

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Τμήμα Διοίκησης Συστημάτων Εφοδιασμού
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΈΡΓΩΝ (Project Management)

Critical Path Method (CPM)

Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Τα έργα/κατασκευές χαρακτηρίζονται συνήθως από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, είναι λοιπόν αναγκαίο για τον προγραμματισμό τους να τα καταμερίσουμε στις επιμέρους εργασίες που τα συνθέτουν.

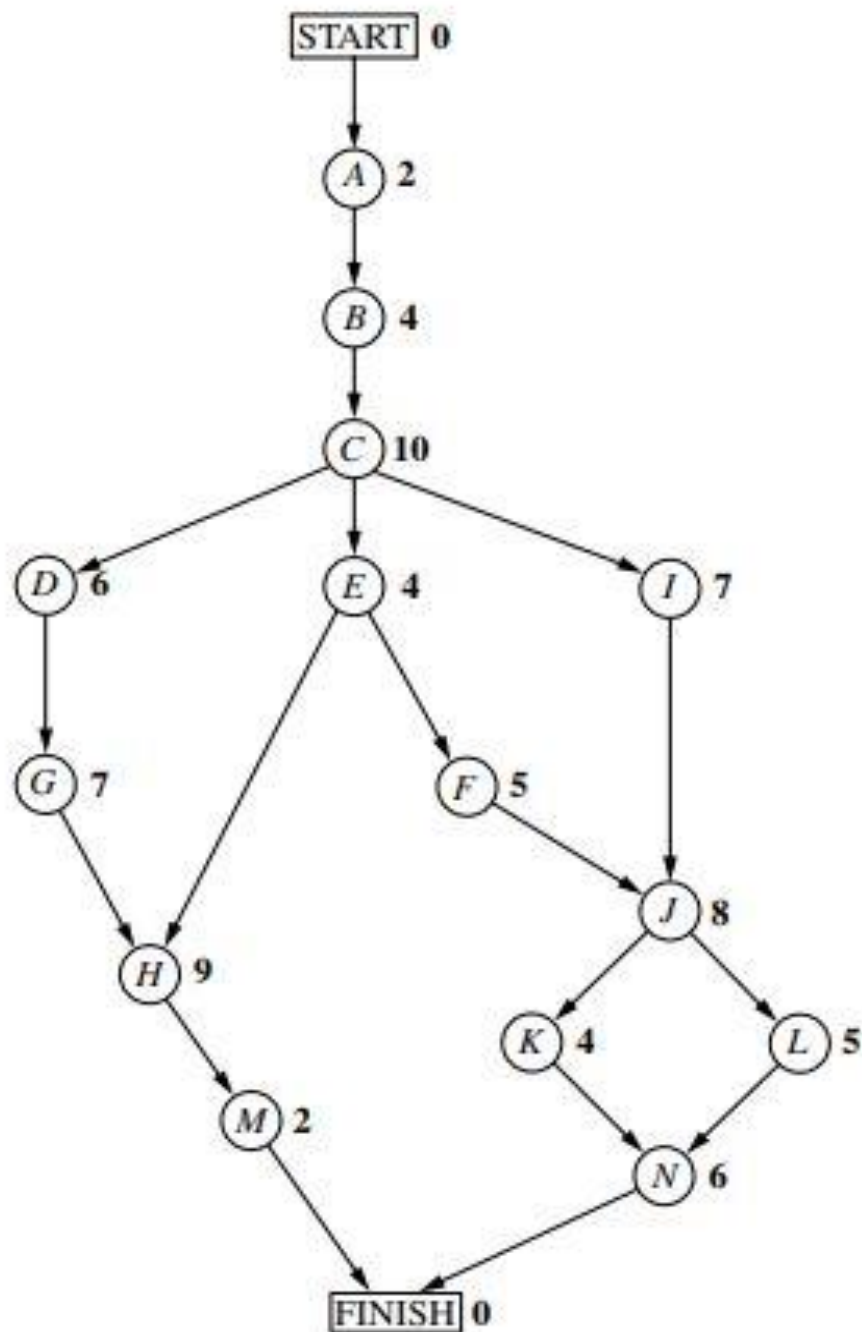
Η διαχείριση έργων ακόμη και μικρής κλίμακας λαμβάνει υπόψη δεσμεύσεις:

- Χρόνου
- Διαθέσιμων μέσων/δυναμικού
- Προϋπολογισμού

Υπάρχει λοιπόν μεγάλη ανάγκη για βελτιστοποίηση στην κατανομή των διαθέσιμων πόρων.

Παράδειγμα

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

Δύο βασικές τεχνικές Δικτυωτής Ανάλυσης για το σχεδιασμό, προγραμματισμό και έλεγχο έργων:

1. Τοξωτά Δίκτυα (Activity-on-Arc ή Activity-on-Arrow/AOA networks)
2. Κομβικά Δίκτυα (Activity-on-Node/AON networks)

Και οι δύο τεχνικές λαμβάνουν υπόψη:

- Δραστηριότητες
- Σχέσεις συσχέτισης
- Χρονικές διάρκειες

Τα AON είναι πιο εύκολα στην κατασκευή, κατανόηση και αναπροσαρμογή όταν παρίσταται ανάγκη.

Επίλυση Δικτύου

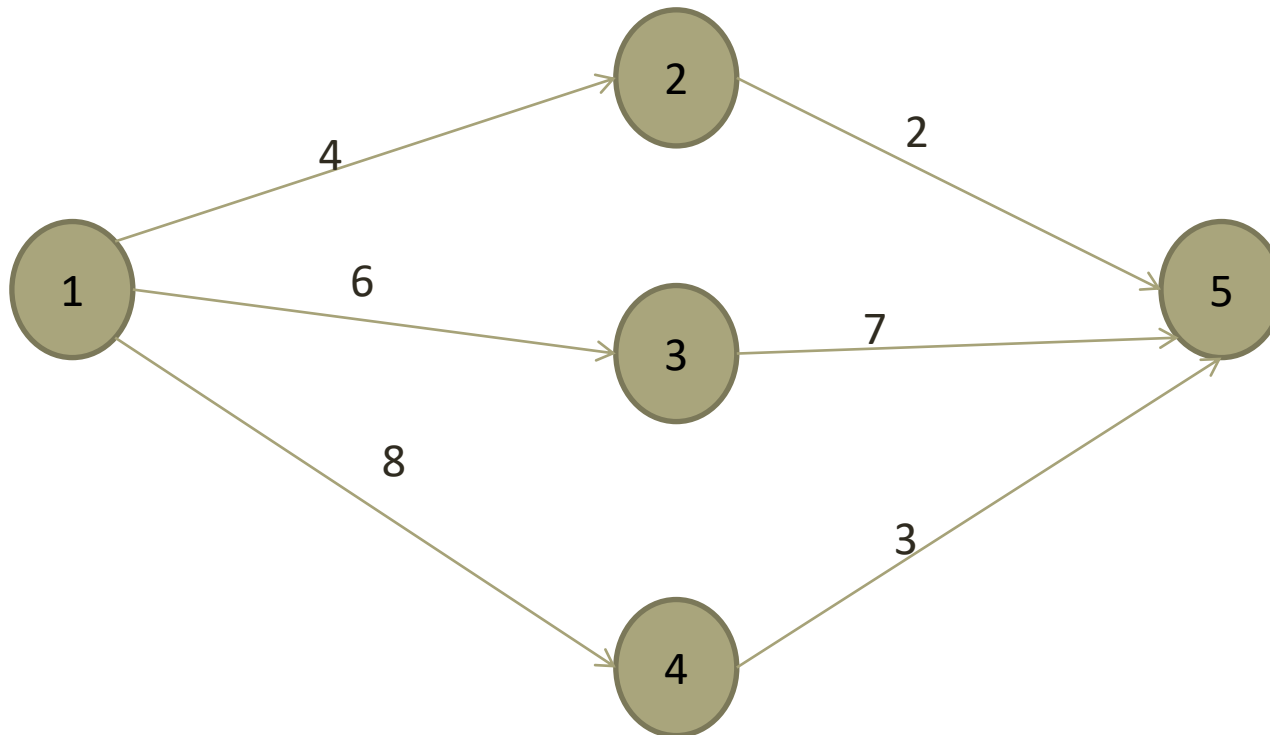
Εμπρόσθιος προγραμματισμός: Ορίζει ημερομηνία έναρξης του έργου και προγραμματίζει την εξέλιξη του έργου με βάση τη διάρκεια των δραστηριοτήτων, τις συσχετίσεις και την κατανομή των πόρων. Προβλέπει την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.

Νωρίτερος Χρόνος Γεγονότος

Ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για να εκτελεστούν όλες οι δραστηριότητες όλων των διαδρομών από την αρχή του έργου έως το συγκεκριμένο γεγονός. Δίνεται από τη χρονικά μέγιστη διαδρομή από την έναρξη του έργου έως το γεγονός και υπολογίζεται ως $N(j) = \max_{(i,j)} \{N(i) + t(i,j)\} \forall i \in \Sigma$ όπου Σ το σύνολο των γεγονότων που προηγούνται του συγκεκριμένου γεγονότος και συνδέονται άμεσα με αυτό. Ισχύει $1 \leq i \leq j \leq n$ και $N(1) = 0$ όπου 1 και n οι αριθμοί των γεγονότων έναρξης και λήξης.

Παράδειγμα

Να βρεθεί ο Νωρίτερος Χρόνος του Γεγονότος 5



$$N(1)=0$$

$$N(2)=N(1)+t(1,2)=0+4=4$$

$$N(3)=N(1)+t(1,3)=0+6=6$$

$$N(4)=N(1)+t(1,4)=0+8=8$$

$$N(5)=\max\{N(2)+t(2,5), \quad N(3)+t(3,5), \quad N(4)+t(4,5)\}= \\ \max\{6, 13, 11\}=13$$

Άρα $N(1)=0, N(2)=4, N(3)=6, N(4)=8, N(5)=13$

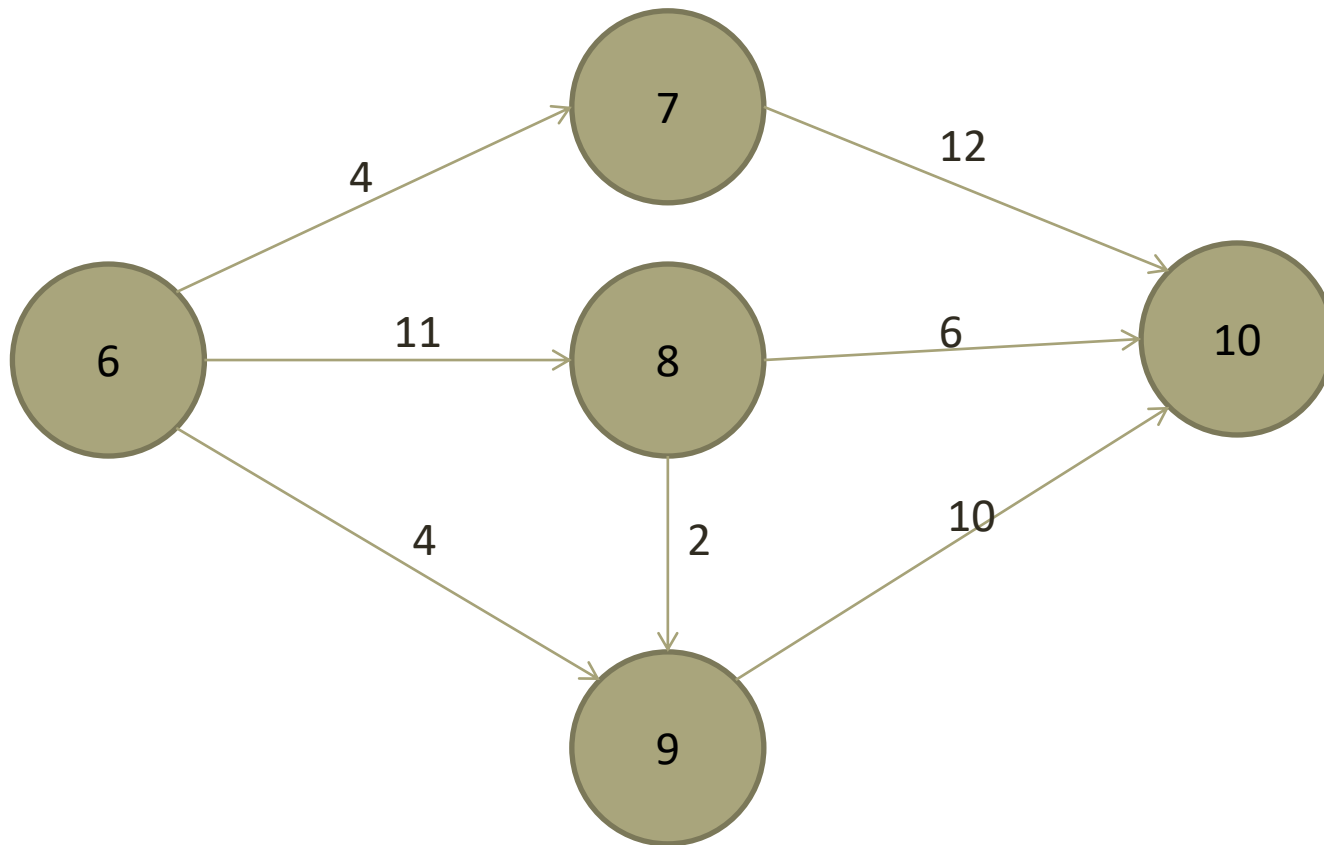
Αντίστροφος Προγραμματισμός: Ορίζει ημερομηνία για την ολοκλήρωση του έργου και προγραμματίζει από αυτή προς τα πίσω. Λαμβάνει υπόψη δραστηριότητες, χρονικές διάρκειες, συσχετίσεις και διαθέσιμους πόρους.

Αργότερος Χρόνος Γεγονότος

Ο μέγιστος χρόνος που απαιτείται για να εκτελεστούν όλες οι δραστηριότητες που ανήκουν σε όλες τις διαδρομές από την αρχή ως το συγκεκριμένο γεγονός χωρίς να καθυστερήσει το έργο. Βρίσκεται ως η μικρότερη χρονικά διαδρομή ανάμεσα στο γεγονός i και στο γεγονός λήξης του έργου, υπολογίζεται ως $A(i) = \min_{(i,j)} \{A(j) - t(i,j)\} \forall j \in \Sigma$ όπου Σ το σύνολο των γεγονότων που ακολουθούν το γεγονός i και συνδέονται άμεσα με αυτό. Ισχύουν $1 \leq i \leq j \leq n, A(i) \geq N(i)$ και $N(n) = A(n)$.

Παράδειγμα

Να βρεθούν οι αργότεροι χρόνοι στο δίκτυο όταν ο αργότερος χρόνος λήξης είναι 27



$$A(7)=A(10)-t(7,10)=27-12=15$$

$$A(9)=A(10)-t(9,10)=27-10=17$$

$$A(8)=\min\{A(10)-t(8,10), A(9)-t(9,10)\}=\min\{27-6,17-2\}=15$$

$$A(6)=\min\{A(7)-t(6,7), A(8)-t(6,8), A(9)-t(6,9)\}=\min\{15-4, 15-11, 17-4\}=4$$

Άρα $A(6)=4$, $A(7)=15$, $A(8)=21$, $A(9)=17$ και $A(10)=27$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Ο αργότερος χρόνος λήξης ενός έργου ισούται με τον αντίστοιχο νωρίτερο χρόνο, όταν δεν υπάρχει ελαστικότητα ως προς το χρόνο παράδοσης του.

Χρόνοι/Περιθώρια Δραστηριοτήτων

Νωρίτερος Χρόνος Έναρξης Δραστηριότητας $NE(i,j)=N(i)$
(Earliest Start): Νωρίτερος δυνατός χρόνος που μπορεί να αρχίσει η δραστηριότητα ($N(i)$ ο νωρίτερος χρόνος του γεγονότος έναρξης της δραστηριότητας).

Νωρίτερος Χρόνος Λήξης Δραστηριότητας $NΛ(i,j)=N(i)+t(i,j)$
(Earliest Finish): Νωρίτερη δυνατή χρονική στιγμή που μπορεί να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα.

Αργότερος Χρόνος Έναρξης Δραστηριότητας $AE(i,j)=A(j)-t(i,j)$
(Latest Start): Αργότερη χρονική στιγμή που μπορεί να αρχίσει η δραστηριότητα χωρίς να καθυστερήσει η ολοκλήρωση του έργου.

Αργότερος Χρόνος Λήξης Δραστηριότητας $AL(i,j)=A(j)$ (Latest Finish): Η αργότερη χρονική στιγμή που μπορεί να τελειώσει μια δραστηριότητα χωρίς να καθυστερήσει η ολοκλήρωση του έργου.

Ανεξάρτητο Χρονικό Περιθώριο Δραστηριότητας $A(i,j)=N(j)-A(i)-t(i,j)$ (Independent Float): Είναι το χρονικό διάστημα που μπορεί να αυξηθεί η διάρκεια της δραστηριότητας χωρίς επίπτωση στις προηγούμενες ή στις επόμενες δραστηριότητες.

Ελεύθερο Χρονικό Περιθώριο Δραστηριότητας $E(i,j)=N(j)-N(i)-t(i,j)$ (Free Float): Ο χρόνος που διατίθεται για τη δραστηριότητα πέρα από τον $t(i,j)$ χωρίς να επηρεαστούν οι επόμενες δραστηριότητες.

Συνολικό Χρονικό Περιθώριο Δραστηριότητας $\Sigma(i,j)=A(j)-N(i)-t(i,j)$ (Total Float): Μέγιστος χρόνος κατά τον οποίο μπορεί να καθυστερήσει η έναρξη μιας δραστηριότητας πέραν του νωρίτερου χρόνου έναρξης της χωρίς να αυξηθεί ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης του έργου. Είναι ο μέγιστος διαθέσιμος χρόνος για τη δραστηριότητα (i,j) πέρα από την κανονική διάρκειά της.

Μέθοδος Κρίσιμου Μονοπατιού

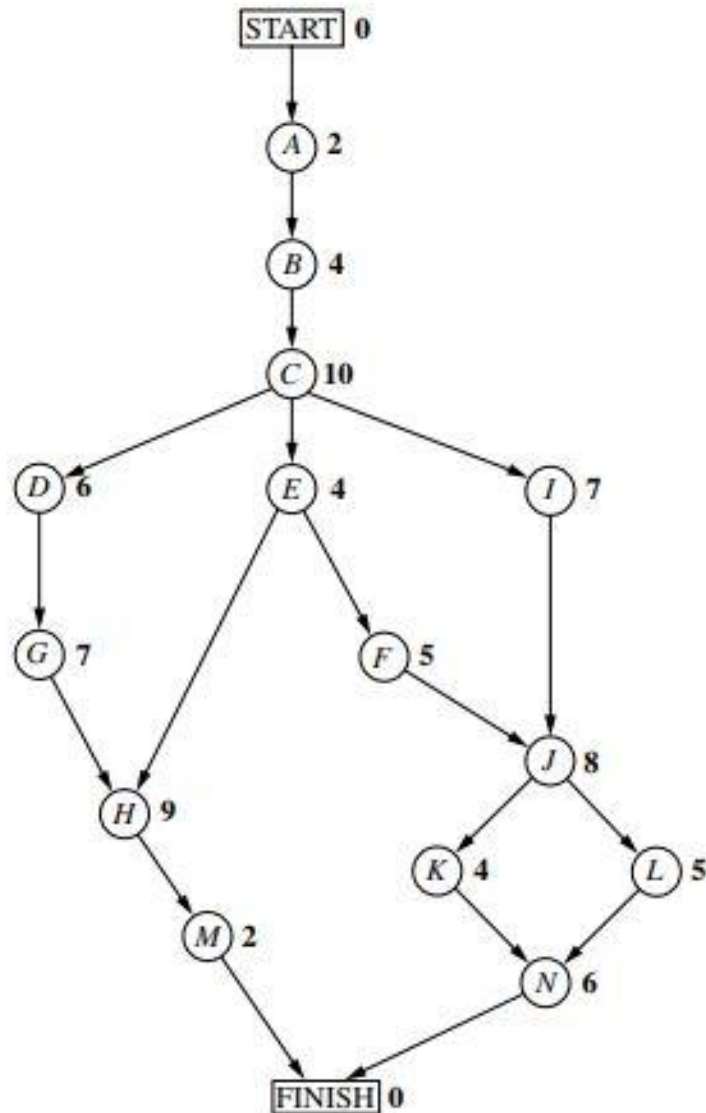
Κρίσιμο μονοπάτι είναι μια διαδρομή που αρχίζει με την έναρξη του έργου, ολοκληρώνεται με τη λήξη του και περιλαμβάνει μόνο κρίσιμες δραστηριότητες. Αποτελεί τη μεγαλύτερης διάρκειας διαδρομή του δικτύου και ορίζει τον ελάχιστο δυνατό χρόνο ολοκλήρωσης του έργου. Κάθε δίκτυο (έργο) έχει τουλάχιστον ένα κρίσιμο μονοπάτι.

Για την επίλυση του δικτύου απαιτούνται τα ακόλουθα στάδια:

1. Υπολογισμός της διάρκειας όλων των δραστηριοτήτων του έργου.
2. Υπολογισμός των νωρίτερων και αργότερων χρόνων γεγονότων και δραστηριοτήτων
3. Υπολογισμός χρονικών περιθωρίων κάθε δραστηριότητας
4. Προσδιορισμός κρίσιμων δραστηριοτήτων και κρίσιμου μονοπατιού του δικτύου.

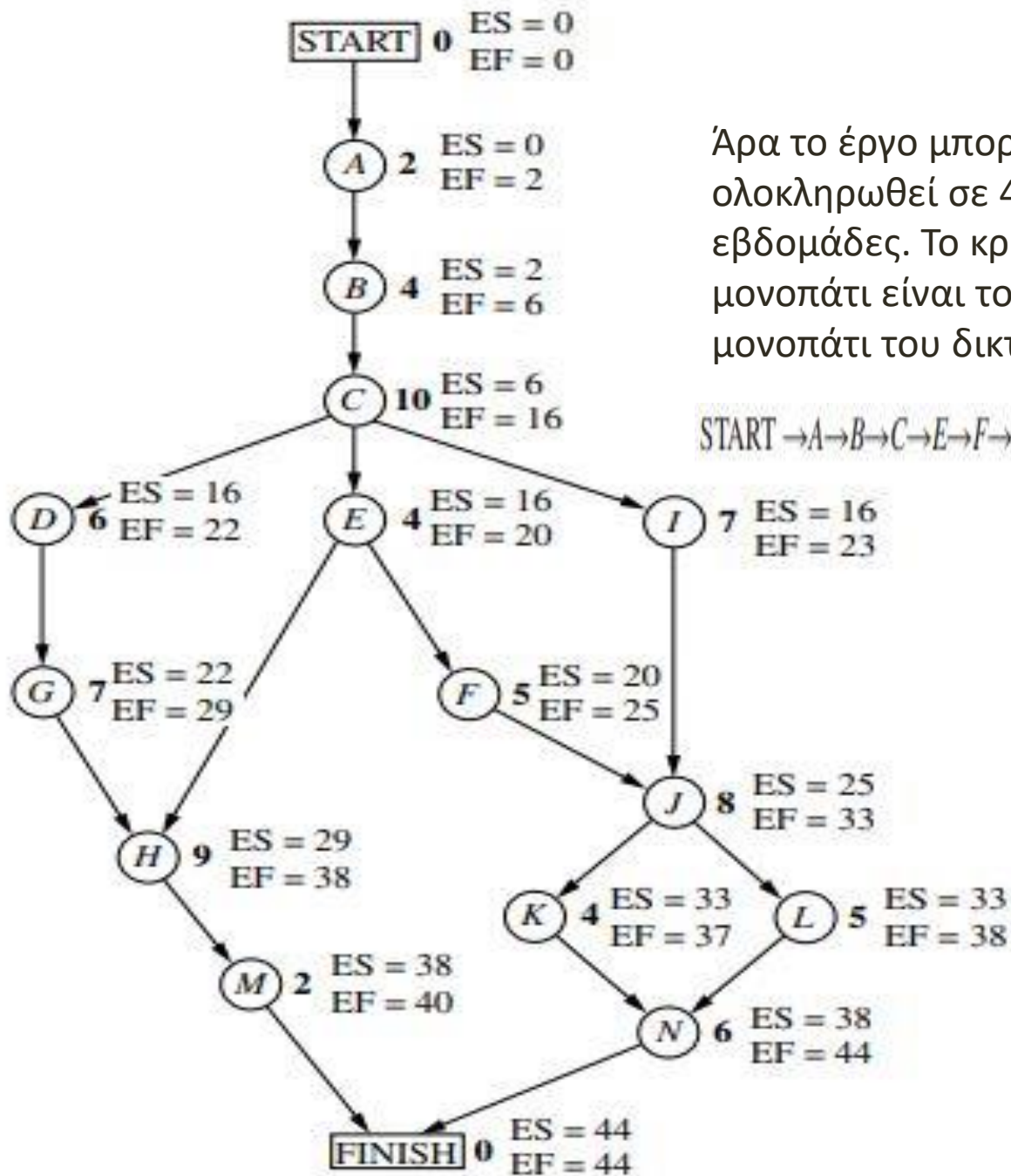
Παράδειγμα

Να βρεθεί το κρίσιμο μονοπάτι στο παρακάτω δίκτυο.



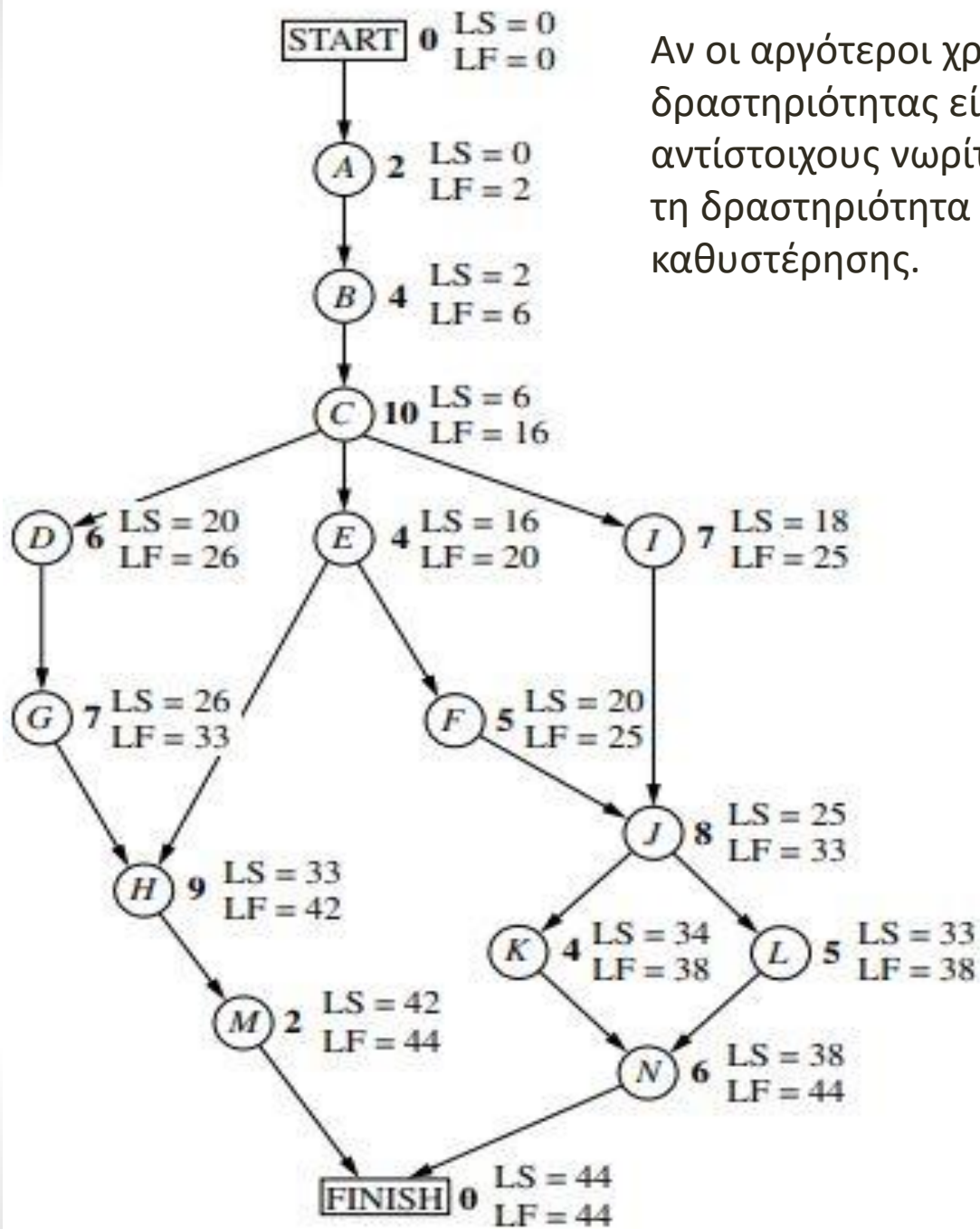
Activity Code

- 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

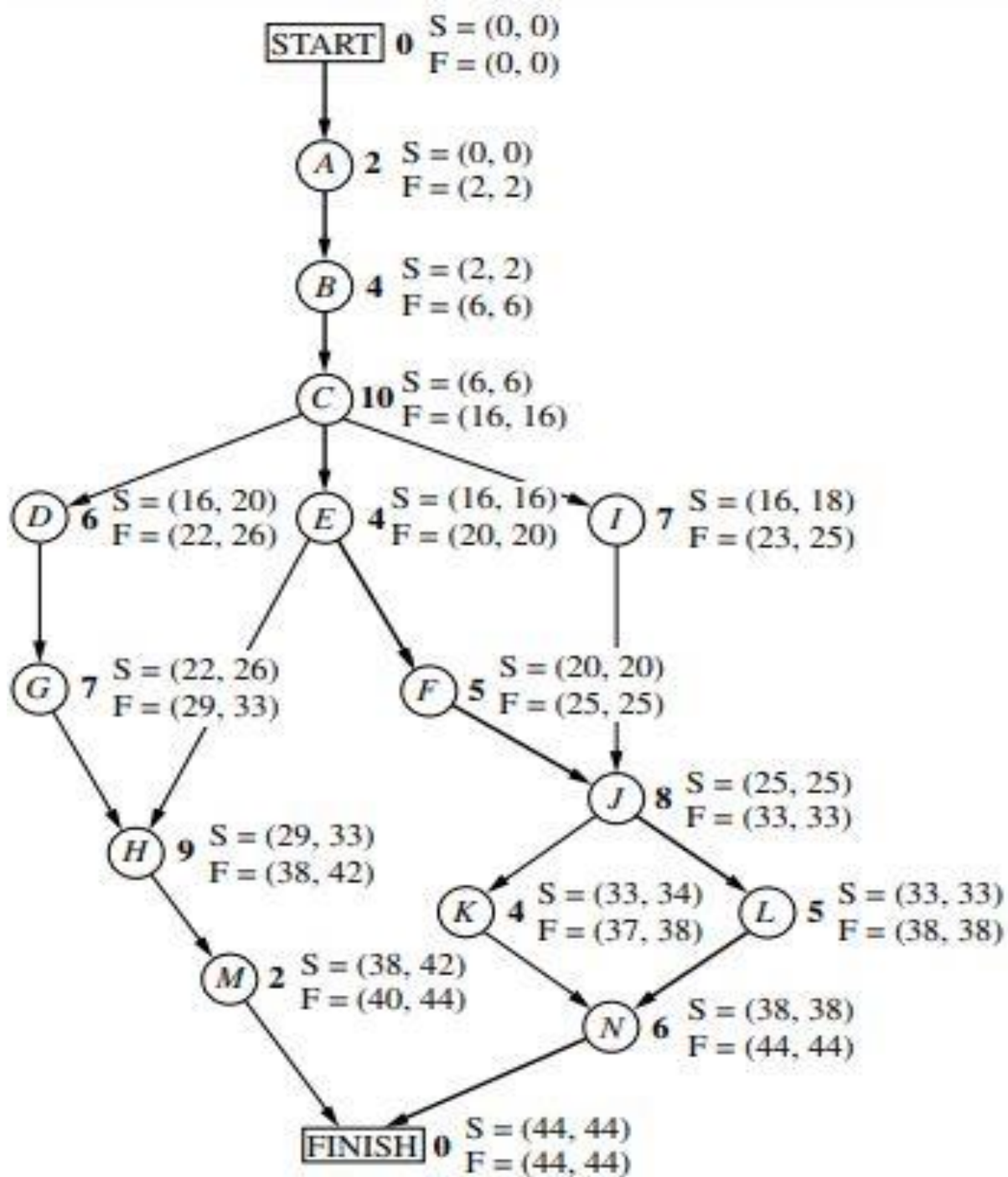


Άρα το έργο μπορεί να ολοκληρωθεί σε 44 εβδομάδες. Το κρίσιμο μονοπάτι είναι το μακρύτερο μονοπάτι του δικτύου.

START → A → B → C → E → F → J → L → N → FINISH



Αν οι αργότεροι χρόνοι έναρξης/λήξης μιας δραστηριότητας είναι αργότερα από τους αντίστοιχους νωρίτερους χρόνους τότε για αυτή τη δραστηριότητα υπάρχει χρονικό περιθώριο καθυστέρησης.



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

Κάθε δραστηριότητα με μηδέν περιθώριο ανήκει στο κρίσιμο μονοπάτι

PERT

Μέχρι τώρα υποθέταμε ότι οι χρονικές διάρκειες είναι συγκεκριμένες, στην πραγματικότητα όμως αυτές είναι συχνά αδύνατο να προβλεφθούν ακριβώς. Η τεχνική PERT αντιμετωπίζει ακριβώς αυτό το πρόβλημα. Χρησιμοποιούνται στατιστικά μοντέλα (κατανομές Β) προκειμένου η διάρκεια κάθε δραστηριότητας να αποδοθεί με τρεις εκτιμήσεις:

1. Αισιόδοξη
2. Πιθανότερη
3. Απαισιόδοξη

Οπότε για κάθε δραστηριότητα βρίσκουμε Μέση Τιμή και Μεταβλητότητα διάρκειας από τους τύπους της κατανομής Β και επιλύουμε το δίκτυο με τις μέσες τιμές για τη διάρκεια των δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια βρίσκουμε Μέση Τιμή και Μεταβλητότητα του κρίσιμου μονοπατιού από όπου προκύπτουν η πιθανότητα ολοκλήρωσης του έργου σε ορισμένο χρόνο ή ο χρόνος πραγματοποίησης του έργου με ορισμένη πιθανότητα.

Βιβλιογραφία

- ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ & Οργάνωση Συστημάτων Παραγωγής, Κώστογλου, 2016
- Introduction to Operations Research, Chapter 10, Hillier and Lieberman, 2007



Ερωτήσεις ???

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

