

- *έκταση*: το έργο αρχίζει στην κουζίνα στις 6.00 π.μ. και τελειώνει στην κρεβατοκάμαρα· απαιτεί έναν χειριστή και το συνηθισμένο εξοπλισμό κουζίνας.

Η δομή αναλυτικών εργασιών βασίζεται στον παραπάνω προσδιορισμό και μπορεί να καταρτιστεί όπως δείχνει το Σχήμα 16.7.

Εκτίμηση των χρόνων και πόρων

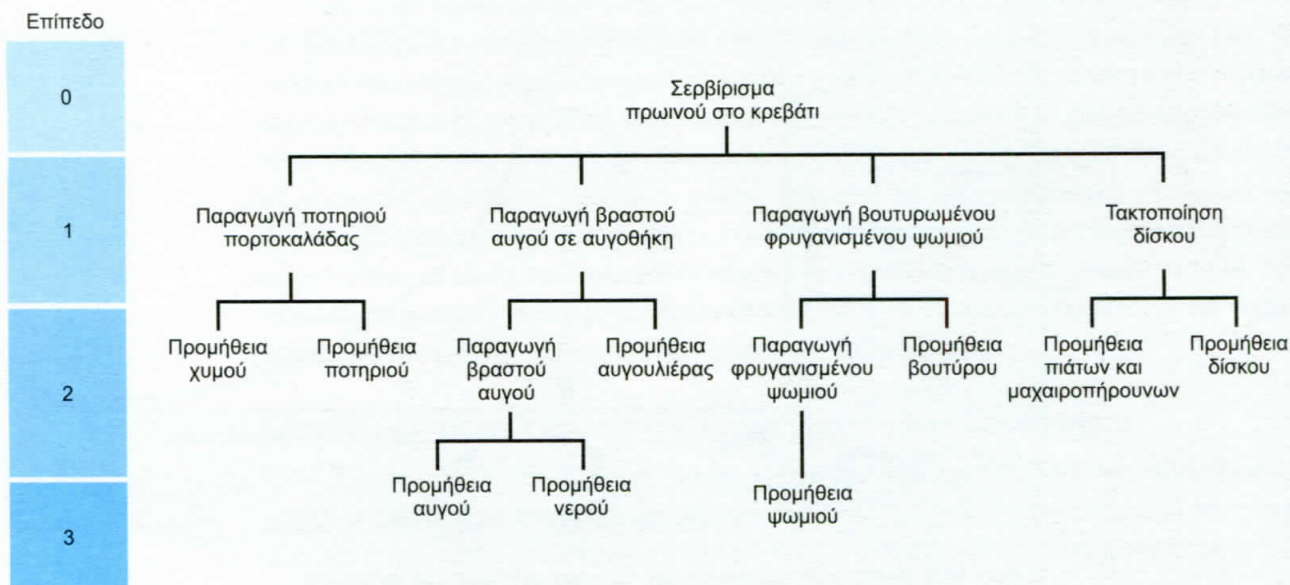
Το επόμενο στάδιο του προγραμματισμού είναι να καθορίσουμε τις απαιτήσεις των πακέτων εργασίας σε χρόνο και πόρους. Χωρίς να έχουμε κάποια ιδέα για το πόσο χρόνο και πόσους πόρους θα χρειαστεί κάθε τμήμα του έργου, είναι αδύνατον να προσδιορίσουμε με ακρίβεια τι θα πρέπει να συμβαίνει κάθε στιγμή κατά την εκτέλεση του έργου. Ωστόσο, οι εκτιμήσεις είναι ακριβώς αυτό – μια συστηματική και όσο το δυνατόν καλύτερη εικασία, όχι μια τέλεια πρόβλεψη της πραγματικότητας. Οι εκτιμήσεις ίσως να μην είναι ποτέ τέλειες, αλλά μπορούν να πραγματοποιηθούν αν έχουμε κάποια ιδέα για το πόσο ακριβείς θα μπορούσαν ίσως να είναι.

Παράδειγμα έργου

Ας επιστρέψουμε στο πολύ απλό παράδειγμά μας του έργου «πρωινό στο κρεβάτι». Οι δραστηριότητες καθορίστηκαν και οι χρόνοι εκτιμήθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα 16.2. Αν και κάποιες από τις εκτιμήσεις μπορεί να φαίνονται γενναιόδωρες, λαμβάνουν υπόψη την ώρα της ημέρας και την κατάσταση του χειριστή.

Πιθανοτικές εκτιμήσεις

Το μέγεθος της αβεβαιότητας σε ένα έργο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το επίπεδο της εμπιστοσύνης που μπορούμε να έχουμε σε κάποια εκτίμηση. Η επίδραση της αβεβαιότητας στην εκτίμηση των χρόνων οδηγεί ορισμένους διευθυντές έργων στη χρήση μιας καμπύλης πιθανοτήτων για να περιγράψουν την εκτίμηση. Στην πράξη, αυτή συνήθως είναι μια θετικά ασυμμετρική κατανομή, όπως στο Σχήμα 16.8. Όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος, τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της κατανομής. Η φυσική τάση



Σχήμα 16.7 Η δομή αναλυτικών εργασιών για ένα απλό οικιακό έργο.

νές για να τους κάνουμε να εργαστούν. Η ζωή σε ένα εργοτάξιο έχει πολλές καλές και κακές στιγμές. Κάποιες ημέρες παγώναμε. Άλλες ημέρες υπομέναμε τον καύσωνα. Αλλά ακόμη και τις ημέρες με κακοκαιρία, έπρεπε να τους αναγκάσουμε να παραμείνουν μέσα. Και όμως συχνά άφηναν το σπίτι τους για να επιστρέψουν στη δουλειά.»

Πολλές και διάφορες επιχειρήσεις συμμετείχαν στην κατασκευή της γέφυρας. Όλες τους είχαν ανάγκη από συντονισμό με τρόπο ώστε να μπορούν να συνεργαστούν για τον κοινό στόχο, αλλά και χωρίς να χωθεί η γενική ευθύνη. Ο Jean-Pierre Martin είχε την ιδέα της οργάνωσης εννέα αυτόνομων ομάδων εργασίας. Από μία ομάδα εγκαταστάθηκε στη βάση των επτά πασσάλωσεων οι οποίες θα υποστήριζαν τη γέφυρα και οι δύο άλλες στα δύο άκρα. Το σύνθημα που υιοθετήθηκε από τις ομάδες ήταν «*rigueur et convivialit*», σχολαστική ποιότητα και φιλική συνεργασία. «*Η δυσκολία με τα έργα αυτού του είδους είναι να διατηρήσουν όλοι τον ενθουσιασμό τους σε όλη τη διάρκειά τους. Για να γίνει αυτό πιο εύκολο δημιουργήσαμε τις μικρές αυτές ομάδες. Οι αλλαγές κάθε μίας από τις βάρδιες των εν-*

νέα ομάδων οργανώθηκαν μεταξύ 7 το πρωί με 2 το μεσημέρι και 2 το μεσημέρι με 9 το βράδυ.» Έτσι, για να διατηρηθεί η καλή ατμόσφαιρα δεν λυπήθηκαν τα έξοδα για να γιορτάζουν τα αξιόλογα γεγονότα στην κατασκευή της κοιλαδογέφυρας, όπως, για παράδειγμα, μιας πασσάλωσης ή κάποιου νέου τμήματος του οδοστρώματος. Μερικές φορές, για να ενισχυθεί το ηθικό των ομάδων και να γιορταστούν τα σημαντικά αυτά γεγονότα, ο Jean-Pierre οργάνωνε «*m chouis*» – αρνιά ψητά στη θράκα, ιδιαίτερα δημοφιλές φαγητό στους πολλούς εργατές βορειοαφρικανικής καταγωγής.

Ερωτήσεις

- 1 Ποιοι ήταν οι παράγοντες για τους οποίους η Γέφυρα Millau ήταν ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο έργο;
- 2 Ποιοι παράγοντες συνέβαλαν στην «αβεβαιότητα» του έργου και πώς θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν αυτοί οι παράγοντες;
- 3 Γιατί το σύνθημα «*rigueur et convivialit*» θεωρήθηκε τόσο σημαντικό για την επιτυχία του έργου;

Προσδιορισμός των δραστηριοτήτων – η δομή αναλυτικών εργασιών

Τα περισσότερα έργα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα και δεν μπορούν να προγραμματιστούν και να ελεγχθούν αποτελεσματικά αν δεν αναλυθούν πρώτα σε εύκολα στη διαχείρισή τους τμήματα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας του «γενεαλογικού δέντρου» του έργου, κάτι παρόμοιο με τη δομή των συστατικών (Κεφάλαιο 5), αλλά το οποίο προδιαγράφει τις βασικές επιμέρους εργασίες ή τα δευτερεύοντα έργα. Αυτά με τη σειρά τους διαιρούνται σε μικρότερες εργασίες μέχρι να καταλήξουμε σε μια καθορισμένη και εύχρηστη σειρά εργασιών, αποκαλούμενη *πακέτο εργασιών*. Κάθε πακέτο εργασιών μπορεί να έχει τους δικούς του αντικειμενικούς στόχους όσον αφορά το χρόνο, το κόστος, και την ποιότητα. Αυτό που προκύπτει λέγεται **δομή αναλυτικών ή επιμέρους εργασιών (ΔΑΕ)**. Η ΔΑΕ εξασφαλίζει διαφάνεια και σαφήνεια στη διαδικασία προγραμματισμού του έργου. Δείχνει «πώς ταιριάζουν τα κομμάτια του παζλ».⁶ Επίσης, προσφέρει ένα πλαίσιο για τη συγκέντρωση πληροφοριών με σκοπό την υποβολή εκθέσεων.

Παράδειγμα έργου

Ας εξετάσουμε το ακόλουθο οικιακό έργο, ως απλό παράδειγμα απεικόνισης της εφαρμογής κάθε σταδίου της διαδικασίας προγραμματισμού. Ο προσδιορισμός του έργου είναι:

- **σκοπός:** να πάρουμε πρωινό στο κρεβάτι,
- **τελικό αποτέλεσμα:** πρωινό στο κρεβάτι με βραστό αυγό, φρυγανισμένο ψωμί, και πορτοκαλάδα,
- **κριτήρια επιτυχίας:** το πρόγραμμα χρησιμοποιεί ελάχιστους πόρους προσωπικού και χρόνου, και το προϊόν είναι υψηλής ποιότητας (φρεσκοβρασμένο αυγό, ζεστό φρυγανισμένο ψωμί, κ.λπ.),

Δομή αναλυτικών εργασιών

Ο ορισμός και η σχέση μεταξύ των επί μέρους πακέτων εργασίας στη διαχείριση έργων. Σε κάθε πακέτο εργασιών μπορεί να τεθούν οι δικό του αντικειμενικοί στόχοι οι οποίοι ταιριάζουν με τη συνολική δομή ανάλυσης εργασιών.

- **έκταση:** το έργο αρχίζει στην κουζίνα στις 6.00 π.μ. και τελειώνει στην κρεβατοκάμαρα· απαιτεί έναν χειριστή και το συνηθισμένο εξοπλισμό κουζίνας.

Η δομή αναλυτικών εργασιών βασίζεται στον παραπάνω προσδιορισμό και μπορεί να καταρτιστεί όπως δείχνει το Σχήμα 16.7.

Εκτίμηση των χρόνων και πόρων

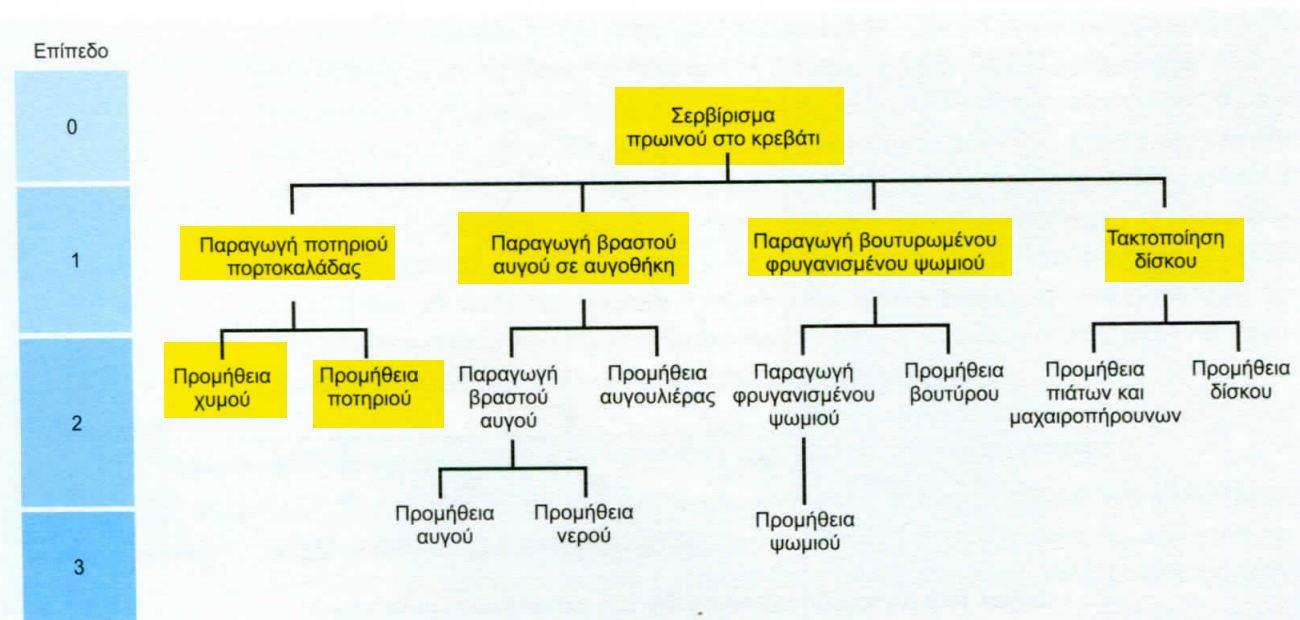
Το επόμενο στάδιο του προγραμματισμού είναι να καθορίσουμε τις απαιτήσεις των πακέτων εργασίας σε χρόνο και πόρους. Χωρίς να έχουμε κάποια ιδέα για το πόσο χρόνο και πόσους πόρους θα χρειαστεί κάθε τμήμα του έργου, είναι αδύνατον να προσδιορίσουμε με ακρίβεια τι θα πρέπει να συμβαίνει κάθε στιγμή κατά την εκτέλεση του έργου. Ωστόσο, οι εκτιμήσεις είναι ακριβώς αυτό – μια συστηματική και όσο το δυνατόν καλύτερη εικασία, όχι μια τέλεια πρόβλεψη της πραγματικότητας. Οι εκτιμήσεις ίσως να μην είναι ποτέ τέλειες, αλλά μπορούν να πραγματοποιηθούν αν έχουμε κάποια ιδέα για το πόσο ακριβείς θα μπορούσαν ίσως να είναι.

Παράδειγμα έργου

Ας επιστρέψουμε στο πολύ απλό παράδειγμά μας του έργου «πρωινό στο κρεβάτι». Οι δραστηριότητες καθορίστηκαν και οι χρόνοι εκτιμήθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα 16.2. Αν και κάποιες από τις εκτιμήσεις μπορεί να φαίνονται γενναιόδωρες, λαμβάνουν υπόψη την ώρα της ημέρας και την κατάσταση του χειριστή.

Πιθανοτικές εκτιμήσεις

Το μέγεθος της αβεβαιότητας σε ένα έργο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το επίπεδο της εμπιστοσύνης που μπορούμε να έχουμε σε κάποια εκτίμηση. Η επίδραση της αβεβαιότητας στην εκτίμηση των χρόνων οδηγεί ορισμένους διευθυντές έργων στη χρήση μιας καμπύλης πιθανοτήτων για να περιγράψουν την εκτίμηση. Στην πράξη, αυτή συνήθως είναι μια θετικά ασυμμετρική κατανομή, όπως στο Σχήμα 16.8. Όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος, τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της κατανομής. Η φυσική τάση



Σχήμα 16.7 Η δομή αναλυτικών εργασιών για ένα απλό οικιακό έργο.

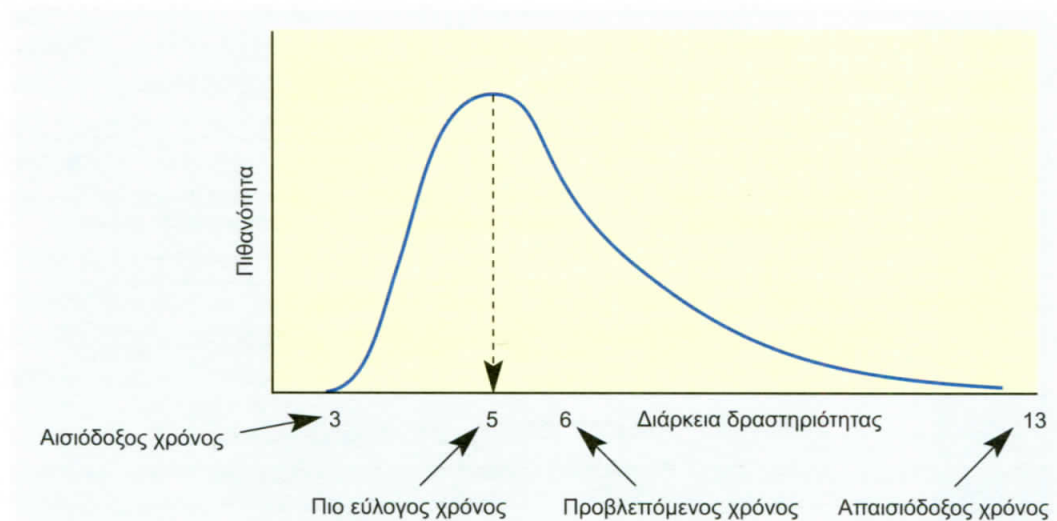
Πίνακας 16.2 Εκτιμήσεις του χρόνου και των πόρων για το έργο «πρωινό στο κρεβάτι».

Δραστηριότητα	Προσπάθεια (πρόσωπο – λεπτά)	Διάρκεια (λεπτά)
Βουτυρώνω τη φρυγανιά	1	1
Βάζω την πορτοκαλάδα	1	1
Βράζω το αυγό	0	4
Κόβω το ψωμί	1	1
Γεμίζω το μπρίκι με νερό	1	1
Βράζω το νερό	0	3
Φρυγανίζω το ψωμί	0	2
Πάω το γεμάτο δίσκο στην κρεβατοκάμαρα	1	1
Φέρνω το δίσκο, τα πιάτα, τα μαχαιροπήρουνα	1	1

ορισμένων ανθρώπων είναι να κάνουν αισιόδοξες εκτιμήσεις, αλλά αυτές θα έχουν σχετικά μικρή πιθανότητα να είναι σωστές επειδή αντιπροσωπεύουν τον απαιτούμενο χρόνο αν όλα πήγαιναν καλά. Οι πιο εύλογες εκτιμήσεις έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να αποδειχτούν σωστές. Τέλος, οι απαισιόδοξες εκτιμήσεις υποθέτουν ότι σχεδόν όλα όσα μπορούν να πάνε στραβά πηγαίνουν στραβά. Λόγω της ασύμμετρης φύσης της κατανομής, ο προβλεπόμενος χρόνος της δραστηριότητας δεν θα είναι ο ίδιος με τον πιο εύλογο χρόνο.

Προσδιορισμός των σχέσεων και των εξαρτήσεων

Όλες οι δραστηριότητες οι οποίες θεωρούνται ότι απαρτίζουν ένα έργο έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους που εξαρτάται από τη λογική του έργου. Κάποιες δραστηριότητες πρέπει αναγκαστικά να εκτελεστούν με συγκεκριμένη σειρά. Για παράδειγμα, όταν οικοδομείται ένα σπίτι, τα θεμέλια πρέπει να κατασκευαστούν πριν από το κτίσιμο των τοίχων, που με τη σειρά τους πρέπει να ολοκληρωθούν πριν τοποθετηθεί η στέγη. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν μια εξαρτημένη ή σειριακή σχέση. Άλλες δραστηριότητες δεν έχουν τέτοιου είδους εξάρτηση μεταξύ τους. Ο πίσω κήπος του σπιτιού θα μπορούσε ίσως να φτιαχτεί εντελώς ανεξάρτητα από το γκαράζ. Οι δύο αυτές δραστηριότητες έχουν μια ανεξάρτητη ή παράλληλη σχέση.

**Σχήμα 16.8** Κατανομή πιθανοτήτων των εκτιμήσεων για το χρόνο.

Μια κριτική ματιά

Όταν οι διευθυντές έργων μιλούν για «εκτιμήσεις χρόνου», στην πραγματικότητα μιλούν για ει-
κασίες. Ο προγραμματισμός ενός έργου γίνεται εξ ορισμού πριν από το ίδιο το έργο. Κατά συ-
νέπεια, κανείς δεν γνωρίζει πραγματικά πόσο χρόνο θα απαιτήσει κάθε δραστηριότητα. Βε-
βαίως, είναι απαραίτητο να γίνουν κάποιου είδους υποθέσεις για τους σκοπούς του
προγραμματισμού. Όμως, ορισμένοι διευθυντές έργων πιστεύουν ότι δίνεται υπερβολική ση-
μασία στις εκτιμήσεις χρόνου. Το πραγματικά σημαντικό ερώτημα, υποστηρίζουν οι ίδιοι, είναι
όχι πόσο χρόνο θα χρειαστεί κάτι, αλλά πόσο χρόνο θα μπορούσε να απαιτήσει χωρίς να κα-
θυστερήσει ολόκληρο το έργο. (Ασχολούμαστε μερικώς με το θέμα αυτό όταν παρακάτω εξε-
τάζουμε την έννοια του χρονικού περιθωρίου) Επίσης, αν είναι δύσκολο να εκτιμηθεί μόνο ο ένας
πιο εύλογος χρόνος, τότε η χρήση τριών, όπως γίνεται στις πιθανοτικές εκτιμήσεις, είναι
απλώς μια υπερβολική ανάλυση εξαιρετικά αμφίβολων στοιχείων.

Παράδειγμα έργου

Ο Πίνακας 16.2 καθορίζει τις δραστηριότητες του έργου της προετοιμασίας πρωινού. Ο κατάλογος δείχνει ότι κάποιες από τις δραστηριότητες πρέπει αναγκαστικά να ακο-
λουθήσουν άλλες. Για παράδειγμα, το «βράζω το αυγό» δεν μπορεί να γίνει πριν ολο-
κληρωθούν οι δραστηριότητες «γεμίζω το μπρίκι με νερό» και «βράζω το νερό». Η πε-
ραιτέρω λογική ανάλυση των δραστηριοτήτων του καταλόγου δείχνει ότι υπάρχουν
δύο κύριες «αλυσίδες» όπου οι δραστηριότητες πρέπει να διεξαχθούν με συγκεκρι-
μένη αλληλουχία:

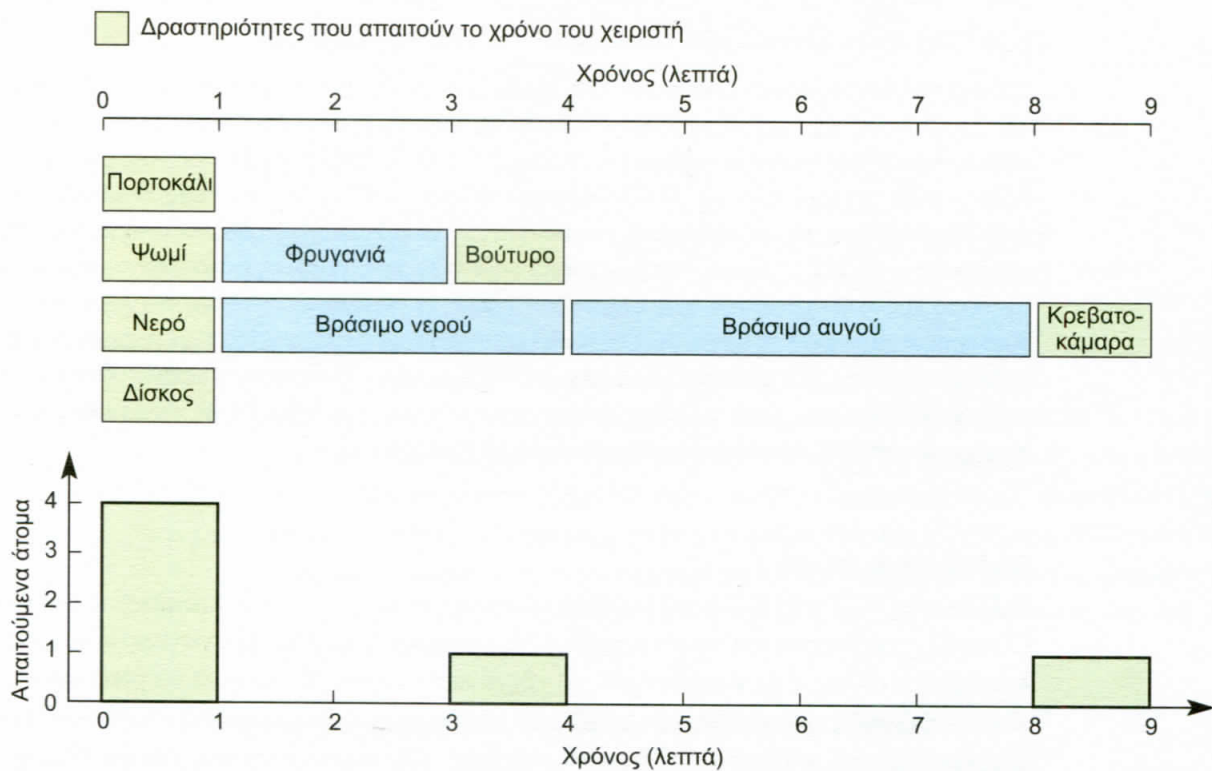
Κόβω το ψωμί – Φρυγανίζω το ψωμί – Βουτυρώνω τη φρυγανιά

Γεμίζω το μπρίκι με νερό – Βράζω το νερό – Βράζω το αυγό

Και οι δύο αυτές αλληλουχίες πρέπει να ολοκληρωθούν πριν από τη δραστηριότητα
«πηγαίνω το γεμάτο δίσκο στην κρεβατοκάμαρα». Οι υπόλοιπες δραστηριότητες
(«βάζω την πορτοκαλάδα» και «φέρνω το δίσκο, τα πιάτα, τα μαχαιροπήρουνα») μπο-
ρούν να γίνουν οποτεδήποτε, υπό την προϋπόθεση ότι θα έχουν περατωθεί πριν από
τη «φέρνω το γεμάτο δίσκο στην κρεβατοκάμαρα». Ένα αρχικό πρόγραμμα του έρ-
γου θα μπορούσε να έχει την εικόνα του Σχήματος 16.9. Οι δραστηριότητες εδώ πα-
ριστάνονται ως παραλληλόγραμμα τμήματα χρόνου με μέγεθος ανάλογο προς την εκτι-
μώμενη διάρκειά τους. Από αυτό μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι το «έργο» είναι
δυνατόν να ολοκληρωθεί σε εννέα λεπτά. Κάποιες από τις δραστηριότητες έχουν στη
διάθεσή τους πρόσθετο χρόνο (ο οποίος ονομάζεται «διακύμανση»). Η αλληλουχία
«Γεμίζω το μπρίκι – Βράζω το νερό – Βράζω το αυγό – Κρεβατοκάμαρα» δεν έχει πε-
ριθώρια και αποκαλείται *κρίσιμη διαδρομή* του έργου. Είναι αυτονόητο ότι κάθε δρα-
στηριότητα η οποία θα παρουσίαζε καθυστέρηση σε αυτή την αλληλουχία θα προκα-
λούσε αντίστοιχα την καθυστέρηση ολόκληρου του έργου.

Προσδιορισμός των περιορισμών του χρονοπρογραμματισμού

Αφού έχουν γίνει οι εκτιμήσεις για το χρόνο και την προσπάθεια για κάθε δραστη-
ριότητα, και αφού έχουν προσδιοριστεί οι αλληλεξαρτήσεις τους, μπορεί να γίνει η
σύγκριση των απαιτήσεων του έργου με τους διαθέσιμους πόρους. Ο πεπερασμένος



Σχήμα 16.9 Αρχικό πρόγραμμα έργου για ένα απλό έργο, με τους πόρους.

χαρακτήρας των κρίσιμων πόρων — όπως των προσώπων με ειδικές δεξιότητες — σημαίνει ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού. Αυτό έχει συχνά ως αποτέλεσμα να αναδεικνύεται η ανάγκη για έναν πιο λεπτομερή επαναπρογραμματισμό. Ουσιαστικά υπάρχουν δύο θεμελιώδεις προσεγγίσεις:⁷

- **Περιορισμένων πόρων.** Κατά την κατάρτιση του χρονοπρογραμματισμού των πόρων χρησιμοποιούνται μόνο οι διαθέσιμοι πόροι και ποτέ δεν προβλέπεται η υπέρβαση του επιπέδου τους. Ως αποτέλεσμα, η ολοκλήρωση του έργου μπορεί να διολισθήσει. Ο χρονοπρογραμματισμός βάσει περιορισμένων πόρων χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, όταν μια εταιρεία ανάληψης έργων διαθέτει τις δικές της ιδιαίτερες εξειδικευμένες εγκαταστάσεις συναρμολόγησης και δοκιμών.
- **Περιορισμένου χρόνου.** Η βασική προτεραιότητα είναι να ολοκληρωθεί το έργο μέσα σε συγκεκριμένο χρόνο. Από τη στιγμή που οι κανονικά διαθέσιμοι πόροι έχουν χρησιμοποιηθεί, γίνεται ο προγραμματισμός εναλλακτικών πόρων («κατώφλι»).

Παράδειγμα έργου

Ας ξαναγυρίσουμε στο έργο «πρωινό στο κρεβάτι» όπου μπορούμε τώρα να μελετήσουμε τις επιπτώσεις των πόρων στο έργο στο Σχήμα 16.9. Κάθε μία από τις τέσσερις δραστηριότητες που προγραμματίστηκαν στην αρχή (βάζω την πορτοκαλάδα, κόβω το ψωμί, γεμίζω το μπρίκι, φέρνω το δίσκο) καταναλώνει ανθρώπινους πόρους. Υπάρχει σαφώς ένα πρόβλημα φόρτου των πόρων αφού στον προσδιορισμό του έργου αναφέρεται ότι μόνο ένα πρόσωπο είναι διαθέσιμο. Αυτό όμως δεν αποτελεί ανυπέροβλητη δυσκολία, γιατί υπάρχει αρκετή διακύμανση για να μετακινηθούν κάποιες

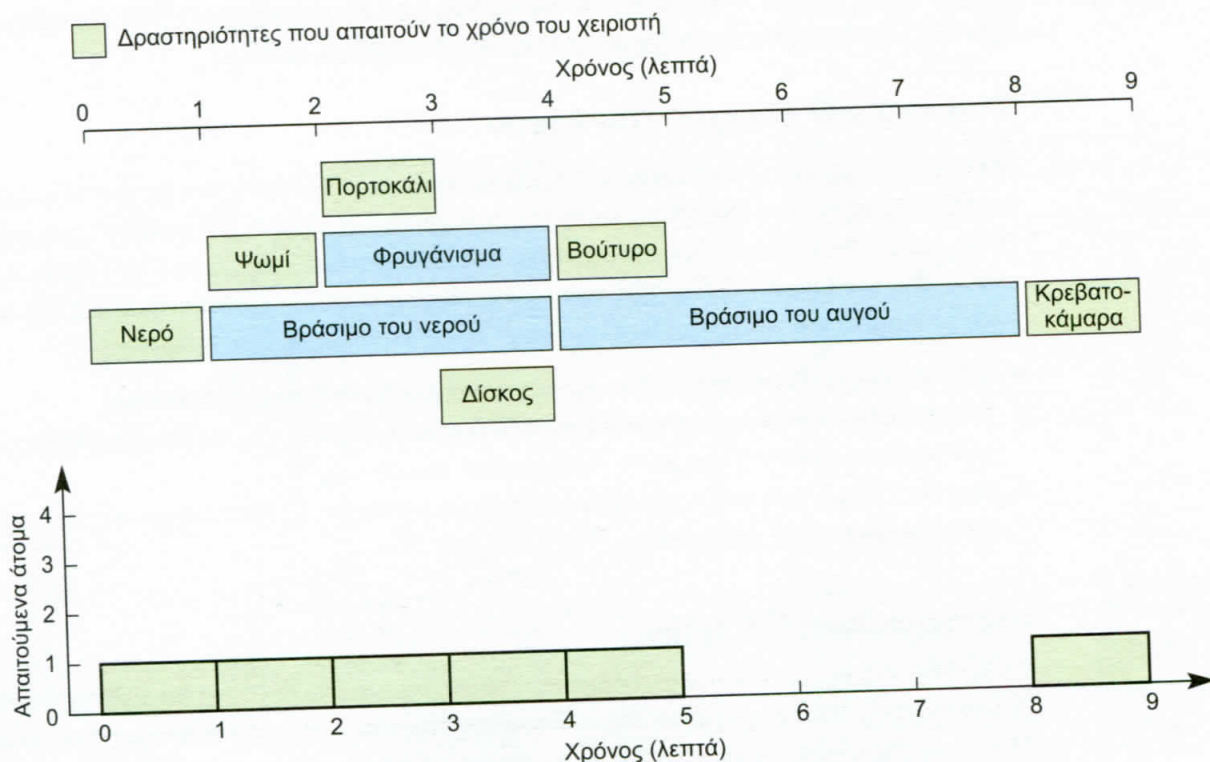
από τις δραστηριότητες. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 16.10, μπορεί να καταρτιστεί ένα πρόγραμμα με εξισορρόπηση των πόρων. Το μόνο που χρειάστηκε ήταν να καθυστερήσει κατά ένα λεπτό η προετοιμασία της φρυγανιάς και να χρησιμοποιηθεί ο χρόνος που μεσολάβησε ανάμεσα στις διαδικασίες για το φρυγάνισμα και το βράσιμο του νερού για να βάλουμε την πορτοκαλάδα και να φέρουμε το δίσκο.

Οριστικοποίηση του χρονοδιαγράμματος

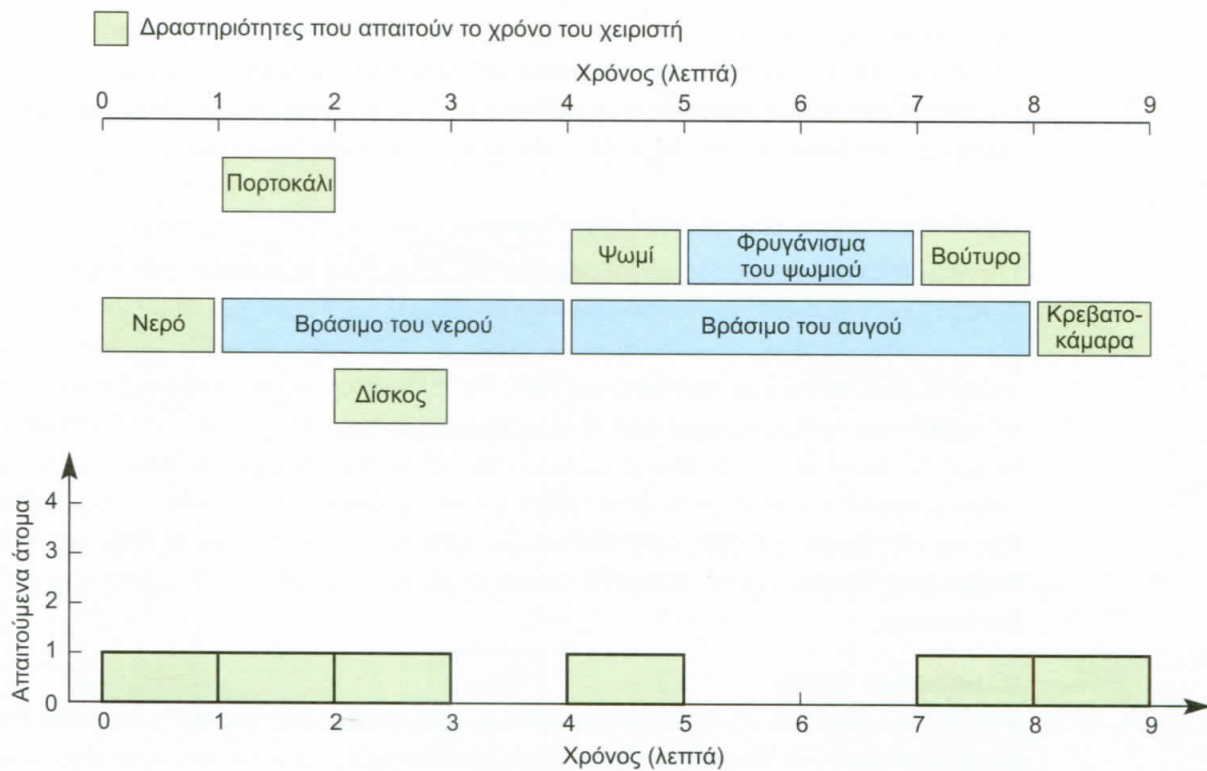
Θα ήταν ιδανικό για όσους ασχολούνται με τον προγραμματισμό έργων να έχουν στη διάθεσή τους αρκετές εναλλακτικές λύσεις από τις οποίες να μπορούν να επιλέξουν. Τότε θα μπορούσε να επιλεγεί ή να αναπτυχθεί εκείνη που ταιριάζει καλύτερα στους στόχους του έργου. Για παράδειγμα, ίσως θα ήταν σωστότερο να εξετάζονται τόσο οι επιλογές που περιορίζονται από τους πόρους όσο και αυτές που περιορίζονται από το χρόνο. Αλλά δεν είναι πάντα δυνατόν να διερευνώνται αρκετά εναλλακτικά χρονοδιαγράμματα, ειδικά σε πολύ μεγάλα ή πολύ αβέβαια έργα, καθώς οι διαδικασίες των υπολογισμών θα ήταν απαγορευτικές. Ωστόσο, το σύγχρονο ηλεκτρονικό λογισμικό διαχείρισης έργων καθιστά ευκολότερη την έρευνα για το καλύτερο χρονοδιάγραμμα.

Παράδειγμα έργου

Μπορεί να γίνει και άλλη βελτίωση του προγράμματος. Ξανακοιτάζοντας τον προσδιορισμό του έργου, βλέπουμε ότι τα κριτήρια επιτυχίας αναφέρουν ότι το προϊόν πρέπει να είναι «υψηλής ποιότητας». Στο πρόγραμμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 16.10, αν και το αυγό είναι φρεσκοβρασμένο, η φρυγανιά μπορεί να έχει κρυώσει.



Σχήμα 16.10 Αναθεωρημένο πρόγραμμα με εξισορρόπηση των πόρων.



Σχήμα 16.11 Αναθεωρημένο πρόγραμμα με εξισορρόπηση των πόρων και ζεστή φρυγανιά.

Ένα «βελτιστοποιημένο» πρόγραμμα με το οποίο θα είχαμε ζεστή φρυγανιά, θα ήταν να προετοιμάσουμε τη φρυγανιά κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας «βράσιμο του αυγού». Το πρόγραμμα αυτό απεικονίζεται στο Σχήμα 16.11.

Στάδιο 5 – Ο έλεγχος του έργου

Μέχρι στιγμής, όλα τα στάδια προγραμματισμού και ελέγχου του έργου πραγματοποιήθηκαν πριν από την υλοποίηση του πραγματικού έργου. Το στάδιο αυτό ασχολείται με τις διοικητικές δραστηριότητες που διαδραματίζονται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του έργου. Ο έλεγχος του έργου είναι ο ουσιώδης σύνδεσμος μεταξύ προγραμματισμού και πράξης. Περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες αποφάσεων:

- πώς θα παρακολουθήσουμε το έργο για να ελέγξουμε την πρόοδό του,
- πώς θα αξιολογήσουμε την απόδοση του έργου συγκρίνοντας τις παρατηρήσεις από την παρακολούθησή του με το πρόγραμμα του έργου,
- πώς θα επεμβούμε στο έργο προκειμένου να κάνουμε τις τροποποιήσεις που θα το επαναφέρουν στο πρόγραμμα.

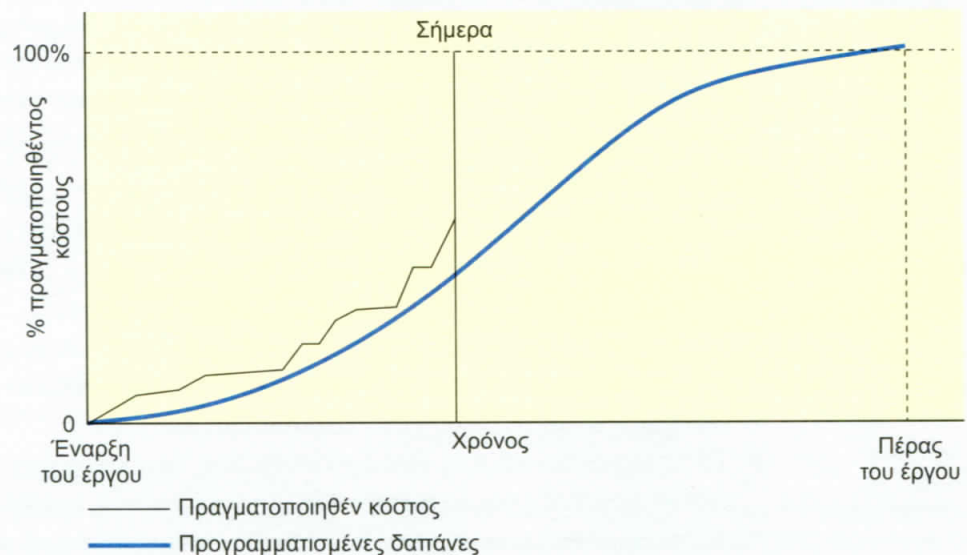
Παρακολούθηση του έργου

Οι διευθυντές έργων είναι υποχρεωμένοι πρώτα να αποφασίσουν τι θα πρέπει να αναζητούν καθώς θα προχωρά το έργο. Συνήθως παρακολουθούνται διάφοροι δείκτες. Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται σε κάποιο βαθμό από τη φύση του έργου. Πάντως, οι συνηθέστεροι δείκτες περιλαμβάνουν τις επικαιροποιημένες τρέ-

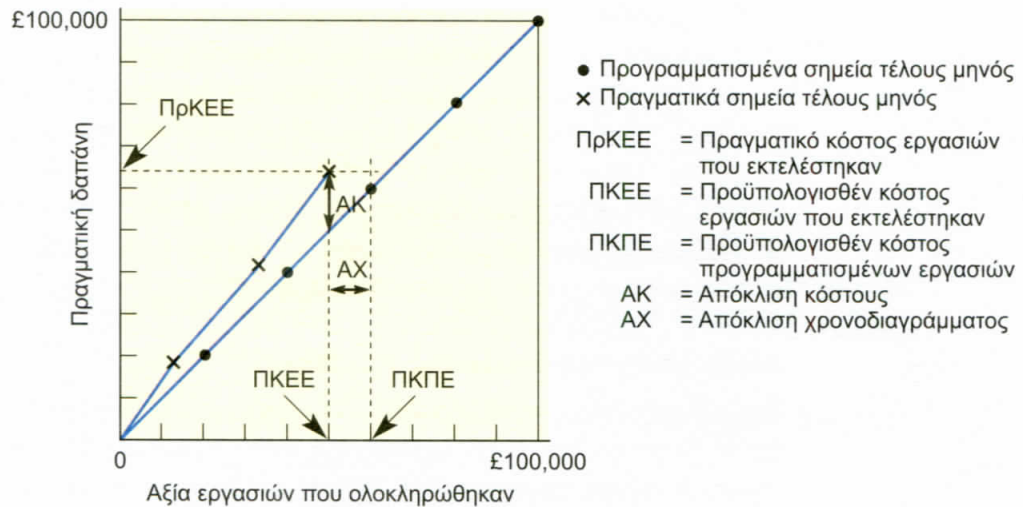
χουσες δαπάνες, τις μεταβολές τιμών των προμηθευτών, το επίπεδο των εγκεκριμένων υπερωριών, τις τεχνικές τροποποιήσεις του έργου, τις αποτυχημένες επιθεωρήσεις, τον αριθμό και τη διάρκεια των καθυστερήσεων, τις δραστηριότητες που δεν ξεκίνησαν εγκαίρως, τα ορόσημα που δεν επιτεύχθηκαν, κ.λπ. Κάποιοι από αυτούς τους παρακολουθούμενους δείκτες επηρεάζουν κατά κύριο λόγο το κόστος, άλλοι κυρίως το χρόνο. Όταν όμως κάτι επηρεάζει την ποιότητα του έργου, τότε υπάρχουν επιπτώσεις τόσο στο χρόνο όσο και στο κόστος. Αυτό συμβαίνει επειδή τα προβλήματα ποιότητας στον προγραμματισμό και τον έλεγχο έργων συνήθως επιβάλλεται να επιλυθούν μέσα σε στενά χρονικά περιθώρια.

Αξιολόγηση της απόδοσης του έργου

Είναι απαραίτητο να αξιολογούνται οι παρακολουθούμενοι δείκτες της απόδοσης του έργου σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, ώστε να μπορεί η διαχείριση του έργου να κρίνει τη συνολική απόδοση. Στο Σχήμα 16.12 απεικονίζεται ένα τυπικό προφίλ προγραμματισμένου κόστους κατά τη διάρκεια της ζωής ενός έργου. Κάποιες δραστηριότητες μπορούν να ξεκινήσουν στην αρχή ενός έργου, αλλά οι περισσότερες δραστηριότητες θα εξαρτώνται από την περάτωσή του. Τελικά, μόνο λίγες δραστηριότητες θα παραμένουν προς ολοκλήρωση. Αυτή η μορφή της βραδείας έναρξης η οποία ακολουθείται από έναν ταχύτερο ρυθμό και μια φθίνουσα δραστηριότητα προς το τέλος ισχύει για όλα σχεδόν τα έργα· αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο ο ρυθμός της συνολικής δαπάνης έχει τη μορφή σχήματος S, όπως φαίνεται στο Σχήμα 16.12, ακόμη και όταν οι καμπύλες κόστους των επιμέρους δραστηριοτήτων είναι γραμμικές. Με αυτή την καμπύλη μπορεί να γίνει η σύγκριση του πραγματικού κόστους προκειμένου να ελεγχθεί αν το κόστος του έργου συμβαδίζει με το πρόγραμμα. Το Σχήμα 16.13 δείχνει τη σύγκριση των στοιχείων του προγραμματισμένου και του πραγματικού κόστους με τον παραπάνω τρόπο. Δείχνει ότι το έργο επιβαρύνεται σωρευτικά με δαπάνες οι οποίες υπερβαίνουν τις προγραμματισμένες.



Σχήμα 16.12 Σύγκριση προγραμματισμένων και πραγματικών δαπανών.



Σχήμα 16.13 Σύγκριση των προγραμματισμένων και των πραγματικών αξιών των εργασιών που ολοκληρώθηκαν προκειμένου να υπολογιστούν οι αποκλίσεις κόστους και χρονοδιαγράμματος.

Έλεγχος της δεδουλευμένης αξίας

Η μέθοδος του **ελέγχου της δεδουλευμένης αξίας** αξιολογεί την απόδοση του έργου με το συνδυασμό κόστους και χρόνου. Αντί να μετρά την πρόοδο του έργου σε ημέρες, τη μετρά με την αξία των εργασιών που έχουν πραγματοποιηθεί. Κατά συνέπεια, ένα έργο συνολικής αξίας €100.000 θα έχει ολοκληρωθεί κατά το ήμισυ όταν η αξία των δραστηριοτήτων οι οποίες έχουν πράγματι ολοκληρωθεί ανέρχεται σε €50.000. Στο Σχήμα 16.13 απεικονίζεται η πρόοδος ενός έργου μετρημένη με βάση τη δεδουλευμένη αξία. Δείχνει το πραγματικό ποσό που έχει δαπανηθεί για τις εργασίες οι οποίες έχουν ολοκληρωθεί. Επειδή οι εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί μετρούνται σε νομισματικές μονάδες, η γραμμή η οποία παριστάνει το πρόγραμμα του έργου θα έχει κλίση 45°. Αυτό σημαίνει ότι όταν έχουν ολοκληρωθεί εργασίες αξίας €10.000, η δαπάνη θα έπρεπε όντως να είναι €10.000, κ.ο.κ. Στην πραγματικότητα όμως δείχνει ότι, στο τέλος τριών περιόδων, το έργο αυτό έχει ολοκληρώσει εργασίες αξίας €50.000 ενώ θα έπρεπε να έχει ολοκληρώσει εργασίες αξίας €60.000. Επιπλέον, το πραγματικό κόστος ανήλθε σε €65.000. Κάθε ένας από τους τρεις αυτούς αριθμούς αναφέρεται με συγκεκριμένη ορολογία:

- Το **προϋπολογισθέν κόστος των προγραμματισμένων εργασιών (ΠΚΠΕ)** είναι η ποσότητα των εργασιών η οποία θα έπρεπε να έχει ολοκληρωθεί μέχρι μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (€60.000 στο παράδειγμά μας).
- Το **προϋπολογισθέν κόστος των εργασιών που εκτελέστηκαν (ΠΚΕΕ)** είναι η πραγματική ποσότητα των εργασιών που ολοκληρώθηκαν μέχρι μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (€50.000 στο παράδειγμά μας).
- Το **πραγματικό κόστος των εργασιών που εκτελέστηκαν (ΠρΚΕΕ)** είναι η πραγματική δαπάνη η οποία κατεβλήθη για τις εργασίες που ολοκληρώθηκαν μέχρι μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (€65.000 στο παράδειγμά μας).

Από τους τρεις αυτούς αριθμούς προκύπτουν δύο αποκλίσεις οι οποίες δείχνουν την εκτροπή από το πρόγραμμα.

Έλεγχος

δεδουλευμένης αξίας
Μια μέθοδος αξιολόγησης της απόδοσης στη διαχείριση έργων η οποία συνδυάζει τις δαπάνες και τους χρόνους που πραγματοποιήθηκαν στο έργο με το αρχικό πρόγραμμα.

Προϋπολογισθέν κόστος προγραμματισμένων εργασιών

Προϋπολογισθέν κόστος εργασιών που εκτελέστηκαν

Πραγματικό κόστος εργασιών που εκτελέστηκαν

$$\begin{aligned} \text{Απόκλιση χρονοδιαγράμματος (AX)} &= \text{ΠΚΕΕ} - \text{ΠΚΠΕ} \\ \text{Στο παράδειγμά μας : AX} &= \text{€}50.000 - \text{€}60.000 \\ &= -\text{€}10.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Απόκλιση κόστους (AK)} &= \text{ΠΚΕΕ} - \text{ΠρΚΕΕ} \\ \text{Στο παράδειγμά μας : AK} &= 50.000 - \text{€}65.000 \\ &= -\text{€}15.000 \end{aligned}$$

Επέμβαση για την τροποποίηση του έργου

Αν το έργο είναι εμφανώς εκτός ελέγχου, με την έννοια ότι το κόστος του, το επίπεδο ποιότητας ή οι χρόνοι του διαφέρουν σημαντικά από αυτά που έχουν προγραμματιστεί, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα απαιτηθεί κάποιου είδους επέμβαση. Η ακριβής μορφή της επέμβασης θα εξαρτηθεί από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου, αλλά είναι πιθανόν να χρειαστεί η συμβουλή όλων των ανθρώπων που θα επηρεαστούν. Με δεδομένο ότι υπάρχουν διασυνδέσεις στο εσωτερικό των έργων — μια αλλαγή σε ένα τμήμα του έργου θα έχει άμεσο αντίκτυπο αλλού — αυτό σημαίνει ότι οι επεμβάσεις συχνά απαιτούν εκτεταμένες διαβουλεύσεις. Ορισμένες φορές η επέμβαση είναι αναγκαία, ακόμη και αν το έργο φαίνεται να προχωρά σύμφωνα με το πρόγραμμα. Για παράδειγμα, το χρονοδιάγραμμα και το κόστος ενός έργου μπορεί να φαίνονται ότι είναι «σύμφωνα με το πρόγραμμα», αλλά όταν οι διευθυντές του έργου προβάλλουν τις δραστηριότητες και το κόστος στο μέλλον, διαπιστώνουν ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να ανακύψουν προβλήματα. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται η τάση της απόδοσης για να αρχίσει η επέμβαση.

Σύντομη μελέτη περίπτωσης **Εικονική διαχείριση έργων**

Η πετρελαιοβιομηχανία έδινε πάντα μεγάλη προσοχή στη διαχείριση έργων. Οι υπερβάσεις του κόστους και του χρόνου στην κατασκευή πλωτών εγκαταστάσεων ή διυλιστηρίων στην ξηρά μπορεί να σημαίνει τη διαφορά μεταξύ κέρδους και ζημίας κατά τα πρώτα χρόνια των περισσότερων έργων έντασης κεφαλαίου. Οι ίδιες οι πετρελαϊκές εταιρείες αποσύρονται όλο και περισσότερο από τις άμεσες τεχνικές δραστηριότητες, για να εστιάσουν την προσοχή τους στο ουσιαστικό αντικείμενο της επιχείρησης. Βασίζονται σε ειδικούς της διαχείρισης έργων οι οποίοι μπορούν να ενοποιήσουν υπηρεσίες από το σχεδιασμό και την κατασκευή μέχρι τη συντήρηση και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων. Αλλά και οι εργασιακές πρακτικές αυτών των συνεργατών διαχείρισης έργων μεταβάλλονται. Προηγμένα συστήματα με τη βοήθεια υπολογιστών διευκολύνουν μια νέα προσέγγιση στο σχεδιασμό και τη διαχείριση μεγάλων έργων.

Η εικόνα δίπλα δίνει τέτοια παραδείγματα. Εδώ, ομάδες έργων παρακολουθούν υπολογιστικά μοντέλα μιας πλωτής κατασκευής χρησιμοποιώντας το λογι-



Το σύστημα οπτικής απεικόνισης του Reality Center του CAD-CENTRE δίνει τη δυνατότητα σε ομάδες έργων να ελέγξουν και να επαληθεύσουν διάφορες προτάσεις με τη χρήση διαδραστικών υπολογιστικών μοντέλων.

σμικό σχεδιασμού εγκαταστάσεων και το σύστημα οπτικής αναπαράστασης CADCENTRE. Αυτό τους επι-

Πηγή: Εικόνα προσοφρά της Silicon Graphics, Inc. 2003
Silicon Graphics, Inc. Χρησιμοποιείται με την άδεια της Mc
επιφύλαξη όλων των δικαιωμάτων. Reality Center #6. Εικόνα
προσοφρά της Trimension Systems και Cadcentre

τρέπει να ελέγχουν όχι μόνο το αρχικό σχέδιο αλλά και τις οποιοσδήποτε τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Ακόμη πιο λεπτομερείς εικόνες CAD μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πιο συγκεκριμένη ανάλυση.

Ερωτήσεις

- 1 Γιατί νομίζετε ότι μια ρεαλιστική εικόνα ενός ολοκληρωμένου έργου βοηθά τη διαδικασία της διαχείρισης έργου;
- 2 Γιατί τέτοιες οπτικές αναπαραστάσεις αποκτούν μεγαλύτερη σπουδαιότητα;

Ο προγραμματισμός δικτύων

Η διαδικασία του προγραμματισμού και ελέγχου έργων υποβοηθείται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση τεχνικών οι οποίες βοηθούν τους διευθυντές έργων να χειριστούν την πολυπλοκότητά της και την εξάρτησή της από το χρόνο. Η πιο απλή από αυτές τις τεχνικές είναι το διάγραμμα Gantt, το οποίο γνωρίσαμε στο Κεφάλαιο 10. Τα διαγράμματα Gantt αποτελούν τον απλούστερο τρόπο για να παρουσιαστεί το γενικό πρόγραμμα ενός έργου διότι δίνουν εξαιρετική οπτική επιρροή και είναι ευνόητα. Είναι επίσης χρήσιμα για να γνωστοποιούνται τα προγράμματα έργων και η κατάστασή τους σε ανώτερα διευθυντικά στελέχη, αλλά και για να ελέγχονται τα έργα σε καθημερινή βάση. Μεταγενέστερες τεχνικές, οι περισσότερες από τις οποίες τάσσονται κάτω από τη γενική ονομασία **ανάλυση δικτύων**, χρησιμοποιούνται σήμερα σχεδόν παντού για να βοηθήσουν στον προγραμματισμό και τον έλεγχο όλων των σημαντικών έργων, αλλά μπορούν να αποδειχτούν χρήσιμες ακόμη και σε έργα μικρότερης κλίμακας. Οι δύο μέθοδοι ανάλυσης δικτύων που θα εξετάσουμε είναι η **μέθοδος (ή ανάλυση) κρίσιμης διαδρομής (ΜΚΔ)** ή **(ΑΚΔ)** και η **τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης έργου ή ΤΑΑΕ** (Programme Evaluation and Renew Technique, PERT).

Ανάλυση δικτύων

Γενικός όρος για τη χρήση τεχνικών βάσει δικτύων για την ανάλυση και τη διαχείριση των έργων, περιλαμβάνει τη μέθοδο κρίσιμης διαδρομής (ΜΚΔ) και την τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης έργου (ΤΑΑΕ).

Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (ΜΚΔ)

Τεχνική ανάλυσης δικτύων.

Τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης έργου (ΤΑΑΕ)

Μέθοδος προγραμματισμού δικτύων η οποία χρησιμοποιεί πιθανοτικές χρονικές εκτιμήσεις.

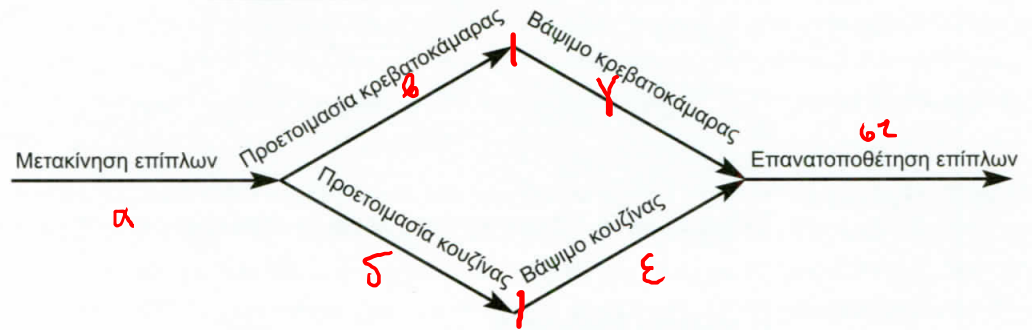
Δραστηριότητα

Όπως χρησιμοποιείται στη διαχείριση έργων, είναι μια προσδιορισμένη και καθορισμένη εργασία, μαζί με τις δραστηριότητες από τα διαγράμματα προγραμματισμού δικτύων.

Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής (ΜΚΔ)

Όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα ενός έργου, τόσο γίνεται περισσότερο απαραίτητο να προσδιοριστούν οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων του. Αποκτά ολοένα μεγαλύτερη σπουδαιότητα να καταδειχθεί η λογική σειρά με την οποία πρέπει να λάβουν χώρα οι δραστηριότητες. Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής σχηματοποιεί το έργο αποσαφηνίζοντας με διαγράμματα τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Ο πρώτος τρόπος με τον οποίο μπορούμε να κάνουμε αυτή την απεικόνιση είναι να χρησιμοποιήσουμε βέλη για να παραστήσουμε κάθε **δραστηριότητα** στα πλαίσια ενός έργου. Για παράδειγμα, εξετάστε το απλό έργο του Σχήματος 16.14 που αφορά τη **διακόσμηση ενός διαμερίσματος**. Προσδιορίζονται **έξι δραστηριότητες** μαζί με τις σχέσεις τους. Η πρώτη, η δραστηριότητα **α με την ονομασία «μετακίνηση των επίπλων»**, δεν απαιτεί την ολοκλήρωση κάποιας άλλης δραστηριότητας για να μπορέσει να ξεκινήσει. Όμως, η δραστηριότητα **β, η «προετοιμασία της κρεβατοκάμαρας»**, δεν μπορεί να ξεκινήσει πριν από την ολοκλήρωση της δραστηριότητας **α**. Το ίδιο ισχύει και για **τη δραστηριότητα δ, την «προετοιμασία της κουζίνας»**. Παρομοίως, η δραστηριότητα **γ, το «βάψιμο της κρεβατοκάμαρας»**, δεν μπορεί να αρχίσει πριν περατωθεί η δραστηριότητα **β**. Ούτε και η δραστηριότητα **ε, το «βάψιμο της κουζίνας»**, μπορεί να αρχίσει αν δεν έχει τελειώσει η προετοιμασία της κουζίνας. Μόνον όταν θα έχουν βα-

Δραστηριότητα	Αμέσως προηγούμενες	Διάρκεια δραστηριότητας (σε ημέρες)
α Μετακίνηση επίπλων	Καμία	1
β Προετοιμασία κρεβατοκάμαρας	α	2
γ Βάψιμο κρεβατοκάμαρας	β	3
δ Προετοιμασία κουζίνας	α	1
ε Βάψιμο κουζίνας	δ	2
στ Επανατοποθέτηση επίπλων	γ, ε	1



Σχήμα 16.14 Οι δραστηριότητες, οι σχέσεις, η διάρκεια, και το διάγραμμα του έργου «διακόσμηση του διαμερίσματος».

φτεί η κρεβατοκάμαρα και η κουζίνα θα μπορεί να επιπλωθεί και πάλι το διαμέρισμα. Η λογική των σχέσεων αυτών απεικονίζεται ως διάγραμμα με βέλη, όπου κάθε δραστηριότητα παριστάνεται με ένα βέλος (το μήκος των βελών δεν είναι ανάλογο με τη διάρκεια των δραστηριοτήτων).

Το διάγραμμα αυτό με τα βέλη μπορεί να εξελιχθεί σε ένα διάγραμμα δικτύου όπως φαίνεται στο Σχήμα 16.15. Στην ουρά (αρχή) και στην αιχμή (τέλος) κάθε δραστηριότητας (που παριστάνεται με ένα βέλος) υπάρχει ένας κύκλος ο οποίος αντιπροσωπεύει ένα **συμβάν**. Τα συμβάντα είναι χρονικές στιγμές οι οποίες λαμβάνουν χώρα στην αρχή ή στο τέλος μιας δραστηριότητας. Δεν έχουν διάρκεια, ενώ η φύση τους είναι καθορισμένη και αναγνωρίσιμη. Τα δίκτυα αυτού του τύπου συντίθενται μόνο από δραστηριότητες και συμβάντα.

Οι κανόνες για να σχεδιάσουμε ένα διάγραμμα δικτύου αυτού του είδους είναι αρκετά απλοί:

Κανόνας 1 Δεν μπορούμε να φθάσουμε σε ένα συμβάν πριν να ολοκληρωθούν όλες οι δραστηριότητες που οδηγούν σε αυτό. Στο Σχήμα 16.15 δεν φθάνουμε στο συμβάν 5 αν δεν ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες γ και ε.

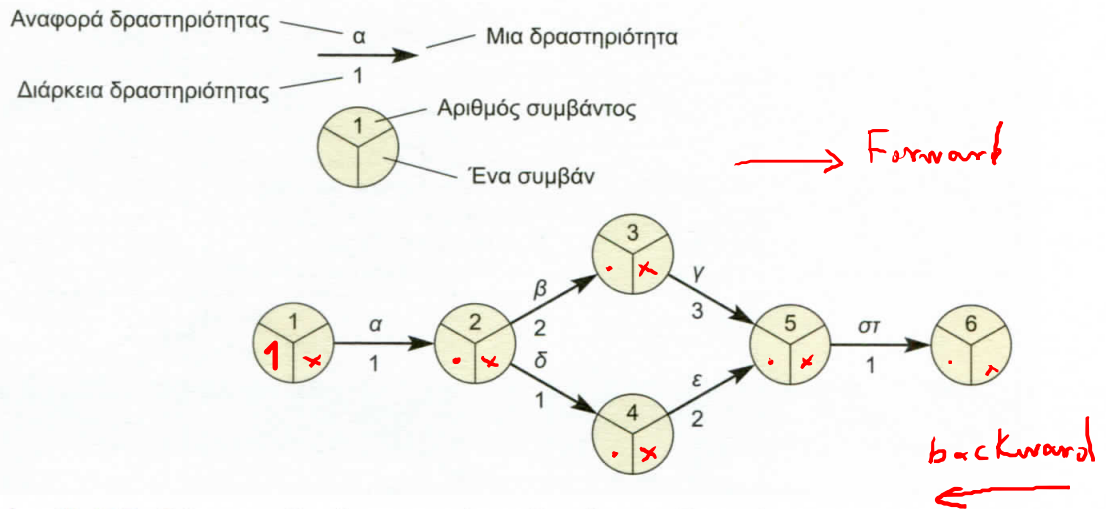
Κανόνας 2 Καμία δραστηριότητα δεν μπορεί να ξεκινήσει αν δεν φθάσουμε στο συμβάν της ουράς (αρχής) της. Στο Σχήμα 16.15 η δραστηριότητα στ δεν μπορεί να ξεκινήσει αν δεν φθάσουμε στο συμβάν 5.

Κανόνας 3 Δεν μπορούν δύο δραστηριότητες να έχουν τα ίδια συμβάντα αιχμής (τέλους) και ουράς (αρχής). Στο Σχήμα 16.16 οι δραστηριότητες χ και ψ δεν μπορούν να σχεδιαστούν όπως φαίνεται αρχικά· πρέπει να σχεδιαστούν χρησιμοποιώντας μια **εικονική δραστηριότητα**. Αυτές οι δραστηριότητες δεν έχουν διάρκεια και συνήθως απεικονίζονται ως βέλη με διακεκομμένη γραμμή. Χρησιμοποιούνται είτε για να αποσαφηνιστεί το σχέδιο είτε για να διατηρηθεί η λογική του διαγράμματος σύμφωνα με αυτή του έργου.

Συμβάν (ή γεγονός)

Χρονικές στιγμές μέσα στο πρόγραμμα ενός έργου μαζί με τις δραστηριότητες σχηματίζουν τα διαγράμματα προγραμματισμού δικτύων.

Εικονική δραστηριότητα



Σχήμα 16.15 Το διάγραμμα δικτύου για το έργο «διακόσμηση διαμερίσματος».

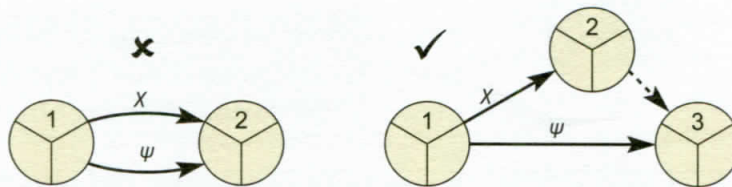
Η κρίσιμη διαδρομή

Σε όλα τα διαγράμματα δικτύων, όπου οι δραστηριότητες έχουν κάποιες παράλληλες σχέσεις, υπάρχουν περισσότερες από μία αλληλουχίες δραστηριοτήτων οι οποίες οδηγούν το έργο από την αρχή προς το τέλος. Αυτές οι σειρές δραστηριοτήτων ονομάζονται *διαδρομές* μέσω του δικτύου. Η συνολική διάρκεια κάθε διαδρομής είναι ίση με το άθροισμα όλων των δραστηριοτήτων της. Η διαδρομή η οποία έχει τη μεγαλύτερη χρονικά σειρά δραστηριοτήτων αποκαλείται *κρίσιμη διαδρομή* του δικτύου (σημειώστε ότι είναι δυνατόν να έχουμε περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές αν έχουν την ίδια μέγιστη διάρκεια). Ονομάζεται κρίσιμη διαδρομή επειδή οποιαδήποτε καθυστέρηση σε κάποια από τις δραστηριότητες αυτής της διαδρομής θα επιφέρει καθυστέρηση σε ολόκληρο το έργο. Κατά συνέπεια, στο Σχήμα 16.15 η κρίσιμη διαδρομή μέσω του δικτύου είναι η $\alpha, \beta, \gamma, \sigma$, η οποία διαρκεί επτά ημέρες. Αυτή είναι η ελά-

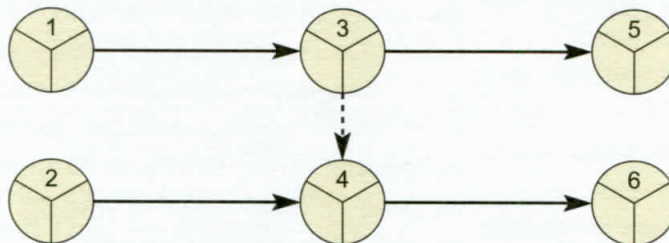
Κρίσιμη διαδρομή

Η μακρύτερη αλληλουχία δραστηριοτήτων μέσω ενός δικτύου έργου. Ονομάζεται κρίσιμη διαδρομή επειδή κάθε καθυστέρηση σε οποιαδήποτε από τις δραστηριότητες της θα καθυστερήσει ολόκληρο το έργο.

(α) Όταν δύο ανεξάρτητες δραστηριότητες έχουν το ίδιο συμβάνταίχμηγς και ουράς



(β) Όταν δύο ανεξάρτητες αλυσίδες δραστηριοτήτων μοιράζονται ένα κοινό συμβάν



Σχήμα 16.16 Πότε είναι απαραίτητες οι εικονικές δραστηριότητες.

χιστη διάρκεια ολόκληρου του έργου. Σχεδιάζοντας το διάγραμμα δικτύου έχουμε τη δυνατότητα:

- να προσδιορίσουμε ποιες είναι οι ιδιαίτερα σημαντικές δραστηριότητες,
- να υπολογίσουμε τη διάρκεια όλου του έργου.

Υπολογισμός του περιθωρίου

Περιθώριο

Σε προηγούμενο μέρος του κεφαλαίου αναφέραμε ως **περιθώριο** την ευελιξία να αλλάζουμε τους χρονισμούς των δραστηριοτήτων, κάτι το οποίο είναι εγγενές σε διάφορα τμήματα ενός έργου. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα δικτύου για να υπολογίσουμε το περιθώριο για κάθε δραστηριότητα. Η διαδικασία είναι σχετικά απλή:

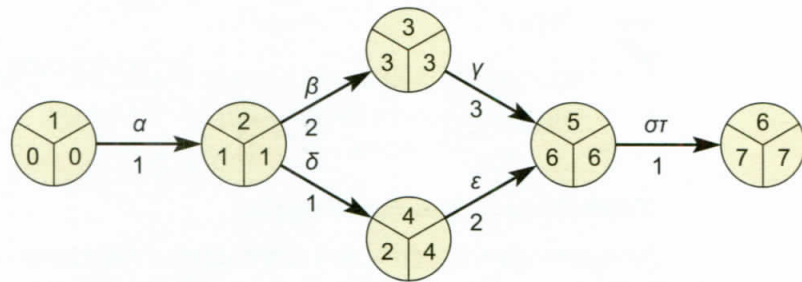
Νωρίτερος χρόνος συμβάντος

Αργότερος χρόνος συμβάντος

- 1 Υπολογίζουμε τον νωρίτερο και τον αργότερο χρόνο συμβάντος για κάθε συμβάν. Ο **νωρίτερος χρόνος συμβάντος (NXΣ)** είναι η νωρίτερη δυνατή στιγμή κατά την οποία θα μπορούσε να λάβει χώρα το συμβάν αν όλες οι προγενέστερες δραστηριότητες ολοκληρώνονταν **όσο το δυνατόν νωρίτερα**. Ο **αργότερος χρόνος συμβάντος (ΑΧΣ)** είναι το αργότερο που θα μπορούσε να λάβει χώρα το συμβάν χωρίς να υπάρξει καθυστέρηση ολόκληρου του έργου.
- 2 Υπολογίζουμε το «χρονικό παράθυρο» μέσα στο οποίο πρέπει να πραγματοποιηθεί μια δραστηριότητα. Αυτό είναι ο χρόνος μεταξύ του NXΣ του συμβάντος της ουράς της και του ΑΧΣ του συμβάντος της αιχμής της.
- 3 Συγκρίνουμε την πραγματική διάρκεια της δραστηριότητας με το εύρος του χρονικού παραθύρου μέσα στο οποίο πρέπει να λάβει χώρα. Η διαφορά μεταξύ τους είναι το περιθώριο της δραστηριότητας.

Ας ξαναγυρίσουμε στο παράδειγμα του απλού δικτύου. Η κρίσιμη διαδρομή είναι η αλληλουχία των δραστηριοτήτων $\alpha, \beta, \gamma, \sigma\tau$. Μπορούμε να υπολογίσουμε τον NXΣ και τον ΑΧΣ για κάθε συμβάν όπως δείχνει το Σχήμα 16.17. Αν η δραστηριότητα α ξεκινήσει τη χρονική στιγμή 0, το νωρίτερο που μπορεί να τελειώσει είναι η ημέρα 1 αφού είναι δραστηριότητα διάρκειας μίας ημέρας. Αν η δραστηριότητα β αρχίσει αμέσως, θα τελειώσει την ημέρα 3 (NXΣ του συμβάντος ουράς + διάρκεια, $1 + 2$). Η δραστηριότητα γ μπορεί να αρχίσει τότε την ημέρα 3 και επειδή η διάρκειά της είναι 3 ημέρες θα ολοκληρωθεί την ημέρα 6. Η δραστηριότητα ϵ έχει επίσης το συμβάν No. 5 ως συμβάν αιχμής της, και έτσι πρέπει επιπλέον να υπολογίσουμε τον NXΣ του συμβάντος ουράς της δραστηριότητας ϵ . Αυτός καθορίζεται από τη δραστηριότητα δ . Αν η δραστηριότητα δ ξεκινήσει την ημέρα 1 (το νωρίτερο που μπορεί) θα τελειώσει την ημέρα 2. Έτσι ο NXΣ του συμβάντος No. 4 είναι η ημέρα 2. Αν η δραστηριότητα ϵ αρχίσει αμέσως, θα ολοκληρωθεί την ημέρα 4. Το συμβάν No. 5 όμως δεν μπορεί να λάβει χώρα μέχρις ότου τελειώσουν και οι δύο δραστηριότητες ϵ και γ , πράγμα που δεν θα γίνει πριν την ημέρα 6 (δείτε τον παραπάνω κανόνα 1). Τότε μπορεί να αρχίσει και η δραστηριότητα $\sigma\tau$ που θα ολοκληρωθεί την ημέρα 7.

Χρησιμοποιώντας αντίστροφη λογική μπορούμε να υπολογίσουμε τους ΑΧΣ. Αν το συμβάν No. 6 πρέπει να λάβει χώρα το αργότερο μέχρι την ημέρα 7, τότε ο ΑΧΣ για το συμβάν No. 5 είναι η ημέρα 6. Οποιαδήποτε αργοπορία μετά από αυτό θα καθυστερήσει ολόκληρο το έργο. Εργαζόμενοι αντιστρόφως, αν η δραστηριότητα γ οφείλει να τελειώσει το αργότερο μέχρι την ημέρα 6 δεν μπορεί να ξεκινήσει αργότερα από την ημέρα 3, και αν η δραστηριότητα β πρέπει να τελειώσει μέχρι την ημέρα 3 τότε πρέπει να ξεκινήσει το αργότερο την ημέρα 1. Παρομοίως, αν η δραστηριότητα ϵ πρό-



Σχήμα 16.17 Το διάγραμμα δικτύου για το έργο «διακόσμηση διαμερίσματος» με τους νωρίτερους και αργότερους χρόνους συμβάντων.

κειται να ολοκληρωθεί μέχρι την ημέρα 6 οφείλει να αρχίσει το αργότερο την ημέρα 4, και αν η δραστηριότητα δ πρέπει να τελειώσει μέχρι την ημέρα 4 τότε πρέπει να ξεκινήσει το αργότερο μέχρι την ημέρα 3. Τώρα έχουμε δύο δραστηριότητες με το συμβάν No. 2 ως συμβάν ουράς τους, και μία από αυτές είναι αναγκαίο να αρχίσει το αργότερο την ημέρα 1, ενώ η άλλη μέχρι την ημέρα 3 το αργότερο. Ο ΑΧΣ για το συμβάν No. 2 επομένως πρέπει να είναι ο **μικρότερος των δύο**. Αν καθυστερούσε πέρα από αυτό το σημείο, η δραστηριότητα β, άρα και ολόκληρο το έργο, θα καθυστερούσε.

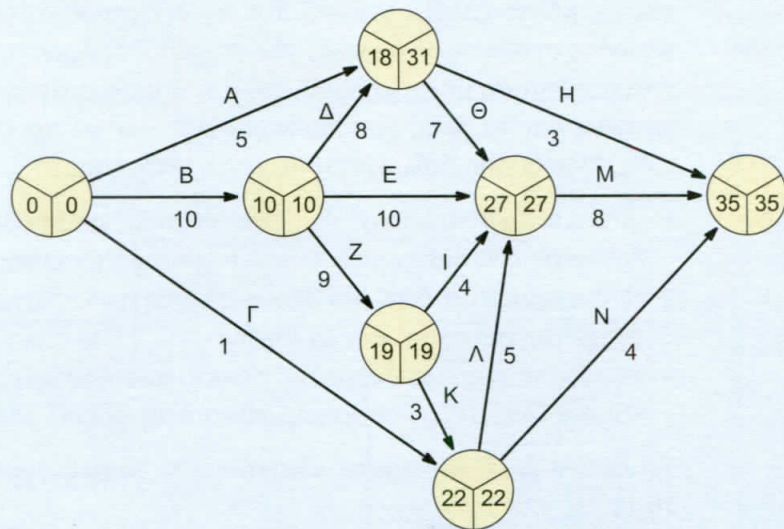
Πρακτικό παράδειγμα

Ο επικεφαλής τοπογράφος μιας εταιρείας χωματουργικών έργων τα οποία προηγούνται της κατασκευής οδών έχει προσδιορίσει τις δραστηριότητες και τη διάρκειά τους για κάθε φάση της προετοιμασίας κάποιου δύσκολου τμήματος ενός αυτοκινητόδρομου (δείτε τον Πίνακα 16.3). Ο τοπογράφος πρέπει να γνωρίζει πόσο θα διαρκέσει το έργο και ποιες είναι οι κρίσιμες δραστηριότητες.

Πίνακας 16.3 Δραστηριότητες κατασκευής οδού

Δραστηριότητα	Διάρκεια (ημέρες)	Προγενέστερες δραστηριότητες
A	5	-
B	10	-
Γ	1	-
Δ	8	B
E	10	B
Z	9	B
H	3	A, Δ
Θ	7	A, Δ
I	4	Z
K	3	Z
Λ	5	Γ, K
M	8	Θ, E, I, Λ
N	4	Γ, K

Το Σχήμα 16.18 απεικονίζει το διάγραμμα δικτύου του έργου. Για να σχεδιάσουμε αυτά τα διαγράμματα από τις πληροφορίες του Πίνακα 16.3 δεν χρειάζεται παρά να σκισάσουμε πρόχειρα πάνω σε ένα χαρτί τη λογική που διέπει τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων έτσι ώστε να συμφωνεί με τις σχέσεις όπως έχουν προγραμματιστεί, και κατόπιν να ξανασχεδιάσουμε το διάγραμμα με πιο συστηματοποιημένο τρόπο. Έτσι, για παράδειγμα, οι Α, Β, και Γ δεν έχουν προγενέστερες δραστηριότητες και συνεπώς είναι εκείνες οι οποίες μπορούν να ξεκινήσουν από την αρχή του έργου. Οι δραστηριότητες Δ, Ε και Ζ μπορούν όλες να αρχίσουν μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας Β, κ.ο.κ. Το διάγραμμα δείχνει επίσης τους αργότερους και τους νωρίτερους χρόνους συμβάντων για τις δραστηριότητες. Δείχνει ότι η κρίσιμη διαδρομή του έργου είναι η αλληλουχία των δραστηριοτήτων Β, Ζ, Κ, Λ, Μ. Η συνολική διάρκεια του έργου είναι 35 ημέρες, αφού αυτή είναι η διάρκεια της σειράς δραστηριοτήτων της κρίσιμης διαδρομής.



Σχήμα 16.18 Διάγραμμα δικτύου του έργου του αυτοκινητόδρομου.

Μια κριτική ματιά

Η ιδέα ότι όλες οι δραστηριότητες ενός έργου μπορούν να ορισθούν ως ενότητες με σαφή αρχή και τέλος και ότι οι ενότητες αυτές μπορούν να περιγραφούν συναρτήσει των μεταξύ τους σχέσεων είναι μια προφανής απλούστευση. Ορισμένες δραστηριότητες είναι περισσότερο ή λιγότερο συνεχείς και εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε ένα απλό έργο, όπως η εκσκαφή ενός χαντακιού και η τοποθέτηση ενός τηλεφωνικού καλωδίου μέσα σε αυτό. Η δραστηριότητα «εκσκαφή του χαντακιού» δεν είναι απαραίτητο να έχει ολοκληρωθεί πριν αρχίσει η δραστηριότητα «τοποθέτηση του καλωδίου». Αρκεί να έχουν σκαφτεί

δύο ή τρία μέτρα από το χαντάκι για να μπορέσει να ξεκινήσει η τοποθέτηση του καλωδίου. Έχουμε μια απλή σχέση, την οποία όμως είναι δύσκολο να απεικονίσουμε σε ένα διάγραμμα δικτύου. Επίσης, αν το χαντάκι σκάβεται σε δύσκολο έδαφος, ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα μπορεί να αλλάξει, ενώ ακόμη και η ίδια η δραστηριότητα μπορεί να μεταβληθεί, για να συμπεριλάβει π.χ. δραστηριότητες εκβραχισμού. Εντούτοις, αν το χαντάκι δεν μπορεί να σκαφτεί λόγω βραχώδους εδάφους, ίσως να είναι δυνατόν να σκαφτεί ένα μεγαλύτερου μήκους χαντάκι σε άλλο σημείο, ένα ενδεχόμενο δηλαδή το οποίο δεν προβλέπεται στο αρχικό πρόγραμμα. Έτσι, ακόμη και γι' αυτό το απλό έργο, το αρχικό διάγραμμα δικτύου ίσως να μην αντικατοπτρίζει τι *θα* συμβεί αλλά ούτε και τι *θα μπορούσε* να συμβεί.

Η δραστηριότητα σε δίκτυα κόμβων

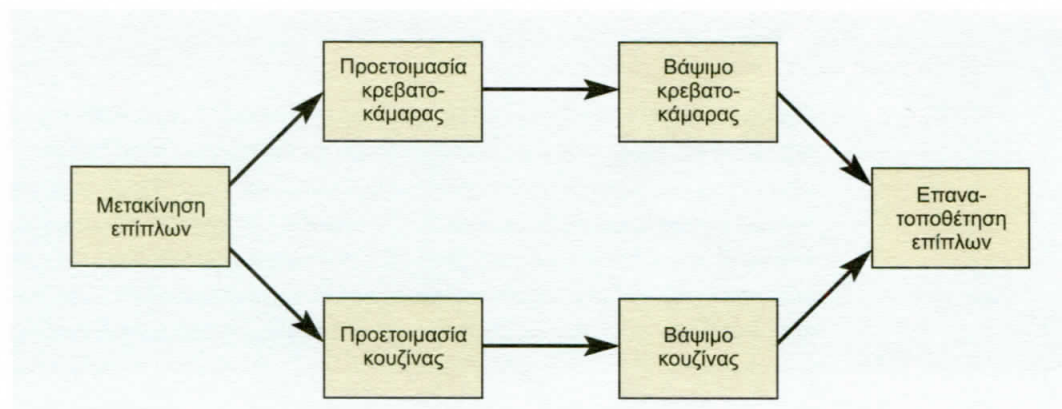
Το δίκτυο το οποίο μέχρι στιγμής έχουμε περιγράψει χρησιμοποιεί βέλη για να παραστήσει τις δραστηριότητες και κύκλους στις διασταυρώσεις ή τους κόμβους των βελών για να παραστήσει τα συμβάντα. Αυτή η μέθοδος λέγεται μέθοδος **δραστηριότητας σε βέλος (ΔσΒ)**, γνωστή και ως δραστηριότητας σε κλάδο. Μια εναλλακτική μέθοδος σχεδιασμού δικτύων είναι η μέθοδος **δραστηριότητας σε κόμβο (ΔσΚ)**. Στην αναπαράσταση με τη μέθοδο ΔσΚ, οι δραστηριότητες σχεδιάζονται ως παραλληλόγραμμα και τα βέλη χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστούν οι σχέσεις μεταξύ τους. Η μέθοδος ΔσΚ έχει τρία πλεονεκτήματα:

- συχνά είναι ευκολότερο να μετακινηθούμε από τη βασική λογική των σχέσεων ενός έργου σε ένα διάγραμμα δικτύου χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ΔσΚ αντί της ΔσΒ·
- τα διαγράμματα ΔσΚ δεν έχουν ανάγκη από εικονικές δραστηριότητες για να διατηρήσουν τη λογική των σχέσεων·
- τα περισσότερα υπολογιστικά πακέτα που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό και τον έλεγχο έργων χρησιμοποιούν τη φόρμα ΔσΚ.

Το δίκτυο ΔσΚ του έργου «διακόσμηση διαμερίσματος» απεικονίζεται στο Σχήμα 16.19.

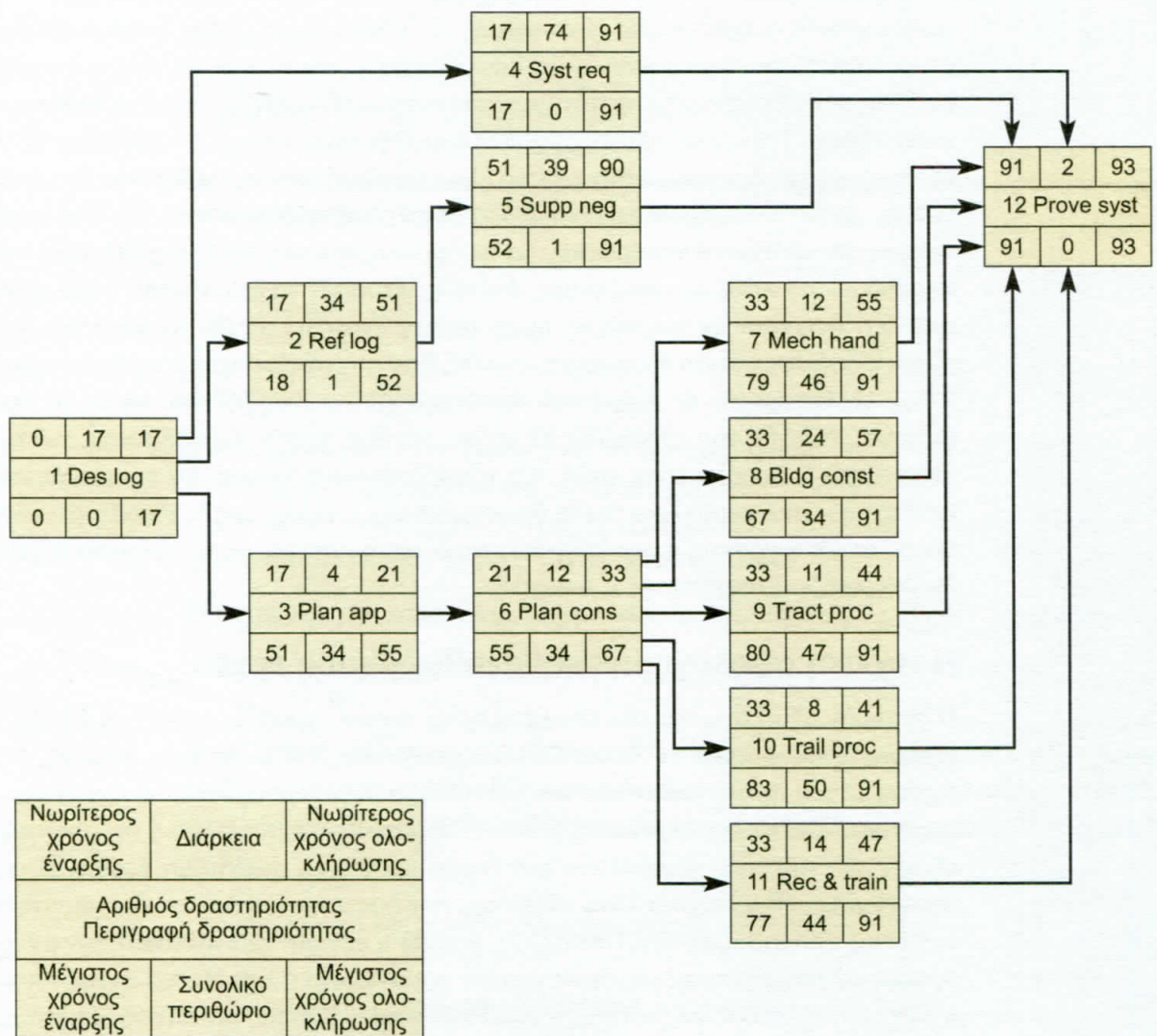
Παράδειγμα

Η δημιουργία μιας νέας επιχείρησης εφοδιασμού συνεπάγεται την αγορά ενός στόλου φορτηγών αυτοκινήτων, το σχεδιασμό νέων δρομολογίων και την κατασκευή



Σχήμα 16.19 Το διάγραμμα δικτύου με τη μέθοδο «δραστηριότητας σε κόμβο» για το έργο «διακόσμηση διαμερίσματος».

ενός νέου κέντρου διανομής με τον συναφή εξοπλισμό διακίνησης. Στο Σχήμα 16.20 παρουσιάζεται το δίκτυο ΔσΚ του έργου. Οι νωρίτεροι χρόνοι έναρξης για κάθε δραστηριότητα βρίσκονται αν εργαστούμε από τα αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος του δικτύου. Κάθε συμβάν έναρξης μπορεί να αρχίσει τη χρονική στιγμή $t = 0$. Σε ένα συμβάν «συγχώνευσης» (όπου συναντώνται δύο ή περισσότερες δραστηριότητες, όπως στο συμβάν 12), χρησιμοποιήστε την τελευταία ημερομηνία ολοκλήρωσης των διαφόρων δραστηριοτήτων οι οποίες οδηγούν σε αυτό. Οι νωρίτεροι χρόνοι ολοκλήρωσης μιας δραστηριότητας «έκρηξης» (όπως η δραστηριότητα 6, όπου οι πέντε επόμενες δραστηριότητες κυριολεκτικά «εκρήγνυνται») μεταφέρονται προς τα εμπρός για να αποτελέσουν τις νωρίτερες ημερομηνίες έναρξης των επομένων δραστηριοτήτων (από την 7 έως την 11). Οι αργότεροι χρόνοι έναρξης για κάθε δραστηριότητα βρίσκονται αν εργαστούμε προς τα πίσω από τα δεξιά προς τα αριστερά κατά μήκος του δικτύου. Ο νωρίτερος χρόνος έναρξης για το τελικό συμβάν στο δίκτυο συχνά χρησιμοποιείται και ως ο αργότερος χρόνος έναρξης για το συμβάν αυτό. Σε ένα συμβάν «συγχώνευσης»



Δραστηριότητα κατά τη μέθοδο ΔεΚ

Σχήμα 16.20 Νέα επιχείρηση εφοδιασμού: δίκτυο διαδοχής.

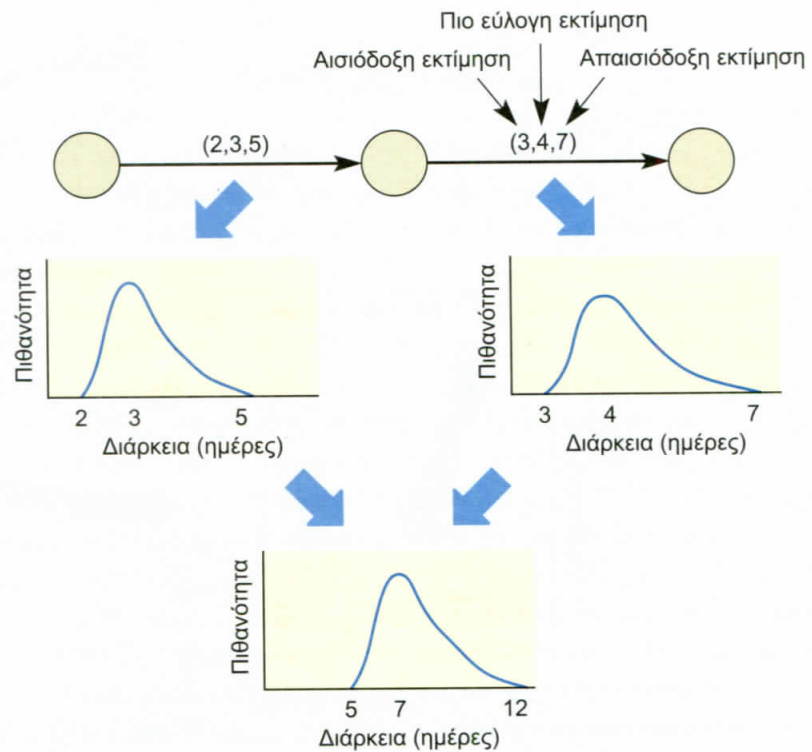
(όπως το συμβάν Νο. 6), χρησιμοποιήστε τη νωρίτερη ημερομηνία ολοκλήρωσης των διαφόρων δραστηριοτήτων.

Καταρχήν, διενεργούμε ένα *πέρασμα προς τα εμπρός* του δικτύου (δηλαδή προχωρούμε από τα αριστερά προς τα δεξιά). Η δραστηριότητα 1 παίρνει ημερομηνία έναρξης την εβδομάδα 0. Η συντομότερη ολοκλήρωση τότε είναι την εβδομάδα 17 αφού η διάρκειά της είναι 17 εβδομάδες. Η νωρίτερη ημερομηνία έναρξης για τη δραστηριότητα 2 θα πρέπει επίσης να είναι η εβδομάδα 17. Η δραστηριότητα 5 αρχίζει την εβδομάδα $17 + 34$ (η διάρκεια της δραστηριότητας 2). Η δραστηριότητα 4 είναι παράλληλη με τη δραστηριότητα 2, και μπορεί να αρχίσει την ίδια χρονική στιγμή. Το υπόλοιπο *πέρασμα προς τα εμπρός* είναι απλό, μέχρι να φτάσουμε στη δραστηριότητα 12. Εδώ, συναντώνται επτά δραστηριότητες, και έτσι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τη μεγαλύτερη νωρίτερη ημερομηνία ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων οι οποίες οδηγούν σε αυτή ως το νωρίτερο χρόνο έναρξης για τη δραστηριότητα 12. Αυτός είναι η εβδομάδα 91 (ο νωρίτερος χρόνος ολοκλήρωσης για τη δραστηριότητα 4). Αφού η διάρκεια της δραστηριότητας 12 είναι δύο εβδομάδες, ο νωρίτερος χρόνος ολοκλήρωσης για ολόκληρο το δίκτυο είναι 93 εβδομάδες.

Τώρα μπορούμε να κάνουμε ένα *πέρασμα προς τα πίσω* αν υποθέσουμε ότι ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης είναι επίσης 93 εβδομάδες (το κάτω δεξιό κουτί της δραστηριότητας 12). Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει «περιθώριο», δηλαδή η διαφορά μεταξύ της νωρίτερης και της αργότερης ημερομηνίας έναρξης γι' αυτή τη δραστηριότητα είναι μηδέν. Έτσι, ο αργότερος χρόνος έναρξης είναι επίσης η εβδομάδα 91. Αυτός επιστρέφει στις δραστηριότητες 7 έως 11, οι οποίες έχουν την εβδομάδα 91 ως τον αργότερο χρόνο ολοκλήρωσης. Η διαφορά μεταξύ της εβδομάδας 91 και των διαφόρων νωρίτερων χρόνων ολοκλήρωσης για τις δραστηριότητες αυτές σημαίνει ότι υπάρχει περιθώριο για κάθε μία από αυτές. Δηλαδή, μπορούν να ξεκινήσουν πολύ αργότερα από ό,τι δείχνουν οι νωρίτερες ημερομηνίες έναρξης. Κατά το *πέρασμα προς τα πίσω*, η δραστηριότητα 6 αποτελεί ένα συμβάν συγχώνευσης για τις δραστηριότητες 7 έως 11. Θεωρήστε το μικρότερο αργότερο χρόνο έναρξης από αυτές τις δραστηριότητες, δηλαδή την εβδομάδα 67, ως το μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης για τη δραστηριότητα 6. Αν όλα πάνε καλά, και η ανάλυση είναι σωστή, θα πρέπει να υπάρχει επίσης μηδενικό περιθώριο για τη δραστηριότητα 1. Η κρίσιμη διαδρομή για το δίκτυο είναι λοιπόν η γραμμή η οποία ενώνει τις δραστηριότητες με το ελάχιστο περιθώριο, δηλαδή τις δραστηριότητες 1, 4 και 12.

Η τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης έργου

Η τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης έργου, προγραμμάτων, ή PERT (Programme Evaluation and Review Technique) όπως είναι διεθνώς γνωστή, είχε ως αφετηρία τον προγραμματισμό και τον έλεγχο μεγάλων αμυντικών έργων του Αμερικανικού Πολεμικού Ναυτικού. Η PERT είχε την πιο εντυπωσιακή της ανάπτυξη στο εξαιρετικά αβέβαιο περιβάλλον των διαστημικών και αμυντικών έργων. Η τεχνική αναγνωρίζει ότι η διάρκεια και το κόστος των δραστηριοτήτων στη διαχείριση έργων δεν είναι προκαθορισμένα (σταθερά), και ότι η θεωρία των πιθανοτήτων μπορεί να εφαρμοστεί στις εκτιμήσεις, όπως έχουμε προαναφέρει. Στα δίκτυα αυτού του τύπου, η διάρκεια κάθε δραστηριότητας εκτιμάται σε τρεις βάσεις: την αισιόδοξη, την πιο εύλογη και την απαισιόδοξη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 16.21. Αν υποθεθεί ότι αυτές οι εκτιμήσεις χρόνου είναι συμβατές με μια κατανομή πιθανοτήτων βήτα, η μέση τιμή και η απόκλιση της κατανομής μπορούν να υπολογιστούν ως εξής:



Σχήμα 16.21 Οι πιθανοτικές εκτιμήσεις χρόνου μπορούν να προστεθούν για να δώσουν μια πιθανοτική εκτίμηση για ολόκληρο το έργο.

$$t_e = \frac{t_o + 4t_i + t_p}{6}$$

όπου:

t_e = ο προβλεπόμενος χρόνος για τη δραστηριότητα

t_o = ο αισιόδοξος χρόνος για τη δραστηριότητα

t_i = ο πιο εύλογος χρόνος για τη δραστηριότητα

t_p = ο απαισιόδοξος χρόνος για τη δραστηριότητα

Η απόκλιση της κατανομής (V) μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

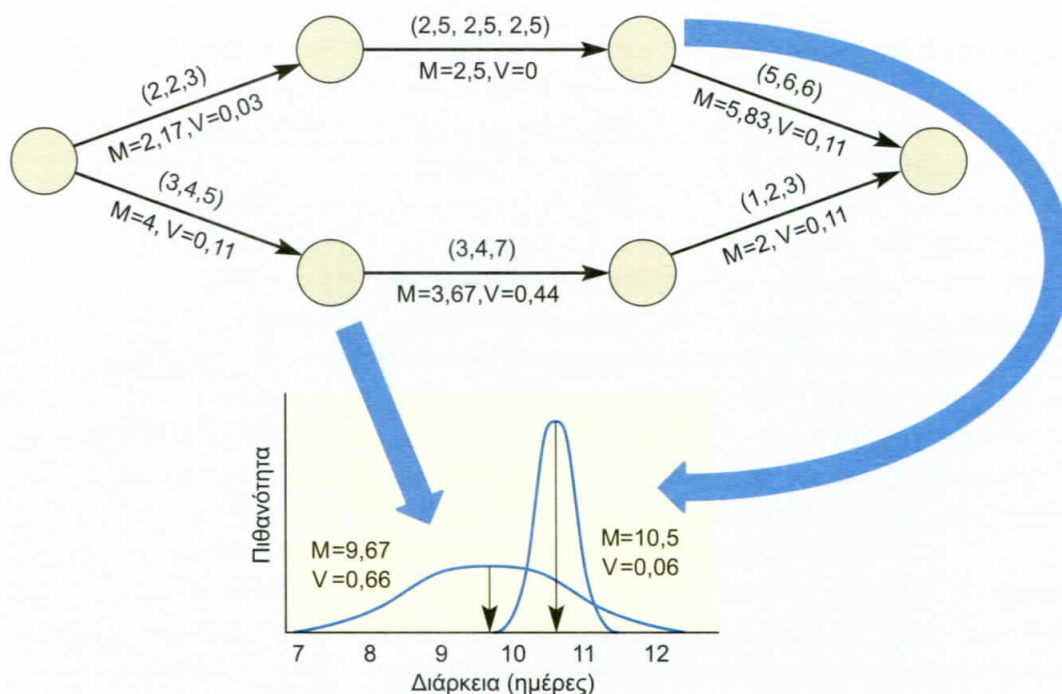
$$V = \frac{(t_p - t_o)^2}{6^2} = \frac{(t_p - t_o)^2}{36}$$

Η κατανομή του χρόνου οποιασδήποτε διαδρομής μέσω ενός δικτύου θα έχει μέση τιμή το άθροισμα των μέσων τιμών των δραστηριοτήτων οι οποίες σχηματίζουν τη διαδρομή και μια απόκλιση η οποία θα είναι το άθροισμα των αποκλίσεών τους. Στο Σχήμα 16.22 έχουμε:

$$\text{Μέση τιμή της πρώτης δραστηριότητας} = \frac{2 + (4 \times 3) + 5}{6} = 3,17$$

$$\text{Απόκλιση της πρώτης δραστηριότητας} = \frac{(5 - 2)^2}{36} = 0,25$$

$$\text{Μέση τιμή της δεύτερης δραστηριότητας} = \frac{3 + (4 \times 4) + 7}{6} = 4,33$$



Σχήμα 16.22 Μία διαδρομή στο δίκτυο μπορεί να έχει τη μεγαλύτερη προβλεπόμενη διάρκεια ενώ μια άλλη διαδρομή να έχει τη μεγαλύτερη απόκλιση.

$$\text{Απόκλιση της δεύτερης δραστηριότητας} = \frac{(7-3)^2}{36} = 0,44$$

$$\text{Μέση τιμή της κατανομής του δικτύου} = 3,17 + 4,33 = 7,5$$

$$\text{Απόκλιση της κατανομής του δικτύου} = 0,25 + 0,44 = 0,69$$

Γενικά υποθέτουμε ότι ολόκληρη η διαδρομή θα έχει κανονική κατανομή.

Το πλεονέκτημα της πρόσθετης αυτής πληροφόρησης είναι ότι μπορούμε να εξετάσουμε τόσο την «επικινδυνότητα» κάθε διαδρομής μέσω ενός δικτύου όσο και τη διάρκειά της. Για παράδειγμα, το Σχήμα 16.22 απεικονίζει ένα απλό δίκτυο δύο διαδρομών. Η πάνω διαδρομή είναι η κρίσιμη· η κατανομή της διάρκειάς της είναι 10,5 με απόκλιση 0,06 (κατά συνέπεια με τυπική απόκλιση 0,245). Η κατανομή της μη κρίσιμης διαδρομής έχει μέση τιμή 9,67 και απόκλιση 0,66 (κατά συνέπεια μια τυπική απόκλιση 0,812). Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι υπάρχει περίπτωση η μη κρίσιμη διαδρομή να είναι στην πραγματικότητα κρίσιμη. Αν και δεν θα αναλύσουμε εδώ τους υπολογισμούς των πιθανοτήτων, είναι δυνατόν να προσδιορίσουμε την πιθανότητα που υπάρχει μια μη κρίσιμη διαδρομή να αποδειχτεί κρίσιμη όταν το έργο θα υλοποιείται στην πράξη. Εντούτοις, σε πρακτικό επίπεδο, ακόμη και αν κριθεί ότι οι υπολογισμοί των πιθανοτήτων δεν αξίζουν την απαιτούμενη προσπάθεια, είναι χρήσιμο να μπορούμε να κάνουμε έναν κατά προσέγγιση υπολογισμό της επικινδυνότητας κάθε τμήματος ενός δικτύου.

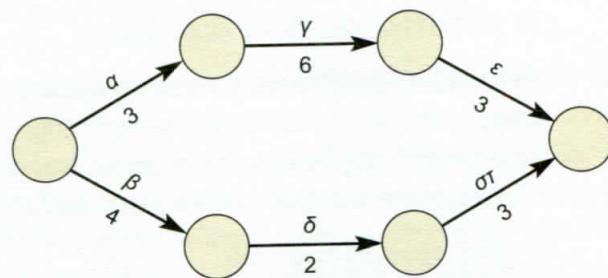
Εισαγωγή στους περιορισμούς των πόρων

Όπως έχουμε περιγράψει, η λογική η οποία διέπει τις σχέσεις του δικτύου πηγάζει κατά κύριο λόγο από τις τεχνικές λεπτομέρειες του έργου. Όμως, η διαθεσιμότητα των πόρων μπορεί να επιβάλλει τους δικούς της περιορισμούς οι οποίοι μπορούν να επη-

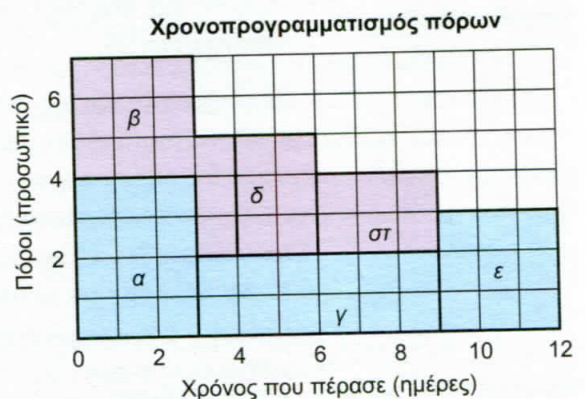
ρεάσουν σημαντικά τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Το Σχήμα 16.23 δείχνει ένα απλό δίκτυο δύο διαδρομών με τις λεπτομέρειες τόσο της διάρκειας κάθε δραστηριότητας όσο και του αριθμού των ατόμων που απαιτούνται για να διεξαχθεί κάθε δραστηριότητα. Απεικονίζεται επίσης και ο συνολικός χρονοπρογραμματισμός των πόρων. Οι τρεις δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής, α, γ και ε, έχουν προγραμματιστεί πρώτες στο χρονοπρογραμματισμό των πόρων. Όλες οι υπόλοιπες δραστηριότητες έχουν κάποιο περιθώριο και συνεπώς διαθέτουν ευελιξία ως προς το χρόνο εκτέλεσής τους.

Ο χρονοπρογραμματισμός των πόρων στο Σχήμα 16.23 δείχνει ότι οι μη κρίσιμες δραστηριότητες αρχίζουν όσο το δυνατόν νωρίτερα. Αυτό οδηγεί σε ένα προφίλ πόρων το οποίο ποικίλλει από επτά άτομα προσωπικό μέχρι και τρία. Ακόμη και αν τα επτά άτομα είναι διαθέσιμα, ο διευθυντής του έργου ίσως θελήσει να εξισορροπήσει το φόρτο για οργανωτικούς λόγους. Αν όμως ο συνολικός αριθμός του διαθέσιμου προσωπικού είναι μικρότερος των επτά ατόμων, το έργο θα χρειαστεί νέο χρονοπρογραμματισμό. Ας υποθέσουμε ότι μόνο πέντε άτομα είναι διαθέσιμα. Και πάλι είναι δυνατόν να ολοκληρωθεί το έργο στον ίδιο χρόνο, όπως δείχνει το Σχήμα 16.24. Η δραστηριότητα β καθυστέρησε μέχρι να τελειώσει η δραστηριότητα α. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα προφίλ πόρων το οποίο κυμαίνεται μόνο μεταξύ τεσσάρων και πέντε ατόμων και βρίσκεται μέσα στο περιοριστικό όριο των πέντε ατόμων.

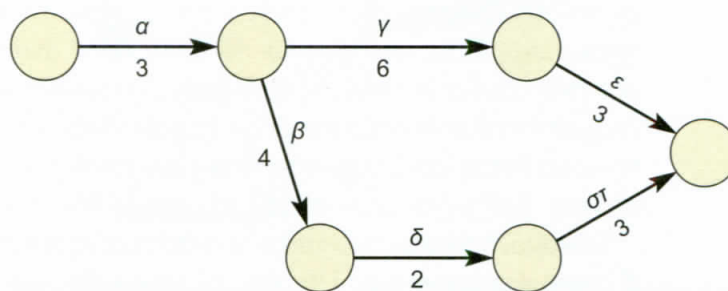
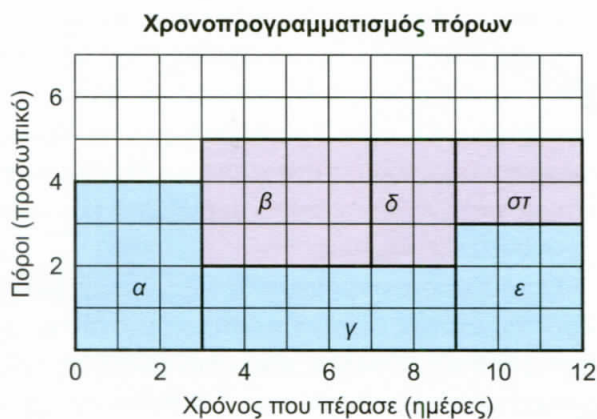
Ωστόσο, προκειμένου να επιτευχθεί αυτό πρέπει να απαιτήσουμε η δραστηριότητα β να αρχίσει μόνο αφού θα έχει ολοκληρωθεί η δραστηριότητα α. Αυτός είναι ένας λογικός περιορισμός, ο οποίος, αν είχε περιληφθεί στο δίκτυο, θα το μετέβαλε όπως δείχνει το Σχήμα 16.24. Σε αυτό το δίκτυο, όλες οι δραστηριότητες είναι κρίσιμες, όπως πράγματι μπορεί κανείς να διαπιστώσει από το χρονοπρογραμματισμό των πόρων.



Δραστηριότητα	Διάρκεια (ημέρες)	Πόροι (άτομα)
α	3	4
β	4	3
γ	6	2
δ	2	3
ε	3	3
στ	3	2



Σχήμα 16.23 Προφίλ πόρων ενός δικτύου αν υποθέσουμε ότι όλες οι δραστηριότητες αρχίζουν όσο το δυνατόν νωρίτερα.



Σχήμα 16.24 Προφίλ πόρων ενός δικτύου όπου οι μη κρίσιμες δραστηριότητες καθυστέρησαν για να προσαρμοστούν στους περιορισμούς των πόρων· αυτό, στην προκειμένη περίπτωση, μεταβάλλει στην πράξη τη λογική του δικτύου και όλες οι δραστηριότητες καθίστανται κρίσιμες.

Η εντατικοποίηση δικτύων

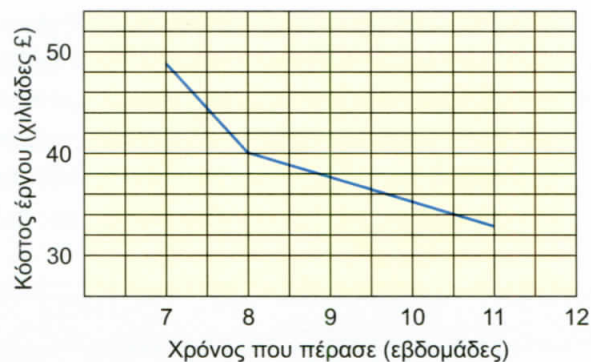
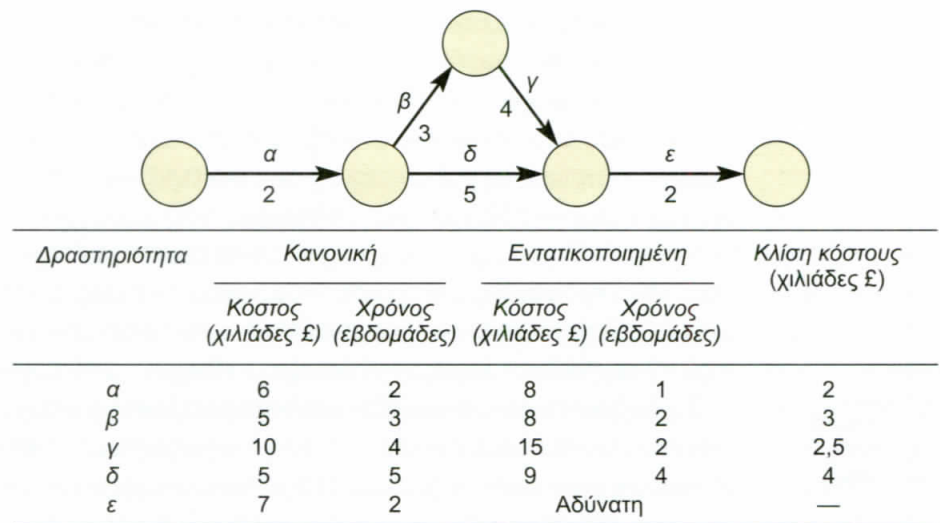
Εντατικοποίηση

Όρος που χρησιμοποιείται στη διαχείριση έργων και που σημαίνει τη μείωση του χρόνου που δαπανάται σε δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής με σκοπό να συντομεύσει ολόκληρο το έργο.

Εντατικοποίηση δικτύων είναι η διαδικασία για να μειωθούν τα χρονικά διαστήματα των δραστηριοτήτων της κρίσιμης διαδρομής, έτσι ώστε το έργο να ολοκληρωθεί σε λιγότερο χρόνο. Συνήθως, η εντατικοποίηση δραστηριοτήτων συνεπάγεται πρόσθετο κόστος. Αυτό μπορεί να είναι το αποτέλεσμα:

- υπερωριακής εργασίας,
- πρόσθετων πόρων, όπως εργατικό δυναμικό,
- υπεργολαβιών.

Το Σχήμα 16.25 δείχνει ένα παράδειγμα εντατικοποίησης ενός απλού δικτύου. Για κάθε δραστηριότητα καθορίζεται η διάρκεια και το κανονικό κόστος, μαζί με τη (μειωμένη) διάρκεια και το (αυξημένο) κόστος λόγω της συντόμευσής της. Δεν μπορούν να εντατικοποιηθούν όλες οι δραστηριότητες· εδώ η δραστηριότητα ϵ δεν μπορεί να εντατικοποιηθεί. Η κρίσιμη διαδρομή είναι η αλληλουχία των δραστηριοτήτων α , β , γ , ϵ . Αν θέλουμε να μειώσουμε το συνολικό χρόνο του έργου, πρέπει να εντατικοποιήσουμε μία από τις δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής. Προκειμένου να αποφασίσουμε ποια δραστηριότητα θα εντατικοποιήσουμε, υπολογίζουμε την «κλίση κόστους» κάθε μίας. Αυτή είναι το κόστος ανά χρονική περίοδο για τη μείωση κάθε διάρκειας. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος από άποψη κόστους για να μειωθεί η διάρκεια ολόκληρου του έργου είναι να συντομεύσουμε τη δραστηριότητα της κρίσιμης διαδρομής που έχει τη χαμηλότερη κλίση κόστους. Αυτή είναι η δραστηριότητα



Σχήμα 16.25 Η εντατικοποίηση των δραστηριοτήτων για να μειωθεί ο χρόνος του έργου καθίσταται προοδευτικά περισσότερο δαπανηρή.

α, η εντατικοποίηση της οποίας θα κοστίσει €2000 επιπλέον και θα μειώσει τη διάρκεια του έργου κατά μία εβδομάδα. Μετά από αυτό, μπορούμε να εντατικοποιήσουμε τη δραστηριότητα γ, γεγονός που θα εξοικονομήσει δύο ακόμη εβδομάδες και θα κοστίσει €5000 επιπλέον. Στο σημείο αυτό, όλες οι δραστηριότητες έχουν καταστεί κρίσιμες, και έτσι η πρόσθετη εξοικονόμηση χρόνου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την εντατικοποίηση δύο παράλληλων δραστηριοτήτων. Η μορφή της καμπύλης χρόνου-κόστους στο Σχήμα 16.25 είναι απολύτως τυπική. Τα αρχικά στάδια εξοικονόμησης χρόνου είναι σχετικά φθηνά αν επιλεγούν οι δραστηριότητες με τις χαμηλότερες κλίσεις κόστους. Αργότερα, κατά τη σειρά της εντατικοποίησης, είναι ανάγκη να συντομευτούν οι πιο δαπανηρές δραστηριότητες και τελικά δύο ή περισσότερες διαδρομές γίνονται από κοινού κρίσιμες. Αναπόφευκτα, στο σημείο αυτό η εξοικονόμηση χρόνου μπορεί να προέλθει μόνο από τη εντατικοποίηση δύο ή περισσότερων δραστηριοτήτων σε παράλληλες διαδρομές.

Η διαχείριση έργων με τη βοήθεια υπολογιστών

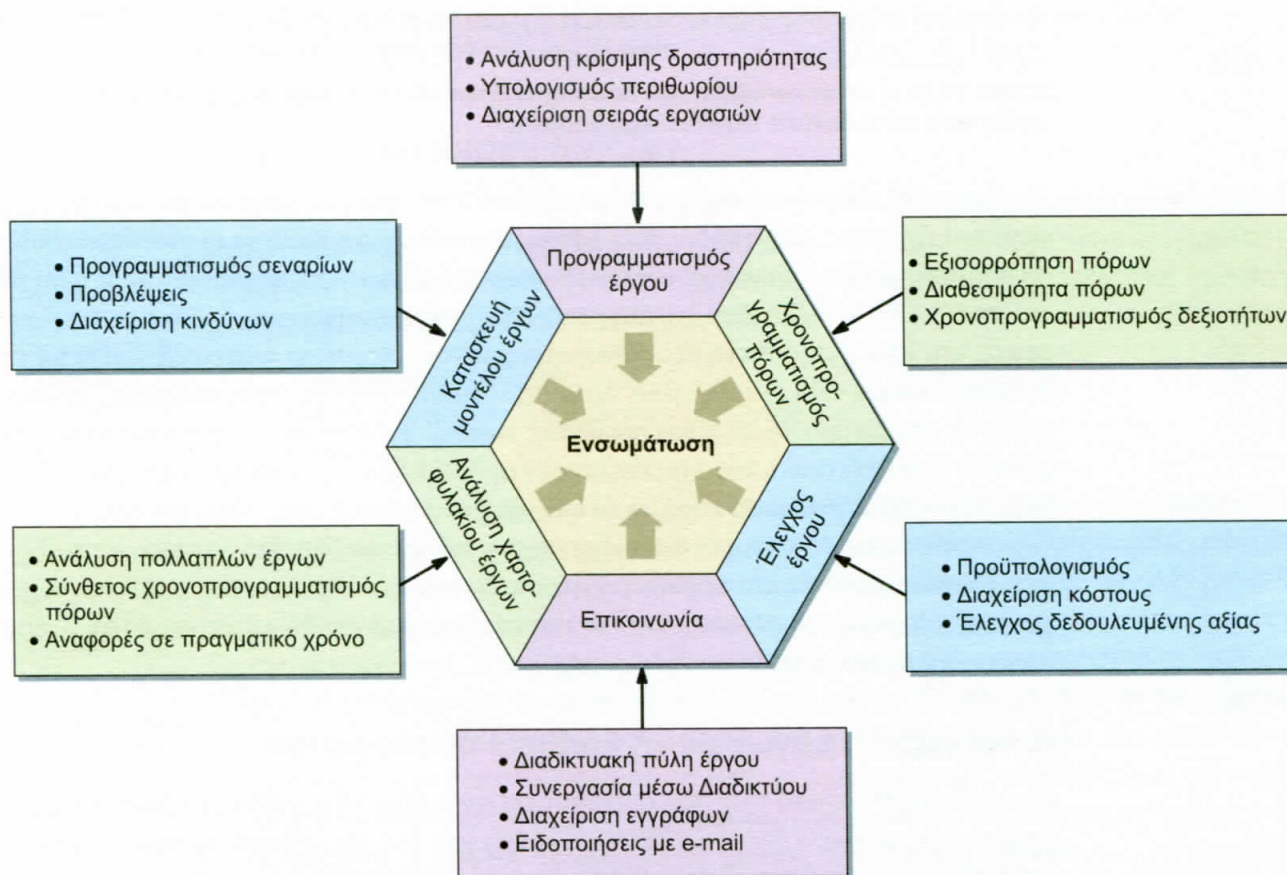
Για πολλά χρόνια, από τότε που εμφανίστηκε η κατασκευή μοντέλων με βάση τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, διατίθενται ολοένα και πιο εξελιγμένα λογισμικά για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο έργων. Οι μάλλον βαρετοί υπολογισμοί που είναι αναγκαίοι στον προγραμματισμό δικτύων μπορούν να εκτελεστούν σχετικά εύκολα με τα

μοντέλα προγραμματισμού έργων. Τα μόνα που χρειάζονται είναι οι βασικές σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων μαζί με το χρονισμό και τους απαιτούμενους πόρους για κάθε δραστηριότητα. Οι νωρίτεροι και οι αργότεροι χρόνοι συμβάντων, η διακύμανση, και τα άλλα χαρακτηριστικά ενός δικτύου συχνά μπορούν να απεικονιστούν με τη μορφή ενός διαγράμματος Gantt. Το σημαντικότερο είναι ότι η ταχύτητα των υπολογισμών επιτρέπει τη συχνή ενημέρωση των προγραμμάτων των έργων. Παρομοίως, αν η ενημερωμένη πληροφόρηση είναι ακριβής και συχνή, ένα τέτοιο ηλεκτρονικό σύστημα μπορεί επίσης να παράσχει αποτελεσματικά στοιχεία για τον έλεγχο του έργου. Πιο πρόσφατα, η δυνατότητα χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συστημάτων διαχείρισης έργων για την επικοινωνία στο εσωτερικό μεγάλων και πολυσύνθετων έργων έχει εξελιχθεί στα λεγόμενα συστήματα **διαχείρισης έργων επιχείρησης (ΔΕΕ)**.

Το Σχήμα 16.26 απεικονίζει μόνο μερικά από τα στοιχεία τα οποία είναι ενσωματωμένα στα συστήματα ΔΕΕ. Οι περισσότερες από αυτές τις δραστηριότητες έχουν εξεταστεί στο παρόν κεφάλαιο. Ο προγραμματισμός έργων περιλαμβάνει την ανάλυση και το χρονοπρογραμματισμό των κρίσιμων διαδρομών, την κατανόηση του περιθωρίου, και την αποστολή οδηγιών για το χρόνο έναρξης των δραστηριοτήτων. Ο χρονοπρογραμματισμός των πόρων εξετάζει τις επιπτώσεις που έχουν οι αποφάσεις προγραμματισμού στους πόρους και τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να τροποποιηθούν τα έργα προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι περιορισμοί των πόρων. Ο έλεγχος έργων περιλαμβάνει τον απλό προϋπολογισμό και τη διαχείριση του κόστους σε συνδυασμό με πιο εξελιγμένο έλεγχο της δεδουλευμένης αξίας.

Διαχείριση έργων επιχείρησης (ΔΕΕ)

Λογισμικό το οποίο ενσωματώνει όλες τις κοινές δραστηριότητες της διαχείρισης έργων.



Σχήμα 16.26 Μερικά από τα στοιχεία που είναι ενσωματωμένα στα συστήματα διαχείρισης έργων επιχείρησης.

Όμως, η ΔΕΕ περιλαμβάνει και άλλα στοιχεία. Η κατασκευή μοντέλων έργων συνεπάγεται τη χρήση μεθόδων προγραμματισμού έργων, τη διερεύνηση των εναλλακτικών προσεγγίσεων ενός έργου, τον εντοπισμό σημείων όπου μπορεί να υπάρξει αποτυχία, και την εξέταση των αλλαγών που ίσως πρέπει να γίνουν στο έργο σύμφωνα με μελλοντικά εναλλακτικά σενάρια. Η ανάλυση του χαρτοφυλακίου έργων αναγνωρίζει ότι πολλοί οργανισμοί, πρέπει να διαχειρίζονται συγχρόνως αρκετά έργα. Συνήθως, τα έργα αυτά μοιράζονται κοινούς πόρους. Κατά συνέπεια, οι καθυστερήσεις σε μια δραστηριότητα στο εσωτερικό ενός έργου μπορεί να μην επηρεάζουν μόνο άλλες δραστηριότητες αυτού του έργου, αλλά να έχουν αντίκτυπο και σε εντελώς διαφορετικά έργα τα οποία βασίζονται στους ίδιους πόρους. Τέλος, τα ενοποιημένα συστήματα ΔΕΕ μπορούν να βοηθήσουν την επικοινωνία τόσο στο εσωτερικό ενός έργου όσο και σε εξωτερικούς οργανισμούς που συνεισφέρουν στο έργο. Μεγάλο μέρος αυτής της επικοινωνίας βασίζεται στο Διαδίκτυο. Οι Διαδικτυακές πύλες του έργου μπορούν να δώσουν τη δυνατότητα σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να συναλλάσσονται και να έχουν σαφή εικόνα της τρέχουσας κατάστασης. Η αυτόματη ειδοποίηση για σημαντικά ορόσημα μπορεί να γίνεται με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Στο πιο βασικό επίπεδο, τα διάφορα έγγραφα με τις προδιαγραφές τμημάτων του έργου μπορούν να αποθηκευτούν σε ηλεκτρονική βιβλιοθήκη. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι αυτό το τελευταίο στοιχείο των δυνατοτήτων επικοινωνίας είναι το πιο χρήσιμο μέρος των συστημάτων ΔΕΕ.

Περίληπτικές απαντήσεις σε ερωτήσεις-κλειδιά ???

Τι είναι έργο και τι διαχείριση έργου;

- Έργο είναι ένα σύνολο δραστηριοτήτων με καθορισμένο σημείο έναρξης και καθορισμένη τελική κατάσταση, το οποίο επιδιώκει ένα καθορισμένο στόχο και χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο σύνολο πόρων.
- Όλα τα έργα μπορούν να χαρακτηριστούν από το βαθμό της πολυπλοκότητάς τους και την εγγενή αβεβαιότητά τους.
- Η διαχείριση έργων έχει πέντε στάδια, τέσσερα από τα οποία έχουν σχέση με τον προγραμματισμό και τον έλεγχο έργων:
 - Στάδιο 1 – κατανόηση του περιβάλλοντος του έργου·
 - Στάδιο 2 – προσδιορισμός του έργου·
 - Στάδιο 3 – προγραμματισμός του έργου·
 - Στάδιο 4 – τεχνική εκτέλεση του έργου (δεν αποτελεί τμήμα του προγραμματισμού και ελέγχου έργων)·
 - Στάδιο 5 – έλεγχος έργου.

Γιατί είναι σημαντικό να κατανοήσουμε το περιβάλλον μέσα στο οποίο υλοποιείται ένα έργο;

- Είναι σημαντικό για δύο λόγους. Πρώτον, το περιβάλλον επηρεάζει τον τρόπο διεξαγωγής ενός έργου, συχνά μέσω των ενεργειών των ενδιαφερομένων μερών. Δεύτερον, η φύση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο υλοποιείται ένα έργο είναι ο κύριος προσδιοριστικός παράγοντας της αβεβαιότητας που το περιβάλλει.

Πώς ορίζονται συγκεκριμένα έργα;

- Τα έργα μπορούν να προσδιοριστούν σε σχέση με τους αντικειμενικούς τους στόχους (η τελική κατάσταση την οποία η διαχείριση του έργου προσπαθεί να επιτύχει), την έκταση (το ακριβές εύρος των ευθυνών που αναλαμβάνει η διαχείριση του έργου), και τη στρατηγική (πώς η διαχείριση του έργου σκοπεύει να επιτύχει τους αντικειμενικούς στόχους του έργου).

Τι είναι προγραμματισμός των έργων και γιατί έχει σημασία;

- Ο προγραμματισμός των έργων έχει πέντε στάδια.
 - προσδιορισμός των δραστηριοτήτων του έργου
 - εκτίμηση των χρόνων και των πόρων για τις δραστηριότητες
 - προσδιορισμός της σχέσης και των εξαρτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων
 - προσδιορισμός των περιορισμών του χρονοπρογραμματισμού
 - οριστικοποίηση του χρονοδιαγράμματος.
- Ο προγραμματισμός του έργου έχει ιδιαίτερη σπουδαιότητα όταν η πολυπλοκότητά του είναι μεγάλη. Η διασύνδεση μεταξύ των δραστηριοτήτων, των πόρων, και των χρόνων στα περισσότερα έργα, ειδικά στα πολύπλοκα, είναι τέτοιας μορφής ώστε αν οι πόροι δεν προγραμματιστούν προσεκτικά μπορεί κάποιες φορές να υπερφορτωθούν σοβαρά κατά τη διάρκεια του έργου.

Ποιες τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προγραμματισμό έργων;

- Ο σχεδιασμός δικτύων και τα διαγράμματα Gantt είναι οι πιο συνηθισμένες τεχνικές. Η πρώτη (με τη χρήση είτε της μεθόδου δραστηριότητας-σε-βέλος είτε της μεθόδου δραστηριότητας-σε-κόμβο) είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον υπολογισμό της συνολικής διάρκειας ενός έργου και του βαθμού ευελιξίας ή περιθωρίου των επιμέρους δραστηριοτήτων μέσα σε αυτό. Η πιο κοινή μέθοδος σχεδιασμού δικτύων ονομάζεται μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (ΜΚΔ).
- Η λογική που ενυπάρχει σε ένα διάγραμμα δικτύου μπορεί να μεταβληθεί από τους περιορισμούς των πόρων.
- Τα μοντέλα σχεδιασμού δικτύων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους εντατικοποίησης ενός έργου όπου η διάρκεια των επιμέρους δραστηριοτήτων περιορίζεται.

Τι είναι ο έλεγχος έργων και πώς διενεργείται;

- Η διαδικασία του ελέγχου έργων περιλαμβάνει τριών ειδών αποφάσεις: Πώς να παρακολουθούμε το έργο για να ελέγχεται η πρόοδος του, πώς να αξιολογούμε την απόδοση του έργου συγκρίνοντας τις παρατηρήσεις από την παρακολούθηση με το πρόγραμμα του έργου, και πώς να επεμβαίνουμε στο έργο με σκοπό να κάνουμε τις αλλαγές οι οποίες θα το επαναφέρουν στο πρόγραμμα.
- Ο έλεγχος δεδουλευμένης αξίας αξιολογεί την απόδοση του έργου συνδυάζοντας το κόστος με το χρόνο. Αφορά την αποτύπωση των πραγματικών δαπανών του έργου έναντι της αξίας της εργασίας που έχει ολοκληρωθεί, και τα δύο με τη μορφή του τι είχε προγραμματιστεί και τι συμβαίνει στην πραγματικότητα. Έτσι, μπορούν να εντοπιστούν οι αποκλίσεις τόσο του κόστους όσο και του χρονοπρογραμματισμού.
- Τα συστήματα διαχείρισης έργων της επιχείρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενοποιήσουν όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των έργων.