



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Μηχανικών – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

2.1 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ (CPM)

Δρ. Ισαάκ Βρυζίδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό των έργων
 - Γενικά Στοιχεία (Αρχικός Σχεδιασμός, Ανάπτυξη χρονοδιαγράμματος, Έλεγχος Παρακολούθησης)
 - Μεθοδολογίες Χρονικού Προγραμματισμού
2. Δικτυακή απεικόνιση ενός έργου
 - Τοξωτά Δίκτυα
 - Κομβικά Δίκτυα
 - Σύγκριση Τοξωτών και Κομβικών Δικτύων
3. Επίλυση δικτύου – Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής (CPM)
4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού
5. Ασκήσεις προς επίλυση

Ενότητα 1



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΕΡΓΩΝ

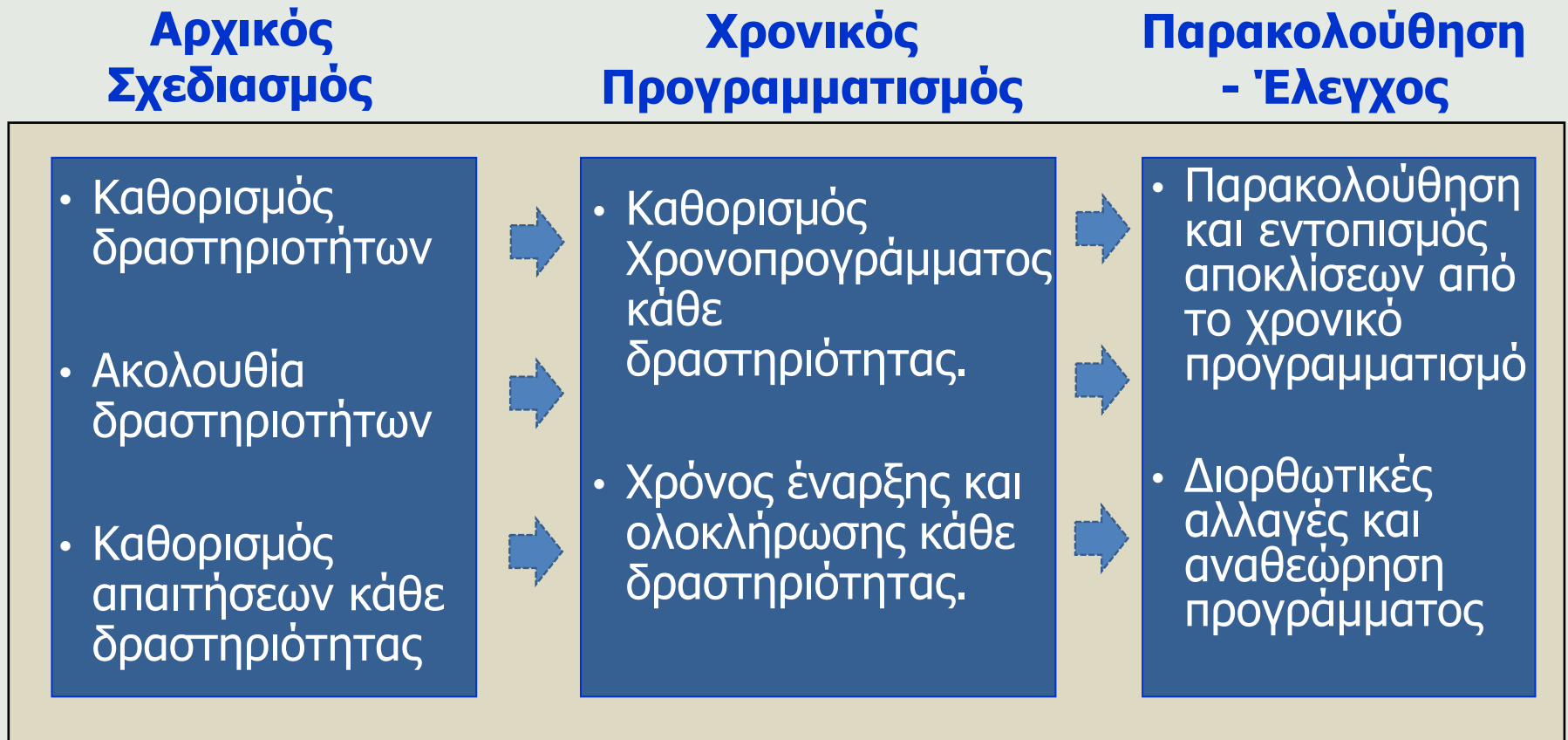
1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Ο **χρονικός προγραμματισμός** αποτελεί ένα κρίσιμο πρόβλημα για το έργο. Μερικές πληροφορίες που η Διοίκηση ενός έργου θα ήθελε να ξέρει είναι:

- Ποια είναι η προβλεπόμενη διάρκεια ενός έργου;
- Πότε προβλέπεται ν' αρχίζει και να τελειώνει κάθε δραστηριότητα του συγκεκριμένου έργου;
- Ποιοι πόροι και σε τι ποσότητες θα απαιτηθούν και σε ποια χρονική στιγμή στη διάρκεια του έργου;
- Πώς είναι δυνατόν να εντοπισθούν αποκλίσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε καθυστέρηση του έργου;
- Ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στο συγκεκριμένο έργο, αν κάποια δραστηριότητα δεν ακολουθήσει το χρονοδιάγραμμα;
- Ποιες είναι, αν υπάρχουν οι εναλλακτικές λύσεις επιτάχυνσης της προόδου ενός έργου;

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Προσέγγιση Διαχείρισης Χρόνου Έργων



“ Εάν αποτύχεις να σχεδιάσεις, σκοπεύεις να αποτύχεις”

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Αρχικός Σχεδιασμός έργου (1)

- Καθορισμός των στόχων και του αντικειμένου του έργου
- **Περιορισμοί** που υπάρχουν σε ότι αφορά τις ημερομηνίες ολοκλήρωσης του έργου. Εξέταση εναλλακτικών σεναρίων ολοκλήρωσης και εκτίμηση του αντίστοιχου κινδύνου.
- **Διαθέσιμος προϋπολογισμός.** Δεσμεύσεις και περιορισμοί.
- Καθορισμός των **τεχνικών προδιαγραφών** των παραδοτέων. Περιγραφή κάθε παραδοτέου (ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά).
- Καθορισμός ενδιάμεσων στόχων στα μεγάλα έργα **(Ορόσημο)**.
- Καθορισμός ομάδας έργου και υπευθύνων έργου.
- Ανάπτυξη σχεδίου δράσης με **προσδιορισμό των απαραίτητων δραστηριοτήτων και εργασιών** που πρέπει να εκτελεσθούν. Πιθανή ομαδοποίηση των εργασιών σε συναφή αντικείμενα ή ημιαυτόνομα υποέργα.

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Αρχικός Σχεδιασμός έργου (2)

- Διανομή ευθυνών για κάθε συγκεκριμένη εργασία ή δραστηριότητα.
- **Καθορισμός αλληλοσυσχετίσεων** μεταξύ των εργασιών και κατασκευή ενός αρχικού διαγράμματος έργου.
- Αρχικός προσδιορισμός αλληλουχίας όλων των εργασιών του έργου.
- Για κάθε δραστηριότητα του έργου εντοπίζονται όλες εκείνες οι δραστηριότητες που θα πρέπει να ολοκληρωθούν ώστε να είναι δυνατόν να ξεκινήσει η συγκεκριμένη δραστηριότητα.
- Οι δραστηριότητες που απαιτούνται να ολοκληρωθούν πριν ξεκινήσει κάποια άλλη ονομάζονται **προαπαιτούμενες δραστηριότητες**.

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Χρονικός Προγραμματισμός του Έργου (1)

Αφορά τον προσδιορισμό ενός εφικτού χρονοδιαγράμματος που προσδιορίζει με λεπτομέρεια το χρόνο έναρξης και λήξης κάθε εργασίας ή δραστηριότητας.

- Καθορίζονται, ακόμη, τα κύρια σημεία της εξέλιξης του έργου, τα **ορόσημα (milestones)** και πότε αυτά αναμένονται στη διάρκεια του έργου.
- Λαμβάνονται υπόψη όλοι οι **περιορισμοί** που αφορούν τη χρονική διαθεσιμότητα των απαιτούμενων πόρων (ανθρώπων, εξοπλισμού, υλικών κλπ), τυχόν εξωτερικοί περιορισμοί και εκταμίευση των απαιτούμενων κεφαλαίων.
- Δημιουργούνται **διαγράμματα** που παρουσιάζουν το χρόνο έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας, καθώς και το πρόγραμμα απασχόλησης των διαθέσιμων πόρων.

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Χρονικός Προγραμματισμός του Έργου (2)

Ο χρονικός προγραμματισμός κάθε έργου περιλαμβάνει:

- Την ακριβή περιγραφή κάθε εργασίας και των παραδοτέων της.
- Την εκτίμηση της χρονικής διάρκειας κάθε εργασίας με προσδιορισμό του αναμενόμενου χρόνου ολοκλήρωσής της καθώς και πιθανών αποκλίσεων.
- Την κατασκευή διαγράμματος **PERT / CPM** για την αρχική ανάλυση του χρονικού προγραμματισμού του έργου.
- Την κατασκευή **διαγράμματος Gantt** με ακριβείς χρόνους προγραμματισμένης έναρξης και αναμενόμενης λήξης κάθε εργασίας.
- Τη θεώρηση πιθανών περιορισμών χρόνου ή πόρων που μπορεί να οδηγήσουν σε αναθεώρηση του χρονοδιαγράμματος.
- Τον **προσδιορισμό του κόστους** του έργου.
- Την εκπόνηση του τελικού προγραμματισμού του έργου.

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

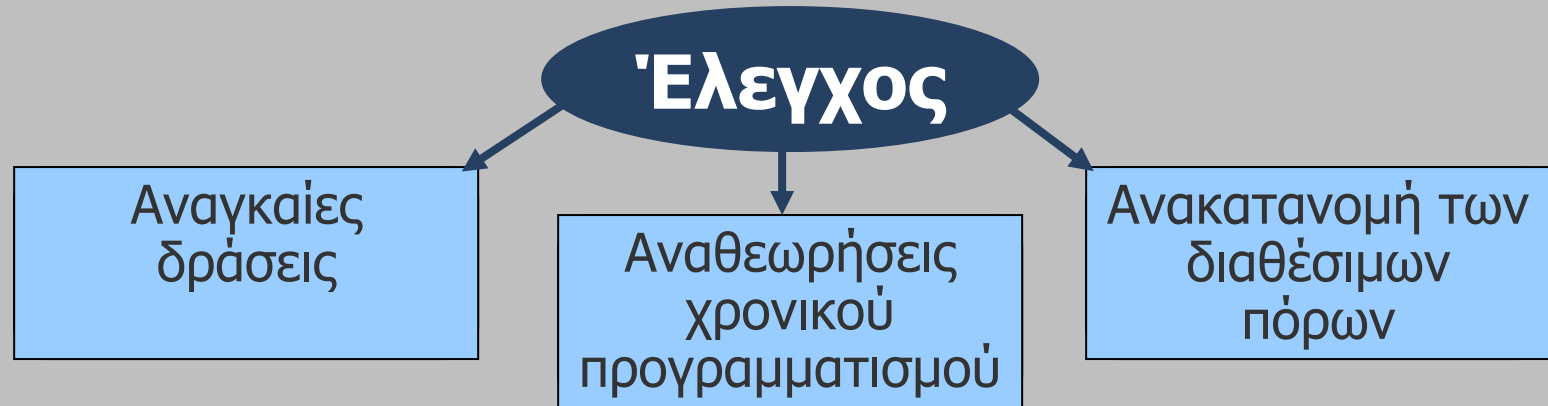
Παρακολούθηση και έλεγχος του έργου (1)

Στην πορεία του έργου παρακολουθείται η εκτέλεση όλων των δραστηριοτήτων έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η ολοκλήρωση του έργου μέσα στα χρονικά πλαίσια που τέθηκαν και με το συγκεκριμένο προϋπολογισμό.

Εξωγενείς παράγοντες

Λανθασμένες/άστοχες αποφάσεις

Πιθανές αποκλίσεις (καθυστερήσεις σε εργασίες του έργου, υπέρβαση του προϋπολογισμού κλπ)
Προβλήματα που προκαλούν τις αποκλίσεις



1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Μεθοδολογίες Χρονικού Προγραμματισμού Έργων (1)

Δύο βασικές μεθοδολογίες για τον χρονικό προγραμματισμό των έργων είναι:

- ❑ **CPM – Critical Path Method**
Μέθοδος Κρίσιμης Διαδρομής
- ❑ **PERT – Project Evaluation and Review Technique**
Τεχνική Αξιολόγησης και Παρακολούθησης Έργου

Παρότι οι μέθοδοι CPM και PERT βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία και χρησιμοποιούν τις ίδιες αναλυτικές τεχνικές, αναπτύχθηκαν σε τελείως διαφορετικό περιβάλλον:

- Η **PERT** αναπτύχθηκε το 1958 από το Ναυτικό των ΗΠΑ για την παρακολούθηση του έργου της κατασκευής των βλημάτων Polaris.
- Την ίδια περίπου περίοδο η μεγάλη εταιρεία χημικών προϊόντων στις ΗΠΑ Du Pont ανέπτυξε την **CPM** για την παρακολούθηση της κατασκευής των νέων εργοστασίων της.

Σήμερα θεωρούνται ως μία μέθοδος PERT/CPM επειδή βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία.

1. Εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό έργων

Μεθοδολογίες Χρονικού Προγραμματισμού Έργων (2)

- **Η βάση και των δύο τεχνικών** είναι η ανάπτυξη ενός λεπτομερούς χρονοδιαγράμματος που θα περιέχει τον ακριβή χρόνο έναρξης και περάτωσης κάθε δραστηριότητας του υπό παρακολούθηση έργου, εντοπίζοντας συγχρόνως εκείνες τις δραστηριότητες που είναι κρίσιμες για την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.
- **Η μέθοδος PERT** δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο γεγονός ότι ο χρόνος εκτέλεσης κάθε εργασίας μπορεί να παρουσιάζει τυχαίες διακυμάνσεις και αξιοποιώντας βασικές αρχές της στατιστικής, προσδιορίζει τις πιθανότητες για την ολοκλήρωση του έργου σε συγκεκριμένες ημερομηνίες.
- **Η μέθοδος CPM** δίνει περισσότερη έμφαση στον έλεγχο του χρόνου εκτέλεσης και του κόστους εκτέλεσης των δραστηριοτήτων του έργου.
- **Η βασική αρχή** στην οποία στηρίζεται η μέθοδος PERT/CPM είναι η **σηματική παράσταση των δραστηριοτήτων ενός έργου σε μορφή δικτύου**. Στο δίκτυο παριστάνονται όλες οι δραστηριότητες του έργου και ο τρόπος της χρονικής αλληλοσυσχέτισης μεταξύ τους.

Ενότητα 2



ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΡΓΩΝ

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

- ❑ Με τη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS) χωρίσαμε το αντικείμενο του έργου σε πακέτα εργασιών, τα οποία αποτελούν μια λογική ομαδοποίηση εργασιών και εξυπηρετούν την εκτίμηση του κόστους, τον προϋπολογισμό και την παρακολούθηση. Στον χρονικό προγραμματισμό γίνεται το επόμενο βήμα, όπου χωρίζονται τα πακέτα εργασίας σε **λίστες δραστηριοτήτων**.
- ❑ Ίσως τα πακέτα εργασίας να μην συνδέονται λογικά, οι δραστηριότητες όμως που θα χρησιμοποιηθούν για τον χρονικό προγραμματισμό, πρέπει να συνδέονται λογικά.
- ❑ Μια δραστηριότητα μπορεί να καθοριστεί ως οποιαδήποτε εργασία ή λειτουργία που πρέπει να εκτελεστεί προκειμένου να ολοκληρωθεί ένα πακέτο εργασιών ή το έργο.
- ❑ Ένα πακέτο εργασιών WBS μπορεί να χωριστεί σε μία ή περισσότερες δραστηριότητες.

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

Για να σχεδιαστεί το **Δίκτυο του έργου** (Project Network) θα πρέπει να υπάρχουν οι εξής πληροφορίες:

- Λίστα δραστηριοτήτων (αναπτύσσεται από το WBS)
- Εξαρτήσεις δραστηριοτήτων, οι οποίες αναφέρονται και ως λογικές σχέσεις

Το δίκτυο ενός έργου είναι μια γραφική παράσταση (Γράφος – graphs), η οποία επιτρέπει τη συμβολική παρουσίαση ενός έργου ως σύνολο δραστηριοτήτων, λογικά συνδεδεμένων μεταξύ τους.

Ο σχεδιασμός του δικτύου εξαρτάται από την επιλογή του τύπου του. Γενικά υπάρχουν δύο τύποι δικτύων:

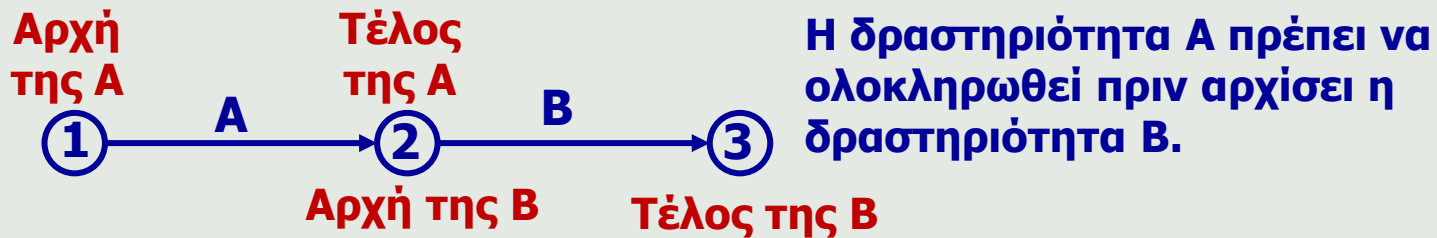
- Τα **Τοξωτά Δίκτυα** (activities on arcs – AOA)
- Τα **Κομβικά Δίκτυα** (activities on nodes – AON)

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

- Απεικόνιση έργου σε δίκτυο με τις δραστηριότητες στα τόξα του δικτύου (ΑΟΑ):

- Κάθε δραστηριότητα απεικονίζεται σε ένα τόξο του δικτύου.
- Το τόξο του δικτύου συνδέει δύο κόμβους οι οποίοι ορίζουν την έναρξη και λήξη της συγκεκριμένης δραστηριότητας

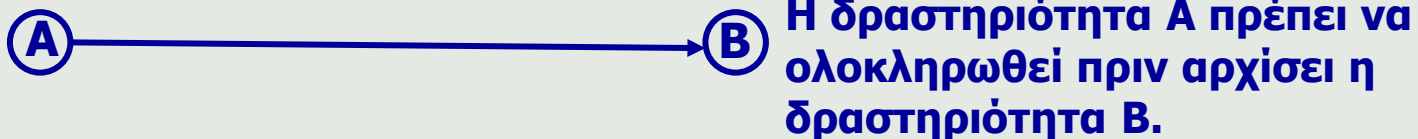
Απεικόνιση δραστηριοτήτων σε τοξωτό δίκτυο



- Απεικόνιση των δραστηριοτήτων σε κόμβους του δικτύου (ΑΟΝ):

- Κάθε δραστηριότητα αντιστοιχίζεται στους κόμβους του δικτύου.
- Τα τόξα του δικτύου δηλώνουν τις σχέσεις αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων.

Απεικόνιση δραστηριοτήτων σε κομβικό δίκτυο



2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

Τοξωτά Δίκτυα (ΑΟΑ) (1)

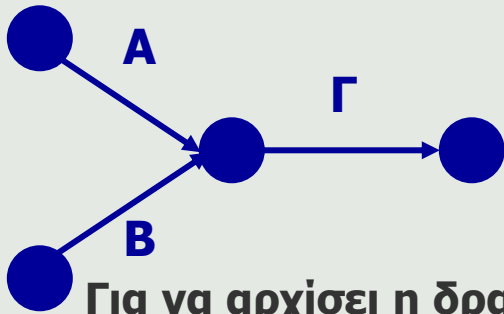
Moder et al. (1983)¹ πρότεινε 6 κανόνες για την κατασκευή τοξωτών δικτύων:

1. Προτού αρχίσει μία οποιαδήποτε δραστηριότητα, πρέπει να ολοκληρωθούν όλες οι δραστηριότητες που προηγούνται. Αν συμβαίνει μια δραστηριότητα να πρέπει να ξεκινήσει, όταν έχει ολοκληρωθεί μέρος της προηγούμενης της, τότε θα πρέπει να ανακαθοριστούν οι δραστηριότητες αυτές.
2. Τα βέλη υποδηλώνουν μόνο λογική προτεραιότητα. Ούτε το μήκος ούτε η κατεύθυνση της του βέλους υποδηλώνουν κάτι επιπρόσθετο.
3. Κάθε κόμβος πρέπει να έχει έναν αριθμό, ο οποίος δεν πρέπει να είναι ίδιος με τον αριθμό άλλου κόμβου.
4. Δύο δραστηριότητες δεν μπορούν να έχουν κοινούς κόμβους αρχής και πέρατος.
5. Υπάρχει ένας κόμβος αρχής (χωρίς προηγούμενο) και ένας κόμβος τέλους (χωρίς επόμενο) σε κάθε διάγραμμα.
6. Η χρήση **πλασματικών δραστηριοτήτων (dummies activities)** είναι απαραίτητη για να γίνει σωστή απεικόνιση της λογικής αλληλουχίας ή αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων. Η πλασματικές δραστηριότητες είναι μηδενικής διάρκειας και δεν απαιτούν πόρους. Απεικονίζονται με διακεκομμένη γραμμή.

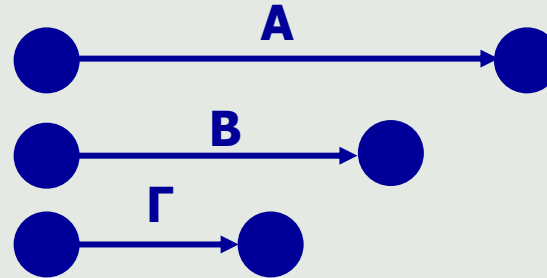
¹Moder, J.J., Phillips, C.R., Davis, E.W., 1983. Project Management With CPM, Pert and Precedence Diagramming, Nostrand Reinhold, New York.

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

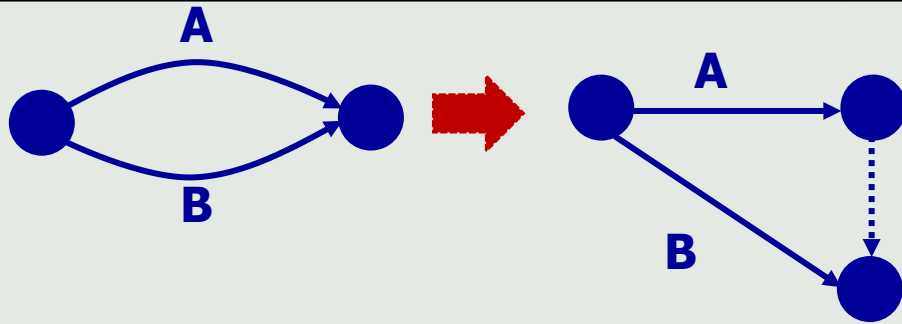
Τοξωτά δίκτυα (ΑΟΑ) (2): Διαφορετικές μορφές αλληλεξάρτησης



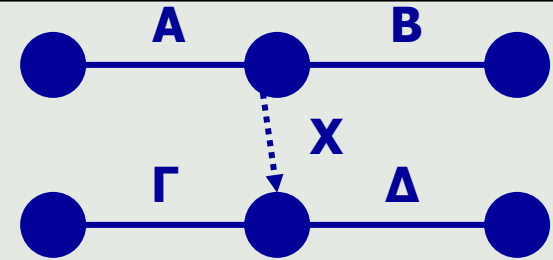
Για να αρχίσει η δραστηριότητα Γ θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί οι δραστηριότητες A και B.



Κάθε δραστηριότητα συμβολίζεται με ένα βέλος. Το μήκος του βέλους δεν έχει καμία άλλη σημασία. Για παράδειγμα, η δραστηριότητα Γ μπορεί να έχει την διπλάσια διάρκεια από τις δραστηριότητες A και B.



Δύο δραστηριότητες δεν μπορούν να έχουν κοινούς κόμβους αρχής και πέρατος. Για να ξεπεράσουμε το πρόβλημα τοποθετούμε μια πλασματική δραστηριότητα όπως φαίνεται παραπάνω



Η δραστηριότητα B αρχίζει μετά την ολοκλήρωση της A. Η Δ αρχίζει αμέσως μόλις ολοκληρωθούν οι A και Γ. Η δραστηριότητα X είναι τεχνητή δραστηριότητα (με μηδενική διάρκεια). Χρησιμοποιείται για να δείξει ότι για την Δ υπάρχουν δύο προαπαιτούμενες, οι A και Γ.

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

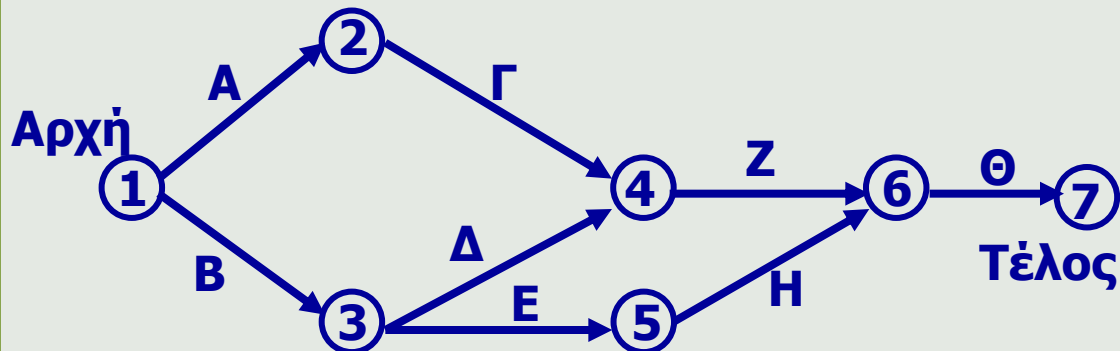
Κομβικά Δίκτυα (AoN) (1)

- Η κατασκευή ενός δικτύου AoN είναι πολύ απλή και σε αντίθεση με ένα δίκτυο AoA δεν υπόκειται σε ένα σύνολο κανόνων.
- Οι πλασματικές δραστηριότητες δεν είναι απαραίτητες, εκτός από έναν κόμβο αρχής και ένα κόμβο πέρατος. Η εικονική δραστηριότητα εκκίνησης αποτελεί προηγούμενο (Predecessor) για όλες τις δραστηριότητες στο δίκτυο και χρησιμοποιείται για να δηλώσει την έναρξη του έργου. Με παρόμοιο τρόπο, η εικονική τελική δραστηριότητα υποδηλώνει το τέλος του έργου και είναι επόμενο (successor) για όλες τις δραστηριότητες του έργου.
- Τα τρία βήματα που πρέπει να ακολουθήσετε για να κατασκευάσετε ένα δίκτυο AoN είναι:
 1. Σχεδιάστε έναν κόμβο για κάθε δραστηριότητα δικτύου.
 2. Σχεδιάστε ένα τόξο για κάθε σχέση άμεσης προτεραιότητας μεταξύ δύο δραστηριοτήτων.
 3. Προσθέστε μια εικονική αρχή και ένα εικονικό τέλος, έτσι ώστε το δίκτυο να ξεκινήσει με μία μόνο δραστηριότητα έναρξης και να τελειώσει με μια δραστηριότητα πέρατος.

2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

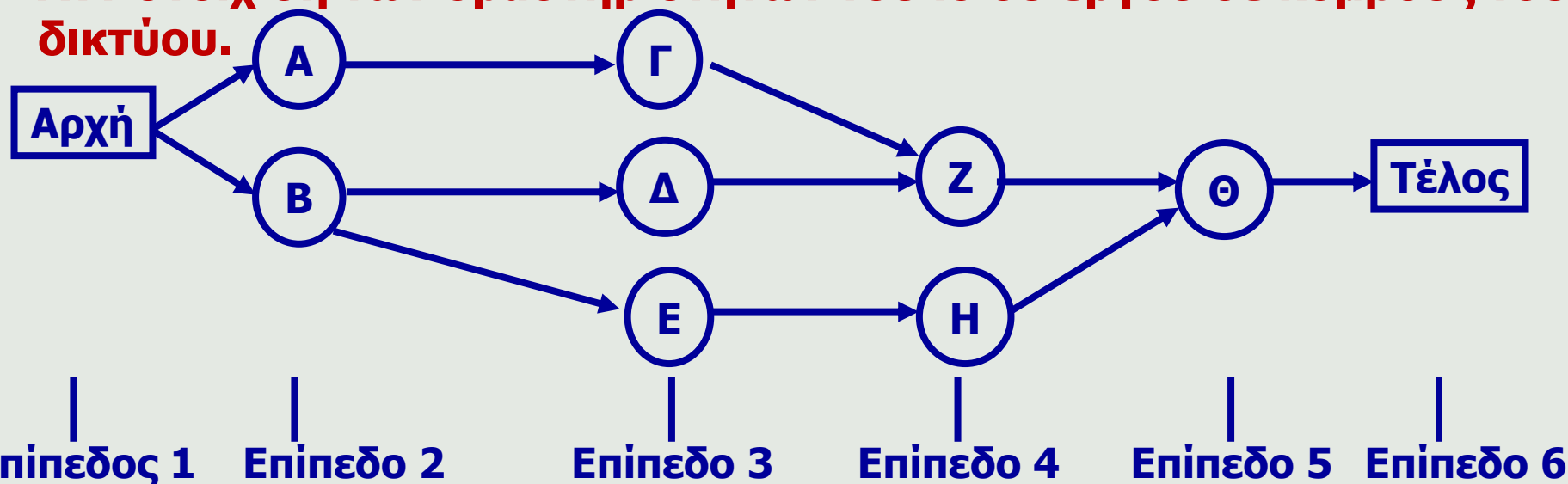
Παράδειγμα

Απεικόνιση έργου σε δίκτυο με τις δραστηριότητες στα τόξα του δικτύου



Δραστηριότητα	Προαπαιτούμενες
A	-
B	-
Γ	A
Δ	B
E	B
Ζ	Γ, Δ
Η	E
Θ	Ζ, Η

Αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων του ίδιου έργου σε κόμβους του δικτύου.



2. Δικτυακή απεικόνιση έργων

Πλεονεκτήματα της απεικόνισης των δραστηριοτήτων σε κόμβους του δικτύου

- Η απεικόνιση των δραστηριοτήτων ενός έργου το οποίο περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες είναι πιο εύκολη. Ο αριθμός των κόμβων είναι ο αριθμός των δραστηριοτήτων και ο αριθμός των βελών είναι ίσος με τους περιορισμούς.
- Τα κομβικά δίκτυα η προσθήκη μιας νέας εργασίας ή ενός νέου περιορισμού συμπληρώνει το υπάρχον δίκτυο, χωρίς να αλλάζει το σχεδιασμένο δίκτυο. Στα δικτυωτά δίκτυα οι προσθήκες αυτές μεταβάλλουν σημαντικά το δίκτυο.
- Το λογισμικό διοίκησης και διαχείρισης έργων χρησιμοποιεί αποκλειστικά αυτόν τον τρόπο απεικόνισης, ο οποίος είναι ο μόνος δυνατός για εφαρμογή από τον Η/Υ για οποιοδήποτε έργο.

Ενότητα 3



ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ – Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (CPM)

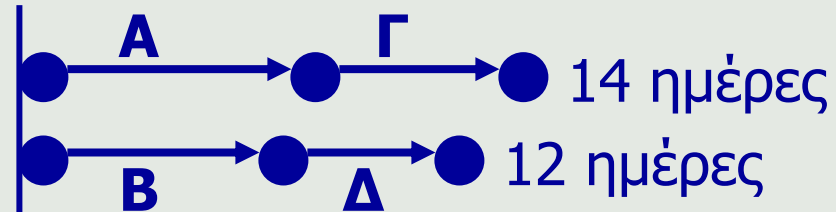
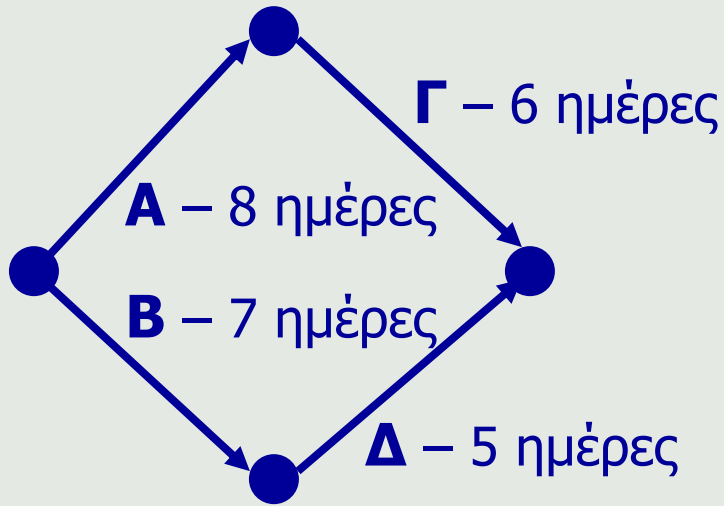
3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Η κρίσιμη Διαδρομή (Critical Path)

- Η χρονική διάρκεια ενός έργου δεν είναι συνήθως ίση με το άθροισμα της διάρκειας των δραστηριοτήτων του, γιατί ορισμένες μπορεί να εκτελούνται παράλληλα.
- Ξεκινώντας από την αρχή ενός δικτύου PERT μπορούμε να επιλέξουμε μία **διαδρομή ή μονοπάτι**, ξεκινώντας από τον αρχικό κόμβο και ακολουθώντας διαδοχικές δραστηριότητες έως τον τελικό κόμβο του δικτύου. Τέτοιες διαδρομές υπάρχουν πολλές.
- Η διαδρομή του δικτύου με το μεγαλύτερο χρόνο εκτέλεσης καλείται **«κρίσιμη διαδρομή»**.
- Οι δραστηριότητες που βρίσκονται πάνω στην κρίσιμη διαδρομή ονομάζονται **«κρίσιμες δραστηριότητες»**.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Παράδειγμα Κρίσιμης Διαδρομής



- Στο δίκτυο του σχήματος υπάρχουν 2 ζεύγη δραστηριοτήτων, το A-Γ και το B-Δ, που μπορούν να διεξαχθούν παράλληλα.
- Για το ζευγάρι A-Γ απαιτείται χρόνος 14 ημερών, ενώ για το ζευγάρι B-Δ απαιτούνται 12 ημέρες.
- Το έργο τελειώνει όταν εκτελεσθούν όλες οι δραστηριότητες, επομένως **η διάρκεια του έργου είναι 14 ημέρες.**
- Αν μία από τις A και Γ καθυστερήσει, καθυστερεί όλο το έργο. Για τις B ή Γ υπάρχει περιθώριο καθυστέρησης 2 ημερών.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Προσδιορισμός Κρίσιμης Διαδρομής

Η μεθοδολογία προσδιορισμού της κρίσιμης διαδρομής βασίζεται στον υπολογισμό του συντομότερου και του αργότερου χρόνου έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Συντομότερος Χρόνος Έναρξης – ΣΧΕ (Earliest Start Time – EST)

Είναι η νωρίτερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει η εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Όλες οι προαπαιτούμενες δραστηριότητες πρέπει να έχουν ήδη ολοκληρωθεί. Αν δεν υπάρχουν προαπαιτούμενες δραστηριότητες ο ΣΧΕ της δραστηριότητας είναι η χρονική στιγμή 0, που συμβολίζει και την έναρξη του έργου.

Συντομότερος Χρόνος Λήξης – ΣΧΛ (Earliest Finisth Time – EFT)

Είναι η νωρίτερη χρονική στιγμή που μπορεί να τελειώσει η εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας.

Ισχύει: $\Sigma\chi\lambda = \Sigma\chi\epsilon + \text{Διάρκεια Δραστηριότητας}$

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Αργότερος Χρόνος Έναρξης – AXE (Latest Start Time – LST)

Είναι η αργότερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει η εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας, χωρίς να προκαλέσει καθυστέρηση στο όλο έργο. Εάν ο Συντομότερος και Αργότερος Χρόνος Έναρξης είναι ο ίδιος, τότε η δραστηριότητα είναι κρίσιμη.

Αργότερος Χρόνος Λήξης – AXΛ (Latest Finisth Time – LFT)

Είναι η αργότερη χρονική στιγμή που μπορεί να τελειώσει η εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας, χωρίς να προκαλέσει καθυστέρηση στο όλο έργο. Εάν ο Συντομότερος και Αργότερος Χρόνος Λήξης μίας δραστηριότητας είναι ο ίδιος, τότε η δραστηριότητα είναι κρίσιμη.

Ισχύει: $AX\Lambda = AXE + \text{Διάρκεια Δραστηριότητας}$

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Υπολογισμός Συντομότερου Χρόνου Έναρξης και Λήξης (Earliest Start Time – EST / Earliest Finish Time – EFT)

- Ο Συντομότερος Χρόνος Έναρξης για τις δραστηριότητες που δεν έχουν προαπαιτούμενες δραστηριότητες είναι 0.
- Ο Συντομότερος Χρόνος Λήξης κάθε δραστηριότητας προκύπτει αν στον ΣΧΕ προσθέσουμε την προβλεπόμενη διάρκεια της δραστηριότητας.
- Για δραστηριότητες που έχουν μία ή περισσότερες προαπαιτούμενες δραστηριότητες ο ΣΧΕ καθορίζεται από τον μεγαλύτερο από τους ΣΧΛ των προαπαιτούμενων δραστηριοτήτων.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Υπολογισμός Αργότερου Χρόνου Έναρξης και Λήξης (Latest Start Time – LST / Latest Finish Time – LFT)

Οι υπολογισμοί για τον ΑΧΛ και ΑΧΛ γίνονται αρχίζοντας από τις τελευταίες δραστηριότητες του έργου και προχωρώντας προς την αρχή του.

- Ο Αργότερος Χρόνος Λήξης για τις τελευταίες δραστηριότητες του έργου, που δεν ακολουθούνται από άλλες, είναι ο χρόνος διάρκειας του έργου.
- Ο Αργότερος Χρόνος Έναρξης (ΑΧΕ) κάθε δραστηριότητας βρίσκεται αν αφαιρέσουμε από τον ΑΧΛ την προβλεπόμενη διάρκεια κάθε δραστηριότητας.
- Για δραστηριότητες που ακολουθούνται από μία ή περισσότερες δραστηριότητες, ο ΑΧΛ είναι ο μικρότερος από τους ΑΧΕ των δραστηριοτήτων που ακολουθούν.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Περιθώριο Καθυστέρησης (Activity Slack/Float)

Περιθώριο καθυστέρησης είναι η διαφορά μεταξύ των Συντομότερων και Αργότερων Χρόνων Έναρξης και Λήξης κάθε δραστηριότητας. Είναι ο μέγιστος χρόνος καθυστέρησης μίας δραστηριότητας που δεν επηρεάζει τη διάρκεια του όλου έργου.

Κρίσιμες Δραστηριότητες

Κρίσιμες είναι οι δραστηριότητες των οποίων το περιθώριο καθυστέρησης είναι 0. Οι κρίσιμες δραστηριότητες ορίζουν την **κρίσιμη διαδρομή**.

3. Επίλυση δικτύου – Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

Η ανάλυση CPM δίνει κατ' αρχάς τις εξής πληροφορίες σχετικά με την εκτέλεση ενός έργου:

- Ποιος είναι ο ελάχιστος χρόνος εκτέλεσης όλου του έργου;
- Πότε πρέπει να αρχίσει η κάθε δραστηριότητα του έργου (Χρονοπρόγραμμα Δραστηριοτήτων);
- Ποιες δραστηριότητες είναι κρίσιμες για την εκτέλεση του έργου χωρίς καθυστερήσεις;
- Ποια είναι τα περιθώρια καθυστέρησης στις μη κρίσιμες δραστηριότητες. Σημειώνουμε ότι όσο μεγαλύτερο το περιθώριο καθυστέρησης μίας δραστηριότητας τόσο λιγότερο κρίσιμη είναι για το έργο;
- Σε ένα έργο μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές;

Ενότητα 4



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Παράδειγμα:

Για το έργο που παρουσιάζεται στην επόμενη διαφάνεια ζητούνται:

1. Να αναπτυχθεί το Τοξωτό και κομβικό Δίκτυο.
2. Να επιλυθεί το Κομβικό Δίκτυο.
3. Να υπολογιστούν οι συντομότεροι και οι αργότεροι χρόνοι έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας με χρήση πινάκων.

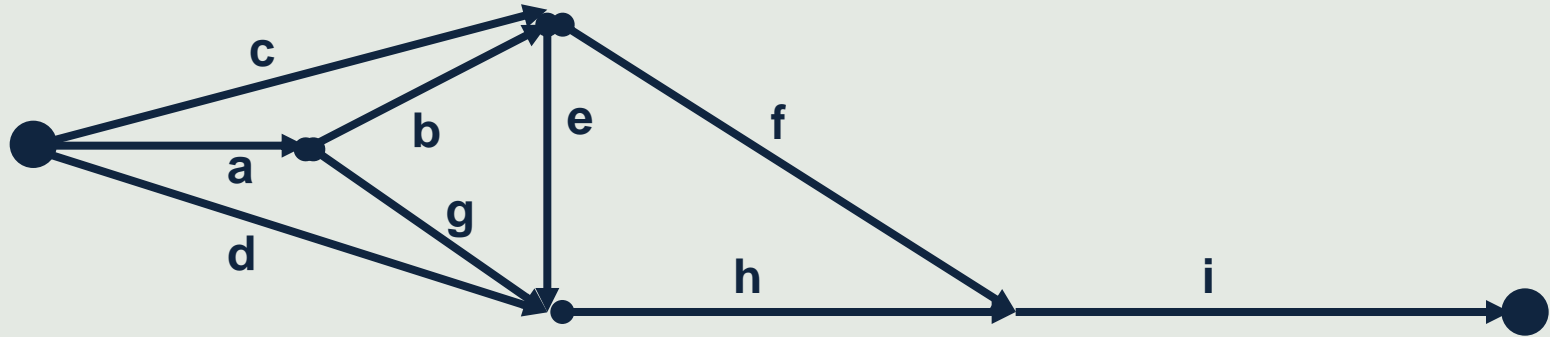
4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Παράδειγμα - Δεδομένα

Δραστηριότητες	Προαπαιτούμενες δραστηριότητες	Διάρκεια ημέρες
a: Κατασκευή δρόμων πρόσβασης	-	4
b: Προετοιμασία λατομείων και επιχωματώσεις	a	6
c: Κατασκευή εργατικών κατοικιών και κτιρίων διοίκησης	-	4
d: Παραγγελία ηλεκτρολογικού και υδραυλικού εξοπλισμού	-	12
e: Κατασκευή του σταθμού παραγωγής	b, c	10
f: Κατασκευή του φράγματος, των προχωμάτων και του εκκενωτή	b, c	24
g: Κατασκευή των στοών και των οχετών	a	7
h: Τοποθέτηση των μηχανών	d, e, g	10
i: Δοκιμές καλής λειτουργίας	f, h	3

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Ερώτημα 1: Τοξωτό δίκτυο



a: Κατασκευή δρόμων πρόσβασης

b: Προετοιμασία λατομείων και επιχωματώσεις

c: Κατασκευή εργατικών κατοικιών και κτιρίων διοίκησης

d: Παραγγελία ηλεκτρολογικού και υδραυλικού εξοπλισμού

e: Κατασκευή του σταθμού παραγωγής

f: Κατασκευή του φράγματος, των προχωμάτων και του εκκενωτή

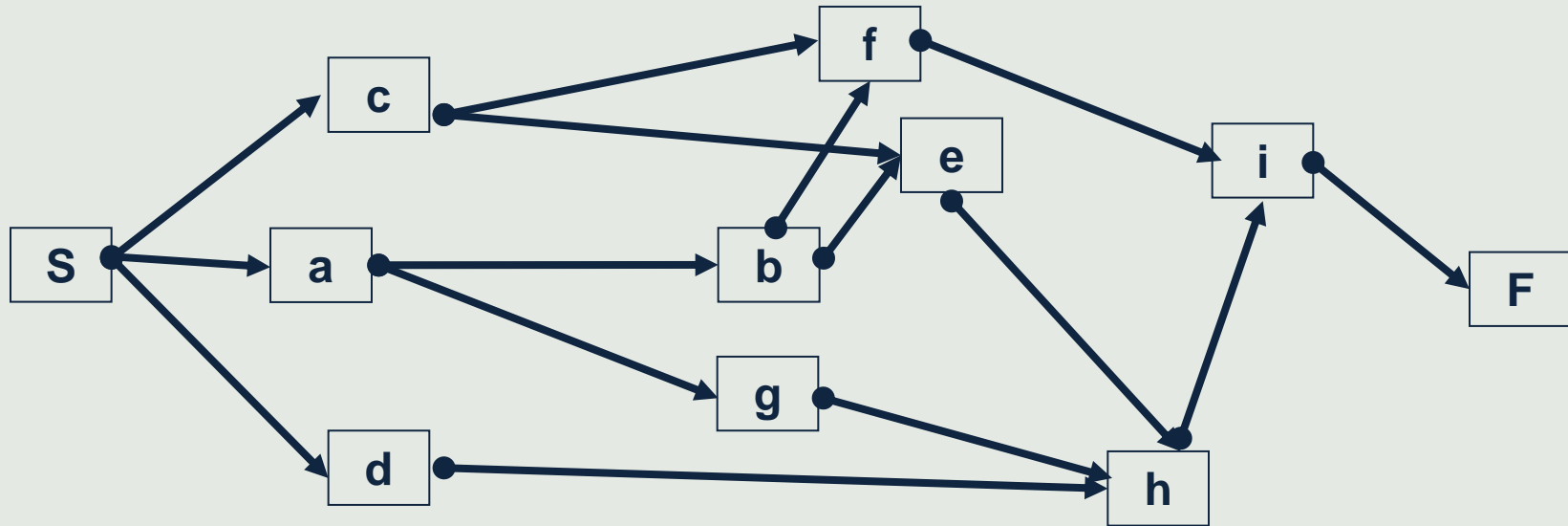
g: Κατασκευή των στοών και των οχετών

h: Τοποθέτηση των μηχανών

i: Δοκιμές καλής λειτουργίας

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Ερώτημα 1: Κομβικό Δίκτυο



a: Κατασκευή δρόμων πρόσβασης

b: Προετοιμασία λατομείων και επιχωματώσεις

c: Κατασκευή εργατικών κατοικιών και κτιρίων διοίκησης

d: Παραγγελία ηλεκτρολογικού και υδραυλικού εξοπλισμού

e: Κατασκευή του σταθμού παραγωγής

f: Κατασκευή του φράγματος, των προχωμάτων και του εκκενωτή

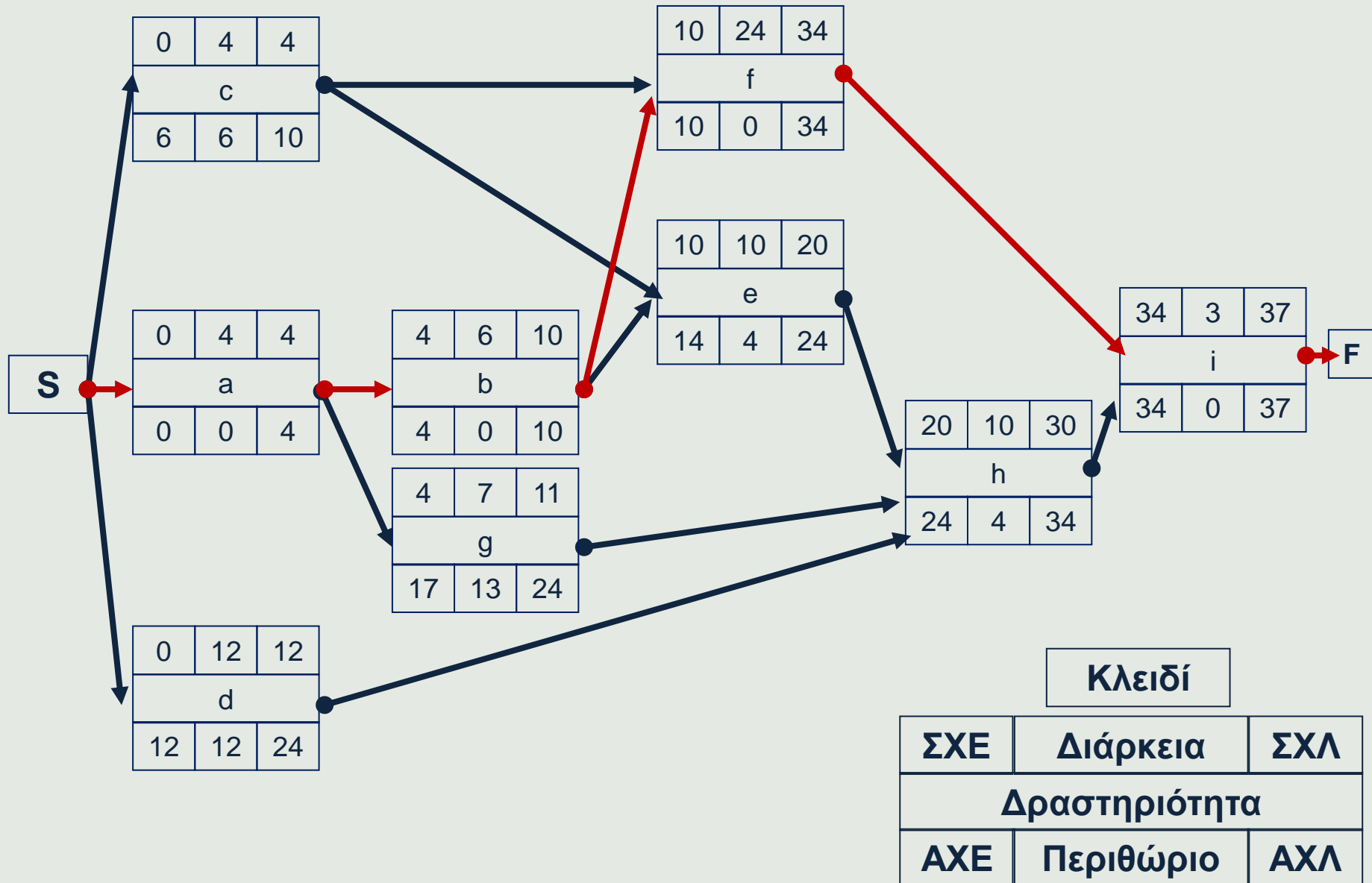
g: Κατασκευή των στοών και των οχετών

h: Τοποθέτηση των μηχανών

i: Δοκιμές καλής λειτουργίας

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Ερώτημα 2: Επίλυση Δικτύου



4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Ερώτημα 3: Επίλυση με χρήση πινάκων

Υπολογισμός Συντομότερου Χρόνου Έναρξης και Λήξης

Δραστηριότητα (1)	Προαπαιτούμενες Δραστηριότητες (2)	ΣΧΛ Προαπ.Δραστηρ. (3)	Διάρκεια Δραστηριότητας (4)	Συντομότερος Χρόνος έναρξης (5)= MAX (3)	Συντομότερος Χρόνος λήξης (6) = (5)+(4)
a	-	0	4	0	4
b	a	4	6	4	10
c	-	0	4	0	4
d	-	0	12	0	12
e	b,c	10,4	10	10	20
f	b,c	10,4	24	10	34
g	a	4	7	4	11
h	d,e,g	12,20,11	10	20	30
i	f,h	34,30	3	34	37

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Υπολογισμός Αργότερου Χρόνου Έναρξης και Λήξης

Δραστηριότητα (1)	Δραστηριότητες που ακολουθούν (2)	ΑΧΕ Δραστηριότητες που ακολουθούν (3)	Διάρκεια Δραστηριότητας (4)	Αργότερος Χρόνος Λήξης – ΑΧΛ (5)=Min(3)	Αργότερος Χρόνος Έναρξης ΑΧΕ (6)= (5)-(4)
a	b,g	4,17	4	4	0
b	e,f	14,10	6	10	4
c	e,f	14,10	4	10	6
d	h	24	12	24	12
e	h	24	10	24	14
f	i	34	24	34	10
g	h	24	7	24	17
h	i	34	10	34	24
i	-	37	3	37	34

4. Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

Χρόνοι Έναρξης και Λήξης Δραστηριοτήτων Έργου

Δρασ/τητα	Προηγούντ -αι	Διάρκεια	ΣΧΕ	ΣΧΛ	ΑΧΕ	ΑΧΛ	Περιθώριο
a	-	4	0	4	0	4	0
b	a	6	4	10	4	10	0
c	-	4	0	4	6	10	6
d	-	12	0	12	12	24	12
e	b,c	10	10	20	14	24	4
f	b,c	24	10	34	10	34	0
g	a	7	4	11	17	24	13
h	d,e,g	10	20	30	24	34	4
i	f,h	3	34	37	34	37	0

Ενότητα 5



ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ

5. Ασκήσεις

Για το παρακάτω έργο (κατασκευή ενός κτίσματος) ζητούνται:

1. Να αναπτυχθεί το Τοξωτό και κομβικό Δίκτυο.
2. Να επιλυθεί το Κομβικό Δίκτυο.
3. Να υπολογιστούν οι συντομότεροι και οι αργότεροι χρόνοι έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας με χρήση πινάκων.

Δραστηριότητα	Προαπαιτούμενες	Χρον. Διάρκεια (Εβδ.)
A: Κατασκευή σκελετού	-	4
B: Κατασκευή σκεπής	A	2
C: Κατασκευή τοιχοποιίας	A	3
D: Συλλέκτες νερού σκεπής	B	5
E: Υδραυλικές εγκαταστάσεις	C	2
F: Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	C	1
G: Αποχέτευση	D,E	6
H: Σοβατίσματα	D,E,F	4
I: Βαψίματα	G,H	3

ΤΕΛΟΣ



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ