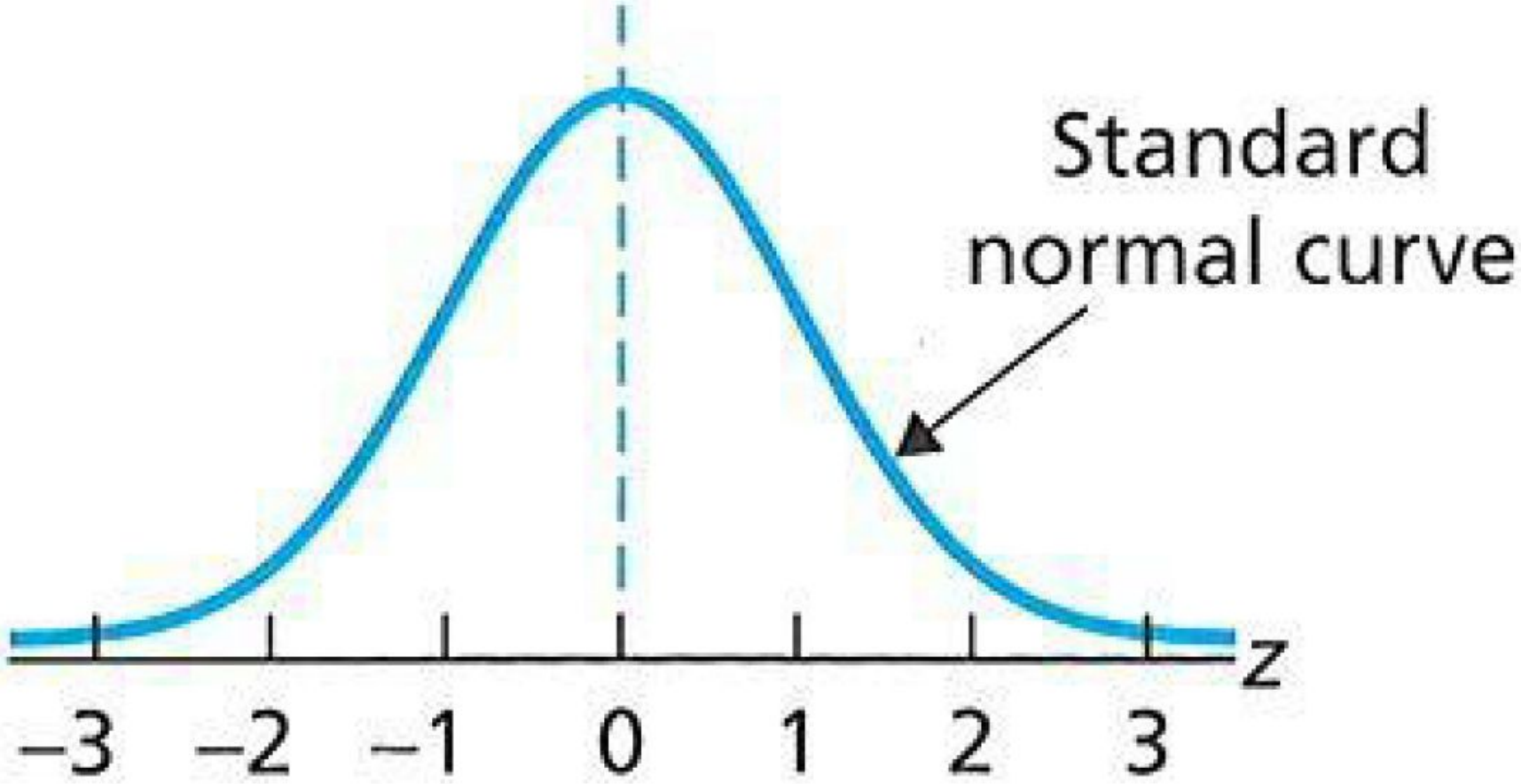
FIGURE 8-7

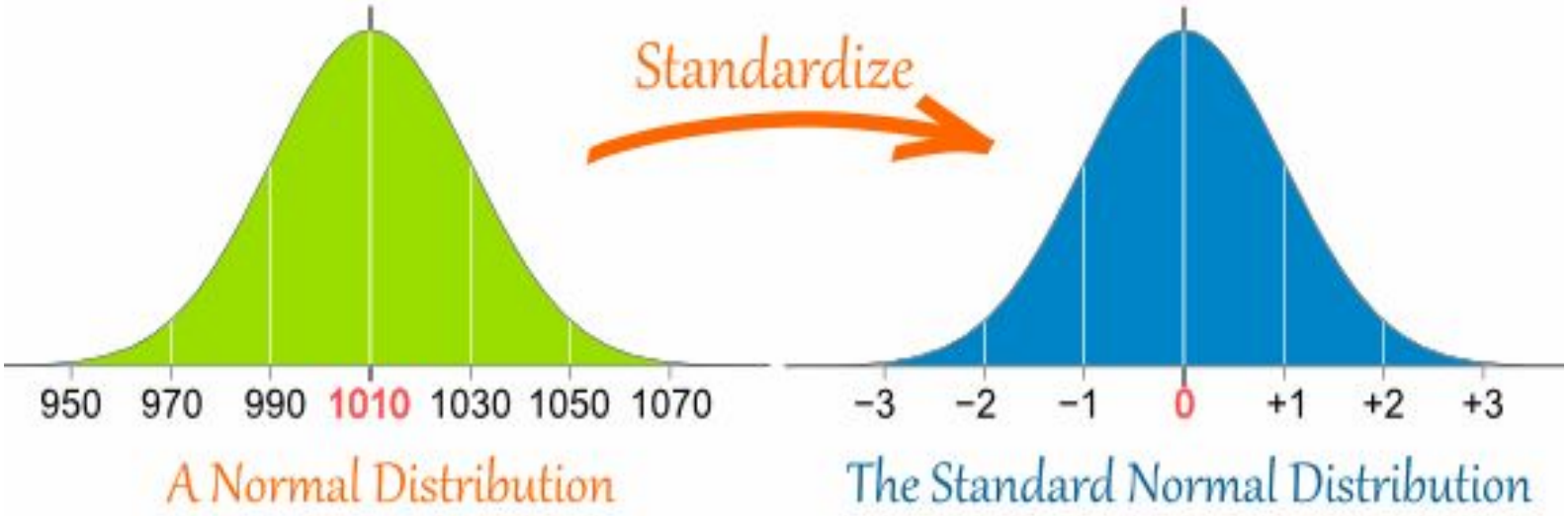
Project Completion Time Given a Certain Probability



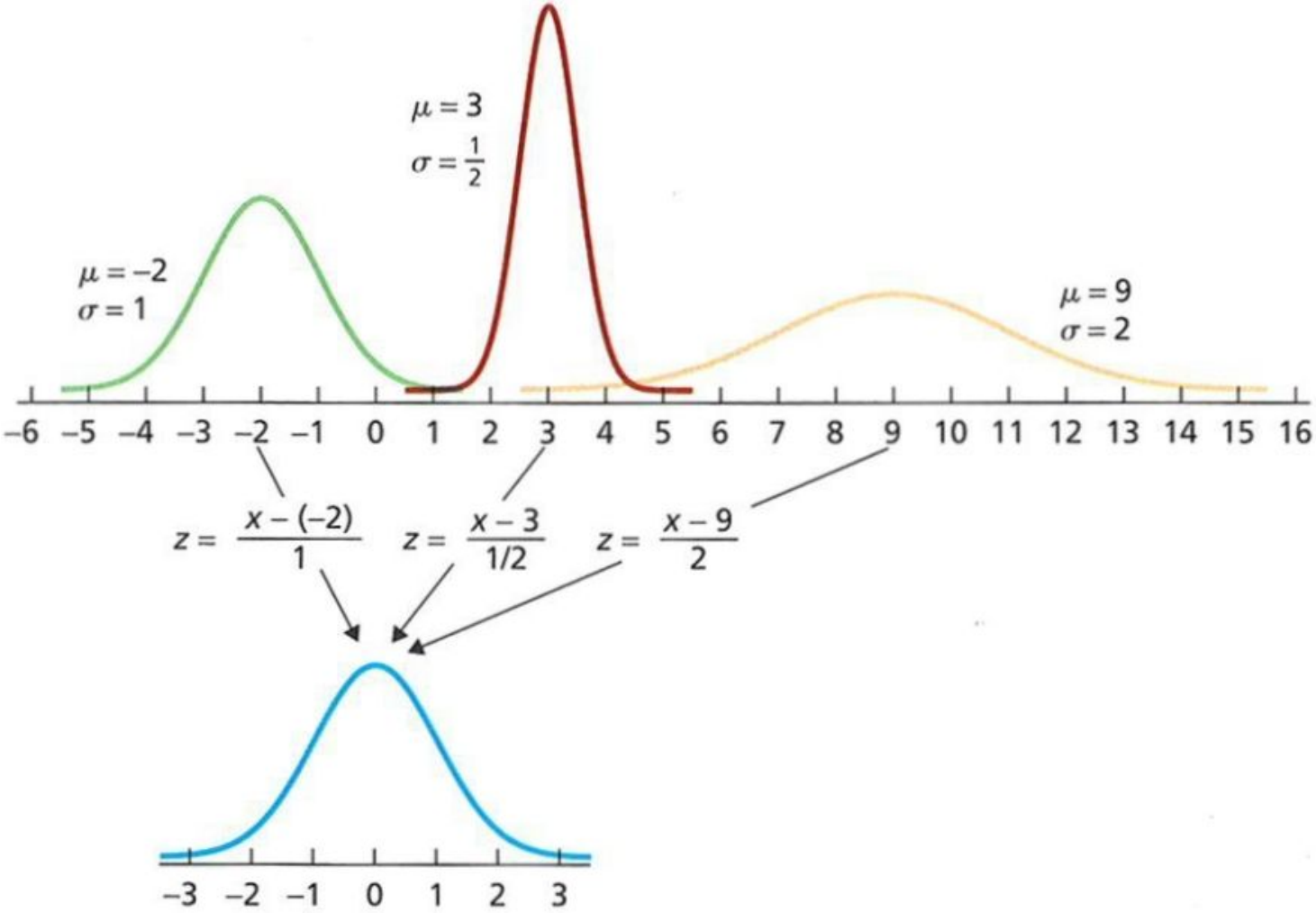

Normal curve
(μ, σ)
$\mu - 3\sigma$
$\mu - 2\sigma$
$\mu - \sigma$
μ
$\mu + \sigma$
$\mu + 2\sigma$
$\mu + 3\sigma$


$\mu = 3$
$\sigma = \frac{1}{2}$
$\mu = -2$
$\sigma = 1$
$\mu = 9$
$\sigma = 2$
−6 −5 −4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16


Standard
normal curve
z
−3
−2
−1
0
1
2
3



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051


$\mu = 3$
$\sigma = \frac{1}{2}$
$\mu = -2$
$\sigma = 1$
$\mu = 9$
$\sigma = 2$
−6 −5 −4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
$z = \frac{x - (-2)}{1}$
$z = \frac{x - 3}{1/2}$
$z = \frac{x - 9}{2}$
−3 −2 −1 0 1 2 3

Key Fact 6.4 68.26-95.44-99.74 Rule

Any normally distributed variable has the following properties.

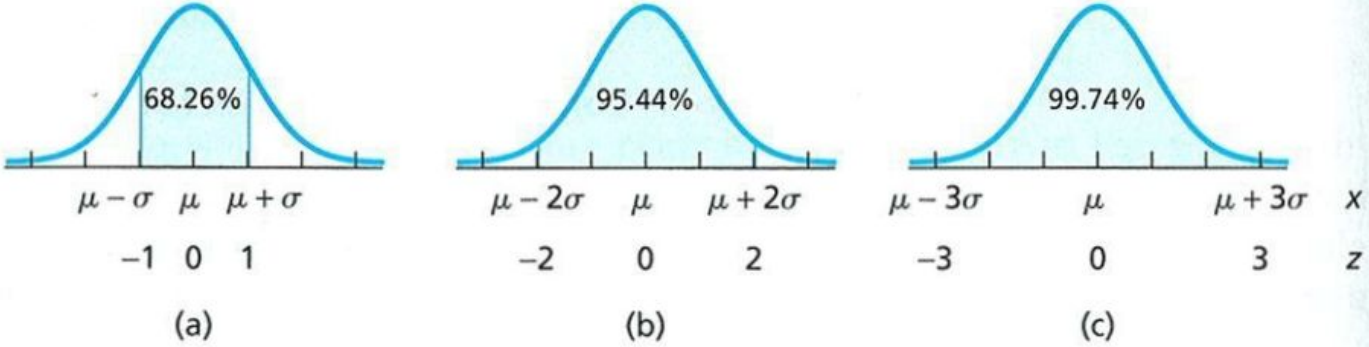
Property 1: 68.26% of all possible observations lie within one standard deviation to either side of the mean, that is, between $\mu - \sigma$ and $\mu + \sigma$.

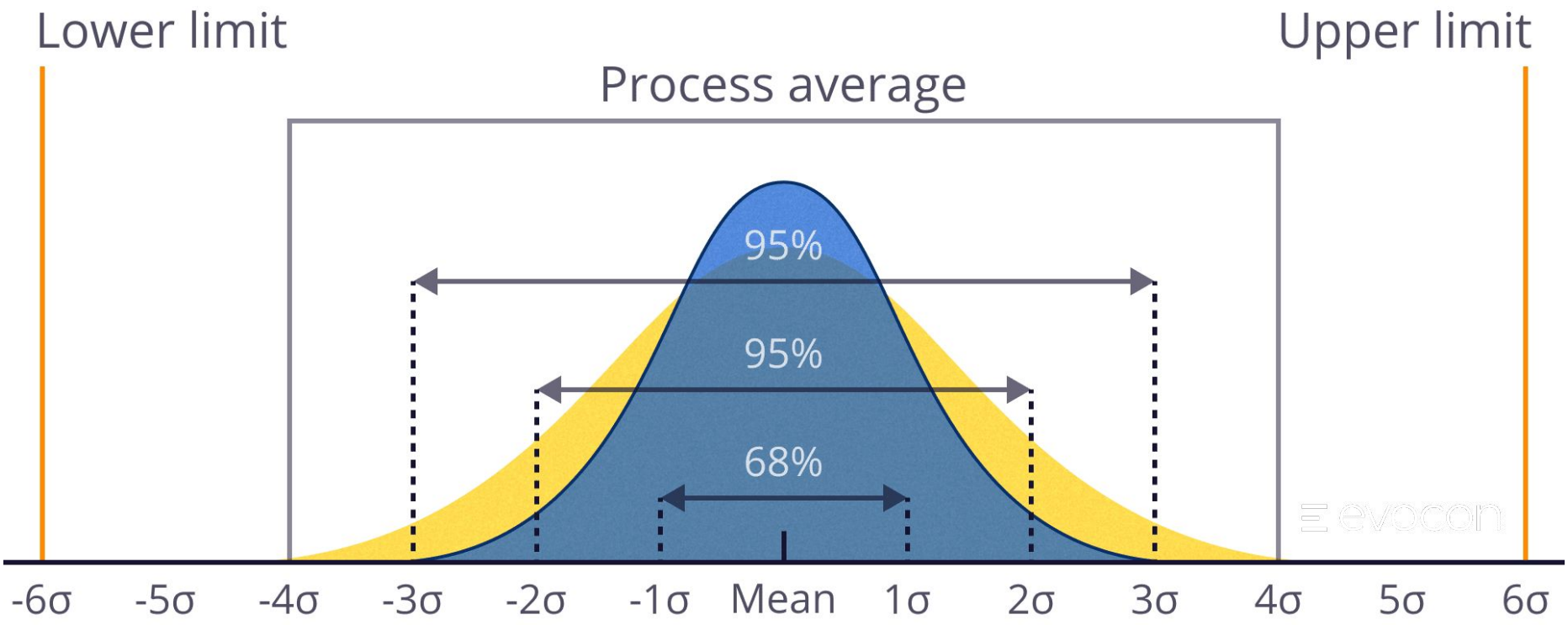
Property 2: 95.44% of all possible observations lie within two standard deviations to either side of the mean, that is, between $\mu - 2\sigma$ and $\mu + 2\sigma$.

Property 3: 99.74% of all possible observations lie within three standard deviations to either side of the mean, that is, between $\mu - 3\sigma$ and $\mu + 3\sigma$.

These properties are displayed graphically in Fig. 6.20.

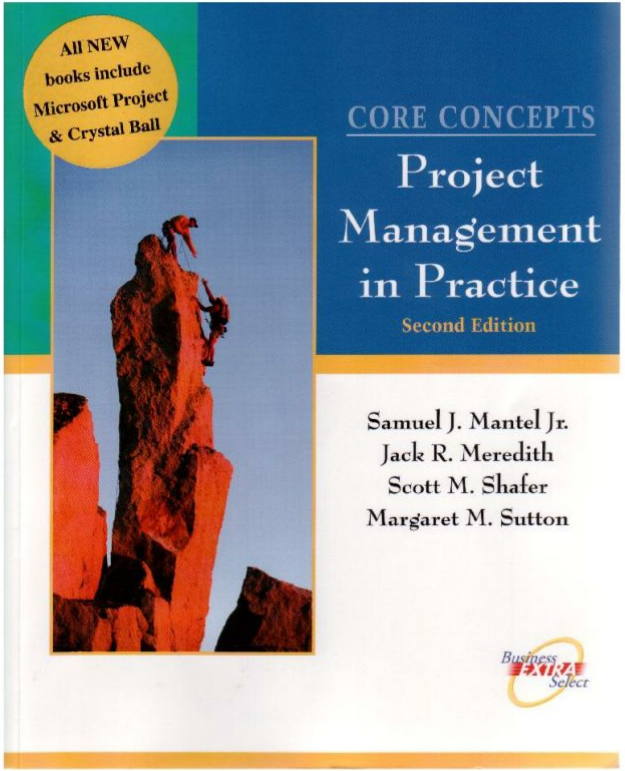
FIGURE 6.20
68.26-95.44-99.74 rule




Lower limit
Upper limit
Process average
95%
95%
68%
evocon
-6σ
-5σ
-4σ
-3σ
-2σ
-1σ
Mean
1σ
2σ
3σ
4σ
5σ
6σ

Για περαιτέρω μελέτη (βιβλιογραφία)

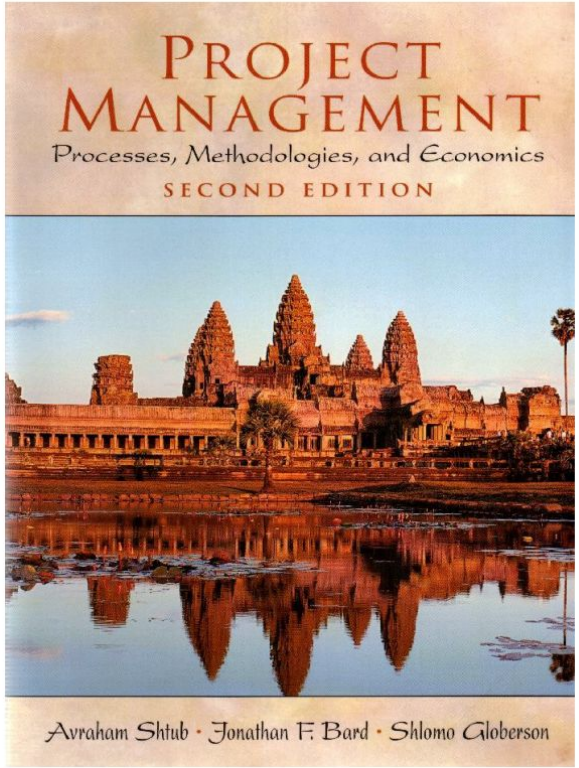
Mantel Jr., S.J., J.R. Meredith, S.M. Shafer & M.M. Sutton. Core Concepts: Project Management in Practice. 2nd Edition, Wiley, 2005.



➡ πρακτικός οδηγός σε θέματα Project Management ΚΑΙ εξαιρετικό εγχειρίδιο χρήσης του Microsoft Project 2003

Sixth Edition
MEREDITH | MANTEL, JR. | SHAFER
Project Management in Practice
WILEY

Shtub, A., J.F. Bard & S. Globerson. Project Management: Processes, Methodologies and Economics. 2nd Edition, Pearson Prentice Hall, 2005.



➡ εξαιρετικά καλή και αναλυτική παρουσίαση όλων των αντικειμένων που σχετίζονται με Διοίκηση Έργων (Project Management)