

Κεφάλαιο 9

Διαχείριση έργων

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματευόμαστε τα παρακάτω γνωστικά αντικείμενα που αφορούν τη διαχείριση έργων:

τι είναι έργο και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του,

ποιοι είναι οι στόχοι της διαχείρισης έργων,

ποιοι κίνδυνοι εγκυμονούνται,

τι σημαίνει έλεγχος στη διαχείριση έργων,

το διάγραμμα Gantt,

το κρίσιμο μονοπάτι,

τη μέθοδο PERT,

την κοστολόγηση στη διαχείριση έργων.

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη αυτού του κεφαλαίου, ο φοιτητής θα έχει κατανοήσει τι σημαίνει εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης και πόσο σημαντική αλλά και πολύπλοκη είναι. Επίσης, θα δει ότι υπάρχουν εργαλεία και τεχνικές τα οποία μπορούν να περιορίσουν σε μεγάλο βαθμό την αβεβαιότητα και τους κινδύνους που εγκυμονεί η διαχείριση έργων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη δικτυακή ανάλυση έργου.

Προαπαιτούμενη γνώση

Προαπαιτούμενη γνώση του κεφαλαίου αυτού είναι τα [Κεφάλαια 1](#) και [2](#), τα οποία περιέχουν βασικές γνώσεις για το τι είναι ένα πληροφοριακό σύστημα. Επίσης, καλό είναι να προηγηθεί η μελέτη του [Κεφαλαίου 3](#), το οποίο περιέχει σημαντικές γνώσεις για τις διεργασίες, και του [Κεφαλαίου 8](#), που αφορά την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων.

9.1. Διαχείριση έργων στα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης

Στο σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι μια σειρά από παράγοντες ωθούν τις επιχειρήσεις να αλλάξουν τον παραδοσιακό τρόπο διοίκησης που ακολουθούσαν στο παρελθόν. Τέτοιοι παράγοντες είναι το ασταθές οικονομικό περιβάλλον, οι περιορισμοί στους διαθέσιμους πόρους, αλλά και ο διαρκής και έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων.

Η επίτευξη των στόχων μιας επιχείρησης και, συνεπώς, η επιβίωσή της στον σύγχρονο κόσμο περνά μέσα από την υλοποίηση των έργων που έχει αναλάβει. Οι λύσεις στα προβλήματα που προέρχονται από την υλοποίηση των έργων μπορούν να βρεθούν μέσα από ένα πρίσμα συστημικής επιστημονικής προσέγγισης. Ένα σύνολο εργαλείων, μεθόδων και μεθοδολογιών διαμορφώνουν το πλαίσιο στο οποίο γίνεται η διαχείριση των έργων. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένας νέος επιστημονικός τόπος, ο οποίος ανήκει στον ευρύτερο χώρο της διοίκησης επιχειρήσεων και απαρτίζεται από επιστημονικά πεδία των μαθηματικών, της πληροφορικής, της μηχανικής και της επιχειρησιακής έρευνας, όπως τα δίκτυα, ο χρονικός προγραμματισμός, η ανάλυση κόστους – οφέλους, η θεωρία των προτύπων, η ανάλυση κινδύνων, η θεωρία των παιγνίων, η διαχείριση και επεξεργασία δεδομένων. Πολλές φορές, μάλιστα, απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις που αφορούν αυτό καθαυτό το αντικείμενο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η βαρύνουσα σημασία της διοίκησης και της διαχείρισης των έργων έχει οδηγήσει στην εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης, δηλαδή στη διοίκηση μιας επιχείρησης μέσω έργων (management by project). Σ' αυτό τον τύπο διοίκησης οι επιχειρηματικές λειτουργίες αντιμετωπίζονται ως έργα.

9.2. Τι είναι έργο

Αν και δεν υπάρχει ένας και μοναδικός ορισμός της έννοιας του έργου, μπορούμε να δεχθούμε ότι έργο είναι ένα σύνολο δραστηριοτήτων που εκτελούνται σε καθορισμένες χρονικές περιόδους, με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένου συνόλου στόχων.

Τα έργα εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία σε σχέση με το είδος, το εύρος, τους πόρους, τη διάρκεια και τον προϋπολογισμό τους. Μπορούμε, όμως, να συμφωνήσουμε ότι σε κάθε έργο παρατηρούνται τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:

- Ένα έργο αποτελεί ένα εγχείρημα που έχει ένα χρονικό σημείο έναρξης, το οποίο ορίζεται ως αρχή του έργου, και ένα χρονικό σημείο περάτωσης, το οποίο ορίζεται ως τέλος του έργου. Κάθε έργο οριοθετείται από την αρχή και το τέλος του. Η ημερομηνία τέλους πρέπει να είναι αυστηρά καθορισμένη, καθώς αποτελεί τεκμήριο επιτυχίας, αλλά και σημείο αναφοράς για όλους τους εμπλεκόμενους στο έργο. Η ημερομηνία έναρξης, από την άλλη πλευρά, μπορεί να έχει κάποιο περιθώριο να μεταφερθεί χρονικά.
- Κάθε έργο παράγει ένα μοναδικό προϊόν. Η μοναδικότητα συνίσταται στο ότι ο συνδυασμός κόστους, χρόνου, ποιότητας και των αντικειμενικών στόχων και σκοπών του προϊόντος είναι μοναδικός. Αυτό δεν σημαίνει ότι το προϊόν πρέπει οπωσδήποτε να είναι υλικό. Μπορεί να είναι μια υπηρεσία ή ένα άυλο προϊόν, όπως μια τηλεφωνική υπηρεσία ή ένα χρηματοοικονομικό προϊόν.

Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά ενός έργου είναι τα εξής:

- *ο κύκλος ζωής του*, δηλαδή η χρονική διάρκεια από την έναρξη μέχρι τη λήξη του έργου και οι διακριτές φάσεις που εμπεριέχει,
- *ο προϋπολογισμός* και οι σχετικές με αυτόν χρηματοοικονομικές ροές,
- *οι εργασίες* που απαιτεί το έργο για την υλοποίησή του,
- *η χρήση πόρων*,
- *οι εμπλεκόμενοι στο έργο*, δηλαδή τα άτομα που εμπλέκονται με οποιονδήποτε τρόπο στο έργο.

Εμπλεκόμενοι σ' ένα έργο είναι οι παρακάτω:

- *ο κύριος του έργου* (project owner), δηλαδή αυτός για τον οποίο υλοποιείται το έργο και για τον οποίο καταρτίζεται η σύμβαση του έργου,
- *ο φορέας υλοποίησης του έργου*, δηλαδή αυτός που αναλαμβάνει την υλοποίηση του έργου (είτε ο ίδιος είτε χρησιμοποιώντας άλλους εργολήπτες ή ανάδοχους),
- *η αναθέτουσα αρχή* (contracting authority), η οποία αναθέτει το έργο με κάποια διαδικασία (άμεση ανάθεση, διαγωνισμό κ.τ.λ.) στον φορέα υλοποίησης,
- *οι χρηματοδότες του έργου* (financiers, sponsors), οι οποίοι πληρώνουν τις δαπάνες του έργου,
- *οι ωφελούμενοι ή τελικοί χρήστες ή πελάτες του έργου* (project users and customers), οι οποίοι είτε είναι αποδέκτες του προϊόντος του έργου είτε χρησιμοποιούν το προϊόν του έργου.

9.3. Τι είναι η διαχείριση έργου

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί ορισμοί για την έννοια της διοίκησης-διαχείρισης έργων. Ανεξάρτητα από τη διατύπωσή τους, όλοι στηρίζονται σε μια κοινή βάση, που είναι ο τρόπος διαχείρισης των διαδικασιών για την επιτυχή ανάληψη ενός έργου ως προς το αντικείμενο, τον χρόνο και τους διαθέσιμους πόρους (ανθρώπινους, χρηματικούς και υλικούς). Μπορούμε να ορίσουμε τη διαχείριση έργου ως τον προγραμματισμό, την οργάνωση, τη διεύθυνση και τον έλεγχο των πόρων σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, με σκοπό να επιτευχθεί ένα καθορισμένο σύνολο στόχων (Δημητριάδης 2004).

Η επίτευξη αυτών των στόχων δεν είναι εύκολη υπόθεση. Από τη μια πλευρά, μπορεί να υπάρχει αβεβαιότητα και αστάθμητοι παράγοντες που απαιτούν λήψη αποφάσεων σε ένα περιβάλλον συγκρουόμενων απαιτήσεων. Από την άλλη πλευρά, πρέπει να αξιοποιηθούν γνώσεις και ικανότητες, τεχνικές και μεθοδολογίες,

ώστε να περιοριστούν οι κίνδυνοι και να επιτύχει το έργο.

Η διοίκηση ενός έργου περιλαμβάνει τα εξής (PMI 2004):

- τον προσδιορισμό των απαιτήσεων,
- τον καθορισμό σαφών και επιτεύξιμων στόχων,
- την εξισορρόπηση των ανταγωνιστικών αιτημάτων για ποιότητα, φυσικό αντικείμενο, χρόνο και κόστος,
- την προσαρμογή των προδιαγραφών, των σχεδίων και των προσεγγίσεων στις διαφορετικές ανάγκες και προσδοκίες των διαφόρων συμμετεχόντων.

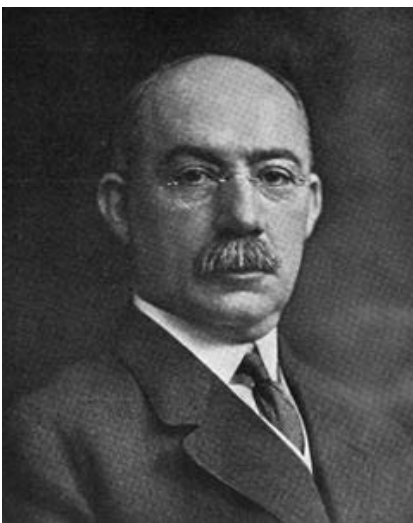
Προκειμένου να επιτευχθεί ολοκληρωμένη διοίκηση έργων απαιτούνται διεργασίες διοίκησης για την έναρξη, τον προγραμματισμό, την εκτέλεση, την παρακολούθηση, τον έλεγχο και την ολοκλήρωση του έργου. Κάποιες από τις διεργασίες αυτές είναι μοναδικές, άλλες, όμως, είναι επαναληπτικές στην πορεία ενός έργου.

Η έναρξη των εργασιών του έργου γίνεται αφού πρώτα έχουν προσδιοριστεί οι ανάγκες του έργου. Οι ανάγκες αυτές γίνονται αποδεκτές και υπάρχει δέσμευση από όλους τους συμμετέχοντες για την επίτευξη των στόχων του έργου. Στη συνέχεια, σχεδιάζεται και προγραμματίζεται το οργανωτικό πλαίσιο του έργου. Πραγματοποιείται ανάλυση των πόρων, επίλυση των διαφορών και αιτιολόγηση. Κατά την εκτέλεση του έργου γίνεται συντονισμός των ανθρώπινων και των υπόλοιπων πόρων για την ολοκλήρωση του έργου. Στη φάση αυτή πραγματοποιούνται διεργασίες που αφορούν την οργάνωση, τον έλεγχο, την ηγεσία και τη λήψη αποφάσεων. Σε όλη τη διάρκεια του έργου πρέπει να διασφαλίζεται η ποιότητα και να πραγματοποιούνται τυχόν αλλαγές που είναι απαραίτητες. Τέλος, ολοκληρώνεται το έργο και παραδίδεται το προϊόν ή η υπηρεσία στον πελάτη.

Παρόλο που ο διαχειριστής του έργου είναι ο υπεύθυνος για την επίτευξη των στόχων του έργου, όσο καλύτερα γνωρίζει η ομάδα έργου τη φύση ενός έργου τόσο καλύτερα μπορεί να το διοικήσει. Η αποτελεσματική διοίκηση έργου μέσα από την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή σύνθετων και απαιτητικών προϊόντων και υπηρεσιών.

9.3.1. Πότε ξεκίνησε η διαχείριση έργων

Πατέρας των σύγχρονων μεθόδων διαχείρισης έργου θεωρείται ο Henry Gantt (βλ. [Εικόνα 9.1](#)), ο οποίος, στις αρχές της πρώτης δεκαετίας του 1900, επινόησε ένα γραμμικό διάγραμμα για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο ναυπηγικών έργων κατά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Τα διαγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα και φέρουν το όνομά του.



Εικόνα 9.1 Henry Gantt (1869-1919).

Σημαντικός σταθμός στην ιστορία της διαχείρισης έργων θεωρείται η δεκαετία του 1950. Πολλές τεχνικές διαχείρισης έργων αναπτύχθηκαν τότε για τις ανάγκες της αμυντικής και αεροδιαστημικής τεχνολογίας ή

για τις ανάγκες του κατασκευαστικού κλάδου. Αναφέρουμε μερικές από τις τεχνικές διαχείρισης έργου:

- *Τεχνική αξιολόγησης και παρακολούθησης έργου* (Program Evaluation and Review Technique, PERT): Η μέθοδος αυτή εξετάζει όλες τις δραστηριότητες που εμπλέκονται στην υλοποίηση ενός έργου και εκτιμά τον χρόνο που χρειάζεται καθεμία να υλοποιηθεί. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, υπολογίζει τον χρόνο που χρειάζεται να υλοποιηθεί το έργο ως σύνολο δραστηριοτήτων.
- *Μέθοδος πιστοποιημένης αξίας* (Earned Value Method, EVM): Πρόκειται για μέθοδο παρακολούθησης της εξέλιξης ενός έργου. Η μέθοδος αυτή παρακολουθεί την πρόοδο των εργασιών σε σχέση με τα σχέδια που έχουν γίνει. Δείχνει πόσος χρόνος και πόσα χρήματα θα έπρεπε να έχουν καταναλωθεί σε σχέση με την πραγματική πρόοδο που έχει πραγματοποιηθεί στο φυσικό αντικείμενο του έργου.
- *Διαχείριση στοιχειοθέτησης* (Configuration Management, CM): Πρόκειται για μέθοδο με την οποία ορίζονται διοικητικές διαδικασίες που προσδιορίζουν και τεκμηριώνουν τα λειτουργικά και φυσικά χαρακτηριστικά ενός έργου, αλλά και του περιβάλλοντος στο οποίο θα υλοποιηθεί. Στη συνέχεια, μπορεί να γίνει εκτίμηση, αλλά και έλεγχος του αποτελέσματος που θα υπάρξει στην εκτέλεση ενός έργου λόγω αλλαγών που μπορεί να συμβούν στο περιβάλλον ή στο ίδιο το έργο.
- *Σχεδιασμός αξιών* (Value Engineering, VA): Πρόκειται για μέθοδο υλοποίησης έργου που στόχο της έχει την αύξηση της αξίας ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Η αξία αυξάνεται, εάν μειωθεί το κόστος της ή αυξηθούν οι εφαρμογές που προσφέρονται. Ωστόσο, μια υπηρεσία ή ένα προϊόν μπορεί να ενσωματώνει εφαρμογές και λειτουργίες οι οποίες πρακτικά είναι άχρηστες για τον τελικό χρήστη, ενώ παράλληλα αυξάνουν το κόστος. Αυτού του είδους οι εφαρμογές δεν πρέπει να υλοποιούνται. Βασική αρχή στη μέθοδο VA είναι να διατηρείται η ποιότητα των υπηρεσιών και των προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος.
- *Δομική ανάλυση έργου* (Work Breakdown Structure, WBS): Πρόκειται για μέθοδο ιεραρχικής αποσύνθεσης ενός έργου με βάση τα παραδοτέα του. Σε αντίθεση με άλλες μεθόδους που εστιάζουν στο κόστος ή στον χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός έργου, η μέθοδος αυτή εστιάζει στα παραδοτέα. Το έργο χωρίζεται σε πακέτα εργασίας και σε φάσεις. Σε κάθε πακέτο εργασίας υπάρχουν παραδοτέα, τα οποία θα πρέπει να υλοποιηθούν σύμφωνα με τις χρονικές φάσεις που έχουν οριστεί.
- *Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής* (Critical Path Method, CPM): Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι οι δραστηριότητες ενός έργου έχουν προκαθορισμένο σταθερό χρόνο ολοκλήρωσης. Είναι απλή και εύκολα κατανοητή, καθώς παρουσιάζει τις δραστηριότητες ενός έργου με τη μορφή δικτυακού διαγράμματος. Επίσης, εντοπίζει τις δραστηριότητες που είναι κρίσιμες για την υλοποίηση ενός έργου. Κρίσιμη λέγεται μια δραστηριότητα, εάν οποιαδήποτε καθυστέρηση στον χρόνο ολοκλήρωσής της θα έχει ως αποτέλεσμα να καθυστερήσει ολόκληρο το έργο.
- *Μέθοδος διαγράμματος διαδοχής* (Precedence Diagram Method, PDM): Η μέθοδος αυτή εστιάζει στις σχέσεις αλληλεξάρτησης που μπορεί να υπάρχουν ανάμεσα στις δραστηριότητες ενός έργου. Οι δραστηριότητες παρουσιάζονται με τη μορφή διαγράμματος και λαμβάνονται υπόψη εκείνες που μπορεί να επικαλύπτονται χρονικά.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι στις μέρες μας η διαχείριση έργων επικουρείται από εξειδικευμένα πακέτα λογισμικού. Στον [Πίνακα 9.1](#) περιλαμβάνονται εταιρείες οι οποίες έχουν αναπτύξει λογισμικό για τη διαχείριση έργων.

Λογισμικό	Εταιρεία
Timeline	Symantec
Instaplan	Instaplan
Project Scheduler	Scitor
Mac Project	Clavis
FlowCharting	Patton & Patton
Project Management	Primavera Systems

Project	Microsoft
---------	-----------

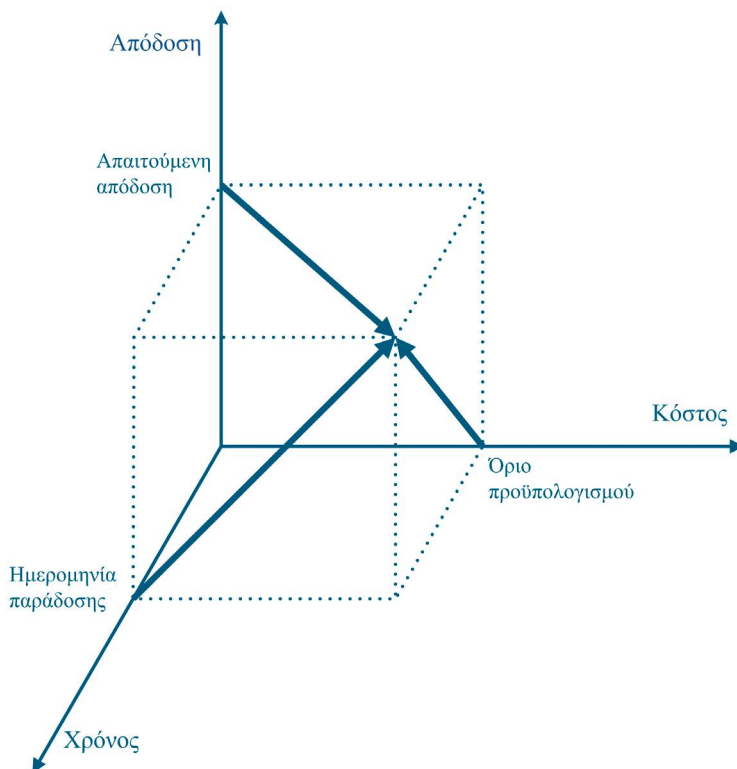
Πίνακας 9.1 Λογισμικό για τη διαχείριση έργων.

9.3.2. Στόχοι της διαχείρισης έργων

Οι κύριοι, γενικοί και κρίσιμοι στόχοι της σωστής διαχείρισης ενός έργου είναι τρεις και αναφέρονται στη συνέχεια (Laudon & Laudon 2009):

- Απόδοση (προδιαγραφές): Ένα έργο πρέπει να ικανοποιεί τους στόχους για τους οποίους είναι απαραίτητη η ύπαρξή του.
- Χρόνος: Ένα έργο πρέπει να ολοκληρώνεται στο χρονικό πλαίσιο που έχει τεθεί από την αρχή.
- Κόστος: Ένα έργο δεν πρέπει να υπερβαίνει το κόστος που έχει προϋπολογιστεί γι' αυτό.

Η μεταβολή μίας από τις παραπάνω παραμέτρους επηρεάζει τουλάχιστον μία από τις άλλες δύο. Αν, για παράδειγμα, το έργο πρέπει να ολοκληρωθεί σε λιγότερο χρόνο από τον αρχικά προσδιορισμένο, τότε είναι πολύ πιθανό να έχουμε αύξηση του κόστους ή χαμηλότερη απόδοση. Η σχέση των τριών αυτών παραμέτρων φαίνεται στο [Σχήμα 9.1](#).



Σχήμα 9.1 Διάγραμμα σχέσης απόδοσης, χρόνου και κόστους.

Οι τρεις αυτοί στόχοι αποτελούν και τις παραμέτρους επιτυχίας ή αποτυχίας ενός έργου. Ωστόσο, υπάρχουν και δευτερεύοντες στόχοι όπως η μείωση των κινδύνων της υλοποίησης, ο έλεγχος και η επίβλεψη της πορείας του έργου, η συμμόρφωση με τους γενικότερους στόχους της επιχείρησης, η αποκόμιση κέρδους από την υλοποίηση, η απόκτηση τεχνογνωσίας, η αύξηση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών και προϊόντων κ.λπ.

Ένα έργο μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένο, αν συμβαίνουν τα παρακάτω:

- Το έργο παραδίδεται στον χρόνο λήξης του, όπως προσδιορίζεται από το χρονοδιάγραμμα. Ταυτόχρονα με το χρονοδιάγραμμα του έργου πρέπει να γίνεται προσδιορισμός των πόρων, καθώς είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη διάρκεια των φάσεων. Είναι, λοιπόν, απαραίτητο να καταρτίζεται πάντοτε σωστό σχέδιο διαχείρισης πόρων, μέσα από το οποίο προγραμματίζεται η χρήση των πόρων σε όλη τη διάρκεια ενός έργου. Φυσικά, πριν δημιουργηθεί το σχέδιο διαχείρισης πόρων, πρέπει να έχουν προσδιοριστεί όλες οι φάσεις του έργου.
- Το κόστος του έργου δεν υπερβαίνει τον προϋπολογισμό του. Ένα έργο πρέπει να υλοποιείται με το μικρότερο κόστος δεδομένου του χρόνου, χωρίς να γίνονται εκπτώσεις στην ποιότητα του έργου. Πρέπει να γίνεται πιστή τήρηση του προϋπολογισμού του έργου για κάθε φάση του. Τα πραγματικά χρηματοοικονομικά στοιχεία του έργου σχετίζονται με τις απαιτήσεις σε πόρους, τις τιμολογιακές πολιτικές, τον προϋπολογισμό, την κοστολόγηση και άλλα.
- Η ποιότητα των παραδοτέων είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές. Ο προσδιορισμός της ποιότητας είναι δύσκολη υπόθεση, αλλά πρέπει να ικανοποιούνται τουλάχιστον οι λειτουργικές απαιτήσεις του έργου, αλλά και οι απαιτήσεις σε επιδόσεις. Οι στόχοι που έχουν να κάνουν με την ποιότητα και οι μέθοδοι που θα ακολουθηθούν για την επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων πρέπει να προσδιορίζονται μέσα από ένα σχέδιο ποιότητας.

9.3.3. Κίνδυνοι στη διαχείριση έργων

Παρά τις μεθόδους και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη διοίκηση έργου, η διαχείριση έργων δεν είναι άμοιρη κινδύνων. Στο εγχειρίδιο διοίκησης έργων (PMI 2004) ο κίνδυνος στον τομέα διαχείρισης έργων ορίζεται ως εξής: «Κίνδυνος είναι ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που, σε περίπτωση που προκύψει, έχει θετική ή αρνητική συνέπεια σε κάποιον στόχο του έργου». Η σύνδεση ενός κινδύνου με αρνητικές συνέπειες για κάποιον στόχο είναι προφανής. Ωστόσο, ένας κίνδυνος μπορεί να έχει και θετικές συνέπειες. Για παράδειγμα, ένας κίνδυνος μπορεί να γίνει αφετηρία για τη δημιουργία μιας καλύτερης μεθόδου αντιμετώπισης του πιθανού προβλήματος ή να οδηγήσει στην επανεξέταση του σχεδίου υλοποίησης του έργου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός καλύτερου σχεδίου.

Συνεπώς, ο κίνδυνος είναι ένας παράγοντας που δεν γνωρίζουμε εκ των προτέρων αν θα εμφανιστεί ή όχι. Οι κίνδυνοι μπορεί να είναι ευκαιρίες ή απειλές και οφείλονται σε εσωτερικά ή εξωτερικά αίτια. Κάθε κίνδυνος γεννιέται από μια αιτία και μετά την εμφάνισή του έχει ανάλογες συνέπειες. Χαρακτηριστικά του κινδύνου είναι η πιθανότητα εμφάνισής του, η βαρύτητα ή σημαντικότητα, αλλά και η έκθεση ενός έργου σ' αυτόν. Η έκθεση ενός έργου σε έναν κίνδυνο είναι το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισης κάποιου κινδύνου με τη βαρύτητά του. Όσο περισσότερα είναι τα αίτια που συνδέονται με έναν κίνδυνο τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου. Κάθε κίνδυνος μπορεί να έχει πολλαπλές συνέπειες.

9.3.4. Έλεγχος

Σ' ένα έργο, πολύ σημαντικό ρόλο για τον περιορισμό των κινδύνων παίζει ο έλεγχος που πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια του. Όταν ο διαχειριστής του έργου είναι ιδιαίτερα έμπειρος και το έργο μικρό και απλό, δεν απαιτούνται ειδικά εργαλεία για τη διαδικασία του ελέγχου. Σε περιπτώσεις, όμως, σύνθετων, πολύπλοκων και μεγάλων έργων χρειάζονται συστήματα ελέγχου τόσο κατά τη σχεδίαση όσο και κατά την υλοποίηση των έργων. Τα αποτελέσματα του ελλιπούς ή πλημμελούς ελέγχου μπορεί να είναι υπερβάσεις κόστους ή χρόνου ή ασυμφωνία παραδοτέων σε σχέση με τις προδιαγραφές.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να καλύπτονται από ένα σύστημα ελέγχου είναι οι εξής:

- Θα πρέπει να δηλώνεται ποια χαρακτηριστικά χρήζουν ελέγχου. Οι παράμετροι στις οποίες θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σ' ένα έργο είναι ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα. Είναι πολύ σημαντικό για την επιτυχή έκβαση ενός έργου να ελέγχονται και οι τρεις.
- Θα πρέπει να καθορίζονται τα όρια πέρα από τα οποία δημιουργείται κίνδυνος σε κάποια φάση (π.χ. μέχρι πόσες μέρες μπορεί να καθυστερήσει μια φάση του έργου χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα).
- Πρέπει βάσει σχεδίου να ορίζεται η χρονική στιγμή κατά την οποία θα λαμβάνει χώρα ο έλεγχος, προκειμένου να προλαμβάνονται παρενέργειες που ίσως προκύψουν στη συνέχεια του έργου.

- Πρέπει να εκτιμάται η πρόοδος που υπάρχει σ' ένα έργο μέσω του ελέγχου και να ανατροφοδοτείται η ομάδα με την απόδοση.
- Πρέπει να λαμβάνονται διορθωτικές ενέργειες όπου και όταν κρίνεται απαραίτητο.

9.3.4.1. Έλεγχος χρόνου

Σημαντικό εργαλείο για τον έλεγχο και τη σωστή διαχείριση του χρόνου είναι το χρονοδιάγραμμα φάσεων και δραστηριοτήτων του έργου. Πρόκειται για τη λεπτομερή αναπαράσταση ενός σχεδίου, η οποία αποτυπώνει τη σχέση φάσεων και δραστηριοτήτων του έργου με τον χρόνο. Η αναπαράσταση αυτή μπορεί να είναι σε μορφή διαγράμματος, σε μορφή πίνακα ή σε μορφή κειμένου. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατός ο διαρκής έλεγχος της προόδου του έργου και η έγκαιρη λήψη τυχόν διορθωτικών ενεργειών, έτσι ώστε το έργο να βρίσκεται εντός χρονοδιαγράμματος.

9.3.4.2. Έλεγχος κόστους

Σημαντικό εργαλείο για τον έλεγχο και τη σωστή διαχείριση του κόστους είναι το αρχικό χρονοδιάγραμμα κόστους που έχει συνταχθεί. Πρόκειται για αναπαράσταση του κόστους του έργου σε συνάρτηση με τον χρόνο. Έτσι, διευκολύνεται η σύγκριση μεταξύ του πραγματικού κόστους και του κόστους που είχε αρχικά προϋπολογιστεί και αποκαλύπτονται έγκαιρα τυχόν αποκλίσεις στο κόστος, με αποτέλεσμα να μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων.

9.3.4.3. Έλεγχος ποιότητας

Η ποιότητα του τελικού προϊόντος που παραδίδεται στον πελάτη πρέπει να ελέγχεται. Το σύστημα ποιότητας θα πρέπει να εφαρμόζει πολιτικές τυποποίησης που να εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Επίσης, θα πρέπει να εξασφαλίζει τη νομική προστασία των εμπλεκόμενων, αλλά και να τους προστατεύει από προσδοκίες που δεν μπορούν να ικανοποιηθούν.

9.4. Διάγραμμα Gantt

Ο Henry Gantt (1869-1919) δημιούργησε το 1917 έναν τύπο διαγράμματος τον οποίο χρησιμοποίησε ως εργαλείο για τον έλεγχο της παραγωγής ναυπηγικών έργων. Το διάγραμμα αυτό παρέχει με γραφικό τρόπο την απεικόνιση ενός έργου. Χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό, τον συντονισμό και την εξειδίκευση των εργασιών σ' ένα έργο. Πρόκειται για ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει τη σχέση των διαφορετικών εργασιών του έργου, μέσα στον χρόνο. Χαρακτηρίζεται από απλότητα στον έλεγχο και ευκολία στη σχεδίαση.

Η κατασκευή του διαγράμματος απαιτεί δύο άξονες, έναν οριζόντιο και έναν κάθετο. Ο οριζόντιος άξονας χωρίζεται σε χρονικά διαστήματα και ορίζει τη χρονική διάρκεια του έργου. Ο κάθετος άξονας αντιστοιχεί στις δραστηριότητες που απαρτίζουν το έργο. Κάθε εργασία του έργου μπορεί να αποτελείται από μία ή περισσότερες δραστηριότητες, οι οποίες πρέπει αρχικά να αναγνωριστούν. Κάθε δραστηριότητα έχει ένα όνομα και σε καθεμία αντιστοιχεί μια χρονική διάρκεια.

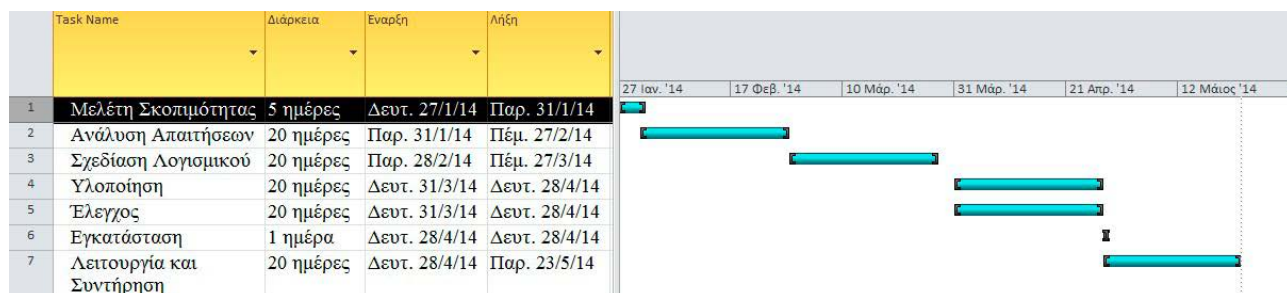
Η βασικότερη χρήση των διαγραμμάτων Gantt είναι η παρακολούθηση της προόδου ενός έργου. Ένα διάγραμμα Gantt κατασκευάζεται ως εξής: Απαριθμούνται όλες οι δραστηριότητες του έργου και η αντίστοιχη διάρκειά τους. Για την περιγραφή των δραστηριοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν περιγραφικοί τίτλοι ή κάποια κωδικοποίηση που να παραπέμπει στη δραστηριότητα. Στη συνέχεια, διατάσσονται οι δραστηριότητες στον κάθετο άξονα ενός διαγράμματος δραστηριοτήτων – χρόνου. Η διάταξη των δραστηριοτήτων μπορεί να είναι τυχαία ή να ακολουθεί τα κριτήρια του διαχειριστή του έργου. Ένα τέτοιο κριτήριο είναι η σειρά έναρξης των δραστηριοτήτων. Χωρίς να αποτελεί κανόνα, συνήθως τοποθετούνται πρώτες από πάνω προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα. Ο οριζόντιος άξονας του χρόνου χωρίζεται σε κατάλληλες χρονικές μονάδες, ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες του έργου. Έπειτα, σχεδιάζονται οι δραστηριότητες στο διάγραμμα ως ράβδοι σε οριζόντια διάταξη. Το μήκος κάθε ράβδου είναι ανάλογο με τη χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Κάθε ράβδος ξεκινάει στο χρονικό σημείο έναρξης και τελειώνει στο χρονικό σημείο λήξης της αντίστοιχης

δραστηριότητας. Τα σημεία έναρξης και λήξης ορίζονται από τον οριζόντιο άξονα. Τέλος, για κάθε ράβδο στο διάγραμμα που αντιστοιχεί σε μια δραστηριότητα σχεδιάζεται μια δεύτερη ράβδος. Το μήκος της δεύτερης ράβδου απεικονίζει την πρόοδο που έχει συντελεστεί σε σχέση με την υλοποίηση της δραστηριότητας. Έτσι, μπορεί να κάνει κανείς εύκολα σύγκριση και να βγάλει συμπεράσματα για την πρόοδο κάθε δραστηριότητας αλλά και του έργου. Τη χρονική στιγμή που θέλουμε να ελέγξουμε την πορεία του έργου μπορούμε να τραβήξουμε μια κάθετη γραμμή στο διάγραμμα και να δούμε την πρόοδο του έργου σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό.

Παραθέτουμε στη συνέχεια ένα παράδειγμα διαγράμματος Gantt. Υποθέτουμε ότι ένα έργο ανάπτυξης λογισμικού ακολουθεί το μοντέλο του καταρράκτη. Υπενθυμίζουμε ότι η σειρά των εργασιών στο μοντέλο αυτό είναι χρονικά αυστηρά καθορισμένη. Οι εργασίες θα εμφανιστούν με την ίδια σειρά και στο διάγραμμα Gantt. Οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα σ' αυτό το έργο είναι οι παρακάτω (βλ. [Σχήμα 9.2](#)):

- μελέτη σκοπιμότητας, με διάρκεια 5 ημέρες,
- ανάλυση απαιτήσεων, με διάρκεια 20 ημέρες,
- σχεδίαση λογισμικού, με διάρκεια 20 ημέρες,
- υλοποίηση, με διάρκεια 20 ημέρες,
- έλεγχος παράλληλα με την υλοποίηση, με διάρκεια 60 ημέρες,
- εγκατάσταση λογισμικού, με διάρκεια 1 ημέρα, και
- συντήρηση παράλληλα με τη λειτουργία του συστήματος, με διάρκεια 20 ημέρες.

Υποθέτουμε, επίσης, ότι η ημερομηνία έναρξης είναι η Δευτέρα 27/1/2014.



Σχήμα 9.2 Διάγραμμα Gantt.

Τα πλεονεκτήματα των διαγραμμάτων Gantt είναι τα εξής:

- Είναι σαφή και απλά.
- Είναι πολύ εύκολα κατανοητά, ακόμα και από μη εξειδικευμένα άτομα.
- Σχεδιάζονται εύκολα.
- Βοηθάνε στη διαδικασία ελέγχου της προόδου ενός έργου.
- Χρησιμοποιούνται ευρέως.
- Είναι χρήσιμα για στατικά περιβάλλοντα.

Τα μειονεκτήματα των διαγραμμάτων Gantt είναι τα εξής:

- Παρουσιάζουν δυσκολία εφαρμογής σε έργα με μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, λόγω του μεγάλου χώρου που απαιτεί η απεικόνισή τους.
- Δεν είναι κατάλληλα για περίπλοκα έργα, διότι δεν απεικονίζουν τις σχέσεις αλληλεξάρτησης των επιμέρους εργασιών.
- Δεν εμφανίζουν τις κρίσιμες για την επιτυχή ολοκλήρωση του συνολικού έργου δραστηριότητες.
- Δεν απεικονίζουν το κόστος ενός έργου.

- Δεν μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων.
- Είναι πολύ δύσκολη οποιαδήποτε προσπάθεια αλλαγής τους.

Τα διαγράμματα Gantt είναι σε χρήση ακόμα και στις μέρες μας. Έχουν γίνει αλλαγές με σκοπό να αντιμετωπιστούν ορισμένες από τις αδυναμίες που παρουσιάζουν. Έτσι, έχουν προστεθεί ορόσημα, ώστε να σηματοδοτούνται συγκεκριμένα σημεία στον χρόνο και σταδιοδείκτες που παρουσιάζουν την έναρξη και τη λήξη μιας δραστηριότητας. Ακόμα, οι αλληλεξαρτήσεις δραστηριοτήτων μπορούν να εμφανιστούν με βέλη που συνδέουν τις ράβδους ενός διαγράμματος Gantt. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα δίκτυο δραστηριοτήτων.

9.5. Ανάλυση έργου μέσω δικτύων

9.5.1. Μοντελοποίηση έργου με τη μορφή δικτύου

Η πρόοδος ενός έργου μπορεί να ελεγχθεί με τη χρήση διαγραμμάτων δικτύου. Οι δραστηριότητες του έργου, η λογική τους αλληλουχία, αλλά και οι αλληλεξαρτήσεις τους μοντελοποιούνται με τη μορφή δικτύου. Η μοντελοποίηση αυτού του τύπου βοηθά τόσο κατά τη φάση της σχεδίασης και του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων όσο και κατά την εξέλιξη του έργου.

Η κατασκευή ενός δικτυακού διαγράμματος απαιτεί τον διαχωρισμό του έργου σε αυτοτελείς ανεξάρτητες δραστηριότητες. Καθεμία από αυτές χαρακτηρίζεται από ημερομηνίες αρχής και τέλους, αλλά και από τον χρόνο διάρκειάς της. Επίσης, πρέπει να είναι γνωστή η σχέση των δραστηριοτήτων, δηλαδή για κάθε δραστηριότητα ποιες είναι προηγούμενες της και ποιες επόμενες. Μια δραστηριότητα A προηγείται μιας άλλης δραστηριότητας B (δηλαδή η A είναι προηγούμενη της B), εάν η έναρξη της δραστηριότητας B προϋποθέτει την ολοκλήρωση της δραστηριότητας A. Μια δραστηριότητα A έπεται μιας δραστηριότητας B (δηλαδή η A είναι επόμενη της B), εάν η έναρξη της A προϋποθέτει την ολοκλήρωση της δραστηριότητας B. Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, στο δικτυακό διάγραμμα αποτυπώνεται η χρονική και λειτουργική αλληλεξάρτηση των δραστηριοτήτων. Με τον τρόπο αυτό, διευκολύνεται η λήψη αποφάσεων από τον διαχειριστή του έργου. Ένα δίκτυο αποτελείται από κόμβους, που συνήθως συμβολίζονται με ένα τετράγωνο ή με έναν κύκλο, και από ακμές, που συνήθως συμβολίζονται με βέλη.

Στη συνέχεια, αναφέρουμε τους κυριότερους όρους που χρησιμοποιούμε στα διαγράμματα δικτύου και τους ορισμούς τους:

- *Δραστηριότητα*: Ονομάζουμε μια εργασία ή λειτουργία που πρέπει να εκτελεστεί στο πλαίσιο του έργου και η οποία έχει χρονική διάρκεια και απαιτεί για την υλοποίησή της πόρους. Οι δραστηριότητες αποτελούν τις στοιχειώδεις δομικές και λειτουργικές μονάδες του έργου.
- *Πακέτο εργασίας*: Ονομάζουμε ένα σύνολο δραστηριοτήτων που έχουν κοινό παραδοτέο.
- *Παράλληλες δραστηριότητες*: Είναι οι δραστηριότητες που μπορούν να λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα στον χρόνο.
- *Μονοπάτι*: Είναι μια αλληλουχία από εξαρτημένες δραστηριότητες. Σ' αυτή την αλληλουχία υπάρχει μια μοναδική πρώτη δραστηριότητα και μια μοναδική τελευταία δραστηριότητα. Η έναρξη δηλαδή κάθε δραστηριότητας στο μονοπάτι (εκτός από την πρώτη) προϋποθέτει την λήξη κάποιας άλλης που προηγείται.
- *Κρίσιμο μονοπάτι*: Ο όρος αυτός σημαίνει το μεγαλύτερο χρονικά μονοπάτι (ή τα μεγαλύτερα χρονικά μονοπάτια) στο δίκτυο. Η καθυστέρηση οποιασδήποτε δραστηριότητας που ανήκει σε κρίσιμο μονοπάτι σημαίνει την καθυστέρηση όλου του έργου. Λέμε ότι μια δραστηριότητα καθυστερεί, εάν ο χρόνος που τελικά χρειάζεται για την ολοκλήρωσή της είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο που είχε αρχικά υπολογιστεί ότι χρειάζεται.
- *Γεγονός*: Αυτός ο όρος σηματοδοτεί τη χρονική στιγμή κατά την οποία μια δραστηριότητα αρχίζει ή τελειώνει.
- *Ορόσημο*: Ονομάζεται ένας κόμβος που επισημαίνει κάποιο ιδιαίτερο γεγονός στην πορεία του έργου.

Κατά την εκπόνηση ενός δικτυακού διαγράμματος ακολουθούμε ορισμένους βασικούς κανόνες:

1. Τα δίκτυα φτιάχνονται από τα αριστερά προς τα δεξιά.
2. Η εκτέλεση μιας δραστηριότητας αρχίζει μόνο αν έχουν ολοκληρωθεί όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες.
3. Οι ακμές στο δίκτυο απεικονίζουν την προτεραιότητα και τη ροή των δραστηριοτήτων.
4. Το μήκος των βελών δεν είναι σημαντικό.
5. Κάθε δραστηριότητα θα πρέπει να έχει έναν μοναδικό ξεχωριστό αριθμό.
6. Ο μοναδικός ξεχωριστός αριθμός κάθε δραστηριότητας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από τον μοναδικό ξεχωριστό αριθμό των δραστηριοτήτων που προηγούνται από αυτή.
7. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί μια δραστηριότητα που ήδη έχει χρησιμοποιηθεί νωρίτερα.
8. Γενικά, σ' ένα δικτυακό διάγραμμα υπάρχει μόνο μια αρχική και μια τελική δραστηριότητα.

9.5.2. Κατασκευή του δικτύου ενός έργου

Υπάρχουν δύο τύποι διαγραμμάτων δικτύου:

1. Στον πρώτο τύπο, οι δραστηριότητες απεικονίζονται ως ακμές και τα διαγράμματα λέγονται τοξωτά δίκτυα (activity-on-arrow, AOA).
2. Στον δεύτερο τύπο, οι δραστηριότητες απεικονίζονται ως κόμβοι και τα διαγράμματα λέγονται κομβικά δίκτυα (activity-on-node, AON).

Σ' ένα διάγραμμα AOA οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων αποτελούν τους κόμβους, ενώ οι δραστηριότητες του έργου αποτελούν τις ακμές μεταξύ των κόμβων γεγονότων. Η ύπαρξη ενός μοναδικού κόμβου αρχής και ενός μοναδικού κόμβου λήξης είναι αναγκαία. Το δίκτυο AOA είναι πάντα κατευθυνόμενο από τον κόμβο έναρξης προς τον κόμβο λήξης.

Στη συνέχεια, δίνονται οι κανόνες κατασκευής διαγράμματος AOA:

Κανόνας 1: Κάθε δραστηριότητα αντιστοιχεί σε μία και μόνο ακμή στο δίκτυο.

Κανόνας 2: Σε περίπτωση που δύο ή περισσότερες δραστηριότητες είναι παράλληλες, τότε δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν απευθείας από γεγονότα της ίδιας αρχής και τέλους.

Κάθε φορά που εισάγουμε μια νέα δραστηριότητα στο δίκτυο θα πρέπει να προσέχουμε:

1. ποιες δραστηριότητες πρέπει να ολοκληρωθούν πριν ξεκινήσει η νέα δραστηριότητα που θα εισαγάγουμε,
2. ποιες δραστηριότητες ακολουθούν αμέσως τη νέα δραστηριότητα που εισαγάγαμε,
3. ποιες δραστηριότητες συμβαίνουν παράλληλα με τη δραστηριότητα που εισαγάγουμε.

Κανόνας 3:

- Οι δραστηριότητες των οποίων δεν προηγούνται άλλες δραστηριότητες ενώνονται με έναν μοναδικό κόμβο αρχής.
- Σε κάθε δραστηριότητα αντιστοιχεί μόνο ένας κόμβος τέλους. Μόνο ο αρχικός κόμβος στο δίκτυο συμβολίζεται με τον αριθμό (1), όλοι οι άλλοι κόμβοι αριθμούνται, όταν έχουμε τελειώσει την κατασκευή του δικτύου.
- Όπου είναι απαραίτητο, εισάγουμε ψευδο-δραστηριότητες.
- Όταν όλες οι δραστηριότητες, καθώς και οι σχέσεις που τις συνδέουν, έχουν αναπαρασταθεί στο διάγραμμα δικτύου, μπορούμε να απαλείψουμε τις ψευδο-δραστηριότητες που είναι «περιττές» (μια ψευδο-δραστηριότητα καλείται «περιττή», εάν είναι η μοναδική δραστηριότητα που αρχίζει ή τελειώνει σ' ένα δοσμένο γεγονός).

- Έχοντας ολοκληρώσει το διάγραμμα δικτύου, αριθμούμε τους κόμβους από αριστερά προς τα δεξιά προσέχοντας πάντα ο κόμβος τέλους να έχει μεγαλύτερο αριθμό από τον κόμβο αρχής μιας δραστηριότητας.

Εναλλακτική προσέγγιση για την αναπαράσταση των διαγραμμάτων δικτύου αποτελούν τα διαγράμματα AON. Σ' ένα διάγραμμα AON οι δραστηριότητες του έργου αποτελούν τους κόμβους του διαγράμματος. Δύο δραστηριότητες (κόμβοι) συνδέονται, αν η πρώτη δραστηριότητα πρέπει να περατωθεί για να αρχίσει η δεύτερη δραστηριότητα. Στο διάγραμμα AON είναι δυνατόν να αρχίζουν ή και να τελειώνουν πολλές δραστηριότητες ταυτόχρονα. Σ' αυτή την περίπτωση μπορούμε να εισαγάγουμε μοναδικά ορόσημα έναρξης και λήξης, ώστε να υπάρχει αντιστοιχία με το τοξωτό δίκτυο.

Παρόλο που οι δύο τύποι διαγραμμάτων παρέχουν τις ίδιες πληροφορίες, τα διαγράμματα AON παρουσιάζουν μερικά πλεονεκτήματα ως προς τα AOA. Πιο συγκεκριμένα:

1. Η κατασκευή των δικτύων AON είναι πιο εύκολη από εκείνη των δικτύων AOA.
2. Τα δίκτυα AON είναι πιο εύκολα στην κατανόηση για όσους δεν είναι ειδικοί.
3. Ο έλεγχος στα δίκτυα AON είναι πιο εύκολος σε σχέση με τα δίκτυα AOA.

Ας υποθέσουμε ότι ένα έργο αποτελείται από τις δραστηριότητες A, B, C, D, E, F, G, H, I. Ο [Πίνακας 9.2](#) δείχνει τη σειρά προτεραιότητας των διεργασιών, αλλά και τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας.

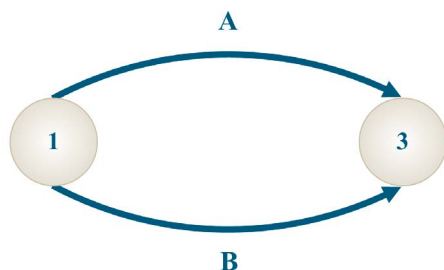
Δραστηριότητα	Προηγούμενη	Διάρκεια
A		4
B	A	5
C	A	1
D	C	2
E	B, D	5
F	E	1
G	E	2
H	G	3
I	F, H	5

Πίνακας 9.2 Πίνακας διεργασιών.

Με βάση τον [Πίνακα 9.2](#) στις επόμενες ενότητες θα υλοποιήσουμε ένα διάγραμμα με την τεχνική AOA και ένα διάγραμμα με την τεχνική AON.

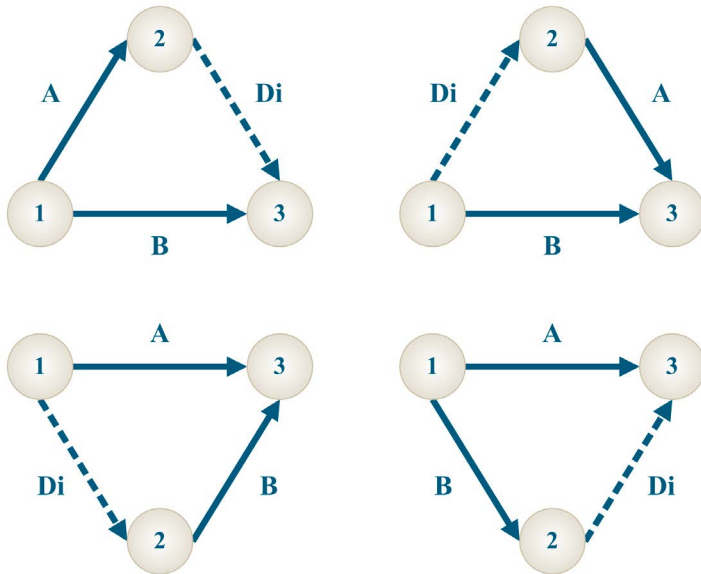
9.5.2.1. Παράδειγμα υλοποίησης με AOA

Στο [Σχήμα 9.3](#) απεικονίζονται με εσφαλμένο τρόπο δύο παράλληλες δραστηριότητες, οι A και B (βλ. [κανόνα 2](#)).



Σχήμα 9.3 Παράλληλες δραστηριότητες.

Προκειμένου να ξεπεράσουμε αυτό το πρόβλημα εισάγουμε μια ψευδο-δραστηριότητα μεταξύ του A ή B. Στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές αλλά ισοδύναμες περιπτώσεις, όπως φαίνεται στο [Σχήμα 9.4](#).



Σχήμα 9.4 Εισαγωγή ψευδο-δραστηριότητας.

Οι ψευδο-δραστηριότητες συμβολίζονται με ένα βέλος με διακεκομμένη γραμμή και δεν καταναλώνουν ούτε χρόνο, ούτε πόρους. Χρησιμοποιούνται στο διάγραμμα, για να απεικονιστούν λογικές σχέσεις οι οποίες δεν μπορούν να αναπαρασταθούν διαφορετικά.

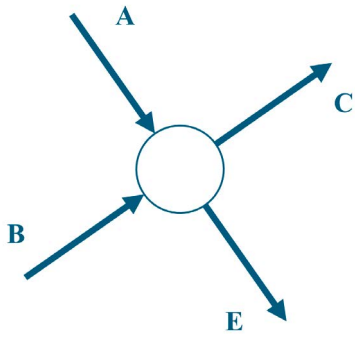
Αξίζει να προσέξουμε την κατάσταση που περιγράφεται στον [Πίνακα 9.3](#):

Δραστηριότητα	Προηγούμενη
A	-
B	-
C	A, B
E	B

Πίνακας 9.3 Πίνακας δραστηριοτήτων.

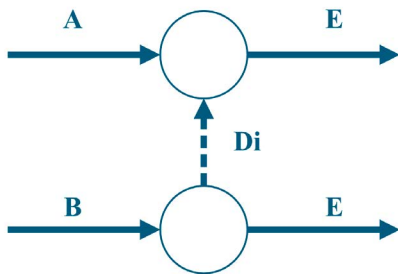
Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα προτεραιότητας, οι δραστηριότητες A και B προηγούνται της δραστηριότητας C και η δραστηριότητα B προηγείται της δραστηριότητας E.

Το [Σχήμα 9.5](#) είναι λανθασμένο.



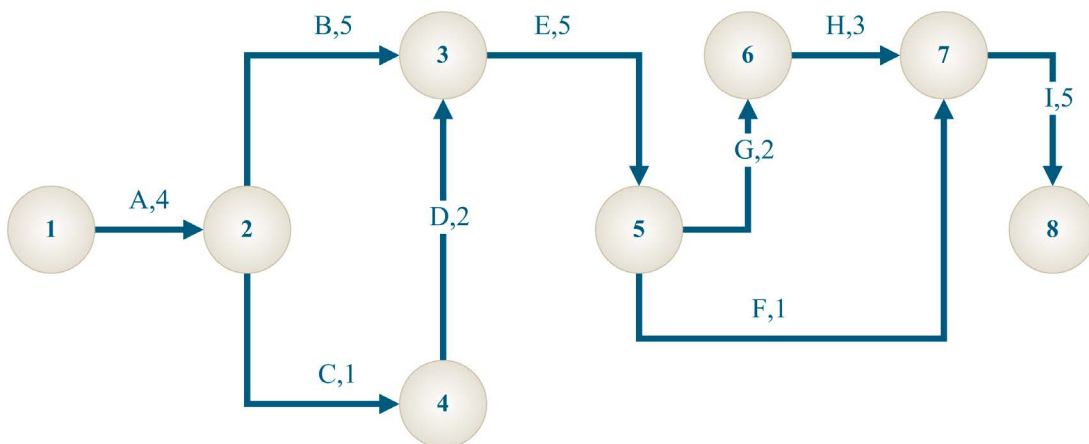
Σχήμα 9.5 Λανθασμένη απεικόνιση.

Στο σχήμα αυτό φαίνεται ότι τόσο η Α όσο και η Β δραστηριότητα προηγούνται της δραστηριότητας Ε, κάτι που δεν ισχύει. Προκειμένου να δώσουμε λύση στο πρόβλημα, εισάγουμε την ψευδο-δραστηριότητα D_i και έτσι παίρνουμε το σωστό διάγραμμα στο [Σχήμα 9.6](#).



Σχήμα 9.6 Σωστή απεικόνιση.

Στο [Σχήμα 9.7](#) παρουσιάζεται η κατασκευή ενός διαγράμματος ΑΟΑ, το οποίο αντιστοιχεί στον [Πίνακα 9.2](#). Σε κάθε ακμή υπάρχει το όνομα της δραστηριότητας και η διάρκειά της (π.χ. Α,4 είναι η διεργασία Α με διάρκεια 4 χρονικές μονάδες).



Σχήμα 9.7 Διάγραμμα ΑΟΑ.

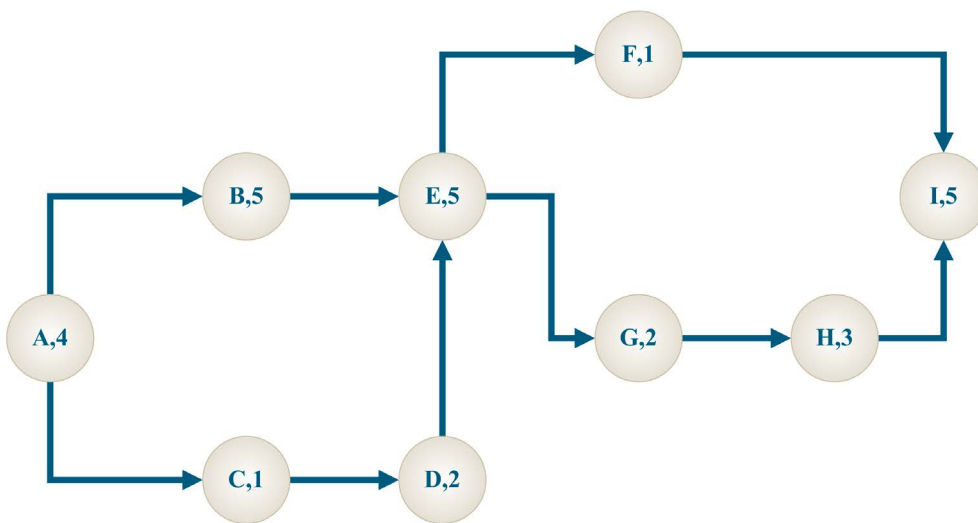
9.5.2.2. Παράδειγμα υλοποίησης με AON

Παρακάτω δίνουμε τους κανόνες υλοποίησης ενός διαγράμματος AON.

- Όλοι οι κόμβοι, με εξαίρεση τον τελικό κόμβο, θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον έναν επόμενο κόμβο.
- Όλοι οι κόμβοι, με εξαίρεση τον αρχικό, θα πρέπει να έχουν το λιγότερο έναν κόμβο που να προηγείται.
- Θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένας αρχικός και τουλάχιστον ένας τελικός κόμβος.
- Κάθε ακμή ξεκινάει από έναν κόμβο και τερματίζει σ' έναν κόμβο.
- Μια ακμή καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων δραστηριοτήτων. Ο κόμβος δηλαδή από τον οποίο ξεκινάει μια ακμή αντιστοιχεί σε δραστηριότητα που προηγείται, ενώ ο κόμβος στον οποίο τερματίζει μια ακμή αντιστοιχεί σε αυτή που έπεται.
- «Κύκλος» στο διάγραμμα δικτύου δεν επιτρέπονται.

Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτής της αναπαράστασης είναι ότι δεν χρειάζονται ψευδο-δραστηριότητες ανάμεσα στις διάφορες δραστηριότητες, προκειμένου να προκύψουν λογικές σχέσεις μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το διάγραμμα AON που αντιστοιχεί στον [Πίνακα 9.2](#) δίνεται στο [Σχήμα 9.8](#) που ακολουθεί.



Σχήμα 9.8 Διάγραμμα AON.

9.6. Μέθοδος κρίσιμου μονοπατιού

Με βάση έναν πίνακα προτεραιότητας μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα διάγραμμα AON. Εφόσον είναι γνωστή η διάρκεια κάθε δραστηριότητας, μπορούμε να προσθέσουμε αυτή την πληροφορία στο διάγραμμά μας. Ωστόσο, αυτό δεν είναι αρκετό, προκειμένου ο διαχειριστής του έργου να μπορεί να απαντήσει σε ερωτήσεις του τύπου «πότε θα τελειώσει το έργο;» ή ακόμα περισσότερο «τι θα συμβεί εάν κάποια δραστηριότητα καθυστερήσει να τελειώσει;». Η ολοκλήρωση κάποιων δραστηριοτήτων εντός του προγραμματισμένου χρονικού διαστήματος επηρεάζει άμεσα τη διάρκεια ενός έργου, ενώ για άλλες δραστηριότητες υπάρχουν περιθώρια για καθυστερήσεις.

Η μέθοδος του κρίσιμου μονοπατιού (Critical Path Method, CPM) αναγνωρίζει τις διεργασίες που βρίσκονται πάνω σε κρίσιμο μονοπάτι. Πρόκειται για μια αλγοριθμική μέθοδο, με βάση την οποία για κάθε δραστηριότητα πρέπει να οριστούν τέσσερις χρονικές στιγμές:

- ΝΕ για τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία έναρξης μιας δραστηριότητας (Early Start, ES).
- ΝΛ για τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία λήξης μιας δραστηριότητας (Early Finish, EF).
- ΑΕ για την τελευταία παραδεκτή ημερομηνία έναρξης μιας δραστηριότητας (Late Start, LS).

- ΑΛ για την τελευταία παραδεκτή ημερομηνία λήξης μιας δραστηριότητας (Late Finish, LF).

Επίσης, υπολογίζεται για κάθε δραστηριότητα η ανοχή της σε καθυστερήσεις που μπορεί να οφείλονται είτε στην ίδια τη δραστηριότητα είτε σε άλλες που προηγούνται, χωρίς να καθυστερήσει η εκτέλεση του έργου συνολικά. Αυτή η ανοχή λέγεται απόθεμα χρόνου. Αναφερόμαστε στα παρακάτω τρία είδη αποθέματος χρόνου:

- Το *πλήρες απόθεμα* (total slack) χρόνου αντανακλά το μέγιστο χρονικό διάστημα κατά το οποίο μια δραστηριότητα μπορεί να καθυστερήσει χωρίς να έχει επίδραση στη γενική διάρκεια του έργου. Όποια δραστηριότητα έχει μηδενικό πλήρες απόθεμα χρόνου βρίσκεται στο κρίσιμο μονοπάτι. Μπορούμε να υπολογίσουμε αυτό το απόθεμα, εάν από την τελευταία παραδεκτή ημερομηνία λήξης μιας δραστηριότητας αφαιρέσουμε τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία έναρξης και τη διάρκεια της δραστηριότητας. Δηλαδή:

$$\text{Πλήρες Απόθεμα (ΠΑ)} = \text{ΑΛ} - \text{ΝΕ} - \text{Διάρκεια}$$

- Το *ελεύθερο απόθεμα* (free slack) χρόνου αντανακλά το μέγιστο χρονικό διάστημα κατά το οποίο επιτρέπεται να καθυστερήσει μια δραστηριότητα, χωρίς να επηρεαστεί η έναρξη των υπόλοιπων δραστηριοτήτων στις πρώτες τους παραδεκτές ημερομηνίες. Όπως και για το πλήρες απόθεμα χρόνου, υποθέτουμε ότι όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες ολοκληρώνονται όσο το δυνατόν νωρίτερα. Μπορούμε να υπολογίσουμε αυτό το απόθεμα, εάν από τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία λήξης της δραστηριότητας αφαιρέσουμε τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία έναρξης της δραστηριότητας και τη διάρκεια της δραστηριότητας. Δηλαδή:

$$\text{Ελεύθερο Απόθεμα (ΕΑ)} = \text{ΝΛ} - \text{ΝΕ} - \text{Διάρκεια}$$

- Το *ανεξάρτητο απόθεμα* (independent slack) χρόνου εκφράζει το μέγιστο χρονικό διάστημα κατά το οποίο μια δραστηριότητα μπορεί να καθυστερήσει, χωρίς να παρεμποδιστεί η έναρξη των δραστηριοτήτων που ακολουθούν στις πρώτες παραδεκτές ημερομηνίες τους, ακόμη και αν όλες οι δραστηριότητες που προηγούνται έχουν διεκπεραιωθεί στις τελευταίες παραδεκτές ημερομηνίες τους. Μπορούμε να υπολογίσουμε αυτό το απόθεμα, εάν από τη νωρίτερη παραδεκτή ημερομηνία λήξης μιας δραστηριότητας αφαιρέσουμε την τελευταία παραδεκτή ημερομηνία έναρξης της δραστηριότητας και τη διάρκειά της. Δηλαδή:

$$\text{Ανεξάρτητο Απόθεμα (ΑΑ)} = \text{Max} (0, \text{ΝΛ} - \text{ΑΕ} - \text{Διάρκεια})$$

Προκειμένου να υπολογιστεί το κρίσιμο μονοπάτι, εκτελούνται τα ακόλουθα βήματα:

1. Δημιουργείται ένα διάγραμμα δικτύου ΑΟΑ στο οποίο εμφανίζονται τα ονόματα των διεργασιών, η διάρκεια καθεμιάς και οι σχέσεις προτεραιότητας. Στο διάγραμμα αυτό οι τέσσερις χρονικές στιγμές είναι κενές, εκτός από τον χρόνο νωρίτερης έναρξης της πρώτης δραστηριότητας.
2. Η νωρίτερη ημερομηνία έναρξης και η νωρίτερη ημερομηνία λήξης για κάθε δραστηριότητα υπολογίζεται ξεκινώντας από την πρώτη διεργασία με κατεύθυνση προς την τελευταία.
3. Η τελευταία παραδεκτή ημερομηνία έναρξης και η τελευταία παραδεκτή ημερομηνία λήξης για κάθε δραστηριότητα υπολογίζεται ξεκινώντας από την τελευταία διεργασία με κατεύθυνση την αρχική διεργασία.
4. Για κάθε δραστηριότητα υπολογίζεται το πλήρες απόθεμα χρόνου.
5. Κρίσιμα μονοπάτια είναι εκείνα που αποτελούνται μόνο από δραστηριότητες με μηδενικό πλήρες απόθεμα χρόνου.

Στη συνέχεια, δίνουμε ένα παράδειγμα της μεθόδου του κρίσιμου μονοπατιού (βλ. [Πίνακες 9.4](#) και [9.5](#) και [Σχήμα 9.9](#). Περισσότερο παραστατικά το ίδιο παράδειγμα δίνεται στο [Βίντεο 9.1](#).

Υπολογισμός κρίσιμου μονοπατιού

Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα

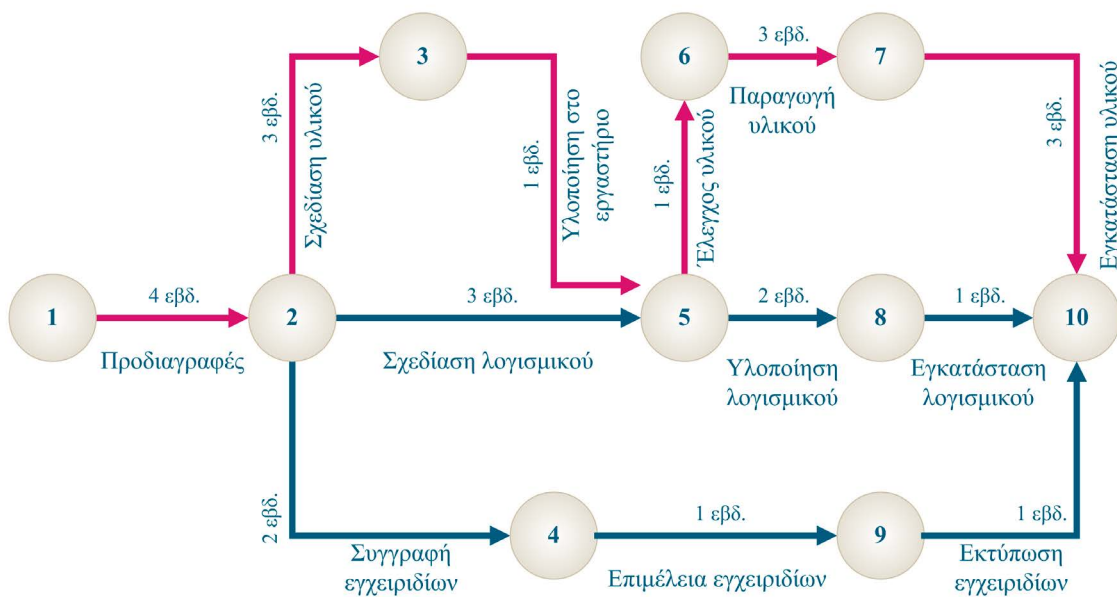
Βίντεο 9.1 Υπολογισμός κρίσιμου μονοπατιού.

ΑΑ δραστηριότητας	Ονομασία δραστηριότητας	Διάρκεια δραστηριότητας (εβδομάδες)
1	Προδιαγραφές	4
2	Σχεδίαση υλικού	3
3	Σχεδίαση λογισμικού	3
4	Συγγραφή εγχειριδίων	2
5	Υλοποίηση στο εργαστήριο	1
6	Έλεγχος υλικού	1
7	Παραγωγή υλικού	3
8	Εγκατάσταση υλικού	3
9	Υλοποίηση λογισμικού	2
10	Εγκατάσταση λογισμικού	1
11	Επιμέλεια εγχειριδίων	1
12	Εκτύπωση εγχειριδίων	1
13	Παράδοση έργου	0

Πίνακας 9.4 Πίνακας δραστηριοτήτων.

ΑΑΔ	Διάρκεια	NE	ΝΛ	ΑΕ	ΑΛ	ΠΑ	ΕΑ	ΑΑ
1	4	0	4	0	4	0	0	0
2	3	4	7	4	7	0	0	0
3	3	4	7	5	8	1	0	0
4	2	4	6	11	13	7	1	0
5	1	7	8	7	8	0	0	0
6	1	8	9	8	9	0	0	0
7	3	9	12	9	12	0	0	0
8	3	12	15	12	15	0	0	0
9	2	8	10	12	14	4	0	0
10	1	10	11	14	15	4	4	0
11	1	6	7	13	14	7	0	0
12	1	7	8	14	15	7	7	0
13	0	15	15	15	15	0	0	0

Πίνακας 9.5 Πίνακας ανάλυσης διαγράμματος (όπου ΑΑΔ είναι ο αύξων αριθμός δραστηριότητας).



Σχήμα 9.9 Απεικόνιση κρίσιμου μονοπατιού.

Είναι φανερό ότι στο παραπάνω διάγραμμα οι δραστηριότητες «Προδιαγραφές», «Σχεδίαση υλικού», «Υλοποίηση στο εργαστήριο», «Έλεγχος υλικού», «Παραγωγή υλικού» και «Εγκατάσταση υλικού» βρίσκονται στο κρίσιμο μονοπάτι, καθώς το πλήρες απόθεμά τους είναι μηδέν, δηλαδή δεν μπορούν να καθυστερήσουν χωρίς να καθυστερήσει όλο το έργο. Αν κάποια από αυτές καθυστερήσει, δηλαδή περατωθεί μετά την προγραμματισμένη ημερομηνία λήξης της, οι αμέσως επόμενες θα ξεκινήσουν μετά τον προγραμματισμένο χρόνο έναρξής τους. Όσες από αυτές είναι στο κρίσιμο μονοπάτι θα καθυστερήσουν με τη σειρά τους να περατωθούν, επηρεάζοντας συνολικά τη διάρκεια του έργου. Πρέπει λοιπόν να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις δραστηριότητες που βρίσκονται στο κρίσιμο μονοπάτι, καθώς η τήρηση του χρονοδιαγράμματος του έργου

δεν επιτρέπει να υπάρξει καμία καθυστέρηση σε οποιαδήποτε από αυτές. Στο [Σχήμα 9.9](#) το κρίσιμο μονοπάτι δηλώνεται με την κόκκινη γραμμή.

9.7. Μέθοδος PERT

Η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique) αναπτύχθηκε για τις ανάγκες του προγράμματος Polaris του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ το 1957. Αποδείχθηκε επιτυχής μέθοδος, αφού το συγκεκριμένο έργο τελείωσε δύο χρόνια νωρίτερα από τον αρχικό εκτιμώμενο χρόνο. Από τότε μέχρι σήμερα είναι δημοφιλής μέθοδος και χρησιμοποιείται σε έργα στα οποία υπάρχει αβεβαιότητα ως προς την εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσής τους. Η μέθοδος αυτή δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση κάθε δραστηριότητας σ' ένα έργο. Ο υπολογισμός στηρίζεται σε μια διαδικασία εκτιμήσεων στην οποία λαμβάνεται υπόψη ένας αισιόδοξος, ένας απαισιόδοξος και ένας κανονικός χρόνος για την ολοκλήρωση κάθε δραστηριότητας. Είναι προφανές ότι, αν η εκτίμηση του χρόνου που απαιτεί κάθε δραστηριότητα δεν προσεγγίζει τον πραγματικό χρόνο ολοκλήρωσής της, τότε ούτε ο πραγματικός χρόνος ολοκλήρωσης ενός έργου ως σύνολου δραστηριοτήτων μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια.

Η μέθοδος αυτή έχει ομοιότητες με τη μέθοδο του κρίσιμου μονοπατιού, καθώς και στη μέθοδο PERT δημιουργείται ένα δικτυακό διάγραμμα με κόμβους και ακμές. Κάθε κόμβος αντιστοιχεί σ' ένα γεγονός και κάθε ακμή σε μια δραστηριότητα. Επίσης, στο διάγραμμα αυτό αποτυπώνεται η αλληλεξάρτηση των δραστηριοτήτων, όπως και στη μέθοδο του κρίσιμου μονοπατιού. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος PERT εστιάζει στον υπολογισμό του χρόνου ολοκλήρωσης κάθε δραστηριότητας με βάση πιθανότητες. Ο χρόνος εκφράζεται σε μονάδες (ώρες, μέρες, μήνες κ.ά.) και δεν προσμετρώνται τα πρόσωπα που λαμβάνουν μέρος στο έργο. Για παράδειγμα, αν μια δραστηριότητα εκτελείται από πέντε πρόσωπα σε μια μέρα, η διάρκειά της θα είναι μια εργάσιμη μέρα και όχι πέντε ανθρωπομέρες. Επιπλέον, η μέθοδος αυτή δεν λαμβάνει υπόψη της το κόστος του έργου.

Κατά τον προσδιορισμό των χρονικών εκτιμήσεων δεν λαμβάνονται υπόψη ακραίοι και απρόβλεπτοι παράγοντες, όπως φυσικές καταστροφές. Επίσης, δεν λαμβάνονται υπόψη οι γιορτές και οι ημέρες αργίας κατά τις οποίες η επιχείρηση δεν λειτουργεί, εκτός και αν πρόκειται για αυτοματοποιημένες δραστηριότητες, όπως η λήψη αντιγράφων ασφαλείας, οπότε ο χρόνος αργίας δεν έχει σημασία. Από την άλλη πλευρά, πρέπει να ληφθούν υπόψη και εξωγενείς παράγοντες (π.χ. κάποια πιθανή βλάβη), έτσι ώστε το μοντέλο του έργου να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ρεαλιστικό.

Για την αποφυγή του τυχαίου παράγοντα και την αναπαράσταση των υπαρκτών συνθηκών, η μέθοδος PERT χρησιμοποιεί τρεις εκφράσεις χρονικών εκτιμήσεων:

1. *Αισιόδοξος χρόνος* (t_{ij}^o , optimal): Ο χρόνος διεκπεραίωσης της δραστηριότητας (i, j) υπό ασυνήθιστα ευνοϊκές συνθήκες. Συνεπώς, η πιθανότητα εκτέλεσης της δραστηριότητας (i, j) σε χρόνο μικρότερου του αισιόδοξου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1%.
2. *Κανονικός χρόνος* (t_{ij}^r , rational): Ο πιο πιθανός χρόνος διεκπεραίωσης της δραστηριότητας (i, j), δηλαδή ο χρόνος εκείνος που εμπειρικά αναμένεται, όταν η δραστηριότητα επαναλαμβάνεται πολλές φορές κάτω από κανονικές συνθήκες.
3. *Απαισιόδοξος χρόνος* (t_{ij}^m , maximum): Ο μέγιστος χρόνος που θα χρειαζόταν για να εκτελεστεί η δραστηριότητα (i, j) υπό ασυνήθιστα δυσμενείς συνθήκες. Αυτός ο χρόνος πρέπει να εκφράζει τη δυνατότητα αποτυχίας του έργου και δεν πρέπει να εξαρτάται από καταστροφικά γεγονότα, εκτός αν πρόκειται για γνωρίσματα της δοσμένης δραστηριότητας. Η πιθανότητα εκτέλεσης της δραστηριότητας (i, j) σε χρόνο μεγαλύτερο του απαισιόδοξου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1%.

Για κάθε δραστηριότητα πρέπει στο δικτυακό διάγραμμα να χρησιμοποιείται μόνο μια χρονική εκτίμηση. Η εκτίμηση αυτή πρέπει να εκφράζει όσο είναι δυνατόν με ακρίβεια τον αναμενόμενο χρόνο διεκπεραίωσης t_{ij} της δραστηριότητας. Επομένως, γίνεται βάσει των προσδιορισμένων από πριν t_{ij}^o , t_{ij}^r , και t_{ij}^m χρονικών διαρκειών των δραστηριοτήτων. Εμπειρικά παρατηρείται ότι ο πραγματικός χρόνος διεκπεραίωσης, t_{ij} , βρίσκεται πιο κοντά στον t_{ij}^m και όχι στον t_{ij}^o , δηλαδή έχουμε $t_{ij}^o < t_{ij} < t_{ij}^m$. Η σχέση αυτή υιοθετείται μέσω της ευρετικής συνάρτησης:

$$t_{ij} = \frac{t_{ij}^o + 4 * t_{ij}^r + t_{ij}^m}{6}$$

Το αποτέλεσμα είναι μια αυξημένη μέση τιμή M που αντιστοιχεί στην καμπύλη του [Σχήματος 9.10](#).



Σχήμα 9.10 Γραφική παράσταση πιθανών τιμών δραστηριότητας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η διάρκεια μιας δραστηριότητας ακολουθεί την κατανομή β.

Η [εξίσωση 9.1](#) περιορίζει σε αρκετό βαθμό τα λάθη που αναμφίβολα θα παρουσιάζονταν, αν για κάποιο λόγο ο αναμενόμενος χρόνος καθοριζόταν ως ίσος με τον κανονικό ($t_{ij} = t_{ij}^r$).

Κατά τον καθορισμό των χρονικών εκτιμήσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

1. Για μια ορισμένη δραστηριότητα οι χρονικές εκτιμήσεις πρέπει να γίνονται έτσι ώστε να μη συσχετίζονται με τα γεγονότα που θα μπορούσαν να συμβούν στις υπόλοιπες δραστηριότητες.
2. Οι χρονικές εκτιμήσεις δεν πρέπει να συσχετίζονται με τον χρόνο εκτέλεσης του δικτυακού διαγράμματος ως σύνολο.
3. Οι χρονικές εκτιμήσεις αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της εισόδου προς τη μέθοδο δικτυακής ανάλυσης.
4. Οι χρονικές εκτιμήσεις μπορούν και πρέπει να μεταβάλλονται σε περίπτωση που διαφοροποιείται αντικειμενικά το δικτυακό διάγραμμα.

Η τελευταία μεταβλητή που μπορεί να επηρεάσει το χρονοπρόγραμμα του έργου είναι οι υποχρεωτικές ημερομηνίες που χρησιμοποιεί. Τυπικές υποχρεωτικές ημερομηνίες του χρήστη είναι:

Έναρξη όχι νωρίτερα από (start no earlier than, SNET)

Τέλος όχι αργότερα από (Finish no later than, FNLT)

Έναρξη στις

Λήξη στις

Οι δύο τελευταίες ημερομηνίες μπορούν να υπερβούν τις ημερομηνίες που καθορίζονται από τη λογική του δικτυακού διαγράμματος. Οι πρώτες δύο είναι πολύ χρήσιμες και μπορούν να υπερβούν τους υπολογισμούς που στηρίζονται στη λογική του δικτυακού διαγράμματος κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Έτσι, η ημερομηνία SNET λειτουργεί ως ένας πιθανός περιορισμός στην έναρξη μιας δραστηριότητας. Αν οι προηγούμενες δραστηριότητες ολοκληρωθούν και ο υπολογισμός για τη λήξη τους ξεπεράσει την ημερομηνία SNET, η εξεταζόμενη δραστηριότητα θα αρχίσει αμέσως μετά την ολοκλήρωση των προηγούμενων δραστηριοτήτων. Ανάλογη με την ημερομηνία SNET είναι και η FNLT, που λειτουργεί ως περιορισμός σε εκτελούμενη τρέχουσα δραστηριότητα. Για παράδειγμα, αν είναι επιθυμητό να επιτευχθεί η έναρξη των διαδικασιών παράδοσης του λογισμικού πριν να αρχίσει η ανάπτυξη κάποιου άλλου προϊόντος, τότε μπορεί να τεθεί ένας περιορισμός της μορφής FNLT στη δραστηριότητα «Τελικός έλεγχος». Με άλλα λόγια, οι τελευταίοι περιορισμοί δίνουν

την ικανότητα στον χρήστη να προσδώσει ρεαλισμό στον χρονοπρογραμματισμό. Η τεχνική που επιτρέπει την εφαρμογή τους στον υπολογισμό χρονοδιαγράμματος έργου είναι γνωστή ως backward pass.

9.8. Διαχείριση κόστους

Η διαχείριση κόστους σ' ένα έργο περιλαμβάνει τις διεργασίες που διασφαλίζουν ότι το έργο θα ολοκληρωθεί μέσα στον εγκεκριμένο προϋπολογισμό. Υπάρχουν τέσσερις κύριες διεργασίες (Shtub et al. 2005):

1. *Σχεδίαση της χρήσης των πόρων*: Καθορίζει ποιοι πόροι, ποιοι άνθρωποι, ποιος εξοπλισμός και σε ποιες ποσότητες θα χρησιμοποιηθούν, για να υλοποιήσουν τις δραστηριότητες.
2. *Εκτίμηση κόστους*: Γίνεται υπολογισμός κατά προσέγγιση του κόστους των πόρων που απαιτούνται για να ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες του έργου.
3. *Προϋπολογισμός*: Κατανέμεται το κόστος σε κάθε ξεχωριστή δραστηριότητα.
4. *Έλεγχος του κόστους*: Ελέγχονται πιθανές αποκλίσεις των δαπανών σε σχέση με τον προϋπολογισμό.

Αυτές οι διεργασίες αλληλεπιδρούν η μια με την άλλη και με τις διεργασίες κατά την πρόοδο του έργου. Ανάλογα με τις ανάγκες του έργου, μπορεί να εμπλέκονται σ' αυτές τις διεργασίες ένα ή περισσότερα άτομα. Κάθε διεργασία θα εμφανιστεί τουλάχιστον μία φορά κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Αν και οι διεργασίες εδώ παρουσιάζονται σαν να έχουν σαφώς καθορισμένα όρια, στην πράξη μπορεί να επικαλύπτονται και να αλληλεπιδρούν.

Η διαχείριση κόστους κυρίως ασχολείται με το κόστος των πόρων που απαιτούνται για να ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες ενός έργου. Ωστόσο, στη διαχείριση κόστους εντάσσεται και το αποτέλεσμα των αποφάσεων κατά τον κύκλο ζωής του έργου στο τελικό αποτέλεσμά του. Για παράδειγμα, περιορίζοντας τον αριθμό κριτικών αναθεωρήσεων, το λειτουργικό κόστος του τελικού προϊόντος μπορεί να αυξηθεί. Λειτουργικό κόστος θεωρείται όχι μόνο το κόστος παραγωγής, αλλά και το κόστος συντήρησης, αποθήκευσης και γενικής διαχείρισης του τελικού προϊόντος.

Με μια ευρύτερη έννοια, η διαχείριση του κόστους συνήθως καλείται κόστος κύκλου ζωής. Σε πολλές περιπτώσεις, η πρόγνωση και η ανάλυση των προσδοκώμενων οικονομικών αποδόσεων των προϊόντων ενός έργου γίνεται έξω από το έργο. Σε άλλα εμπεριέχεται μέσα στο ίδιο το έργο. Όταν τέτοιες προγνώσεις και αναλύσεις εμπεριέχονται στο έργο, η διαχείριση του κόστους του έργου περιλαμβάνει πολυάριθμες άλλες τεχνικές διαχείρισης. Τέλος, η διαχείριση κόστους ενός έργου πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις διαφορετικές ανάγκες πληροφόρησης που έχουν οι διαφορετικοί μέτοχοι ενός έργου. Προκειμένου να ικανοποιηθούν αυτές οι ανάγκες, μπορεί η εκτίμηση του κόστους να γίνεται με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικό χρόνο.

Σε μικρά έργα πολλές φορές η μελέτη της διαχείρισης των πόρων, η εκτίμηση του κόστους και η χρηματοδότηση (προϋπολογισμός) είναι στενά συσχετισμένες και αντιμετωπίζονται ως μία διεργασία με σύντομη διάρκεια ζωής. Ωστόσο, σε μεγαλύτερα έργα τα εργαλεία και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε κάθε διεργασία είναι διαφορετικά.

9.8.1. Σχεδίαση χρήσης των πόρων

Η σχεδίαση των πόρων περιλαμβάνει τον ορισμό των πόρων (π.χ. άνθρωποι, εξοπλισμός) και τις ποσότητες που απαιτούνται από κάθε πόρο για να εκτελεστούν οι δραστηριότητες ενός έργου:

- *είσοδοι*: η δομική ανάλυση έργου (work breakdown structure), το ιστορικό, η μελέτη σκοπιμότητας, η περιγραφή δεξαμενής πόρων, οι πολιτικές οργανισμού,
- *εργαλεία και τεχνικές*: κρίση ειδικών, αναγνώριση εναλλακτικών προτάσεων,
- *έξοδοι*: απαιτήσεις σε πόρους.

9.8.2. Εργαλεία και τεχνικές υπολογισμού του κόστους

Προκειμένου να γίνει εκτίμηση του κόστους ενός έργου έχουν αναπτυχθεί τεχνικές αλλά και εργαλεία ώστε

να δίνονται, πριν την υλοποίηση, τιμές οι οποίες προσεγγίζουν όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ακρίβεια το πραγματικό κόστος ενός έργου.

1. *Ανάλογη εκτίμηση:* Η ανάλογη εκτίμηση λέγεται και εκτίμηση «από πάνω προς τα κάτω». Η τεχνική αυτή στηρίζεται στις εκτιμήσεις από αντίστοιχα έργα ως βάση για τον υπολογισμό ενός τρέχοντος έργου. Συχνά χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους ενός έργου, όταν υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες γι' αυτό. Πρόκειται για ένα είδος «εκτίμησης από ειδικό». Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά οικονομική δεν είναι, όμως, πολύ ακριβής. Επίσης, είναι πιο επιτυχής, όταν το έργο είναι ουσιαστικά και όχι επιφανειακά όμοιο με άλλο έργο και, επιπλέον, η ομάδα των ειδικών είναι αρκετά έμπειρη σε εκτιμήσεις.
2. *Παραμετρική μοντελοποίηση:* Στην παραμετρική μοντελοποίηση χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα, προκειμένου να γίνει πρόβλεψη κόστους για το έργο. Τα μοντέλα αυτά μπορεί να είναι απλά ή σύνθετα ανάλογα με το έργο. Επίσης, όσο ακριβής είναι η ιστορική πληροφορία που εισάγεται σ' αυτά, οι παράμετροι του μοντέλου είναι ορθά ποσοτοποιημένες και το μοντέλο είναι κλιμακωτό (δηλαδή μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε μεγάλα όσο και σε μικρά έργα) τόσο πιο ακριβή είναι.
3. *Εκτίμηση από κάτω προς τα πάνω:* Σ' αυτή τη μέθοδο υπολογίζονται πρώτα τα μικρά ατομικά κόστη κάθε δραστηριότητας και, στη συνέχεια, αθροίζονται, ώστε να υπολογιστεί το τελικό κόστος ενός έργου. Η ακρίβεια αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το μέγεθος των μικρότερων στοιχείων εργασίας. Όσο μικρότερα τα στοιχεία εργασίας, τόσο πιο μεγάλη η ακρίβεια, αλλά και το κόστος.
4. *Εργαλεία λογισμικού:* Τα εργαλεία λογισμικού (π.χ. λογισμικό διαχείρισης έργου) χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην εκτίμηση κόστους. Αυτά τα εργαλεία απλοποιούν τις τεχνικές που περιγράφηκαν πιο πάνω.

Κατά τη διαδικασία εκτίμησης κόστους παράγονται έξοδοι οι οποίες επιτρέπουν όχι μόνο να γίνονται υπολογισμοί προσέγγισης του κόστους, αλλά επιπλέον να τεκμηριώνεται το κόστος του έργου και να εκπονείται ένα σχέδιο διαχείρισης του κόστους.

1. *Υπολογισμοί κόστους:* Οι υπολογισμοί κόστους είναι εκτιμήσεις του κόστους των πόρων που απαιτούνται για την υλοποίηση ενός έργου. Παρουσιάζονται λεπτομερώς ή συγκεντρωτικά. Τα κόστη πρέπει να υπολογίζονται για όλους τους πόρους που απαιτούνται και χρεώνονται σ' ένα έργο (π.χ. εργασία, υλικά, μηχανήματα, χρηματοοικονομικά κόστη). Οι υπολογισμοί κόστους εκφράζονται σε μονάδες χρήματος, για να διευκολύνουν συγκρίσεις μέσα στο ίδιο το έργο ή με διαφορετικά έργα. Η χρήση άλλων μονάδων μέτρησης (π.χ. ανθρωπομήνες) μπορεί να γίνει, αν δεν οδηγεί σε λανθασμένες εκτιμήσεις του κόστους. Σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλαπλές μονάδες μέτρησης, προκειμένου να διευκολυνθεί ο έλεγχος της διαχείρισης. Ο υπολογισμός του κόστους μπορεί να ωφεληθεί από την ανάλυσή του στα επιμέρους κόστη που συνεισφέρουν σ' αυτόν κατά τη διάρκεια της πορείας του έργου. Η ανάλυση βοηθά να απεικονιστούν περισσότερες διαθέσιμες λεπτομέρειες και έτσι ο υπολογισμός να είναι περισσότερο ακριβής.
2. *Υποστήριξη λεπτομέρειας:* Η υποστήριξη της λεπτομέρειας στους υπολογισμούς του κόστους πρέπει να περιλαμβάνει: α) Περιγραφή της υπολογιζόμενης εργασίας. Συνήθως γίνεται με τη χρήση της μεθόδου δομικής ανάλυσης του έργου (WBS), καθώς η μέθοδος αυτή εστιάζει στα πακέτα εργασίας και στα παραδοτέα κάθε πακέτου, β) Τεκμηρίωση της βάσης των υπολογισμών, γ) Τεκμηρίωση οποιασδήποτε υπόθεσης γίνεται, δ) Ένδειξη του εύρους των πιθανών αποτελεσμάτων. Η ποσότητα και το εύρος των λεπτομερειών ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή εφαρμογής. Ακόμα και η τήρηση απλών σημειώσεων μπορεί να αποδειχθεί ανεκτίμητη για το πώς υπολογίστηκε το κόστος.
3. *Σχέδιο διαχείρισης κόστους:* Το σχέδιο διαχείρισης κόστους περιγράφει πώς θα γίνει η διαχείριση διαφόρων παραμέτρων του κόστους. Το σχέδιο διαχείρισης μπορεί να είναι τυπικό ή άτυπο, λεπτομερές ή γενικό, ανάλογα με τις ανάγκες του έργου. Το σχέδιο αυτό αποτελεί μέρος του όλου σχεδίου διαχείρισης ενός έργου.

9.8.3. Προϋπολογισμός κόστους

Ο προϋπολογισμός του κόστους εμπεριέχει την κατανομή των γενικών εκτιμήσεων κόστους σε συγκεκριμένες

εργασίες, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η βασική γραμμή παρακολούθησης και αναφοράς της απόδοσης του έργου.

Οι είσοδοι στον προϋπολογισμό του κόστους είναι οι εξής:

- Εκτιμήσεις του κόστους.
- Work Breakdown Structure: Η δομή αυτή αναγνωρίζει τα στοιχεία του έργου στα οποία θα αποδοθούν κόστη.
- Χρονοπρογραμματισμός του έργου: Ο χρονοπρογραμματισμός του έργου περιλαμβάνει την προγραμματισμένη ημερομηνία έναρξης και την εκτιμώμενη ημερομηνία τερματισμού του έργου. Οι πληροφορίες αυτές χρειάζονται, έτσι ώστε τα κόστη να κατανέμονται την ώρα που εμφανίζονται.

Τα εργαλεία και οι τεχνικές που περιγράφηκαν παραπάνω για την εκτίμηση κόστους χρησιμοποιούνται και για τον προϋπολογισμό του κόστους διαφόρων εργασιών.

Κατά τη διαδικασία προϋπολογισμού του κόστους ενός έργου προκύπτουν έξοδοι οι οποίες σχετίζονται με τα εξής:

- Εκτιμήσεις ή προβλέψεις κόστους σχετικά με τη μελλοντική πορεία του έργου: Οι εκτιμήσεις αυτές παράγονται λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα και πληροφορίες από τη μέχρι τώρα πορεία του έργου. Έτσι, μπορούν να παραχθούν αναφορές οι οποίες να ενημερώνουν τους εμπλεκόμενους στο έργο, όπως και να γίνουν εκτιμήσεις για το συνολικό τελικό κόστος αλλά και για το κόστος του υπόλοιπου προς ολοκλήρωση έργου. Οι εκτιμήσεις αυτές μπορεί να έχουν επιπτώσεις και σε άλλες πλευρές του έργου.
- Αναθεώρηση προϋπολογισμού σε περίπτωση αλλαγών στο αρχικό σχέδιο αναφοράς (baseline): Στην περίπτωση αυτή μπορεί να υπάρξει και ανακατανομή του προϋπολογισμού.
- Σχέδια για τυχόν διορθωτικές ενέργειες: Μπορεί να δημιουργηθεί μια νέα βασική γραμμή παρακολούθησης, έτσι ώστε τα σχέδια της πορείας του έργου να συμφωνούν με τις απαιτήσεις για απόδοση.

9.9. Ανακεφαλαίωση

Σ' αυτό το κεφάλαιο εξετάσαμε την εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης. Αναπτύξαμε τι είναι έργο και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του. Στη συνέχεια, αναφερθήκαμε τους στόχους, αλλά και στους κινδύνους που ελλοχεύουν κατά τη διαχείριση έργων. Κάναμε λόγο για τα είδη ελέγχων που γίνονται στην πορεία υλοποίησης έργων. Κατόπιν, εξετάσαμε την ανάλυση έργου μέσω δικτύων. Γνωρίσαμε το διάγραμμα Gantt και αναλύσαμε τι σημαίνει κρίσιμο μονοπάτι και πώς μπορούμε να το εντοπίσουμε σ' ένα δικτυακό διάγραμμα έργου. Παρουσιάσαμε τη μέθοδο PERT και ασχοληθήκαμε με τα εργαλεία και τις τεχνικές υπολογισμού του κόστους ενός έργου.

Βιβλιογραφία

- Δημητριάδης, Αντώνης. 2004. *Διοίκηση, διαχείριση έργου – Project management*. 3η έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Laudon, Kenneth C. & Jane P. Laudon. 2009. *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης*. Μτφρ. Γιάννης Κατσαντώνης & Δημήτρης Κωστάκης. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- PMI (Project Management Institute). 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. 3rd edition. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Shtub, Avraham, Jonathan Bard & Shlomo Globerson. 2005. *Project Management – Processes, Methodologies and Economics*. Upper Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall.

Κριτήρια αξιολόγησης

Κριτήριο αξιολόγησης 1

Εξηγήστε τι σημαίνει ο όρος «εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης».

Απάντηση

Η εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης αποτελεί μια προσέγγιση στον τρόπο διοίκησης των επιχειρήσεων. Σύμφωνα με αυτή, μια επιχείρηση διοικείται μέσω των αρχών και των τεχνικών που διέπουν τη διοίκηση των έργων.

Κριτήριο αξιολόγησης 2

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα της μεθόδου Gantt;

Απάντηση

Η μέθοδος Gantt είναι σαφής και απλή. Χρησιμοποιεί διαγράμματα που είναι διαδομένα, είναι κατανοητά ακόμα και από μη εξειδικευμένα άτομα και σχεδιάζονται εύκολα. Η μέθοδος Gantt συμβάλλει στη διαδικασία ελέγχου της προόδου ενός έργου και είναι χρήσιμη για στατικά περιβάλλοντα. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος Gantt δεν είναι κατάλληλη για περίπλοκα έργα, διότι δεν απεικονίζει τις σχέσεις αλληλεξάρτησης των επιμέρους εργασιών. Επίσης, δεν απεικονίζει το κόστος ενός έργου και δεν επισημαίνει τις κρίσιμες δραστηριότητες για την επιτυχή ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Επιπλέον, δεν κάνει βελτιστοποίηση στην κατανομή των πόρων. Τα διαγράμματα Gantt παρουσιάζουν δυσκολία εφαρμογής σε έργα με μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, λόγω του μεγάλου χώρου που απαιτεί η απεικόνισή τους, και είναι πολύ δύσκολη οποιαδήποτε προσπάθεια αλλαγής τους.

Κριτήριο αξιολόγησης 3

Για ποιο λόγο είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται και να ελέγχονται οι δραστηριότητες που βρίσκονται στο κρίσιμο μονοπάτι;

Απάντηση

Η καθυστέρηση οποιασδήποτε δραστηριότητας που ανήκει σε κρίσιμο μονοπάτι σημαίνει την καθυστέρηση όλου του έργου. Συνεπώς, χρειάζεται έγκαιρος εντοπισμός των δραστηριοτήτων που βρίσκονται πάνω στο κρίσιμο μονοπάτι και ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μην καθυστερήσουν οι ίδιες και, κατ' επέκταση, όλο το έργο.

Κριτήριο αξιολόγησης 4

Εξηγήστε τις ομοιότητες αλλά και τις διαφορές ανάμεσα στις μεθόδους CPM και PERT.

Απάντηση

Τόσο η μέθοδος PERT όσο και η CPM ασχολούνται με τον χρονικό προγραμματισμό του έργου. Και στις δύο αυτές τεχνικές βασικό στοιχείο είναι ο προσδιορισμός του κρίσιμου μονοπατιού του έργου. Το κρίσιμο

μονοπάτι αποτελείται από τις δραστηριότητες εκείνες που δεν μπορούν να καθυστερήσουν χωρίς να καθυστερήσει όλο το έργο. Πιο συγκεκριμένα, η PERT στοχεύει στον καθορισμό της πιθανότητας που έχει ένα έργο να ολοκληρωθεί μέχρι κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία. Ο χρόνος ολοκλήρωσης μιας δραστηριότητας για τη μέθοδο PERT υπολογίζεται με βάση μια αισιόδοξη εκτίμηση, μια απαισιόδοξη εκτίμηση και την ακριβέστερη δυνατή εκτίμηση. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος CPM δέχεται ότι οι χρόνοι που αφορούν τις δραστηριότητες είναι σαφώς καθορισμένοι από την αρχή.

Κριτήριο αξιολόγησης 5

Ποιοι περιορισμοί μπορούν να επηρεάσουν το χρονοπρόγραμμα ενός έργου;

Απάντηση

Το χρονοπρόγραμμα επηρεάζεται από τις χρονικές εκτιμήσεις που κάνει ο μελετητής του έργου. Επίσης, επηρεάζεται από τις υποχρεωτικές ημερομηνίες που χρησιμοποιούνται (π.χ. έναρξη όχι νωρίτερα από, τέλος όχι αργότερα από, έναρξη στις, λήξη στις). Σημειώνουμε ότι δεν λαμβάνονται υπόψη άγνωστοι ή απρόβλεπτοι παράγοντες, καθώς και οι γιορτές και οι μέρες αργίας κατά τις οποίες η επιχείρηση δεν λειτουργεί.

Κριτήριο αξιολόγησης 6

Ποιες είναι οι εισοδοί και ποιες οι έξοδοι από τον προϋπολογισμό του κόστους ενός έργου;

Απάντηση

Οι εισοδοί στον προϋπολογισμό του κόστους μπορεί να είναι οι εξής: α) εκτιμήσεις του κόστους, β) η δομή Work Breakdown Structure, που αναγνωρίζει τα στοιχεία του έργου στα οποία θα αποδοθούν κόστη, και γ) ο χρονοπρογραμματισμός του έργου. Οι πληροφορίες αυτές χρειάζονται, έτσι ώστε τα κόστη να κατανοούνται την ώρα που εμφανίζονται. Οι έξοδοι, πάλι, κατά τη διαδικασία προϋπολογισμού του κόστους ενός έργου είναι οι εξής: α) εκτιμήσεις ή προβλέψεις του κόστους για τη μελλοντική πορεία του έργου, β) αναθεώρηση του προϋπολογισμού σε περίπτωση που πρέπει να γίνουν αλλαγές στο αρχικό σχέδιο αναφοράς, και γ) σχέδια για τυχόν διορθωτικές ενέργειες.

Κριτήριο αξιολόγησης 7

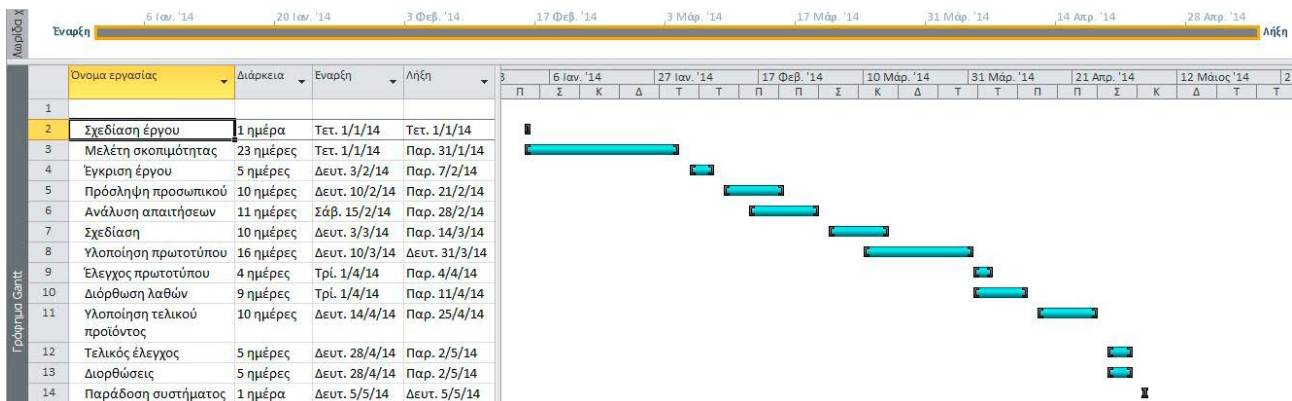
Να δημιουργήσετε ένα διάγραμμα Gantt για τις παρακάτω εργασίες ενός έργου.

ΑΑ	Εργασία	Χρόνος έναρξης	Χρόνος λήξης
1	Σχεδίαση έργου	1/1/2014	1/1/2014
2	Μελέτη σκοπιμότητας	1/1/2014	31/1/2014
3	Έγκριση έργου	3/2/2014	7/2/2014
4	Πρόσληψη προσωπικού	10/2/2014	21/2/2014
5	Ανάλυση απαιτήσεων	15/2/2014	28/2/2014
6	Σχεδίαση	3/3/2014	14/3/2014
7	Υλοποίηση πρωτοτύπου	10/3/2014	31/3/2014
8	Έλεγχος πρωτοτύπου	1/4/2014	4/4/2014
9	Διόρθωση λαθών	1/4/2014	11/4/2014

10	Υλοποίηση τελικού προϊόντος	14/4/2014	25/4/2014
11	Τελικός έλεγχος	28/4/2014	2/5/2014
12	Διορθώσεις	28/4/2014	2/5/2014
13	Παράδοση συστήματος	5/5/2014	5/5/2014

Πίνακας 9.6 Πίνακας εργασιών.

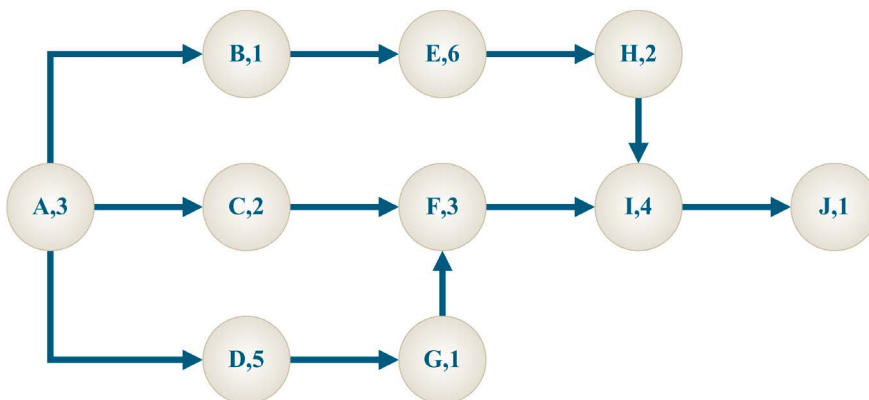
Απάντηση



Σχήμα 9.11 Διάγραμμα Gantt.

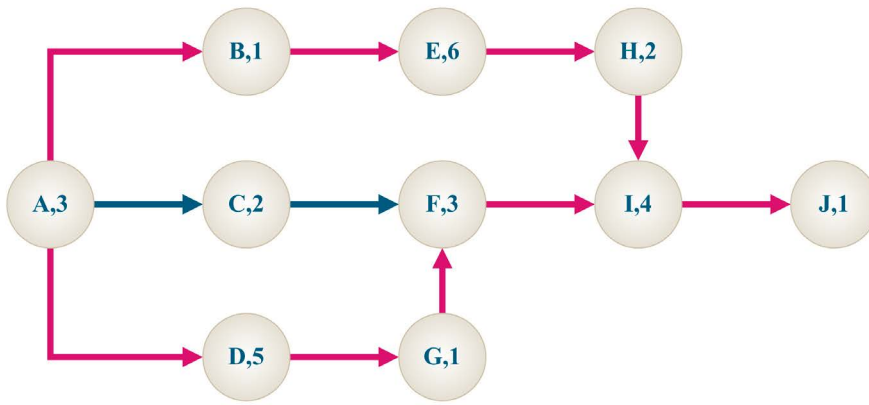
Κριτήριο αξιολόγησης 8

Για το παρακάτω δικτυακό διάγραμμα έργου να βρείτε το κρίσιμο ή τα κρίσιμα μονοπάτια.



Σχήμα 9.12 Δικτυακό διάγραμμα έργου.

Απάντηση



Σχήμα 9.13 Κρίσιμα μονοπάτια.

Κριτήριο αξιολόγησης 9

Να απεικονίσετε τον Πίνακα 9.7 σε δικτυακό διάγραμμα.

ΑΑ	Δραστηριότητα	Προηγούμενη
1	A	-
2	B	A
3	C	A
4	D	C
5	E	B
6	F	E
7	G	D, F
8	H	F

Πίνακας 9.7 Πίνακας διεργασιών.

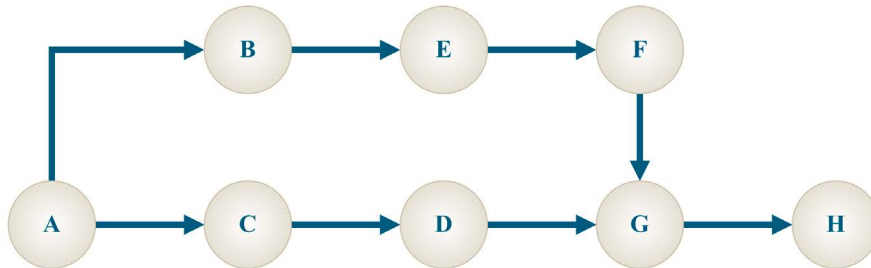
Αν ισχύουν τα δεδομένα του Πίνακα 9.8, να βρείτε το κρίσιμο μονοπάτι.

ΑΑ	Δραστηριότητα	Αιτιόδοξος χρόνος	Κανονικός χρόνος	Απαιτιόδοξος χρόνος
1	A	2	4	7
2	B	4	5	6
3	C	1	3	4
4	D	5	6	8
5	E	3	5	7
6	F	2	5	6
7	G	4	5	8
8	H	3	7	9

Πίνακας 9.8 Εκτιμώμενος χρόνος δραστηριοτήτων.

Απάντηση

Το δικτυακό διάγραμμα με βάση τον [Πίνακα 9.7](#) είναι το εξής:



Σχήμα 9.14 Δικτυακό διάγραμμα.

Για τον εντοπισμό του κρίσιμου ή των κρίσιμων μονοπατιών, αρχικά υπολογίζουμε τον εκτιμώμενο χρόνο με βάση τον τύπο:

$$t_{ij} = \frac{t_{ij}^o + 4 * t_{ij}^r + t_{ij}^m}{6}$$

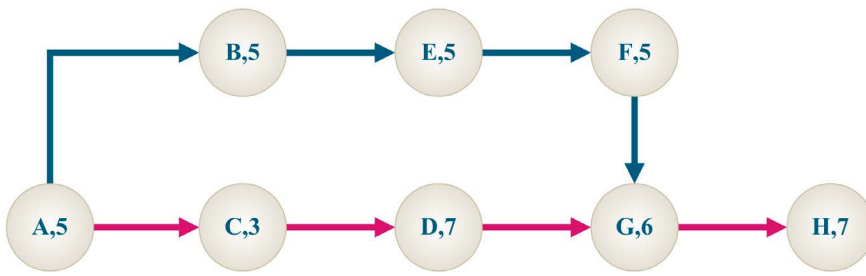
(9.1)

Στη συνέχεια, στρογγυλοποιούμε το αποτέλεσμα, ώστε να μη δουλεύουμε με δεκαδικά.

ΑΑ	Δραστηριότητα	Εκτιμώμενος χρόνος	Στρογγυλοποιημένος χρόνος
1	A	4,166666667	5
2	B	5	5
3	C	2,833333333	3
4	D	6,166666667	7
5	E	5	5
6	F	4,666666667	5
7	G	5,333333333	6
8	H	6,666666667	7

Πίνακας 9.9 Εκτιμώμενος και στρογγυλοποιημένος χρόνος δραστηριοτήτων.

Αντιστοιχίζουμε τους χρόνους στις δραστηριότητες και υπολογίζουμε το κρίσιμο μονοπάτι (A, C, D, G, H).



Σχήμα 9.15 Κρίσιμο μονοπάτι.