

# **ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ**

## **(Project Management)**

# Ορισμοί Έργου

“**Έργο** είναι μια σειρά από δραστηριότητες που διευθύνονται για την επίτευξη ενός επιθυμητού στόχου”

“**Έργο** είναι μια προσωρινή και συχνά προσαρμοσμένη πρωτοβουλία που αποτελείται από πολλές μικρότερες εργασίες και δραστηριότητες που πρέπει να συντονιστούν και να ολοκληρωθούν για να τελειώσει ολόκληρη η πρωτοβουλία μέσα σε συγκεκριμένο χρονοδιαγράμματος με συγκεκριμένο προϋπολογισμό”.

“**Έργο** είναι μια προσωρινή προσπάθεια που συμπεριλαμβάνει μια συνδεδεμένη ακολουθία δραστηριοτήτων και μια ποικιλία πόρων, η οποία έχει σχεδιαστεί για να επιτύχει ένα συγκεκριμένο και μοναδικό αποτέλεσμα, και λειτουργεί εντός περιορισμών χρόνου, κόστους και ποιότητας και χρησιμοποιείται συχνά για να εισάγει αλλαγές”.

Η **διοίκηση έργων** περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των έργων.

Το ρητό του προγραμματισμού των έργων:

**"Σχεδίασε πρώτα το έργο ... και μετά δούλεψε πάνω στο σχέδιό σου!"**

# Έργο

Εγχείρημα (συνήθως μοναδικό) που αποτελείται από μία ακολουθία δραστηριοτήτων που με τη χρήση των απαραίτητων πόρων ολοκληρώνουν έναν αντικειμενικό σκοπό, σε περιορισμένο χρόνο, με συγκεκριμένα κεφάλαια και καθορισμένες προδιαγραφές ποιότητας.

## Παραδείγματα Έργων

- Κάθε είδους τεχνικά έργα (δρόμοι, κτίρια, γέφυρες, εργοστάσια, φράγματα κλπ)
- Κατασκευές σύνθετων μεταφορικών μέσων (αυτοκίνητα, πλοία, αεροπλάνα)
- Διεξαγωγή εκδηλώσεων
- Προεκλογικές εκστρατείες
- Εγκατάσταση και συντήρηση εξοπλισμού
- Προώθηση νέων προϊόντων στην αγορά
- Ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων πληροφορικής
- Διεξαγωγή ερευνών
- Οργάνωση αθλητικών αγώνων
- Εισαγωγικές εξετάσεις
- Σύνθετες χειρουργικές εγχειρήσεις

## Τι Είναι Έργο;

- Οποιαδήποτε μοναδική προσπάθεια με συγκεκριμένους στόχους
- Με πολλαπλές δραστηριότητες
- Με καθορισμένες σχέσεις αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων
- Με συγκεκριμένη χρονική περίοδο για την ολοκλήρωσή του

## Χαρακτηριστικά Έργου

- Μία μοναδική λειτουργική δραστηριότητα ή προσπάθεια
- Απαιτεί την ολοκλήρωση μεγάλου αριθμού αλληλεξαρτώμενων δραστηριοτήτων
- Δημιουργήθηκε για την επίτευξη συγκεκριμένου στόχου
- Οι πόροι (όπως χρόνος, κεφάλαιο, δυναμικό, εξοπλισμός) είναι περιορισμένοι
- Τυπικά έχει τη δική του δομή διαχείρισης
- Χρειάζεται ηγεσία

# Κοινά Χαρακτηριστικά Έργων

- Αντικειμενικός σκοπός
- Κύκλος ζωής (αρχή, μέση, τέλος)
- Επιμέρους δραστηριότητες (ποιες είναι, σειρά προτεραιότητας, μεταξύ τους συσχετίσεις, ποιοι τις πραγματοποιούν)
- Μοναδικότητα
- Ανταγωνισμός
- Διαθέσιμοι πόροι (ανθρώπινο δυναμικό, εξοπλισμός, κεφάλαια, υποδομή)
- Χρονικός ορίζοντας (χρονική στιγμή έναρξης και λήξης)
- Υπεύθυνος διαχείρισης έργου - Ομάδα εκτέλεσης του έργου
- Πελάτης

# Δικτυωτή Ανάλυση

Δικτυωτή ανάλυση είναι ένα γενικό όνομα που δίνεται σε ορισμένες ειδικές τεχνικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό, τη διαχείριση και τον έλεγχο των έργων παριστάνοντας το έργο με ένα δίκτυο.

## Προγραμματισμός Έργων

- Εντοπισμός σχέσεων προτεραιότητας μεταξύ των δραστηριοτήτων
- Αλληλουχία δραστηριοτήτων
- Καθορισμός χρόνων και κόστους δραστηριοτήτων
- Εκτίμηση απαιτήσεων σε υλικό και ανθρώπινο δυναμικό
- Καθορισμός κρίσιμων δραστηριοτήτων

# Σκοποί του Προγραμματισμού Έργου

- Δείχνει τη σχέση της κάθε δραστηριότητας με τις άλλες και με ολόκληρο το έργο.
- Προσδιορίζει τις σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ των δραστηριοτήτων.
- Ενθαρρύνει τον καθορισμό ρεαλιστικών εκτιμήσεων του χρόνου και του κόστους κάθε δραστηριότητας.
- Βοηθά στην καλύτερη αξιοποίηση των ανθρώπων, των χρημάτων και των υλικών πόρων εντοπίζοντας τα κρίσιμα σημεία συμφόρησης μέσα στο έργο.

# Τι Είναι η Διοίκηση Έργων

- Η εφαρμογή ενός συνόλου εργαλείων και τεχνικών για να κατευθύνει τη χρήση των διάφορων πόρων για την ολοκλήρωση ενός μοναδικού, σύνθετου έργου με περιορισμούς χρόνου, κόστους και ποιότητας.
- Οι ρίζες της βρίσκονται στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν οι στρατιωτικές αρχές χρησιμοποίησαν τις τεχνικές της Επιχειρησιακής Έρευνας για να σχεδιάσουν την καλύτερη δυνατή χρήση των πόρων.
- Μία από αυτές τις τεχνικές ήταν η χρήση των δικτύων για την αναπαράσταση ενός συστήματος σχετιζόμενων δραστηριοτήτων.



# Διοίκηση Έργων Μέσα σε Έναν Οργανισμό

- Το λογιστήριο χρησιμοποιεί τις πληροφορίες της διοίκησης έργων για να αποκτήσει χρονοδιάγραμμα των σημαντικών δαπανών.
- Το τμήμα μάρκετινγκ χρησιμοποιεί τις πληροφορίες της διοίκησης έργων για να παρακολουθεί την πρόοδό του και να παρέχει διαρκή ενημέρωση στον πελάτη.
- Τα πληροφοριακά συστήματα αναπτύσσουν και συντηρούν το λογισμικό που υποστηρίζει την υλοποίηση των έργων.
- Οι λειτουργίες χρησιμοποιούν τις πληροφορίες της διοίκησης ενός έργου για την παρακολούθηση της προόδου των δραστηριοτήτων και εντός και εκτός της κρίσιμης διαδρομής για τη διαχείριση των απαιτήσεων των πόρων.

# Σχεδιασμός και Προγραμματισμός Έργου

Ο **Σχεδιασμός** ενσωματώνει ενέργειες που στοχεύουν στον καθορισμό των δραστηριοτήτων, των ομάδων που θα τις πραγματοποιήσουν, καθώς και τη σειρά προτεραιότητας με την οποία θα υλοποιηθούν οι δραστηριότητες.

Ο **Προγραμματισμός** σχετίζεται με την ανάπτυξη ενός λεπτομερειακού σχεδίου προγραμματισμού χρήσης των πόρων για την επίτευξη των δραστηριοτήτων.

Ενσωματώνει ενέργειες όπως:

- Καθορισμός των χρονικών στιγμών έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας
- Υπολογισμός της διάρκειας κάθε δραστηριότητας
- Εκτίμηση της συνολικής διάρκειας του έργου
- Κατανομή των απαραίτητων πόρων
- Αναπροσαρμογή των πόρων
- Αντιστάθμιση κόστους και διάρκειας του έργου
- Σύγκριση του σχεδίου με την πρόοδο του έργου
- Αναπροσαρμογή του σχεδίου
- Αναθεώρηση του έργου

# Τα Έξι Κοινά Βήματα των Τεχνικών Διαχείρισης Έργων

- Προσδιορίστε το έργο και προετοιμάστε τη δομή της διάσπασης της εργασίας.
- Αναπτύξτε τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων (για κάθε δραστηριότητα αποφασίστε ποιες είναι οι άμεσα προηγούμενες και ποιες οι άμεσα επόμενες της).
- Σχεδιάστε το δίκτυο που συνδέει όλες τις δραστηριότητες.
- Κατανέμετε εκτιμήσεις χρόνου ή/και κόστους για κάθε δραστηριότητα.
- Υπολογίστε τη μεγαλύτερη διαδρομή μέσα στο δίκτυο. Αυτή ονομάζεται «κρίσιμη διαδρομή».
- Χρησιμοποιήστε το δίκτυο για να σας βοηθήσει να σχεδιάσετε, να προγραμματίσετε χρονικά, να παρακολουθήσετε και να ελέγξετε όλο το έργο.

# Ορολογία Δικτυωτής Ανάλυσης

## Δίκτυο

Είναι ένας συνδυασμός όλων των δραστηριοτήτων και των γεγονότων ενός έργου που αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για το σχεδιασμό και τον έλεγχο του έργου.

- Αποτελεί γραφική απεικόνιση των δραστηριοτήτων και των γεγονότων.
- Δείχνει τις σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ των δραστηριοτήτων ενός έργου.
- Δείχνει με σαφήνεια τις δραστηριότητες που πρέπει να προηγούνται ή να ακολουθούν (επόμενες) άλλες δραστηριότητες με λογικό τρόπο.
- Είναι μία σαφής αναπαράσταση του σχεδίου του έργου

## Δραστηριότητα

Στοιχειώδης υποδιαίρεση του έργου, η οποία απαιτεί χρόνο και πόρους για την υλοποίησή της. Είναι μία χρονοβόρα προσπάθεια που απαιτείται για την εκτέλεση ενός μικρού ή μεγαλύτερου μέρους του έργου.

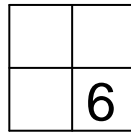
## Γεγονός (ή Κόμβος)

- Σηματοδοτεί την έναρξη ή τη λήξη μιας δραστηριότητας.
- Είναι ένα στιγμιαίο σημείο στο χρόνο.
- Ορίζει μια χρονική στιγμή.
- Αναπαρίσταται με κύκλο (κόμβο).

Οι δραστηριότητες παριστάνονται με ευθύγραμμο τμήμα που έχουν φορά (βέλος) και τα γεγονότα με τετράγωνα ή κύκλους.

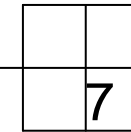
# Σχηματική Παράσταση Δραστηριότητας

Γεγονός έναρξης



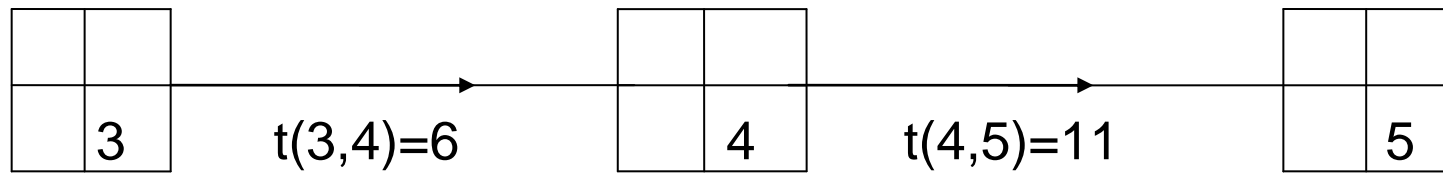
$t(6,7)$

Γεγονός λήξης

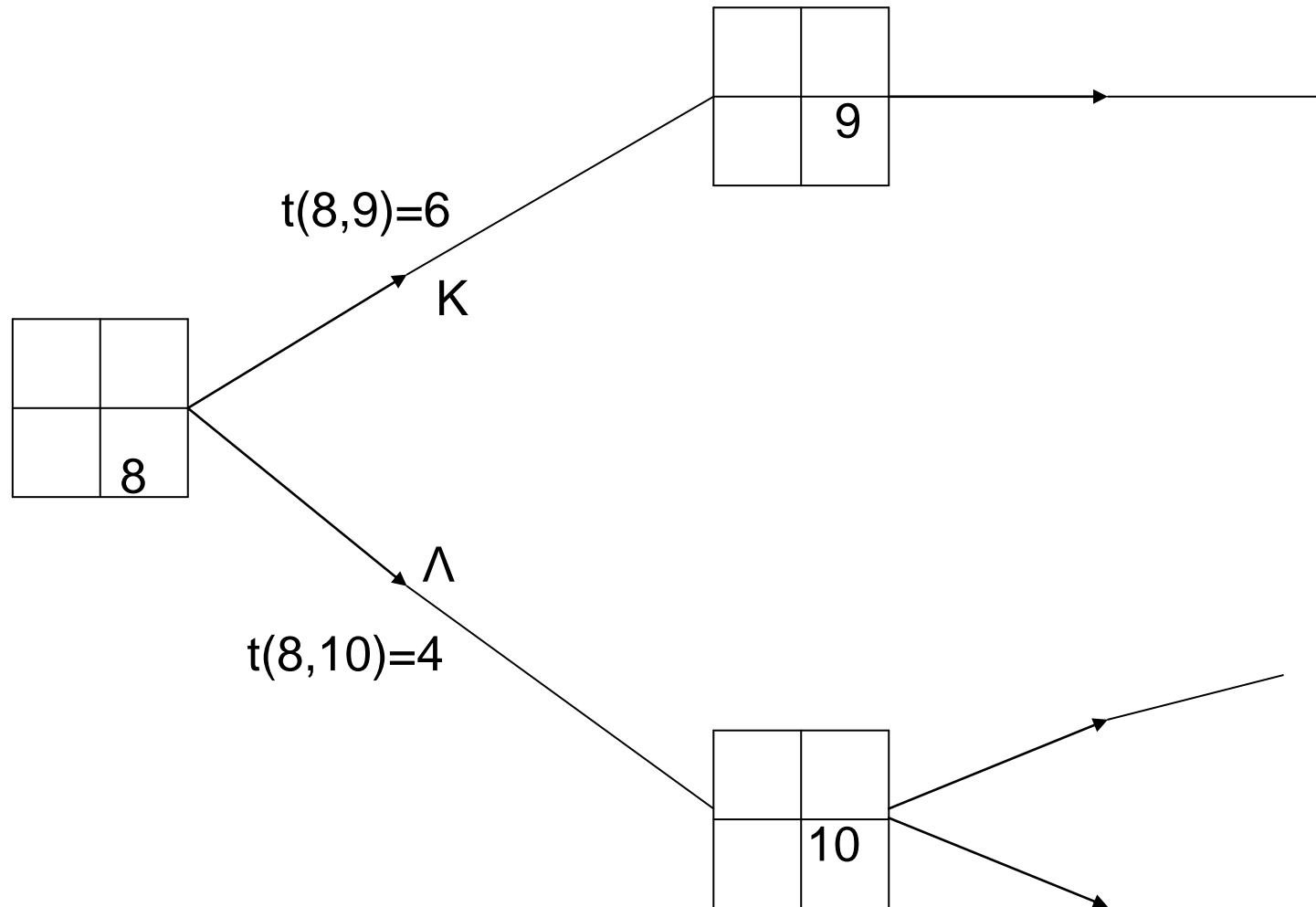


Δραστηριότητα K

# Δραστηριότητες σε Σειρά



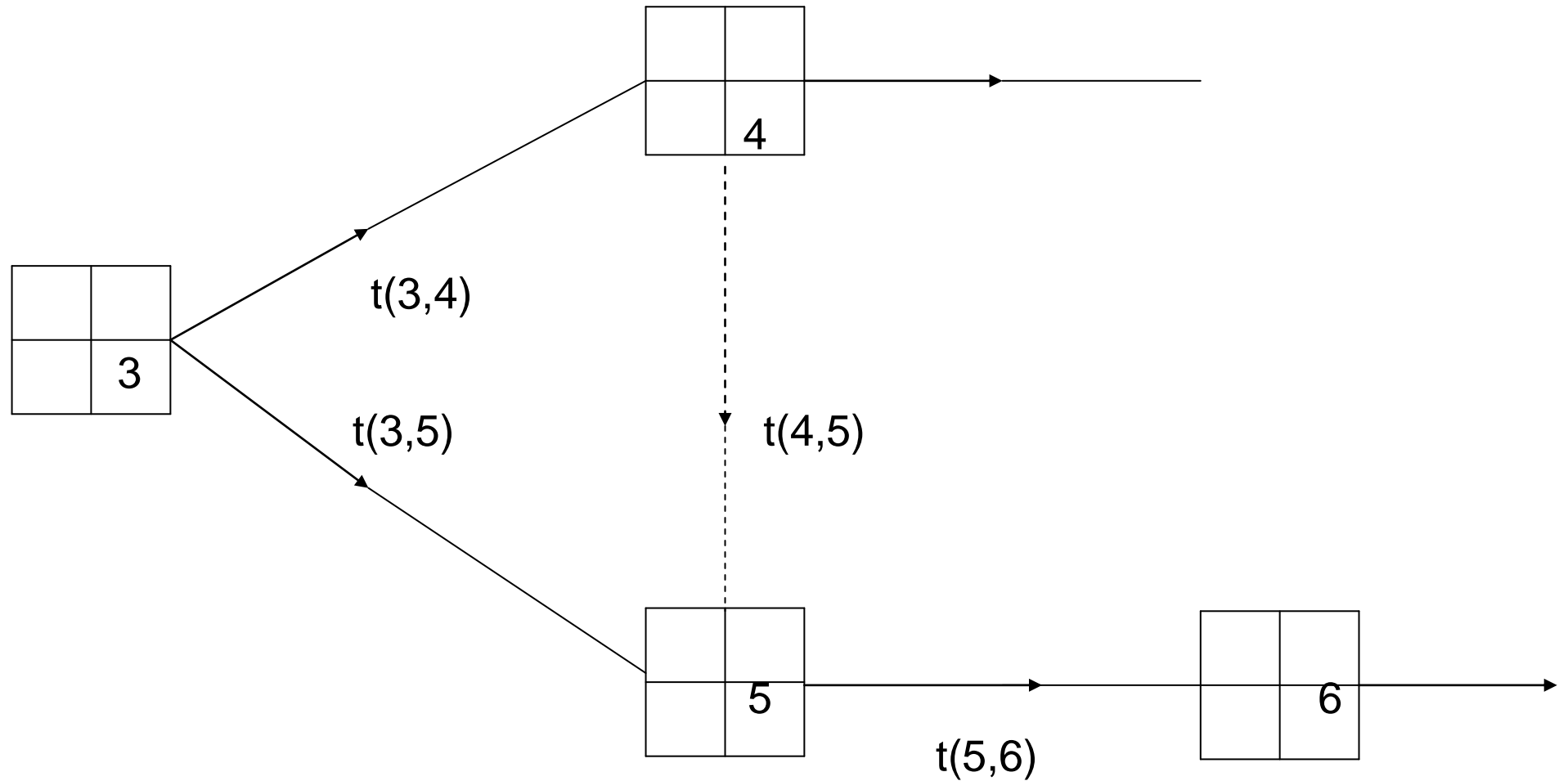
# Παράλληλες Δραστηριότητες



Εναλλακτικά οι παράλληλες δραστηριότητες μπορούν να έχουν κοινό γεγονός λήξης. Αν δεν έχουν ούτε κοινή αρχή ούτε κοινό τέλος, τότε ΔΕΝ θεωρούνται παράλληλες.

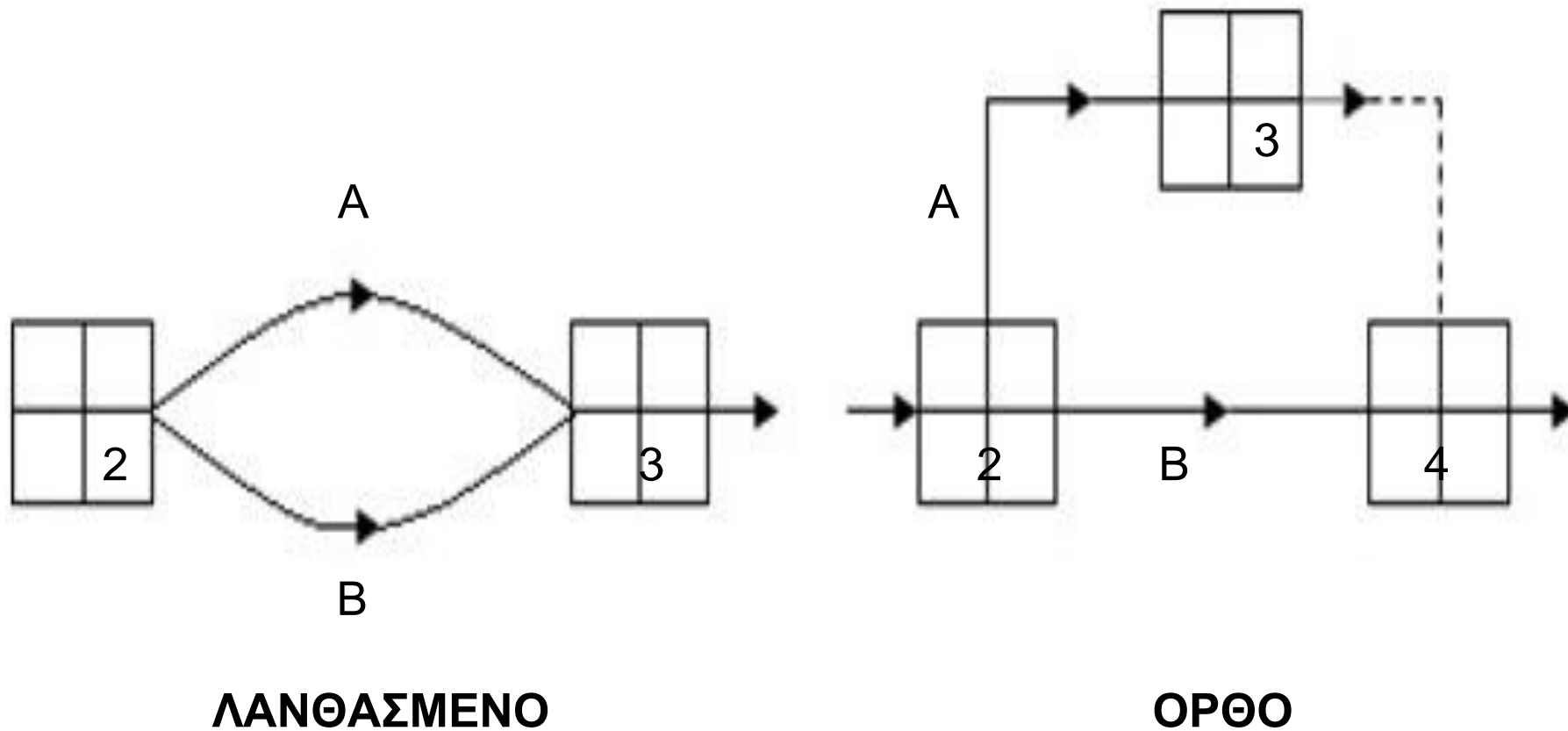


# Πλασματική Δραστηριότητα (1/2)



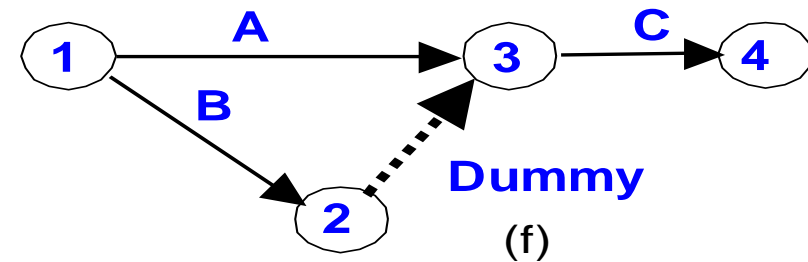
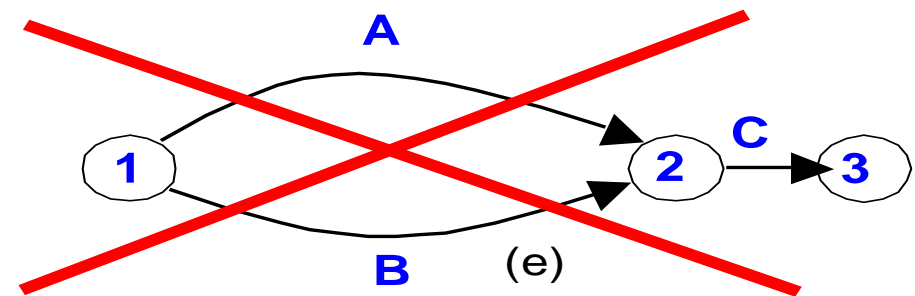
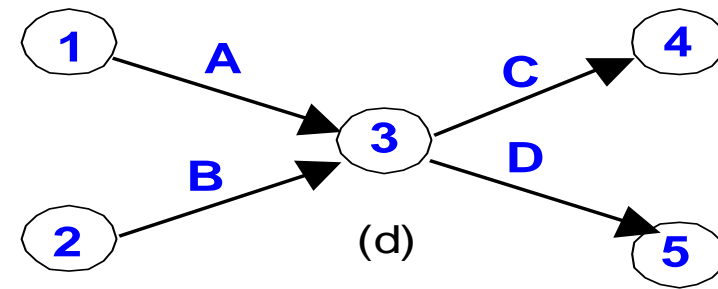
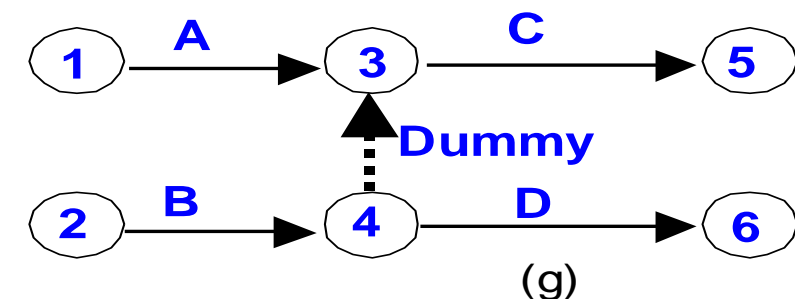
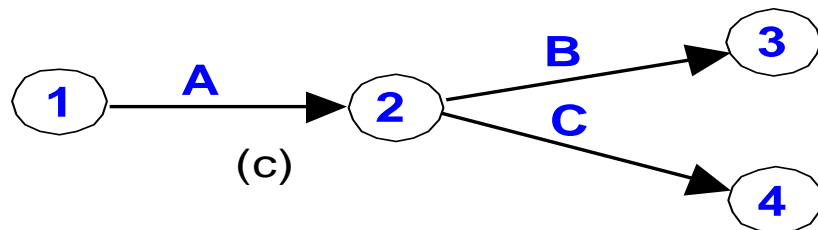
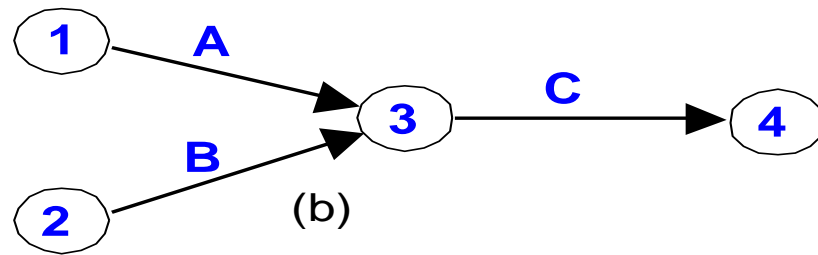
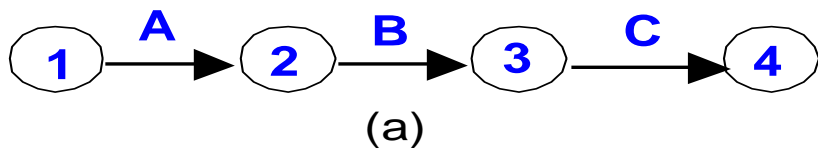
Η δραστηριότητα (4,5) είναι πλασματική και δηλώνει ότι η (5,6) είναι σε σειρά και με την (3,4).

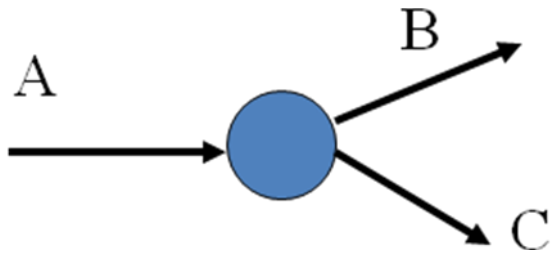
## Πλασματική Δραστηριότητα (2/2)



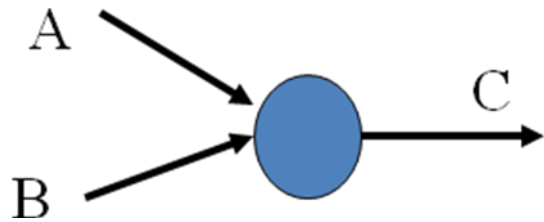
Η προσθήκη της πλασματικής δραστηριότητας (3,4) εξασφαλίζει ότι οι δραστηριότητες (2,3) και (2,4) είναι μονοσήμαντες.

# Καταστάσεις σε Δικτυωτά Διαγράμματα

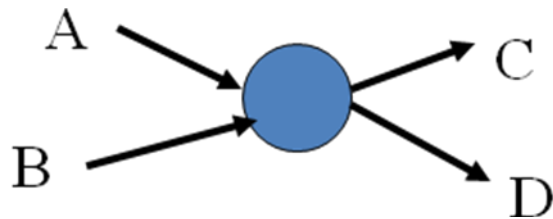




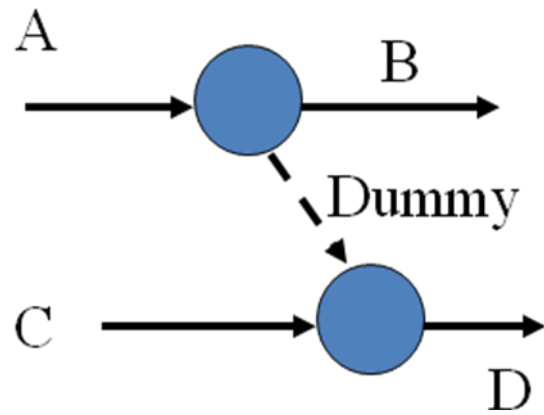
Η A πρέπει να ολοκληρωθεί πριν ξεκινήσει η B και η C.



Και η A και η B πρέπει να ολοκληρωθούν πριν ξεκινήσει η C.



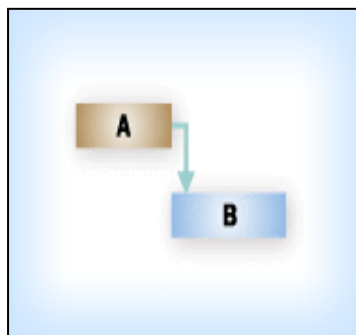
Και η A και η B πρέπει να ολοκληρωθούν πριν ξεκινήσουν οι C και D.



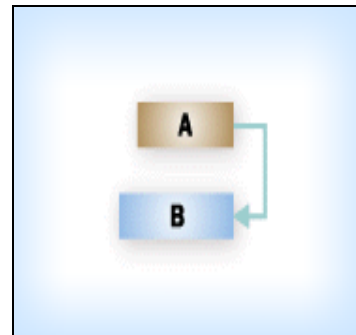
Ο ρόλος της πλασματικής (dummy):  
για να ξεκινήσει η D πρέπει (εκτός από τη B) να έχει ολοκληρωθεί και η A.

# Κλασικοί Τύποι Συσχετίσεων Δραστηριοτήτων

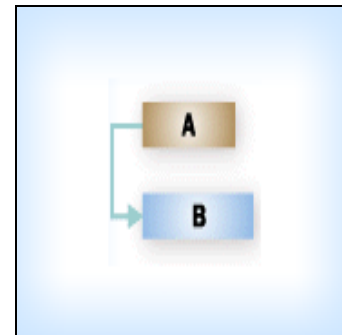
- Σχέση τέλους-αρχής (Finish to Start ή FS)
- Σχέση τέλους-τέλους (Finish to Finish ή FF)
- Σχέση αρχής-αρχής (Start to Start ή SS)
- Σχέση αρχής-τέλους (Start to Finish ή SF)



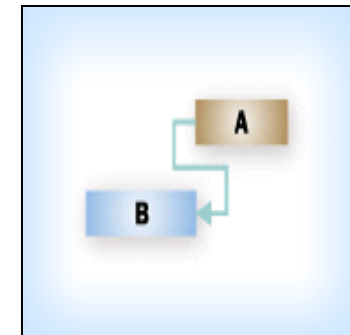
**FS**



**FF**



**SS**



**SF**

## Σύνθετοι Τύποι Συσχετίσεων

- Σχέση τέλους-αρχής (Finish to Start ή FS) με χρονική προπορεία ή υστέρηση
- Σχέση τέλους-τέλους (Finish to Finish ή FF) με χρονική προπορεία ή υστέρηση
- Σχέση αρχής-αρχής (Start to Start ή SS) με χρονική προπορεία ή υστέρηση

Οι σχέσεις αυτές υποστηρίζονται γραφικά πολύ καλύτερα με χρήση κομβικών δικτύων, στα οποία οι δραστηριότητες συμβολίζονται ως κόμβοι.

Αν για τους σύνθετους αυτούς τύπους συσχετίσεων χρησιμοποιηθούν τοξωτά δίκτυα, απαιτείται η διάσπαση μίας τουλάχιστον από τις δύο δραστηριότητες.

# Στρατηγικές Προγραμματισμού

## Εμπρόσθιος Προγραμματισμός

Θεσπίζει τη χρονική στιγμή ή ημερομηνία έναρξης του έργου και προγραμματίζει από αυτό το σημείο και μετά.

Με βάση τις διάρκειες των απαιτούμενων δραστηριοτήτων, τις συσχετίσεις τους και την κατανομή των πόρων για την υλοποίησή τους, υπολογίζεται η προβλεπόμενη χρονική στιγμή ή ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου

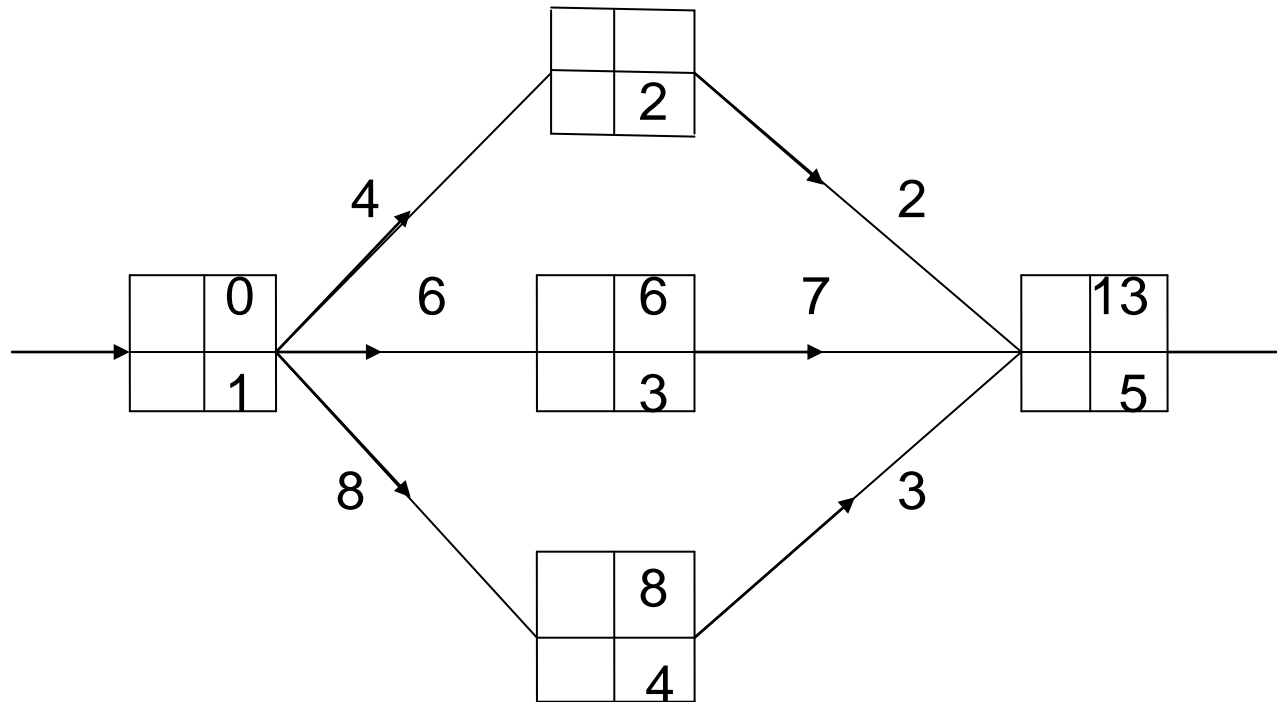
## Υπολογισμός νωρίτερων χρόνων γεγονότων

$$N(j) = \max_{(i, j)} \{N(i) + t(i, j)\},$$

για κάθε γεγονός  $i$  που ανήκει στο σύνολο των γεγονότων που προηγούνται του γεγονότος  $j$  και συνδέονται άμεσα με αυτό



# Υπολογισμός Νωρίτερων Χρόνων Γεγονότων



# Αντίστροφος Προγραμματισμός

Θεσπίζει την προθεσμία ολοκλήρωσης του έργου και προγραμματίζει από αυτήν την ημερομηνία και προς τα πίσω.

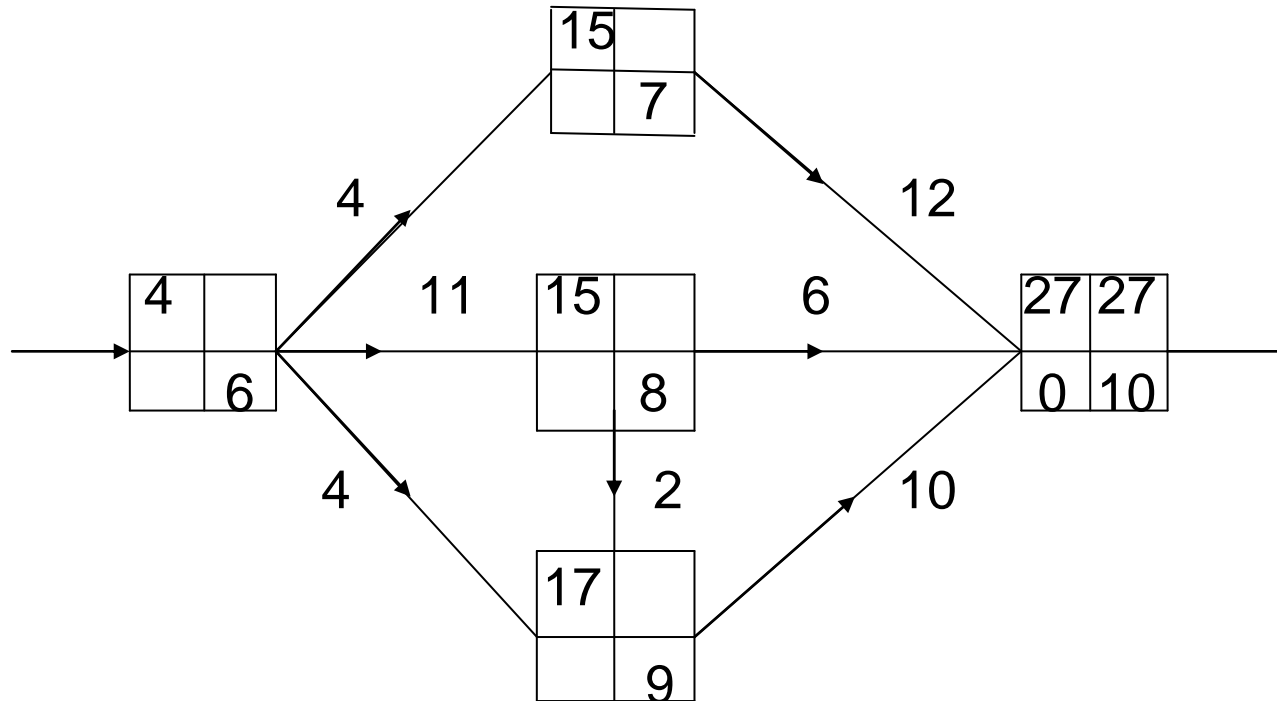
Οι διάρκειες των δραστηριοτήτων, οι αλληλεξαρτήσεις τους και οι διαθέσιμοι πόροι θεωρείται ότι εξασφαλίζουν ότι το έργο μπορεί να ολοκληρωθεί έως τη λήξη της προθεσμίας.

## Υπολογισμός αργότερων χρόνων γεγονότων

$$A(i) = \min_{(i, j)} \{A(j) - t(i, j)\}$$

για κάθε γεγονός  $j$  που ανήκει στο σύνολο των γεγονότων που ακολουθούν το γεγονός  $i$  και συνδέονται άμεσα με αυτό

# Υπολογισμός Αργότερων Χρόνων Γεγονότων



# Επίλυση Δικτύου

Για κάθε δραστηριότητα υπολογίζονται τέσσερις χρονικές στιγμές:

- **Νωρίτερος χρόνος έναρξης – NE(i,j) ή ES (Earliest Start)**

Αποτελεί τη νωρίτερη δυνατή χρονική στιγμή, κατά την οποία μπορεί να αρχίσει μία δραστηριότητα

$$NE(i,j) = N(i)$$

- **Νωρίτερος χρόνος λήξης – ΝΛ(i,j) ή EF (Earliest Finish)**

Αποτελεί τη νωρίτερη δυνατή χρονική στιγμή, κατά την οποία μπορεί να ολοκληρωθεί μία δραστηριότητα

$$N\Lambda(i,j) = N(i) + t(i,j)$$

- **Αργότερος χρόνος έναρξης –  $AE(i, j)$  ή **LS (Latest Start)****

Αποτελεί την αργότερη δυνατή χρονική στιγμή, κατά την οποία μπορεί να αρχίσει μία δραστηριότητα, χωρίς να καθυστερήσει όλο το έργο.

$$AE(i,j) = A(j) - t(i,j)$$

- **Αργότερος χρόνος λήξης –  $AL(i, j)$  ή **LF (Latest Finish)****

Αποτελεί την αργότερη δυνατή χρονική στιγμή, κατά την οποία μπορεί να ολοκληρωθεί μία δραστηριότητα, χωρίς να καθυστερήσει όλο το έργο.

$$AL(i,j) = A(j)$$

# Χρονικά Περιθώρια Δραστηριοτήτων

- **Συνολικό Χρονικό Περιθώριο –  $\Sigma(i, j)$  ή Total Float (TF)**

Είναι ο μέγιστος χρόνος που μπορεί να καθυστερήσει η έναρξη της δραστηριότητας πέραν του νωρίτερου χρόνου έναρξής της χωρίς να καθυστερήσει όλο το έργο

$$\Sigma(i,j) = A(j) - N(i) - t(i,j)$$

- **Ανεξάρτητο Χρονικό Περιθώριο –  $A(i, j)$  ή Independent Float (IF)**

Ανήκει στη συγκεκριμένη δραστηριότητα και συμβολίζει το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο μπορεί να αυξηθεί η διάρκειά της χωρίς καμία επίπτωση στις προηγούμενες ή επόμενες δραστηριότητες

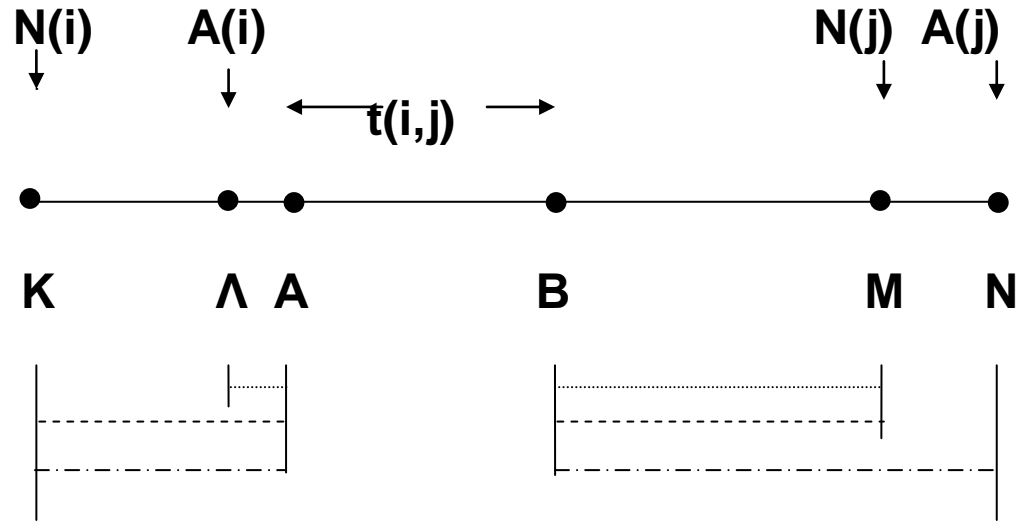
$$A(i,j) = N(j) - A(i) - t(i,j)$$

- **Ελεύθερο Χρονικό Περιθώριο – E(i, j) ή Free Float (FF)**

Είναι ο χρόνος που διατίθεται για κάθε δραστηριότητα πέρα από τη διάρκειά της χωρίς να επηρεασθούν οι επόμενες δραστηριότητες

$$E(i,j) = N(j) - N(i) - t(i,j)$$

# Χρονικά Περιθώρια Δραστηριότητας



Ανεξάρτητο χρονικό περιθώριο ( ————— ):  $A(i, j) = \Lambda A + B M$

Ελεύθερο χρονικό περιθώριο ( - - - - - ):  $E(i, j) = K A + B M$

Συνολικό χρονικό περιθώριο ( - - - - - ):  $\Sigma(i, j) = K A + B N$



## **Κρίσιμη διαδρομή:**

Είναι η ακολουθία των δραστηριοτήτων που έχουν το μεγαλύτερο άθροισμα διαρκειών. Η κρίσιμη διαδρομή καθορίζει τη νωρίτερη δυνατή ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.

## **Χρονικό περιθώριο (που είναι διαθέσιμο για κάθε μη κρίσιμη δραστηριότητα):**

Είναι το μέγιστο μέγεθος της καθυστέρησης μεταξύ της έναρξης και της λήξης της δραστηριότητας της δραστηριότητας χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στην ημερομηνία ολοκλήρωσης του συνολικού έργου.

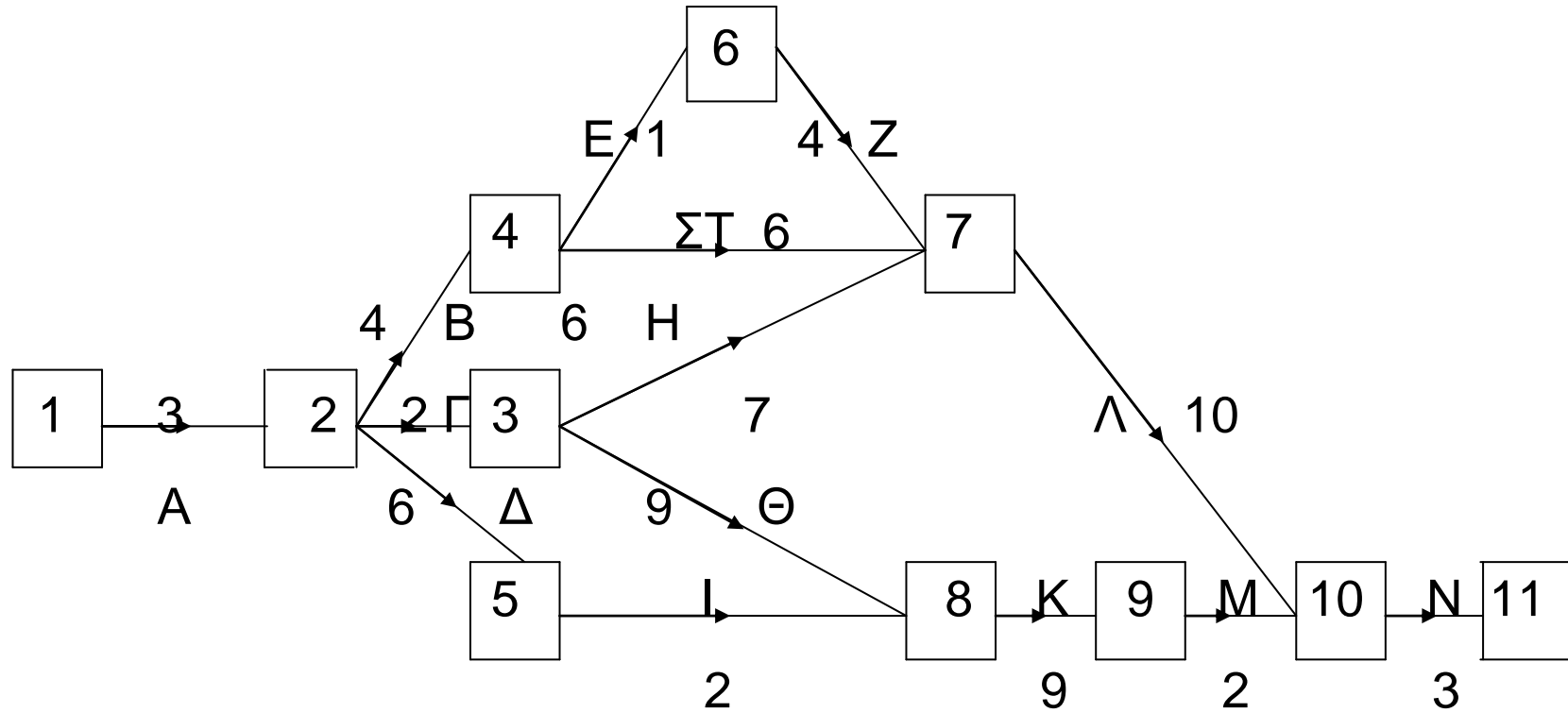
Οι διάρκειες των δραστηριοτήτων που έχουν χρονικό περιθώριο μεγαλύτερο του μηδενός μπορούν να καθυστερήσουν προκειμένου να επιτευχθεί μείωση του απαιτούμενου δυναμικού.

# Αλληλεξαρτήσεις και Διάρκειες Δραστηριοτήτων Έργου Συναρμολόγησης Κινητήρα

Δραστηριότητα	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z
Διάρκεια	3	4	2	6	1	6	4
Προηγούμενες δραστηριότητες	-	A	A	A	B	B	E

Δραστηριότητα	H	Θ	I	K	Λ	M	N
Διάρκεια	7	9	2	9	10	2	3
Προηγούμενες δραστηριότητες	Γ	Γ	Δ	Θ,I	H,ΣΤ,Z	K	Λ,M

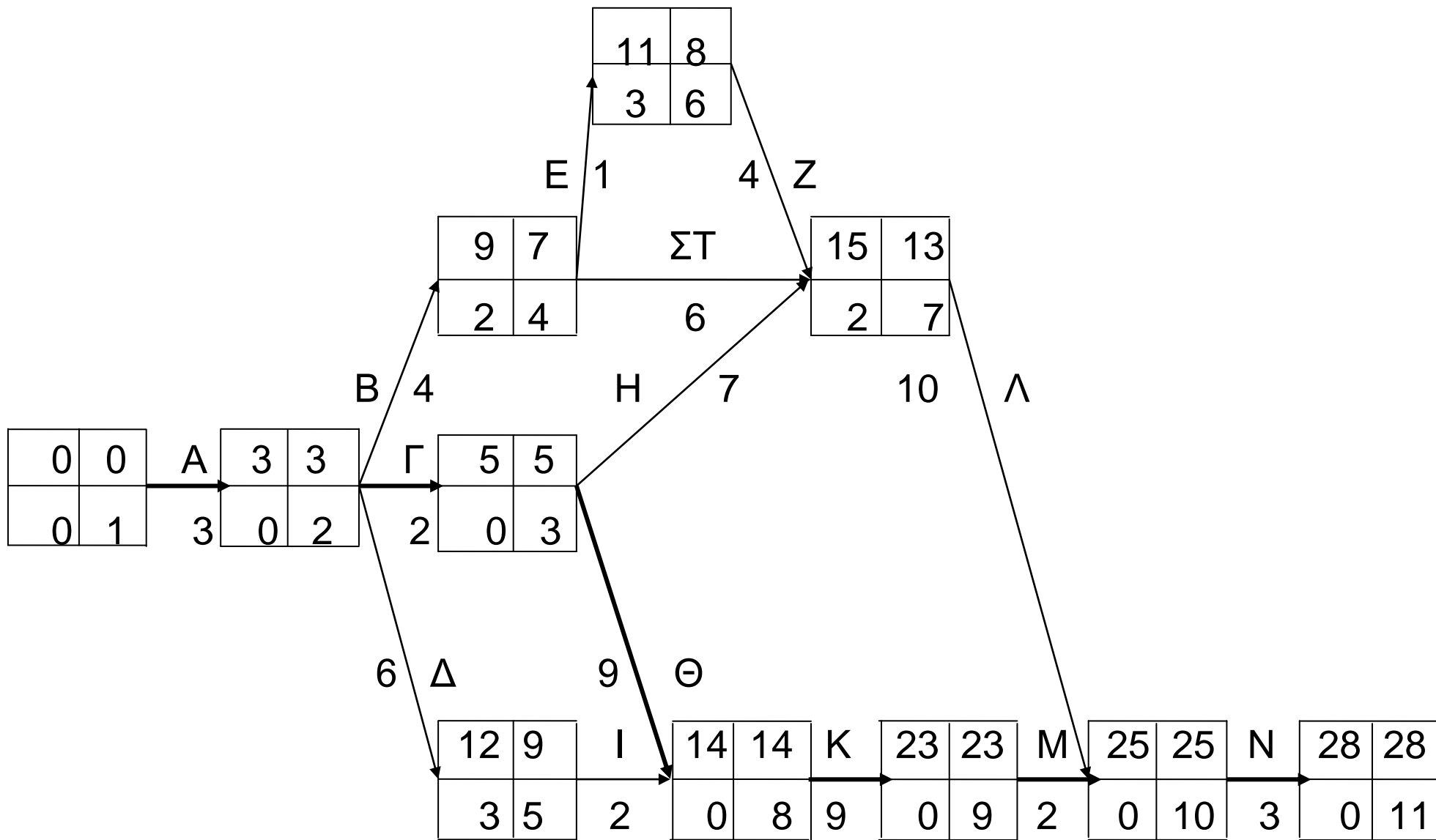
# Δίκτυο του Έργου Συναρμολόγησης Κινητήρα



## Χρονικά Μεγέθη Δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα	Διάρκεια $t(i,j)$	Νωρίτεροι Χρόνοι		Αργότεροι χρόνοι		Χρονικά περιθώρια		
		NE(l)	NΛ(j)	AE(i)	ΑΛ(j)	A(i,j)	E(i,j)	Σ(i,j)
A (1,2)	3	0	3	0	3	0	0	0*
B (2,4)	4	3	7	5	9	0	0	2
Γ (2,3)	2	3	5	3	5	0	0	0*
Δ (2,5)	6	3	9	6	12	0	0	3
E (4,6)	1	7	8	10	11	-2	0	3
ΣΤ (4,7)	6	7	13	9	15	-2	0	2
Z (6,7)	4	8	12	11	15	-2	1	3
H (3,7)	7	5	12	8	15	1	1	3
Θ (3,8)	9	5	14	5	14	0	0	0*
I (5,8)	2	9	11	12	14	0	3	3
K (8,9)	9	14	23	14	23	0	0	0*
Λ (7,10)	10	13	23	15	25	0	2	2
M (9,10)	2	23	25	23	25	0	0	0*
N (10,11)	3	25	28	25	28	0	0	0*

# Επίλυση Δικτύου του Έργου Συναρμολόγησης Κινητήρα



# Η Σημασία του Χρονικού Περιθωρίου και της Κρίσιμης Διαδρομής

- Το χρονικό περιθώριο δείχνει πόσο είναι το επιτρεπόμενο χρονικό όριο της κάθε δραστηριότητας, δηλαδή πόσο χρόνο μπορεί να καθυστερήσει χωρίς να επηρεάζει την ημερομηνία ολοκλήρωσης του συνολικού έργου.
- Κρίσιμη διαδρομή είναι μία ακολουθία από δραστηριότητες από την αρχή μέχρι το τέλος του έργου με μηδενικό χρονικό περιθώριο.  
Κρίσιμες δραστηριότητες είναι οι δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής.
- Η κρίσιμη διαδρομή προσδιορίζει τον ελάχιστο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου.
- Αν κάποια δραστηριότητα της κρίσιμης διαδρομής μειωθεί ή παραταθεί, ο χρόνος όλου του έργου θα μειωθεί ή θα παραταθεί ισόχρονα.
- Πρέπει να γίνει προσπάθεια να ελεγχθούν όλες οι κρίσιμες δραστηριότητες, έτσι ώστε το έργο να μπορεί να ανταποκριθεί στην προγραμματισμένη ημερομηνία λήξης. Αν κάποια δραστηριότητα επιμηκυνθεί, γνωρίζουμε ότι το έργο δε θα τηρήσει την προθεσμία και πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα.

- Αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπλέον πόροι για να επιταχυνθεί κάποια δραστηριότητα, αυτό πρέπει να γίνει μόνο για κρίσιμες δραστηριότητες.
- Αν μπορούν να εξοικονομηθούν πόροι με την παράταση της διάρκειας κάποιων δραστηριοτήτων, αυτές πρέπει να είναι μη κρίσιμες δραστηριότητες έως το ανώτερο όριο του χρονικού τους περιθωρίου.
- Μη σπαταλήσετε πρόσθετους πόρους στις μη κρίσιμες δραστηριότητες, επειδή δε θα μειωθεί η διάρκεια του έργου.

# Προγραμματισμός Έργων σε Συνθήκες Αβεβαιότητας

## Τεχνική PERT (Project Evaluation Review Technique)

Η τεχνική PERT αναπτύχθηκε από τον Αμερικανικό στρατό για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο του προγράμματος πυραύλων Polaris, όπου δόθηκε έμφαση στην ολοκλήρωση του έργου στο συντομότερο δυνατό χρόνο. Η τεχνική PERT είχε τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει τους αβέβαιους χρόνους ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων του έργου.

Χρησιμοποιείται στη Διοίκηση Έργων συνήθως για μη επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες (εργασίες έρευνας και ανάπτυξης), όπου οι εκτιμήσεις χρόνου και κόστους τείνουν να είναι εξαιρετικά αβέβαιες.

Η τεχνική PERT χρησιμοποιεί πιθανολογικές χρονικές εκτιμήσεις.



# Χαρακτηριστικά της Τεχνικής PERT

- Οι διάρκειες των δραστηριοτήτων δεν μπορούν να καθοριστούν με σχετική ακρίβεια.
- Οι διάρκειες αποτελούν συνήθως εκτιμήσεις και υπόκεινται σε μεταβλητότητα.
- Χρησιμοποιούνται πιθανοθεωρητικά μοντέλα για την εκτίμηση του αναμενόμενου χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθεί το έργο.
- Τα συνηθέστερα ερωτήματα που διερευνώνται είναι:
  - Ποια είναι η μέση διάρκεια του έργου;
  - Ποια είναι η μέγιστη πιθανή διάρκεια του έργου;
  - Ποια είναι η πιθανότητα ολοκλήρωσης του έργου σε δεδομένο χρονικό διάστημα;
  - Ποιος είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης του έργου με δεδομένη πιθανότητα;

Για κάθε δραστηριότητα με αβέβαιη διάρκεια χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις τριών σημείων:

- **Αισιόδοξη διάρκεια (a)**  
Ο μικρότερος χρόνος που αναμένεται να διαρκέσει η δραστηριότητα (ιδανικές συνθήκες)
- **Πιθανότερη διάρκεια (m)**  
Ο συνηθέστερος χρόνος που διαρκεί η δραστηριότητα (κανονικές συνθήκες)
- **Απαισιόδοξη διάρκεια (b)**  
Ο μεγαλύτερος χρόνος που αναμένεται να διαρκέσει η δραστηριότητα (χειρότερες δυνατές συνθήκες)

Θεωρείται ότι οι δραστηριότητες με αβέβαιη διάρκεια ακολουθούν τη **στατιστική κατανομή Β**

## Αναμενόμενη διάρκεια δραστηριότητας ( $t_e$ )

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

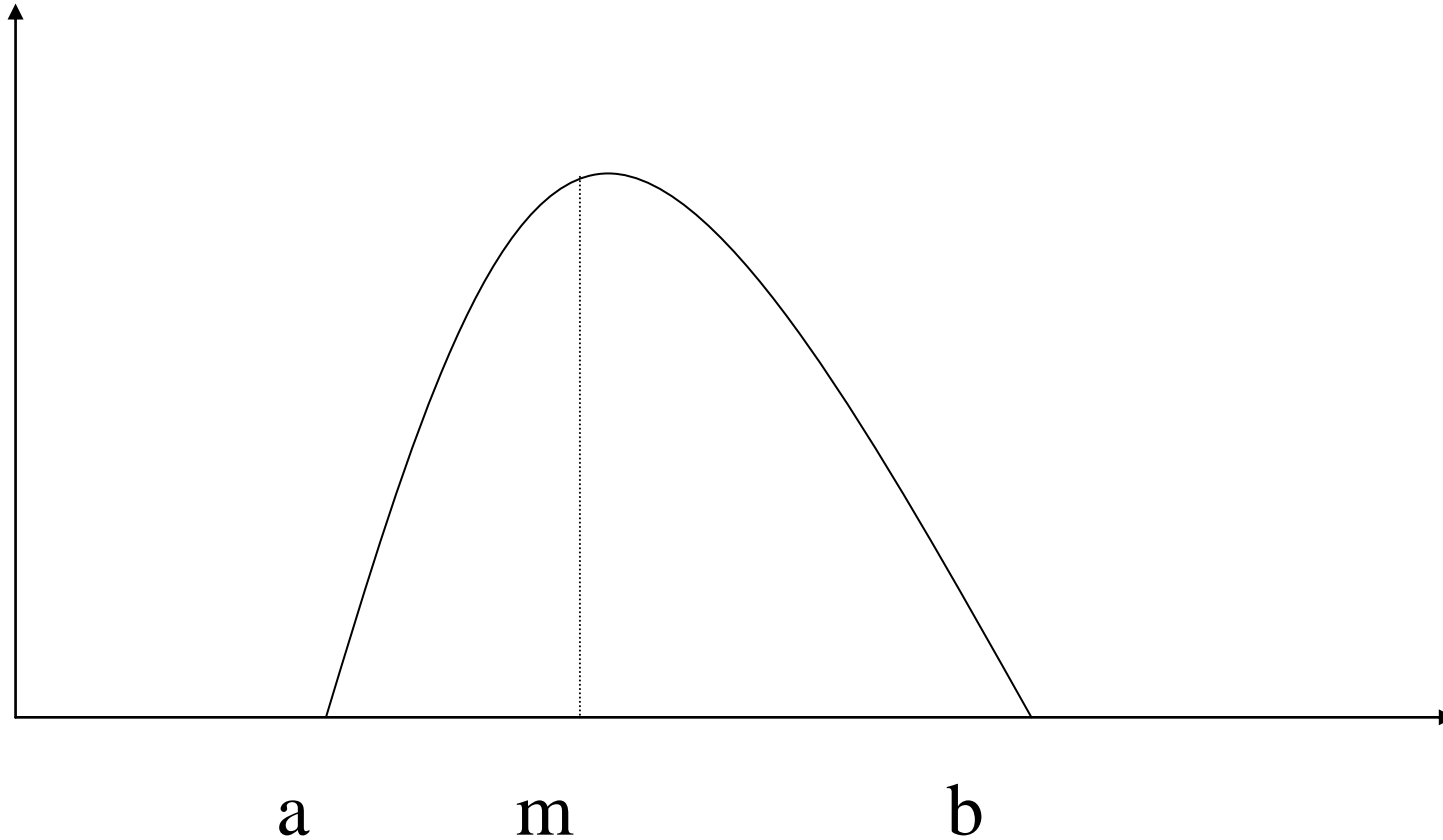
## Μεταβλητότητα δραστηριότητας ( $\sigma^2$ )

$$\sigma^2 = \left( \frac{b - a}{6} \right)^2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

## Τυπική απόκλιση δραστηριότητας ( $\sigma$ )

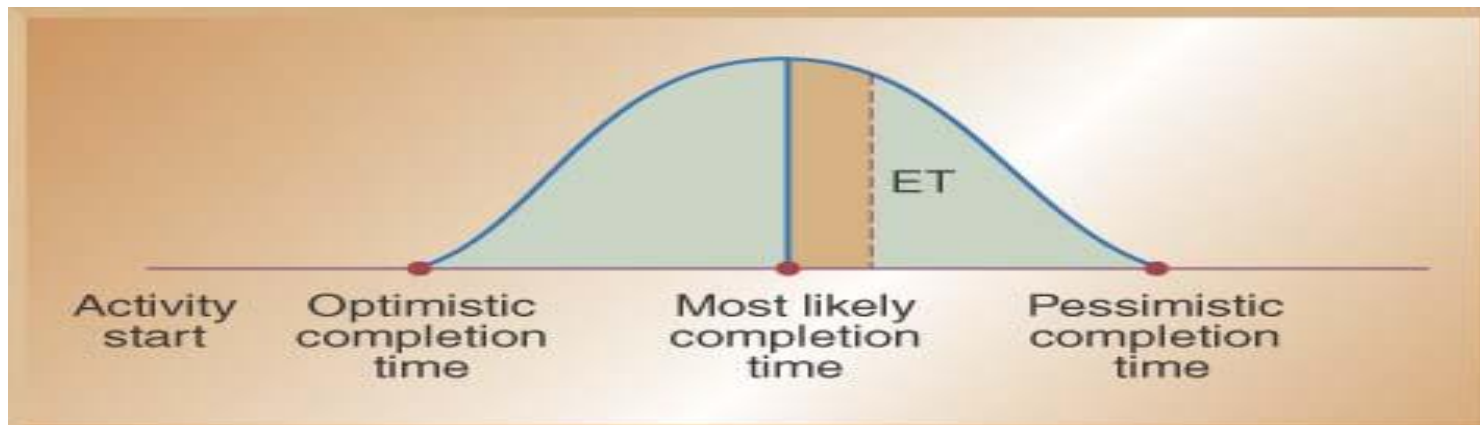
$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

# Συνάρτηση Πυκνότητας Πιθανότητας της Κατανομής Β



# Using Beta Probability Distribution to Calculate Expected Time Durations

- A typical beta distribution is shown below, note that it has definite end points
- The expected time for finishing each activity is a weighted average



$$\text{Exp. time} = \frac{\text{optimistic} + 4(\text{most likely}) + \text{pessimistic}}{9}$$

© Wiley 2006

## Μέση διάρκεια έργου ( $\mu$ )

Η εκτίμηση του αναμενόμενης διάρκειας του έργου προκύπτει από το άθροισμα των αναμενόμενων διαρκειών των δραστηριοτήτων της κρίσιμης διαδρομής

## Μεταβλητότητα της διάρκειας έργου ( $\sigma^2_{ΚΔ}$ )

Η μεταβλητότητα του έργου αντικατοπτρίζει το βαθμό αβεβαιότητάς του και αποτελεί το άθροισμα των μεταβλητοτήτων των κρίσιμων δραστηριοτήτων

$$\sigma^2_{ΚΔ} = \sum_{\text{δρασ/τα} \in \text{ΚΔ}} \sigma^2$$

## Τυπική απόκλιση της διάρκειας έργου ( $\sigma_{ΚΔ}$ )

Ισούται με την τετραγωνική ρίζα της μεταβλητότητας της διάρκειας του έργου

$$\sigma_{ΚΔ} = \sqrt{\sum_{\text{δρασ/τα} \in \text{ΚΔ}} \sigma^2}$$

# 1<sup>ο</sup> Παράδειγμα Εφαρμογής της Τεχνικής PERT

Δραστηριότητα	a	m	b
A	10	15	20
B	6	10	15
C	2	5	10
D	11	18	20
E	1	3	5
F	4	8	10
G	7	10	13
H	6	12	15
I	4	7	10

## Υπολογισμοί

$$t_A = \frac{10 + 4 \times 15 + 20}{6} = \frac{90}{6} = 15$$

$$\sigma_A^2 = \frac{(20 - 10)^2}{36} = \frac{100}{36} = 2.7778$$

$$t_B = \frac{6 + 4 \times 10 + 15}{6} = \frac{61}{6} = 10.1667$$

$$\sigma_B^2 = \frac{(15 - 6)^2}{36} = \frac{81}{36} = 2.25$$

$$t_C = \frac{2 + 4 \times 5 + 10}{6} = \frac{32}{6} = 5.3334$$

$$\sigma_C^2 = \frac{(10 - 2)^2}{36} = \frac{64}{36} = 1.7778$$



$$t_D = \frac{11 + 4 \times 18 + 20}{6} = \frac{103}{6} = 17.1667$$

$$\sigma_D^2 = \frac{(20 - 11)^2}{36} = \frac{81}{36} = 2.25$$

$$t_I = \frac{4 + 4 \times 7 + 10}{6} = \frac{42}{6} = 7$$

$$\sigma_I^2 = \frac{(10 - 4)^2}{36} = \frac{36}{36} = 1$$

# Αποτελέσματα Υπολογιστή (πρόγραμμα WinQSB)

Αναμενόμενος χρόνος ολοκλήρωσης = 70.83334 CPU δευτερόλεπτα = 0

---

Κρίσιμη διαδρομή : A ==> B ==> D ==> G ==> Dummy2 ==> H ==> I

Μεταβλητότητα κρίσιμης διαδρομής = 11.52778 Τυπική απόκλιση = 3.395

$$\text{Αναμενόμενη διάρκεια έργου} = t_A + t_B + t_D + t_G + t_H + t_I = 70,83$$

$$\text{Μεταβλητότητα} = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_D^2 + \sigma_G^2 + \sigma_H^2 + \sigma_I^2 = 11,527$$

$$\text{Τυπική απόκλιση} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_D^2 + \sigma_G^2 + \sigma_H^2 + \sigma_I^2} = 3,395$$

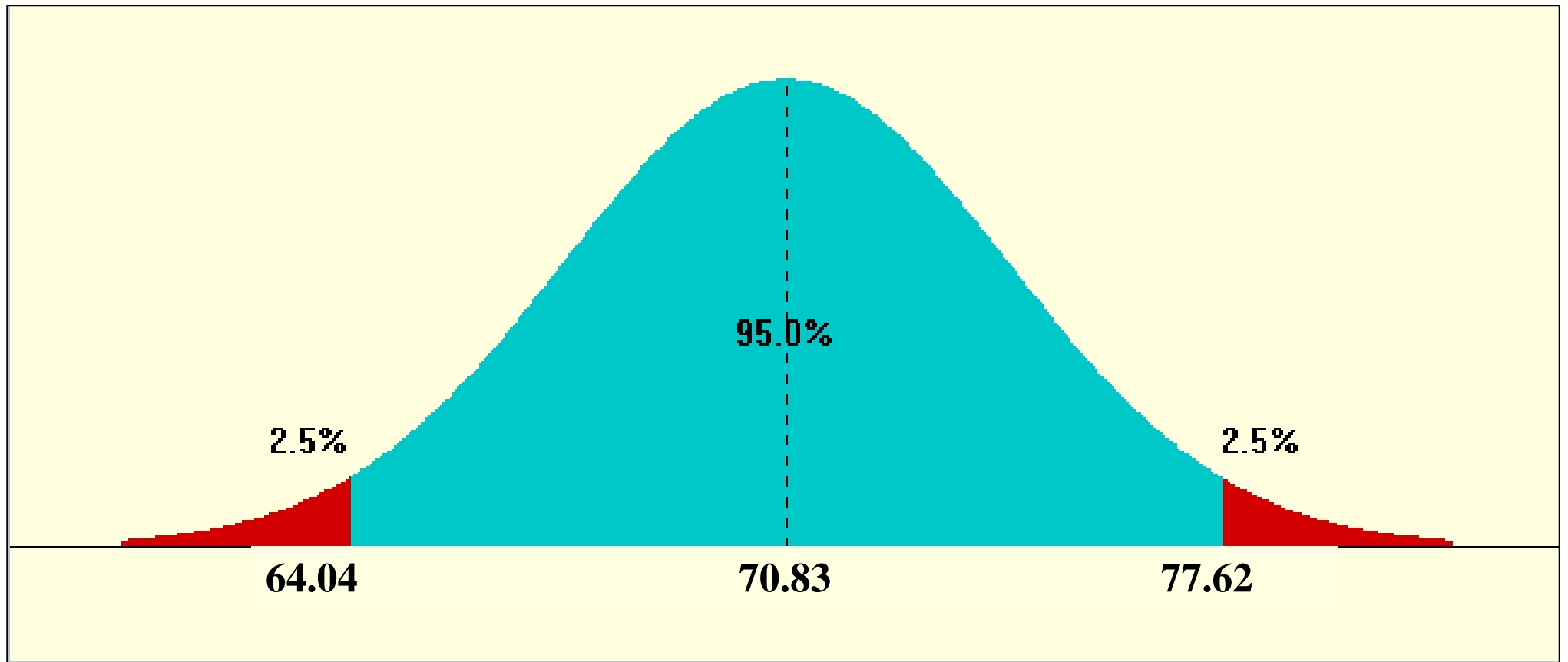
Η κανονική κατανομή  $N(\mu, \sigma^2)$  έχει παραμέτρους:

- $\mu$ : το άθροισμα των αναμενόμενων χρόνων των κρίσιμων δραστηριοτήτων
- $\sigma^2$ : το άθροισμα των μεταβλητοτήτων των κρίσιμων δραστηριοτήτων


# Χρήση Κανονικής Κατανομής

Στο παράδειγμα:  $\mu=70,83$  και  $\sigma=3,395 \rightarrow N(70,83, 3,395^2)$

- 99% των τιμών βρίσκονται στο διάστημα  $\mu \pm 3\sigma \rightarrow (60,64, 81,01)$
- 95% των τιμών βρίσκονται στο διάστημα  $\mu \pm 2\sigma \rightarrow (64,04, 77,62)$
- 68% των τιμών βρίσκονται στο διάστημα  $\mu \pm \sigma \rightarrow (67,43, 74,22)$



Η τυχαία μεταβλητή  $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$



$p$

όπου

$Z$  η τυχαία μεταβλητή της κανονικής κατανομής

$x$  η δεδομένη ή επιθυμητή διάρκεια του έργου

$\mu$  η αναμενόμενη διάρκεια του έργου

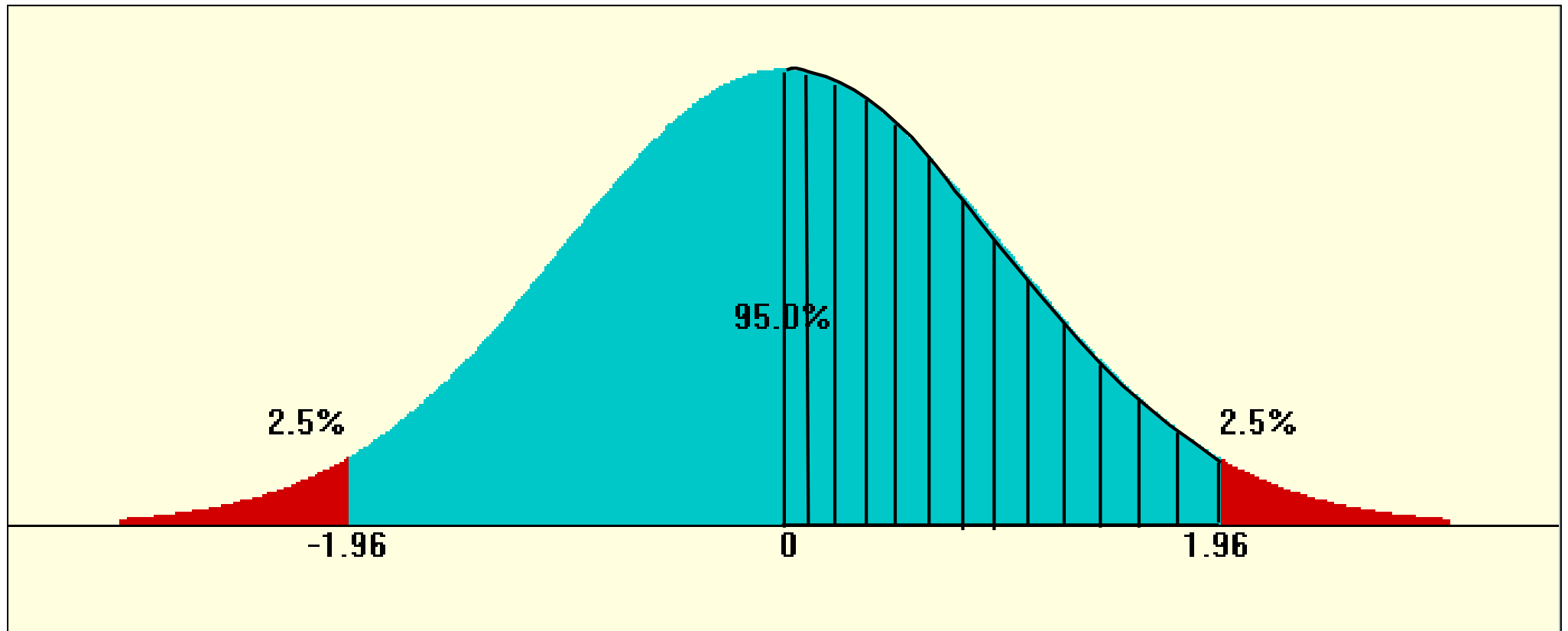
$\sigma$  η τυπική απόκλιση της διάρκειας του έργου

$p$  η πιθανότητα ολοκλήρωσης του έργου

ακολουθεί τυπική κανονική κατανομή  $N(0, 1)$  οπότε:

Πιθανότητα (διάρκεια έργου  $< x$ ) = Πιθανότητα ( $Z < z_x$ )

# Καμπύλη Κανονικής Κατανομής



# Πίνακας Τυπικής Κανονικής Κατανομής $Z \sim N(0, 1)$

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ**

<b>z</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>
<b>0.0</b>	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
<b>0.1</b>	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
<b>0.2</b>	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
<b>0.3</b>	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
<b>0.4</b>	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
<b>0.5</b>	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
<b>0.6</b>	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
<b>0.7</b>	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
<b>0.8</b>	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
<b>0.9</b>	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
<b>1.0</b>	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
<b>1.1</b>	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
<b>1.2</b>	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
<b>1.3</b>	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
<b>1.4</b>	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
<b>1.5</b>	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
<b>1.6</b>	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
<b>1.7</b>	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
<b>1.8</b>	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
<b>1.9</b>	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767

<i>z</i>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>
<b>2.0</b>	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
<b>2.1</b>	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
<b>2.2</b>	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
<b>2.3</b>	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
<b>2.4</b>	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
<b>2.5</b>	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
<b>2.6</b>	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
<b>2.7</b>	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
<b>2.8</b>	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
<b>2.9</b>	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
<b>3.0</b>	0.4986	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990



# Χρήση του Τύπου της Κανονικής Κατανομής

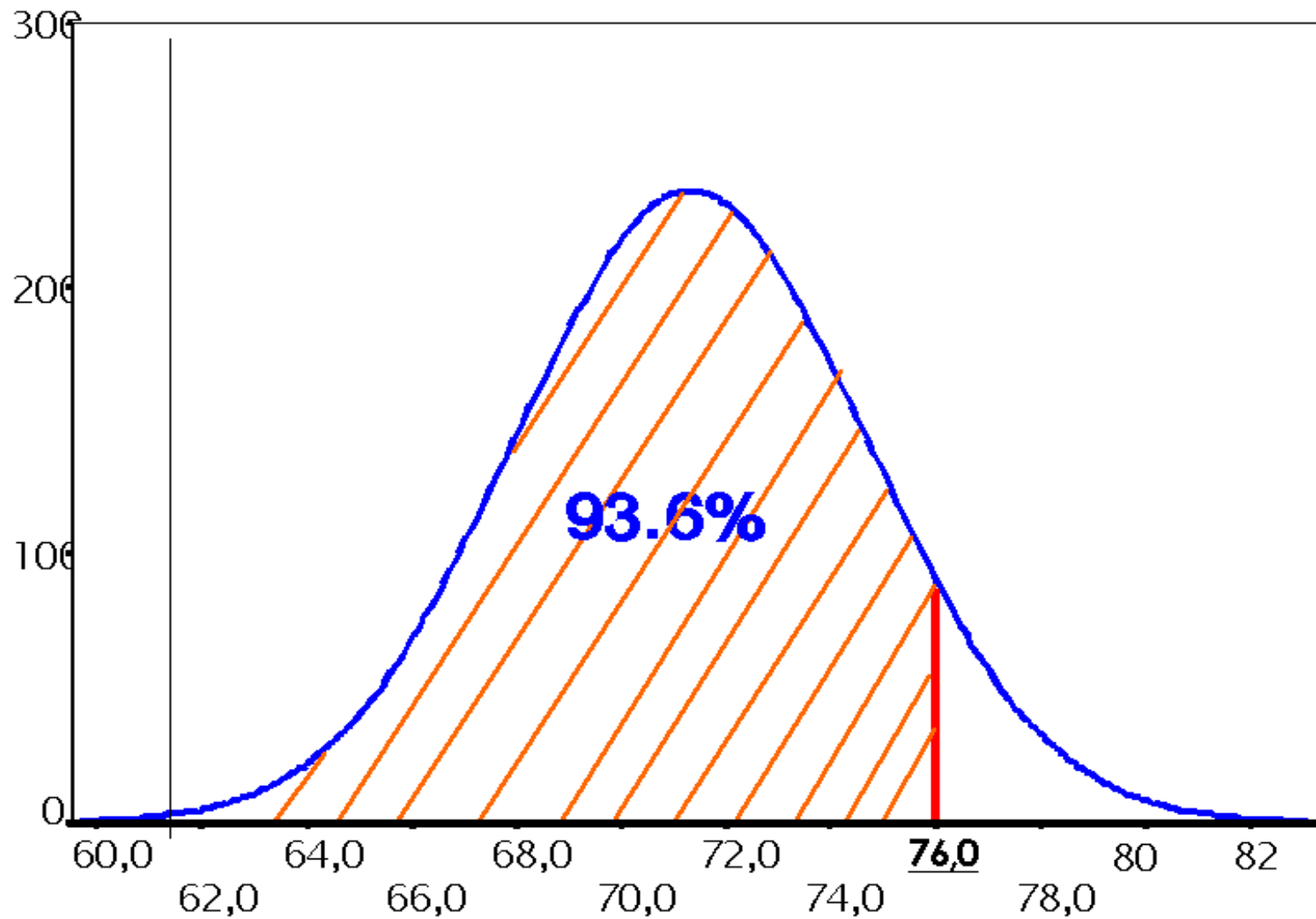
Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο έως 70,83 ημέρες (μέση διάρκεια έργου) είναι 50%.

Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί σε χρόνο έως 76 ημέρες είναι για  $x=76$ :

$$Z_{76} = \frac{76 - 70.83}{3.395} = 1.523$$

Σύμφωνα με τους πίνακες της κανονικής κατανομής, η τιμή  $Z=1,523$  αντιστοιχεί σε πιθανότητα 0,9359, δηλαδή η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε 76 ημέρες είναι περίπου 93,6%.

# Διάγραμμα Κανονικής Κατανομής



Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο μέχρι 66 ημέρες είναι για  $x = 66$

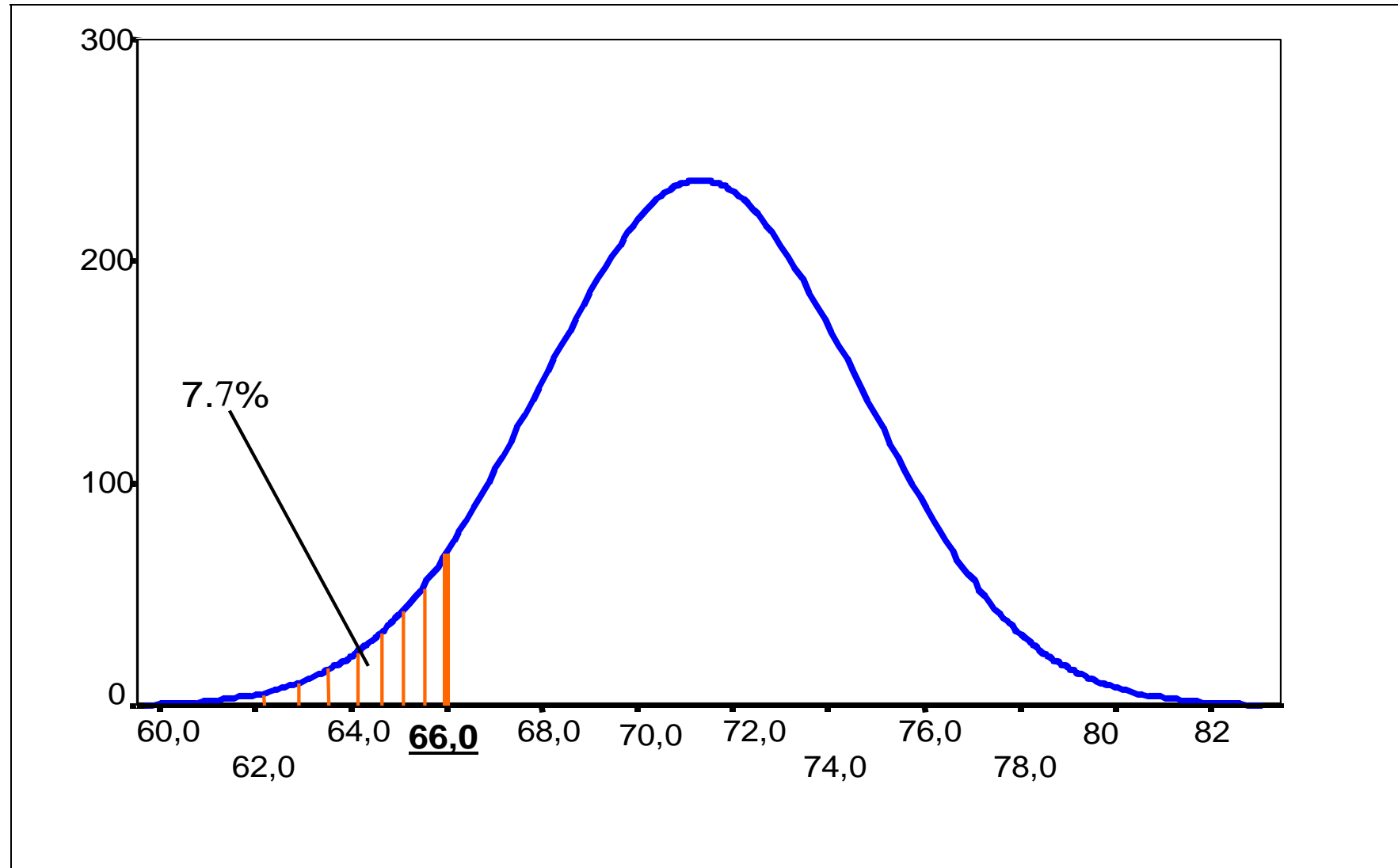
$$\text{Prob}(Z < \frac{66 - 70.83}{3.395}) = \text{Prob}(Z < -1.4226)$$

δηλαδή:

$$\text{Πιθανότητα } (Z > 1,4226) = 1 - \text{πιθανότητα } (Z < 1,4226) = 1 - 0,9223 = 0,0777$$

άρα η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο το πολύ έως 66 ημέρες είναι περίπου 7,7%.

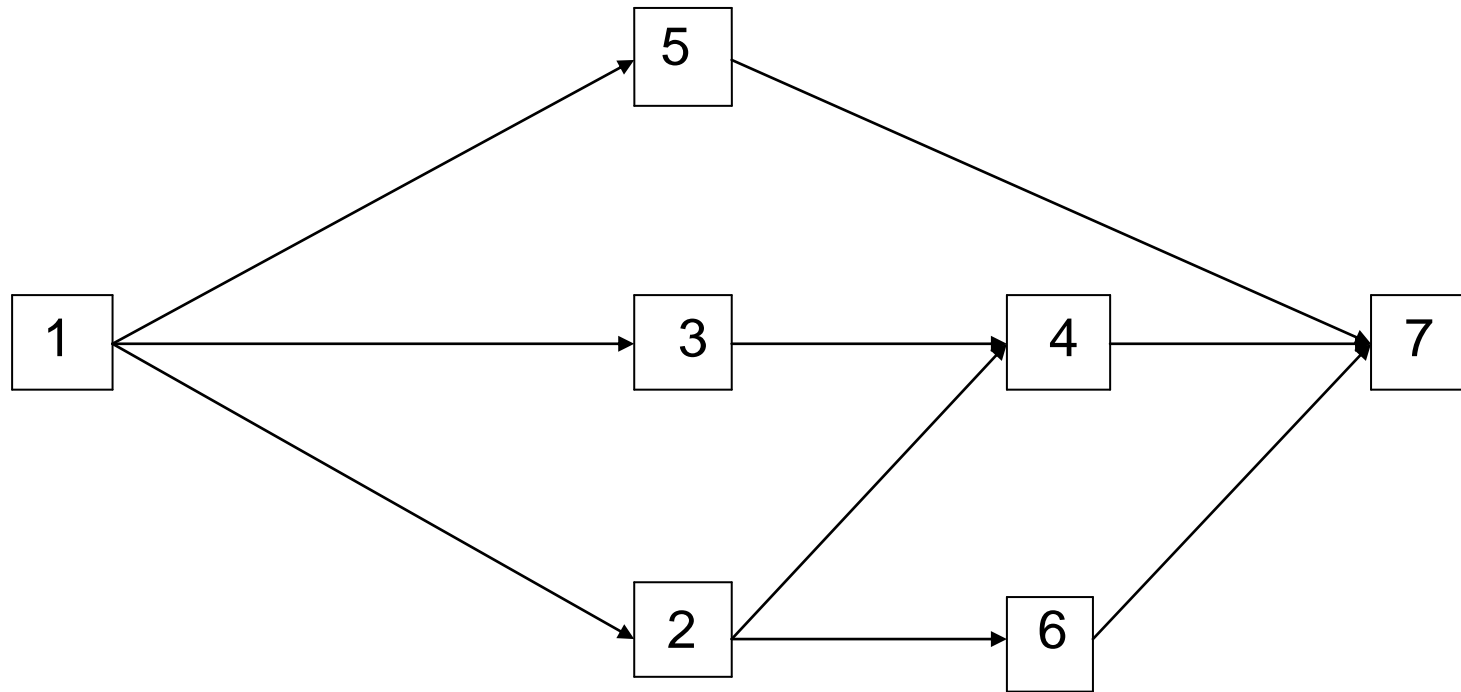
# Διάγραμμα Κανονικής Κατανομής



Να υπολογισθούν:

- Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο έως 55 ημέρες
- Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο από 10 μέχρι 11 εβδομάδες

## 2<sup>ο</sup> Παράδειγμα Εφαρμογής της Τεχνικής PERT



**Δίκτυο έργου εμφιάλωσης**

## Εκτιμήσεις Διαρκειών Δραστηριοτήτων

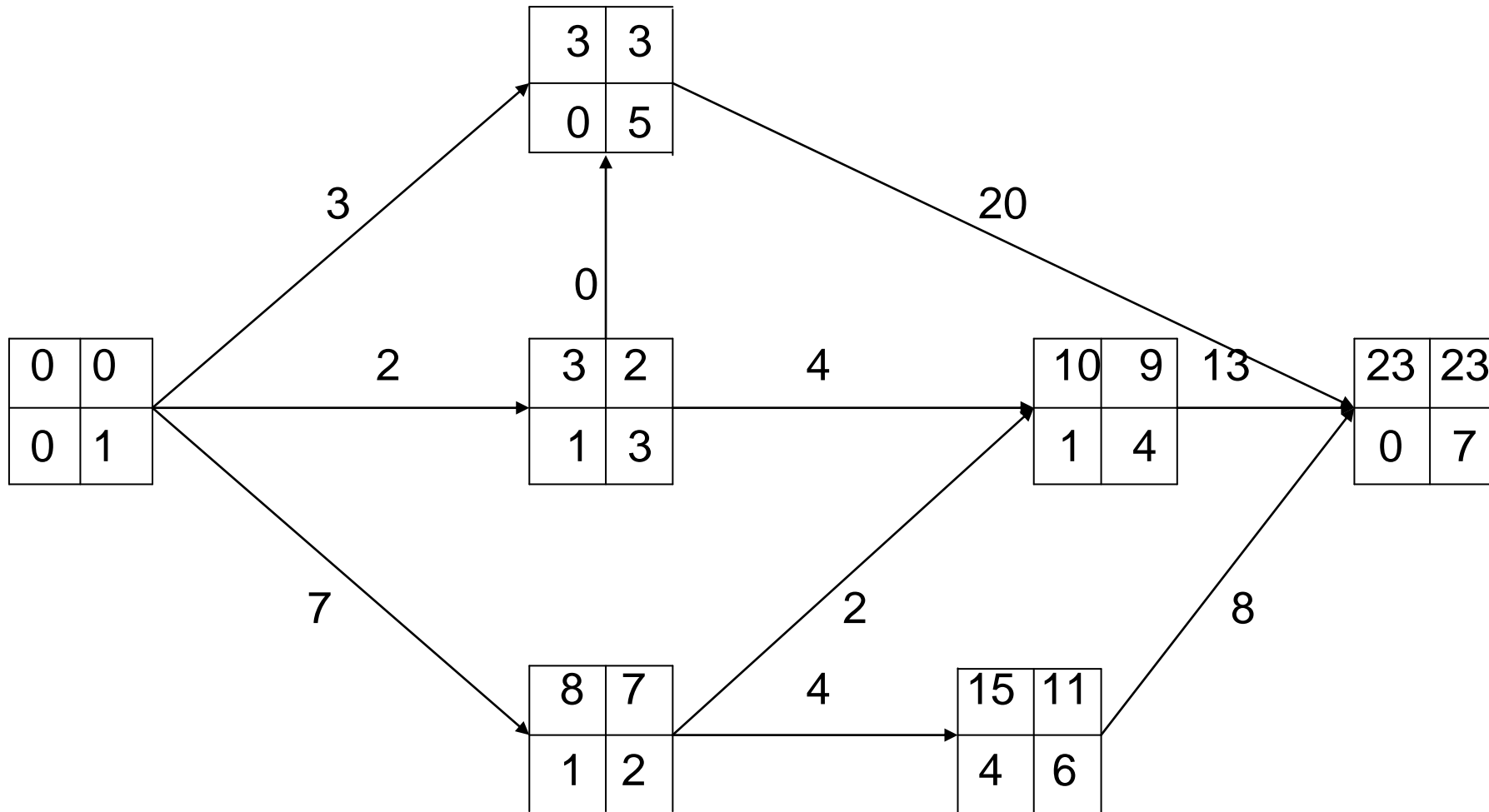
Δραστηριότητα (i, j)	Αισιόδοξη εκτίμηση (a)	Πιθανότερη εκτίμηση (m)	Απαισιόδοξη εκτίμηση (b)
1-2	3	6	15
1-3	0,5	1	7,5
1-5	1	2	9
2-4	0,5	1	7,5
2-6	2	3	10
3-4	1	3	11
3-5	0	0	0
4-7	6	10	32
5-7	10	15	50
6-7	3	5	25

# Χρονικά Μεγέθη Δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα (i,j)	Διάρκειες			Μέση τιμή $t_e(l,j)$	Τυπική απόκλιση $\sigma_t(i,j)$	Συνολικό Χρονικό Περιθώριο
	a	m	b			
1-2	3	6	15	7	2	1
1-3	0,5	1	7,5	2	7/6	1
1-5	1	2	9	3	4/3	0*
2-4	0,5	1	7,5	2	7/6	1
2-6	2	3	10	4	4/3	4
3-4	1	3	11	4	5/3	4
3-5	0	0	0	0	0	1
4-7	6	10	32	13	4 και 1/3	1
5-7	10	15	50	20	6 και 2/3	0*
6-7	3	5	25	8	3 και 2/3	4



# Λύση του Δικτύου του Έργου Εμφιάλωσης



Να δοθούν απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα:

- Η μέση διάρκεια και η τυπική απόκλιση του έργου
- Οι πιθανότητες να ολοκληρωθεί το έργο σε 20 και 23 ημέρες αντίστοιχα
- Το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για να ολοκληρωθεί το έργο με πιθανότητα 80% και 90% αντίστοιχα

## Μέση τιμή κρίσιμης διαδρομής

$$N_{K\Delta} = \sum_{(i,j)\Delta} t_{\alpha}(1,5) + t_{\alpha}(5,7) = 3 + 20 = 23$$

## Μεταβλητότητα και τυπική απόκλιση κρίσιμης διαδρομής

$$\sigma_{N_{K\Delta}}^2 = \sum_{(i,j)EK\Delta} \sigma_t^2(i,j) = \sigma_t^2(1,5) + \sigma_t^2(5,7) = \left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(6\frac{2}{3}\right)^2 = 46\frac{2}{9} \Rightarrow \sigma_{N_{K\Delta}} \approx 6,80$$

## Υπολογισμός πιθανότητας εκτέλεσης του έργου σε συγκεκριμένο χρόνο

Για ολοκλήρωση του έργου σε 20 min:  $z_1 = (20-23)/6,80 \Rightarrow z_1 = -0,44$

Για ολοκλήρωση του έργου σε 23 min:  $z_2 = (23-23)/6,80 \Rightarrow z_2 = 0$

Από τους στατιστικούς πίνακες της κανονικής κατανομής υπολογίζεται ότι:  
για  $z_1 = -0,44 \Rightarrow p_1 = 0,33$  και για  $z_2 = 0 \Rightarrow p_2 = 0,50$ .

## Υπολογισμός χρόνου ολοκλήρωσης του έργου για συγκεκριμένη πιθανότητα

Για πιθανότητες 0,80 και 0,90 χρησιμοποιώντας τους ίδιους πίνακες υπολογίζεται ότι:  
 $z_{0,80} = 0,84$  και  $z_{0,90} = 1,28$  αντίστοιχα.

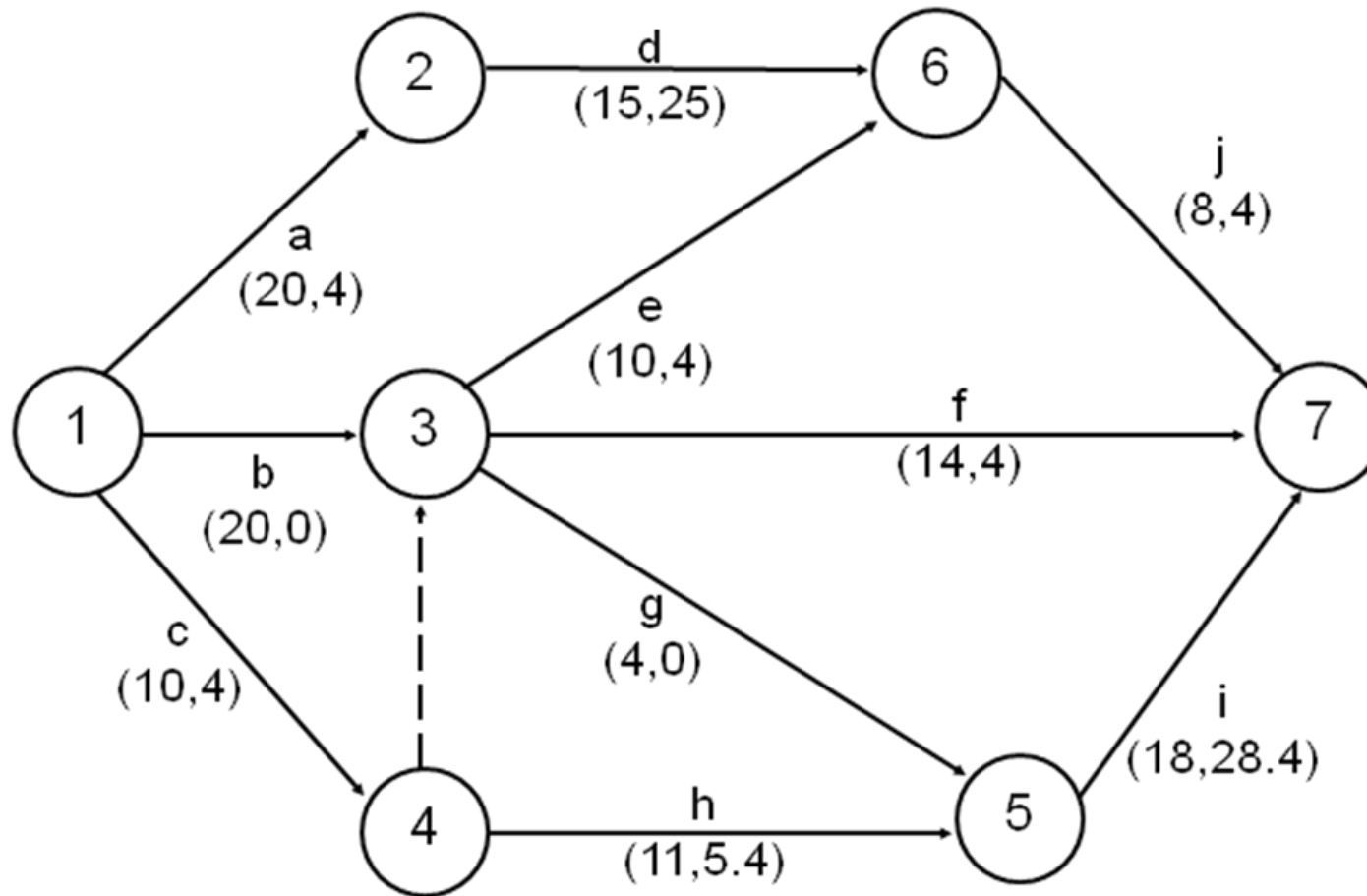
$$\text{Οπότε } T_1 = Z_{0,80} \sigma_{\text{ΝΚΔ}} + N_{\text{ΚΔ}} = 0,84 * 6,80 + 23 \Rightarrow T_1 \approx 29 \text{ min και}$$
$$T_2 = Z_{0,90} \sigma_{\text{ΝΚΔ}} + N_{\text{ΚΔ}} = 1,28 * 6,80 + 23 \Rightarrow T_2 \approx 32 \text{ min}$$

# 3<sup>ο</sup> Παράδειγμα Εφαρμογής της Τεχνικής PERT

## Χρόνοι και προηγούμενες δραστηριότητες των δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα	Άμεσα προηγούμενες	Αισιόδοξη διάρκεια	Πιθανότερη διάρκεια	Απαισιόδοξη διάρκεια	Αναμενόμενη διάρκεια	Μεταβλητότητα	Τυπική απόκλιση
a	-	10	22	22	20	4	2
b	-	20	20	20	20	0	0
c	-	4	10	16	10	4	2
d	a	2	14	32	15	25	5
e	b, c	8	8	20	10	4	2
f	b, c	8	14	20	14	4	2
g	b, c	4	4	4	4	0	0
h	c	2	12	16	11	5,4	2,32
i	g, h	6	16	38	18	28,4	5,33
j	d, e	2	8	14	8	4	2

# Το Δίκτυο του Έργου



# Κύριοι Χρόνοι Δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα	ΝΧΕ	ΑΧΕ	ΣΧΠΔ	Κρίσιμη
a	0	0	0	Ναι
b	0	1	1	
c	0	4	4	
d	20	20	0	Ναι
e	20	25	5	
f	20	29	9	
g	20	21	1	
h	10	14	4	
i	24	25	1	
j	35	35	0	Ναι

α) Έστω ότι ο διευθυντής του προγράμματος υποσχέθηκε πως θα τελειώσει το έργο σε 50 μέρες. Ποια είναι η πιθανότητα να επιτευχθεί αυτή η προθεσμία;

Υπολογισμός Z, όπου

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

$$x = 50 - \mu \text{ (προγραμματισμένη ημερομηνία)} = 20+15+8 = 43$$

$$\sigma^2 = 4+25+4 = 33 \Rightarrow \sigma = 5,745$$

$$Z = (50-43) / 5,745 = 1,22 \text{ τυπικές αποκλίσεις}$$

Η τιμή της πιθανότητας  $Z = 1,22$ , είναι 0,888

Συνεπώς η πιθανότητα να τηρηθεί η προθεσμία των 50 ημερών είναι 88,8%



β) Ποια είναι η απαιτούμενη προθεσμία για να υλοποιηθεί το έργο με πιθανότητα 95%;

Η τιμή  $Z$  που αντιστοιχεί σε 0,95 είναι 1,645

$$x = \mu + Z * \sigma = 43 + 5,745 * 1,645 = 43 + 9,45 = 52,45 \text{ μέρες}$$

Έτσι, η απαιτούμενη προθεσμία για πιθανότητα υλοποίησης 95% είναι ίση με 53 μέρες.

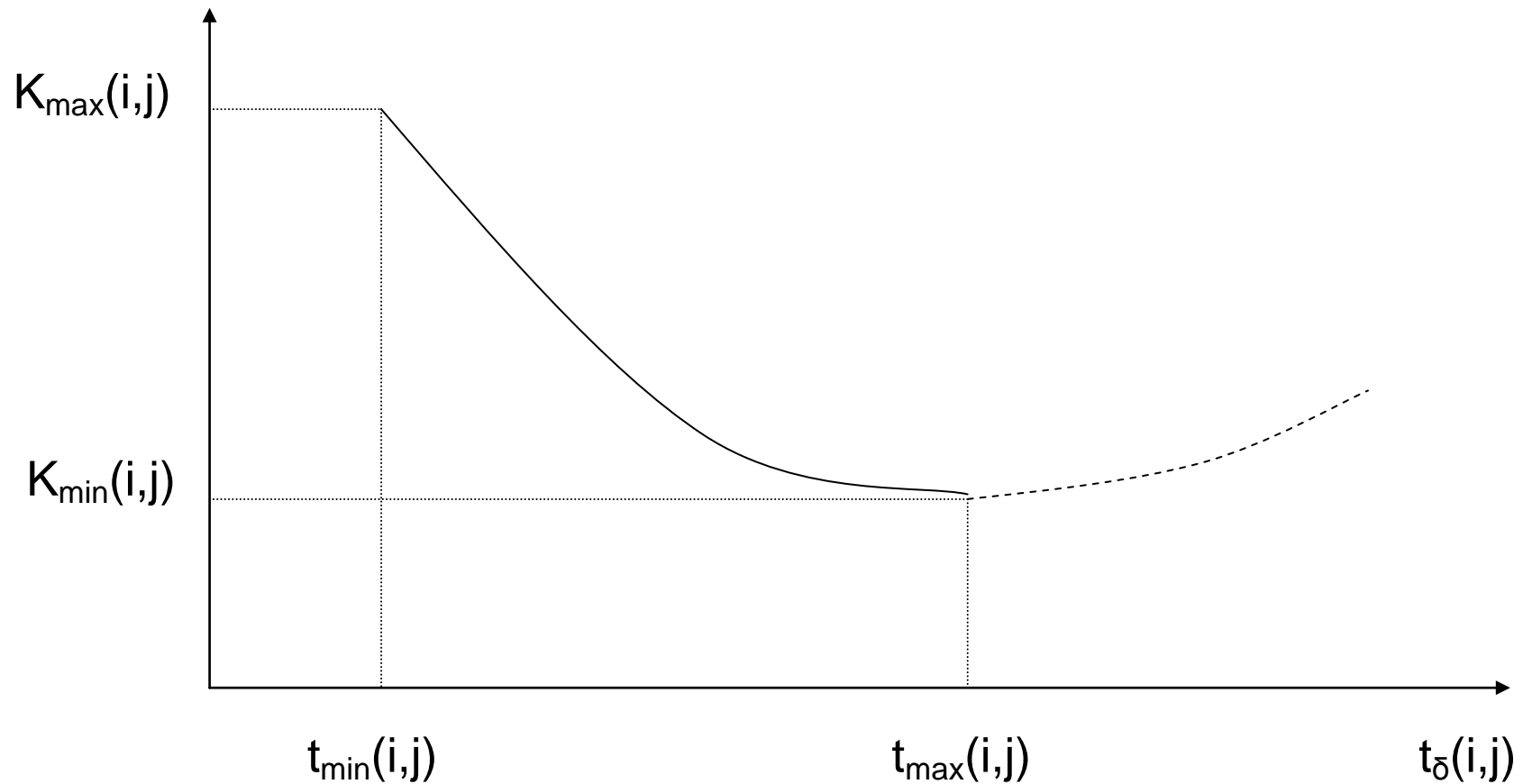
# Ελαχιστοποίηση Κόστους Έργου

## Μέθοδος CPM (Critical Path Method)

Η μέθοδος CPM αναπτύχθηκε από τον Du Pont και η έμφαση δόθηκε στη σχέση μεταξύ του κόστους του έργου και του συνολικού χρόνου ολοκλήρωσής του (π.χ. για συγκεκριμένες δραστηριότητες μπορεί να είναι πιθανό να μειωθεί η διάρκεια ολοκλήρωσής τους ξοδεύοντας περισσότερα χρήματα – και πώς αυτή η δυνατότητα επηρεάζει το συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης του έργου).

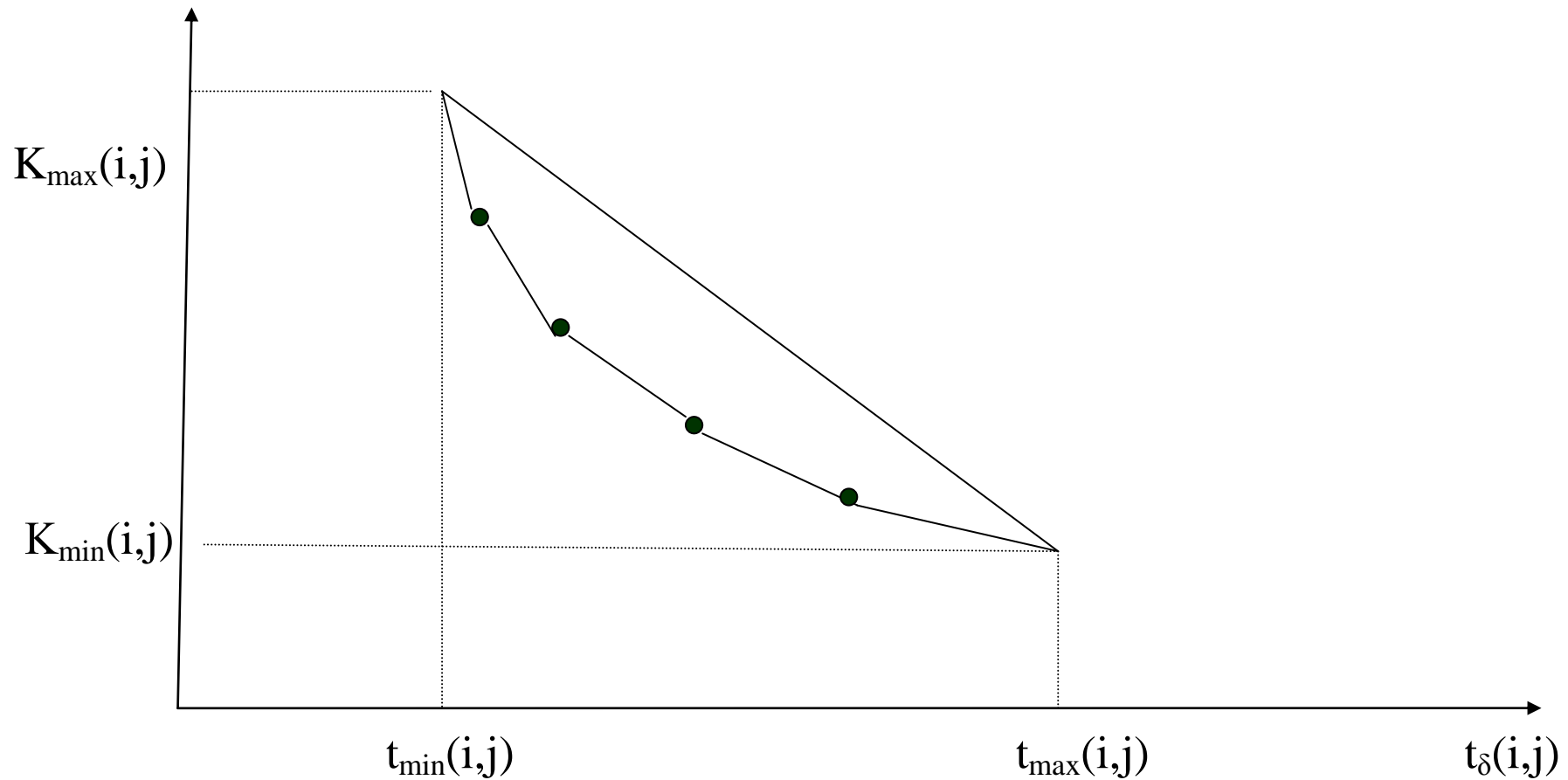
# Συνάρτηση Κόστους - Διάρκειας Δραστηριότητας

$$K_{\delta}(i,j) = F t_{\delta}(i,j)$$



# Προσεγγιστική Συνάρτηση Κόστους - Διάρκειας Δραστηριότητας

$$K_{\delta}(i,j) = F t_{\delta}(i,j)$$



## Συντελεστής Μεταβολής Κόστους Δραστηριότητας - $c(i, j)$

$$c(i, j) = \frac{K_{\max}(i, j) - K_{\min}(i, j)}{t_{\max}(i, j) - t_{\min}(i, j)}$$

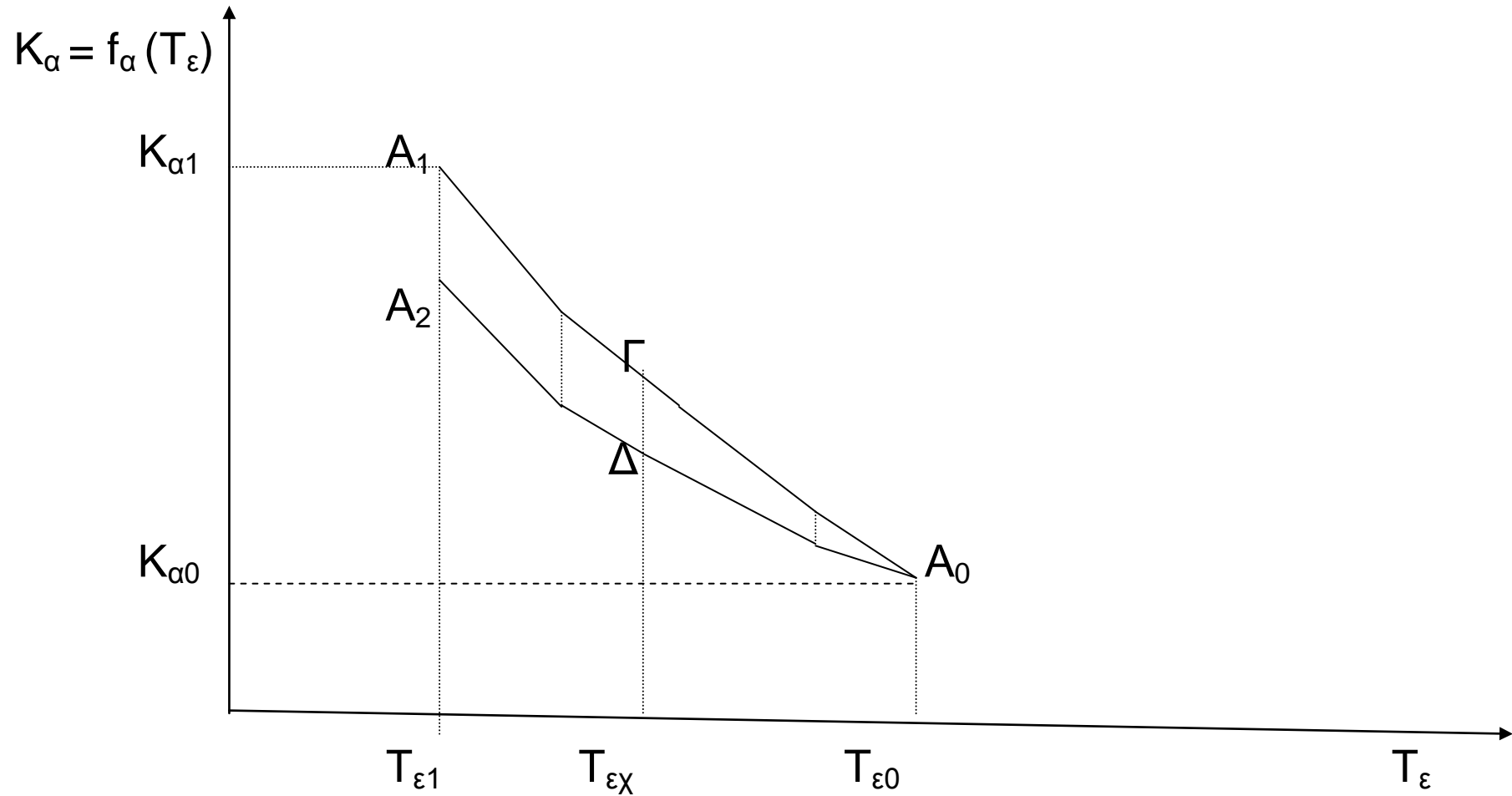
Εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα χρόνου (π.χ. € / ημέρα)

Δηλώνει το ποσό αύξησης (ή ελάττωσης) του κόστους της δραστηριότητας ανά χρονική μονάδα μείωσης (ή αύξησης) της διάρκειάς της ανάμεσα στα όρια  $t_{\min}$  και  $t_{\max}$ .

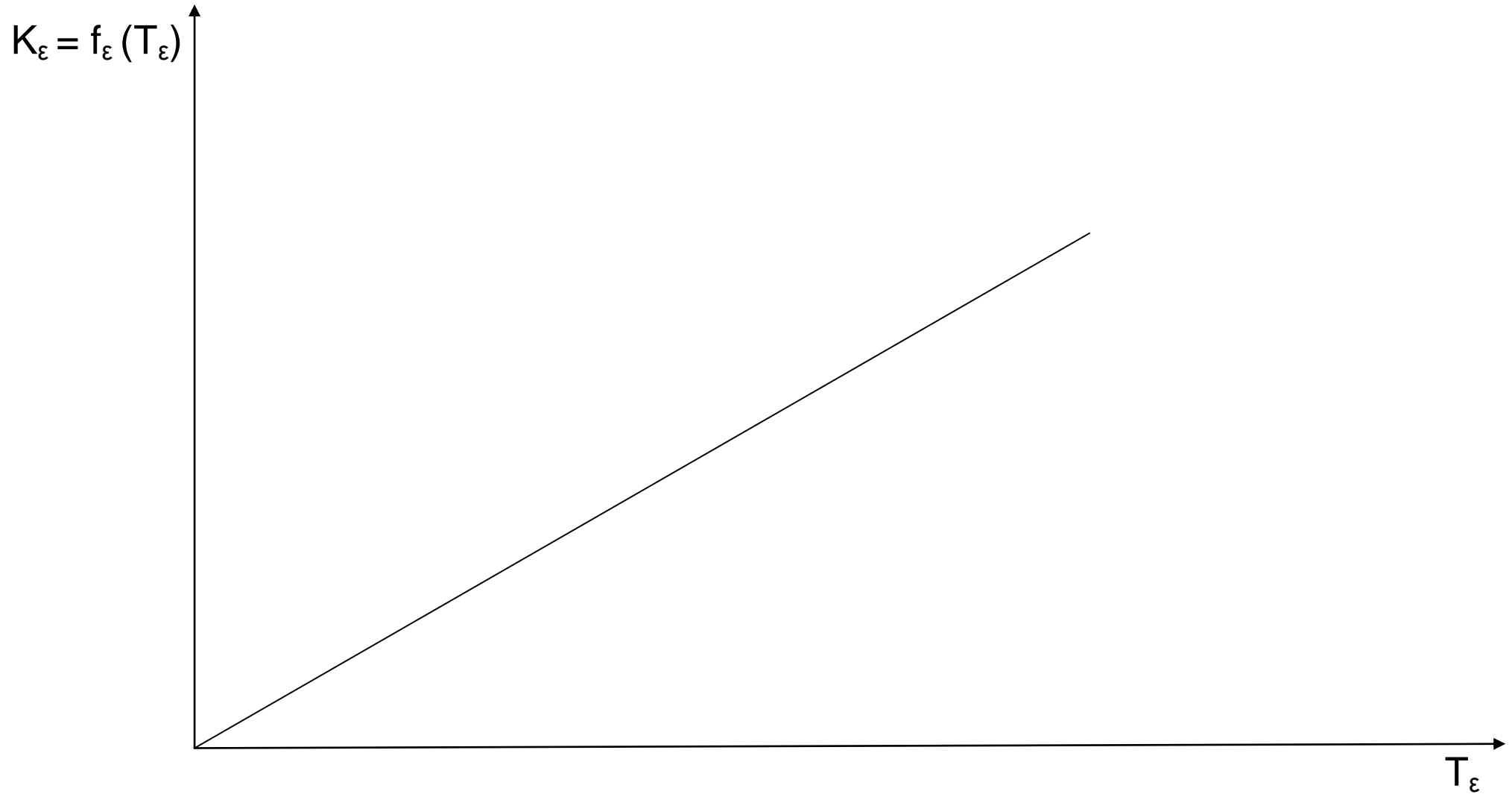
Για να μειωθεί η διάρκεια του έργου κατά μία χρονική μονάδα πρέπει να ελαττωθεί κατά μία χρονική μονάδα η διάρκεια της κρίσιμης δραστηριότητας με το μικρότερο συντελεστή μεταβολής κόστους.

Σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων της μίας κρίσιμων διαδρομών πρέπει να ελαττωθεί από κάθε κρίσιμη διαδρομή η διάρκεια της δραστηριότητας με το ελάχιστο  $c(i, j)$ . Επιλέγεται ο συνδυασμός δραστηριοτήτων με το ελάχιστο άθροισμα των αντίστοιχων συντελεστών μεταβολής κόστους.

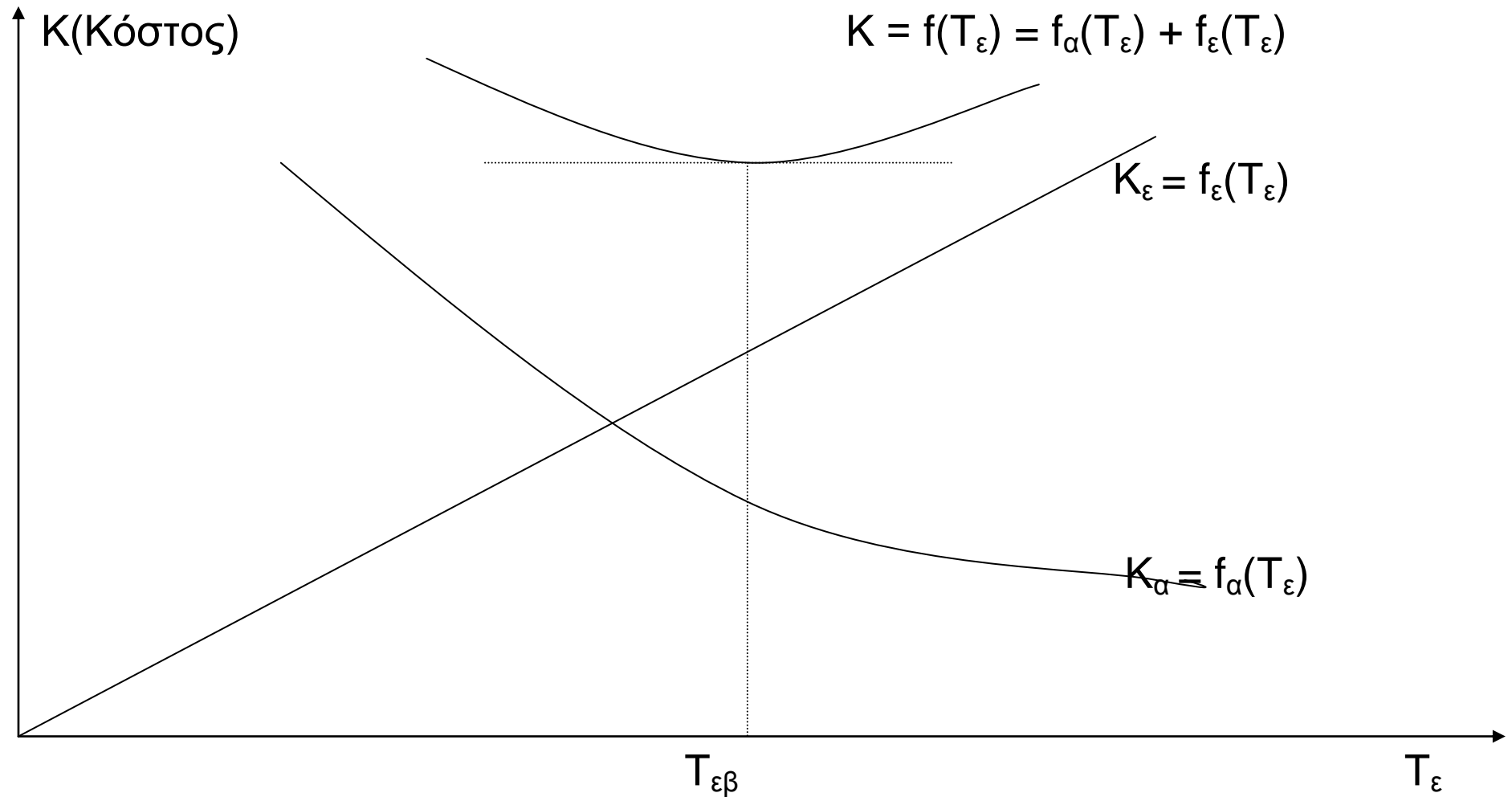
# Συνάρτηση Άμεσου Κόστους - Συνολικής Διάρκειας Έργου



# Συνάρτηση Έμμεσου Κόστους - Συνολικής Διάρκειας Έργου



# Συνάρτηση Συνολικού Κόστους - Διάρκειας Εκτέλεσης Έργου





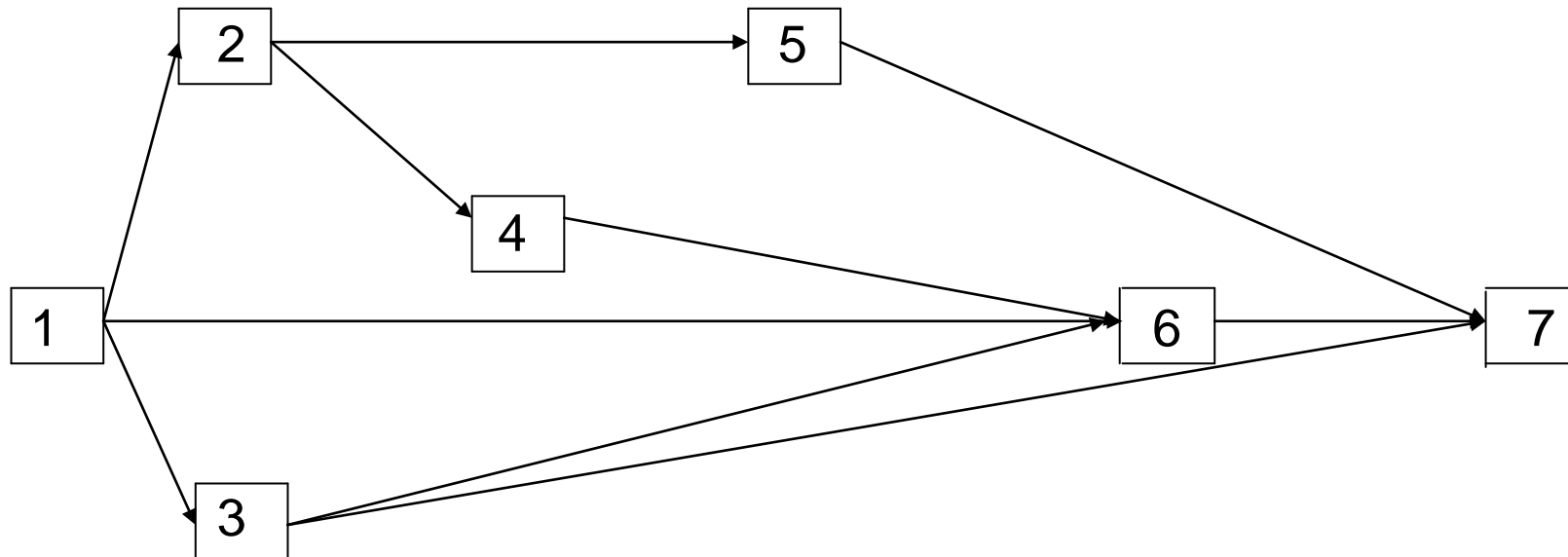
# Μεθοδολογία Εφαρμογής Μεθόδου CPM

- 1) Επίλυση του δικτύου με τις μέγιστες διάρκειες που αντιστοιχούν στο ελάχιστο κόστος τους. Προσδιορισμός κρίσιμης διαδρομής, διάρκειας εκτέλεσης του έργου και υπολογισμός του άμεσου, του έμμεσου και του συνολικού κόστους.
- 2) Ελάττωση της συνολικής διάρκειας του δικτύου του βήματος 1 κατά μία χρονική μονάδα. Αυτό επιτυγχάνεται ελαττώνοντας κατά μία χρονική μονάδα τη διάρκεια της κρίσιμης δραστηριότητας, η οποία έχει το μικρότερο συντελεστή μεταβολής κόστους  $c(i,j)$ . Με τον τρόπο αυτό το άμεσο κόστος αυξάνεται κατά την ελάχιστη δυνατή ποσότητα.
- 3) Επίλυση του δικτύου που διαμορφώθηκε στο βήμα 2 και υπολογισμός των βασικών στοιχείων διάρκειας και κόστους.

- 4) Η διάρκεια του έργου ελαττώνεται διαδοχικά ανά μία χρονική μονάδα, έως ότου αυτό αποκτήσει διάρκεια ίση με την ελάχιστη δυνατή. Κάθε φορά επιλέγεται, προκειμένου να ελαττωθεί η διάρκειά της, η κρίσιμη δραστηριότητα με τον ελάχιστο  $c_s(i,j)$  (ή σε περίπτωση που το αντίστοιχο δίκτυο έχει περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές, οι κρίσιμες δραστηριότητες με το ελάχιστο άθροισμα συντελεστών μεταβολής κόστους).
- 5) Ως βέλτιστος χρόνος εκτέλεσης του έργου επιλέγεται εκείνος, ο οποίος αντιστοιχεί στο μικρότερο συνολικό του κόστος.  
Επομένως το έργο πρέπει να προγραμματιστεί, έτσι ώστε κάθε δραστηριότητά του να εκτελεστεί με διάρκεια ίση προς τη διάρκειά της που αντιστοιχεί στο δίκτυο με το ελάχιστο συνολικό κόστος.

# 1<sup>ο</sup> Παράδειγμα Εφαρμογής της Μεθόδου CPM

Δίκτυο του έργου προμήθειας και εγκατάστασης εξοπλισμού πλοίου

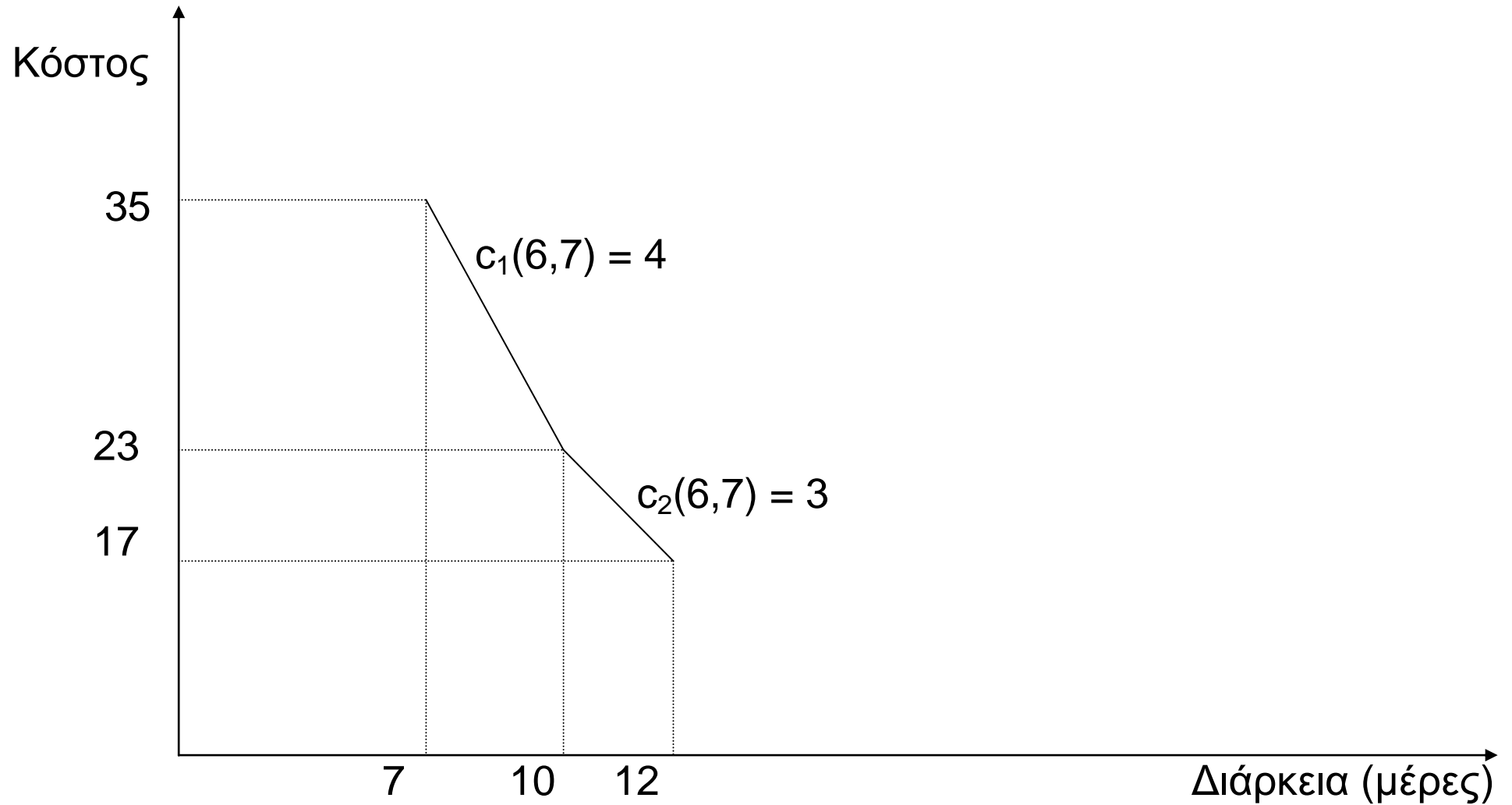


# Δραστηριότητες Προμήθειας και Εγκατάστασης Εξοπλισμού Πλοίου

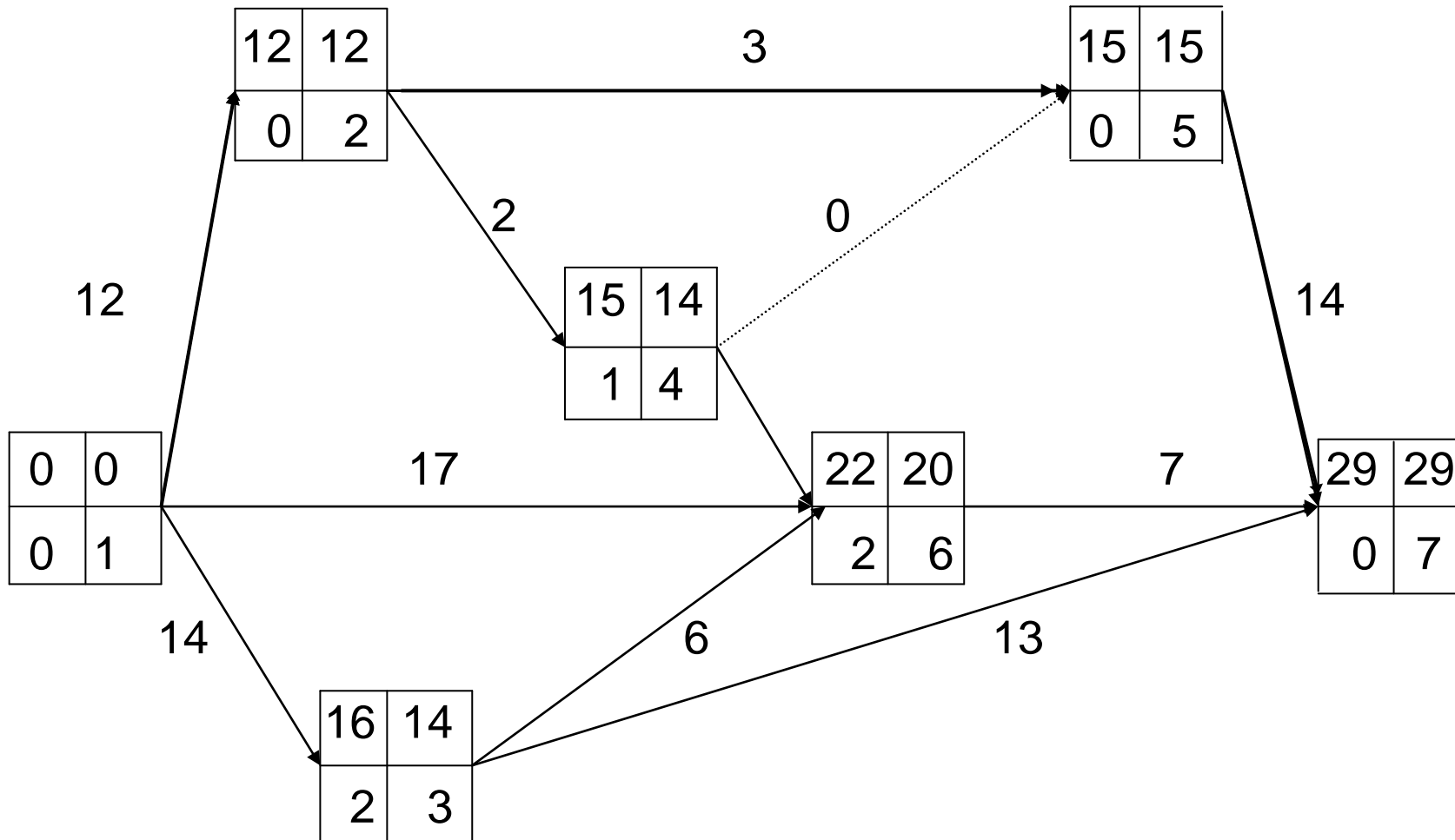
Δραστηριότητα (i,j)	Μέγιστη διάρκεια $t_{\max}(i,j)$	Ελάχιστο κόστος $K_{\min}(i,j)$	Ελάχιστη διάρκεια $t_{\min}(i,j)$	Μέγιστο κόστος $K_{\max}(i,j)$
1-2	15	30	12	39
1-6	20	40	17	49
1-3	15	10	14	15
2-5	5	10	3	20
2-4	3	5	2	16
3-6	7	8	6	10
3-7	17	30	13	38
4-6	8	15	6	25
4-5	0	0	0	0
5-7	16	10	14	12
6-7	12	17	10	23
6-7			7	35

Οι διάρκειες είναι εκφρασμένες σε μέρες και τα στοιχεία κόστους σε χιλιάδες ευρώ

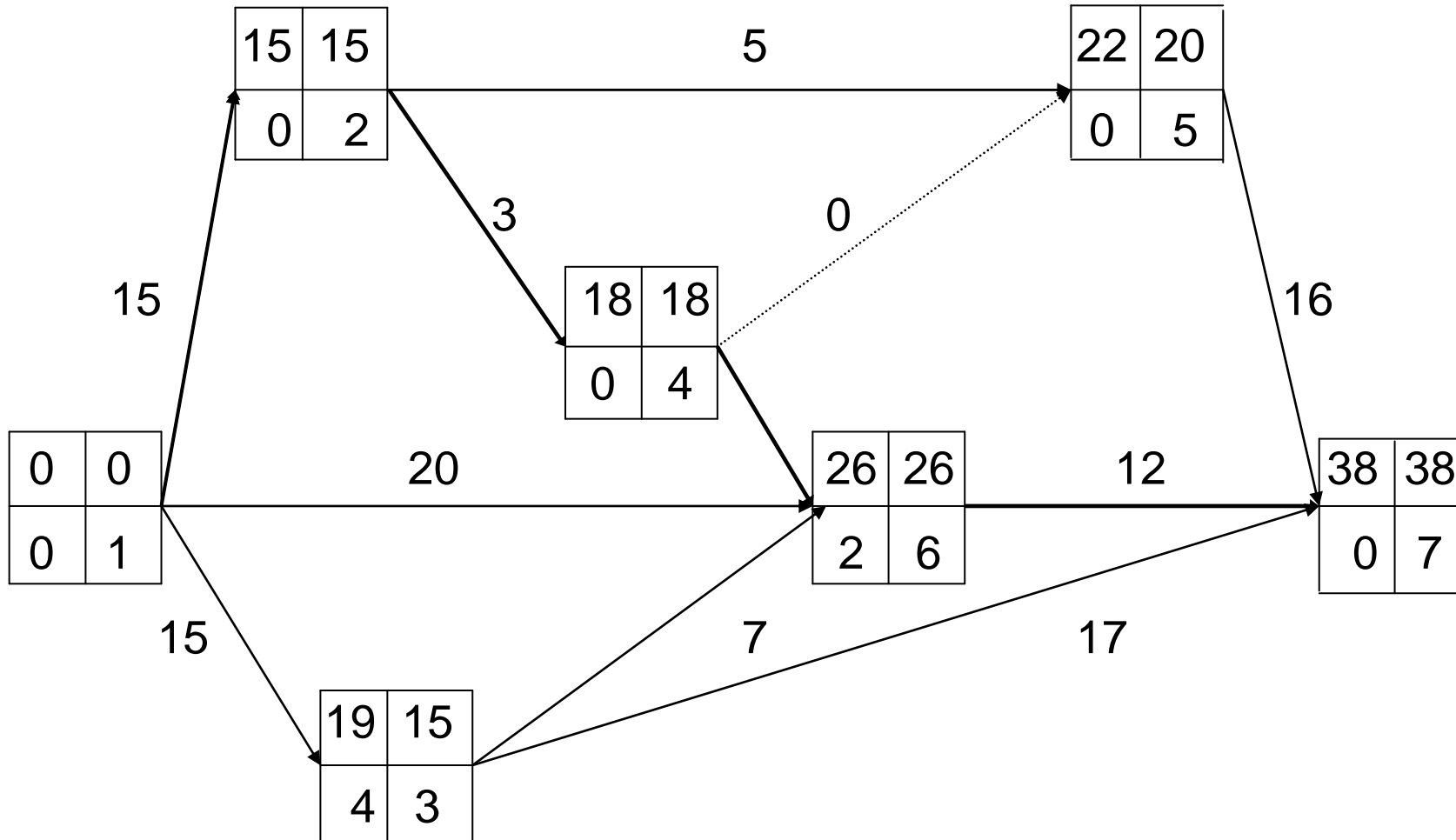
# Συνάρτηση Κόστους - Διάρκειας της Δραστηριότητας (6,7)



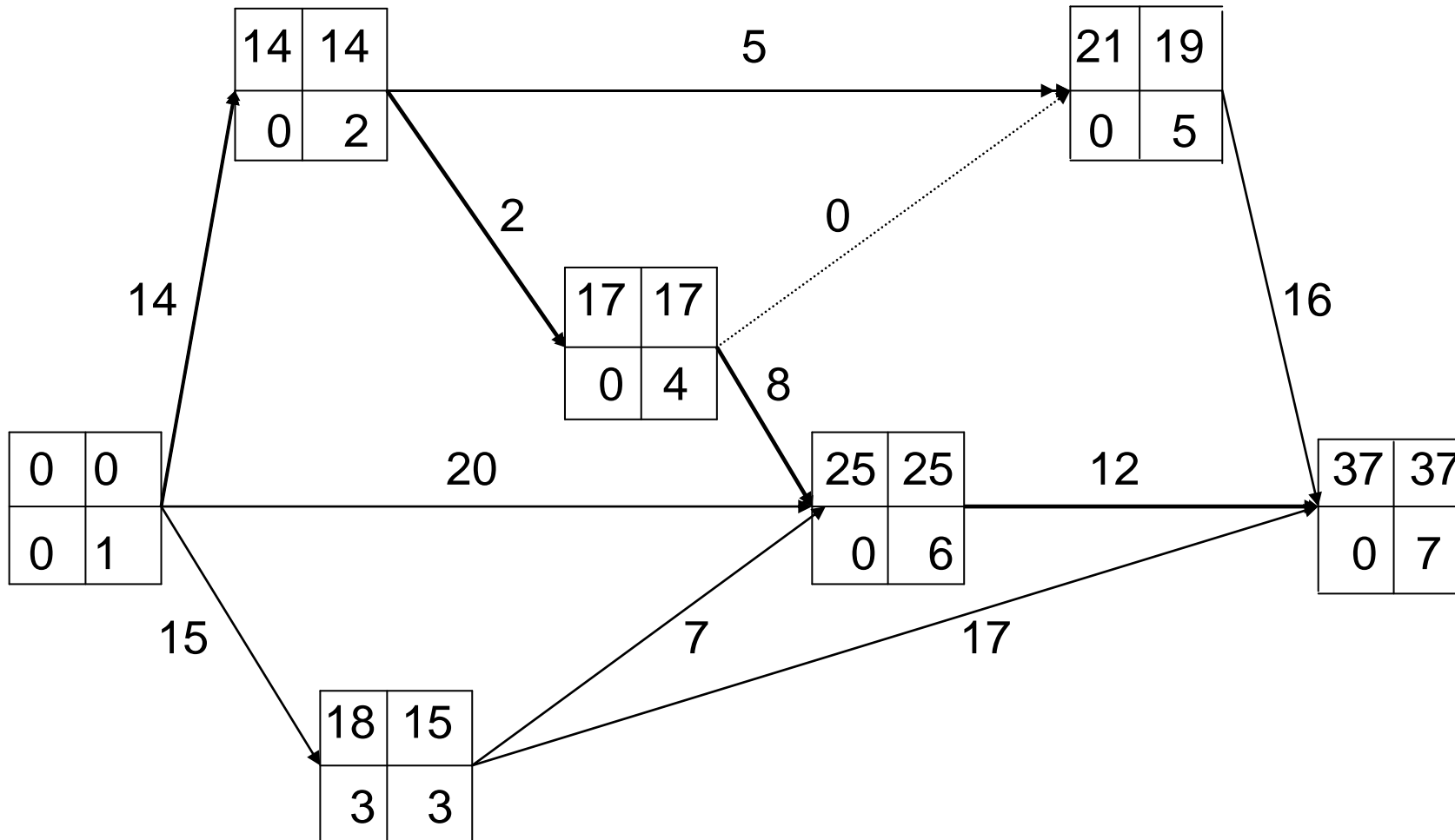
# Επίλυση του Δικτύου με Ελάχιστες Διάρκειες



# Επίλυση του Δικτύου με Ελάχιστο Άμεσο Κόστος (Μέγιστες Διάρκειες)

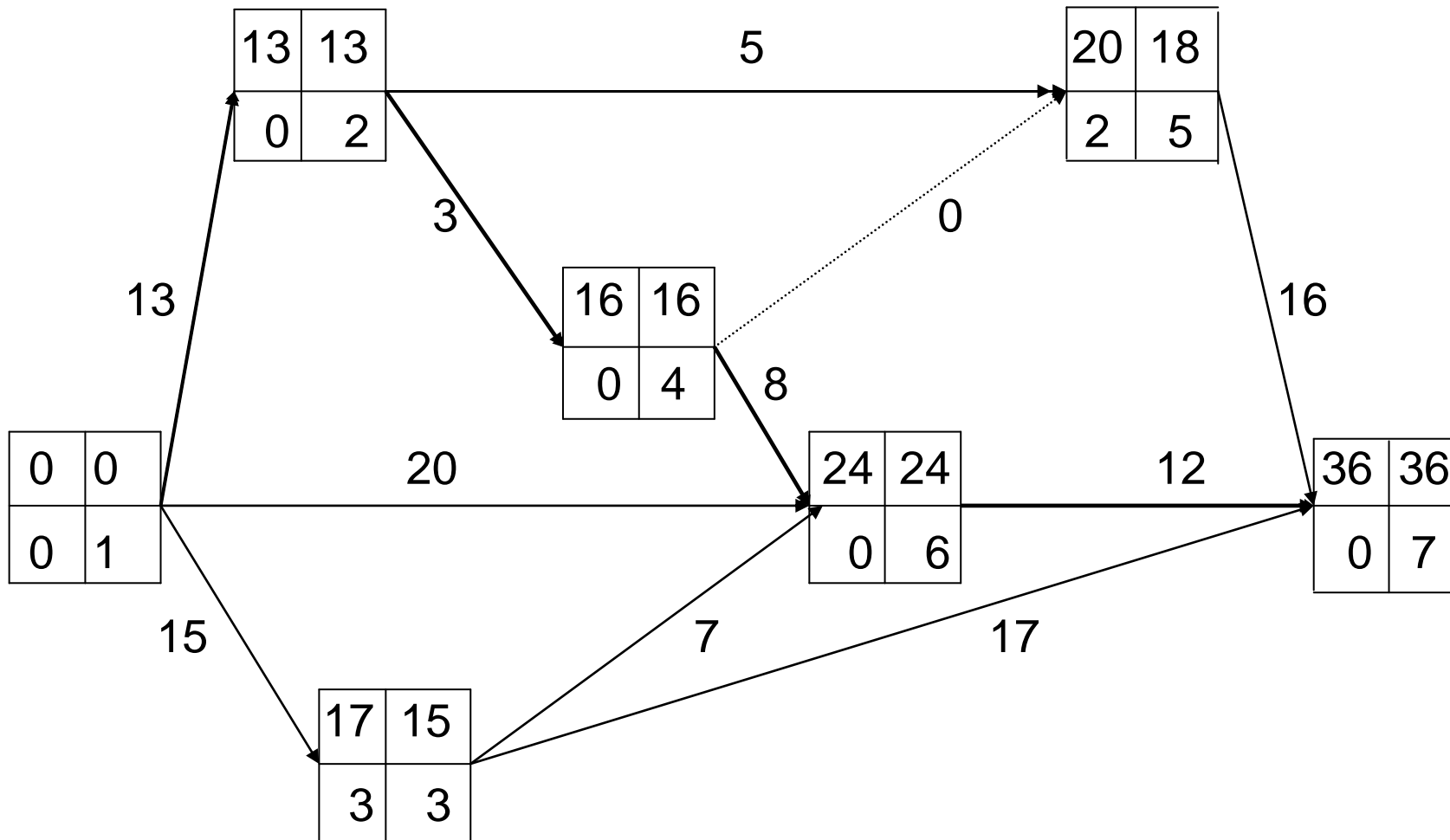


# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 37 Μέρες

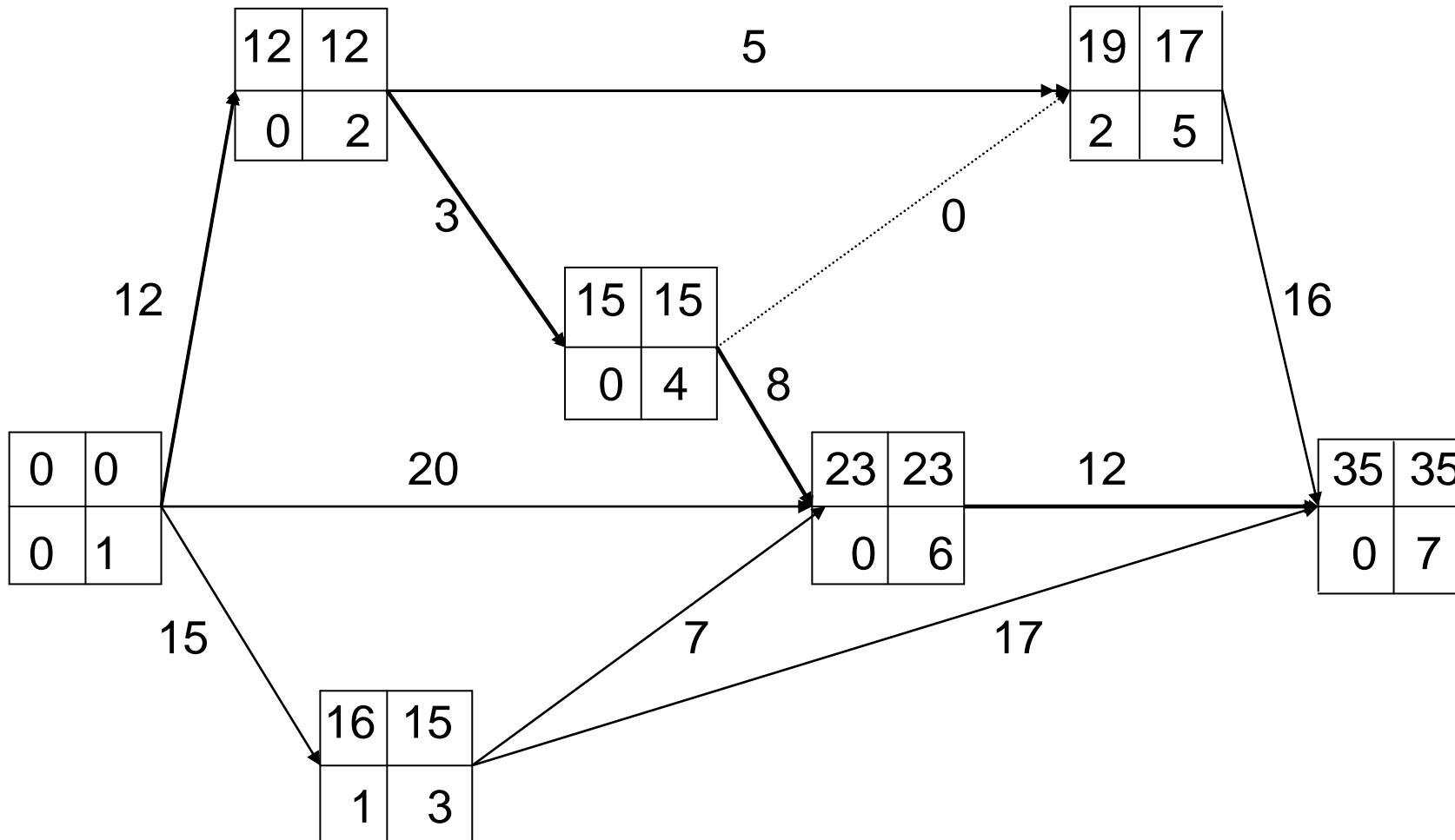




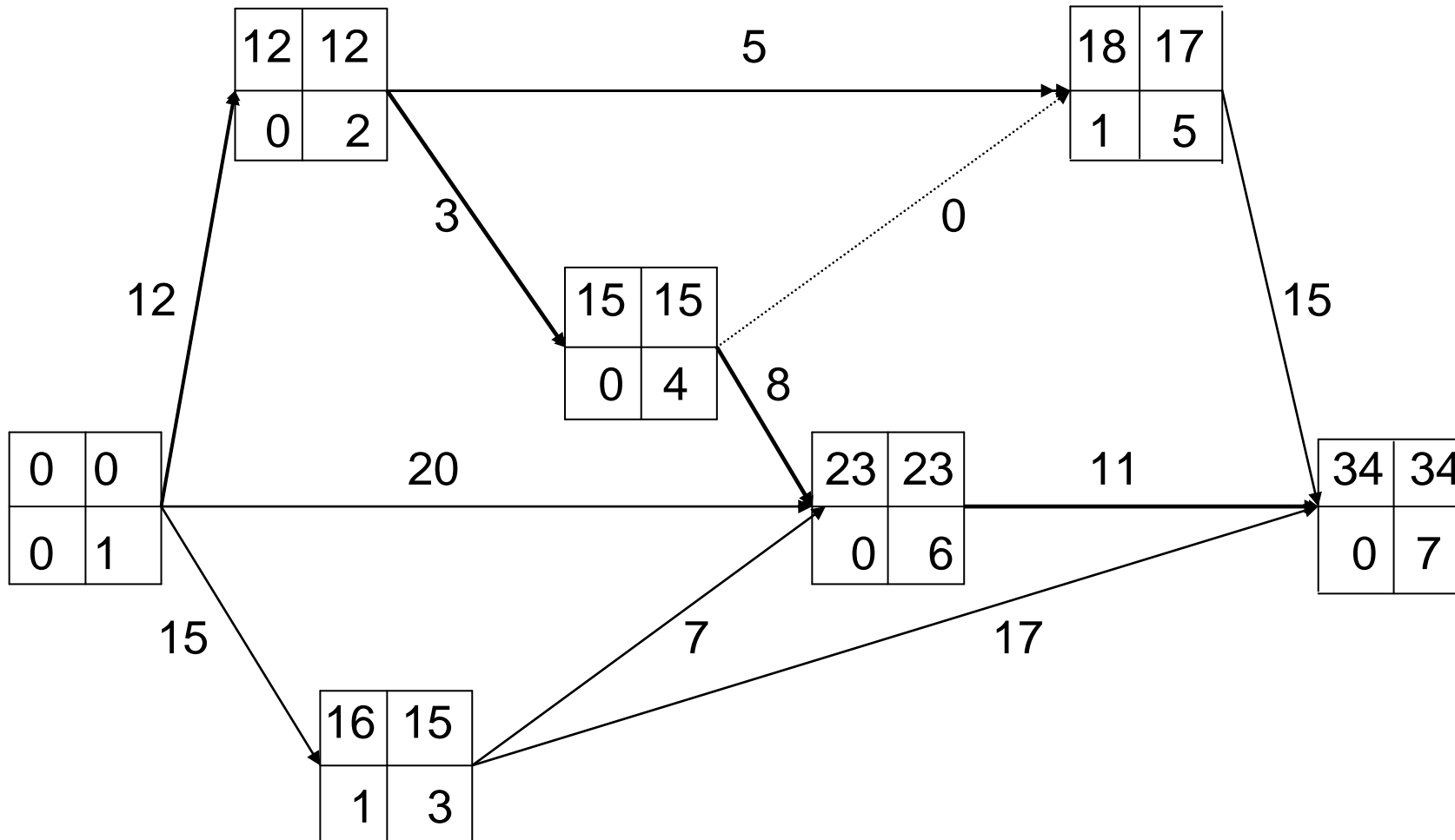
# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 36 Μέρες



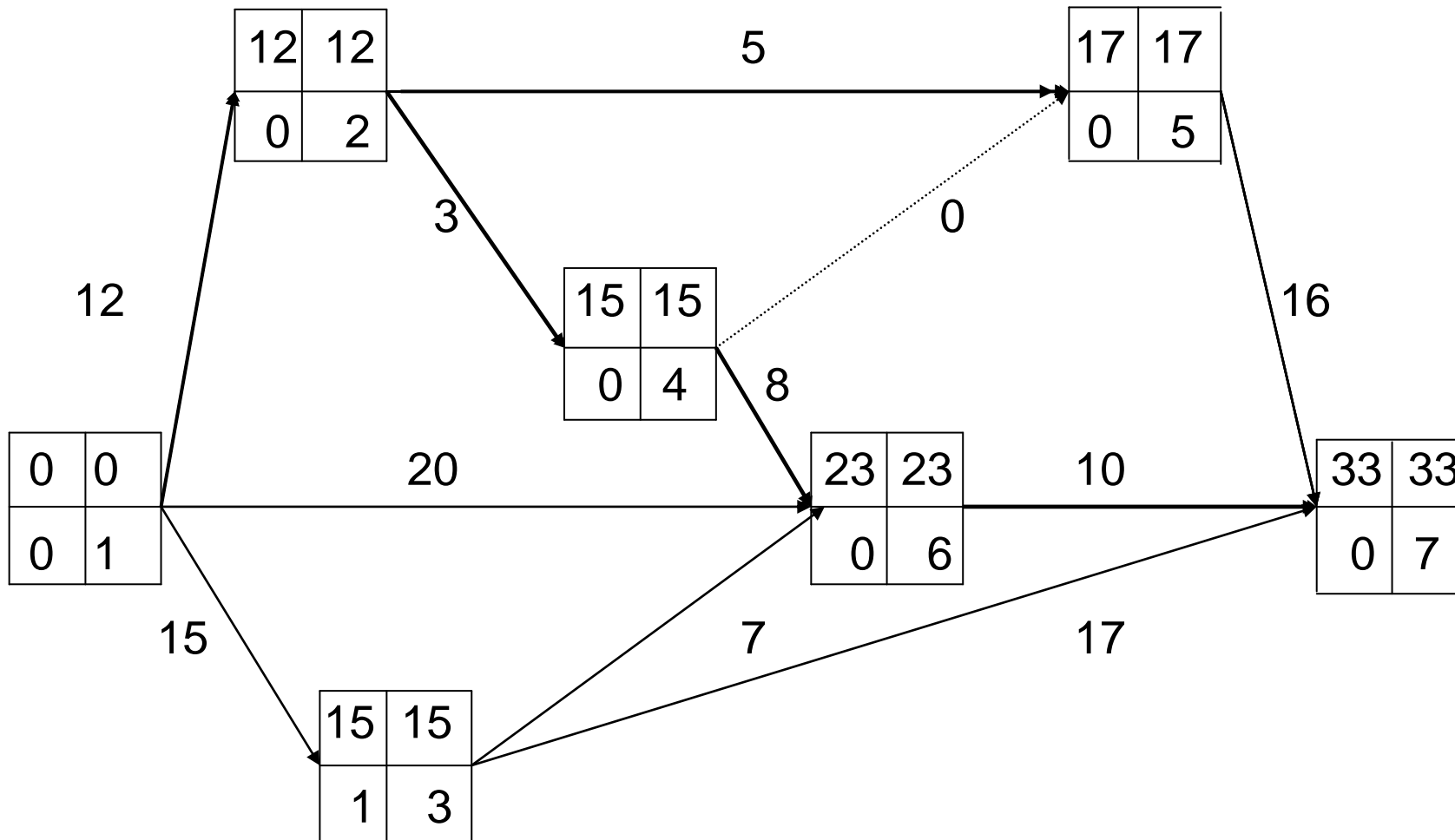
# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 35 Μέρες



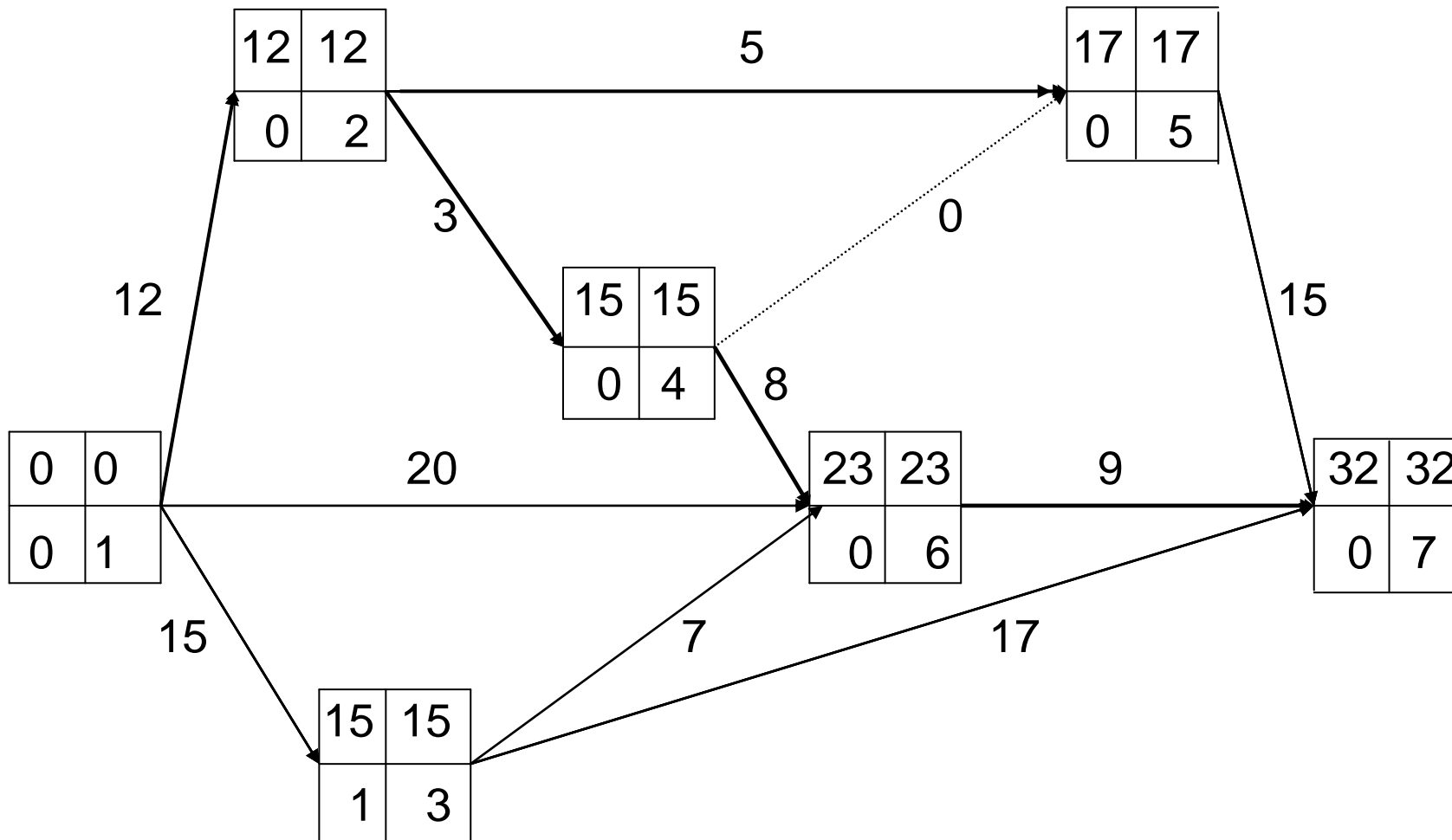
# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 34 Μέρες



# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 33 Μέρες



# Επίλυση Δικτύου με Διάρκεια Έργου 32 Μέρες



# Αριθμητικά Αποτελέσματα

Δραστηριότητα (i, j)	$t_{\max}(i,j)$	$t_{\min}(i,j)$	$c(i, j)$	Διάρκεια έργου								
				38	37	36	35	34	33	32	31	
1-2	15	12	3000	*	3000 *	3000 *	3000 *	*	*	*	*	
1-3	15	14	5000								*	
1-6	20	17	3000									
2-4	3	2	11000	*	*	*	*	*	*	*	*	
2-5	5	3	5000								*	
3-6	7	6	2000									
3-7	17	13	2000									2000
4-5	0	0	-									
4-6	8	6	5000	*	*	*	*	*	*	*	*	
5-7	16	14	1000								1000 *	1000
6-7	12	10	3000	*	*	*	*	3000 *	3000 *			
		7	4000								4000 *	4000
Άμεσο κόστος $K_{\alpha} = f_{\alpha}(T_{\epsilon})$				175.000	178.000	181.000	184.000	187.000	190.000	195.000	202.000	
Έμμεσο κόστος $K_{\epsilon} = f_{\epsilon}(T_{\epsilon})$				152.000	148.000	144.000	140.000	136.000	132.000	128.000	124.000	
Συνολικό κόστος $K = f(T_{\epsilon})$				327.000	326.000	325.000	324.000	323.000	322.000	323.000	326.000	

↑  
Άριστη λύση

## 2<sup>ο</sup> Παράδειγμα Εφαρμογής Μεθόδου CPM

Δραστηριότητα	Κανονικός χρόνος ( $N_i$ )	Συμπιεσμένος χρόνος ( $C_i$ )	Κανονικό κόστος ( $NC_i$ )	Κόστος μέγιστης συμπίεσης ( $CC_i$ )	Κόστος συμπίεσης ανά ημέρα ( $RC_i$ )
A	15	10	10	15	1
B	10	6	5	9	1
C	5	2	80	140	20
D	18	11	50	85	5
E	3	1	10	30	10
F	8	4	20	28	2
G	10	7	15	30	5
H	12	6	30	54	4
I	7	4	5	14	3

# Αποτελέσματα Μεθόδου CPM με τα Κανονικά Δεδομένα (WinQSB)

(κανονικά κόστη και χρόνοι)

	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	15	0	15	0	15	0
2	B	Yes	10	15	25	15	25	0
3	C	no	5	15	20	20	25	5
4	D	Yes	18	25	43	25	43	0
5	E	no	3	20	23	62	65	42
6	F	no	8	43	51	45	53	2
7	G	Yes	10	43	53	43	53	0
8	H	Yes	12	53	65	53	65	0
9	I	Yes	7	65	72	65	72	0
	Project Completion	Time	=	72	days			
	Total Cost of	Project	=	\$225	(Cost on	CP =	\$115)	
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			



# Αποτελέσματα Μεθόδου CPM με Δεδομένα Πλήρους Συμπίεσης (συμπιεσμένα κόστη και χρόνοι)

	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	10	0	10	0	10	0
2	B	Yes	6	10	16	10	16	0
3	C	no	2	10	12	14	16	4
4	D	Yes	11	16	27	16	27	0
5	E	no	1	12	13	39	40	27
6	F	no	4	27	31	30	34	3
7	G	Yes	7	27	34	27	34	0
8	H	Yes	6	34	40	34	40	0
9	I	Yes	4	40	44	40	44	0
	Project Completion	Time	=	44	days			
	Total Cost of Project	=	\$405	(Cost on CP =	\$207)			
	Number of Critical Path(s)	=	1					

## Συμπίεση στις 44 Μέρες με τον Αλγόριθμο Συμπίεσης (υπολογίζοντας το πραγματικό απαιτούμενο επιπλέον κόστος)

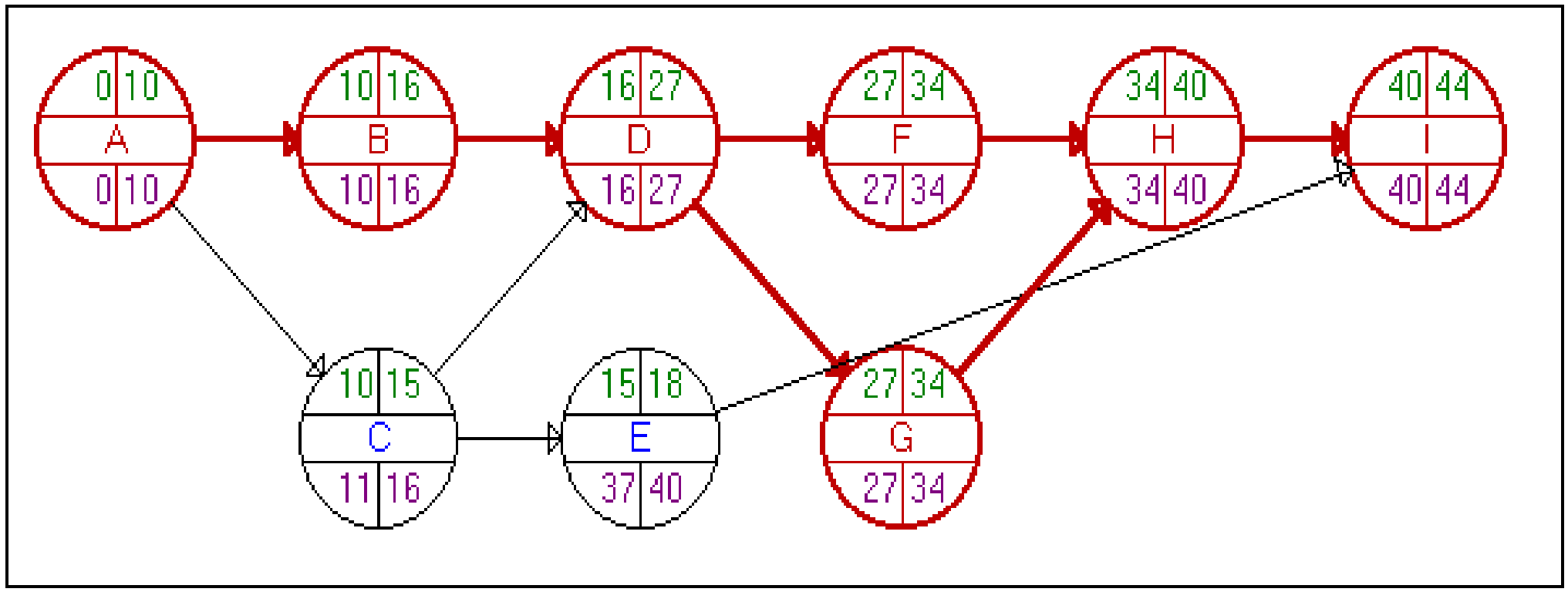
	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	15	10	10	\$5	\$10	\$15
2	B	Yes	10	6	6	\$4	\$5	\$9
3	C	no	5	2	5	0	\$80	\$80
4	D	Yes	18	11	11	\$35	\$50	\$85
5	E	no	3	1	3	0	\$10	\$10
6	F	Yes	8	4	7	\$2	\$20	\$22
7	G	Yes	10	7	7	\$15	\$15	\$30
8	H	Yes	12	6	6	\$24	\$30	\$54
9	I	Yes	7	4	4	\$9	\$5	\$14
	Overall Project:				44	\$94	\$225	\$319

## Υπόλοιποι Υπολογισμοί Μεθόδου CPM για τις 44 Μέρες

	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	10	0	10	0	10	0
2	B	Yes	6	10	16	10	16	0
3	C	no	5	10	15	11	16	1
4	D	Yes	11	16	27	16	27	0
5	E	no	3	15	18	37	40	22
6	F	Yes	7	27	34	27	34	0
7	G	Yes	7	27	34	27	34	0
8	H	Yes	6	34	40	34	40	0
9	I	Yes	4	40	44	40	44	0
	Project Completion	Time	=	44	days			
	Total Cost of Project	=	\$319	(Cost on CP = \$229)				
	Number of Critical Path(s)	=	2					

## Κρίσιμες διαδρομές για τις 44 ημέρες:

- $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow H \rightarrow I$  (κόστος = 199)
- $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I$  (κόστος = 207)



## Βήμα – Βήμα Συμπίεση στις 59 Μέρες

	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	15	10	10	\$5	\$10	\$15
2	B	Yes	10	6	6	\$4	\$5	\$9
3	C	no	5	2	5	0	\$80	\$80
4	D	Yes	18	11	18	0	\$50	\$50
5	E	no	3	1	3	0	\$10	\$10
6	F	no	8	4	8	0	\$20	\$20
7	G	Yes	10	7	10	0	\$15	\$15
8	H	Yes	12	6	11	\$4	\$30	\$34
9	I	Yes	7	4	4	\$9	\$5	\$14
	Overall Project:				59	\$22	\$225	\$247

1<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 1

2<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 1

3<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 3

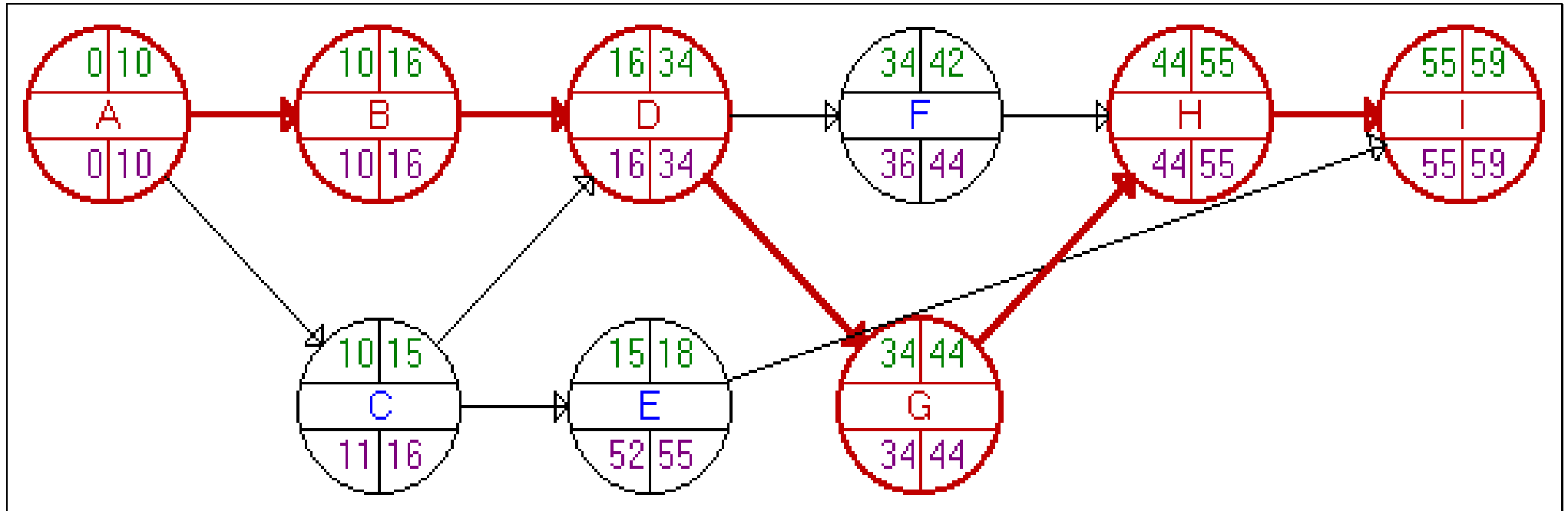
4<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 4

# Αποτελέσματα Υπολογισμών Μεθόδου CPM για 59 Μέρες

	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	10	0	10	0	10	0
2	B	Yes	6	10	16	10	16	0
3	C	no	5	10	15	11	16	1
4	D	Yes	18	16	34	16	34	0
5	E	no	3	15	18	52	55	37
6	F	no	8	34	42	36	44	2
7	G	Yes	10	34	44	34	44	0
8	H	Yes	11	44	55	44	55	0
9	I	Yes	4	55	59	55	59	0
	Project	Completion	Time	=	59	days		
	Total	Cost of	Project	=	\$247	(Cost on	CP =	\$137)
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			

Κρίσιμη διαδρομή στις 59 ημέρες:

**A → B → D → G → H → I** (κόστος = 137)



# Παραλλαγή: Συνολικός Προϋπολογισμός = 300 Χρημ. Μονάδες

	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	15	10	10	\$5	\$10	\$15
2	B	Yes	10	6	6	\$4	\$5	\$9
3	C	no	5	2	5	0	\$80	\$80
4	D	Yes	18	11	12	\$30	\$50	\$80
5	E	no	3	1	3	0	\$10	\$10
6	F	no	8	4	8	0	\$20	\$20
7	G	Yes	10	7	10	0	\$15	\$15
8	H	Yes	12	6	6	\$24	\$30	\$54
9	I	Yes	7	4	4	\$9	\$5	\$14
	Overall Project:				48	\$72	\$225	\$297

5<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 5

4<sup>η</sup>, μοναδιαίο κόστος = 4, εξαντλείται



## Συνεχίζοντας τη Συμπίεση σε Ακέραιες Χρονικές Μονάδες

	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	15	10	10	\$5	\$10	\$15
2	B	Yes	10	6	6	\$4	\$5	\$9
3	C	no	5	2	5	0	\$80	\$80
4	D	Yes	18	11	11	\$35	\$50	\$85
5	E	no	3	1	3	0	\$10	\$10
6	F	no	8	4	8	0	\$20	\$20
7	G	Yes	10	7	10	0	\$15	\$15
8	H	Yes	12	6	6	\$24	\$30	\$54
9	I	Yes	7	4	4	\$9	\$5	\$14
	Overall Project:				47	\$77	\$225	\$302

Η συμπίεση στις 47 ημέρες έχει συνολικό κόστος 302 (δηλαδή 297 + 5).

Άρα, ο προϋπολογισμός δεν μπορεί να καλύψει το κόστος για μία ακόμη ημέρα.

## Συμπίεση Ακριβώς στα Όρια των 300 Χρηματικών Μονάδων

	Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
1	A	Yes	15	10	10	\$5	\$10	\$15
2	B	Yes	10	6	6	\$4	\$5	\$9
3	C	no	5	2	5	0	\$80	\$80
4	D	Yes	18	11	11.4	33.00	\$50	83.00
5	E	no	3	1	3	0	\$10	\$10
6	F	no	8	4	8	0	\$20	\$20
7	G	Yes	10	7	10	0	\$15	\$15
8	H	Yes	12	6	6	\$24	\$30	\$54
9	I	Yes	7	4	4	\$9	\$5	\$14
	Overall Project:				47.40	75.00	\$225	300.00

Κερδίζουμε 0.6 ημέρες ακόμη, με κόστος  $0.6 \times 5 = 3$  (+297 = 300)

Συνολικά, συμπίεση της D κατά 6.6 ημέρες με κόστος 33 μονάδες

# Τυπικά Ερωτήματα που Μπορούν να Διερευνηθούν με τη CPM

1. Αν το έργο πρέπει να ολοκληρωθεί μέχρι μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή που είναι μικρότερη από τη διάρκεια του έργου που έχει υπολογιστεί με τους κανονικούς χρόνους των δραστηριοτήτων:

*Ποιες δραστηριότητες πρέπει να συμπιεστούν, για πόσες μονάδες χρόνου, και πόσο θα είναι το κόστος, ώστε να ολοκληρωθεί το έργο την απαιτούμενη χρονική στιγμή;*

2. Αν έχουμε στη διάθεσή μας ένα συγκεκριμένο κεφάλαιο, με το οποίο μπορούμε να επιχειρήσουμε να μειώσουμε τη διάρκεια του έργου:

*Μέχρι πόσες χρονικές μονάδες μπορεί να ελαττωθεί η διάρκεια του έργου έχοντας αυτόν τον προϋπολογισμό;*

# Πλεονεκτήματα των Μεθόδων PERT και CPM

- Εξαιρετικά χρήσιμες όταν προγραμματίζουμε και ελέγχουμε μεγάλα έργα
- Απλές έννοιες και όχι μαθηματικά πολύπλοκες
- Γραφικά διαγράμματα που στοχεύουν στην αντίληψη των σχέσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων του έργου
- Η κρίσιμη διαδρομή και τα χρονικά περιθώρια στοχεύουν στον εντοπισμό των δραστηριοτήτων, οι οποίες πρέπει να παρακολουθούνται στενά
- Η τεκμηρίωση του έργου και τα γραφικά διαγράμματα επισημαίνουν ποιος είναι υπεύθυνος για διάφορες δραστηριότητες
- Εφαρμόσιμες σε ευρεία ποικιλία έργων

# Περιορισμοί των Μεθόδων PERT και CPM

- Θεωρούν σαφώς καθορισμένες, ανεξάρτητες και σταθερές δραστηριότητες
- Προκαθορισμένες σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων
- Στην τεχνική PERT οι χρόνοι των δραστηριοτήτων ακολουθούν την κατανομή Β με υποκειμενικές χρονικές εκτιμήσεις
- Υπερβολική έμφαση στην κρίσιμη διαδρομή, αγνοώντας άλλες «υπο-κρίσιμες» διαδρομές που μπορεί να διαρκούν ελάχιστα λιγότερο από την κρίσιμη και υπάρχει ενδεχόμενο να την ξεπεράσουν σε διάρκεια.  
Σε μία τέτοια περίπτωση αγνοείται μία διαδρομή που μπορεί να διαρκέσει Περισσότερο από την τυπικά κρίσιμη. Το γεγονός αυτό θα οδηγήσει σε λανθασμένους υπολογισμούς λόγω υποτίμησης της πραγματικής διάρκειας του έργου.

# Σύνοψη

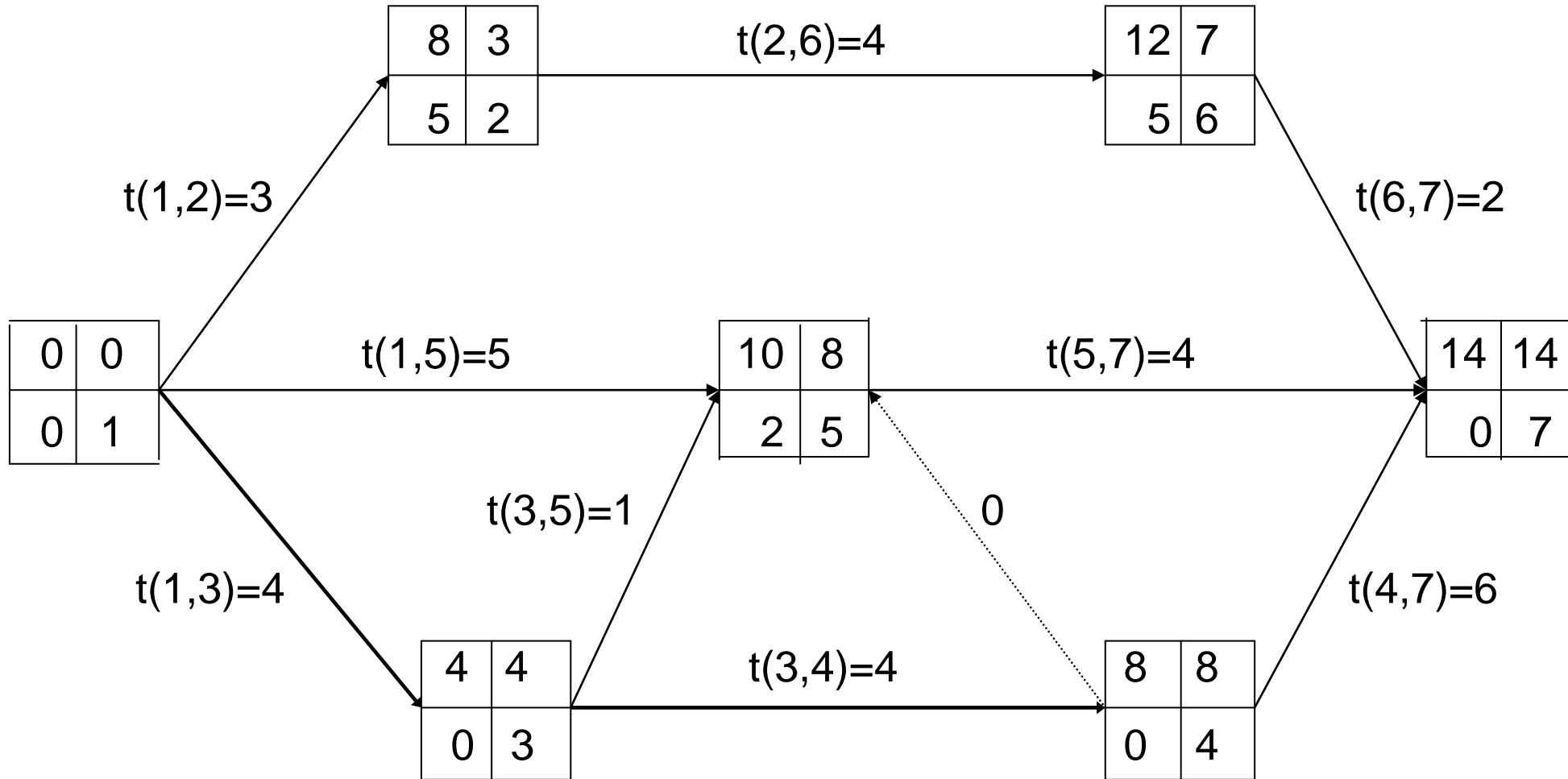
- Ένα έργο είναι ένα μοναδικό γεγονός κάποιας διάρκειας που καταναλώνει πηγές και έχει σχεδιαστεί για να επιτύχει ένα στόχο σε μία δεδομένη χρονική περίοδο.
- Κάθε έργο περνάει από έναν κύκλο πέντε φάσεων: σύλληψη, μελέτη σκοπιμότητας, σχεδιασμό, εκτέλεση και τερματισμό.
- Οι δύο βασικές τεχνικές είναι η PERT και η CPM:
  - Η PERT χρησιμοποιεί πιθανολογικές χρονικές εκτιμήσεις.
  - Η CPM χρησιμοποιεί ντετερμινιστικές χρονικές εκτιμήσεις.
- Η PERT και η CPM καθορίζουν την κρίσιμη διαδρομή του έργου και τον εκτιμώμενο χρόνο ολοκλήρωσής του.
- Για μεγάλα έργα χρησιμοποιούνται προγράμματα λογισμικού για να εντοπίσουν την κρίσιμη διαδρομή, να ελαχιστοποιήσουν το κόστος και να προγραμματίσουν τη χρήση των διαθέσιμων πόρων.

- Η τεχνική PERT χρησιμοποιεί πιθανολογικές χρονικές εκτιμήσεις για να καθορίσει την πιθανότητα κατά την οποία ένα έργο θα είναι ολοκληρωμένο σε συγκεκριμένο χρόνο.
- Για να συμπίεσθεί η διάρκεια του έργου (crashing) πρέπει να έχει προσδιοριστεί η κρίσιμη διαδρομή και το κόστος της μείωσης της διάρκειας συγκεκριμένων δραστηριοτήτων. Η συμπίεση της διάρκειας δραστηριοτήτων που δεν είναι μέσα στην κρίσιμη διαδρομή δεν μειώνει το χρόνο ολοκλήρωσης του έργου.

# Προγραμματισμός Δυναμικού (Resource Scheduling)



# Παράδειγμα Δικτύου Διαγράμματος Gantt

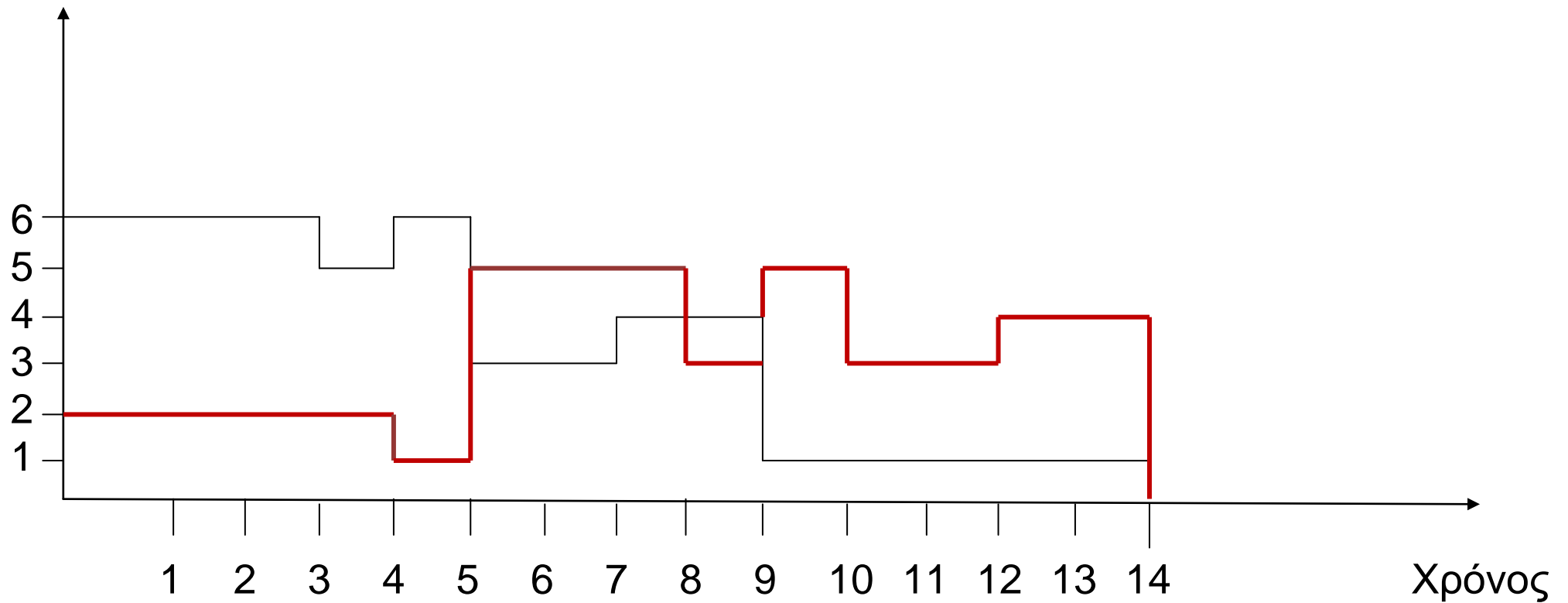


# Διάγραμμα Gantt

Γεγονός		Διάρκεια		Χρονικές Περίοδοι														
i	j	t(i,j)	Δ1-Δ2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	3	4	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2											
3	4	4	1-3					1-3	1-3	1-3	1-3							
4	7	6	0-2									0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	
1	2	3	3-4	[3-4]	[3-4]	[3-4]			(3-4)	(3-4)	(3-4)							
1	5	5	1-5	[1-5]	[1-5]	[1-5]	[1-5]	[1-5]	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)					
2	6	4	2-4				[2-4]	[2-4]	[2-4]	[2-4]		(2-4)	(2-4)	(2-4)	(2-4)			
3	5	1	2-3					[2-3]					(2-3)					
6	7	2	3-4								[3-4]	[3-4]				(3-4)	(3-4)	
5	7	4	1-1									[1-1]	[1-1]	1-1	1-1	(1-1)	(1-1)	
Δυναμικό Δ1-Δ2 για νωρίτερο χρόνο έναρξης				6-11	6-11	6-11	5-11	6-15	3-7	3-7	4-7	+	4-7	1-3	1-3	1-3	0-2	0-2
Δυναμικό Δ1-Δ2 για αργότερο χρόνο έναρξης				2-2	2-2	2-2	2-2	1-3	5-12	5-12	5-12	3-11	5-14	3-7	3-7	4-7	4-7	

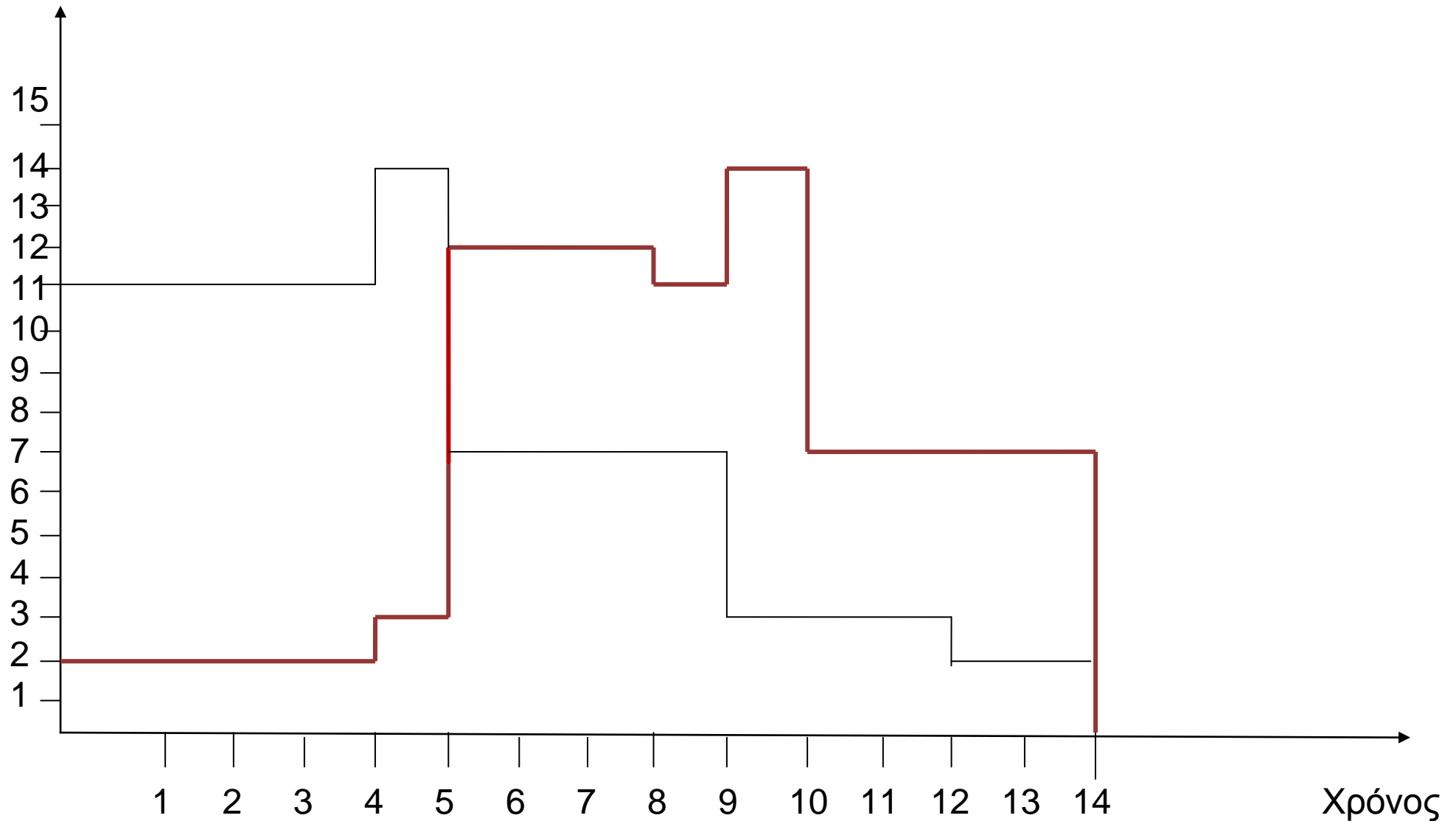
# Διάγραμμα Απαιτήσεων Πρώτου Είδους Δυναμικού (Δ1)

Απαιτήσεις

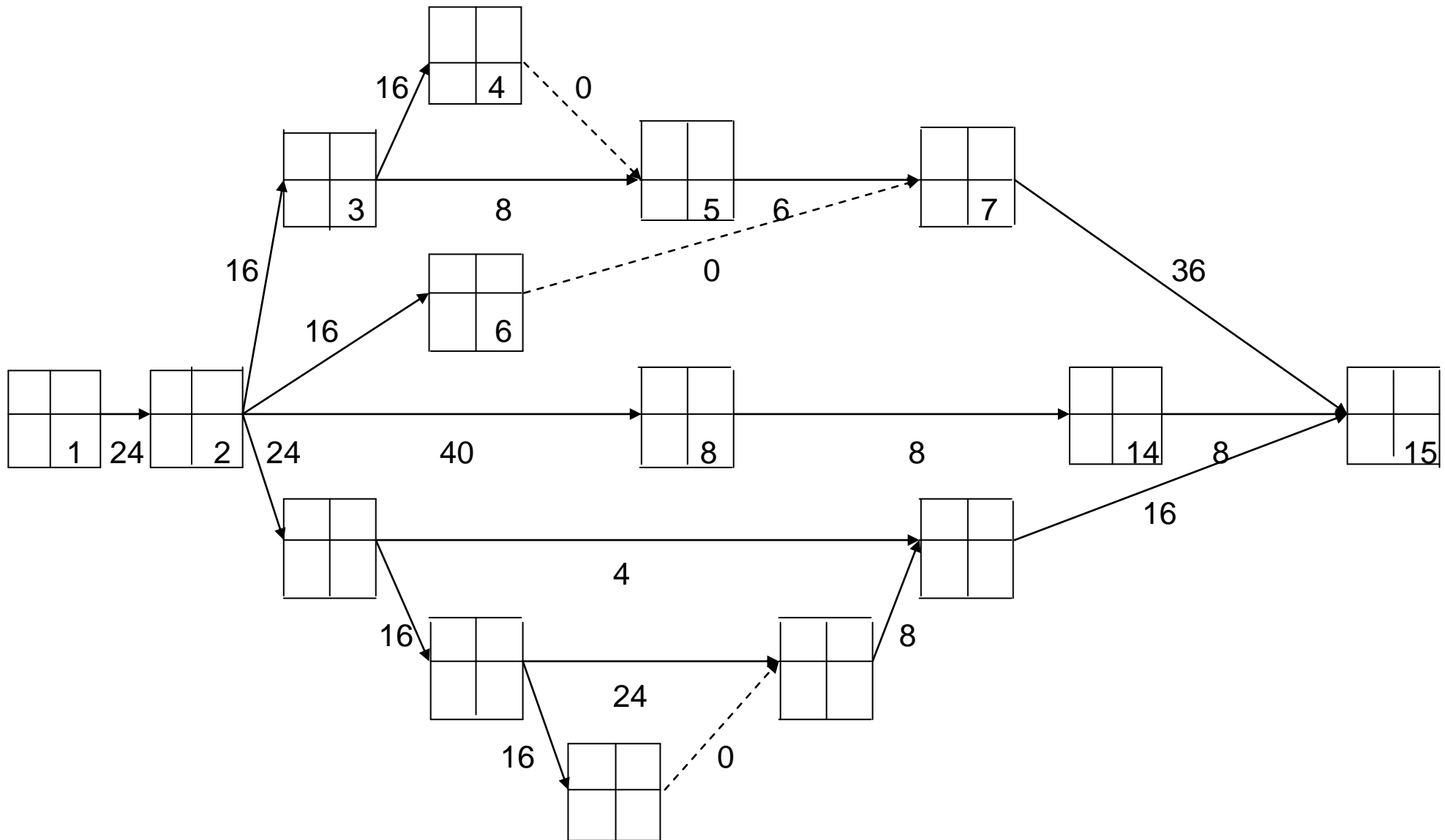


# Διάγραμμα Απαιτήσεων Δεύτερου Είδους Δυναμικού (Δ2)

Απαιτήσεις



# Έργο Συντήρησης Μονάδας Διυλιστηρίου



# Έργο Συντήρησης Μονάδας Διυλιστηρίου

## Χρονικά μεγέθη δραστηριοτήτων

Εργασία			Χρόνοι Γεγονότων				Κρίσιμη Διαδρομή	Χρονικά Περιθώρια	
Γεγονότα	Διάρκεια	(ώρες)	NXE	NXL	AXE	AXL		Συνολικό	Ελεύθερο
i	j								
1	2	24	0	24	0	24	√	0	0
2	3	16	24	40	38	54		14	0
2	6	16	24	40	60	76		36	0
2	8	40	24	64	64	104		40	0
2	9	24	24	48	24	48	√	0	0
3	4	16	40	56	54	70		14	0
3	5	8	40	48	62	70		22	8
4	5	0	56	56	70	70		14	0
5	7	6	56	62	70	76		14	0
6	7	0	40	40	76	76		36	22
6	14	12	40	52	100	112		60	60
7	14	36	62	98	76	112		14	14
8	14	8	64	72	104	112		40	40
9	10	16	48	64	48	64	√	0	0
9	13	4	48	52	92	96		44	44
10	11	16	64	80	72	88		8	0
10	12	24	64	88	64	88	√	0	0
11	12	0	80	80	88	88		8	8
12	13	8	88	96	88	96	√	0	0
13	14	16	96	112	96	112	√	0	0
14	15	8	112	120	112	120	√	0	0

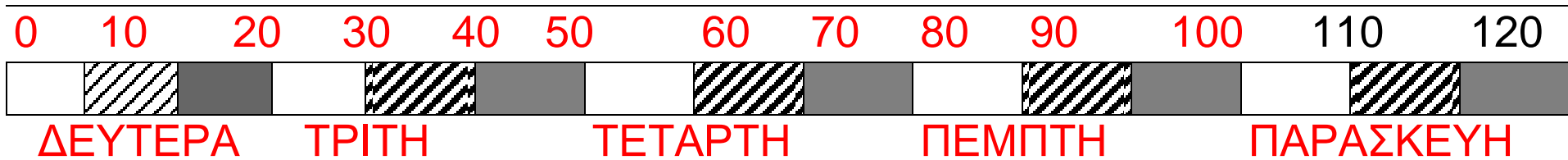
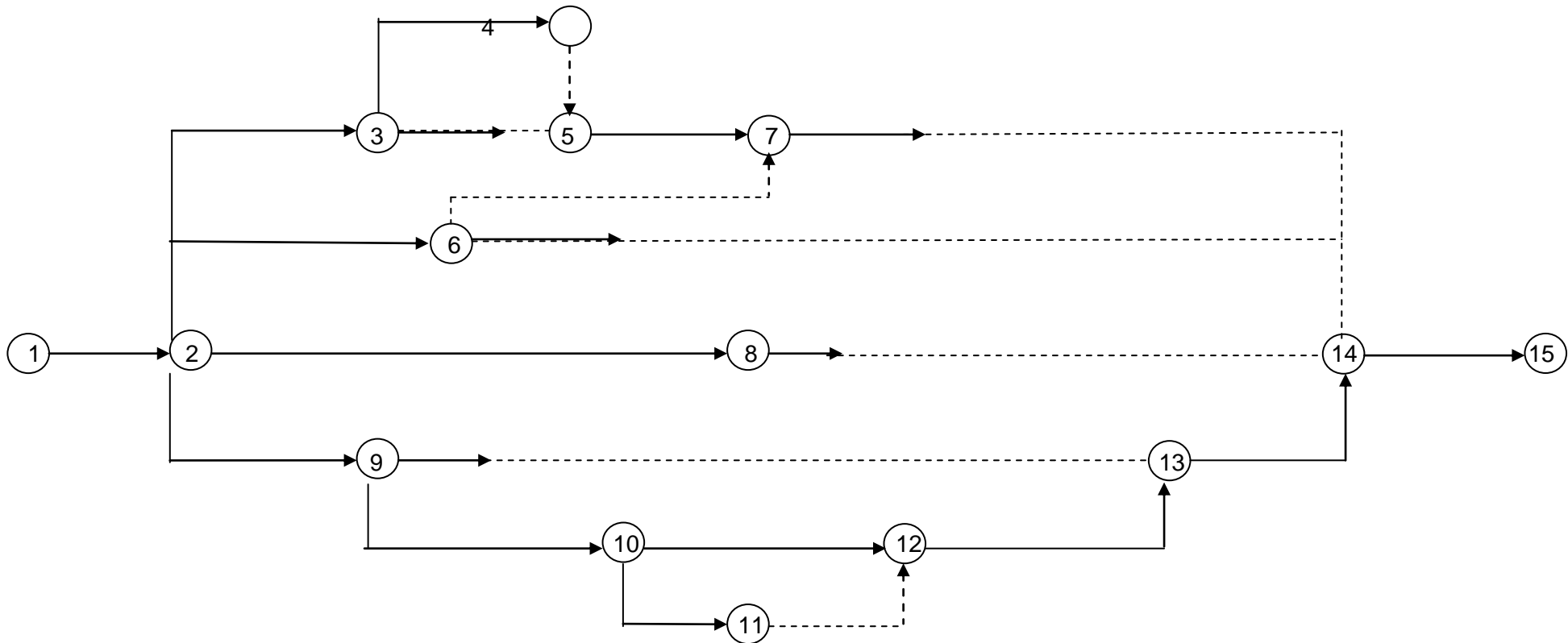
# Σχεδιασμένη Μορφή Κατανομής Δυναμικού

Εργασία			Συνολικά Χρονικά Περιθώρια									
i	j	t	ΣΧΠ	0	24	40	48	56	64	Νέο ΣΧΠ	72	Νέο ΣΧΠ
1	2	24	0	0	∇							
2	3	16	14		14	∇						
2	6	16	36		36	20	12	4			∇	
2	8	40	40		40	24	16	8	0	0	-6	0
2	9	24	0		0		N					
3	4	16	14			14		∇				
3	5	8	22			22	14	6	-2	2	∇	
4	5	0	14					∇				
5	7	6	14								0	6
6	7	0	36								∇	
6	14	12	60								30	36
7	14	36	14									
8	14	8	40									
9	10	16	0			0	∇					
9	13	4	44			44	36	28	30	22	28	
10	11	16	8					8	10	2	8	
10	12	24	0					0	2	-6	0	
11	12	0	8									
12	13	8	0									
13	14	16	0									
14	15	8	0									

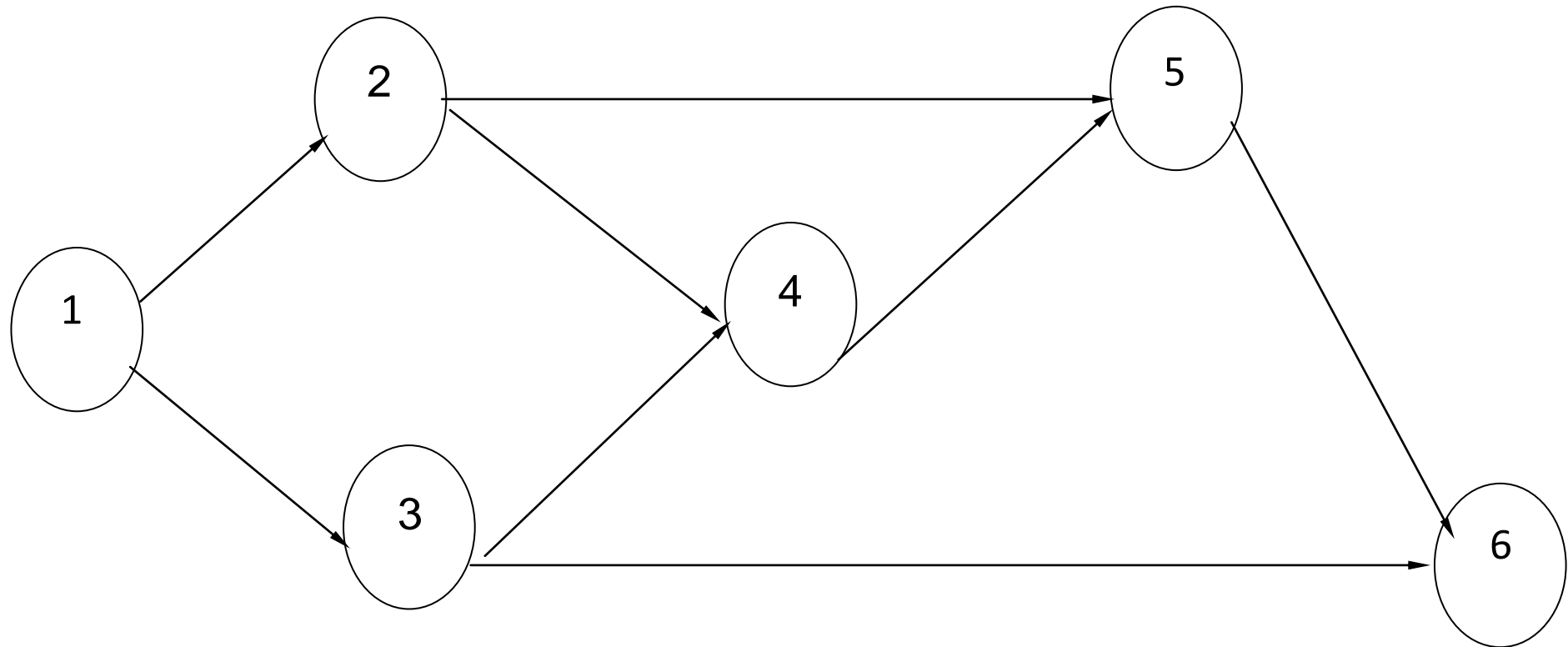
Συνολική διάρκεια 120		+2=122		+6=128		
Εργοδηγός Υ						
Ολοκλήρωση της εργασίας	(1,2)	(2,3)	(3,4)	(3,4)	(2,6)	(2,6)
	24	40	56	56	72	72
						112
Εργοδηγός Ζ						
Ολοκλήρωση της εργασίας		(2,9)	(2,9)	(9,10)	(9,10)	(3,5)
		48	48	64	64	72
						96
Ημερολογιακή κλίμακα	ΔΕΥΤ. 6π.μ.	ΤΡΙΤ. ΤΡΙΤ. 6π.μ. 10μ.μ.	ΤΕΤ. 6π.μ.	ΤΕΤ. ΤΕΤ. 2μ.μ. 10μ.μ.	ΤΕΤ. ΤΕΤ. 10μ.μ.	ΠΕΜΠ. ΠΕΜΠ. 6π.μ. 6π.μ.



# Χρονοδιάγραμμα του Έργου Συντήρησης Διυλιστηρίου



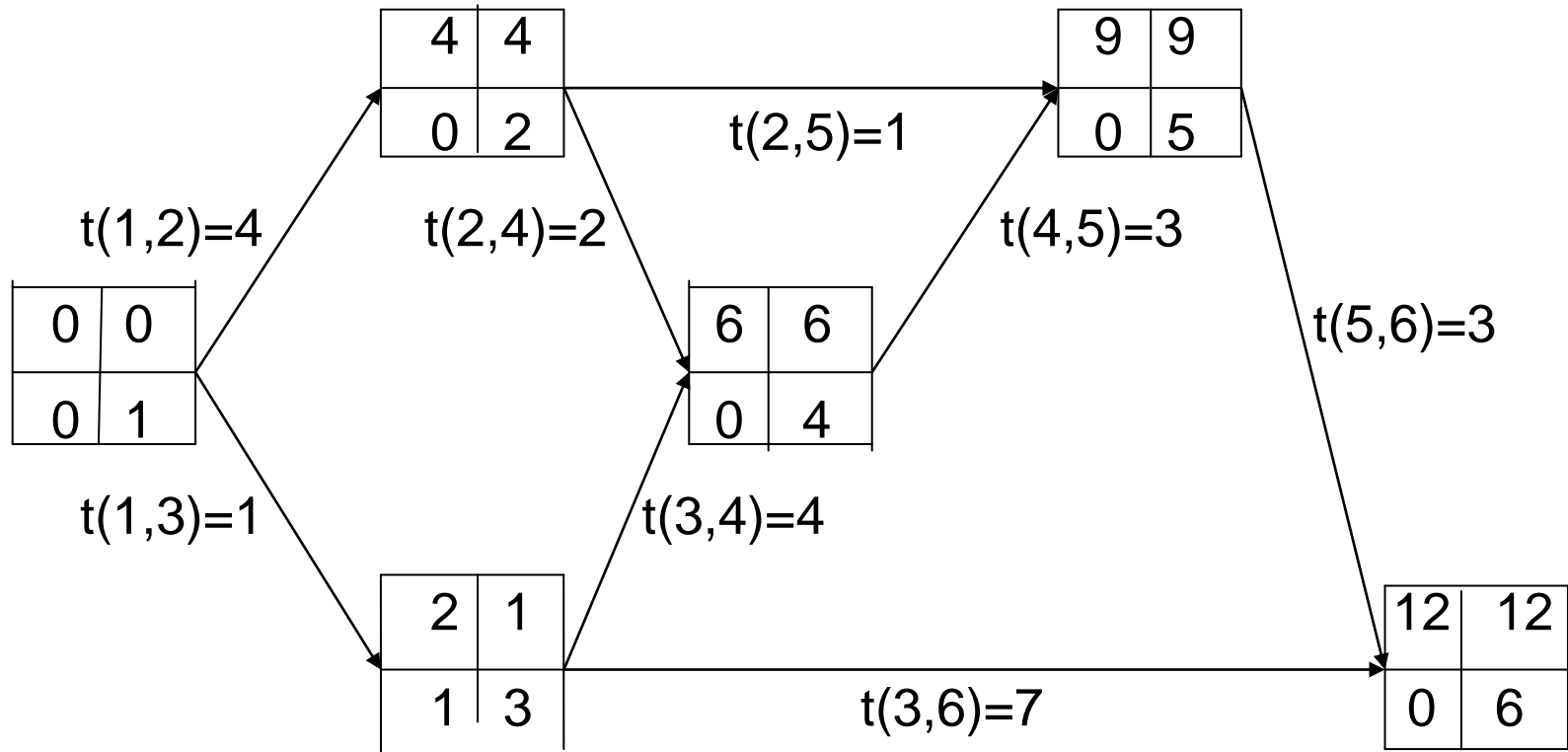
# Δίκτυο Παραδείγματος της Μεθόδου Εξομάλυνσης Δυναμικού



# Διάρκειες και Δυναμικό των Δραστηριοτήτων του Έργου

Δραστηριότητες (i, j)	Διάρκεια $t(i,j)$	Δυναμικό $\delta(i,j)$
1-2	4	1
1-3	1	3
3-4	4	3
2-4	2	1
4-5	3	2
2-5	1	3
5-6	3	1
3-6	7	1

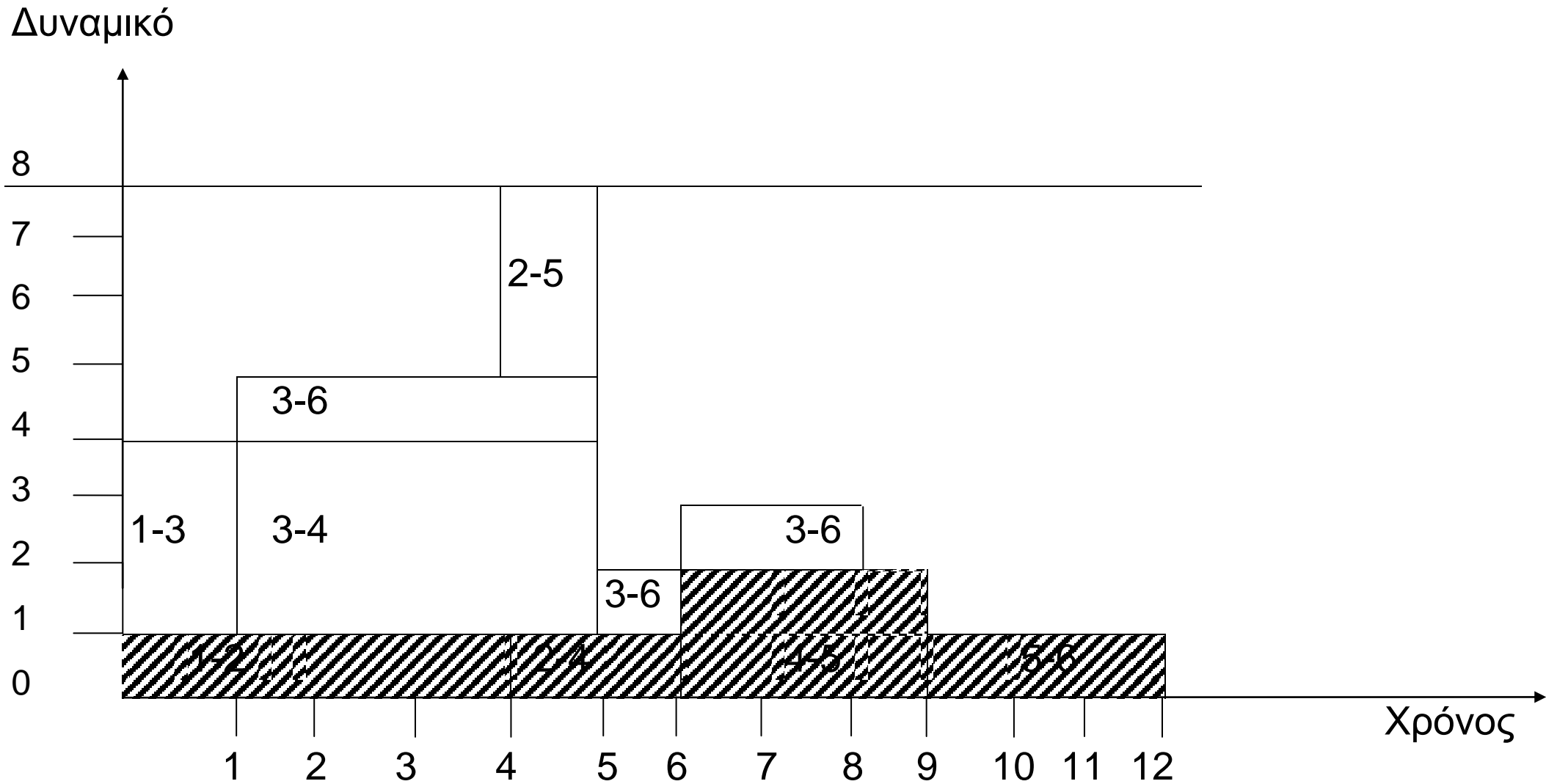
# Επίλυση Δικτύου



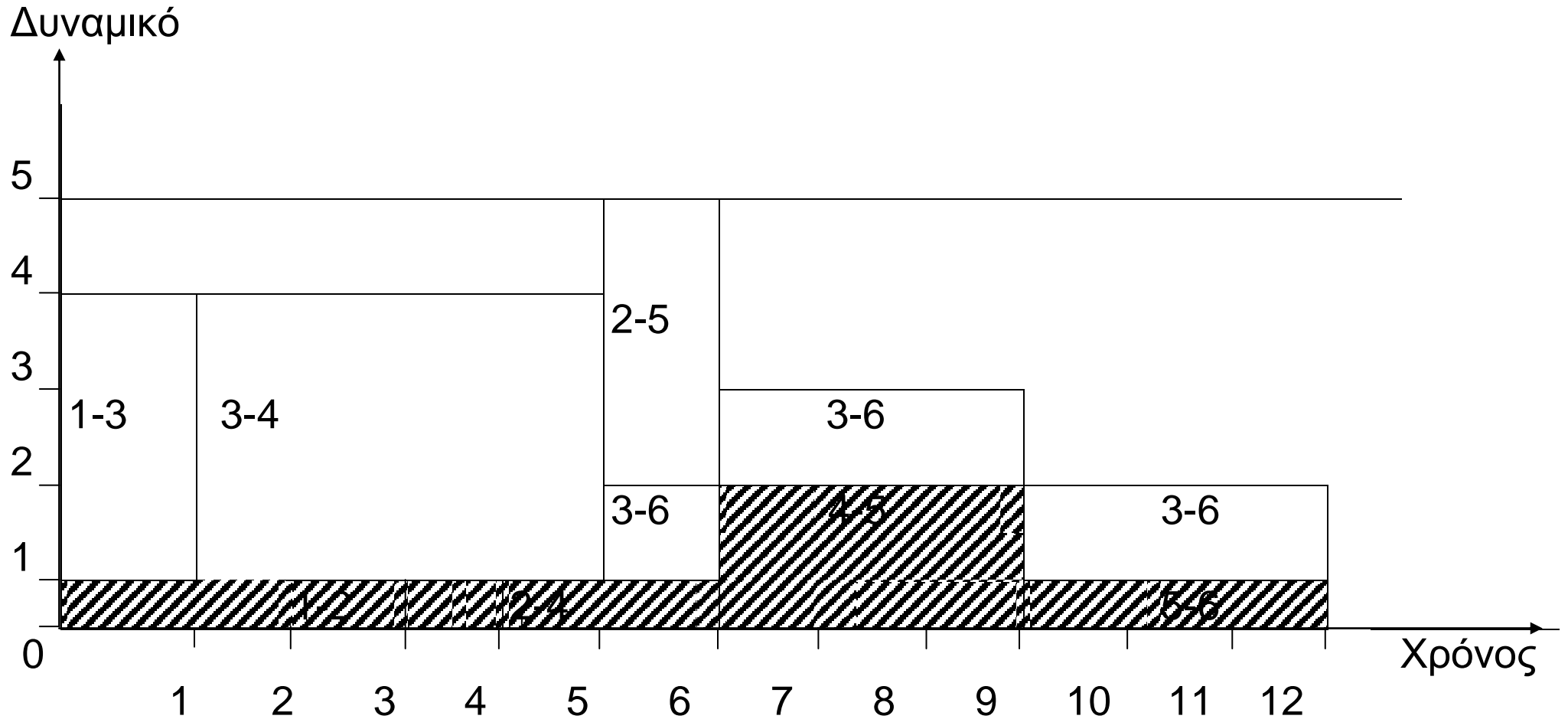
## Χρονικά Μεγέθη Δραστηριοτήτων

Δρασ/τα (i,j)	Διάρκεια t(i,j)	Δυναμικό $\delta(i,j)$	NXE	NXL	AXE	AXL	Συνολικό χρονικό περιθώριο
1-2	4	1	0	4	0	4	0 *
1-3	1	3	0	1	1	2	1
2-4	2	1	4	6	4	6	0 *
2-5	1	3	4	5	8	9	4
3-4	4	3	1	5	2	6	1
3-6	7	1	1	8	5	12	4
4-5	3	2	6	9	6	9	0 *
5-6	3	1	9	12	9	12	0 *

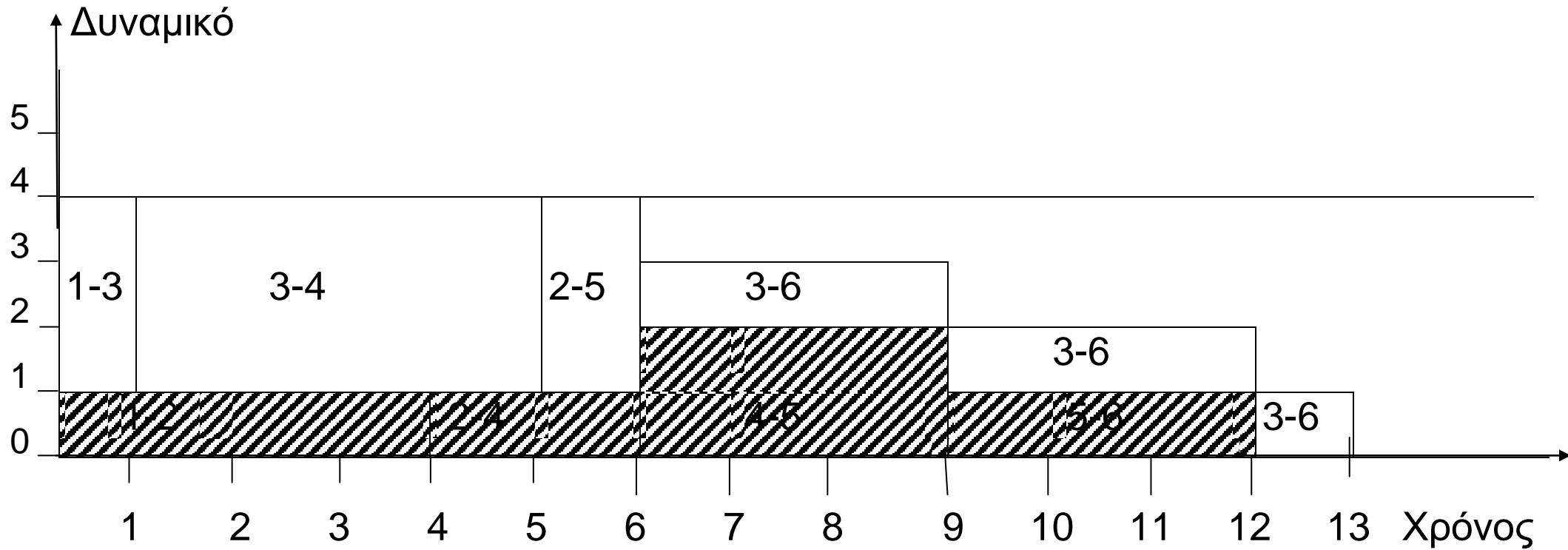
# Άθροιση Δυναμικού (Resource Aggregation)



# Εξομάλυνση Δυναμικού (Resource Smoothing)



# Επιπεδοποίηση Δυναμικού (Resource Leveling)





# Υπολογισμός κόστους ανά στάδιο προγραμματισμού δυναμικού

## Δεδομένα:

- Ημερομίσθιο εργαζομένου: € 60
- Ο κάθε εργαζόμενος πληρώνεται για όλη τη διάρκεια του έργου

Στάδιο	Διάρκεια (μέρες)	Αριθμός ατόμων	Κόστος / άτομο (€)	Συνολικό κόστος (€)	Διαφορά κόστους (%)
Άθροιση	12	8	$12 \cdot 60 = 720$	5.760	-
Εξομάλυνση	12	5	$12 \cdot 60 = 720$	3.600	- 37,5%
Επιπεδοποίηση	13	4	$13 \cdot 60 = 780$	3.120	- 15,4%