



ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΩΝ

ΔΠΜΣ “Τεχνο-Οικονομικά Συστήματα”



ΔΙΑΛΕΞΗ 4

Δρ. Παπαδομιχελάκη Ξένια
Μηχανολόγος Μηχανικός, MBA, PhD

Σε αυτή τη διάλεξη θα εξετάσουμε:

- Πώς οι τεχνικές δικτυακού χρονικού προγραμματισμού χρησιμοποιούνται ώστε να προσδιορίσουμε/προγραμματίσουμε το χρόνο ολοκλήρωσης των έργων και τον αντίκτυπο από καθυστερημένη ή πρόωρη έναρξη των δραστηριοτήτων.
- Πως γνωρίζοντας τους σχετικούς χρόνους κάθε δραστηριότητας, παρατηρώντας την πρόοδο των εργασιών και συγκρίνοντας τους πραγματικούς χρόνους με τους αναμενόμενους πώς μπορεί ο υπεύθυνος να προειδοποιηθεί για ασυμφωνίες και καθυστερήσεις.



1. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ-CRM
2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ-CPM

Οι τεχνικές δικτυακού χρονικού προγραμματισμού χρησιμοποιούνται για να:

a. Σχεδιάζουμε

i. Δημιουργία λίστας δραστηριοτήτων

ii. Προσδιορισμός αλληλεξάρτησης

iii. Γραφική αναπαράσταση του έργου

b. Προγραμματίζουμε (χρόνος-CPM, κόστος, πόροι) και να

c. Ελέγχουμε τα έργα

2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



- 1950's: Οι υπάρχουσες θεωρίες Taylor και Gantt δεν μπορούν πια να καλυψουν τις αυξανόμενες ανάγκες που δημιουργήθηκαν από την ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου της μηχανικής.
- CPM (Critical Path Method)
 - Αναπτύχθηκε τέλη της δεκαετίας '50 από την εταιρεία DuPont κατά τη διάρκεια ενός έργου συντήρησης εργοστασίων
 - Υποθέτει ότι ο χρόνος και τα κόστη είναι γνωστά με βεβαιότητα και ασχολείται περισσότερο με το trade-off του χρόνου ολοκλήρωσης και του κόστους του έργου.
 - Εφαρμογή στους κλάδους κατασκευών και μεταποίησης όπου υπάρχει σταθερή τεχνολογία, μεθοδολογία και στοιχεία από παλιότερα έργα
- PERT (Program Evaluation and Review Technique)
 - Αναπτύχθηκε το 1958 από το Υπουργείο Αμύνης των ΗΠΑ κατά το έργο Polaris
 - Διαχειρίζεται την αβεβαιότητα που υπάρχει στην πρόβλεψη του απαιτούμενου χρόνου για κάθε δραστηριότητα (π.χ. έρευνα και ανάπτυξη)



Οφέλη PERT/CPM

- Παρέχουν πλαίσιο για σχεδιασμό, χρονοπρογραμματισμό, παρακολούθηση και έλεγχο των έργων.
- Απεικονίζουν αλληλεξάρτηση όλων των εργασιών, των πακέτων έργου και των μονάδων εργασίας
- Συμβάλλουν στη θέσπιση κατάλληλων καναλιών επικοινωνίας
- Προσδιορίζουν την αναμενόμενη ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου και την πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο μέχρι μία συγκεκριμένη ημερομηνία
- Προσδιορίζουν τις δραστηριότητες οι οποίες αν καθυστερήσουν, καθυστερούν την ολοκλήρωση του συνολικού έργου
- Προσδιορίζουν τις δραστηριότητες που μπορούν να καθυστερήσουν χωρίς κυρώσεις, ή από τις οποίες είναι δυνατόν να αφαιρεθούν προσωρινά πόροι χωρίς αρνητικές συνέπειες
- Καθορίζουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες είναι δυνατόν ή πρέπει να ξεκινήσουν οι εργασίες προκειμένου να τηρηθεί ο χρονοπρογραμματισμός του έργου
- Απεικονίζουν τις δραστηριότητες που πρέπει να συντονιστούν προκειμένου να αποφευχθούν συγκρούσεις μεταξύ της χρήσης πόρων και της χρονικής στιγμής εκτέλεσης τους
- Δείχνουν ποιες δραστηριότητες μπορούν ή πρέπει να εκτελεστούν ταυτόχρονα για να τηρηθεί η προκαθορισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης τους

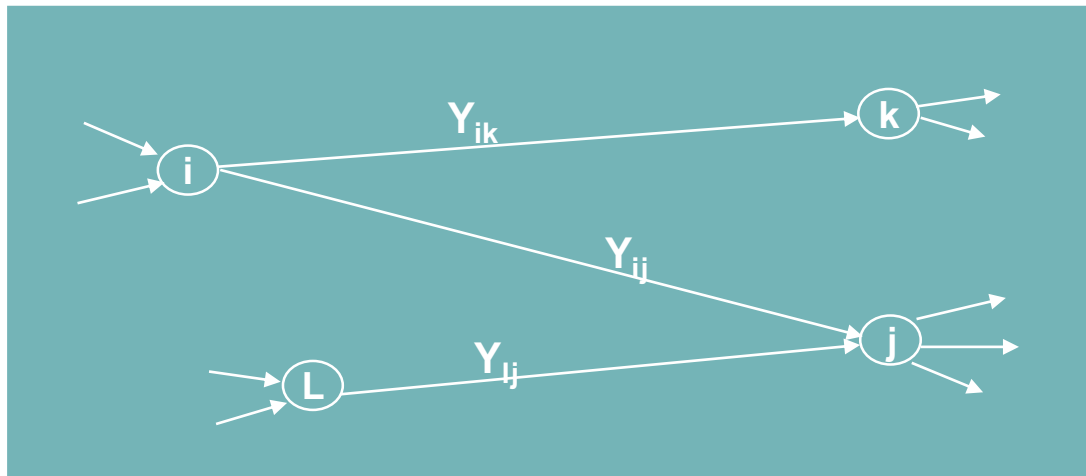
- Χρονική διάρκεια δραστηριότητας
 - Γνωστή και σταθερή (εμπειρία από αντίστοιχα έργα)
- Προσδιορισμός του πότε μπορεί να εκτελεστεί κάθε μία από τις δραστηριότητες του έργου, δηλ. προσδιορισμός
 - Νωρίτερου και αργότερου χρόνου κάθε γεγονότος
 - Νωρίτερου και αργότερου χρόνου αρχής και τέλους των δραστηριοτήτων
 - Κρίσιμων και μη κρίσιμων δραστηριοτήτων
 - Κρίσιμης διαδρομής
 - Χρονικών περιθωρίων κάθε δραστηριότητας

ΕΝΝΟΙΑ	ΑΝΑΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ	ΣΥΜΒΟΛΟ
Νωρίτερος αναμενόμενος χρόνος έναρξης	Δραστηριότητα	EES
Νωρίτερος αναμενόμενος χρόνος πέρατος	Δραστηριότητα	EEC
Βραδύτερος επιτρεπτός χρόνος έναρξης	Δραστηριότητα	LAS
Βραδύτερος επιτρεπτός χρόνος πέρατος	Δραστηριότητα	LAC
Νωρίτερος χρόνος	Γεγονός	T_i^E
Βραδύτερος χρόνος	Γεγονός	T_i^L
Συνολικό περιθώριο	Δραστηριότητα	TF_{ij}
Ελεύθερο περιθώριο	Δραστηριότητα	FF_{ij}
Ανεξάρτητο περιθώριο	Δραστηριότητα	IF_{ij}
Κρίσιμη	Δραστηριότητα	min TF

- Νωρίτερος χρόνος γεγονότος (T_j^E)
 - Το ελάχιστο αναγκαίο ποσό χρόνου που απαιτείται για να συμβεί το γεγονός αυτό
- Βραδύτερος χρόνος γεγονότος (T_i^L)
 - Η μέγιστη χρονική διάρκεια που έχουμε στη διάθεσή μας για να συμβεί το γεγονός αυτό, χωρίς να αυξηθεί η διάρκεια του έργου

$$T_j^E = \max [(T_i^E + Y_{ij}), (T_L^E + Y_{lj}), \dots]$$

$$T_i^L = \min [(T_j^L - Y_{ij}), (T_k^L - Y_{ik}), \dots]$$



- Νωρίτερος χρόνος έναρξης δραστηριότητας (EES)
 - Η νωρίτερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει η εκτέλεση μιας δραστηριότητας
 - Ισούται με το νωρίτερο χρόνο του γεγονότος αρχής

$$EES = T_i^E$$

- Νωρίτερος χρόνος πέρατος δραστηριότητας (EEC)
 - Η νωρίτερη χρονική στιγμή που μπορεί να τελειώσει μια δραστηριότητα
 - Ισούται με το άθροισμα του νωρίτερου χρόνου του γεγονότος αρχής και τη διάρκεια της δραστηριότητας

$$EEC = T_i^E + Y_{ij}$$



- Βραδύτερος χρόνος έναρξης δραστηριότητας (LAS)
 - Η βραδύτερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει η εκτέλεση μιας δραστηριότητας
 - Ισούται με τη διαφορά του βραδύτερου χρόνου του γεγονότος πέρατος μείον τη διάρκεια της δραστηριότητας

$$LAS = T_j^L - Y_{ij}$$

- Βραδύτερος χρόνος πέρατος δραστηριότητας (LAC)
 - Η βραδύτερη χρονική στιγμή που μπορεί να τελειώσει μια δραστηριότητα
 - Ισούται με το βραδύτερο χρόνο του γεγονότος πέρατος

$$LAC = T_j^L$$



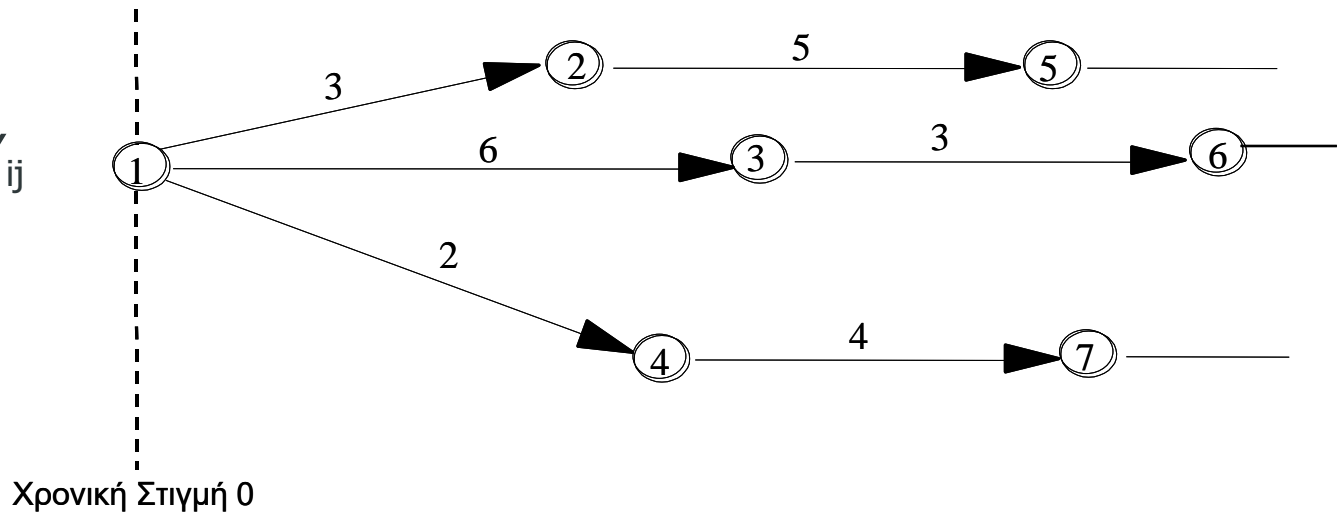
ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ-CPM

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΥΘΕΙΑΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ



$$EES = T_i^E$$

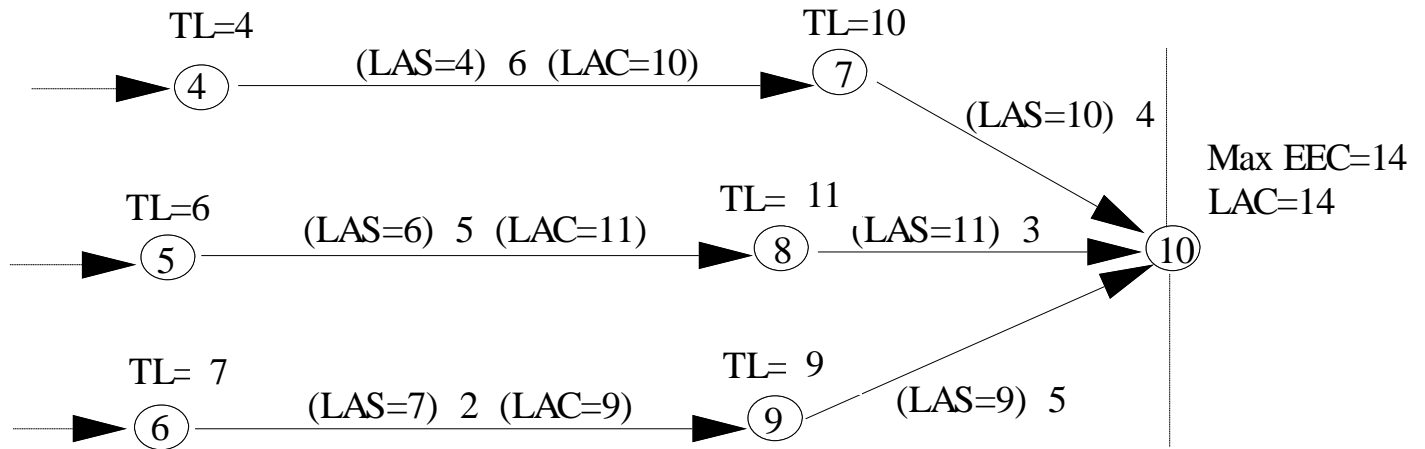
$$T_j^E = T_i^E + Y_{ij}$$



Δραστηριότητα	Νωρίτερος χρόνος έναρξης $EES = T_i^E$	Νωρίτερος χρόνος πέρατος = Νωρίτερος χρόνος έναρξης (EES ή T_i^E) + Διάρκεια δραστηριότητας (Y_{ij})
2-5	3	$3 + 5 = 8$
3-6	6	$6 + 3 = 9$
4-7	2	$2 + 4 = 6$



$$T_i^L = T_j^L - Y_{ij}$$



Δραστηριότητα	Βραδύτερος χρόνος έναρξης (LAS)= Βραδύτερος χρόνος πέρατος (TjL) - Διάρκεια δραστηριότητας (Yij)	Βραδύτερος χρόνος πέρατος LAC = TjL
4-7	10-6=4	10
5-8	11-5=6	11
6-9	9-2=7	9



- **Συνολικό περιθώριο (Total Float – TF)**

- Η περίσσεια χρόνου που υπάρχει για μία δραστηριότητα αν όλες οι προηγούμενες ολοκληρωθούν το νωρίτερο δυνατό και όλες οι επόμενες ξεκινήσουν το αργότερο δυνατό.

$$TF_{ij} = T_j^L - T_i^E - Y_{ij}$$

- **Ελεύθερο περιθώριο (Free Float – FF)**

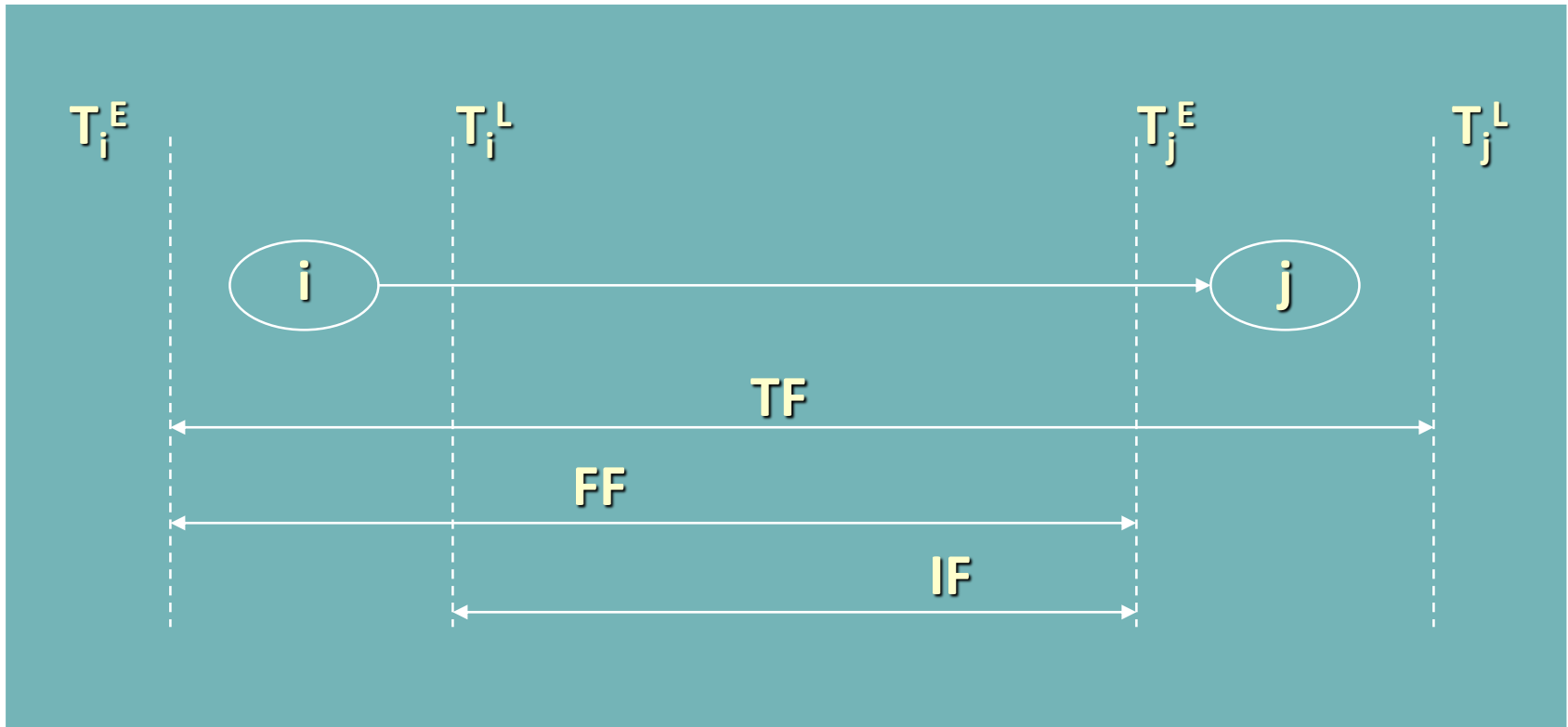
- Η περίσσεια χρόνου που υπάρχει για μία δραστηριότητα αν όλες οι προηγούμενες ολοκληρωθούν το νωρίτερο δυνατό και όλες οι επόμενες ξεκινήσουν το νωρίτερο δυνατό.

$$FF_{ij} = T_j^E - T_i^E - Y_{ij}$$

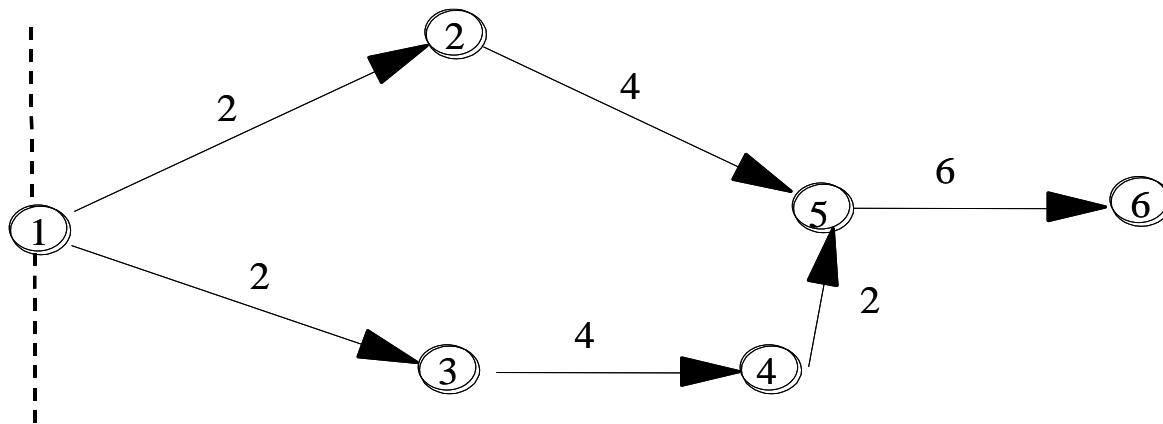
- **Ανεξάρτητο περιθώριο (Independent Float – IF)**

- Η περίσσεια χρόνου που υπάρχει για μία δραστηριότητα αν όλες οι προηγούμενες ολοκληρωθούν το αργότερο δυνατό και όλες οι επόμενες ξεκινήσουν το νωρίτερο δυνατό.

$$IF_{ij} = T_j^E - T_i^L - Y_{ij}$$



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ



Χρονική Στιγμή 0

Δραστηριότητα	Διάρκεια	EES	EEC	LAS	LAC	TF= LAC-EEC ή LAS-EES
1-2	2	0	2	2	4	2
1-3	2	0	2	0	2	0
2-5	4	2	6	4	8	2
3-4	4	2	6	2	6	0
4-5	2	6	8	6	8	0
5-6	6	8	14	8	14	0



- Κρίσιμη δραστηριότητα
 - Η δραστηριότητα της οποίας το συνολικό περιθώριο είναι μηδενικό.
 - Πρέπει να γίνονται σε τακτούς χρόνους και δεν επιδέχονται χρονικές μετατοπίσεις

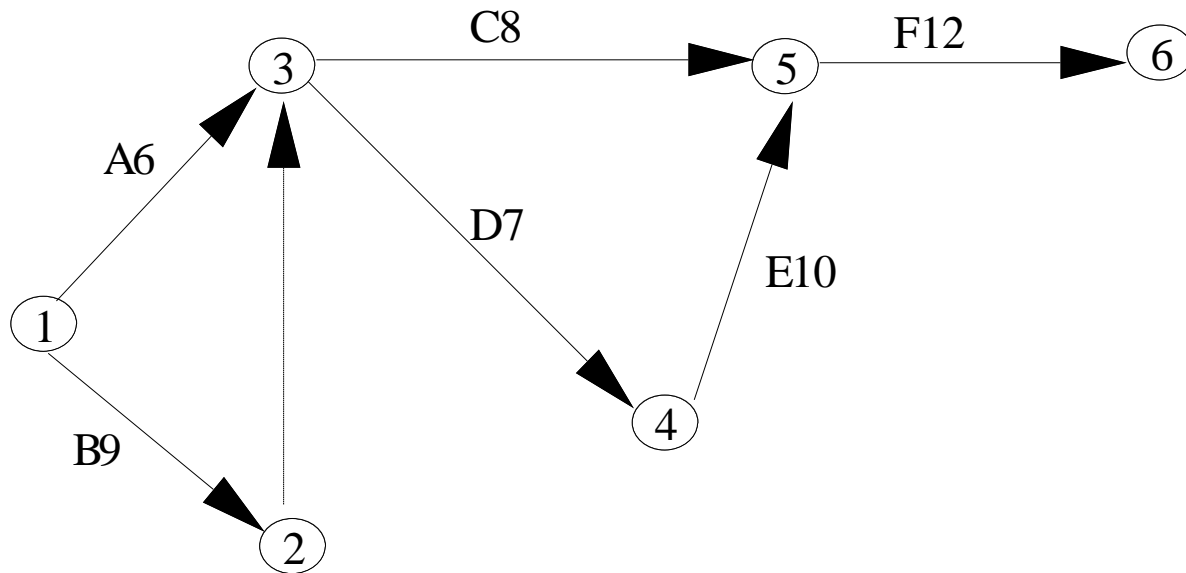
- Κρίσιμη διαδρομή
 - Διαδρομή του δικτύου που αποτελείται μόνο από κρίσιμες δραστηριότητες
 - Είναι δυνατόν να υπάρχουν περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές.



- Έστω: X_j η χρονική στιγμή πραγματοποίησης του γεγονότος j και Y_{ij} η διάρκεια της δραστηριότητας που συνδέει τα γεγονότα i και j
 - ❖ $X_j \geq X_i + Y_{ij}$
- Έστω F ο κόμβος που αναπαριστά την περάτωση του έργου που εξετάζουμε. Η αντικειμενική συνάρτηση θα είναι:
 - ❖ $Z = X_F - X_1$



Δραστηριότητα	Προηγούμενες δραστηριότητες	Χρονική διάρκεια
A, εκπαίδευση τεχνιτών X_{13}	-	6
B, αγορά πρώτων υλών X_{12}	-	9
C, παραγωγή προϊόντος 1 X_{35}	A, B	8
D, παραγωγή προϊόντος 2 X_{34}	A, B	7
E, έλεγχος προϊόντος 2 X_{45}	D	10
F, παραγωγή προϊόντος 3 X_{56}	C, E	12



Λύση

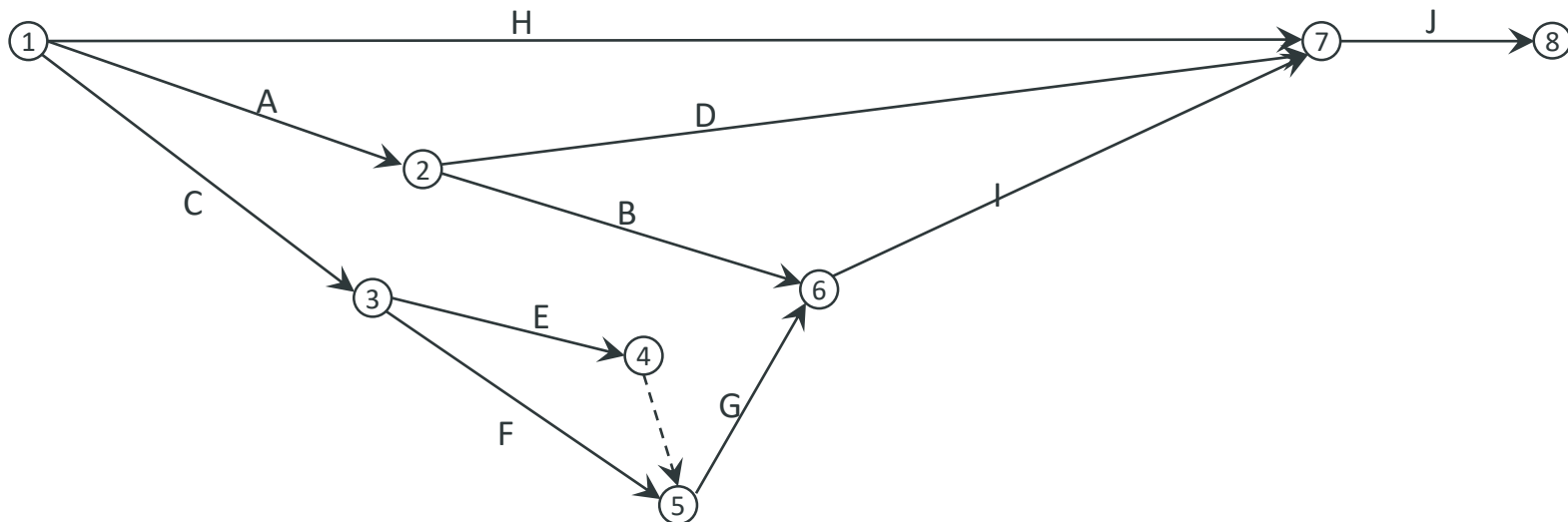
$$X_1=0, X_2=9, X_3=9, X_4=16, X_5=26, X_6=38$$

$$Z=38$$

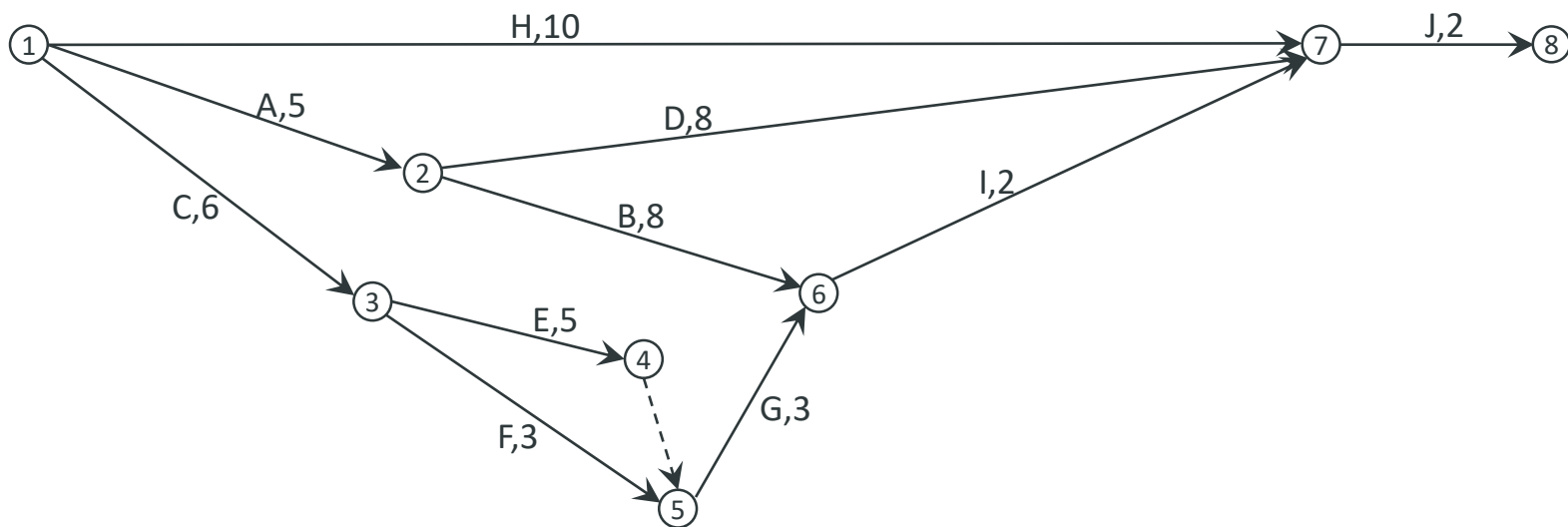
- $\min z = X_6 - X_1$
- $X_3 \geq X_1 + 6$
- $X_2 \geq X_1 + 9$
- $X_3 \geq X_2$
- $X_5 \geq X_3 + 8$
- $X_5 \geq X_4 + 10$
- $X_4 \geq X_3 + 7$
- $X_6 \geq X_5 + 12$

1. Σχεδιασμός

- Δημιουργία λίστας δραστηριοτήτων
- Προσδιορισμός αλληλεξάρτησης
- Γραφική αναπαράσταση του έργου

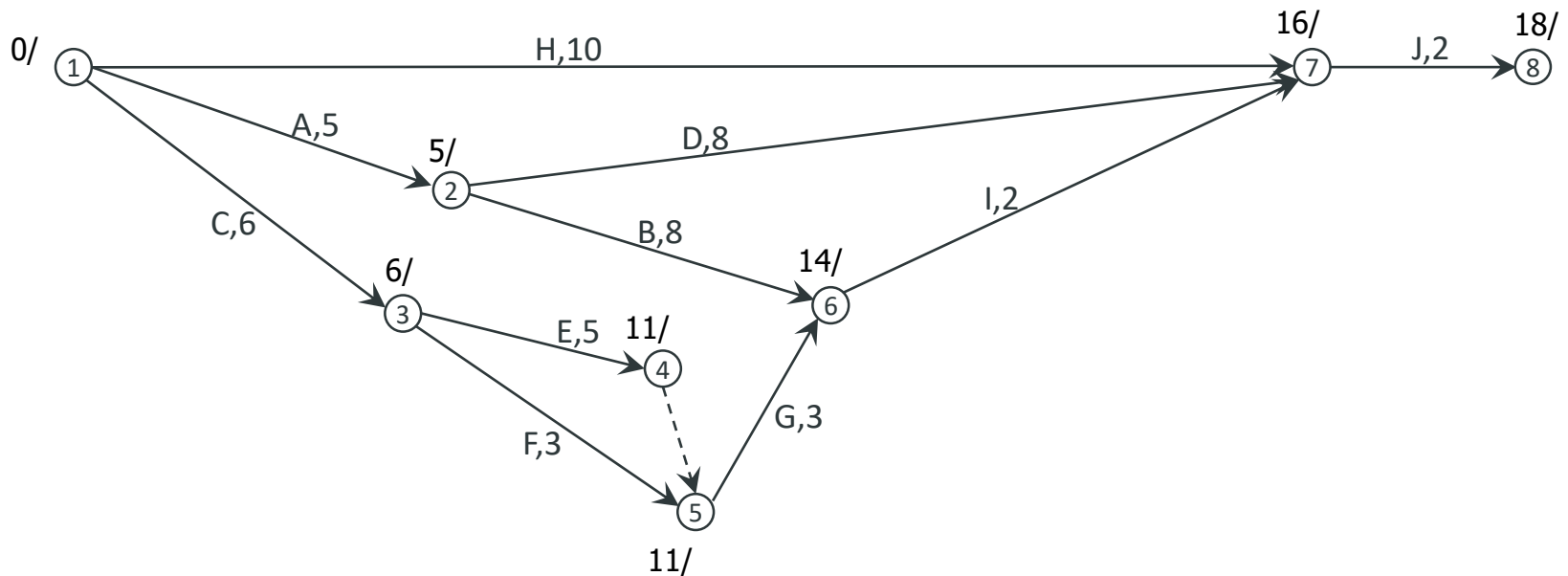


2. Προγραμματισμός χρόνου - CPM



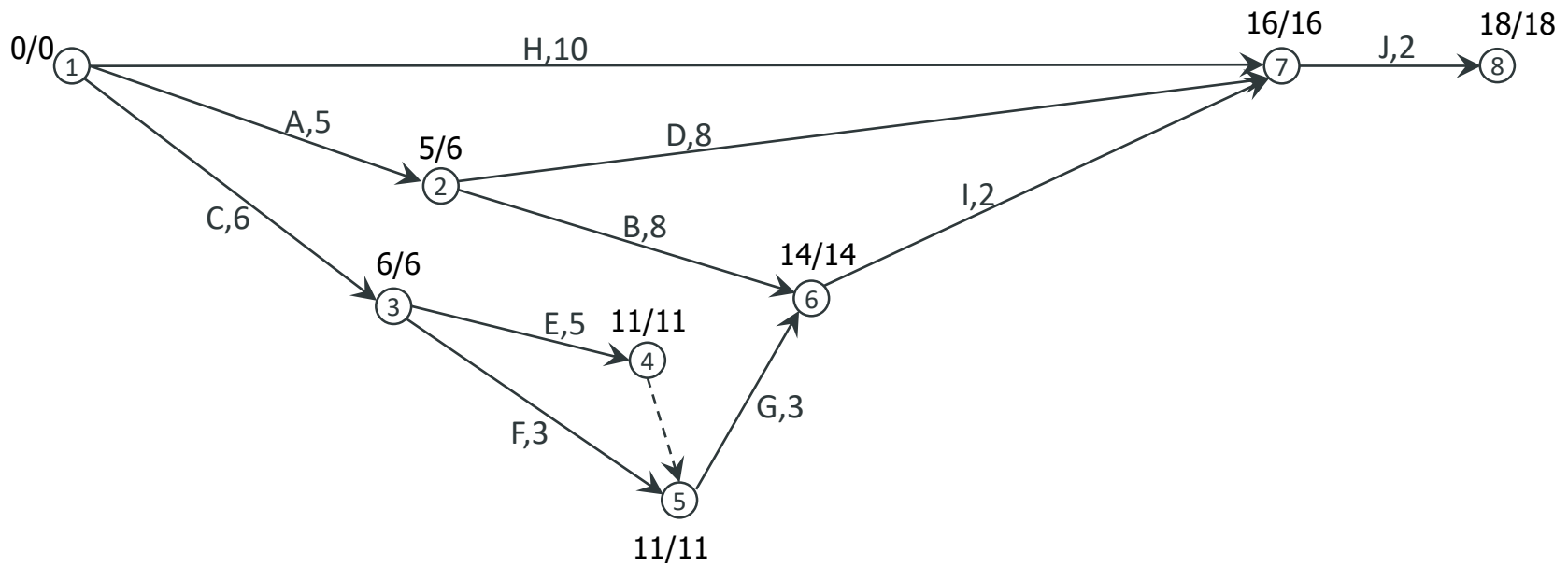
2. Προγραμματισμός χρόνου - CPM

α. Ορθή επίλυση



2. Προγραμματισμός χρόνου - CPM

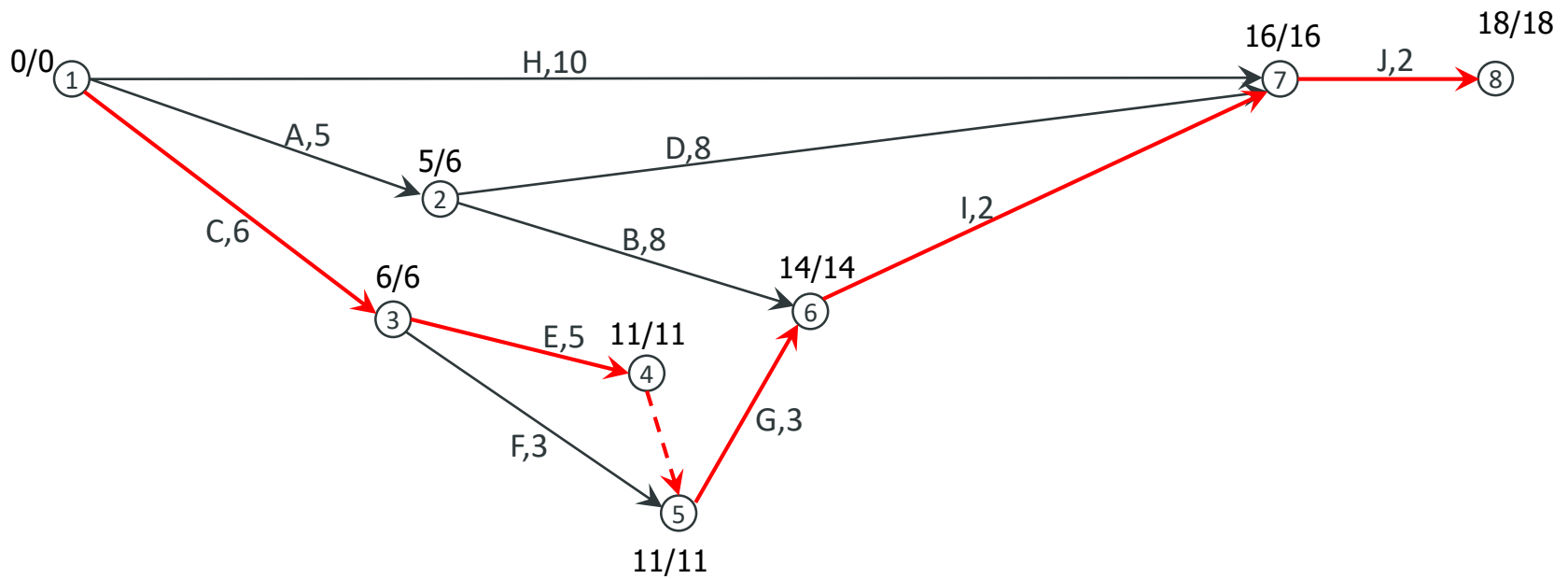
- Ορθή επίλυση
- Αντίστροφη επίλυση



2. Προγραμματισμός χρόνου - CPM

a. Ορθή επίλυση

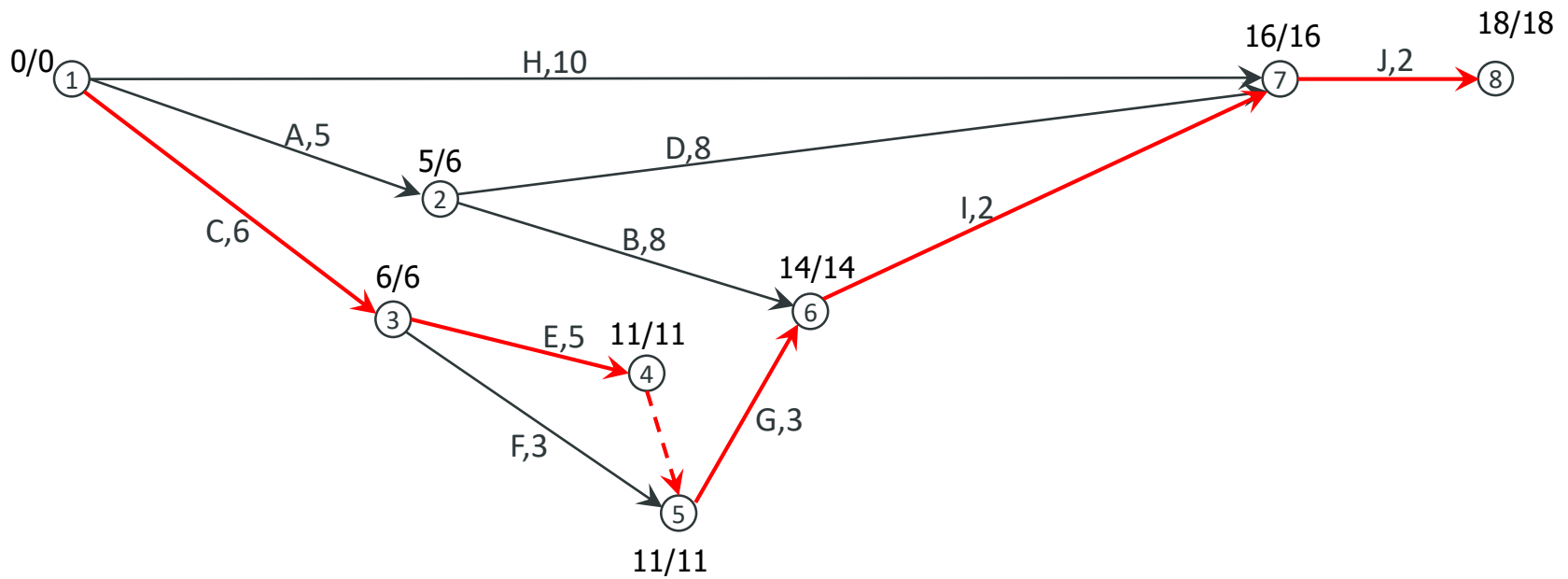
b. Αντίστροφη επίλυση (προσδιορισμός κρίσιμων δραστηριοτήτων)



2. Προγραμματισμός χρόνου - CPM

a. Ορθή επίλυση

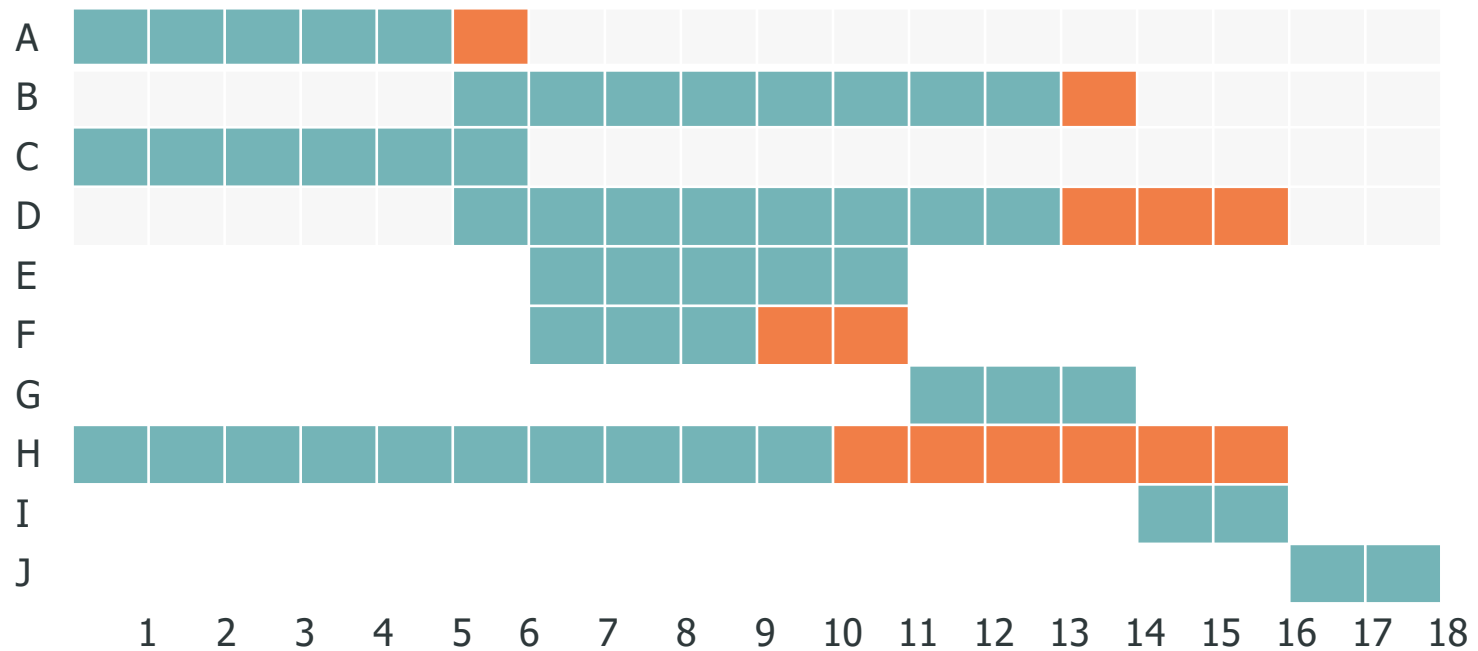
b. Αντίστροφη επίλυση (προσδιορισμός κρίσιμων δραστηριοτήτων)



3. Έλεγχος



Διάγραμμα GANTT





1. Ο συντομότερος χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων σε ένα δίκτυο ονομάζεται:
 - a) Χρονική διάρκεια δραστηριότητας
 - b) Κρίσιμη διαδρομή
 - c) Διαδρομή μέγιστου χρονικού περιθωρίου
 - d) Διαδρομή συντόμευσης
2. Ποιο από τα παρακάτω δεν μπορεί να προσδιοριστεί κατά την προς τα εμπρός πορεία και κατά την προς τα πίσω πορεία μέσα σε ένα δίκτυο;
 - a) Οι πλασματικές δραστηριότητες
 - b) Το χρονικό περιθώριο
 - c) Οι δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής
 - d) Η έκταση της υπερωριακής απασχόλησης που έχει σχεδιαστεί
3. Ποια από τις παρακάτω τεχνικές γενικά δεν χρησιμοποιείται για την συντόμευση χρονοδιαγραμμάτων;
 - a) Η μείωση πόρων
 - b) Η μείωση του αντικειμένου του έργου
 - c) Η επίσπευση δραστηριοτήτων
 - d) Η υπερωριακή απασχόληση
4. Ένα χρονοδιάγραμμα σε μορφή δικτύου διαθέτει τέσσερις εναλλακτικές διαδρομές οι οποίες διαρκούν 7, 8, 9 και 10 εβδομάδες. Εάν η διαδρομή με χρονική διάρκεια 10 εβδομάδων συντομευθεί σε 8 εβδομάδες, τότε:
 - a) Θα έχουμε πλέον δύο κρίσιμες διαδρομές
 - b) Η κρίσιμη διαδρομή θα είναι πλέον αυτή που διαρκεί 9 εβδομάδες
 - c) Η μοναδική διαδρομή που θα εμφανίζει χρονικό περιθώριο θα είναι αυτή που διαρκεί 7 εβδομάδες
 - d) Δεν παρέχεται επαρκής πληροφόρηση για να αποφανθούμε



5. Εάν μία δραστηριότητα στην κρίσιμη διαδρομή διαρκέσει περισσότερο από τον προβλεπόμενο χρόνο, τότε:
- a) Οι δραστηριότητες που δεν ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή θα εμφανίσουν επιπλέον χρονικά περιθώρια
 - b) Οι δραστηριότητες που δεν ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή θα εμφανίσουν μικρότερα χρονικά περιθώρια
 - c) Θα εμφανιστούν πρόσθετες δραστηριότητες στην κρίσιμη διαδρομή
 - d) Τίποτα από τα παραπάνω
6. Σε μία δραστηριότητα η νωρίτερη έναρξη αντιστοιχεί στην 6^η εβδομάδα, η νωρίτερη λήξη αντιστοιχεί στην 10^η εβδομάδα, η αργότερη έναρξη αντιστοιχεί στη 14^η εβδομάδα και η αργότερη λήξη αντιστοιχεί στη 18^η εβδομάδα. Το συνολικό περιθώριο αυτής της δραστηριότητας είναι:
- a) 4 εβδομάδες
 - b) 6 εβδομάδες
 - c) 8 εβδομάδες
 - d) 18 εβδομάδες
7. Οι αισιόδοξοι, απαισιόδοξοι και πιθανότεροι χρόνοι για τις δραστηριότητες αφορούν την τεχνική:
- a) PERT
 - b) GERT
 - c) CPM
 - d) GANTT



1. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ-CRM
2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



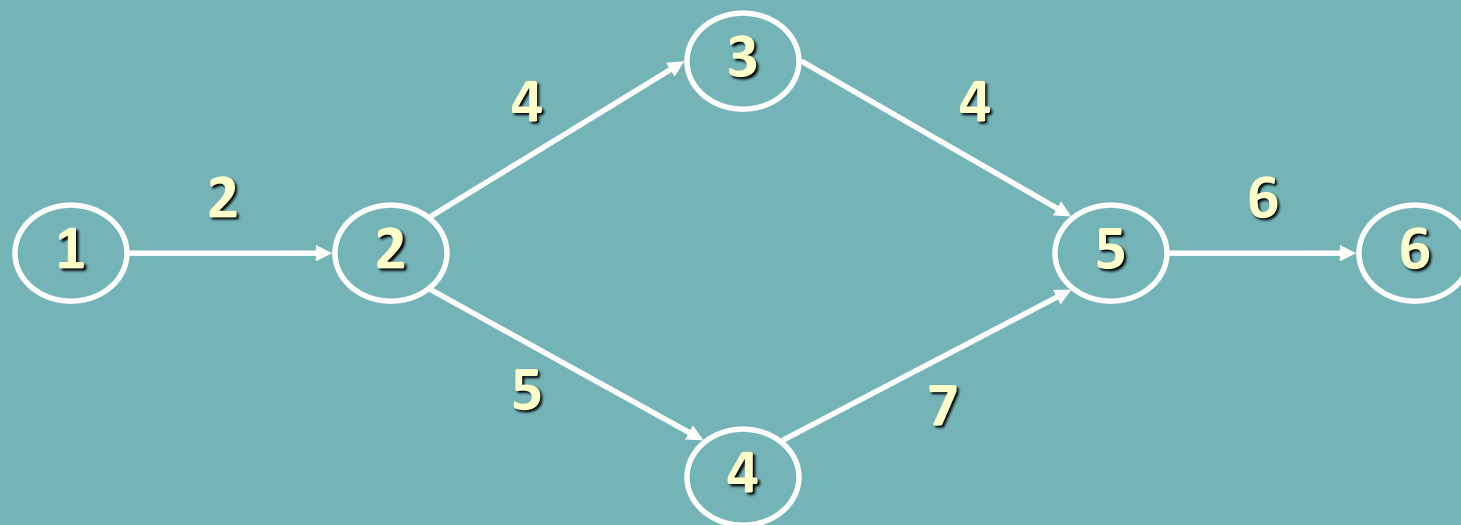
1. ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ-CRM
2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



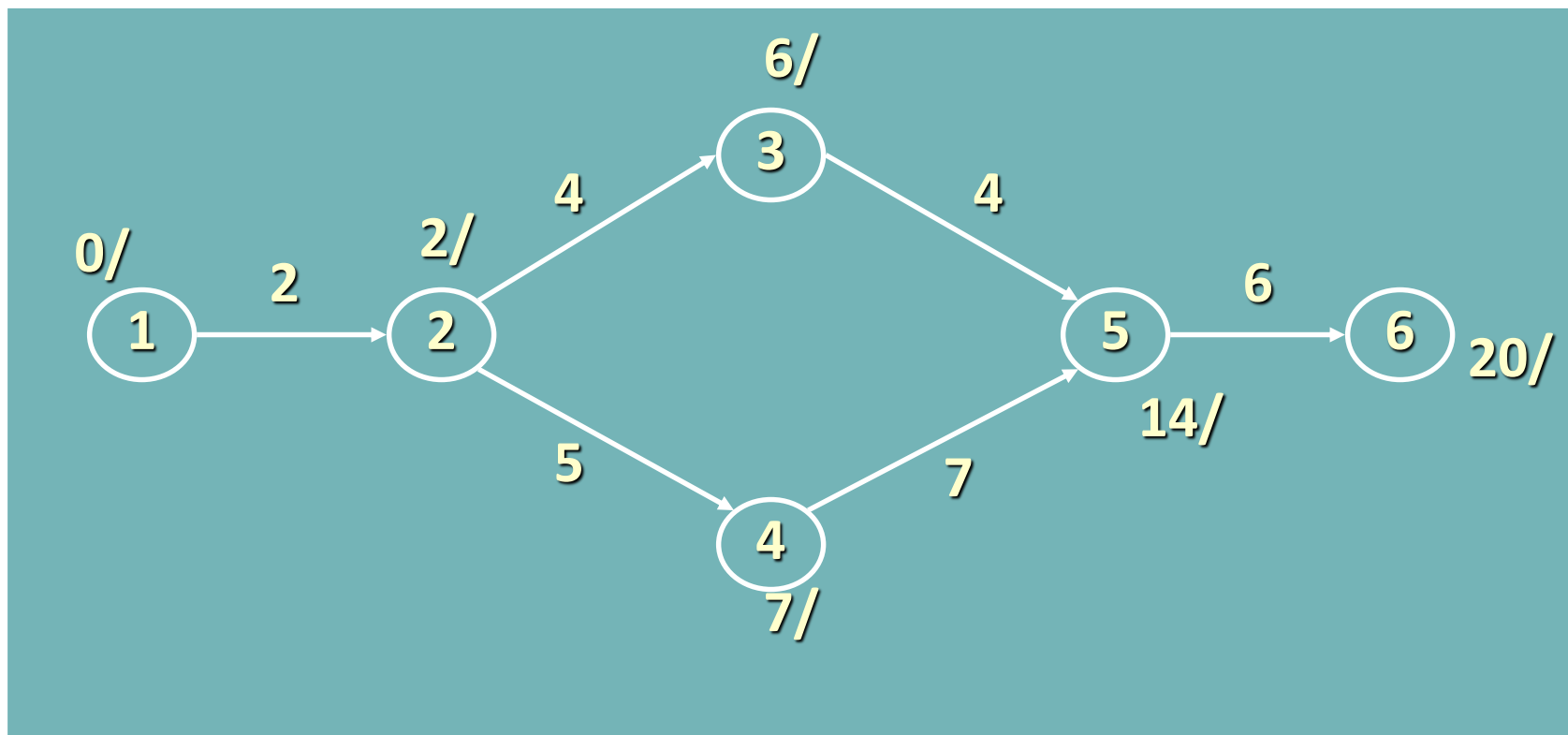
Δίνεται ο ακόλουθος Πίνακας Δραστηριοτήτων και ζητείται να επιλυθεί το δίκτυο (συνολική διάρκεια, κρίσιμη διαδρομή, περιθώρια)

Δραστηριότητες	Διάρκεια
(1,2)	2
(2,3)	4
(2,4)	5
(3,5)	4
(4,5)	7
(5,6)	6

Κατασκευάζουμε το Δίκτυο Δραστηριοτήτων

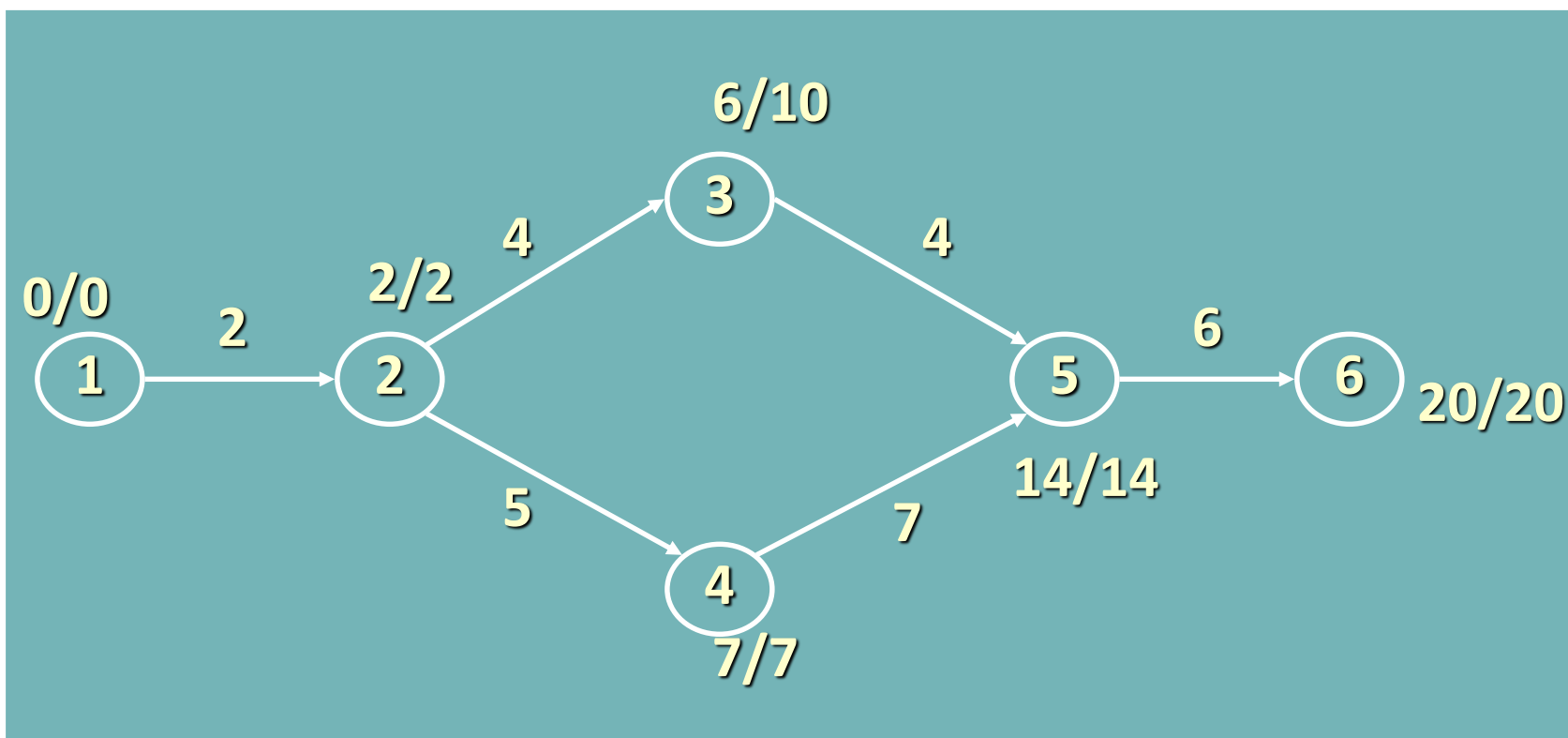


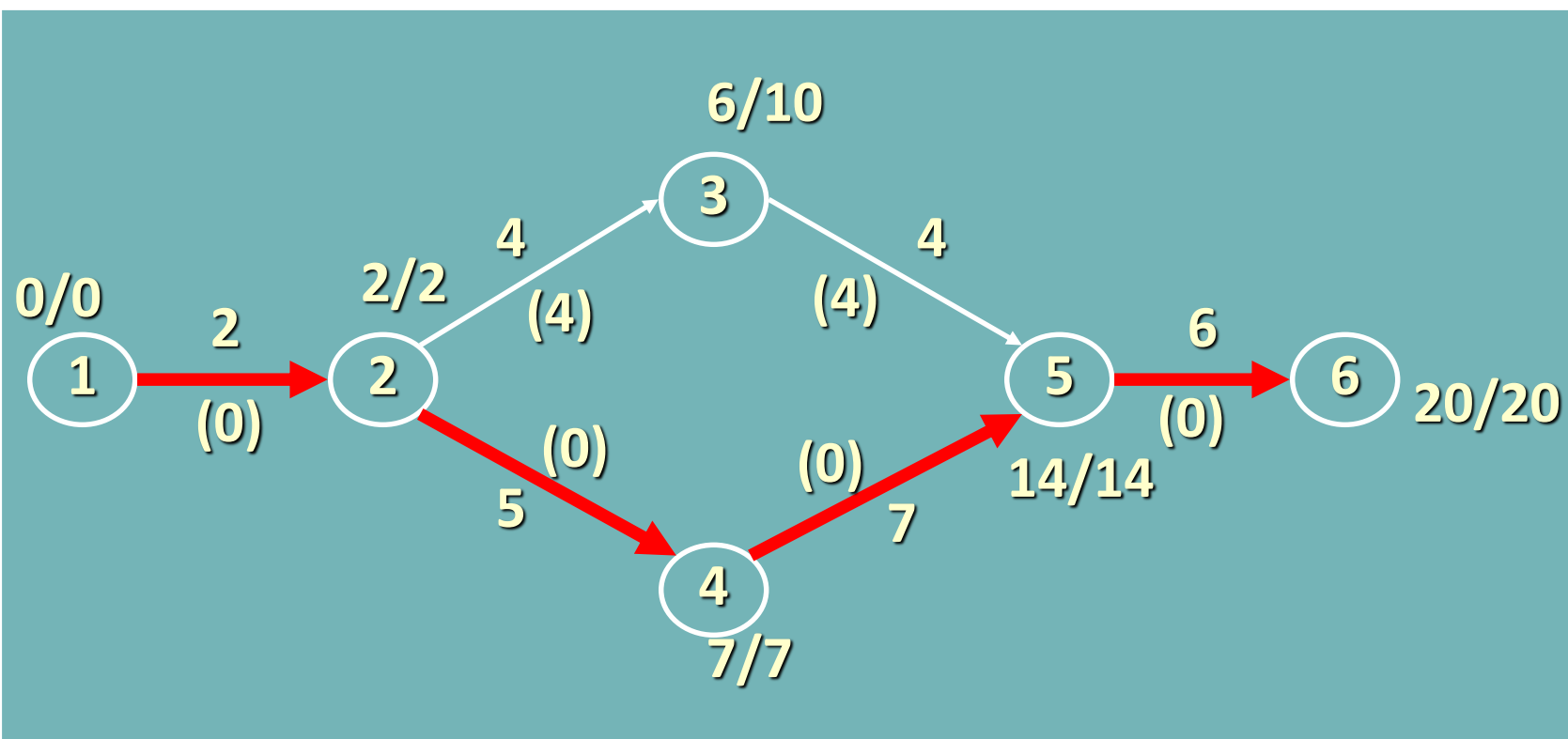
Υπολογίζουμε τους νωρίτερους χρόνους





Υπολογίζουμε τους βραδύτερους χρόνους



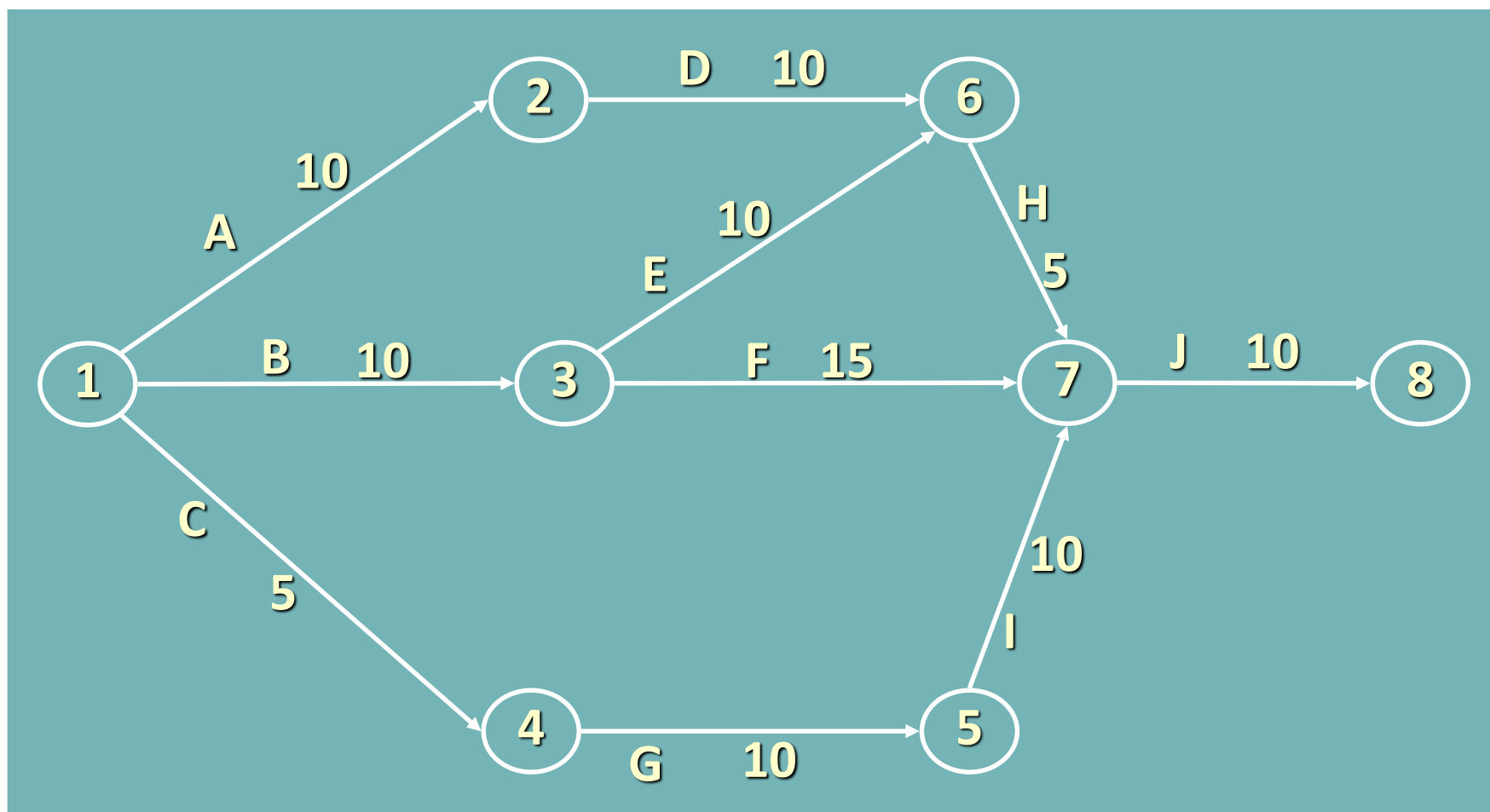




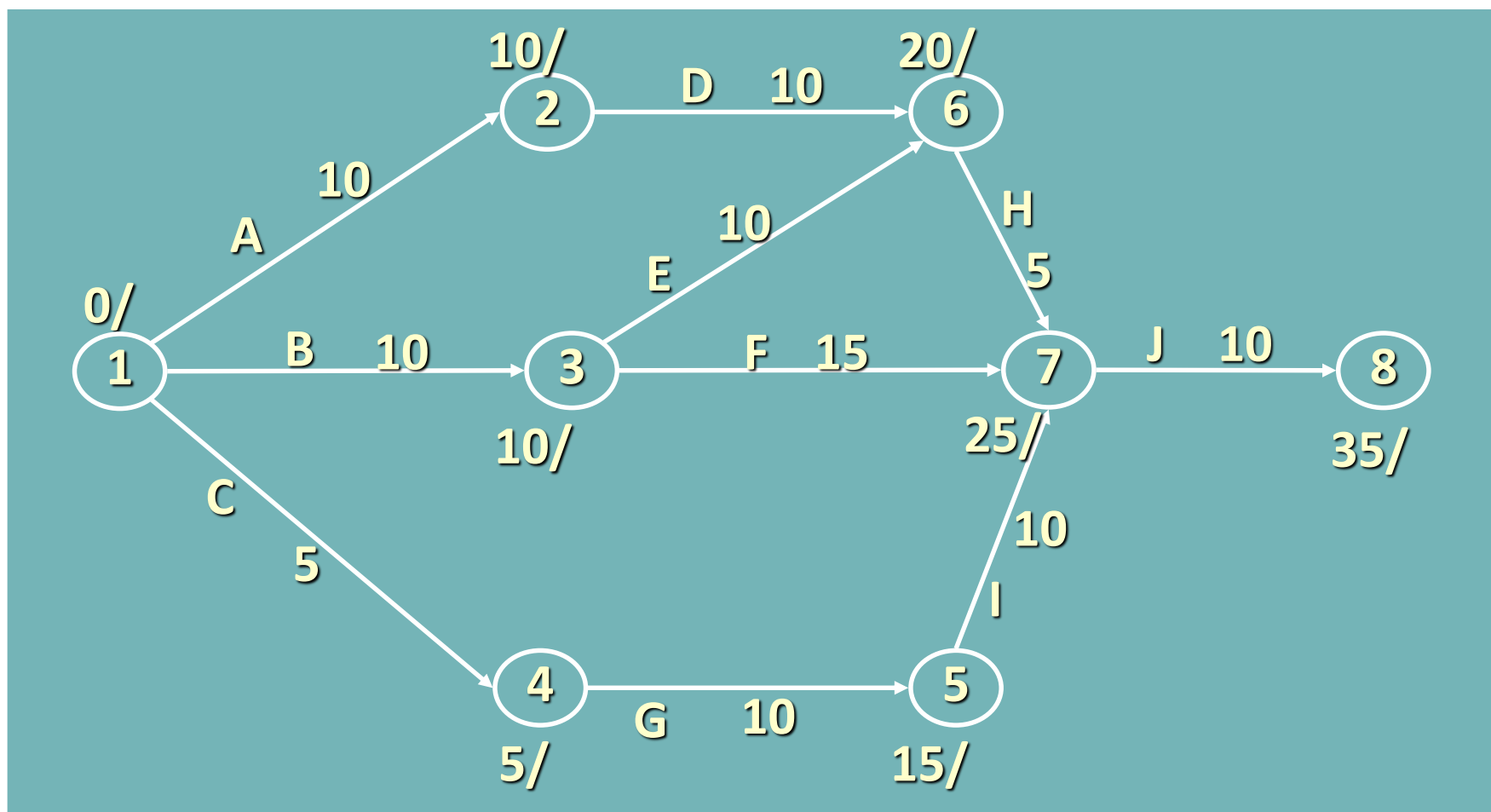
Δίνεται ο ακόλουθος Πίνακας Δραστηριοτήτων και ζητείται να επιλυθεί το δίκτυο (συνολική διάρκεια, κρίσιμη διαδρομή, περιθώρια)

Δραστηριότητα	Προηγούμενη	Διάρκεια
A	-	10
B	-	10
C	-	5
D	A	10
E	B	5
F	B	15
G	C	10
H	D, E	5
I	G	10
J	F, H, I	10

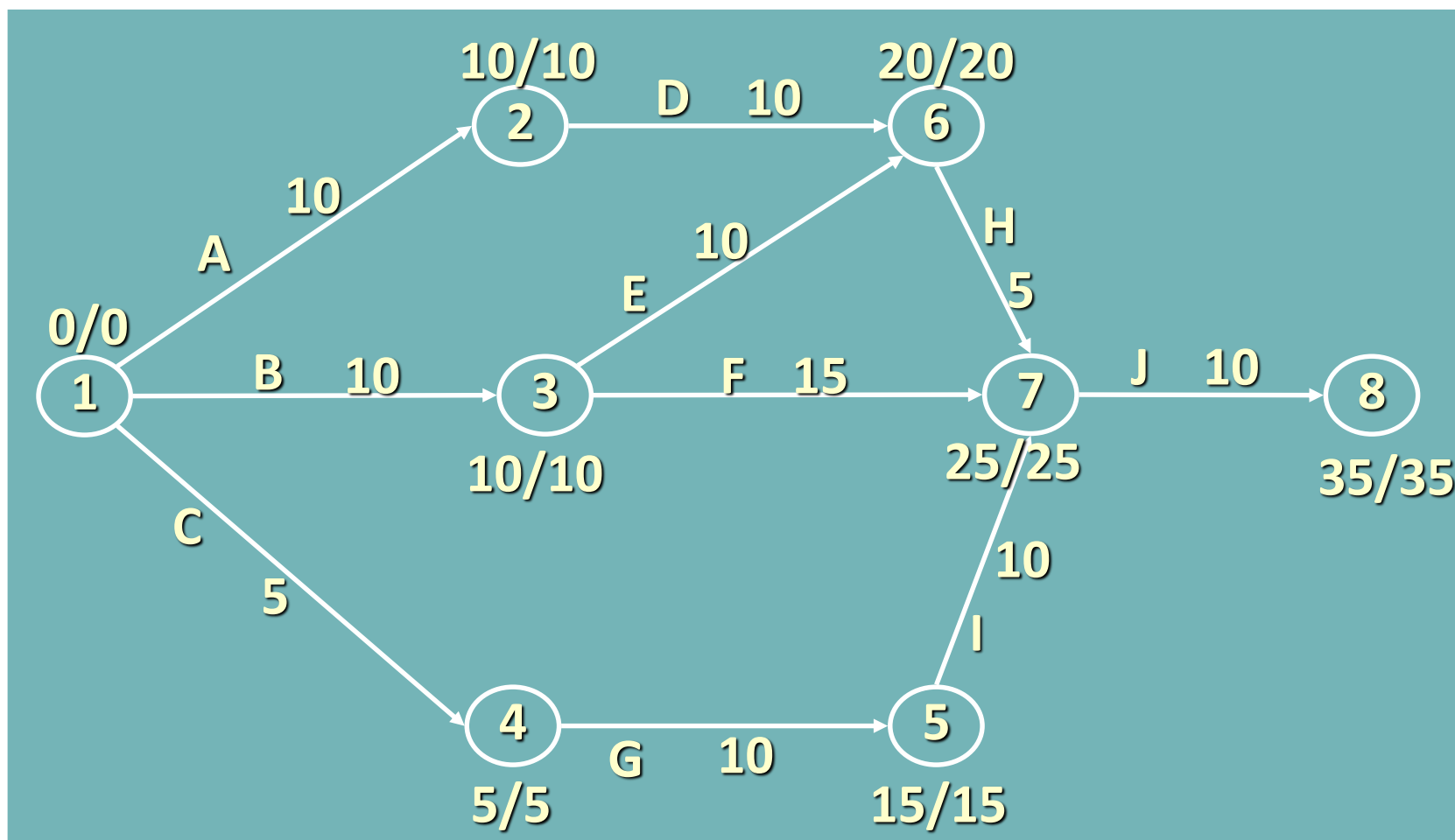
Κατασκευάζουμε το Δίκτυο Δραστηριοτήτων



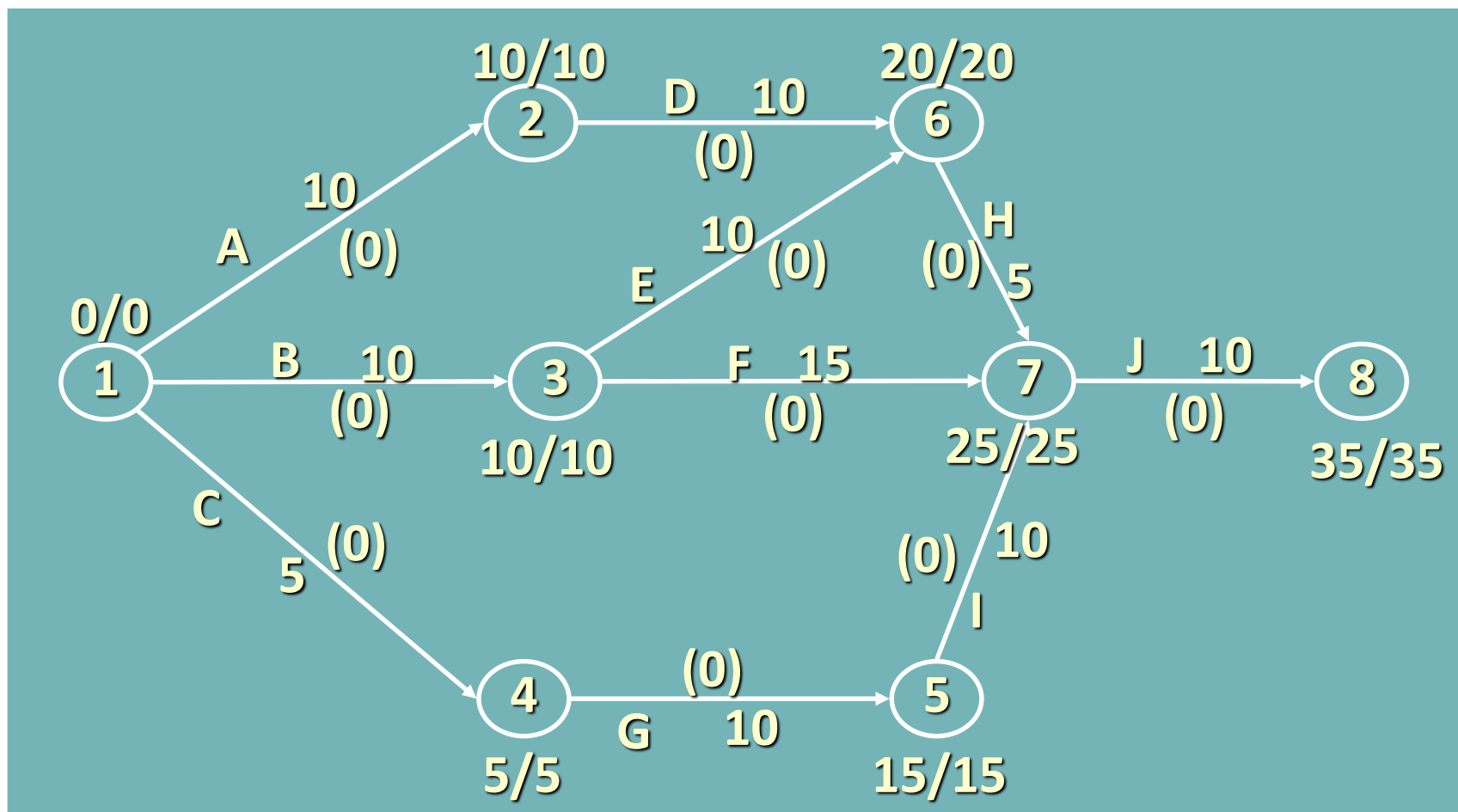
Υπολογίζουμε τους νωρίτερους χρόνους



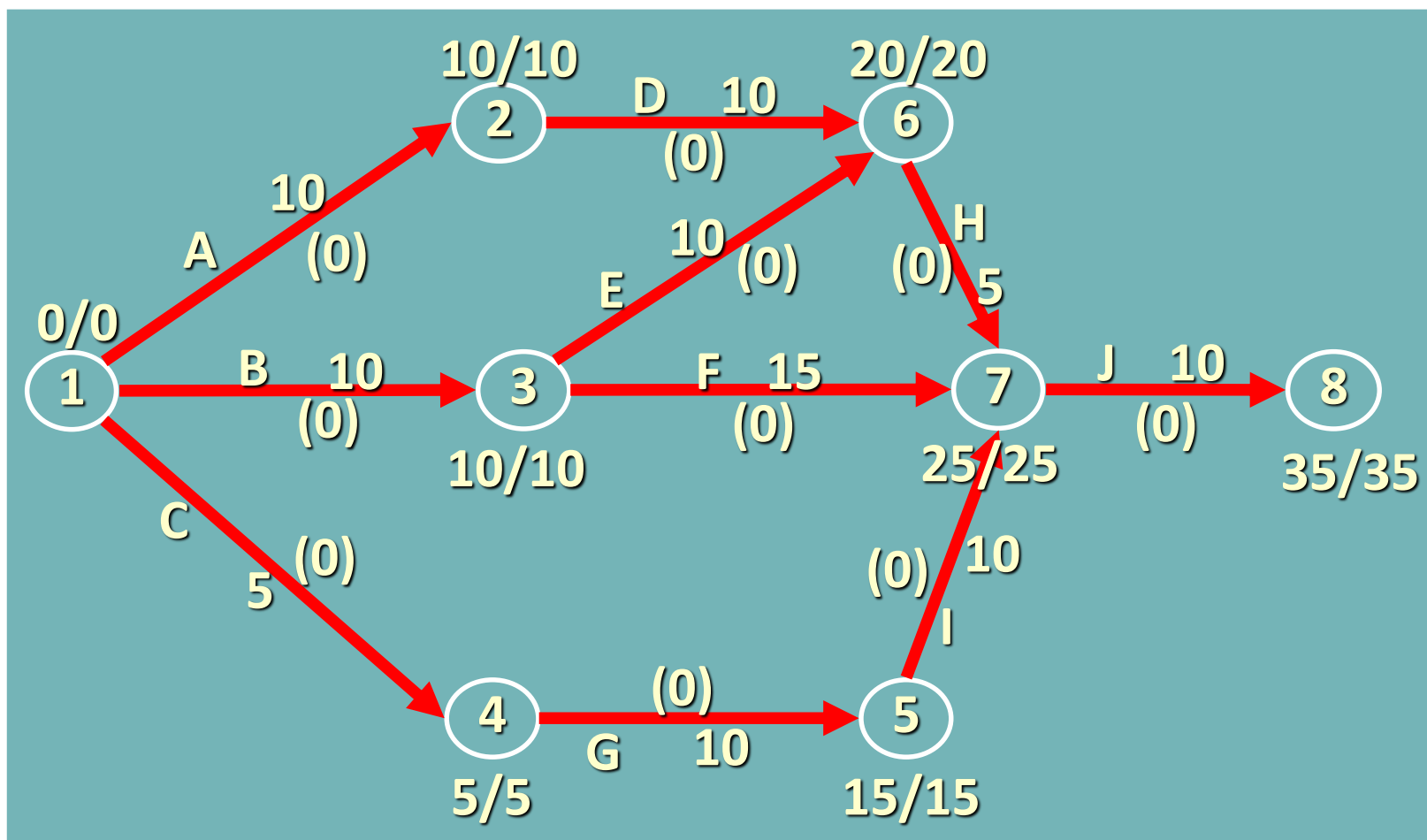
Υπολογίζουμε τους βραδύτερους χρόνους



Υπολογίζουμε το Συνολικό Περιθώριο κάθε Δραστηριότητας (TF)



Επειδή $TF_{ij} = 0$, όλες οι δραστηριότητες είναι κρίσιμες, άρα και οποιαδήποτε διαδρομή θα είναι κρίσιμη.



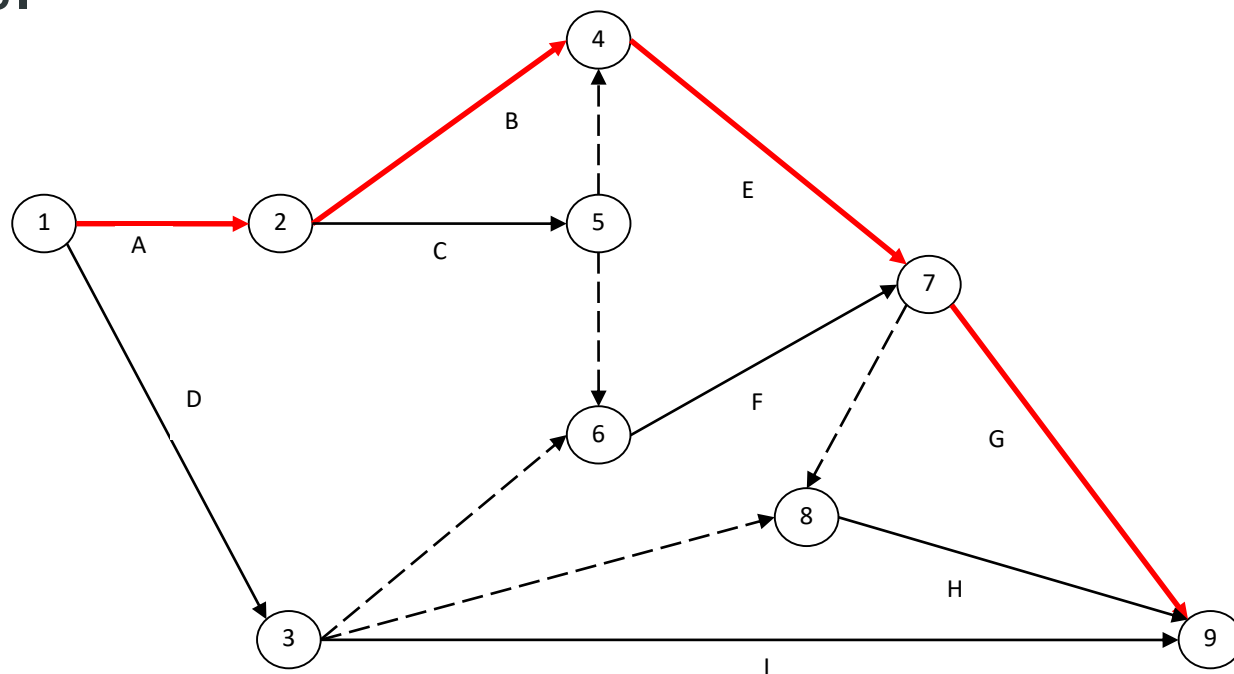
Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι κύριες δραστηριότητες ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος που υλοποίησε στα πλαίσια αντίστοιχου έργου μία εταιρεία λογισμικού.

Δραστηριότητα	Προηγούμενη	Διάρκεια
A	-	6
B	A	9
C	A	8
D	-	7
E	BC	10
F	C, D	10
G	E, F	4
H	D, E, F	3
I	D	12

Ζητούνται:

α. Να κατασκευαστεί το δίκτυο.

β. Να υπολογιστεί η κρίσιμη διαδρομή και η συνολική διάρκεια του έργου.



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

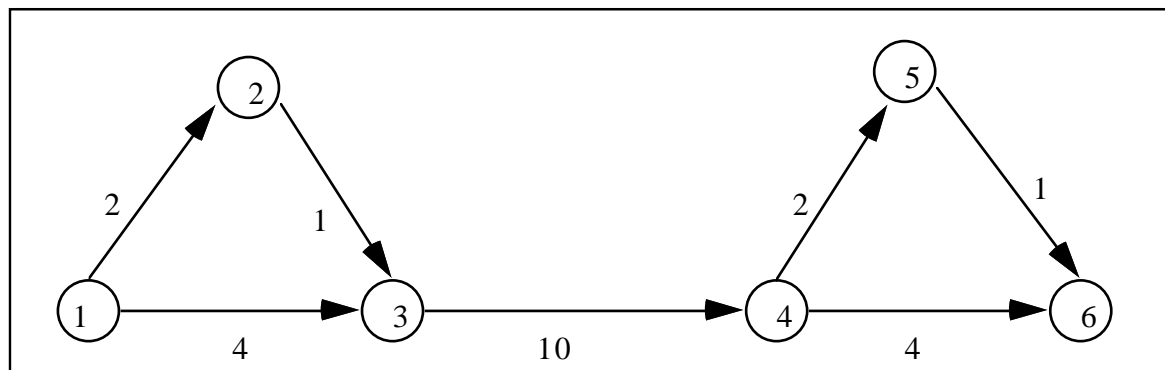
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4



Αφού σχεδιάστηκε το παρακάτω δίκτυο δραστηριοτήτων για ένα έργο, το τμήμα προγραμματισμού διαπίστωσε ότι χρειάζεται μια επιπλέον δραστηριότητα: αυτή που συνδέει τα γεγονότα 2 και 5.

Η δραστηριότητα (2,5) θα είναι κρίσιμη μόνο εάν η διάρκειά της είναι ίση με μία συγκεκριμένη τιμή. Ποια είναι αυτή η τιμή;

Τι επιπτώσεις υπάρχουν στη κρισιμότητα ή μη της δραστηριότητας (2,5) εάν η διάρκειά της είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από αυτήν τη τιμή;



- Αναγνώριση και οφέλη τριών τεχνικών χρονικού προγραμματισμού δικτύων.
 - GANTT, CPM, PERT
- Βασική ορολογία δικτύων
 - Δραστηριότητες
 - Γεγονότα
 - Κρίσιμη διαδρομή
 - Χρονικό περιθώριο
 - Διάρκεια εκτέλεσης ενός έργου
- Βήματα ανάπτυξης ενός δικτύου
- Μεθοδολογία ορθής και αντίστροφης επίλυσης CPM



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ;