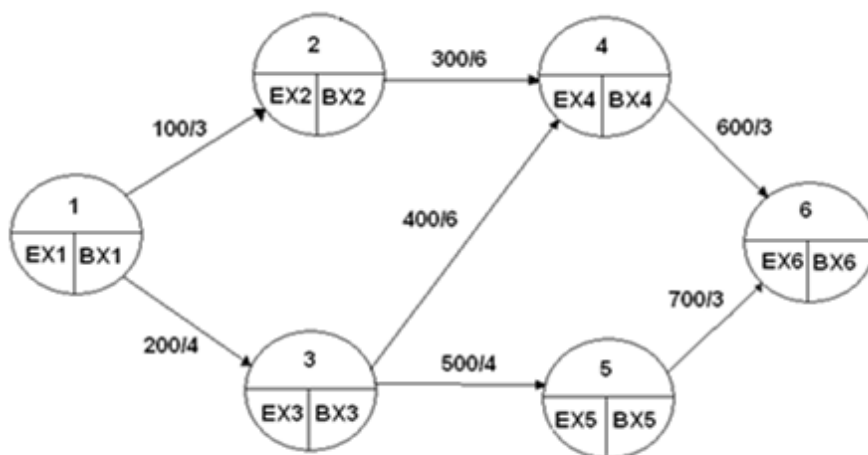




## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



### Διοίκηση – Διαχείριση Έργου



Λιάπης Ιωάννης  
Α. Μ. 3888

Επιβλέπων Καθηγητής: Σοφία Υφαντή

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης  
Τμήμα Μηχανολογίας 2011

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές Έννοιες Διοίκησης Διαχείρισης**

1. Ιστορικά Στοιχεία
- 1.1 Project Management Institute
- 1.2 Βασικές Έννοιες Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου.
- 1.3 Εμπλεκόμενοι στο Έργο
- 1.4 Πόροι Έργου
- 1.5 Υπηρεσίες Έργου
- 1.6 Παράγοντες που επιδρούν στο Έργο
- 1.7 Βασικό Τρίγωνο
- 1.8 Διοίκηση – Διαχείριση Έργου
- 1.9 Υπεύθυνος - Διαχειριστής - Διευθυντής Έργου
- 1.10 Προσωπικές Δεξιότητες Project Manager

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κύκλος Ζωής Έργου**

- 2.1 Φάσεις Έργου
- 2.2 Ανάλυση του Έργου σε Φάσεις (γενική μεθοδολογία)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Δομική Ανάλυση Έργου**

- 3.1 Διεργασίες Διαχείρισης Φάσεων
- 3.2 Δομική Ανάλυση του Έργου WBS

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Οργανωτική Προσέγγιση του Έργου**

- 4.1 Οργάνωση κατά Λειτουργία
- 4.1.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης κατά Λειτουργία
- 4.1.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης κατά Λειτουργία
- 4.2 Οργάνωση κατά Έργο
- 4.2.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης κατά Έργο
- 4.2.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης κατά Έργο
- 4.3 Οργάνωση Τύπου Πίνακα
- 4.3.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης Τύπου Πίνακα
- 4.3.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης Τύπου Μήτρας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Προσέγγιση της Επιλογής και Αξιολόγησης Έργου**

- 5.1 Τεχνικές Επιλογής και Αξιολόγησης Έργου
- 5.1.1 Μη Αριθμητικά Μοντέλα Αξιολόγησης
- 5.1.2 Αριθμητικά Μοντέλα Αξιολόγησης
- 5.1.2.1 Περίοδος αποπληρωμής (Payback Period)
- 5.1.2.2 Επιστροφή επένδυσης (Return On Investment – ROI)
- IRR)
- 5.1.2.3 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value – NPV)



5.1.2.4 Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης (Internal Rate of Return – IRR)

5.1.2.5 Βαθμολόγηση με Συντελεστές (Weighted Scoring)

5.1.2.6 Ανάλυση του Νεκρού Σημείου (Break – Even Analysis)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Χρονικός Προγραμματισμός**

6.1 Γενικά

6.2 Σχέσεις μεταξύ Δραστηριοτήτων

6.3 Δίκτυο Έργου

6.3.1 Τοξωτά Δίκτυα

6.3.2 Κομβικά Δίκτυα

6.4 Το Διάγραμμα Gantt

6.5 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (CPM)

6.5.1 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (Τοξωτό Δίκτυο)

6.5.2 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (Κομβικό Δίκτυο)

6.6 Μέθοδος PERT

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προσέγγιση του Προγραμματισμού των Πόρων**

7.1 Αναλώσιμοι Πόροι

7.2 Μη Αναλώσιμοι Πόροι (Εξοπλισμός)

7.2.1 Απαξίωση και απόσβεση μηχανών

7.3 Μέθοδοι Υπολογισμού Απόσβεσης Μηχανών

7.3.1 Μέθοδος της Σταθερής Απόσβεσης

7.3.2 Φθίνουσα ή με Συντελεστή Επιβράδυνσης Απόσβεση

7.3.3 Μέθοδος της Τοκοχρεωλυτικής Απόσβεσης

7.4. Απόδοση, Κόστος και Ποιότητα Πόρων

7.4.1 Σχεδιασμός ή Προγραμματισμός Πόρων

7.4.2 Σχεδιασμός με Χρονικό Περιορισμό

7.5 Προμήθεια και Διαθεσιμότητα

7.5.1 Σχεδιασμός με Περιορισμό Χρήσης Πόρων

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Οικονομική Προσέγγιση Έργου**

8.1 Ρόλος του Άμεσου και Έμμεσου Κόστους

8.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Προϋπολογισμού

8.3 Μορφές προϋπολογισμών

8.4 Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους

8.5 Χρονική Εξέλιξη του Συνολικού Κόστους

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Διαχείριση Ποιότητας**

9.1 Διαχείριση Ολικής Ποιότητας

- 9.2 Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance)
  - 9.2.1 ISO 9000
  - 9.2.2 Ιδιαιτερότητες του ISO 9000 στις Τεχνικές Εταιρίες.
- 9.3 Δείγμα Εγχειριδίου Ποιότητας
  - 9.3.1 Πολιτική Ποιότητας Εταιρίας
  - 9.3.2 Ιστορικό της Επιχείρησης
  - 9.3.3 Σκοπός του Εγχειριδίου Ποιότητας
  - 9.3.4 Δομή του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας
  - 9.3.5 Απαιτήσεις του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας
  - 9.3.6 Κατάλογος Διαδικασιών Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας
- 9.4 Εργαλεία της Διαχείρισης Ποιότητας
  - 9.4.1 Ανάλυση Ωφέλειας / Κόστους (Benefit / Cost Analysis)
  - 9.4.2 Συγκριτική Αξιολόγηση (Benchmarking)
  - 9.4.3 Κατάλογοι Ελέγχου (Checklists)
  - 9.4.4 Διάγραμμα Ροής (Flowcharts)
  - 9.4.5 Επιθεώρηση (Inspection)
  - 9.4.6 Πίνακες Δεδομένων (Data Tables)
  - 9.4.7 Ανάλυση του Pareto (Pareto Analysis)
  - 9.4.8 Διαγράμματα Διασποράς (Scatter Diagrams)
  - 9.4.9 Εκτίμηση Αξιοπιστίας Συστήματος (Systems Reliability Estimation)
  - 9.4.10 Χρήση Θεωρίας Πιθανοτήτων και Στατιστικής

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Διαχείριση Κινδύνων**

- 10.1 Αναγνώριση Κινδύνων
- 10.2 Συμπτώματα κινδύνων
- 10.3 Βασικές Κατηγορίες Κινδύνων
- 10.4 Ποσοτική Αποτίμηση Κινδύνων
  - 10.4.1 Πιθανότητα εμφάνισης απειλής
- 10.5 Ευπάθεια Μέσου Προστασίας
- 10.6 Στατιστικά Σύνολα (Statistical Sums)
- 10.7 Κόστος και Ωφέλεια Μέσων Προστασίας
  - 10.7.1 Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας
  - 10.7.2 Λήψη Αποφάσεων σε Συνθήκες Κινδύνου (Decision Make Under Risk)
  - 10.7.3 Κριτήριο της Αναμενόμενης Αξίας (Expected Value)
  - 10.7.4 Κριτήριο της Αναμενόμενης Απώλειας Ευκαιρίας (Expected Opportunity Loss).
  - 10.7.5 Κριτήριο Αναμενόμενης Χρησιμότητας (Expected Unity)
  - 10.7.6 Κριτήριο του Hurwics

## **Βιβλιογραφία**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές Έννοιες Διοίκησης Διαχείρισης

### 1 Ιστορικά Στοιχεία<sup>1</sup>

Πατέρας του γνωστικού πεδίου της διαχείρισης έργων θεωρείται ο Χένρι Γκαντ, Αμερικανός μηχανικός και κοινωνικός επιστήμονας, ο οποίος εισήγαγε τις αρχές του προγραμματισμού και ελέγχου στη διαχείριση έργων. Το γνωστό διάγραμμα Γκαντ, ένα ραβδόγραμμα που παρουσιάζει τις δραστηριότητες του έργου, ονομάστηκε έτσι από αυτόν. Ο Γκάντ μαζί με τον Φρέντερικ Τέιλορ έθεσαν τις θεμέλιες αρχές της διαχείρισης έργων. Ο Τέιλορ έθεσε τις αρχές της επιστημονικής διαχείρισης (scientific management).

Οι σύγχρονες αρχές της διαχείρισης έργων οι οποίες έκαναν τη διαχείριση έργων ένα διακριτό γνωστικό αντικείμενο αλλά και ένα επάγγελμα αναπτύχθηκαν την δεκαετία του 1950. Την δεκαετία αυτή αναπτύχθηκαν δύο βασικά μαθηματικά μοντέλα χρονοπρογραμματισμού δραστηριοτήτων, οι μέθοδοι PERT και CPM οι οποίες αποτέλεσαν σταθμό στη διαχείριση έργων.

Η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique) αναπτύχθηκε από το Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών για το έργο για της ανάπτυξης των πυραυλικών συστημάτων Polaris. Αντίστοιχα η μέθοδος CPM (Critical Path Method) γνωστή στα ελληνικά και ως μέθοδος κρίσιμου διαδρομής αναπτύχθηκε από τις εταιρείες DuPont Corporation και Remington Rand Corporation με σκοπό την διαχείριση έργων συντήρησης. Η διάδοση και αποδοχή των μεθόδων αυτών έγινε με ταχύτατο τρόπο έτσι ώστε σήμερα αποτελούν βασικές μεθόδους για τη διαχείριση έργων.

Σήμερα ο χώρος της διαχείρισης έργων θεωρείται ιδιαίτερα αναπτυγμένος και προσελκύει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο στον ιδιωτικό, δημόσιο τομέα όσο και στην ακαδημαϊκή κοινότητα. Απόδειξη του γεγονότος αυτού αποτελεί η ύπαρξη πολλών και ιδιαίτερα δραστήριων διεθνών οργανισμών που έχουν ως στόχο την ανάπτυξη του γνωστικού πεδίου της διαχείρισης έργων. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν οι International Project Management Association (IPMA) και το Project Management Institute (PMI).

---

[http://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Project_management) "Project Management from Wikipedia" 1 / 8 / 2010



*Henri Fayol (1841 – 1925)*



*Henry Gantt (1861- 1919)*

### 1.1 Project Management Institute (PMI) <sup>2</sup>



Το **Project Management Institute (PMI)** ιδρύθηκε ως εταιρεία από πέντε εθελοντές το 1969. Η έδρα του είναι η Newtown Square, έξω από την Φιλαδέλφεια στην Πενσυλβάνια των ΗΠΑ. Έχει δημοσιεύσει πρότυπα σχετικά με τη διαχείριση έργων, και διαχειρίζεται αρκετά επίπεδα της πιστοποίησης διαχείρισης έργων.

Όταν ξεκίνησε η προσπάθεια ενεργοποίησης του [PMI-GREECE] PMI Athens, Greece Chapter το 2004, μια μικρή ομάδα ανθρώπων πίστεψε ότι η δημιουργία επιστημονικού σωματείου στην Ελλάδα ήταν εφικτή και ενδεδειγμένη. Έτσι, στην προσπάθεια για την διάδοση των αρχών του Project Management στην Ελλάδα ώστε τα έργα να παραδίδονται on-time, on-budget και on-specs, ιδρύθηκε στις 8/6/2006 το PMI Athens, Greece Chapter ως Ελληνικό Παράρτημα του Project Management Institute (PMI) μετά από συλλογικές προσπάθειες 3 ετών. Το PMI-GREECE είναι μη κυβερνητικό, μη κερδοσκοπικό, επιστημονικό σωματείο και λειτουργεί από το 2004 ως το [Ελληνικό Παράρτημα του Project Management Institute - PMI®]

<sup>2</sup> [http://el.wikipedia.org/wiki/Project\\_Management\\_Institute](http://el.wikipedia.org/wiki/Project_Management_Institute) “Βικιπαίδεια”. Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. 1 / 8 / 2010



Σήμερα το PMI-GREECE διαθέτει 360 μέλη που αντιπροσωπεύουν 230 εταιρείες από όλους σχεδόν τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας στην Ελλάδα (πληροφορική, telecommunications, κατασκευές, τράπεζες, δημόσιο, τοπική αυτοδιοίκηση, κλπ.). Αξίζει να τονισθεί ότι το 2004 το PMI διέθετε μόνο 30 μέλη από την Ελλάδα ενώ από το έτος 2000 έχουν διατελέσει ως μέλη του PMI περίπου 800 επαγγελματίες της διαχείρισης έργων από την Ελλάδα.

## 1.2 Βασικές Έννοιες Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου.<sup>3</sup>

Η **εργασία (work)**, η οποία παράγεται από έναν **οικονομικό οργανισμό (organization)** είναι αποτέλεσμα **λειτουργιών (operations)** και **έργων (projects)**.

**Έργο** είναι μια χρονικά περιορισμένη προσπάθεια για τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος ή μιας μοναδικής υπηρεσίας, ενώ, λειτουργία είναι μια χρονικά συνεχής και επαναλαμβανόμενη προσπάθεια .

**Για παράδειγμα** ένας κατασκευαστικός οργανισμός έχει ως αντικείμενο την ανέγερση κτιρίων. Η ανέγερση κτιρίων αποτελεί λειτουργία (χρονικά συνεχής και επαναλαμβανόμενη). Η ανέγερση ενός συγκεκριμένου κτιρίου αποτελεί έργο (ορισμένη χρονική διάρκεια , μοναδικό προϊόν). Το έργο επομένως αποτελεί μέρος της λειτουργίας.

Ένα έργο απαιτεί σχεδιασμό, έλεγχο, διαχείριση προσωπικού κτλ.. που αποτελούν λειτουργίες. Δηλαδή το έργο διαθέτει τις δικές του λειτουργίες. Οι επαναλαμβανόμενες προσπάθειες οι οποίες αποτελούν έργα , είτε ένα σύνολο έργων που σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους, αποτελούν τα συστατικά της έννοιας του **Προγράμματος (program)**.

**Για παράδειγμα** το πρόγραμμα Απόλλων της NASA, που αποτελείτο από πολλά έργα τα οποία όλα αποσκοπούσαν στο πώς ο άνθρωπος θα πατούσε στη Σελήνη.

Στη σημερινή εποχή, στους οργανισμούς, αναπτύσσεται όλο και περισσότερο η εργοκεντρική αντίληψη διοίκησης, δηλαδή **‘Η Διοίκηση μέσω έργων (Management by project)’**, που βασίζεται στην υποκατάσταση λειτουργιών από έργα..

**Για παράδειγμα**, η μηνιαία έκδοση ενός περιοδικού αποτελεί και έργο και επομένως η συνεχής εκδοτική λειτουργία μπορεί να υποκατασταθεί από διοίκηση

<sup>3</sup> Δημητριάδης Α. ‘Διοίκηση – Διαχείριση Έργου’, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.

κατά έργο (μηνιαία προσπάθεια για κάθε τεύχος ξεχωριστά). Σε ορισμένες περιπτώσεις η ωφέλεια η οποία αποκομίζεται είναι εντυπωσιακή.

Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί στη βιομηχανία η μέθοδος παραγωγής που ονομάζεται **just in time - JIT** (στο χρόνο που πρέπει). Έστω ότι μια βιομηχανία παράγει κάποιο προϊόν. Με την κλασική μέθοδο η παραγωγή του προϊόντος είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη (λειτουργία). Ο διαχωρισμός των προϊόντων σε παρτίδες που στέλνονται σε κάθε πελάτη γίνεται εκ των υστέρων. Σύμφωνα με την μέθοδο **JIT**, οργανώνεται και παράγεται κάθε φορά ακριβώς μια συγκεκριμένη παρτίδα (φουρνιά) προϊόντων, που απευθύνεται σε συγκεκριμένους πελάτες. Άρα η παραγωγική διαδικασία γίνεται τώρα κατά έργο, δηλαδή τη συγκεκριμένη παρτίδα (φουρνιά).

Σύμφωνα με μελέτη της διεθνούς λογιστικής εταιρίας **Arthur Andersen and Co**, η εφαρμογή της Just in time σε αριθμό επιχειρήσεων είχε ως όφελος τη μείωση:

- Αποθεμάτων ημι – κατεργασμένων προϊόντων κατά 90%
- Χρόνου παραγωγής ενός προϊόντος κατά 90%
- Ακατάλληλων και ανακατασκευασμένων προϊόντων κατά 80%
- Χρόνου προετοιμασίας των μηχανών κατά 75%
- Χώρου εγκαταστάσεων και αποθηκών κατά 50%
- Άμεσης και έμμεσης εργασίας κατά 20%

### 1.3 Εμπλεκόμενοι στο Έργο<sup>4</sup>

Το έργο αποτελεί προϊόν της ανάγκης. Προορισμός του είναι η βελτίωση μιας υπάρχουσας κατάστασης, η οποία δεν κρίνεται ικανοποιητική ή να δημιουργήσει μια ολοκληρωτικά νέα κατάσταση με νέες ευκαιρίες. Σ' αυτήν την προσπάθεια εμπλέκονται διαφορετικοί άνθρωποι και κοινωνικές ομάδες, με συχνά διαφορετικές βλέψεις σε σχέση με το έργο, οι οποίοι όμως αποτελούν την προϋπόθεση για να υπάρξει το έργο. Καλούνται 'οι εμπλεκόμενοι στο έργο' ή 'τα ενδιαφερόμενα μέρη' και οι σπουδαιότεροι αυτών είναι:

---

<sup>4</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.





- **Ο κύριος του έργου (Project Owner)**, δηλαδή ο οργανισμός για τον οποίο γίνεται το έργο, για τον οποίο καταρτίζεται η σύμβαση και ο οποίος θέτει τους όρους εκτέλεσης του έργου.
- **Ο οργανισμός υλοποίησης ή φορέας υλοποίησης του έργου (Implementing Organization)**, ο οποίος αναλαμβάνει την υλοποίηση του έργου, στον οποίο ανήκουν οι Εργολήπτες ή Ανάδοχοι του έργου (Contractors)
- **Η αναθέτουσα αρχή (Contracting Authority)**, η οποία αναθέτει το έργο με κάποια διαδικασία (άμεση ανάθεση, διαγωνισμός κτλ.) στο Φορέα υλοποίησης, εφόσον φυσικά πρόκειται για δημόσιο έργο.
- **Οι χρηματοδότες του έργου (Financiers, Sponsors)**, οι οποίοι πληρώνουν τις δαπάνες του έργου.
- **Οι ωφελούμενοι ή χρήστες ή πελάτες του έργου (Project users and customers)**, οι οποίοι είτε είναι αποδέκτες του προϊόντος του έργου είτε χρησιμοποιούν το προϊόν του έργου. Το πόσο καλά το προϊόν του έργου καλύπτει τις απαιτήσεις των χρηστών του, εκφράζεται από την Ικανοποίηση των Χρηστών (User Satisfaction), που αποτελεί και δείκτη ποιότητας του προϊόντος του έργου.

Ένα έργο μπορεί να εκτελείται με τα ίδια μέσα του κυρίου του έργου ή να χρησιμοποιεί ανάδοχο. Στην περίπτωση ενός δημόσιου έργου κύριος, αλλά και αναθέτουσα αρχή είναι η πολιτεία με τα αντίστοιχα όργανά της και ωφελούμενοι ή χρήστες του έργου θα πρέπει να είναι το κοινωνικό σύνολο. Χρηματοδότης μπορεί να είναι το δημόσιο, αλλά μπορεί να είναι και ιδιώτες (**Συγχρηματοδοτούμενο έργο – Co financed Project**), ή αποκλειστικά ιδιώτες με αντάλλαγμα την αποκλειστική εκμετάλλευση του προϊόντος του έργου για κάποια χρόνια (πχ αεροδρόμια Ελ. Βενιζέλος). Ανάδοχοι του έργου μπορεί να είναι, είτε αποκλειστικά δημόσιοι φορείς είτε αποκλειστικά ιδιωτικοί φορείς, είτε συνεργασία μεταξύ τους. Ανάδοχος μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι (κοινοπραξία).

## 1.4 Πόροι Έργου<sup>5</sup>

Η διεξαγωγή ενός έργου συνδέεται άμεσα με την έννοια των **Πόρων (Resources)**. Σε κάθε έργο εμπλέκονται περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με το αντικείμενο του έργου:

- **Ανθρώπινοι πόροι (Human resources)**
- **Εξοπλισμός (Equipment)**, δηλαδή οι μηχανές και τα εργαλεία.
- **Αναλώσιμοι πόροι (Consumable Resources)**, δηλαδή κάθε τι που καταναλώνεται στο έργο και που χρεώνεται άμεσα στο έργο. (πρώτες ύλες, τροφή, ένδυση εργαζομένων κτλ). Ιδιαίτερο ρόλο και σημασία παίζουν τα υλικά, η αλλιώς υλικοί πόροι (materials).

## 1.5 Υπηρεσίες Έργου

**Υπηρεσίες (Services)**, καλύπτουν στο έργο ανάγκες, που δεν καλύπτουν οι πόροι του (ΟΤΕ, ΔΕΗ εξωτερικά συνεργεία καθαριότητας κτλ).

Το κόστος από την χρήση των πόρων και των υπηρεσιών του έργου αποτελούν το **κόστος του έργου (Project cost)** και τα απαιτούμενα κεφάλαια για την ικανοποίηση του κόστους του έργου αποτελούν τους **οικονομικούς πόρους (financial resources)** του έργου. Η εκ των προτέρων προσεγγιστική εκτίμηση του κόστους του έργου και η λογιστική του ανάλυση δημιουργεί τον **Προϋπολογισμό (Budget)** του έργου.

## 1.6 Παράγοντες που Επιδρούν στο Έργο

Ένα από τα συνηθέστερα προβλήματα των έργων είναι οι έντονες αντιπαραθέσεις που δημιουργούνται, είτε το έργο είναι μικρό, ιδιωτικό, είτε μεγάλο. Αυτό θεωρείται απόλυτα φυσικό, δεδομένου ότι με το έργο και το παραγόμενο προϊόν του, δημιουργούνται νέες καταστάσεις με πολυσύνθετες συχνά συνέπειες.

Οι βασικότεροι παράγοντες που, σηματοδοτούν το έργο, τόσο ως προσπάθεια, όσο και ως παραγόμενο προϊόν, είναι οι εξής:

- 
- <sup>5</sup> Δημητριάδης Α. ‘Διοίκηση – Διαχείριση Έργου’, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.
  - Σεραφεΐμ Πολύζος ‘Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές’ Εκδόσεις Κριτική 1η έκδοση Οκτώβριος 2004



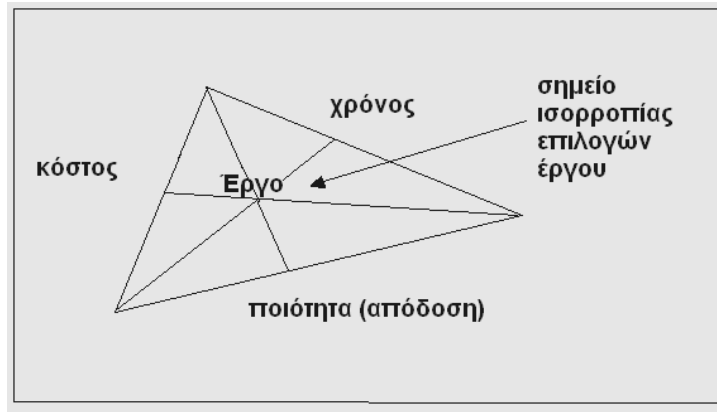
- **Οικονομικός παράγων**, που αφορά το ύψος του κόστους του έργου. Ποιός θα πληρώσει το έργο, ποιός θα εισπράξει την ωφέλεια του, πως κοστολογήθηκε το έργο κτλ..
- **Χρονικός παράγων**, που αφορά την χρονική διάρκειά του έργου. Χρόνος και κόστος είναι 2 παράγοντες στενά συνδεδεμένοι. Ο χρόνος είναι συνάρτηση του κόστους και το κόστος συνάρτηση της ποιότητας. Χρόνος – κόστος – ποιότητα , αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα αγκάθια του έργου.
- **Ποιοτικός παράγων**, που χαρακτηρίζει την ποιότητα του έργου.
- **Εργασιακός παράγων**, που αποτελεί την ραχοκοκαλιά του έργου.
- **Κοινωνικός παράγων**, που επηρεάζεται από τους εκάστοτε νόμους , κανόνες , αντιλήψεις, γεωφυσικές συνθήκες κτλ..του εκάστοτε μέρους που λαμβάνει χώρα το έργο.
- **Θεσμικός και νομικός παράγων**, που εκφράζεται από τους κανονισμούς και νόμους του κράτους και έχουν στενή επαφή με τα πρότυπα του έργου.

### 1.7 Βασικό Τρίγωνο

Τρία βασικά χαρακτηριστικά που αποτελούν δείκτη για το αν το έργο είχε θετικό η αρνητικό αποτέλεσμα είναι τα εξής:

- **Χρόνος (time)**. Η τήρηση των χρονικών δεσμεύσεων.
- **Κόστος (cost)**. Η τήρηση του προϋπολογισμού του έργου.
- **Ποιότητα (quality)**. Η τήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών του έργου.

Αυτοί οι 3 δείκτες είναι συχνά ανταγωνιστικοί διότι η απαρέγκλιτη τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων μπορεί να οδηγήσει σε κοστολογική υπέρβαση ή σε εκπτώσεις στην απόδοση, ενώ η απαρέγκλιτη τήρηση του προϋπολογισμού μπορεί να οδηγήσει σε εκπτώσεις της απόδοσης και σε χρονικές υπερβάσεις παράλληλα και η απαρέγκλιτη τήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών μπορεί να οδηγήσει σε κοστολογική ή και χρονική υπέρβαση. Σύμφωνα με ορισμένους Project Managers σ' αυτά τα 3 χαρακτηριστικά θα πρέπει να προστεθεί κι άλλο ένα τέταρτο χαρακτηριστικό, το **αντικείμενο (scope)** δηλαδή του έργου.



**Γράφημα 1.1:** Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης ‘Κόστος – Χρόνος – Ποιότητα.’ [ Α. Δημητριάδης 2009]

Αυτό υποχρεώνει τους εμπλεκόμενους στο έργο να καθορίσουν από την αρχή του έργου μια γενική στρατηγική επιλογή, που αφορά αυτούς τους δείκτες. Σε γενικές γραμμές εμφανίζονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- Καθορίζεται από την αρχή του η ιεραρχική προτεραιότητα κάθε ενός από τους 3 παράγοντες, ανάλογα με το αντικείμενο του έργου (πχ κυρίαρχος παράγοντας το κόστος, στη συνέχεια η ποιότητα και τελικά ο χρόνος). Έτσι ο δεύτερος και ο τρίτος σε σημασία παράγοντας θα πρέπει να προσαρμόζονται ιεραρχικά στις απαιτήσεις του πρώτου σε σημασία παράγοντα, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Για παράδειγμα σ’ ένα έργο που θα πρέπει να είναι έτοιμο σε δεδομένη και μη καθυστερήσιμη ημερομηνία, η ποιότητα και το κόστος θα πρέπει να υποταχθούν στο χρόνο διαφορετικά το έργο δεν έχει νόημα.
- Επιδιώκεται η εύρεση της χρυσής τομής της αλληλοεπίδρασης των τριών αυτών παραγόντων. Σε μια τέτοια περίπτωση οι γενικότερες περιστάσεις καθορίζουν ποιιά σχέση ισορροπίας μεταξύ αυτών των παραγόντων κρίνεται κάθε φορά ως καλύτερη. Με άλλα λόγια επιδιώκεται η εκτέλεση του έργου κατά το δυνατόν:
  - i. Πλησιέστερα στις προθεσμίες
  - ii. Πλησιέστερα στον προϋπολογισμό
  - iii. Πλησιέστερα στις ποιοτικές προδιαγραφές



## 1.8 Διοίκηση – Διαχείριση Έργου<sup>6</sup>

Όπως φαίνεται από τα προαναφερθέντα η πορεία ενός έργου, από την αρχή του μέχρι το τέλος του, χαρακτηρίζεται από επικινδυνότητα, αβεβαιότητα και διαρκή εξισορρόπηση αντιμαχόμενων προβλημάτων, απόψεων και απαιτήσεων. Κοινός στόχος όλων των εμπλεκόμενων στο έργο είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων και των προσδοκιών τους. **Η προσέγγιση αυτού του στόχου αποτελεί και το αντικείμενο της Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου (Project Management).**

**Γενικά, Project Management είναι η εφαρμογή γνώσεων, δεξιοτήτων, εργαλείων και τεχνικών, έτσι ώστε οι δραστηριότητες του έργου να κατευθύνονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο προς την ικανοποίηση των αναγκών και των προσδοκιών των εμπλεκόμενων στο έργο.**

Προτυποποιημένες γνώσεις και δεξιότητες που διαμορφώθηκαν από επαγγελματικές ενώσεις από όλο τον κόσμο καλούνται **‘Κορμοί Γνώσεων για την Διοίκηση – Διαχείριση Έργου (Project Management Body of Knowledge, PMBOK)’**.

Σκοπός του Οδηγού PMBOK είναι ο προσδιορισμός του υποσυνόλου των Βασικών Γνώσεων στην Διοίκηση Έργων, το οποίο είναι γενικά αποδεκτό ως σωστή πρακτική. Ο οδηγός PMBOK παρέχει επίσης ένα κοινό λεξιλόγιο για συζήτηση, συγγραφή και εφαρμογή της διοίκησης έργων.

Οι πιο γνωστοί κορμοί γνώσεων για την διοίκηση – διαχείριση έργου είναι:

- Ο κορμός γνώσεων της Ένωσης Διαχειριστών έργων του Ηνωμένου Βασιλείου (APM’s BOK, Body of Knowledge, Association of Project Managers UK)
- Ο κορμός γνώσεων του Ινστιτούτου Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου των Ηνωμένων Πολιτειών (PMI’s PMBOK, Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, USA)
- Ο κορμός γνώσεων της διεθνούς Ένωσης Διαχειριστών Έργου (IAPM’s BOK, Body of Knowledge, International Association of Project Managers).

<sup>6</sup> Δημητριάδης Α. ‘Διοίκηση – Διαχείριση Έργου’, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.

Οι τεχνικές δεξιότητες<sup>7</sup> που χρησιμοποιούνται βασίζονται σε 9 γνωστικές περιοχές του **Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)** που εκδίδεται από το **Project Management Institute® (PMI)**:

Αυτές οι εννιά (9) γνωστικές περιοχές του **PMBOK®** είναι οι κάτωθι:

- Διοίκηση Ολοκλήρωσης του project (Project Integration Management)
- Διοίκηση Φυσικού Αντικειμένου του project (Project Scope Management)
- Διοίκηση Χρονοδιαγράμματος Project (Project Time Management)
- Διοίκηση Κόστους του project (Project Cost Management)
- Διοίκηση Ποιότητας του project (Project Quality Management)
- Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων του project (Project Human Resource Management)
- Διοίκηση Επικοινωνιών του project (Project Communications Management)
- Διοίκηση Κινδύνων του project (Project Risk Management)
- Διοίκηση Προμηθειών του project (Project Procurement Management)

Επιπλέον υπάρχουν 4 γνωστικές περιοχές που εστιάζουν μόνο στα κατασκευαστικά έργα:

- Διοίκηση Ασφάλειας του project (Project Safety Management)
- Διοίκηση Περιβαλλοντολογικών Επιπτώσεων του project (Project Environmental Management)
- Οικονομική Διοίκηση του project (Project Financial Management)
- Διοίκηση Απαιτήσεων του project (Project Claim Management)

Αυτές οι 9 γνωστικές περιοχές του **PMBOK®** αποτελούνται από 42 συνολικά **Processes (Διεργασίες)** που ανήκουν σε 5 κατηγορίες διεργασιών (Process Groups).

- Initiating (Εναρξη)
- Planning (προγραμματισμός)
- Executing (εκτέλεση)
- Controlling (έλεγχος) και

---

<sup>7</sup> Θεοφάνης Κ. Γιώτης “Η Επιστήμη για το πώς Κάνουμε Πράγματα!”  
<http://www.omikron.tv/magazine/index.php/genika/400-2008-09-08-18-56-55>



- Closing (κλείσιμο)

### 1.9 Υπεύθυνος - Διαχειριστής - Διευθυντής Έργου<sup>8</sup>

Σε κάθε έργο πρέπει να υπάρχει ένας Υπεύθυνος ή Διαχειριστής ή Διευθυντής, ο οποίος έχει επικρατήσει διεθνώς να αποκαλείται με τον αγγλικό ρόλο **Project Manager**. Ο ρόλος του μπορεί να είναι ισχυρός χαλαρός ή συντονιστικός ανάλογα με το αντικείμενο του έργου, την οργανωτική υποδομή του εργολήπτη κλπ.. Σε ορισμένες περιπτώσεις έργων, τα οποία, είτε είναι καινοτόμα, είτε πολύπλοκα και υψηλού κινδύνου στήριγμα του project manager αποτελεί η Διευθύνουσα **Επιτροπή (ή Υπηρεσία, σε δημόσια έργα) του Έργου (Project Steering Committee)**. Αποτελείται από στελέχη του εργολήπτη οργανισμού (Διευθυντές, τμηματάρχες, Προϊστάμενους, τον Project Manager, και άτομα κλειδιά του έργου κτλ.), αλλά και άτομα έξω από αυτήν (ειδικούς τεχνικούς συμβούλους κλπ). Έχει την ευθύνη και την λήψη ιδιαίτερα σημαντικών αποφάσεων.

### 1.10 Προσωπικές Δεξιότητες Project Manager<sup>9</sup>

Η έκδοση του **PMI® «Project Manager Competency Development (PMCD) Framework»**, περιγράφει 6 κατηγορίες προσωπικών ικανοτήτων που πρέπει να έχει ένας Project Manager.

Αυτές είναι:

- Επιτυχίας & Ενέργειας (Achievement & Action)
- Βοήθειας & Ανθρώπινης Προσφοράς (Helping & Human Service)
- Επίδρασης & Επιρροής (Impact & Influence)
- Διοικητικές (Managerial)
- Γνώσης (Cognitive)
- Προσωπικής Αποτελεσματικότητας (Personal Effectiveness)

• <sup>8</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου , Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.

• <sup>9</sup> Θεοφάνης Κ. Γιώτης “Η Επιστήμη για το πώς Κάνουμε Πράγματα!”  
<http://www.omikron.tv/magazine/index.php/genika/400-2008-09-08-18-56-55>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κύκλος Ζωής Έργου

Τα χαρακτηριστικά όλων των έργων είναι ότι έχουν αρχή, διάρκεια και τέλος. Ως αρχή μπορεί να θεωρηθεί η χρονική στιγμή σύλληψης της ιδέας για την κατασκευή του, ενώ ως τέλος η παράδοση στο χρήστη έτοιμου προς λειτουργία. Το χρονικό διάστημα από την αρχή μέχρι το τέλος ενός έργου αναφέρεται ως κύκλος ζωής του έργου.

### 2.1 Φάσεις Έργου<sup>10</sup>

Κάθε έργο χωρίζεται σε διαφορετικές **Φάσεις (Phases)**, **Διαδικασίες (Activities)**, ή ακόμα και υποδιαδικασίες προκειμένου να γίνει πιο εύκολη η υλοποίησή του. Ορισμένες δραστηριότητες μπορούν να εκτελούνται και ταυτόχρονα με σκοπό τη γρηγορότερη διεκπεραίωση της φάσης.

Για παράδειγμα, το έργο ανέγερσης ενός κτιρίου μπορεί να αποτελείται από τις εξής παρακάτω φάσεις:

<b>i.</b>	Μελέτες
<b>ii.</b>	Εκσκαφή
<b>iii.</b>	Θεμελίωση
<b>iv.</b>	Τοιχοποιία
<b>v.</b>	Φινίρισμα
<b>vi.</b>	Παράδοση

Κάθε φάση χαρακτηρίζεται από την ολοκλήρωση κάποιων επιμέρους στόχων, η οποία καταλήγει σε σχέδια, πρότυπα, προδιαγραφές, ενδιάμεσα προϊόντα ή υπηρεσίες, συμπεράσματα, τα οποία καλούνται **Παραδοτέα (Deliverables)** και τα οποία αποτελούν μέρος της διαδικασίας, με την οποία διασφαλίζεται ότι υπάρχει απόλυτος καθορισμός του έργου. Τα παραδοτέα αποτελούν σημεία ελέγχου μεταξύ των εμπλεκόμενων στο έργο, που δίνει τη δυνατότητα να διαπιστωθεί αν το έργο εξελίσσεται σύμφωνα με τις κοινές επιδιώξεις.

«Παράδειγμα, ο προϋπολογισμός του κόστους του έργου αποτελεί ένα παραδοτέο της φάσης του σχεδιασμού.»

---

• <sup>10</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.





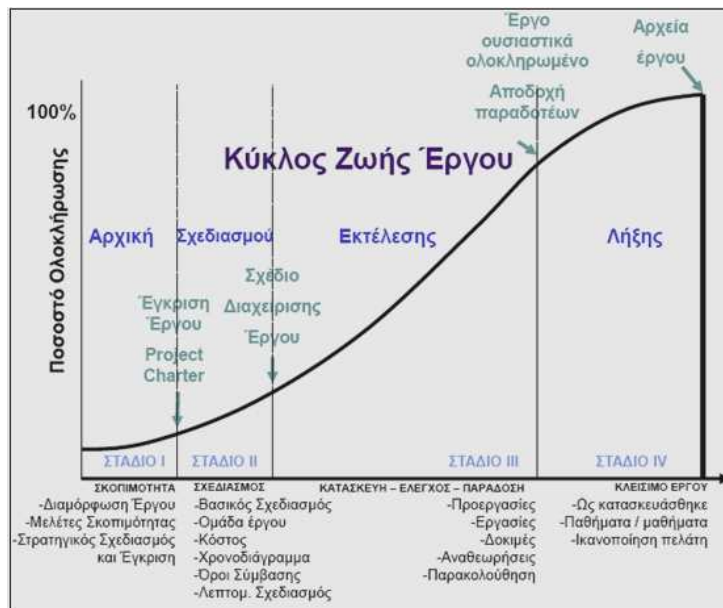
Το σύνολο των φάσεων ενός έργου, που το καθορίζουν πλήρως από την αρχή μέχρι το τέλος του, ονομάζεται **Κύκλος Ζωής του έργου (Project life cycle)**.

## 2.2 Ανάλυση του Έργου σε Φάσεις (γενική μεθοδολογία)<sup>11</sup>

Σύμφωνα με τη λογική θεώρηση, στην διάρθρωση κάθε έργου μπορεί να διακρίνονται πάντα οι ακόλουθες τέσσερις φάσεις:

- i. **Σύλληψη του έργου**, που αποτελεί και την έναρξη ζωής του έργου. Ξεκινώντας από την επιθυμία για την ικανοποίηση κάποιας ανάγκης ή την εκμετάλλευση κάποιας ευκαιρίας, μια αρχική ιδέα εξετάζεται από διαφορετικές σκοπιές. Παραδοτέα αυτής της φάσης αποτελούν :
  - Ο καθορισμός του έργου (**Project definition**)
  - Η μελέτη σκοπιμότητας (**Feasibility study**)
- ii. **Σχεδιασμός του έργου**, Αρχικά γίνεται η γενική μελέτη του έργου, η οποία καλύπτει τη χρονική, τεχνική, οικονομική και ποιοτική πλευρά του (χρονοπρογραμματισμός εργασιών αποτίμηση απαιτήσεων σε ανθρώπους, εξοπλισμό, υλικά, ποιοτικές προδιαγραφές, μελέτη κινδύνων, προϋπολογισμός του κόστους κλπ.). Με τον χρόνο η γενική μελέτη γίνεται λεπτομερής και καταλήγει στο Σχέδιο του έργου ή Σχέδιο δράσης (Project plan).
- iii. **Παραγωγή ή Εκτέλεση του Έργου**. Είναι η φάση που οι εκτιμήσεις των μελετών αντικαθίστανται από τα πραγματικά δεδομένα και που προσαρμόζονται στις πραγματικές απαιτήσεις, όπως αυτές εκδηλώνονται σε καθημερινή βάση. Εκεί δοκιμάζεται η ποιότητα της μελέτης, η οργανωτική υποδομή του έργου, οι επιλογές των ανθρώπων, εξοπλισμού και αναλώσιμων πόρων.
- iv. **Θέση σε λειτουργία και παράδοση**. Αυτή η φάση αποτελεί σημαία ότι το έργο εκτελέστηκε στη βάση του σχεδίου δράσης, ότι εκπληρώθηκαν όλες οι συμβατικές υποχρεώσεις, ότι δεν υπάρχουν κανενός είδους εκκρεμότητες και ότι το παραγόμενο προϊόν είναι άμεσα λειτουργικό και αξιόπιστο.

<sup>11</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.



Σχήμα 2.1 Αναπαράσταση Κύκλου Ζωής Έργου [Κ. Κιρυτόπουλος 2008]

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Δομική Ανάλυση Έργου<sup>12</sup>

Όπως προαναφέρθηκε, το κάθε έργο χωρίζεται σε φάσεις και διεργασίες. Μπορεί εύκολα να θεωρηθεί και ως σύστημα. Δέχεται είσοδο, έχει εσωτερικές διεργασίες και παράγει έξοδο, που είναι το προϊόν του έργου. Επομένως έχουμε:

- **Διεργασίες Εισόδου**, όπου εκεί έχουμε το σύνολο των πληροφοριών στις οποίες θα στηριχθούν οι αποφάσεις και οι ενέργειες, που αφορούν το έργο,
- **Εσωτερικές Διεργασίες**, οι οποίες αποτελούν τον μηχανισμό μετατροπής της εισόδου σε έξοδο,
- **Διεργασίες Ολοκλήρωσης ή Κλεισίματος**, οι οποίες σηματοδοτούν την λήξη του έργου και
- **Διεργασίες Ελέγχου** οι οποίες διενεργούν καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.

Μια ομάδα εξωτερικών διεργασιών που παρέχουν υποστήριξη σε όλες τις εσωτερικές διεργασίες, είναι οι **Διευκολύνουσες Διεργασίες**. Αυτές θεωρούνται εξωτερικές διότι δεν σχετίζονται άμεσα με ένα συγκεκριμένο έργο αλλά αποτελούν

• <sup>12</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.



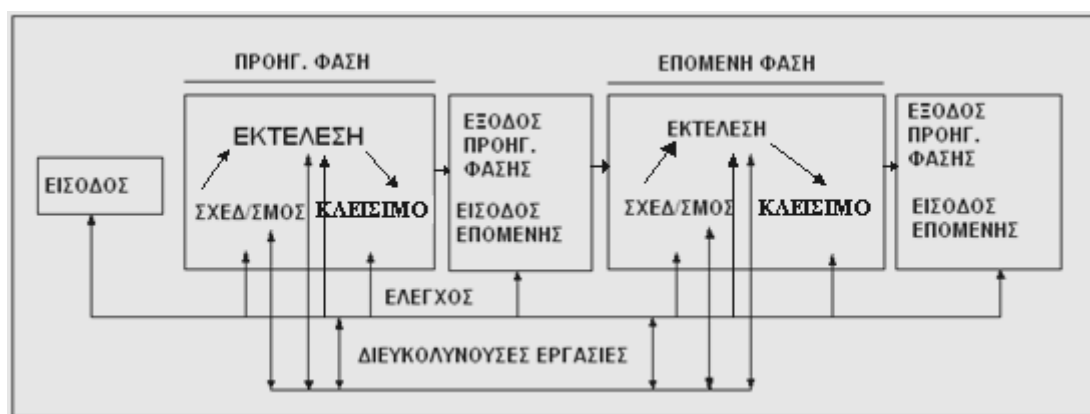
πρότυπα γενικευμένης πείρας από την εκτέλεση αλληπάλλληλων έργων και είναι τυποποιημένες διεργασίες.

Για παράδειγμα η εκτίμηση κόστους ενός έργου αποτελεί διεργασία σχεδιασμού του έργου, όμως η διεργασία εκτίμησης αυτού του κόστους (βήμα προς βήμα δηλαδή), αποτελεί διευκολύνουσα διεργασία, η οποία ακολουθείται σε όλα τα παρόμοια έργα.

### 3.1 Διεργασίες Διαχείρισης Φάσεων

Η εφαρμογή των προαναφερθέντων σε επίπεδο φάσης γίνεται με τον απλούστατο εξής τρόπο:

Η κάθε φάση του έργου αποτελείται από τις παραπάνω διεργασίες, δηλαδή εισόδου, εσωτερικές, διευκολύνουσες κτλ, και μόνο όταν ολοκληρωθεί η κάθε φάση (η έξοδος της κάθε φάσης χρησιμεύει ως είσοδος στην επόμενη και αποτελείται από ενδιάμεσα προϊόντα του έργου), γίνεται είσοδος στην επόμενη.



Διάγραμμα 3.1: Συστημική Αλληλεπίδραση Διεργασιών και Φάσεων [Α. Δημητριάδης 2009]

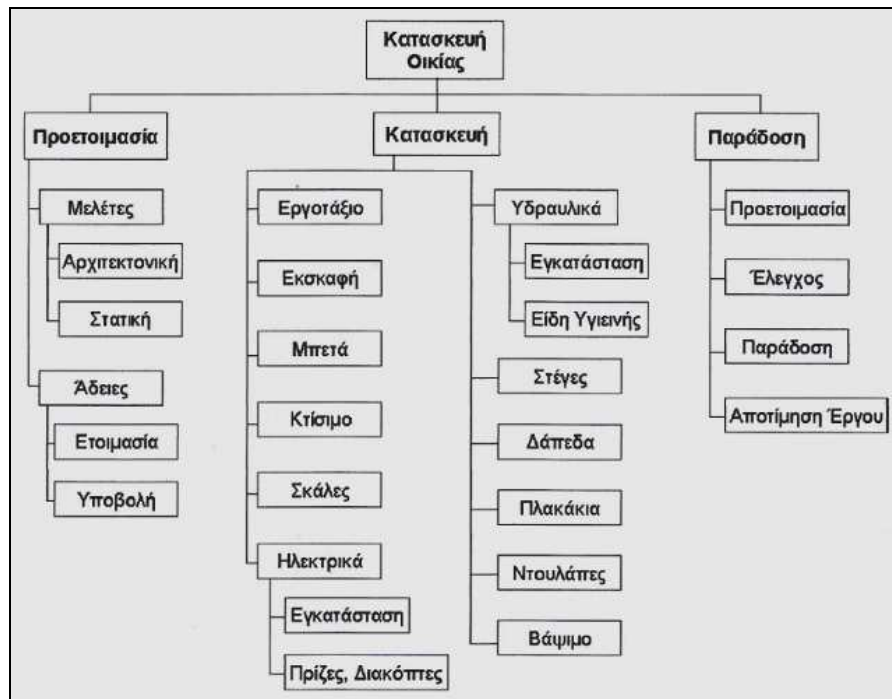
Έτσι επιτρέπεται στον Project Manager

- Να χειρίζεται ευκολότερα το έργο.
- Την ευκολότερη κοστολόγηση του έργου
- Την εκτίμηση της χρονικής διάρκειάς τους
- Την εκτίμηση των απαιτούμενων πόρων. Τον πλήρη καθορισμό των αρμοδιοτήτων των εργαζομένων

### 3.2 Δομική Ανάλυση του Έργου WBS<sup>13</sup>

Ο κατακερματισμός της απαιτούμενης εργασίας σε μικρότερα τμήματα, όπως προαναφέρθηκε ονομάζεται **Δομική Ανάλυση Εργασίας (Work Breakdown Structure)** και αποτυπώνεται με 2 συνηθέστερους τρόπους.

#### i. Με δενδρική δομή



Διάγραμμα 3.1: WBS έργο Κατασκευής Οικίας, δενδρικής δομής [Βυθινός Γ. Μάιος 2009]

#### ii. Με ιεραρχημένο πίνακα

- <sup>13</sup> Βιθινός Γ. PMP 'Τα εργαλεία του Project Management: Δομή ανάλυσης εργασιών WBS' 'Critical Path Consulting and Training' Μάιος 2009
- Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου , Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Επίπεδο 4	Επίπεδο 5
Project A	Deliverable A.1	Component A.1.1	WP A.1.1.1	
			WP A.1.1.2	
		WP A.1.2		
	Deliverable A.2	WP A.1.3		
		WP A.2.1		
		WP A.2.2		
		WP A.2.3		
	Deliverable A.3	WP A.2.4		
		Component A.3.1	WP A.3.1.1	
			WP A.3.1.2	
		Component A.3.2	WP A.3.2.1	
	Deliverable A.4		Component A.3.2.2	WP A.3.2.2.1
				WP A.3.2.2.2
		Component A.4.1	WP A.4.1.1	
		WP A.4.1.2		
	WP A.4.2			
	WP A.4.3			

Διάγραμμα 3.2 WBS σε μορφή ιεραρχημένου πίνακα [Βυθινός Γ. Μάιος 2009]

Οι δραστηριότητες του έργου εντάσσονται μέσα σε κάποιο **WP (Work Package)**, αλλά δεν απεικονίζονται στο σχεδιάγραμμα του WBS. Για τη λεπτομερή περιγραφή του WBS χρησιμοποιείται ένα ξεχωριστό έγγραφο το οποίο ονομάζεται **Λεξικό WBS (WBS Dictionary)**. Το λεξικό WBS θα περιγράψει όλα τα Components και Work Packages, περιέχοντας για καθένα από αυτά:

Κωδικό
Όνομα
Υπεύθυνο
Περιγραφή
Εκτίμηση Απαιτούμενης Εργασίας
Εκτίμηση Απαιτούμενου Κόστους

Παραδοτέα
Ορόσημα
Απαιτούμενους Πόρους
Προθεσμίες
Περιορισμούς
Προϋποθέσεις κ.α.

Η πλέον συνηθισμένη μορφή του WBS είναι η δενδρική όπως το Διάγραμμα 3.1, αλλά πολύ εύχρηστη είναι και η μορφή ενός ιεραρχικού πίνακα. Με τη μορφή αυτή μπορούμε να απεικονίσουμε όση πληροφορία ανά πακέτο εργασίας θέλουμε

(χρησιμοποιώντας περισσότερες στήλες) χωρίς να χρειαστούμε ξεχωριστό έγγραφο όπως το λεξικό WBS.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Οργανωτική Προσέγγιση του Έργου<sup>14</sup>**

Η ανάληψη ενός έργου θέτει σε κίνηση έναν αριθμό ατόμων, τα οποία θα πρέπει να ενεργούν συντονισμένα στη βάση ενός συγκεκριμένου σχεδίου. Κάθε άτομο οφείλει να γνωρίζει εκ των προτέρων πώς και πότε πρέπει να ενεργήσει, ποιόν ελέγχει και από ποιόν ελέγχεται, ποια είναι τα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του, ποιοι είναι οι υφιστάμενοί του κτλ..

Τα οργανωτικά σχήματα, που χρησιμοποιούν οι διάφοροι οργανισμοί είναι πολλά. Όμως θα μπορούσε κάποιος να τα κατατάξει όλα αυτά σε κάποιες βασικές κατηγορίες, με κριτήριο το πώς αντιμετωπίζουν οργανωτικά κάθε έργο. Φυσικά κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες περιλαμβάνει διάφορες 'ποικιλίες', οι οποίες αποτελούν παραλλαγές της, ανάλογα με τον τομέα δραστηριότητας κάθε οργανισμού (π.χ. βιομηχανία – γραμμές παραγωγής).

### **4.1 Οργάνωση κατά Λειτουργία**

Στην **Οργάνωση κατά Λειτουργία (Functional Organization)**, η οργανωτική δομή του οργανισμού προσανατολίζεται στη εξυπηρέτηση των κλασσικών λειτουργιών του (προσωπικό, οικονομικά, παραγωγή, προμήθειες, πωλήσεις κτλ..) και ο οργανισμός διαρθρώνεται οργανωτικά κατά τμήματα αντίστοιχα των λειτουργιών του, όπως φαίνεται στο σχήμα.

- 
- <sup>14</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου , Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.
  - Σεραφείμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική 1η έκδοση Οκτώβριος 2004



Σχήμα 4.1 Οργάνωση κατά λειτουργία [Α. Δημητριάδης 2009]

#### 4.1.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης κατά Λειτουργία

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Παρουσιάζει μεγάλη ευλυγισία στην αξιοποίηση του προσωπικού, καθώς αυτό μπορεί να απασχολείται από έργο σε έργο ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού.
- Η εμπειρία που συσσωρεύεται από την υλοποίηση διαφόρων έργων, διαχέεται σ' ολόκληρο τον οργανισμό.
- Σε περίπτωση ύπαρξης προβλημάτων κινητοποιείται ευκολότερα ολόκληρος ο οργανισμός.
- Οι περισσότεροι υπάλληλοι προτιμούν αυτόν τον τυποποιημένο τρόπο εργασίας, ο οποίος τους προσφέρει και σταθερότητα θέσης και εναλλαγή εντυπώσεων.

#### 4.1.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης κατά Λειτουργία

Τα κυριότερα **μειονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Οι εμπλεκόμενοι στο έργο αισθάνονται ότι, δεν γνωρίζουν σε ποιόν ν' απευθυνθούν για το έργο, δεδομένου ότι το έργο παρουσιάζεται σ' αυτούς απρόσωπο.
- Δεν εντοπίζεται εύκολα ο υπεύθυνος για κάθε προκύπτον πρόβλημα.
- Κάθε τμήμα ασχολείται με κάθε έργο κατά προτεραιότητα, με αποτέλεσμα την απώλεια χρόνου.

- Τα προβλήματα αντιμετωπίζονται σύμφωνα με την τυποποιημένη διαδικασία, που επιβάλλει η ιεραρχία του οργανισμού με αποτέλεσμα την αύξηση της γραφειοκρατίας και τη δυσκινησία στη λήψη αποφάσεων, που συχνά είναι επείγουσες. Η έλλειψη πραγματικού Project Manager συσσωρεύει τις ευθύνες κάθε έργου στην ηγεσία του οργανισμού.

## 4.2 Οργάνωση κατά Έργο

Η **Οργάνωση κατά Έργο (Organization by Project)** βρίσκεται στο εκ διαμέτρου αντίθετο σημείο της οργάνωσης κατά λειτουργία. Το μεγαλύτερο μέρος του προσωπικού κατανέμεται σε ομάδες, καθεμία από αυτές υπηρετεί ένα έργο, ένα πρόγραμμα ή μια κατηγορία ομοειδών έργων. Κάθε ομάδα μοιάζει με μικρογραφία του οργανισμού, αφού συγκεντρώνει όλο το απαιτούμενο προσωπικό για την πλήρη διεξαγωγή του έργου. Κάθε ομάδα έχει την ευθύνη για την υλοποίηση ενός έργου και όταν το παραδίδει αναλαμβάνει ένα άλλο. Επικεφαλής κάθε ομάδας είναι ένας Project Manager ή ένας Program Manager με ισχυρή εξουσία ο οποίος λειτουργεί στο έργο όπως ο γενικός διευθυντής στον οργανισμό.



Σχήμα 4.2 Οργάνωση κατά Έργο [Α. Δημητριάδης 2009]

### 4.2.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης κατά Έργο





Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Όλα τα μέλη της ομάδας, αλλά και οι εμπλεκόμενοι στο έργο, αναφέρονται απευθείας στον Project Manager, με συνέπεια την συντόμευση των καναλιών επικοινωνίας, τον περιορισμό των απωλειών χρόνου για την λήψη αποφάσεων (γραφειοκρατία), τον εντοπισμό του υπεύθυνου για κάθε εμφανιζόμενο πρόβλημα.
- Επειδή η ομάδα έχει τα δικά της ταυτότητα, τα μέλη της κατακτούν ψηλό επίπεδο επικοινωνίας και ειδίκευσης και συνεπώς είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά.
- Στην περίπτωση εμφάνισης πολλών παρομοίων έργων ταυτόχρονα, η ομάδα μπορεί να τα αντιμετωπίσει παράλληλα δεδομένης της συσσωρευμένης εμπειρίας και εξειδίκευσής της.

#### 4.2.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης κατά Έργο

Τα κυριότερα **μειονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

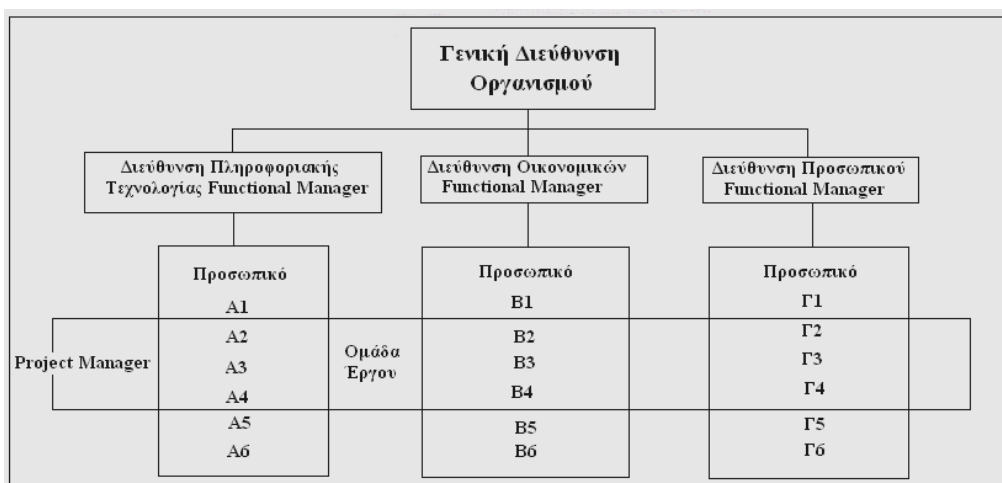
- Στην προσπάθεια εξασφάλισης αυτάρκειας των τμημάτων σε ανθρώπους και εξοπλισμό, συχνά συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες πόρων, που συχνά υποαπασχολούνται.
- Η εμπειρία και η τεχνογνωσία, που συσσωρεύεται από τα έργα δεν διαχέονται στον οργανισμό, αλλά παραμένουν εγκλωβισμένες στα πλαίσια της ομάδας.
- Δεν παρέχει συνεχή απασχόληση στο προσωπικό με αποτέλεσμα είτε αυτό να υποαπασχολείται, είτε να μην επαρκεί, είτε να απαιτούνται υπεργολάβοι.

#### 4.3 Οργάνωση Τύπου Πίνακα

Η **Οργάνωση Τύπου Πίνακα (Matrix Organization)**, αποτελεί συνδυασμό των δύο προηγούμενων τύπων οργάνωσης. Ο οργανισμός είναι μεν οργανωμένος κατά λειτουργία, αλλά κατά την έναρξη ενός έργου δημιουργείται ομάδα με τη δομή οργάνωσης κατά έργου, με την απόσπαση των εργαζομένων από τα τμήματα στα οποία ανήκουν, η οποία ομάδα διαλύεται στο τέλος του έργου με την επιστροφή των εργαζομένων στα λειτουργικά τους τμήματα. Τα άτομα της ομάδας βρίσκονται κάτω από πολλαπλή διοικητική ευθύνη, δηλαδή του Project Manager του έργου, αλλά και των Functional Managers από τα τμήματα τα οποία προέρχονται τα μέλη της ομάδας.

Υπάρχουν τρεις συνηθισμένες ποικιλίες αυτής της οργάνωσης ανάλογα με την αποκλειστικότητα εργασίας του προσωπικού και το βαθμό εξουσίας του Project Manager σε σχέση με τους Functional Managers:

- i. Η οργάνωση ασθενούς Πίνακα (**Weak matrix or Coordination Matrix Organization**).
- ii. Η οργάνωση Ισορροπημένου Πίνακα (**Balanced or Overlay Matrix Organization**).
- iii. Η οργάνωση ισχυρού Πίνακα (**Strong Matrix Organization**)



Σχήμα 4.3 Οργάνωση Τύπου Πίνακα [Α. Δημητριάδης 2009]

#### 4.3.1 Πλεονεκτήματα Οργάνωσης Τύπου Πίνακα

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Το έργο έχει ως σημείο αναφοράς τον Project Manager.
- Ταχεία αντίδραση στις απαιτήσεις των εμπλεκόμενων στο έργο.
- Αποδοτικότερη απασχόληση ατόμων.
- Αυξομείωση του αριθμού των ατόμων ανάλογα με τις ανάγκες.
- Αντιμετωπίζονται καλύτερα πολλά έργα ταυτόχρονα με την μετακίνηση του προσωπικού από έργο σε έργο.

#### 4.3.2 Μειονεκτήματα Οργάνωσης Τύπου Μήτρας



Τα κυριότερα **μειονεκτήματα** αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Η συγκρότηση της ομάδας του έργου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την διαθεσιμότητα των απαιτούμενων ατόμων τη συγκεκριμένη στιγμή, η οποία δεν είναι πάντα δεδομένη.
- Μετά από πολύμηνη απασχόληση σε ομάδα έργου ένας εργαζόμενος επιστρέφοντας στο τμήμα του μπορεί να βρει την θέση του κατειλημμένη.
- Συχνά απαιτούνται διπλές αναφορές ενημέρωσης με αποτέλεσμα την αύξηση της γραφειοκρατίας, αλλά και των συγχύσεων.
- Τα τμήματα αποφεύγουν να δίνουν στις ομάδες έργων το καλύτερο προσωπικό τους.

**Πίνακας 4.1** Επιδράσεις της Οργανωτικής Δομής στα Έργα [Α. Δημητριάδης 2009]

Τύπος Οργ/σης Χαρ/κά Έργου	Κατά Λειτουργία	Πίνακας			Κατά Έργο
		Ασθενής	Ισορροπημένος	Ισχυρός	
Εξουσία Project Manager	Καμία - Ελάχιστη	Περιορισμένη	Μικρή - Μεσαία	Μεσαία - Υψηλή	Υψηλή - Απόλυτη
% εταιριών με πλήρη απασχόληση προσωπικού στο έργο	Ανύπαρκτη	0 – 25%	15 – 60%	50 – 95%	85 – 100%
Ρόλος Project Manager	Μερική απασχόληση	Μερική απασχόληση	Αποκλειστική απασχόληση	Αποκλειστική απασχόληση	Αποκλειστική απασχόληση
Τίτλος Project Manager	Project Coordinator ή Project Leader	Project Coordinator ή Project Leader	Project Manager ή Project Officer	Project Manager ή Program Manager	Project Manager ή Program Manager
Διοικητική Υποστήριξη	Μερική απασχόληση	Μερική απασχόληση	Μερική απασχόληση	Αποκλειστική απασχόληση	Αποκλειστική απασχόληση

Ο **Πίνακας 4.1** παρουσιάζει μια στατιστική σχέση μεταξύ των γενικών χαρακτηριστικών των διαφόρων κατηγοριών οργάνωσης που προαναφέρθηκαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Προσέγγιση της Επιλογής και Αξιολόγησης Έργου<sup>15</sup>

Κάθε έργο αποτελεί ένα οικονομικό μηχανισμό, ο οποίος αναλώνει, αλλά και παράγει χρήμα. Οι εμπλεκόμενοι στο έργο προσφέρουν κεφάλαια, εργασία, υλικά, γνώσεις και δεξιότητες με βασικότερο στόχο να κερδίσουν χρήματα! Συνεπώς η ανάληψη έργου, μικρό ή μεγάλο, κρύβει μέσα της μια βασική επιδίωξη: **«Πώς να δαπανηθούν λιγότερα χρήματα και να αποκτηθούν περισσότερα»**. Λανθασμένες εκτιμήσεις μπορεί να οδηγήσουν τους εμπλεκόμενους στο έργο, είτε σε οικονομική ζημιά είτε και σε οικονομική καταστροφή. Φυσικά, όποιος πιστεύει ότι μπορεί εκ των προτέρων να εξασφαλίσει απόλυτα την επιτυχή έκβαση του έργου γελιέται οικτρά, καθώς ο χαοτικός συνδυασμός των απρόβλεπτων τεχνικών, νομικών, περιβαλλοντικών, πολιτικών κτλ συγκυριών μπορεί να φέρουν τα πάνω κάτω, έξω από κάθε εκτίμηση και πρόβλεψη.

Μια αξιολόγηση και έπειτα επιλογή ενός έργου προς υλοποίηση παρουσιάζει δύο οπτικές γωνίες:

- i. Αν αξίζει τον κόπο να αναλάβει (ή να προσπαθήσει να αναλάβει) ο εργολήπτης την υλοποίηση ενός προτεινόμενου έργου.
  - ii. Ποιο ανάμεσα από διάφορα προτεινόμενα έργα, συμφέρει να αναλάβει για υλοποίηση ο εργολήπτης.
- Ανάλογες βέβαια οπτικές γωνίες παρουσιάζονται και για τον κύριο του έργου, σε σχέση με την επιλογή του αναδόχου.

### 5.1 Τεχνικές Επιλογής και Αξιολόγησης Έργου

Έχοντας καθορίσει τα κριτήρια επιλογής και αξιολόγησης ενός συγκεκριμένου έργου χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι βασικότερες από αυτές είναι οι εξής:

- i. Τα **Μη Αριθμητικά Μοντέλα (Non Numeric Models)**, που αποτελούν τρόπους επιλογής που βασίζονται ουσιαστικά στην υποκειμενικότητα εκείνων που λαμβάνουν αποφάσεις.

---

• <sup>15</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.  
• Σεραφείμ Πολύζος ‘Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές’ Εκδόσεις Κριτική 1η έκδοση Οκτώβριος 2004



- ii. Τα Αριθμητικά Μοντέλα Κερδοφορίας (Numeric Models – Profitability), που βασίζονται στην εξέταση της χρηματοοικονομικής άποψης του έργου. Ουσιαστικά εξετάζεται η απόδοση της αρχικής επένδυσης του εργολήπτη.

### 5.1.1 Μη Αριθμητικά Μοντέλα Αξιολόγησης

Τα μοντέλα αυτά εφόσον στηρίζονται στην υποκειμενικότητα εκείνων που λαμβάνουν τις αποφάσεις είναι φύση αδύνατο να ενταχθούν σε κάποιο πλαίσιο κανόνων ή να προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία. Είναι δε εύκολα αντιληπτό ότι διαμορφώνονται βάση των αναγκών και της εμπειρίας εκείνου που αποφασίζει και τελικά κρίνει την ποιότητα και το αποτέλεσμα ενός έργου.

### 5.1.2 Αριθμητικά Μοντέλα Αξιολόγησης

Τα αριθμητικά μοντέλα αξιολόγησης βασίζονται στην εξέταση της χρηματοοικονομικής άποψης του έργου. Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση ενός έργου αποτιμώνται χρηματοοικονομικά και κατόπιν εξετάζονται από τον εργολήπτη οργανισμό. Έτσι παρακάτω αναλύονται κάποια βασικά μοντέλα αξιολόγησης έργου για μια επιχείρηση.:

#### 5.1.2.1 Περίοδος αποπληρωμής (Payback Period)

Σε αυτό το μοντέλο αξιολόγησης το βάρος πέφτει στον χρόνο επιστροφής του αρχικού ποσού της επένδυσης  $C$  που απαιτεί ένα έργο. Αν για παράδειγμα, μια εταιρία χρειάζεται να επενδύσει  $C$  ποσό σε δύο διαφορετικές προτεινόμενες περιπτώσεις έργων, τότε, σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο αξιολόγησης θα προτιμήσει την περίπτωση που γίνεται πιο γρήγορα η αποπληρωμή του αρχικού κόστους επένδυσης. Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι εύκολη και πρακτική όσο ακούγεται, έχει όμως το βασικότερο μειονέκτημα ότι δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η πραγματική (χρονική) αξία του χρήματος.

#### 5.1.2.2 Επιστροφή επένδυσης (Return On Investment – ROI)

Η τεχνική αυτή, σε αντίθεση με την προηγούμενη, εξετάζει συνολικά την επιστροφή της επένδυσης. Ονομάζεται επίσης και **Μέσο Επιτόκιο Απόδοσης (Average Rate of Return – ARR)**.

## Άσκηση 5.1<sup>16</sup>

Δύο προς αξιολόγηση προτεινόμενες περιπτώσεις ανάληψης έργων **A** και **B** απαιτούν την ίδια αρχική επένδυση (**C**) **€2.000.000**. Οι χρηματικές εισροές στις δύο αυτές περιπτώσεις εμφανίζονται στον πίνακα

**Πίνακας 6.1:** Επιστροφή Επένδυσης

Έτος	Χρηματικές Εισροές (σε ευρώ)	
	Περίπτωση A	Περίπτωση B
1ο	900.000	300.000
2ο	900.000	400.000
3ο	200.000	1.200.000
4ο	600.000	800.000
<b>Σύνολα</b>	<b>2.600.000</b>	<b>2.700.000</b>

Και οι δύο περιπτώσεις μελετώνται για 4 έτη, **n = 4**

Για την περίπτωση **A**, με συνολικά έσοδα **E = €2.600.000**

**Μέσο ετήσιο Κέρδος** =  $2.600.000 - 2.000.000 / 4 = \mathbf{€152.000}$

**Επιστροφή επένδυσης** =  $152.000 \times 100 / 2.000.000 = \mathbf{7,5\%}$

Για την περίπτωση **B**, με συνολικά έσοδα **E = €2.700.000**

**Μέσο ετήσιο Κέρδος** =  $2.700.000 - 2.000.000 / 4 = \mathbf{€175.000}$

**Επιστροφή επένδυσης** =  $175.000 \times 100 / 2.000.000 = \mathbf{8,75\%}$

**Συνεπώς επιλέξιμη είναι η B περίπτωση**

<sup>16</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



**Πλεονέκτημα** αυτής της τεχνικής αποτελεί η εύκολη χρήση της αλλά ως μειονέκτημα θεωρείται ότι παρουσιάζει το κέρδος ως μέσο όρο. Στο προηγούμενο παράδειγμα επιλέχθηκε η περίπτωση B, αν και η A παρουσιάζει καλύτερες επιστροφές κεφαλαίου και είναι πολύ πιθανό να είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα (πληθωρισμός, επιτόκια).

### 5.1.2.3 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value – NPV)

Η τεχνική της καθαρής παρούσας αξίας βασίζεται στην πραγματική αξία του χρήματος, λαμβάνοντας υπ' όψιν πληθωρισμό, ανατιμήσεις και επιτόκια, δηλαδή το **Κόστος του κεφαλαίου (Cost of Capital)**. Αν υποθέσουμε ότι για το τρέχον έτος το κόστος κεφαλαίου είναι 10%, η αξία €1.000.000 σήμερα, θα έχει γίνει μετά από ένα έτος **€900.000** (παρούσα αξία).

Συνεπώς κάθε ποσό μειώνεται κατά κάποιο ποσό πολλαπλασιάζοντας την εισροή επί κάποιο **Συντελεστή Προεξόφλησης (Discount Factor)**, του οποίου η τιμή καθορίζεται από τον τύπο:

$$\text{Συντελεστής Προεξόφλησης} : 1 / (1 + \kappa)^n$$

Όπου  $\kappa$  το προβλεπόμενο κόστος κεφαλαίου του έτους (ο πληθωρισμός, οι ανατιμήσεις κτλ..)

Όπου  $n$  ο αριθμός των ετών από την ημερομηνία έναρξης των εισροών.

Αν οι παρούσες αξίες κάθε έτους προστεθούν και από το άθροισμά τους αφαιρεθεί η αρχική επένδυση, η διαφορά που προκύπτει αποτελεί την **Καθαρή Παρούσα Αξία** της επένδυσης.

## Άσκηση 5.2<sup>17</sup>

Δύο προς αξιολόγηση προτεινόμενες περιπτώσεις ανάληψης έργων **A** και **B** απαιτούν την ίδια αρχική επένδυση (**C**) **€2.000.000**. Οι χρηματικές εισροές στις δύο

<sup>17</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.

αυτές περιπτώσεις εμφανίζονται στον πίνακα. Εφαρμόστε την τεχνική της καθαρής παρούσας αξίας και επιλέξτε ποια περίπτωση έργου συμφέρει οικονομικά να αναληφθεί.

**Πίνακας 5.2** Καθαρή Παρούσα Αξία [Α. Δημητριάδης 2009]

Έτος	Χρηματικές Εισροές (σε ευρώ)	
	Περίπτωση Α	Περίπτωση Β
1ο	900.000	300.000
2ο	900.000	400.000
3ο	200.000	1.200.000
4ο	600.000	800.000
<b>Σύνολα</b>	2.600.000	2.700.000

Ο συντελεστής προεξόφλησης είναι ίσος με:

Για  $n = 1$  θα είναι:  $1 / (1 + 0,1)^1 = \mathbf{0,9091}$

Για  $n = 2$  θα είναι:  $1 / (1 + 0,1)^2 = \mathbf{0,8264}$

και ούτω κάθε εξής για  $n = 3, 4, \dots$

Έτσι υπολογίζοντας τους συντελεστές προεξόφλησης και για τα 4 έτη θα έχουμε τον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 5.3** Συντελεστές Προεξόφλησης [Α. Δημητριάδης 2009]

Έτος	Συντελεστής προεξόφλησης
1ο	0.9091
2ο	0.8264
3ο	0.7513
4ο	0.6830

**Καθαρή Παρούσα Αξία =**

$$\sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+k)^i} - C_0$$

Όπου:

**R<sub>i</sub>** = χρηματικές εισροές

**N** = τα έτη που εξετάζεται η περίπτωση





**C** = η αρχική επένδυση

**K** = το προβλεπόμενο κόστος κεφαλαίου του έτους (πληθωρισμός, ανατιμήσεις κτλ.)

**Πίνακας 5.4:** Καθαρή Παρούσα Αξία για  $k = 10\%$  (0.1) [Α. Δημητριάδης 2009]

Έτη	Περίπτωση Α	Περίπτωση Β
1ο	818.190	272.730
2ο	734.760	330.560
3ο	150.260	901.560
4ο	409.800	546.400
Σύνολα	2.113.010	2.051.250
Καθαρή παρούσα αξία	113.010	51.250

**Οπότε προτιμάται η περίπτωση Α, αφού  $113.010 > 51.250$**

**Πλεονεκτήματα** αυτής τη τεχνικής θεωρούνται ότι λαμβάνεται κυρίως υπ' όψιν η μεταβολή της αξίας του χρήματος, σε σχέση με τον χρόνο, ο πληθωρισμός και η μεταβολή των τιμών.

**Μειονέκτημα** αυτής της τεχνικής είναι ότι χρησιμοποιεί σταθερό κόστος κεφαλαίου καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, το οποίο γενικά δεν ευσταθεί και ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βραχυπρόθεσμα έργα μόνο αφού βασίζεται σε προβλέψεις εισροών και επιτοκίων, τα οποία μακροπρόθεσμα περικλείουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας.

#### 5.1.2.4 Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης (Internal Rate of Return – IRR)

Αποτελεί τεχνική που στηρίζεται στον υπολογισμό του συντελεστή προεξόφλησης, ο οποίος μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία, δηλαδή αναζητείται ο **k**, για τον οποίο ισχύει:

$$\sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+k)^i} - C_0 = 0$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο  $k$  τόσο πιο αποδοτική είναι η επένδυση

### Άσκηση 5.3

Επιστρέφοντας στα δεδομένα της προηγούμενης άσκησης θα πρέπει να γίνουν ξεχωριστές δοκιμές για τις δύο περιπτώσεις (**A** και **B**) με στόχο να υπολογιστεί σε κάθε περίπτωση ο  $k$ , που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία.

Έτσι:

Για την περίπτωση A ξεκινάμε με  $k = 13\%$  και προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

**Πίνακας 5.5:** Καθαρή Παρούσα Αξία για την Περίπτωση A με  $k = 13\%$  [A. Δημητριάδης 2009]

Έτος	Συντ. Προεξόφλησης	Εισροή	Παρούσα Αξία
1ο	0.8850	900.000	796.500
2ο	0.7831	900.000	704.790
3ο	0.6930	200.000	138.600
4ο	0.6133	600.000	367.980
Σύνολα		2.600.000	2.007.870
			<b>Κ.Π.Α = 7.870</b>

Σύμφωνα με τον πίνακα, προέκυψε θετική καθαρή παρούσα αξία (**7.870**). Έτσι, αυξάνεται ο  $k$  και λαμβάνει τώρα τιμή **14%**, οπότε έχουμε τον παρακάτω νέο Πίνακα 5.6:

**Πίνακας 5.6:** Καθαρή Παρούσα Αξία για την Περίπτωση A με  $k = 14\%$  [A. Δημητριάδης 2009]

Έτος	Συντελεστής Προεξόφλησης	Εισροή	Παρούσα Αξία
1 <sup>ο</sup>	0.8772	900.000	789.480
2 <sup>ο</sup>	0.7695	900.000	692.550
3 <sup>ο</sup>	0.6750	200.000	135.000
4 <sup>ο</sup>	0.5921	600.000	355.260
Σύνολα		2.600.000	1.972.290



Κ.Π.Α = -27.710

Διαπιστώνεται ότι, τώρα, η καθαρή παρούσα αξία είναι αρνητική (-27.710). Συνεπώς, μηδενίζεται για τιμές του  $\kappa$  μεταξύ του 13% και 14%. Με τον ίδιο συλλογισμό γίνονται οι υπολογισμοί για την περίπτωση B

Η εκκίνηση γίνεται με  $\kappa = 11\%$ , οπότε προκύπτει ο Πίνακας 5.7:

Πίνακας 5.7: Καθαρή Παρούσα Αξία για την Περίπτωση B με  $\kappa = 11\%$  [Α. Δημητριάδης 2009]

Έτος	Συντελεστής Προεξόφλησης	Εισροή	Παρούσα Αξία
1 <sup>ο</sup>	0.9009	300.000	270.270
2 <sup>ο</sup>	0.8116	400.000	324.640
3 <sup>ο</sup>	0.7312	1.200.000	877.440
4 <sup>ο</sup>	0.6587	800.000	526.960
Σύνολα		2.700.000	1.999.310
			Κ.Π.Α. = -690

Ήδη με την πρώτη προσπάθεια η καθαρή παρούσα αξία έγινε αρνητική (-690), ενώ από τον πίνακα (5.4) με  $\kappa = 10\%$  ήταν θετική (51.250). Συνεπώς, μηδενίζεται για τιμές του  $\kappa$  μεταξύ του 10% και 11%.

**Η περίπτωση A δίνει την καλύτερη απόδοση επένδυσης, αφού  $13\% < \kappa < 14\%$ .**

Αυτή η τεχνική επιτρέπει τη σύγκριση της απόδοσης, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίου.

### 5.1.2.5 Βαθμολόγηση με Συντελεστές (Weighted Scoring)

Είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται συχνά. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική γίνεται επιλογή κάποιων βασικών κριτηρίων αξιολόγησης και σε κάθε κριτήριο αντιστοιχεί και ένας συντελεστής βαρύτητας. Έπειτα βαθμολογούνται τα κριτήρια αυτά και η κάθε βαθμολογία πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή βαρύτητας. Όλα

τα γινόμενα αθροίζονται και αποτελούν την γενική βαθμολογία. Τέλος επιλέγεται το έργο που συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία.

### Άσκηση 5.4<sup>18</sup>

Ένας οργανισμός επιθυμεί να επιλέξει ένα έργο προς υλοποίηση, ανάμεσα σε δύο προτεινόμενα, τα **A** και **B**.

- i. Επιλέγονται δώδεκα κριτήρια και ιεραρχούνται σε σημασία με συντελεστές βαρύτητας από 1 έως 5.
- ii. Η κλίμακα βαθμολογίας είναι από 0 έως 10.
- iii. Τα στελέχη του οργανισμού βαθμολογούν τα δύο έργα για κάθε κριτήριο ξεχωριστά και έτσι δημιουργείται και συμπληρώνεται ο Πίνακας 5.8

**Πίνακας 5.8** Βαθμολόγηση με συντελεστές βαρύτητας [Α. Δημητριάδης 2009]

Κριτήρια	Συντ. Βαρύτ.	A έργο		B έργο	
		Βαθμός	Σύνολο	Βαθμός	Σύνολο
Ύψος Κέρδους	5	2	10	4	20
Προϋποθέσεις εισόδου σε νέα αγορά	3	7	21	5	15

<sup>18</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



Απαίτηση για αγορά νέου εξοπλισμού	4	8	32	5	20
Χρήση ενοικιαζόμενου εξοπλισμού	3	7	21	6	18
Κατανάλωση ενέργειας	2	6	12	7	14
Απαιτήσεις για νέα τεχνογνωσία	4	8	32	9	36
Χρησιμοποίηση πλεονάζοντος προσωπικού	4	4	16	5	20
Απαίτηση για εξωτερικούς συμβούλους	1	7	7	5	5
Απαιτήσεις ασφάλειας	3	5	15	8	24
Περιβαλλοντικά προβλήματα	2	6	12	7	14
Απόδοση επένδυσης	5	4	20	6	30
Συνάφεια με συνηθισμένα έργα	2	8	16	6	12
<b>Σύνολα</b>			<b>214</b>		<b>228</b>

**Προτιμητέο είναι το έργο B, το οποίο συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία.**

#### 5.1.2.6 Ανάλυση του Νεκρού Σημείου (Break – Even Analysis)<sup>19</sup>

Η μέθοδος αυτή αφορά κυρίως βιομηχανικές επιχειρήσεις και αποτελεί ένα κατάλληλο πλαίσιο για την μελέτη των σχέσεων μεταξύ του βαθμού δραστηριότητας μιας επιχείρησης (παραγωγή, πωλήσεις – έξοδα) και του μεγέθους των κερδών που πραγματοποιεί.

Η μέθοδος αυτή προσδιορίζει το σημείο στο οποίο η αξία των πωλήσεων καλύπτει το κόστος παραγωγής, με συνέπεια τα κέρδη να είναι μηδέν. Δείχνει, δηλαδή, το ελάχιστο των προϋποθέσεων υπό τις οποίες μια επιχείρηση μπορεί να λειτουργεί.

Τα συνολικά έξοδα μιας επιχείρησης  $C$  είναι συνάρτηση του όγκου παραγωγής  $Q$  δηλαδή  $C = f(Q)$ . Ανάλογα με τη μορφή της συνάρτησης, τα έξοδα της επιχείρησης, διακρίνονται σε σταθερά και μεταβλητά.

- **Σταθερά έξοδα (Fixed).** Ως σταθερά έξοδα μιας κατασκευαστικής επιχείρησης μπορούν να αναφερθούν τα ενοίκια, τα ασφάλιστρα των μηχανών, τα διοικητικά έξοδα, το χρηματοδοτικό κόστος, οι αποσβέσεις κτλ..

<sup>19</sup> Σεραφείμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική 1η έκδοση Οκτώβριος 2004

- **Μεταβλητά έξοδα (Variable).** Τα μεταβλητά έξοδα μεταβάλλονται ανάλογα με το βαθμό δραστηριότητας της επιχείρησης. Ως μεταβλητά έξοδα μπορούμε να αναφέρουμε τα καύσιμα, τις πρώτες ύλες κτλ..

Όπου:

- **C** Συνολικά έξοδα επιχείρησης.
- **Q** Όγκος παραγωγής.
- **a** σταθερά έξοδα.
- **μ** μεταβλητά έξοδα.

$$\text{Τότε } C = a + \mu Q$$

Έστω ότι η παραγωγική ικανότητα μιας επιχείρησης είναι  $Q_m$  μονάδες ετησίως, και το προϊόν της διατίθεται στην αγορά στην τιμή των  $P$  δραχμών ανά μονάδα. Εάν η επιχείρηση λειτουργήσει στην πλήρη παραγωγική της δυναμικότητα, παράγοντας και διαθέτοντας  $Q_m$  μονάδες προϊόντος, θα έχει ένα σταθερό ετήσιο κόστος  $a$  δραχμών. Το μεταβλητό της κόστος θα είναι αναλογικό με την παραγωγή και έστω ότι ισούται με  $\mu$  δραχμές ανά μονάδα προϊόντος .

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, τα έσοδα  $E$  και το κόστος  $C$  για την επιχείρηση θα είναι ίσα με:

$$E = PQ$$

$$C = a + \mu Q$$

Το νεκρό σημείο είναι οι ρίζες της εξίσωσης  $E(q) - C(q) = 0$  ή  $E(q) = C(q)$ , δηλαδή το σημείο στο οποίο η επιχείρηση δεν έχει κέρδη ούτε ζημιές. Θα υπολογίζεται λοιπόν από τη σχέση

$$E_v = C_v$$

$$\text{Επομένως } PQ_v = a + \mu Q_v$$

$$Q_v = a / P - \mu$$

Συνεπώς, ο όγκος των πωλήσεων που αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο είναι  $Q_v$  μονάδες προϊόντος ετησίως. Για τον υπολογισμό της αξίας των πωλήσεων που αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο, δηλαδή  $E_v$ , πολλαπλασιάζοντας την εξίσωση με την τιμή  $P$  αποκτούμε:

$$Q_v P = E_v = aP / P - \mu,$$



$$E_v = \frac{\alpha}{1 - \frac{\mu}{P}}$$

Πολλαπλασιάζοντας το κλάσμα του παρονομαστή  $\mu / P$  με  $Q_m$ , έχουμε:

$$E_v = \frac{\alpha}{1 - \frac{M_m}{E_m}}$$

Όπου:  $M_m = \mu Q_m$  και  $E_m = P Q_m$  παριστάνουν, αντίστοιχα, το συνολικό μεταβλητό κόστος και την αξία των πωλήσεων, όταν η επιχείρηση λειτουργεί στην πλήρη παραγωγική της δυναμικότητα.

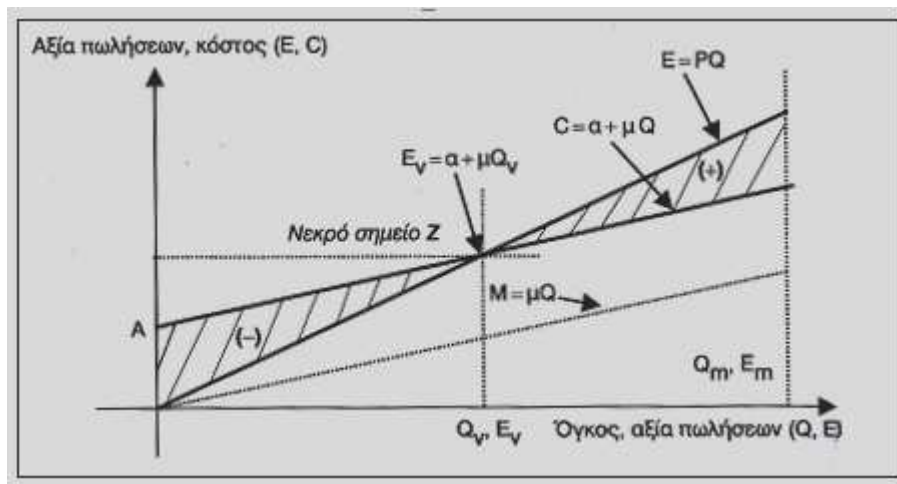
Σημειώνεται ότι η διαφορά  $(P - \mu)$  ονομάζεται μοναδιαία συνεισφορά ή μοναδιαίο περιθώριο, το γινόμενο  $(P - \mu)Q$  ονομάζεται συνολική συνεισφορά και ο δείκτης

$(1 - \frac{\mu}{P}) = (1 - \frac{M}{E})$  ονομάζεται δείκτης συνεισφοράς ή δείκτης περιθωρίου. Ο

όγκος και η αξία των πωλήσεων που αντιστοιχούν στο νεκρό σημείο μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας το σταθερό κόστος της επιχείρησης και τη μοναδιαία συνεισφορά ή το δείκτη συνεισφοράς. Στο Σχήμα 6.1 εμφανίζονται οι γραμμικές σχέσεις μεταξύ αξίας πωλήσεων, κόστους και του βαθμού χρησιμοποίησης της παραγωγικής δυναμικότητας της επιχείρησης. Το σημείο **Z** αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο της επιχείρησης, όπου η αξία των πωλήσεων  $E_v$  καλύπτει ακριβώς το συνολικό κόστος  $A + \mu Q_v$ , και η επιχείρηση δεν πραγματοποιεί ούτε κέρδη, ούτε ζημιές.

Για τον υπολογισμό του όγκου παραγωγής που θα επιφέρει κέρδος  $K_x$ , θα έχουμε:

$$K_x = P Q_x - (a + \mu Q_x) = Q_x = \frac{K_x + a}{P - \mu}$$



Σχήμα 5.1 Το 'νεκρό σημείο' του γραμμικού υποδείγματος [Σ. Πολύζος 2004]

## Άσκηση 5.5<sup>20</sup>

Επιχείρηση παράγει ένα προϊόν και τα οικονομικά στοιχεία της παραγωγής είναι τα εξής:

- Τιμή πώλησης  $P = €100$  μονάδα προϊόντος.
- Τα μεταβλητά έξοδα ανα μονάδα προϊόντος είναι  $\mu = €20$  μονάδα.
- Τα σταθερά έξοδα της επιχείρησης είναι  $a = €200.000$  και η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγική ικανότητα της επιχείρησης είναι  $Q_m = 4.000$  μονάδες προϊόντος .

### Ζητούνται:

- Ο υπολογισμός του νεκρού σημείου του βαθμού δραστηριότητας και των πωλήσεων.
- Ο βαθμός δραστηριότητας που επιφέρει €50.000 κέρδος στην επιχείρηση.
- Το κέρδος της επιχείρησης όταν λειτουργεί στην πλήρη παραγωγική της δυναμικότητα.

### Λύση:

- i. Το νεκρό σημείο του βαθμού δραστηριότητας είναι:

<sup>20</sup> Σεραφεΐμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική 1η έκδοση Οκτώβριος 2004





$$Q_v = \frac{\alpha}{P - \mu} = \frac{200.000}{100 - 20} = 2.500 \text{ μονάδες προϊόντος.}$$

Δηλαδή, για παραγωγή μικρότερη των 2.500 μονάδων προϊόντος, η επιχείρηση έχει ζημιά, για παραγωγή ίση με 2.500 μονάδες προϊόντος η επιχείρηση βρίσκεται σε ισοζύγιο, ενώ για παραγωγή μεγαλύτερη από 2.500 μονάδες προϊόντος η επιχείρηση έχει κέρδος.

ii. Το νεκρό σημείο των πωλήσεων θα είναι:

$$Q_v P = E_v = \frac{\alpha P}{P - \mu} = \frac{\alpha}{1 - \frac{\mu}{P}} = \frac{200.000}{1 - \frac{20}{100}} = 250.000 \text{ ευρώ}$$

iii. Για κέρδος €50.000 θα έχουμε βαθμό δραστηριότητας:

$$Q_x P = \frac{K_x + \alpha}{P - \mu} = \frac{50.000 + 200.000}{100 - 20} = 3.125 \text{ μονάδες προϊόντος.}$$

Το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος της επιχείρησης θα ισούται με:

$K_{\max} = PQ_{\max} - (\alpha + \mu Q_{\max})$ . Με τα δεδομένα του προβλήματος θα έχουμε:

$$K_{\max} = 100(4.000) - 200.000 + 20(4.000) = K_{\max} = \mathbf{\text{€}120.000\text{€}}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Χρονικός Προγραμματισμός

### 6.1 Γενικά<sup>21</sup>

Μια από τις βασικές επιδιώξεις κάθε κατασκευαστικής επιχείρησης, η οποία έχει αναλάβει την εκτέλεση ενός έργου, είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας του δυναμικού και η μείωση του συνολικού κόστους του έργου. Απαιτείται, συνεπώς, ορθολογικός προγραμματισμός και οργάνωση των εργασιών, ώστε να αποφευχθούν

<sup>21</sup> Σεραφεΐμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική !η έκδοση Οκτώβριος 2004

απώλειες εργατοωρών και περίοδοι ακινησίας του μηχανολογικού εξοπλισμού λόγω κακής κατανομής του στο έργο.

Η εκτέλεση, κατά συνέπεια, κάθε έργου απαιτεί την εκ των προτέρων μελέτη και τον χρονικό προγραμματισμό της υλοποίησής του, ώστε να επιτευχθεί η ταχύτερη και οικονομικότερη εκτέλεσή του. Για το λόγο αυτό, μελετάται η ανάλυση όλων των εργασιών και των δραστηριοτήτων οι οποίες πρέπει να ολοκληρωθούν για την εκτέλεση κάθε έργου. Η φάση αυτή ονομάζεται **προγραμματισμός κατασκευής** του έργου.

Συντάσσονται έτσι πίνακες, και διαγράμματα όπου εμφανίζεται η χρονική εξέλιξη των δραστηριοτήτων, οι γενικότερες απαιτήσεις του έργου σε υλικά ή δυναμικό καθώς και το κόστος αυτών. Το σύνολο των πινάκων και των διαγραμμάτων αποτελούν το **πρόγραμμα** του έργου.

**Συνοπτικά**, μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο προγραμματισμός ενός έργου δίνει τη δυνατότητα για:

- Σωστή προετοιμασία για την εκτέλεση κάθε δραστηριότητας
- Εντοπισμό των κρίσιμων δραστηριοτήτων, οι οποίες επηρεάζουν τη συνολική διάρκεια του έργου.
- Μείωση της μη παραγωγικής απασχόλησης ανθρώπινου δυναμικού και μηχανών.
- Προσδιορισμό της σχέσης συνολικού κόστους και διάρκεια κατασκευής του έργου.
- Έγκαιρη πρόβλεψη για τις απαιτήσεις σε δυναμικό και υλικά.

## 6.2 Σχέσεις μεταξύ Δραστηριοτήτων<sup>22</sup>

Οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων ενός έργου συνδέονται με κάποιες σχέσεις ή δεσμεύσεις (**Constraints**) μεταξύ τους. Αυτές οι σχέσεις είναι οι παρακάτω..

- **Σχέσεις Τέλους – Έναρξης (Finish to Start – FS)**, όπου κάθε νέα δραστηριότητα ξεκινάει μόνο μετά το τέλος κάποιας άλλης.
- **Σχέσεις Τέλους – Τέλους (Finish to Finish – FF)**, όπου εδώ το τέλος μιας δραστηριότητας εξαρτάται και καθορίζεται από το τέλος κάποιας άλλης δραστηριότητας.

<sup>21,22</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου , Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



- **Σχέσεις Έναρξης – Τέλους (Start to Finish – SF)**, όπου εδώ το τέλος μιας δραστηριότητας εξαρτάται από την έναρξη κάποιας άλλης και
- **Σχέσεις Έναρξης – Έναρξης (Start to Start – SS)**, όπου εδώ η έναρξη κάποιας δραστηριότητας εξαρτάται από την έναρξη κάποιας άλλης.

### 6.3 Δίκτυο Έργου<sup>23</sup>

Η αποτύπωση της αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης των δραστηριοτήτων μεταξύ τους, επιτυγχάνεται με το **Δίκτυο του Έργου (Project Network)**. Γενικά, υπάρχουν 2 τύποι δικτύων ανάλογα με το που αναπαρίσταται οι δραστηριότητες. Έτσι έχουμε:

- Τα **Τοξωτά Δίκτυα (Arrow or Activity On Arrow Network A-O-A)**, στα οποία οι δραστηριότητες παριστάνονται με βέλη.
- Τα **Κομβικά Δίκτυα (Precedence or Activity On Node Network A-O-N)**, στα οποία κάθε δραστηριότητα παριστάνεται με έναν κόμβο δικτύου.

#### 6.3.1 Τοξωτά Δίκτυα

Τα τοξωτά δίκτυα είναι απλά στην κατασκευή τους. Κάθε γεγονός ορίζει το τέλος μιας δραστηριότητας και την αρχή μιας άλλης, εκτός από το **Αρχικό γεγονός (Start Event)** και το **Τελικό Γεγονός (Finish Event)**, που καθορίζουν την αρχή και την λήξη του έργου. Το τοξωτό δίκτυο σχεδιαστικά αρχίζει και τελειώνει πάντοτε σε ένα γεγονός. Οι μόνες επιτρεπόμενες σχέσεις μεταξύ δραστηριοτήτων είναι σχέσεις τέλους – έναρξης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, 2 γεγονότα μπορούν να συμβαίνουν παράλληλα με την σύνδεση που ονομάζεται **Πλασματική Δραστηριότητα (Dummy Activity)** και συμβολίζεται με διακεκομμένο βέλος.

#### Παράδειγμα:

Ας υποθεθεί ότι ο πίνακας παρουσιάζει τις δραστηριότητες ενός έργου

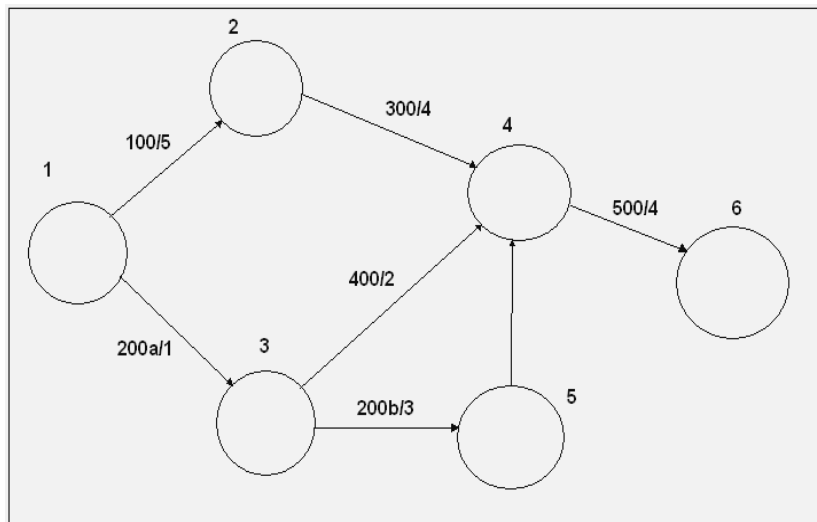
Πίνακας 6.1: Δραστηριότητες Έργου [Α. Δημητριάδης 2009]

Δραστηριότητα	Διάρκεια	Σχέσεις
100	5	Αρχή έργου

<b>200</b>	4	Αρχή έργου
<b>300</b>	3	Μετά το τέλος της 100
<b>400</b>	2	Ένα μήνα μετά την έναρξη της 200
<b>500</b>	4	Μετά το τέλος των 200 - 300 - 400

Το έργο ξεκινά με τις δραστηριότητες 100 και 200

Επειδή η δραστηριότητα 400 αρχίζει πριν το τέλος της 200, η 200 πρέπει να διασπαστεί σε δυο δραστηριότητες 200α και 200β, έτσι ώστε η 400 να ξεκινά αμέσως μετά το τέλος της 200α και το τέλος της 200β να συμπίπτει με το τέλος της 200.



**Γράφημα 6.1:** Τοξωτό Δίκτυο [Α. Δημητριάδης 2009]

Παρατηρώντας το δίκτυο διαπιστώνουμε τα εξής:

- i. Το γεγονός 1 είναι το αρχικό γεγονός του δικτύου (αρχή του έργου) και
- ii. Το γεγονός 6 το τελικό γεγονός (τέλος του έργου)
- iii. Το έργο ολοκληρώνεται με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας 500
- iv. Η δραστηριότητα 600 είναι πλασματική και προήλθε από το γεγονός ότι
- v. Τα γεγονότα 3 και 4 δεν μπορεί να ορίζουν ταυτόχρονα δύο
- vi. Διαφορετικές δραστηριότητες (δηλ. τις 400 και 200β)
- vii. Διαδρομές του δικτύου αποτελούν οι:
  - **100, 300, 500**
  - **200α, 400, 500 και**
  - **200α, 200β, 600, 500**

### 6.3.2 Κομβικά Δίκτυα

Στα κομβικά δίκτυα το δίκτυο μπορεί να αρχίζει και να τελειώνει με πολλές δραστηριότητες. Οι έννοιες προηγούμενη και επόμενη δραστηριότητα σχετίζονται μόνο με την εμφάνισή τους στο δίκτυο και όχι με την χρονική τους εξέλιξη.

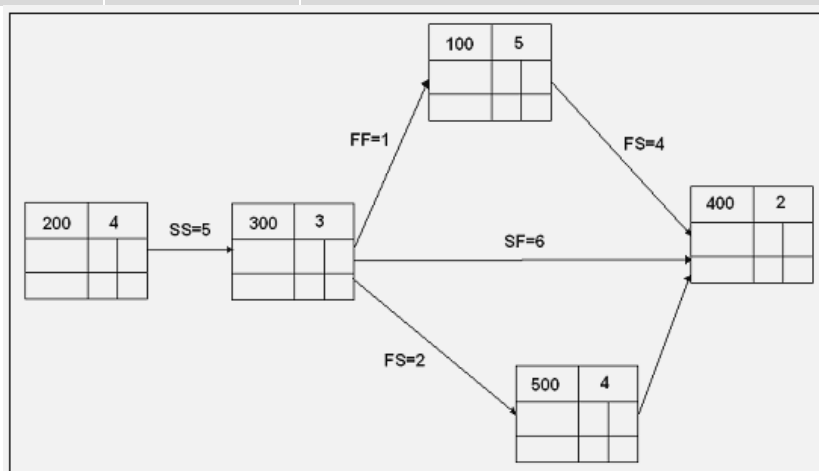
Αντίθετα με ότι συμβαίνει στα τοξωτά δίκτυα, οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων εδώ μπορούν να υπάρχουν όλες οι σχέσεις. Αυτό ανάγει το συμπέρασμα ότι στα κομβικά δίκτυα δεν αποτυπώνεται γραφικά η χρονική εξέλιξη του έργου, αλλά η λογική διαδοχή των δραστηριοτήτων στην βάση των σχέσεων που τις διέπουν.

#### Παράδειγμα

Ας υποθεθεί ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις δραστηριότητες ενός έργου.

Πίνακας 6.2: Δραστηριότητες Έργου

Δραστηριότητα	Διάρκεια (σε ημέρες)	Σχέσεις
100	5	Τελειώνει μια μέρα μετά το τέλος της 300
200	4	Αρχή του έργου
300	3	Ξεκινά 5 μέρες μετά την έναρξη της 200
400	2	Τελειώνει 6 μέρες μετά την αρχή της 300 και ξεκινά 4 μέρες μετά το τέλος της 100
500	4	Ξεκινά 2 μέρες μετά το τέλος της 300



Γράφημα 6.2: Κομβικό Δίκτυο που αντιστοιχεί

Παρατηρώντας κάποιος το δίκτυο δεν μπορεί να καταλάβει την χρονική του διάταξη. Όπως επίσης δεν μπορεί να καταλάβει με ποια δραστηριότητα σηματοδοτείται το τέλος του έργου.

**Πλεονέκτημα** των κομβικών δικτύων αποτελεί το η πυκνή αποτύπωση και η χρήση όλων των τύπων σχέσεων, μεταξύ των δραστηριοτήτων

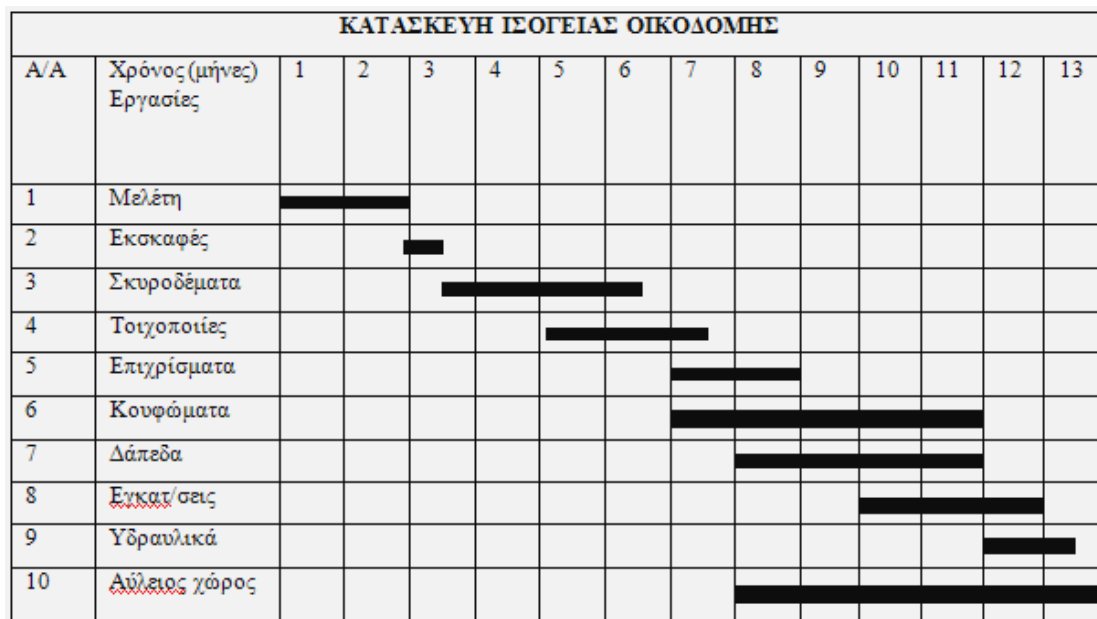
Το βασικό τους **Μειονέκτημα** όμως είναι ότι αποτυπώνουν λογικά τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων και όχι χρονικά, με αποτέλεσμα να χρειάζονται ιδιαίτερη επεξεργασία για να φανεί η χρονική διαδοχή των δραστηριοτήτων.

#### 6.4 Το Διάγραμμα Gantt

Το διάγραμμα Gantt είναι η πρώτη αξιόλογη προσπάθεια προγραμματισμού και πήρε το όνομά της από τον εμπνευστή του. Βασίζεται στην απεικόνιση με ευθύγραμμα τμήματα που αντιστοιχούν στις δραστηριότητες κάθε έργου, το μήκος των οποίων είναι ανάλογο της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας. Η τεχνική της κατασκευής γραμμικών προγραμμάτων ξεκίνησε κατά τον 1<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν ο **Henry Gantt** επινόησε και χρησιμοποίησε το γραμμικό διάγραμμα για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των ναυπηγικών έργων, επιτυγχάνοντας σημαντική μείωση στο συνολικά απαιτούμενο χρόνο των εν λόγω έργων.

Χαρακτηριστικό του διαγράμματος Gantt αποτελεί η δυνατότητα υπολογισμού του κόστους του συνολικού έργου. Αυτό επιτυγχάνεται θέτοντας στο πρόγραμμα το κόστος της κάθε δραστηριότητας καθώς και της εκάστοτε ανθρωποώρας.

Ένα σχετικά απλό διάγραμμα Gantt, που αφορά το χρονικό προγραμματισμό των εργασιών κατασκευής ισόγειας οικείας, φαίνεται στο **Σχήμα .6.1**



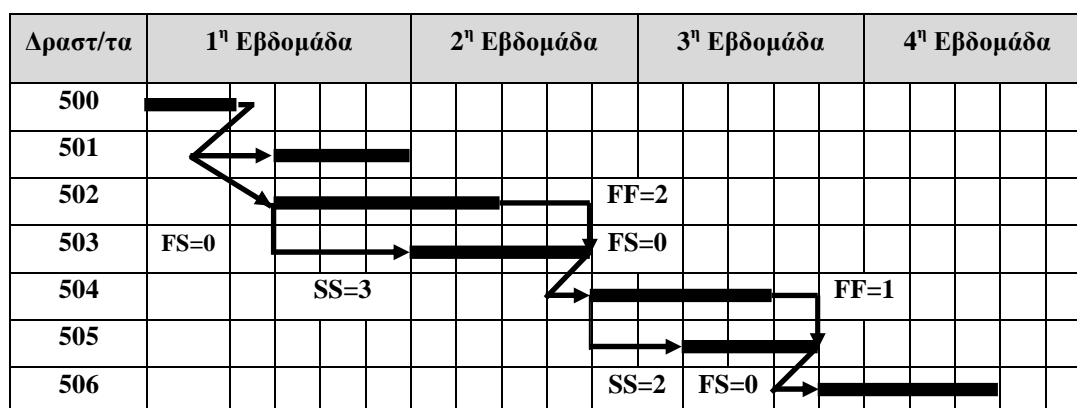
Σχήμα 6.1 Διάγραμμα Gantt [Πολύζος 2004]

Το διάγραμμα Gant είναι απλό και εύκολο στην χρήση του, ακόμα και από μη ειδικευμένο προσωπικό. Έχει όμως μειονεκτήματα όπως:

- i. **Δεν** εμφανίζει την αλληλεξάρτηση των διαφόρων εργασιών, αφού δεν εξαρτά την αρχή μιας δραστηριότητας με το τέλος μιας άλλης. Εξαιρέση αποτελούν τα μικρά διαγράμματα, όπως αυτό του παραπάνω σχήματος. Όμως στα μεγάλα έργα οι εργασίες και οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται είναι εκατοντάδες, και κατά συνέπεια δεν είναι εύκολο να προσδιοριστούν και να παρασταθούν γραφικά στο διάγραμμα Gantt οι μεταξύ τους αλληλεξαρτήσεις.
- ii. **Δεν** μπορεί να εφαρμοστεί σε έργα με πολλές δραστηριότητες ή γενικότερα σε μεγάλα έργα, αφού είναι δύσκολη η παρακολούθησή του από τον επιβλέποντα το έργο.
- iii. **Δεν** παρέχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της κατασκευής με κατάλληλο συνδυασμό χρόνου, δυναμικού και κόστους.

Για την άρση του πρώτου μειονεκτήματος, της αδυναμίας εμφάνισης των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων, υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης των δραστηριοτήτων με βέλη. Το διασυνδεόμενο διάγραμμα ή διάγραμμα λογικών σχέσεων περιλαμβάνει τις λογικές σχέσεις, που συνδέουν τις δραστηριότητες μεταξύ τους, αναφορικά με τον χρόνο εκτέλεσής τους.

## Παράδειγμα:



Σχήμα 6.2 Διασυνδεδεμένο Διάγραμμα Gantt [Πολύζος 2004]

Οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων, όπως ανάγεται από το παραπάνω διάγραμμα είναι οι εξής:

- i. Η δραστηριότητα 500 είναι αρχική δραστηριότητα και διαρκεί 2 μέρες.
- ii. Οι δραστηριότητες 501 και 502 ακολουθούν χρονικά την 500 και διαρκούν 3 και 5 μέρες αντίστοιχα.
- iii. Η δραστηριότητα 503, που διαρκεί 4 μέρες, μπορεί να αρχίσει 3 μέρες μετά την αρχή της 502 και μπορεί να ολοκληρωθεί όχι σε λιγότερο από 2 μέρες μετά την ολοκλήρωση της 502.
- iv. Η δραστηριότητα 504 μπορεί να αρχίσει μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας 503 και διαρκεί 4 ημέρες.
- v. Η δραστηριότητα 505 διαρκεί 3 μέρες και μπορεί να αρχίσει 2 μέρες μετά την έναρξη και να τελειώσει 1 μέρα μετά την λήξη της 504, ενώ η δραστηριότητα 506, η οποία είναι τελική δραστηριότητα, μπορεί να αρχίσει μετά το τέλος της 505 και διαρκεί 4 ημέρες.

Αν και αναπτύχθηκαν αρτιότερες τεχνικές μέθοδοι προγραμματισμού, το διάγραμμα Gantt, άντεξε στο χρόνο και θεωρείται ακόμη και σήμερα η δημοφιλέστερη μέθοδος προγραμματισμού των έργων.

## 6.5 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (CPM)<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Δημήτρης Μ, Εμίρης 'Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων' A Guide to the Project Management Body of Knowledge [PMBOK] Εκδόσεις Παπασωτηρίου PMI 2004





Η μέθοδος **Κρίσιμης Διαδρομής ή Κρίσιμου Δρόμου (Critical Path Method-CPM)**, αποτελεί ένα πρώτο ισχυρό εργαλείο για την επίλυση δικτύου. Σ' αυτήν την επίλυση υπεισέρχονται χρονικά στοιχεία, τα οποία αφορούν κάθε δραστηριότητα. Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής υπολογίζει τις θεωρητικές ημερομηνίες νωρίτερης και αργότερης έναρξης και λήξης, για όλες τις προγραμματισμένες δραστηριότητες, χωρίς να λάβει υπ' όψιν οποιουσδήποτε περιορισμούς σε παραγωγικό δυναμικό, εκτελώντας μια ανάλυση ομόρροπου και αντίρροπου υπολογισμού των διαδρομών του δικτύου του έργου.

Οι υπολογισμένες ημερομηνίες νωρίτερης και αργότερης έναρξης και λήξης μπορεί να είναι ή να μην είναι ίδιες σε όλες τις διαδρομές του δικτύου καθότι το συνολικό περιθώριο, το οποίο παρέχει την ευελιξία του χρονοδιαγράμματος, μπορεί να είναι θετικό αρνητικό ή μηδενικό. Σε οποιαδήποτε διαδρομή δικτύου, η ευελιξία του χρονοδιαγράμματος μετριέται από τη θετική διαφορά μεταξύ των νωρίτερων και αργότερων ημερομηνιών και ονομάζεται 'συνολικό περιθώριο' (total float). Οι κρίσιμες διαδρομές έχουν μηδενικό ή αρνητικό συνολικό περιθώριο και οι προγραμματισμένες δραστηριότητες πάνω σε μια κρίσιμη διαδρομή καλούνται κρίσιμες δραστηριότητες.

### 6.5.1 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (Τοξωτό Δίκτυο)

Η μέθοδος κρίσιμου σημείου αποτελεί ένα ισχυρότατο εργαλείο για την επίλυση δικτύου. Συγκεκριμένα θα δούμε πως εφαρμόζεται σε ένα τοξωτό δίκτυο δραστηριοτήτων.

Σ' αυτή την επίλυση υπεισέρχονται χρονικά στοιχεία, τα οποία αφορούν κάθε δραστηριότητα και είναι τα εξής:

#### i. Ενωρίτεροι Χρόνοι

Ο **Ενωρίτερος Χρόνος Έναρξης – EXE (Start Earliest Time)** δηλώνει την συντομότερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει μια δραστηριότητα.

Ο **Ενωρίτερος Χρόνος Τέλους – EXT (Finish Earliest Time)** δηλώνει τη συντομότερη χρονική στιγμή λήξης μιας δραστηριότητας.

#### ii. Βραδύτεροι Χρόνοι

Ο **Βραδύτερος Χρόνος Έναρξης – BXE (Start Latest Time)** δηλώνει την πιο καθυστερημένη στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει μια δραστηριότητα.

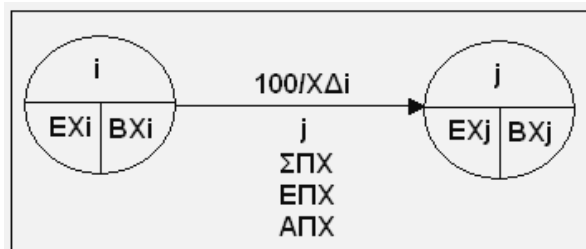
Ο **Βραδύτερος Χρόνος Λήξης – EXT (Finish Latest Time)** δηλώνει την πιο καθυστερημένη στιγμή που μπορεί να τελειώσει μια δραστηριότητα.

### iii. Περιθώρια Χρόνου

Το **Συνολικό Περιθώριο Χρόνου – ΣΠΧ (Total Float, Total Slack)**, δηλώνει το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο μπορεί να υπερβεί την προβλεπόμενη διάρκειά της μια δραστηριότητα, χωρίς να μεγαλώσει τη συνολική διάρκεια του έργου. Όταν **ΣΠΧ=0**, η δραστηριότητα καλείται **κρίσιμη**.

Το **Ελεύθερο Περιθώριο Χρόνου – ΕΠΧ (Free Float, Free Slack)** είναι το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο μπορεί να υπερβεί την προβλεπόμενη διάρκειά της μια δραστηριότητα, χωρίς να επηρεαστεί ο ενωρίτερος χρόνος έναρξης των επόμενων δραστηριοτήτων, με δεδομένο ότι, οι προηγούμενες δραστηριότητες ξεκινούν στον ενωρίτερο χρόνο τους.

Το **Ανεξάρτητο Περιθώριο Χρόνου ΑΠΧ (Independent Float, Independent Slack)**, είναι το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο μια δραστηριότητα μπορεί να υπερβεί την προβλεπόμενη διάρκειά της, χωρίς να επηρεαστεί, ούτε από το βραδύτερο τέλος των προηγούμενων, ούτε να επηρεάσει την ενωρίτερη έναρξη των επόμενων δραστηριοτήτων.



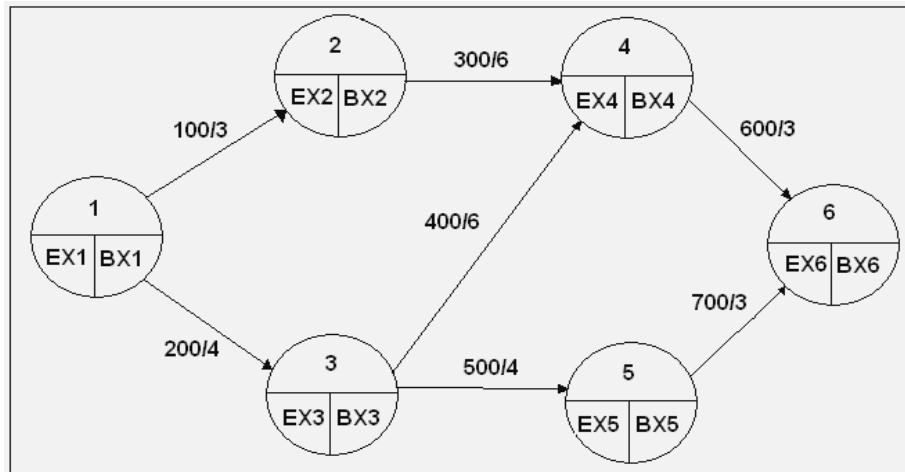
Γράφημα 6.3: Γραφική Παράσταση Δραστηριότητας Τοξωτού Δικτύου

## Άσκηση 6.1 – Κρίσιμο Μονοπάτι σε Τοξωτό Δίκτυο<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



Ας πάρουμε τα δεδομένα του Γραφήματος 6.4, στο οποίο ως χρονικές μονάδες λαμβάνονται οι εργάσιμες μέρες.



Γράφημα 6.4: Τοξωτό Δίκτυο Άσκησης

#### i. Ενωρίτεροι Χρόνοι

$$EX_1 = 0$$

$$EX_2 = EX_1 + X\Delta_{1,2} = 0 + 3 = 3$$

$$EX_3 = EX_1 + X\Delta_{1,3} = 0 + 4 = 4$$

Επειδή στο γεγονός 4 καταλήγουν 2 διαδρομές:

$$\alpha) \text{ Η } 1, 2, 4 \text{ με χρονική διάρκεια } EX_2 + X\Delta_{2,4} = 3 + 6 = 9$$

$$\beta) \text{ Η } 1, 3, 4 \text{ με χρονική διάρκεια } EX_3 + X\Delta_{3,4} = 4 + 6 = 10$$

$$EX_4 = 10 \text{ (max)}$$

$$EX_5 = EX_3 + X\Delta_{3,5} = 4 + 4 = 8$$

Επειδή στο γεγονός 6 καταλήγουν δύο διαδρομές, η μια από το 4 και άλλη από το 5, με αντίστοιχες χρονικές διάρκειες:

$$\alpha) EX_4 + X\Delta_{4,6} = 10 + 3 = 13$$

$$\beta) EX_5 + X\Delta_{5,6} = 8 + 3 = 11, \text{ άρα } EX_6 = 13 \text{ (max)}$$

Αυτό σημαίνει ότι η μικρότερη χρονική διάρκεια θα είναι 13 μέρες (αφού ο ενωρίτερος χρόνος του τελικού γεγονότος 6 είναι 13)

#### ii. Βραδύτεροι Χρόνοι (Από δεξιά προς αριστερά τώρα)

$$BX_6 = EX_6 = 13$$

$$BX_5 = BX_6 - X\Delta_{5,6} = 13 - 3 = 10$$

$$BX_4 = BX_6 - X\Delta_{4,6} = 13 - 3 = 10$$

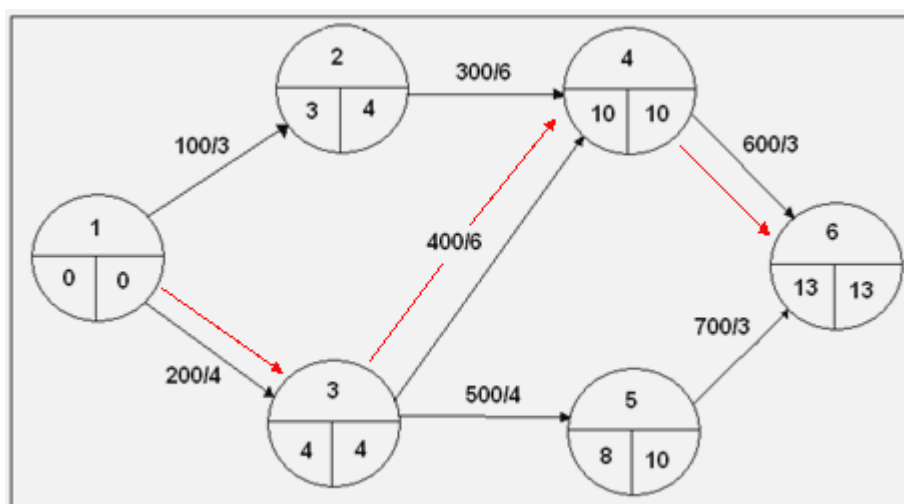
Στο γεγονός 3 καταλήγουν (επιστρέφοντας) δύο διαδρομές:

- a) Αυτή από το 4 δίνει  $BX_4 - X\Delta_{3,4} = 10 - 6 = 4$
- b) Αυτή από το 5 δίνει  $BX_5 - X\Delta_{3,5} = 10 - 4 = 6$ , άρα  $BX_3 = 4$  (min)

$$BX_2 = BX_4 - X\Delta_{2,4} = 10 - 6 = 4$$

Στο γεγονός 1 καταλήγουν (επιστρέφοντας) 2 διαδρομές:

- a) Αυτή από το 2 δίνει  $BX_2 - X\Delta_{1,2} = 4 - 3 = 1$
- b) Αυτή από το 3 δίνει  $BX_3 - X\Delta_{1,3} = 4 - 4 = 0$ , άρα  $BX_1 = 0$  (min)



Γράφημα 6.5: Τοξωτό Δίκτυο Άσκησης με Ενωρίτερους και Βραδύτερους Χρόνους [Α. Δημητριάδης 2009]

### iii. Περιθώρια Χρόνου

$$\Sigma\Pi X = BX_j - EX_i - X\Delta_{i,j}$$

Στα τοξωτά δίκτυα, όταν υπάρχει μια κρίσιμη δραστηριότητα, τότε θα ανήκει σε μια διαδρομή, στην οποία όλες οι δραστηριότητες θα είναι επίσης κρίσιμες και αυτή η διαδρομή θα είναι **Κρίσιμη (Critical Path)**.

$$E\Pi X = EX_j - EX_i - X\Delta_{i,j}$$

$$A\Pi X = EX_j - BX_i - X\Delta_{i,j}$$

Για την δραστηριότητα 100

$$\Sigma\Pi X_{100} = BX_2 - EX_1 - X\Delta_{1,2} = 4 - 0 - 3 = 1$$

$$E\Pi X_{100} = EX_2 - EX_1 - X\Delta_{1,2} = 3 - 0 - 3 = 0$$

$$A\Pi X_{100} = EX_2 - BX_1 - X\Delta_{1,2} = 3 - 0 - 3 = 0$$

Για την δραστηριότητα 200

$$\Sigma\Pi X_{200} = BX_3 - EX_1 - X\Delta_{1,3} = 4 - 0 - 4 = 0$$



$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_3 - \text{EX}_1 - \text{X}\Delta_{1,2} = 4 - 0 - 4 = \mathbf{0}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_3 - \text{BX}_1 - \text{X}\Delta_{1,2} = 4 - 0 - 4 = \mathbf{0}$$

**Για την δραστηριότητα 300**

$$\text{ΣΠΧ100} = \text{BX}_4 - \text{EX}_2 - \text{X}\Delta_{2,4} = 10 - 3 - 6 = \mathbf{1}$$

$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_4 - \text{EX}_2 - \text{X}\Delta_{2,4} = 10 - 3 - 6 = \mathbf{1}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_4 - \text{BX}_2 - \text{X}\Delta_{2,4} = 10 - 5 - 5 = \mathbf{0}$$

**Για την δραστηριότητα 400**

$$\text{ΣΠΧ100} = \text{BX}_4 - \text{EX}_3 - \text{X}\Delta_{3,4} = 10 - 4 - 6 = \mathbf{0}$$

$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_4 - \text{EX}_3 - \text{X}\Delta_{3,4} = 10 - 4 - 6 = \mathbf{0}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_4 - \text{BX}_3 - \text{X}\Delta_{3,4} = 10 - 4 - 6 = \mathbf{0}$$

**Για την δραστηριότητα 500**

$$\text{ΣΠΧ100} = \text{BX}_5 - \text{EX}_3 - \text{X}\Delta_{3,5} = 10 - 4 - 4 = \mathbf{2}$$

$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_5 - \text{EX}_3 - \text{X}\Delta_{3,5} = 8 - 4 - 4 = \mathbf{0}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_5 - \text{BX}_3 - \text{X}\Delta_{3,5} = 8 - 4 - 4 = \mathbf{0}$$

**Για την δραστηριότητα 600**

$$\text{ΣΠΧ100} = \text{BX}_6 - \text{EX}_4 - \text{X}\Delta_{4,6} = 13 - 10 - 3 = \mathbf{0}$$

$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_6 - \text{EX}_4 - \text{X}\Delta_{4,6} = 13 - 10 - 3 = \mathbf{0}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_6 - \text{BX}_4 - \text{X}\Delta_{4,6} = 13 - 10 - 3 = \mathbf{0}$$

**Για την δραστηριότητα 700**

$$\text{ΣΠΧ100} = \text{BX}_6 - \text{EX}_5 - \text{X}\Delta_{5,6} = 13 - 8 - 3 = \mathbf{2}$$

$$\text{EΠΧ100} = \text{EX}_6 - \text{EX}_5 - \text{X}\Delta_{5,6} = 13 - 8 - 3 = \mathbf{2}$$

$$\text{ΑΠΧ100} = \text{EX}_6 - \text{BX}_5 - \text{X}\Delta_{5,6} = 13 - 10 - 3 = \mathbf{0}$$

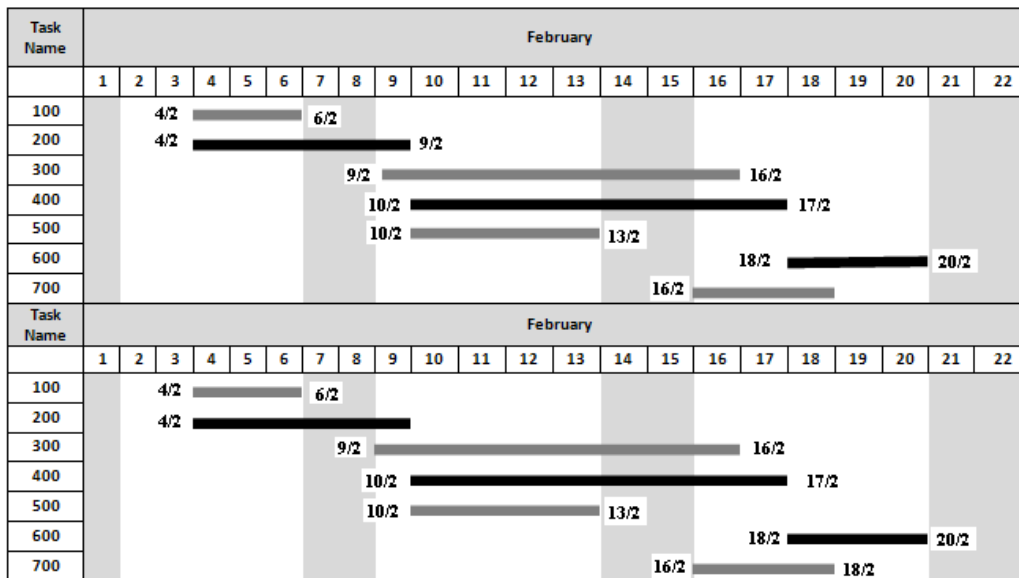
**Παρατηρήσεις:**

Υπάρχει μια μόνο κρίσιμη διαδρομή **1, 3, 4, 6**, καθώς οι δραστηριότητες **200, 400, 600** έχουν **ΣΠΧ=0**.

Οι δραστηριότητες **100** και **300** παρουσιάζουν χρονική ελαστικότητα μιας μέρας **ΣΠΧ=1**, δηλαδή μπορούν να καθυστερήσουν κατ' αυτό το χρονικό διάστημα, χωρίς συνέπειες για τις άλλες δραστηριότητες ή την συνολική διάρκεια του έργου. Το ίδιο **ΣΠΧ = 2** παρατηρείται και για τις δραστηριότητες **500** και **700**.

Η **300** διαθέτει **EΠΧ=1** γεγονός που σημαίνει ότι εάν η **100** ξεκινήσει στον ενωρίτερο χρόνο της η **300** μπορεί να καθυστερήσει κατά μια μέρα, χωρίς να επηρεάσει αυτόν τον ενωρίτερο χρόνο έναρξης της **600**. Το ίδιο συμβαίνει και στην **700** με **EΠΧ=2**, δηλαδή αν η **500** ξεκινήσει στον ενωρίτερο χρόνο της, η **700** μπορεί

να καθυστερήσει κατά 2 ημέρες, χωρίς να επηρεάσει αυτό τον ενωρίτερο χρόνο τέλους του έργου.



Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα Gant για το Τοξωτό Δίκτυο [Δημητριάδης 2009]

### Άσκηση 6.2 - Εύρεση Κρίσιμου Μονοπατιού Σε Τοξωτό δίκτυο (Παραγωγή Τοστ)<sup>26</sup>

Για τα δεδομένα του Πίνακα 6.4 αναπαραστήσετε σε γράφημα την κρίσιμη διαδρομή και τον νωρίτερο χρόνο, σε λεπτά, που χρειάζεται κάποιος για την

<sup>26</sup> [http://kkir.simor.ntua.gr/pm\\_resources\\_gr.asp](http://kkir.simor.ntua.gr/pm_resources_gr.asp) 'Μέθοδος κρίσιμου Δρόμου' Κηρηττόπουλος Κωνσταντίνος 23 / 2 / 2009 Τελευταία Είσοδος 1 / 11 / 2010. Σελίδες 25

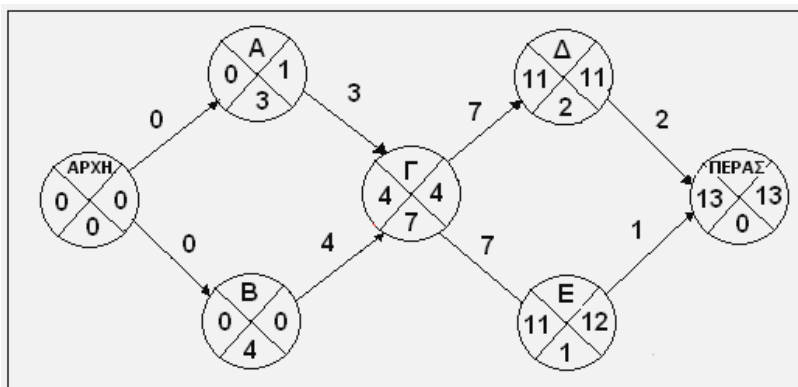


παραγωγή ενός τοστ, το σερβίρισμά του και την αποθήκευση των υλικών πάλι στο ψυγείο.

Πίνακας 6.4: Στοιχεία Δραστηριοτήτων

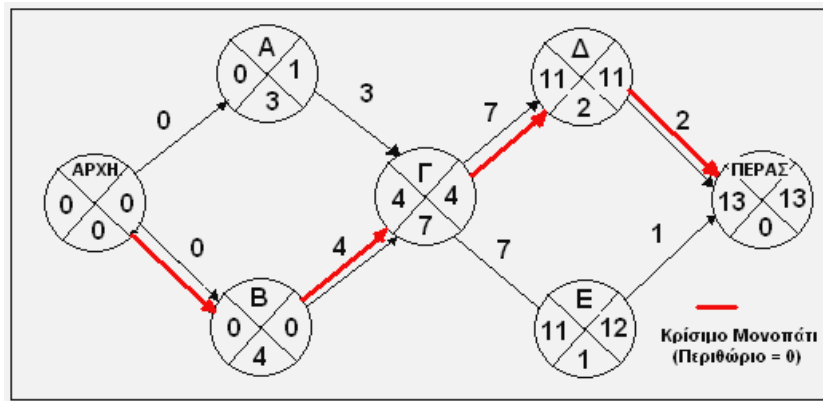
Κωδικός	Δραστηριότητα	Διάρκεια (σε λεπτά)	Προαπαιτούμενες Δραστηριότητες
A	Προθέρμανση Ψηστιέρας	3	-
B	Προετοιμασία Υλικών	4	-
Γ	Ψήσιμο	7	A, B
Δ	Σερβίρισμα	2	Γ
E	Αποθήκευση Υλικών	1	Γ

Αρχικά δημιουργείται το δίκτυο του γραφήματος (6.6), στο οποίο διακρίνεται η αρχή και το τέλος του έργου. Έπειτα υπολογίζονται και συμπληρώνονται στους κόμβους οι Ενωρίτεροι και οι Βραδύτεροι χρόνοι .



Γράφημα 6.6 Αναπαράσταση Δεδομένων Πίνακα 6.4

Τέλος έχουμε το κρίσιμο μονοπάτι, την κρίσιμη διαδρομή δηλαδή του έργου , η οποία είναι : **Αρχή, Β, Γ, Δ, Πέρας**.



Γράφημα 6.8: Κρίσιμο Μονοπάτι

### 6.5.2 Μέθοδος Κρίσιμου Δρόμου (Κομβικό Δίκτυο)

Στα κομβικά δίκτυα όπως προαναφέρθηκε τα χρονικά στοιχεία καταγράφονται στα κελιά των τετραγώνων, που αναπαριστούν τις δραστηριότητες, ενώ οι σχέσεις, που διέπουν τις δραστηριότητες καταγράφονται πάνω στα βέλη.

Πίνακας 6.3: Γραφική Παράσταση Δραστηριότητας Κομβικού Δικτύου



Έτσι εάν θεωρηθεί ότι, γίνεται αναφορά στις δραστηριότητες i (γραφικά προηγούμενη) και j (γραφικά επόμενη), θα ισχύουν οι σχέσεις:

#### Ενωρίτεροι Χρόνοι:

Για σχέσεις SS:  $ΕΧΕj = ΕΧΕi + SS(i,j)$

Για σχέσεις FS:  $ΕΧΕj = ΕΧΕi + FS(i,j)$

Για σχέσεις SF:  $ΕΧΕj = ΕΧΕi + SF(i,j) - ΧΔj$

Για σχέσεις FF:  $ΕΧΕj = ΕΧΕi + FF(i,j) - ΧΔj$

Όπως προκύπτει από αυτούς τους τύπους, ταυτόχρονα με τον υπολογισμό των ενωρίτερων χρόνων έναρξης απαιτείται και ο υπολογισμός ενωρίτερων χρόνων τέλους κάθε δραστηριότητας ακολουθώντας τον τύπο:

$$ΕΧΤj = ΕΧΕj + ΧΔj$$

#### Βραδύτεροι Χρόνοι:





Για σχέσεις SS:  $BXT_i = BXE_j - SS(i,j) + X_{\Delta i}$

Για σχέσεις FS:  $BXT_i = BXE_j - FS(i,j)$

Για σχέσεις SS:  $BXT_i = BXT_j - SF(i,j) + X_{\Delta i}$

Για σχέσεις SS:  $BXT_i = BXT_j - FF(i,j)$

Όπως είναι προφανές ο βραδύτερος χρόνος έναρξης θα είναι:

$$BXE_i = BXT_i - X_{\Delta i}$$

### Χρονικά Περιθώρια

Το **συνολικό περιθώριο χρόνου** κάθε δραστηριότητας *i* δίνεται από την σχέση:

$$\Sigma\Pi X_i = BXT_i - EXE_i - X_{\Delta i}$$

Αναφορικά με το **ελεύθερο περιθώριο χρόνου** κάθε δραστηριότητας *i* αυτό καθορίζεται ως ελάχιστο ελεύθερο περιθώριο χρόνου εφόσον σε μια δραστηριότητα καταλήγουν προς τα πίσω περισσότερες της μιας σχέσεις.

Για σχέσεις SS:  $E\Pi X_i = EXE_j - EXE_i - SS(i,j)$

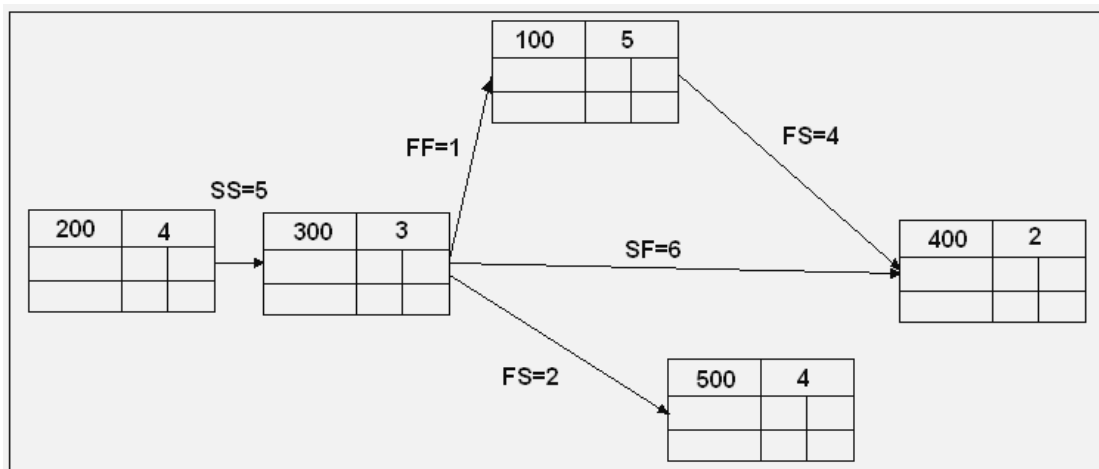
Για σχέσεις FS:  $E\Pi X_i = EXE_j - EXT_i - FS(i,j)$

Για σχέσεις SS:  $E\Pi X_i = EXE_j - EXE_i + X_{\Delta i} - SF(i,j)$

Για σχέσεις SS:  $E\Pi X_i = EXE_j - EXT_i + X_{\Delta i} - FF(i,j)$

### Άσκηση 6.3 - Κρίσιμο Μονοπάτι σε Κομβικό Δίκτυο<sup>27</sup>

Ας εξεταστούν τα χρονικά στοιχεία του παρακάτω γραφήματος.



<sup>27</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.

### Γράφημα 6.6: Κομβικό δίκτυο Άσκησης

#### Ενωρίτεροι χρόνοι

$$EXE_{200} = 0 \text{ τότε } EXT_{200} = EXE_{200} + X\Delta_{200} = 0 + 4 = 4$$

$$EXE_{300} = EXE_{200} + SS_{(200,300)} = 0 + 5 = 5 \text{ και}$$

$$EXT_{300} = EXE_{300} + X\Delta_{300} = 5 + 3 = 8$$

$$EXE_{100} = EXT_{300} + FF_{(300,100)} - X\Delta_{100} = 8 + 1 - 5 = 4 \text{ και}$$

$$EXT_{100} = EXE_{100} + X\Delta_{100} = 4 + 5 = 9$$

$$EXE_{300} = EXT_{100} + FF_{(100,300)} - X\Delta_{300} = 5 + (-1) - 3 = 1 \text{ και}$$

$$EXT_{300} = EXE_{300} + X\Delta_{300} = 1 + 3 = 4$$

Επειδή στην δραστηριότητα **400** καταλήγουν 2 διαδρομές (από 100 και από 300) θα επιλεγεί ο **μεγαλύτερος ενωρίτερος χρόνος**.

$$EXE_{400} = EXT_{100} + FS_{(100,400)} = 9 + 4 = 13 \text{ και}$$

$$EXE_{400} = EXE_{300} + SF_{(300,400)} - X\Delta_{400} = 5 + 6 - 2 = 9$$

Συνεπώς  $EXE_{400} = 13 = \mathbf{max}$  και  $EXT_{400} = EXE_{400} + X\Delta_{400} = 13 + 2 = 15$

$EXE_{500} = EXT_{300} + FS_{(300,500)} = 8 + 2 = 10$  και  $EXT_{500} = EXE_{500} + X\Delta_{500} = 10 + 4 = 14$

Από αυτούς τους χρόνους φαίνεται ότι:

- Το έργο ξεκινά με την έναρξη της δραστηριότητας 200
- Το έργο τελειώνει με την λήξη της δραστηριότητας 400
- Η μικρότερη διάρκεια του έργου προβλέπεται να είναι 15 χρονικές μονάδες.

#### Βραδύτεροι Χρόνοι

Η δραστηριότητα με το μεγαλύτερο ενωρίτερο χρόνο τέλους στο δίκτυο είναι η 400 και αφού δεν υπάρχει τακτός χρόνος για το έργο τίθεται:

$$BXT_{400} = 15 \text{ (μεγαλύτερος ενωρίτερος χρόνος τέλους)}$$

$$BXE_{400} = BXT_{400} - X\Delta_{400} = 15 - 2 = 13$$

Η δραστηριότητα 500 δεν σχετίζεται με την δραστηριότητα 400, άρα ο βραδύτερος χρόνος του τέλους της θα είναι  $BXT_{500} = BXT_{500} = 15$  (μεγαλύτερος βραδύτερος χρόνος τέλους στο δίκτυο) και  $BXE_{500} = BXT_{500} - \Delta X_{500} = 15 - 4 = 11$

Για την **100**:  $BXT_{100} = BXE_{400} - FS_{(100,400)} = 13 - 4 = 9$  και

$$BXE_{100} = BXT_{100} - X\Delta_{100} = 9 - 5 = 4$$



Στην **300** καταλήγουν (προς τα πίσω) τρεις σχέσεις: μια **SF** από την **400**, μια **FS** από την **500** και μια **FF** από την **100**. Άρα θα υπολογιστούν τρεις χρόνοι και θα κρατηθεί ο μικρότερος:

$$\checkmark \mathbf{BXT}_{300} = \mathbf{BXT}_{400} - \mathbf{SF}_{(300,400)} + \mathbf{X}\Delta_{300} = 15 - 6 + 3 = \mathbf{12}$$

$$\checkmark \mathbf{BXT}_{300} = \mathbf{BXE}_{500} - \mathbf{FS}_{(300,500)} = 11 - 2 = \mathbf{9}$$

$$\checkmark \mathbf{BXT}_{300} = \mathbf{BXT}_{100} - \mathbf{FF}_{(300,100)} = 9 - 1 = \mathbf{8}$$

$$\mathbf{\Sigmaνεπώς} \mathbf{BXT}_{300} = \mathbf{min} = \mathbf{8}$$

$$\text{Για την δραστηριότητα } \mathbf{200: BXT}_{200} = \mathbf{BXE}_{300} - \mathbf{SS}_{(200,300)} + \mathbf{X}\Delta_{200} = 5 - 5 + 4 = \mathbf{4}$$

$$\text{και } \mathbf{BXE}_{200} = \mathbf{BXT}_{200} - \mathbf{X}\Delta_{200} = 4 - 4 = \mathbf{0}$$

### Χρονικά Περιθώρια

Επειδή με τημ δραστηριότητα **400** τελειώνει το έργο, είναι προφανές ότι  $\mathbf{\Sigma\Pi X}_{400} = \mathbf{0}$  και  $\mathbf{E\Pi X}_{400} = \mathbf{0}$

Για την δραστηριότητα **500**:

$\mathbf{\Sigma\Pi X}_{500} = \mathbf{BXT}_{500} - \mathbf{EXE}_{500} - \mathbf{X}\Delta_{500} = 15 - 10 - 4 = \mathbf{1}$  και επειδή δεν έχει σχέση με την **400**, είναι προφανές ότι  $\mathbf{E\Pi X}_{500} = \mathbf{1}$

Για την δραστηριότητα **100**:

$$\mathbf{\Sigma\Pi X}_{100} = \mathbf{BXT}_{100} - \mathbf{EXE}_{100} - \mathbf{X}\Delta_{100} = 9 - 4 - 5 = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{E\Pi X}_{100} = \mathbf{EXE}_{400} - \mathbf{EXT}_{100} - \mathbf{FS}_{(100,400)} = 13 - 9 - 4 = \mathbf{0}$$

Για την δραστηριότητα **300**:

$$\mathbf{\Sigma\Pi X}_{300} = \mathbf{BXT}_{300} - \mathbf{EXE}_{300} - \mathbf{X}\Delta_{300} = 8 - 5 - 3 = \mathbf{0}$$

Στην δραστηριότητα **300** καταλήγουν προς τα πίσω τρεις σχέσεις, άρα θα υπολογιστούν τα τρία ελεύθερα περιθώρια και θα κρατηθεί το μικρότερο.

$$\checkmark \mathbf{E\Pi X}_{300} = \mathbf{EXE}_{400} - \mathbf{EXE}_{300} + \mathbf{X}\Delta_{400} - \mathbf{SF}_{(300,400)} = 13 - 5 + 2 - 6 = \mathbf{4}$$

$$\checkmark \mathbf{E\Pi X}_{300} = \mathbf{EXE}_{500} - \mathbf{EXT}_{300} - \mathbf{FS}_{(300,500)} = 10 - 8 - 2 = \mathbf{0}$$

$$\checkmark \mathbf{E\Pi X}_{300} = \mathbf{EXE}_{100} - \mathbf{EXT}_{300} + \mathbf{X}\Delta_{100} - \mathbf{FF}_{(300,100)} = 4 - 8 + 5 - 1 = \mathbf{0}$$

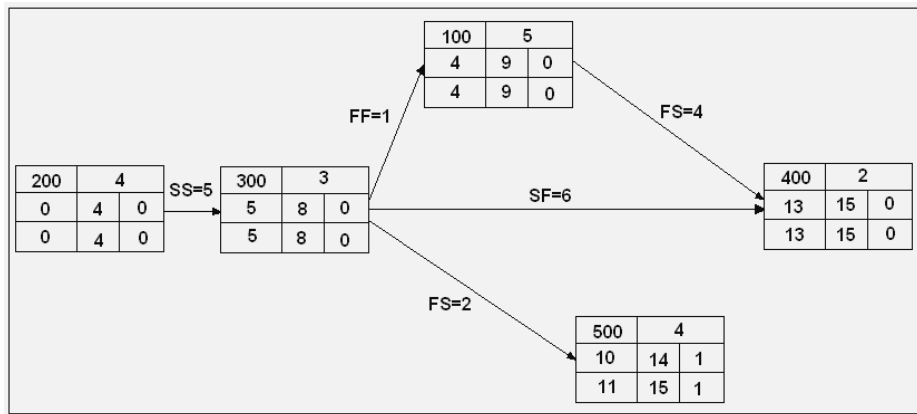
Επομένως  $\mathbf{E\Pi X}_{300} = \mathbf{0 min}$

Τέλος για την δραστηριότητα **200**:

$$\mathbf{\Sigma\Pi X}_{200} = \mathbf{BXT}_{200} - \mathbf{EXE}_{200} - \mathbf{X}\Delta_{200} = 4 - 0 - 4 = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{E\Pi X}_{200} = \mathbf{EXE}_{300} - \mathbf{EXE}_{200} - \mathbf{SS}_{(200,300)} = 5 - 0 - 5 = \mathbf{0}$$

Σύμφωνα με αυτά η τελική μορφή του δικτύου εμφανίζεται στο Γράφημα 6.7

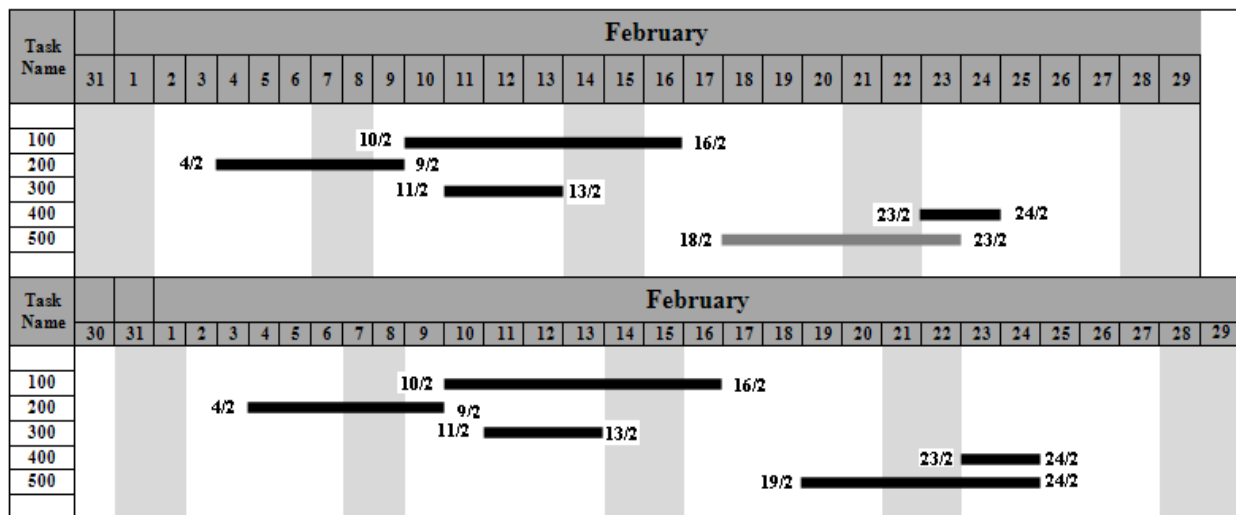


**Γράφημα 6.7:** Τελική Μορφή Επίλυσης Κομβικού Δικτύου

Παρατηρείται ότι υπάρχει κρίσιμη διαδρομή αποτελούμενη από τις δραστηριότητες **200, 300, 100, 400**

Ελεύθερο χρονικό περιθώριο διαθέτει μόνο η **500** ( $ΕΠΧ_{500} = 1$ )

Ας υποτεθεί ότι το έργο ξεκινά στις 4/2 του έτους χχχχ και ότι, μη εργάσιμες μέρες είναι μόνο τα σαββατοκύριακα, το χρονοδιάγραμμα του έργου στο διάγραμμα του Gant φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



**Διάγραμμα 6.2:** Διάγραμμα Gant για το κομβικό δίκτυο (Ενωρίτεροι και Βραδύτεροι Χρόνοι)

Στην κορυφή του παραπάνω διαγράμματος παρουσιάζονται οι δραστηριότητες του δικτύου με τους ενωρίτερους χρόνους έναρξης. Οι σκουρόχρωμες ράβδοι παριστάνουν τις κρίσιμες δραστηριότητες. Στο κάτω μέρος της εικόνας παρουσιάζονται οι δραστηριότητες με τους βραδύτερους χρόνους έναρξης. Σ' αυτήν



την περίπτωση, φαίνεται καθαρά ότι, όλες οι δραστηριότητες του δικτύου έχουν μετατραπεί σε κρίσιμες.

## 6.6 Μέθοδος PERT <sup>28</sup>

Η μέθοδος **Pert (Project Evaluation and Review Technique)** επινοήθηκε με στόχο την κάλυψη της επικινδυνότητας που προέρχεται από απρόβλεπτους παράγοντες. Ξεκίνησε να εφαρμόζεται σε έργα που παρουσιάζουν ευαισθησία σε πιθανές χρονικές μεταβολές των δραστηριοτήτων τους, όπως για παράδειγμα έργα που εκτελούνται για πρώτη φορά, κατασκευαστικά έργα, ευαίσθητα στις καιρικές συνθήκες κτλ.. για να καταλήξει να χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλα τα έργα.

### Περιγραφή της μεθόδου

Για κάθε δραστηριότητα ορίζονται τρεις χρονικές διάρκειες:

- **Ο Αισιόδοξος Χρόνος (Optimistic time) a**, που εκφράζει τις πιο αισιόδοξες προβλέψεις (όταν όλα έρθουν βολικά).
- **Ο Απαισιόδοξος Χρόνος (Pessimistic Time) b**, που εκφράζει τις απαισιόδοξες προβλέψεις (όταν όλα έλθουν ανάποδα).
- **Ο Πιθανός Χρόνος (Most Likely Time) m**, που εκφράζει αυτό, που συνήθως συμβαίνει (το στατιστικά πιθανό).

Η **Μέση Τιμή (Mean)** της κατανομής Βήτα καθορίζει τον **Αναμενόμενο Χρόνο (Expected Time) – Te** κάθε δραστηριότητας, δηλαδή τον απαραίτητο μέσο χρόνο για την εκτέλεση. Έτσι σε κάθε δραστηριότητα **i** θα αντιστοιχεί μια χρονική διάρκεια που δίνεται από την σχέση:

$$Te_i = \frac{(a_i + 4m_i + b_i)}{6}$$

<sup>28</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.

Η Διακύμανση ή Διασπορά (Variance)  $\sigma_i^2$  του χρόνου κάθε δραστηριότητας  $i$  συμπίπτει με τη Διακύμανση της Κατανομής Βήτα για την οποία ισχύει:

$$\sigma_i^2 = \left(\frac{b_i - a_i}{6}\right)^2$$

Η διακύμανση του χρόνου όλου του έργου  $\sigma_{ολ}^2$  ισούται με το άθροισμα των διακυμάνσεων των δραστηριοτήτων της κρίσιμης διαδρομής του. Αν υπάρχουν περισσότερες της μιας κρίσιμες διαδρομές χρησιμοποιείται εκείνη, που έχει τη μεγαλύτερη διακύμανση.

Βασική προϋπόθεση, για τον υπολογισμό της πιθανότητας ολοκλήρωσης ενός έργου στον **Τακτό Χρόνο  $T\chi$** , είναι η παραδοχή, ότι, αυτός ο χρόνος ακολουθεί την **Κανονική Κατανομή (Normal Distribution)**.

Τιμή μεταβλητής  $X$  κανονικής κατανομής

$$X = \frac{T\chi - Tn}{\sigma_{ολ}}$$

Τακτός χρόνος

$$T\chi = X\sigma_{ολ} + Tn$$

Η πιθανότητα ολοκλήρωσης του έργου υπολογίζεται από την εντολή του excel

**$P = \text{NORMDIST}(X;0;1;\text{TRUE})$**

Στην περίπτωση που δίνεται η πιθανότητα  $P$  τότε το  $X$  υπολογίζεται από την εντολή του excel

**$X = \text{NORMINV}(P;0;1)$**

**Άσκηση 6.4 - Μέθοδος Pert σε Τοξωτό Δίκτυο<sup>29</sup>**

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι δραστηριότητες ενός έργου, με του κωδικούς τους, τις σχέσεις μεταξύ των και τις τρεις διαφορετικές διάρκειες τους.

**Πίνακας 6.5:** Βασικά Στοιχεία Δραστηριοτήτων

Κωδικοί Δραστηριοτήτων	Σχέσεις μεταξύ Δραστηριοτήτων	Χρονικές Διάρκειες (μήνες)		
		(a)	(m)	(b)
100	Αρχή του Έργου	4	6	7
200	Αρχή του Έργου	3	5	8
300	Έναρξη αμέσως μετά το τέλος της 100	2	3	5
400	Έναρξη αμέσως μετά το τέλος της 200	4	5	7
500	Έναρξη μετά το τέλος της 300 και 400	4	6	9
600	Έναρξη μετά το τέλος της 300 και 400	5	6	8
700	Έναρξη μετά το τέλος της 500	3	6	9
800	Έναρξη μετά το τέλος της 600	5	6	9

Τίθενται τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποια είναι η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε 23 μήνες;
- Πόσοι μήνες απαιτούνται ώστε το έργο να ολοκληρωθεί με πιθανότητα 96%;

**Πρώτο βήμα**

Για κάθε δραστηριότητα υπολογίζονται ο αναμενόμενος χρόνος  $T_e$  και η διακύμανση  $\sigma^2$

<sup>29</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.

**Πίνακας 6.6:** Αναμενόμενοι Χρόνοι και Διακυμάνσεις Δραστηριοτήτων

Κωδικοί Δραστηριοτήτων	Te	σ
100	5,83	0,25
200	5,16	0,83
300	3,16	0,25
400	5,16	0,25
500	6,16	0,69
600	6,16	0,25
700	6	1
800	6,33	0,44

### Δεύτερο Βήμα

Δημιουργείται το δίκτυο του έργου και με χρονική διάρκεια για κάθε δραστηριότητα τον αναμενόμενο χρόνο της  $T_e$ , εφαρμόζεται στο δίκτυο η μέθοδος **CPM** και υπολογίζεται ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος τέλους του έργου **Tn**, καθώς και οι κρίσιμες διαδρομές του δικτύου.

Από την επίλυση αυτή προκύπτει ότι:

- Το δίκτυο έχει μια μόνο κρίσιμη διαδρομή (**200,400,600,800**).
- Ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος τέλους του έργου είναι **Tn = 22.81**.

### Τρίτο Βήμα

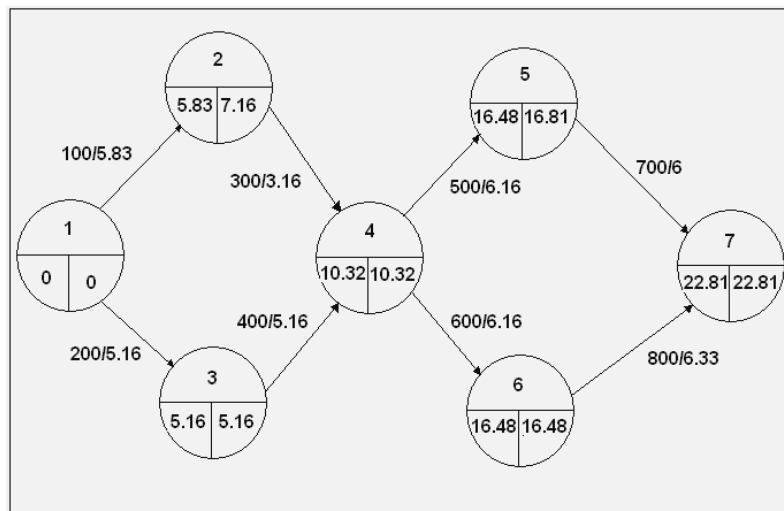
Υπολογίζεται η διακύμανση του χρόνου όλου του έργου ως άθροισμα των διακυμάνσεων όλων των δραστηριοτήτων κάθε κρίσιμης διαδρομής

$$(\sigma^2 = \sum \sigma_i^2)$$

$$\sigma_{ολ}^2 = \sigma_{200}^2 + \sigma_{400}^2 + \sigma_{600}^2 + \sigma_{800}^2 = 0,83 + 0,25 + 0,25 + 0,44 = 1,77$$

**Και σ ολικό = 1,33**





Γράφημα 6.9: Δίκτυο Έργου, Ενωρίτεροι, Βραδύτεροι Χρόνοι, Κρίσιμες Διαδρομές

### Τέταρτο Βήμα

Υπολογίζεται η τιμή της μεταβλητής  $X$  της κανονικής κατανομής με τη σχέση:

$$X = \frac{T_x - T_n}{\sigma_{ολ}} \quad \text{ή ο τακτός χρόνος με τη σχέση: } T_x = X \sigma_{ολ} + T_n$$

Απαντώντας στο πρώτο ερώτημα είναι γνωστά :  $T_x = 23$ ,  $T_n = 22.81$ ,  $\sigma_{ολ} = 1.33$

Άρα με εφαρμογή του τύπου λαμβάνεται :

$$X = \frac{23 - 22.81}{1.33} = 0.14$$

Με την συνάρτηση του excel `P=NORMDIST(0,14;0;1;TRUE)` υπολογίζεται η πιθανότητα 0.55567 ή **55,57%**. Συνεπώς, ο τακτός χρόνος των **23** μηνών, που προτείνεται για την υλοποίηση του έργου κρίνεται εντελώς ανεπαρκής για το έργο.

Απαντώντας στο δεύτερο ερώτημα είναι γνωστά :  $T_n = 22.81$ ,  $\sigma_{ολ} = 1.33$

**Συχνά ως βεβαιότητα** θεωρείται η πιθανότητα 96% ή 0,96. Έτσι με την συνάρτηση του excel `X = NORMINV(0,96;0;1)` λαμβάνεται  $X = 1,7506$ .

Με εφαρμογή του τύπου  $T_x = 1.75 \times 1.33 + 22.81 = 25.1$  μήνες, που σημαίνει ότι το έργο με βεβαιότητα μπορεί να υλοποιηθεί σε **25,2** μήνες.

Επομένως ο Project Manager έχει να επιλέξει ανάμεσα στις ακόλουθες λύσεις:

1. Να ζητήσει να αλλάξει, εφόσον γίνεται, ο τακτός χρόνος του έργου από **23** σε **25,1** μήνες. Αν αυτό συμβεί, τότε επιστρέφοντας στο αρχικό δίκτυο θα θέσει ως βραδύτερο χρόνο τέλους του έργου, το χρόνο ίσο με **25,1**, οπότε υπολογίζοντας εκ

νέου τους βραδύτερους χρόνους θα προκύψουν οι νέες χρονικές δυνατότητες του δικτύου .

2. Να ρισκάρει και να προσπαθήσει να υλοποιήσει το έργο σε **23** μήνες παρα τις αντίθετες λογικές προβλέψεις της **PERT**, που του δίνουν πιθανότητα μόνο **55,57%** για να το πετύχει.
3. Να ξαναδημιουργήσει το δίκτυο του έργου, ανασυντάσσοντας τις δραστηριότητες, προσπαθώντας να μειώσει σημαντικά τον ενωρίτερο χρόνο τέλους του έργου **Tn**.

### Άσκηση 6.5 – Μέθοδος Pert σε Κομβικό Δίκτυο<sup>30</sup>

Ας θεωρηθεί ότι στον Πίνακα 6.7 παρουσιάζονται οι δραστηριότητες ενός έργου, με τους κωδικούς τους, τις σχέσεις μεταξύ των και τις τρεις διαφορετικές διάρκειες τους. Τίθενται τα εξής ερωτήματα:

- Ποια είναι η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε 14 εβδομάδες;
- Πόσες εβδομάδες απαιτούνται ώστε το έργο να ολοκληρωθεί με βεβαιότητα

**Πίνακας 6.7:** Βασικά Στοιχεία Δραστηριοτήτων

Κωδικοί Δραστηριοτήτων	Σχέσεις μεταξύ Δραστηριοτήτων	Χρονικές Διάρκειες (εβδομάδες)		
		(a)	(m)	(b)
<b>100</b>	Αρχή του έργου	4	6	7
<b>200</b>	Αρχή του έργου	3	5	8
<b>300</b>	Έναρξη 2 εβδομάδες μετά το τέλος της 100 και 5 εβδομάδες μετά το τέλος της 200	2	3	5
<b>400</b>	Τέλος 6 εβδομάδες μετά τν έναρξη της 300	2	4	7
<b>500</b>	Έναρξη 2 εβδομάδες μετά την έναρξη της 300	2	3	6

<sup>30</sup> Δημητριάδης Α. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου , Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 4<sup>η</sup> Έκδοση 2009.



### Πρώτο βήμα

Για κάθε δραστηριότητα υπολογίζονται ο αναμενόμενος χρόνος  $T_e$  και η διακύμανση  $\sigma^2$  με την βοήθεια των ίδιων τύπων.

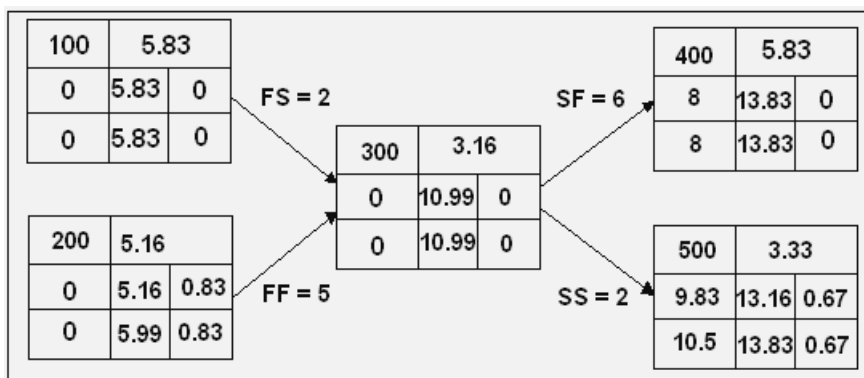
Άρα θα έχουμε τον παρακάτω νέο πίνακα:

**Πίνακας 6.8:** Αναμενόμενοι Χρόνοι και Διακυμάνσεις Δραστηριοτήτων

Κωδικοί Δραστηριοτήτων	( $T_e$ )	( $\sigma^2$ )
100	5,83	0,25
200	5,16	0,83
300	3,16	0,25
400	5,83	0,69
500	3,33	0,45

### Δεύτερο Βήμα

Δημιουργείτε το δίκτυο του έργου και με χρονική διάρκεια για κάθε δραστηριότητα τον αναμενόμενο χρόνο της  $T_e$ , εφαρμόζεται στο δίκτυο η μέθοδος CPM και υπολογίζεται ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος τέλους του  $T_n$ , καθώς και οι κρίσιμες διαδρομές του δικτύου.



**Γράφημα 6.10:** Δίκτυο Έργου, Ενωρίτεροι, Βραδύτεροι Χρόνοι, Κρίσιμες Διαδρομές

Από την επίλυση αυτού του δικτύου προκύπτει ότι:

- Το δίκτυο έχει μια μόνο κρίσιμη διαδρομή με τις δραστηριότητες **100, 300, 400**.
- Ο ενωρίτερος αναμενόμενος χρόνος τέλους του έργου είναι  **$T_n = 13.83$**

### Τρίτο Βήμα

Υπολογίζεται η διακύμανση του χρόνου όλου του έργου ως άθροισμα των διακυμάνσεων όλων των δραστηριοτήτων κάθε κρίσιμης διαδρομής  $\sigma_{ολ}^2 = \sum \sigma_i^2$ .

$$\sigma_{ολ}^2 = \sigma_{100}^2 + \sigma_{300}^2 + \sigma_{400}^2 = 0,25 + 0,25 + 0,69 = 1,19$$

και

$$\sigma_{ολ} = 1,09$$

### Τέταρτο Βήμα

Υπολογίζεται η τιμή της μεταβλητής X της κανονικής κατανομής με τη σχέση:

$$X = \frac{T_x - T_n}{\sigma_{ολ}} \quad \text{ή ο τακτός χρόνος με τη σχέση} \quad T_x = X \sigma_{ολ} + T_n$$

Απαντώντας στο πρώτο ερώτημα, είναι γνωστά:

$$T_x = 14, T_n = 13.83, \sigma_{ολ} = 1.09$$

Άρα με την εφαρμογή του τύπου

$$X = \frac{T_x - T_n}{\sigma_{ολ}}$$

$$X = \frac{14 - 13.83}{1.09} = 0.16 \quad \text{και με την εντολή του ή του excel}$$

`=NORMDIST(0,16;0;1;TRUE)` υπολογίζεται η πιθανότητα 0.5596 ή 55,96%.  
Συνεπώς ο τακτός χρόνος των 14 εβδομάδων, που προτείνεται για την ολοκλήρωση του έργου κρίνεται εντελώς ανεπαρκής για το έργο.

Απαντώντας στο δεύτερο ερώτημα, είναι γνωστά  $T_n = 13.83$ ,  $\sigma_{ολ} = 1,09$ ,

Και το  $X = 1.7506$  (είναι η τιμή που αντιστοιχεί στην πιθανότητα 0,96)

Με εφαρμογή του τύπου  $T_x = 1.75 \times 1.09 + 13.83 = 15.7$  εβδομάδες, το οποίο σημαίνει ότι, το έργο με σημαντική βεβαιότητα μπορεί να ολοκληρωθεί σε 15.7 εβδομάδες. Τα συμπεράσματα θα είναι ανάλογα με εκείνα του προηγούμενου παραδείγματος.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προσέγγιση του Προγραμματισμού των Πόρων<sup>31</sup>

Με τον όρο πόροι ενός έργου, εννοούνται οι πρώτες ύλες, το ανθρώπινο δυναμικό, ο εξοπλισμός ολόκληρου του έργου (μηχανήματα, εργαλεία ) κτλ και γενικά ότι χρησιμοποιείται για την υλοποίηση ενός έργου . Οι πόροι χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες . Στους αναλώσιμους και μη αναλώσιμους.

### 7.1 Αναλώσιμοι Πόροι

Στην κατηγορία αυτών των πόρων ανήκουν:

- Τα **Υλικά (Materials)**, που αποτελούν τις πρώτες ύλες,
- Προϊόντα τα οποία συμμετέχουν έμμεσα στην εξέλιξη του έργου
- Η ενέργεια που καταναλώνεται από ανθρώπους και εξοπλισμό.

### 7.2 Μη Αναλώσιμοι Πόροι (Εξοπλισμός)

Ο εξοπλισμός αποτελεί τον δεύτερο βασικό παράγοντα του έργου, μετά τον ανθρώπινο φυσικά. Σε ορισμένα έργα παίζει πρωταρχικό ρόλο (π.χ τεχνικά, βιομηχανικά), σε άλλα όμως ο πόλος τους είναι μικρός (π.χ. έργα γραφείου).

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός σε ένα έργο μπορεί να αποκτηθεί με έναν από τους ακόλουθους βασικούς τρόπους:

- Ανήκει ήδη στον εργολήπτη οργανισμό
- Με την αγορά καινούριου ή μεταχειρισμένου εξοπλισμού
- Μισθώνεται με προοπτική αγοράς

Σε κάθε περίπτωση των ανωτέρω βέβαια η επιλογή του εξοπλισμού θα πρέπει να μελετάται οικονομοτεχνικά, όσον αφορά το λειτουργικό κόστος, την απόδοση της επένδυσης αγοράς του, την απόσβεσή του, το κόστος συντήρησης κτλ..

---

• <sup>31</sup> Σεραφείμ Πολύζος ‘Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές’ Εκδόσεις Κριτική !η έκδοση Οκτώβριος 2004

• Δημητριάδης Α. ‘Διοίκηση – Διαχείριση Έργου’, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.

### 7.2.1 Απαξίωση και απόσβεση μηχανών<sup>32</sup>

Τα οφέλη που προέρχονται από τη χρήση κάθε μηχανήματος είναι ίσα με τη διαφορά των εσόδων της εργασίας αυτού μείον τα έξοδα που πραγματοποιούνται για τη λειτουργία, τη συντήρησή του κτλ..

Κάθε καινούρια μηχανή εργάζεται όσο το δυνατόν αποδοτικότερα για μια επιχείρηση και όπως συμβαίνει με όλα τα πράγματα στη ζωή υφίσταται φθορές λόγω παλαιώσης.

Μειώνεται η αξία της μηχανής προοδευτικά και αυτό καλείται **απαξίωση**.

Από τα παραπάνω ανάγεται ότι το παραγόμενο έργο κάθε μηχανής επιβαρύνεται με την απαξίωσή του. Για τον υπολογισμό της μείωσης της αξίας μιας μηχανής απαιτείται λογιστική απεικόνιση η οποία ονομάζεται απόσβεση, ενώ το ποσόν που αντιστοιχεί στη μείωση της αξίας ενός έτους ονομάζεται **ετήσια απόσβεση**.

Για τον υπολογισμό της μείωσης της αρχικής αξίας ενός μηχανήματος απαιτείται η γνώση των εξής μεγεθών:

- Το κόστος αγοράς του μηχανήματος. (**Initial Cost**)
- Της ωφέλιμης ζωής του μηχανήματος.(**Useful Life**)
- Η αξία πώλησης αυτού (**Salvage Value**).

Αν δηλαδή το κόστος αγοράς μιας μηχανής είναι  $K_0$  για χρόνο  $t = 0$  και για  $t = n$  η αξία του μηχανήματος θα είναι  $K_s$ , τότε η συνολική μείωση της αξίας του μηχανήματος θα είναι  $K_0 - K_s$

### 7.3 Μέθοδοι Υπολογισμού Απόσβεσης Μηχανών

Παρακάτω θα αναπτυχθούν 3 βασικές μέθοδοι υπολογισμού της απαξίωσης του μηχανολογικού εξοπλισμού των κατασκευαστικών εταιριών.

#### 7.3.1 Μέθοδος της Σταθερής Απόσβεσης

Η παραδοχή αυτής της μεθόδου είναι ότι η απαξίωση του μηχανήματος στην πάροδο του χρόνου κατανέμεται ομοιόμορφα . Αυξάνεται δηλαδή σταθερά.

<sup>32</sup> Σεραφείμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική !η έκδοση Οκτώβριος 2004



Συνεπώς η ετήσια απόσβεση θα υπολογίζεται με τον εξής τύπο:

$$d = \frac{K_0 - K_s}{n}$$

Η λογιστική αξία του στο τέλος του  $t$  έτους, όταν ο οικονομικός χρόνος ζωής είναι  $n$  έτη (προφανώς  $t < n$ ) σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο θα είναι:

$$K_{\lambda t} = K_0 - \frac{K_0 - K_s}{n} t$$

### 7.3.2 Φθίνουσα ή με Συντελεστή Επιβράδυνσης Απόσβεση

Η χρήση αυτής της μεθόδου επιδιώκει να περιορίσει το μειονέκτημα της προηγούμενης μεθόδου και να επιτύχει σταθερό κόστος των μηχανημάτων στο χρόνο. Η απόσβεση εμφανίζεται μεγαλύτερη τα πρώτα παραγωγικά χρόνια και μειώνεται συνεχώς με την αύξηση της ηλικίας αυτού και υπολογίζεται ως σταθερό ποσοστό της λογιστικής αξίας στην αρχή κάθε έτους. Έτσι εάν  $K_0$  είναι η αξία του μηχανήματος και  $q$  το σταθερό ποσοστό απόσβεσης, τότε η απόσβεση το πρώτο έτος ζωής θα ισούται με:

$$d_1 = K_0 q$$

Η λογιστική αξία κατά το πρώτο έτος ζωής του:

$$K_{\lambda 1} = K_0 - d_1 = K_0(1 - q)$$

Η απόσβεση στο δεύτερο έτος ζωής θα ισούται με:

$$D_2 = K_{\lambda 1} q = (1 - q)q$$

Η λογιστική αξία κατά το δεύτερο έτος ζωής του:

$$K_{\lambda 2} = K_{\lambda 1} - d_2 = K_{\lambda 1} - K_{\lambda 1} q = K_{\lambda 1}(1 - q) = K_0(1 - q)^2$$

Συνεχίζοντας την ίδια διαδικασία, βρίσκουμε ότι στο τέλος του  $t$  έτους η λογιστική αξία του μηχανήματος θα ισούται με:

$$K_{\lambda t} = K_0(1 - q)^t$$

Εάν  $n$  είναι ο αριθμός των ετών της οικονομικής ζωής ενός μηχανήματος, στο τέλος του  $n$  έτους, η λογιστική αξία θα πρέπει να ισούται με την αξία του ως άχρηστου. Δηλαδή:

$$K_n = K_s = K_0 (1 - q)^n, \text{ όπου προκύπτει: } q = 1 - \sqrt[n]{\frac{K_s}{K_0}}$$

$K_s$  (αξία του μηχανήματος ως άχρηστου.)

### 7.3.3 Μέθοδος της Τοκοχρεωλυτικής Απόσβεσης

Στις προηγούμενες μεθόδους αγνοήθηκε ο παράγοντας ‘κόστος κεφαλαίου’. Θεωρήθηκε δηλαδή ότι τα χρηματικά ποσά τα οποία αντιστοιχούν στην απόσβεση και επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής του προϊόντος, παραμένουν ανεκμετάλλευτα ως το τέλος της ζωής κάθε μηχανήματος.

Στην μέθοδο αυτή υποτίθεται ότι, στο τέλος κάθε έτους, κατατίθεται ένα ποσό  $D$ , το οποίο επενδύεται με τρόπο ώστε στο τέλος του χρόνου ζωής της μηχανής, το άθροισμα των ποσών που κατατέθηκαν, μαζί με τα κέρδη τους, να εξισώνονται με τη διαφορά  $(K_0 - K_s)$ . Επιδιώκεται δηλαδή η ισοστάθμιση της απαξίωσης της μηχανής. Έτσι, η **ετήσια κατάθεση  $D$**  με επιτόκιο  $r$  και  $n$  έτη ζωής της μηχανής θα ισούται με:

$$D = (K_0 - K_s) \left[ \frac{r}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Στο τέλος του έτους  $t$ , η ετήσια απόσβεση  $d_t$  θα ισούται με το ποσό  $D$  που κατατέθηκε το έτος αυτό και επιπλέον τον ετήσιο τόκο του ποσού που έχει συγκεντρωθεί στο τέλος του  $(t - 1)$  έτους. **Το ποσό αυτό θα ισούται :**

$$C_{t-1} = D \left[ \frac{(1+r)^{t-1} - 1}{r} \right]$$

Ο **ετήσιος τόκος** του θα ισούται με:





$$T_t = D \left[ \frac{(1+r)^{t-1} - 1}{r} \right] r = D[(1+r)^{t-1} - 1]$$

Έτσι η **ετήσια απόσβεση** στο τέλος του έτους  $t$  θα ισούται με:

$$d_t = D + T_t = D[1 + (1+r)^{t-1} - 1] = D(1+r)^{t-1}$$

Επειδή κυρίως ενδιαφέρει το συνολικό ποσό  $\sum_{i=1}^n d_j$  που συγκεντρώθηκε στο τέλος του έτους  $t$ , και εφόσον αφαιρεθεί από την αξία αγοράς  $K_0$  της μηχανής, δίνει τη λογιστική αξία  $K_{\lambda t}$ , θα έχουμε:

$$\sum_{i=1}^n d_i = D \left[ \frac{(1+r)^{t-1} - 1}{r} \right] = [K_0 - K_s] \left[ \frac{r}{(1+r)^n - 1} \right] \left[ \frac{(1+r)^{t-1} - 1}{r} \right]$$

ή

$$\sum_{i=1}^n d_i = [K_0 - K_s] \left[ \frac{(1+r)^t - 1}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Συνεπώς η **λογιστική αξία της μηχανής** στο τέλος του έτους  $t$  θα ισούται με:

$$K_{\lambda t} = K_0 - (K_0 - K_s) \left[ \frac{(1+r)^t - 1}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι ότι η επιχείρηση επενδύει όλα τα διαθέσιμα κεφάλαιά της. Στην περίπτωση κατά την οποία το αναμενόμενο επιτόκιο  $r$ , του κεφαλαίου που επενδύθηκε για την αγορά της μηχανής, είναι το ίδιο με το επιτόκιο της επένδυσης των ποσών  $D$  των αποσβέσεών της. Υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού του ποσού  $D$  που επιβαρύνει ετήσια την εργασία

της μηχανής και της ετήσιας απόδοσης  $T_1$  του κεφαλαίου που επενδύθηκε σε αυτήν. Αυτό μπορεί να γίνει με την εξίσωση:

$$D + T_1 = (K_0 - K_s) \left[ \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] + K_s r$$

Στην εξίσωση αυτή λαμβάνεται το κόστος κεφαλαίου της αξίας της μηχανής  $K_s$  στο τέλος της οικονομικής της ζωής.

### Άσκηση 7.1<sup>33</sup>

Να υπολογιστεί η ετήσια απόσβεση και η λογιστική αξία ενός μηχανήματος στο τέλος του 5<sup>ου</sup> έτους, όταν το επιτόκιο επένδυσης είναι ίσο με 9%. Η τιμή αγοράς του μηχανήματος είναι  $K_0 = \text{€}200.000$  και η προβλεπόμενη αξία πώλησης του μετά από 10 χρόνια χρήσης, ως ακατάλληλο είναι  $K_s = \text{€}14.000$

Θα υπολογίσουμε την ετήσια απόσβεση και τη λογιστική αξία του μηχανήματος, κάνοντας χρήση όλων των μεθόδων που περιγράφηκαν στη θεωρία.

#### 1. Μέθοδος σταθερής απόσβεσης.

Με τη μέθοδο αυτή θα έχουμε:

Ετήσια απόσβεση:

$$D = \frac{K_0 - K_s}{n} = \frac{200.000 - 14.600}{10} = 18.540 \text{ Euro}$$

Η λογιστική αξία θα είναι:  $K_{\lambda t} = 200.000 - 5 \times 18.540 = \text{€}107.300$

#### 2. Μέθοδος φθίνουσας απόσβεσης

<sup>33</sup> Σεραφείμ Πολύζος 'Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές' Εκδόσεις Κριτική !η έκδοση Οκτώβριος 2004



- Το ποσοστό απόσβεσης  $q$  θα ισούται με:

$$q = 1 - \sqrt[n]{\frac{K_s}{K_0}} = 1 - \sqrt[n]{\frac{14.600}{200.000}} = 1 - 0,76 = 0,24$$

Η τιμή του  $q$  θα πρέπει να βρίσκεται μεταξύ του 22% και 33%. Συνεπώς η παραπάνω τιμή γίνεται δεκτή.

- Η λογιστική αξία του μηχανήματος στο τέλος του 4<sup>ου</sup> έτους θα ισούται με:  
 $K_{\lambda 4} = K_0(1 - q)^4 = 200.000(1 - 0,24)^4 = \mathbf{€66.724}$  και η ετήσια απόσβεση στο τέλος του 5<sup>ου</sup> έτους θα ισούται με:  $d^5 = K_{\lambda 4} - d_5 = 66.724(0,24) = \mathbf{€16.013}$
- Η λογιστική αξία στο τέλος του 5<sup>ου</sup> έτους θα ισούται με:  
 $K_{\lambda 5} = K_{\lambda 4} - d_5 = 66.724 - 16.013 = \mathbf{€50.710}$  ή διαφορετικά :  
 $K_{\lambda 5} = K_0(1 - q)^5 = 200.000(1 - 0,24)^5 = 200.000(0,253) = \mathbf{€50.600}$

### 3. Μέθοδος της τοκοχρεωλυτικής απόσβεσης

Θα έχουμε:

$$D = (K_0 - K_s) \left[ \frac{r}{(1+r)^n - 1} \right] = (200.000 - 14.600) \left[ \frac{0,09}{(1,09)^{10} - 1} \right]$$

$$D = 185.400(0,066) = \mathbf{€123.364}$$

Η λογιστική αξία του μηχανήματος στο τέλος του 5<sup>ου</sup> έτους, με τη μέθοδο αυτή θα ισούται:

$$K_{\lambda t} = K_0 - (K_0 - K_s) \left[ \frac{(1+r)^t - 1}{(1+r)^n - 1} \right] = 200.000 - (200.000 - 14.600) \frac{1.09^5 - 1}{1.09^{10} - 1}$$

$$K_{\lambda t} = 200.000 - 185.400(0,39) = \mathbf{€127.694}$$

Τέλος το κόστος της ετήσιας απόσβεσης και της ετήσιας απόδοσης του επενδυμένου κεφαλαίου που επιβαρύνει το συνολικό κόστος εργασίας του μηχανήματος θα υπολογιστεί από τη σχέση:

$$D + T_1 = (K_0 - K_s) \left[ \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right] + K_s r$$

$$D + T_1 = (200.000 - 14.600) \left[ \frac{0,09(1,09)^{10}}{(1,09)^{10} - 1} \right] + 14.600(0.09) = 27.423 \text{ Euro}$$

**€27.423 ανά έτος.**

#### 7.4. Απόδοση, Κόστος και Ποιότητα Πόρων

Η χρήση ενός πόρου είναι στενά συνδεδεμένη με το κόστος της χρήσης του, αλλά και με την ποιοτική του προσφορά, τόσο στο παραγόμενο προϊόν, όσο και στο έργο συνολικότερα. Επιζητείται λοιπόν ένα σύνολο πόρων, που μπορεί να δώσει τη μέγιστη απόδοση εργασίας. Ο Project Manager καλείται να συνθέσει ένα Πάζλ προσπαθώντας να συνταιριάξει διαφορετικές ψηφίδες, που θα δώσουν το βέλτιστο αποτέλεσμα.

##### 7.4.1 Σχεδιασμός ή Προγραμματισμός Πόρων

Με τον όρο **Σχεδιασμός ή Προγραμματισμός Πόρων (Resource Planning, Scheduling)**, εννοείται η δημιουργία ενός χρονοδιαγράμματος απασχόλησης των πόρων, που απαιτούνται για την υλοποίηση ενός έργου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις όλων των εμπλεκόμενων στο έργο. Το σύνολο των πόρων, που έχει ανάγκη μια δραστηριότητα για να πραγματοποιηθεί στον τακτό χρόνο της καθορίζει την **Απαίτηση σε Πόρους (Resource Requirement)** αυτής της δραστηριότητας.

Δύο χαρακτηριστικές περιπτώσεις σχεδιασμού χρονοδιαγράμματος απασχόλησης των πόρων, είναι οι παρακάτω:

- **Σχεδιασμός με Χρονικό Περιορισμό**
- **Σχεδιασμός με Περιορισμό Χρήσης Πόρων (Resource Constrained Project Scheduling Problem – PCPSR)**

##### 7.4.2 Σχεδιασμός με Χρονικό Περιορισμό



Το βασικό πρόβλημα του Project Manager, σ' αυτό το στάδιο προβληματισμού του, είναι να καθορίσει πόσους και ποιών προδιαγραφών πόρους θα πρέπει να χρησιμοποιήσει για την ομαλή πραγματοποίηση κάθε δραστηριότητας (**χωρίς να προβληματίζεται για το πώς θα τους βρει**).

Η καταγραφή των απαιτήσεων σε πόρους γίνεται χρησιμοποιώντας το χρονοδιάγραμμα με τους **ενωρίτερους χρόνους έναρξης**, έτσι ώστε να μπορεί να επωφεληθεί από τα υπάρχοντα περιθώρια χρόνου σε περίπτωση, που κάτι πάει στραβά.

Καλείται λοιπόν ο Project Manager να εκτιμήσει:

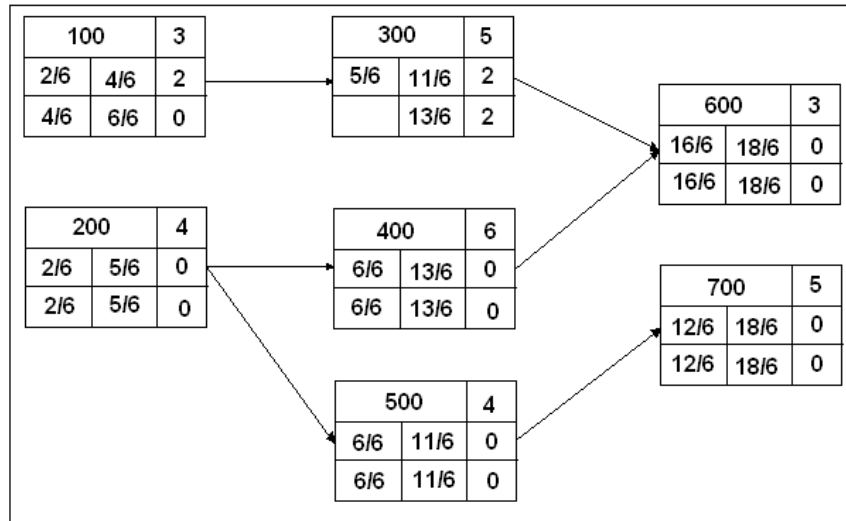
- Τις στοιχειώδεις εργασίες κάθε δραστηριότητας.
- Την απαιτούμενη χρονική διάρκεια κάθε μιας από αυτές.
- Την ποσότητα και τις προδιαγραφές του απαιτούμενου εξοπλισμού για την ικανοποίηση των χρονικών διαρκειών.

Σε σχέση με τους ανθρώπινους πόρους καταγράφεται για κάθε έναν από αυτούς:

- Ο τύπος τους (π.χ οδηγός φορτηγού, κτίστης κτλ)
- Οι ημερομηνίες εργασίας τους σε κάθε δραστηριότητα,
- Η ημερήσια ποσότητα ανθρωποωρών τους σε κάθε δραστηριότητα κτλ.

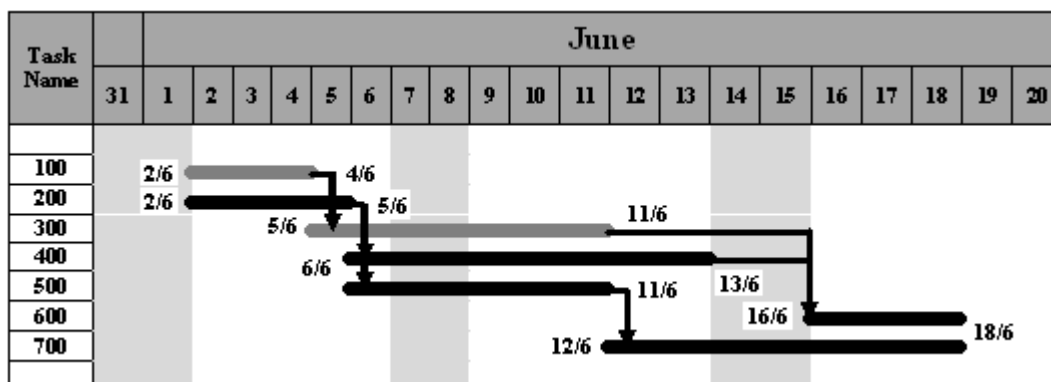
## Άσκηση 7.1 Επίλυση Χρονοδιαγράμματος με Χρονικό Περιορισμό<sup>34</sup>

Έστω ότι, ένας Project Manager κατέληξε στο παρακάτω δίκτυο για ένα έργο



Γράφημα 7.1: Αρχικό Δίκτυο Έργου

Το Διάγραμμα 7.1 παρουσιάζει το δικτυακό χρονοδιάγραμμα αυτού του έργου. Ας θεωρηθεί ακόμη, ότι, η ημερήσια πλήρης απασχόληση πόρων είναι **8ωρη** και ότι, αργίες κατά τη διάρκεια του έργου είναι η **1<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 8<sup>η</sup> ή 14<sup>η</sup>** και η **15<sup>η</sup>** Ιουνίου του έτους **XXXX**.



Διάγραμμα 7.1: Δικτυακό Χρονοδιάγραμμα Έργου

<sup>34</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.



Οι μαύρες οριζόντιες ράβδοι παριστάνουν τις κρίσιμες διαδρομές, οι οποίες είναι δύο: η 200, 400, 600 και η 200, 500, 700.

Οι δραστηριότητες 100 και 300 έχουν συνολικό περιθώριο χρόνου ΣΠΧ = 2 μέρες .

Το διάγραμμα 7.2 παρουσιάζει το γραμμικό διάγραμμα των απαιτήσεων αυτών των δραστηριοτήτων σε πόρους, κατά την εκτίμηση του Project Manager του έργου.

Ας υποθεθεί τώρα ότι, οι δραστηριότητες αυτού του έργου απαιτούν πόρους τύπων α, β, γ, δ, ε, ζ, των οποίων την απαίτηση παρουσιάζει το **Διάγραμμα 7.2**.

Απαιτήσεις σε Ανθρώπινους Πόρους																					
Δρα/τες	Τύπος Πόρων	Ανθρ/ώρες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
100	α β	40 32 72		2	2	1															
200κ	β γ	24 64 88		1 2	1 2	1 2	- 2														
300	α γ ζ	136 72 32 240					4 2 -	4 2 1			4 2 1	4 2 1	1 1 1								
400κ	γ δ ε	192 88 32 312						5 2 -			5 2 -	5 2 1	5 2 1	2 2 1	2 1 1						
500κ	δ ε ζ	32 56 56 144						1 2 2			1 2 2	1 2 2	1 1 1								
600κ	ε ζ η	24 48 24 96																1 2 1	1 2 1	1 2 1	
700κ	α β θ	192 64 48 304												5 2 2	5 2 2			5 2 1	5 1 1	4 1 -	
Σύνολα		1256		5	7	6	8	19			19	20	14	14	13			12	11	9	

Διάγραμμα 7.2: Γραμμικό Διάγραμμα Καταγραφής Απαιτήσεων σε Πόρους

Σ' αυτό το διάγραμμα:

- i. Οι κρίσιμες δραστηριότητες συμβολίζονται με XXX<sub>κ</sub>
- ii. Στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται οι κωδικοί των δραστηριοτήτων του έργου
- iii. Στην δεύτερη στήλη παρουσιάζονται οι τύποι πόρων, που κάθε δραστηριότητα απαιτεί.
- iv. Στην Τρίτη στήλη παρουσιάζονται τα σύνολα των ανθρωποωρών, που απαιτούνται για κάθε τύπο πόρου κάθε δραστηριότητας και το σύνολο των ανθρωποωρών κάθε δραστηριότητας.

- v. Οι οριζόντιες σκουρόχρωμοι ράβδοι παριστάνουν τις διάρκειες κάθε μιας δραστηριότητας.
- vi. Οι αριθμοί μέσα στις ράβδους παριστάνουν τις ημερήσιες απαιτήσεις σε ποσότητα πόρων κάθε τύπου, από τους χρησιμοποιούμενους για κάθε δραστηριότητα.

Η δραστηριότητα **100** αρχίζει στις **2/6** , ολοκληρώνεται στις **4/6** και απαιτεί:

- i. Στις **2/6** δύο πόρους τύπου **α** ( $2 \times 8 = 16$  ανθρωποώρες) σε αποκλειστική και πλήρη απασχόληση.
- ii. Στις **3/6** δύο πόρους τύπου **α** ( $2 \times 8 = 16$  ανθρωποώρες) και δύο πόρους τύπου **β** ( $2 \times 8 = 16$  ανθρωποώρες) σε αποκλειστική και πλήρη απασχόληση.
- iii. Στις **4/6** ένα πόρο τύπου **α** ( $1 \times 8 = 8$  ανθρωποώρες) και δύο πόρους τύπου **β** ( $2 \times 8 = 16$  ανθρωποώρες) σε αποκλειστική και πλήρη απασχόληση.

Για την δραστηριότητα **100**:

- i. Το σύνολο των ανθρωποωρών του τύπου **α** είναι  $16 + 16 + 8 = 40$
- ii. Το σύνολο των απαιτούμενων ανθρωποωρών του τύπου **β** είναι  $16 + 16 = 32$
- iii. Το σύνολο των απαιτούμενων ανθρωποωρών όλων των απαιτούμενων πόρων είναι  $40 + 32 = 72$ .

## 7.5 Προμήθεια και Διαθεσιμότητα

Μέχρι τώρα ο Project Manager απλά κατέγραψε τις απαιτήσεις σε πόρους του έργου υποθέτοντας σιωπηρά ότι είναι απεριόριστοι.

Τώρα τίθενται δύο νέα προβλήματα:

- Το πρόβλημα της **Προμήθειας των Πόρων (Resource Procurement)**.
- Το πρόβλημα της **Διαθεσιμότητας των Πόρων (Resource Availability)**.

Από τα προαναφερόμενα είναι προφανές ότι, για την εξασφάλιση των χρονικών προδιαγραφών του έργου, ο Project Manager είναι υποχρεωμένος να διαθέτει, εκτός από τον κατάλογο των διατιθέμενων πόρων και κατάλογο εφεδρικών λύσεων. Έτσι μόνο προχωρά στην **Ανάθεση ή Φόρτιση των Πόρων (Resource Allocation or Loading)**. Δηλαδή καταρτίζει έναν κατάλογο πόρων που θα αντιστοιχεί τελικά σε κάθε δραστηριότητα του έργου. Συγκεκριμενοποιείται εντελώς το περιεχόμενο της συμμετοχής κάθε πόρου σε κάθε δραστηριότητα και για τους ανθρώπους καθορίζεται αναλυτικά, για κάθε έναν ξεχωριστά η εργασία τους.

### 7.5.1 Σχεδιασμός με Περιορισμό Χρήσης Πόρων





Σ' αυτή την περίπτωση προγραμματισμού το χρονοδιάγραμμα του έργου παράγεται ταυτόχρονα με τον σχεδιασμό των πόρων. Ο Project Manager δημιουργεί πρώτα ένα δίκτυο έργου, του αναθέτει τους πόρους που διαθέτει και στην συνέχεια αναπροσαρμόζει αυτό το δίκτυο λαμβάνοντας υπ' όψιν την αντιστοιχία μεταξύ των απαιτήσεων σε πόρους και της διαθεσιμότητας των πόρων του. Κατόπιν ο Project Manager στοχεύει στην επίτευξη της ισορροπίας μεταξύ πόρων και δραστηριοτήτων. Η διαδικασία η οποία ακολουθείται για την επίτευξη αυτού του στόχου ονομάζεται **Εξισορρόπηση ή Εξομάλυνση των Πόρων (Resource Leveling or Smoothing)**.

Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει, φωτιζόμενη από 2 διαφορετικές γωνίες.

- **Διαδοχική Εξισορρόπηση Πόρων**

Σ' αυτή την περίπτωση ο Project Manager στοχεύει στην εξισορρόπηση υπερφορτισμένων πόρων, με γνώμονα την βαρύτητα που παρουσιάζει ο κάθε πόρος στο έργο (π.χ. μεγάλο ημερήσιο κόστος, μεγάλη συχνότητα χρησιμοποίησης του στο έργο κτλ). Οι πόροι εξισορροπούνται διαδοχικά, ο ένας μετά τον άλλο, ξεκινώντας από εκείνον, που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σημασία για το έργο.

Έτσι, αν δύο πόροι είναι εξίσου υπερφορτισμένοι, επιλέγεται για εξισορρόπηση εκείνος, που χρησιμοποιείται περισσότερο. Αν και οι δύο χρησιμοποιούνται το ίδιο, επιλέγεται αυτός, που είναι λιγότερο ευλύγιστος κ.ο.κ.

- **Μαζική Εξισορρόπηση των Πόρων**

Σ' αυτή την περίπτωση, ο Project Manager στοχεύει στο να επαναφέρει σε κατάσταση ισορροπίας υποφορτισμένες δραστηριότητες, με το βλέμμα στραμμένο στη συνολική ποσότητα των διατιθέμενων πόρων και όχι στον καθένα πόρο ξεχωριστά.

Όπως είναι φυσικό, με αυτή την διαδικασία επιμηκύνεται η χρονική διάρκεια των δραστηριοτήτων, αφού εξ' αιτίας της ανεπάρκειας πόρων, δραστηριότητες, που θα έπρεπε να εξελίσσονται παράλληλα, είτε εξακολουθούν να εξελίσσονται παράλληλα, αλλά με διακοπές, είτε μετατρέπονται σε διαδοχικές.

Διακρίνονται δύο βασικές, διαφορετικές, μεθοδολογίες που αναλύονται στη συνέχεια για την διαφοροποίηση του χρονοδιαγράμματος πόρων, το οποίο και φαίνεται πώς επηρεάζει και το χρονοδιάγραμμα του έργου.

- Σειριακή Μέθοδος

Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην περίπτωση πόρων, που μετακινούνται δύσκολα και, που απαιτούν μεγάλο χρόνο και κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης από δραστηριότητα σε δραστηριότητα (π.χ ένας γερανός που θα πρέπει να εξυπηρετήσει δύο εργοτάξια σε διαφορετικές περιοχές).

Τα ιεραρχημένα κριτήρια με τα οποία γίνεται η ανάθεση πόρων στις δραστηριότητες είναι τα ακόλουθα:

- i. Με το μικρότερο συνολικό περιθώριο χρόνου (άρα οι κρίσιμες δραστηριότητες προηγούνται).
- ii. Που απαιτεί συνολικά περισσότερους πόρους.
- iii. Με τη μεγαλύτερη μέση απαίτηση κατά χρονική μονάδα.
- iv. Που προηγείται χρονικά το διάγραμμα του δικτύου.

## Άσκηση 7.2 Επίλυση Χρονοδιαγράμματος με Περιορισμό σε Πόρους (Σειριακή Μέθοδος)<sup>35</sup>

Ας θεωρηθούν εκ νέου τα δεδομένα της άσκησης 1 θεωρώντας ότι ο Project Manger διαθέτει ικανούς πόρους για την κάλυψη των απαιτήσεων του έργου, εκτός από την περίπτωση των πόρων τύπου **β** (διαθέτει μόνο ένα πόρο τύπου β, ενώ χρειάζεται 3 ) και των πόρων τύπου **δ** (διαθέτει μόνο δύο πόρους τύπου δ ενώ χρειάζεται τρεις).

---

<sup>35</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.



Απαιτήσεις σε Ανθρώπινους Πόρους																					
Δρα/τες	Τύπος Πόρων	Ανθρ/ώρες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
100	α	40		2	2	1															
	β	$\frac{32}{72}$		-	2	2															
200κ	β	24		1	1	1	-														
	γ	$\frac{64}{88}$		2	2	2	2														
300	α	136					4	4			4	4	1								
	γ	72					2	2			2	2	1								
	ς	$\frac{32}{240}$					-	1			1	1	1								
400κ	γ	192						5			5	5	5	2	2						
	δ	88						2			2	2	2	2	1						
	ε	$\frac{32}{312}$						-			-	1	1	1	1						
500κ	δ	32						1			1	1	1								
	ε	56						2			2	2	1								
	ς	$\frac{56}{144}$						2			2	2	1								
600κ	ε	24																1	1	1	
	ς	48																2	2	2	
	η	$\frac{24}{96}$																1	1	1	
700κ	α	192												5	5			5	5	4	
	β	64												2	2			2	1	1	
	θ	$\frac{48}{304}$												2	2			1	1	-	
Σύνολα		1256		5	7	6	8	19			19	20	14	14	13			12	11	9	

Διάγραμμα 7.3: Γραμμικό Διάγραμμα Καταγραφής Απαιτήσεων σε Πόρους

Οι τεθέντες περιορισμοί αναμένεται να επηρεάσουν άμεσα τις δραστηριότητες 100, 200, 700 (απαιτούν πόρους τύπου β) και τις 400, 500 (απαιτούν πόρους τύπου δ). Όμως, η διαφοροποίηση των σχέσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων του δικτύου αναμένεται να επηρεάσει συνολικά ολόκληρο το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Επειδή οι δραστηριότητες 100 και 200 εξελίσσονται παράλληλα, όπως και οι 400 και 500, με βάση τα προαναφερθέντα κριτήρια οι προτεραιότητες εξυπηρέτησης διαμορφώνονται κατά τον εξής τρόπο:

Η δραστηριότητα **200** προηγείται της **100**, διότι έχει μικρότερο ΣΠΧ (κρίσιμη), ενώ η 100 έχει ΣΠΧ=2:

- i. Θα διατεθεί στη δραστηριότητα 200 ο ένας πόρος τύπου α, που χρειάζεται και αυτή η δραστηριότητα θα ξεκινήσει και θα ολοκληρωθεί στην ώρα της, αφού έχει επάρκεια πόρων.
- ii. Η δραστηριότητα 100 μπορεί να ξεκινήσει στις 6/6 (αν και θα μπορούσε να ξεκινήσει στις 4/6, αφού την πρώτη της μέρα δεν απαιτείται η παρουσία του πόρου τύπου β

και αυτός απελευθερώνεται από την δραστηριότητα 200 στις 4/6. Όμως υπάρχει η 'επιταγή' μια δραστηριότητα να ξεκινά, όταν έχει ολοκληρωθεί η προηγούμενή της).

- iii. Τώρα η δραστηριότητα 100 δεν αποτελεί αρχή του έργου, αλλά δημιουργείται σχέση  $FS(200,100) = 0$  μεταξύ της 200 και 100.
- iv. Ταυτόχρονα θα μεγαλώσει και η διάρκεια της κατά δύο ημέρες διότι απαιτεί 4 άνθρωπο-ημέρες από τον πόρο τύπου α (μια άνθρωπο-ημέρα για έναν πόρο = 8 ανθρωποώρες εργασίας, γιατί έτσι έχει οριστεί στη συγκεκριμένη άσκηση) και αυτές οι άνθρωπο-ημέρες μπορούν να δοθούν από ένα μόνο πόρο σε 4 μέρες.
- v. Αυτή η αύξηση της διάρκειάς της θα συμπαρασύρει χρονικά την έναρξη των δραστηριοτήτων 300 (αρχίζει μετά το τέλος της 100) και της 600 (αρχίζει μετά το τέλος της 300).

Η δραστηριότητα 400 προηγείται της 500, διότι αν και οι δύο είναι κρίσιμες, η 400 απαιτεί 11 άνθρωπο-ημέρες εργασίας από τους πόρους τύπου δ, ενώ η 500 μόνο 4. Επομένως και οι δύο πόροι τύπου δ ανατίθενται στην 400.

#### **Έτσι:**

- i. Ξεκινά κανονικά η δραστηριότητα 400.
- ii. Η δραστηριότητα 500 μπορεί ν' αρχίσει μετά το τέλος της 400 και θα τελειώσει μετά από 4 εργάσιμες μέρες. Όμως τώρα έχει δημιουργηθεί νέα σχέση μεταξύ της 400 και 500,  $FS(400,500) = 0$
- iii. Η δραστηριότητα 700 επειδή πρέπει να αρχίσει μετά το τέλος της 500 θα μετακινηθεί χρονικά και η διάρκειά της θα αυξηθεί κατά τρεις μέρες, αφού απαιτεί 8 άνθρωπο-ημέρες εργασίας για τον πόρο του τύπου και αυτές μπορεί να τις παράγει σε οκτώ μέρες.

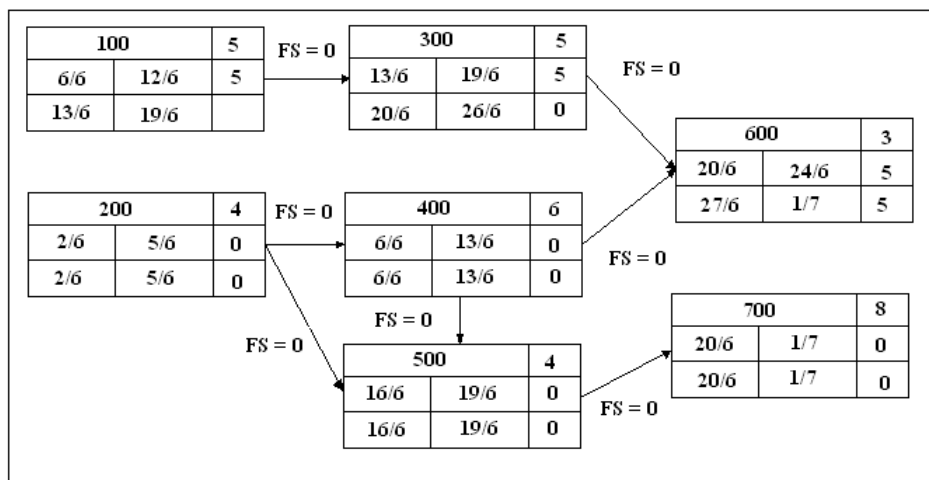
Αυτό το μαγείρεμα παράγει το δίκτυο του Σχήματος 7.2 και το δικτυακό χρονοδιάγραμμα του Διαγράμματος 7.4.

#### **Παρατηρείται ότι:**

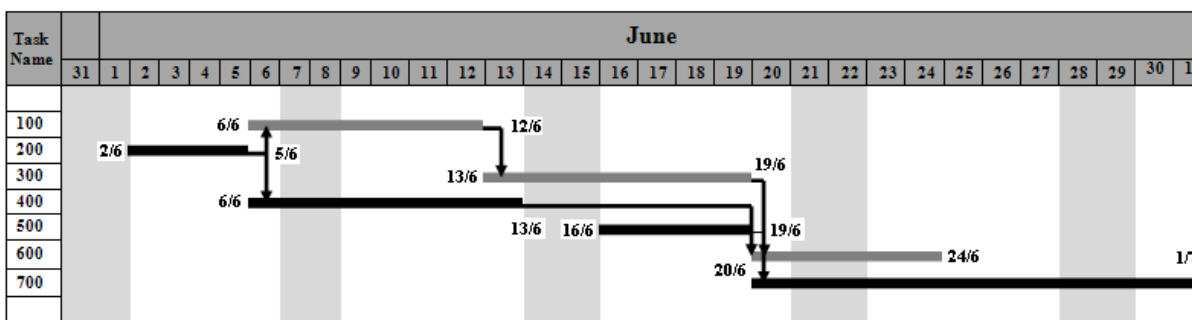
- i. Ενώ θα έπρεπε να ολοκληρωθεί το έργο στις 18/6, εξαιτίας της ανεπάρκειας πόρων, η καταληκτική ημερομηνία μετακινήθηκε στις 1/7.
- ii. Υπάρχει τώρα μια μόνο κρίσιμη διαδρομή 200, 400, 500, 700

Είναι πιθανό, αυτή η εξισορρόπηση να δημιουργήσει σημαντική υποαπασχόληση σε άλλους πόρους άλλων τύπων εκτός των β και δ.

Και όλα αυτά συνέβησαν διότι, ο Project Manager, αντί για 3 πόρους τύπου β διέθετε μόνο έναν και αντί για 3 πόρους τύπου δ διέθετε μόνο 2!



Γράφημα 7.2: Δίκτυο Έργου με τη Σειριακή Μέθοδο



Διάγραμμα 7.4: Τροποποιημένο Δικτυακό Χρονοδιάγραμμα με τη Σειριακή Μέθοδο

### Άσκηση 7.3 Επίλυση Χρονοδιαγράμματος με Περιορισμό σε Πόρους (Παράλληλη Μέθοδος)<sup>36</sup>

Κατ' αυτή τη μέθοδο, δύο παράλληλες δραστηριότητες εξυπηρετούνται παράλληλα εναλλάξ. Αυτό σημαίνει ότι, επιτρέπεται η διακοπή της εξέλιξης μιας δραστηριότητας, όταν έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες, που αντιστοιχούν σε ακέραιο πολλαπλάσιο της μονάδας χρόνου αναφοράς, για να υλοποιηθούν οι εργασίες μιας άλλης παράλληλης δραστηριότητας και να συνεχιστούν οι εργασίες της πρώτης, με διακοπή των εργασιών της δεύτερης.

<sup>36</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.

Φυσικά, εξυπακούεται ότι, υπάρχει η δυνατότητα μετακίνησης των πόρων από δραστηριότητα σε δραστηριότητα χωρίς απώλειες χρόνου μετακίνησης, εγκατάστασης και προσαρμογής. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κύρια σε έργα στα οποία βασικό ρόλο παίζει ο ανθρώπινος παράγοντας και στις οποίες οι χώροι εργασίας των διαφόρων δραστηριοτήτων του έργου βρίσκονται κοντά.

Οι προτεραιότητες εξυπηρέτησης των παράλληλων δραστηριοτήτων, σ' αυτή την περίπτωση, καθορίζονται με βάση τα ακόλουθα ιεραρχημένα κριτήρια:

Πρώτα εκτελείται εκείνη:

- i. Με το μικρότερο συνολικό περιθώριο χρόνου.
- ii. Που βρίσκεται σε εξέλιξη.
- iii. Που απαιτεί συνολικά περισσότερους πόρους.
- iv. Με τη μεγαλύτερη μέση απαίτηση κατά χρονική μονάδα.
- v. Που προηγείται χρονικά στο διάγραμμα του δικτύου

Η ιεράρχηση των κριτηρίων εφαρμόζεται (δηλαδή γίνεται αλλαγή κριτηρίου) εφόσον περισσότερες της μιας δραστηριότητες πληρούν το ίδιο κριτήριο.

Κρατώντας τις ίδιες υποθέσεις, με την περίπτωση εφαρμογής της προηγούμενης μεθόδου στο συγκεκριμένο παράδειγμα, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

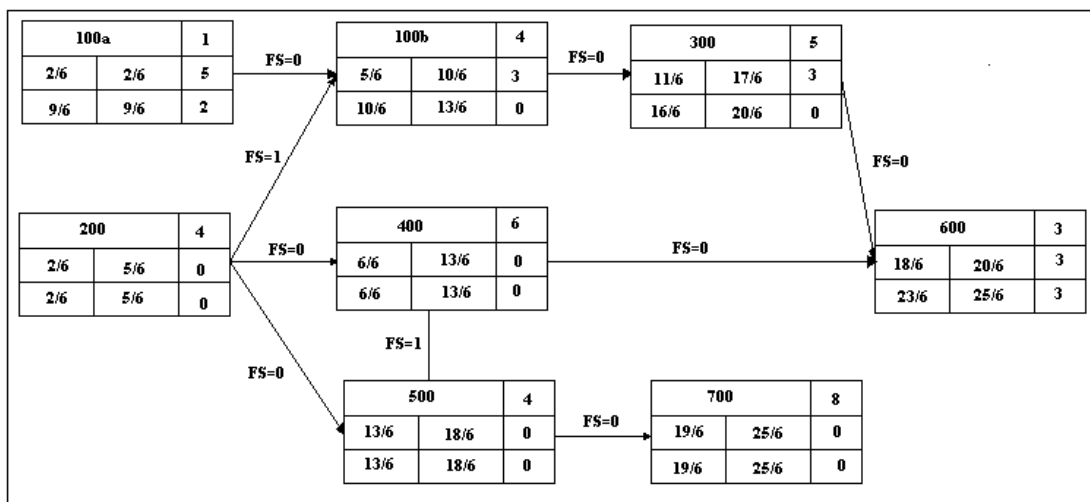
Η δραστηριότητα 200:

- Ξεκινά στην ώρα της.
- Για την δραστηριότητα 100:
- Ξεκινά στην ώρα της και εξελίσσεται για μια μέρα, αφού δεν απαιτεί αυτή τη μέρα πόρο τύπου β. Στη συνέχεια διακόπτεται και περιμένει ν' απελευθερωθεί ο πόρος τύπου α από την 200, το οποίο συμβαίνει μια μέρα πριν το τέλος της 200.
- Άρα η δραστηριότητα 100 διασπάται σε δύο δραστηριότητες, την 100<sup>α</sup>, που ξεκινά στην ώρα της και έχει διάρκεια μια μέρα και την 100<sup>β</sup>, η οποία θα έχει με την 200 σχέση  $FS(200,100\beta) = -1$  και θα διαρκεί 4 μέρες. Αυτή η καθυστέρηση θα συμπαρασύρει και τις 300 και 600.
- Η δραστηριότητα 400:
- Ξεκινά στην ώρα της (εξαρτάται από την 200 που δεν μεταβλήθηκε).
- Για την δραστηριότητα 500:
- Ξεκινά μια μέρα πριν την λήξη της 400, όταν απελευθερώνεται ένας πόρος τύπου δ, που απαιτεί.
- Δημιουργείται νέα σχέση μεταξύ της 400 και 500  $FS(400,500) = -1$ .
- Η καθυστέρηση της θα συμπαρασύρει και την 700.
- Η δραστηριότητα 700:
- Ξεκινά μετά το τέλος της 500, που έχει ήδη μετατεθεί.

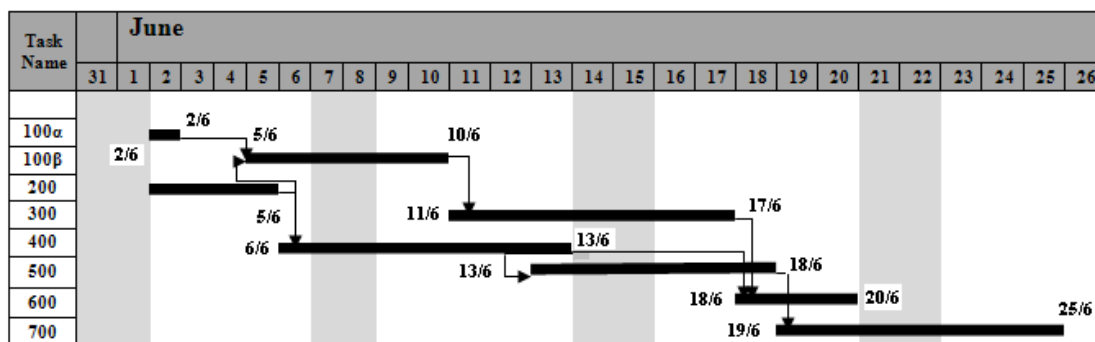


- Διαρκεί οκτώ μέρες.

Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών στην ανάθεση πόρων είναι το προκύπτον δίκτυο του Γραφήματος 7.3 και το δικτυακό χρονοδιάγραμμα του Διαγράμματος 7.3.



Γράφημα 7.3: Δίκτυο Έργου με τη Παράλληλη Μέθοδο



Διάγραμμα 7.5: Τροποποιημένο Δικτυακό Χρονοδιάγραμμα με τη Παράλληλη Μέθοδο

**Παρατηρείται ότι:**

Ενώ θα έπρεπε να ολοκληρωθεί το έργο στις **18/6**, εξαιτίας της ανεπάρκειας πόρων, η καταληκτική ημερομηνία μετακινήθηκε στις **25/6**, η οποία όμως είναι σαφώς καλύτερη απ’ ότι έδωσε η σειριακή μέθοδος.

Η κρίσιμη διαδρομή ταυτίζεται με εκείνη, που προέκυψε με την σειριακή μέθοδο. Είναι πάλι πιθανό, αυτή η εξισορρόπηση να δημιουργήσει σημαντική υποαπασχόληση σε άλλους πόρους άλλων τύπων εκτός των β και δ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Οικονομική Προσέγγιση Έργου<sup>37</sup>

Για την Οικονομική Προσέγγιση ενός έργου απαιτείται η κατάτμηση του στις επί μέρους δραστηριότητες ή εργασίες, και η εκτίμηση των **μέσων παραγωγής** που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων και των υλικών.

Κόστος κάθε δραστηριότητας είναι το σύνολο της χρηματικής αξίας των υλικών, της εργασίας του προσωπικού και των μηχανημάτων, του κεφαλαίου, των υπηρεσιών και των λοιπών επιβαρύνσεων που χρησιμοποιούνται στην εκτέλεση της δραστηριότητας. Το σύνολο του κόστους των δραστηριοτήτων αποτελεί το κόστος του έργου και ο σωστός υπολογισμός του, αποτελεί βάση του Οικονομικού Σχεδιασμού του έργου.

### 8.1 Άμεσο και Έμμεσο Κόστος

Το **Άμεσο Κόστος (Direct Cost)** περιλαμβάνει τις δαπάνες, που γίνονται αποκλειστικά για το έργο, ενώ το **Έμμεσο Κόστος (Indirect Cost)** δεν καταγράφεται άμεσα σε κάποια εργασία του έργου, επιβαρύνει όμως το έργο και υπολογίζεται με διάφορους γενικούς τρόπους.

Για παράδειγμα, τα λειτουργικά έξοδα του εργολήπτη οργανισμού (ενοίκια, μισθοί διοικητικού προσωπικού, δαπάνες για ΔΕΚΟ κτλ), αποτελούν έμμεσο κόστος και επιμερίζονται σε κάθε έργο, που ο οργανισμός αναλαμβάνει. Η διάκριση του έμμεσου με το άμεσο κόστος είναι ιδιαίτερα λεπτή. Συνήθως το έμμεσο κόστος παρουσιάζεται στους προϋπολογισμούς σαν **Γενικά Έξοδα (Overheads)**.

### 8.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Προϋπολογισμού

Η σύνταξη ενός προϋπολογισμού μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους.

#### i. Από πάνω προς τα κάτω (Top Down)

Τα ανώτερα στελέχη του έργου κοστολογούν το σύνολο του έργου και βασικών τμημάτων βάσει της εμπειρίας τους και ύστερα τα κοστολογημένα τμήματα παραδίνονται σε κατώτερα στελέχη τα οποία επιμερίζουν το κόστος των τμημάτων σε μικρότερα τμήματα κ.ο.κ.

---

• <sup>37</sup> Εμίρης Δημήτρης Μ, 'Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων' A Guide to the Project Management Body of Knowledge [PMBOK] Εκδόσεις Παπασωτηρίου PMI



**ii. Από κάτω προς τα πάνω (Bottom Up)**

Σ' αυτή την περίπτωση η σύνταξη του προϋπολογισμού γίνεται με την αντίστροφη, σε σχέση με την προηγούμενη, διαδικασία.

**8.3 Μορφές προϋπολογισμών<sup>38</sup>**

Η μορφή, που έχει κάθε προϋπολογισμός εξαρτάται από παράγοντες όπως:

**• Πως γίνεται ο επιμερισμός κόστους**

Σε ορισμένες περιπτώσεις στον προϋπολογισμό εμφανίζονται πακέτα εργασίας όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.1

**Πίνακας 8.1** Υπόδειγμα Προϋπολογισμού κατά Πακέτο Εργασίας

A/A	Είδος Εργασίας	Κωδικός	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (€)	Ολική (€)
<b>1.</b>	Εκσκαφές	EK.3420				21,000
<b>1.1</b>	Εργασία	EK.3421	Ανθρ/ώρες	200	35	7,000
<b>1.2</b>	Μεταφορές	EK.3422	Κυβικά	1400	10	14,000
<b>2.</b>	Σκυροδέτηση	ΣΚ.5430				69,000
<b>2.1</b>	Μεταφορές	ΣΚ.5431	Κυβικά	2000	10	20,000
<b>2.2</b>	Εργασία	ΣΚ.5432	Ανθρ/ώρες	400	60	24,000
<b>2.3</b>	Υλικά	ΣΚ.5433				25,000
	<b>Σύνολο</b>					<b>500,000</b>
	<b>Προστίθεται ΓΕ &amp; ΟΕ 18%</b>					<b>3,000</b>
	<b>Απρόβλεπτα</b>					<b>3,000</b>
	<b>Γενικό Σύνολο</b>					<b>506,000</b>

Μια άλλη περίπτωση είναι η παρουσίαση του κόστους κατά δραστηριότητα, όπως προκύπτουν από τον σχεδιασμό του έργου. Πίνακας 8.2

**Πίνακας 8.2** Υπόδειγμα Προϋπολογισμού κατά Δραστηριότητα

<sup>38</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.

A/A	Είδος Δραστηριότητας	Κωδικός	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (€)	Ολική (€)
1.	Υδραυλικά ορόφου 1 <sup>ου</sup>					15,000
1.1	Εργασία	200	Ανθρ/ώρες	250	20	5,000
1.2	Υλικά					10,000
2.	Ηλεκτρικά ορόφου 1 <sup>ου</sup>					24,000
2.1	Εργασία	400	Ανθρ/ώρες	300	30	9,000
2.2	Υλικά					15,000
	<b>Σύνολο</b>					<b>500,000</b>
	<b>Προστίθεται ΓΕ &amp; ΟΕ 18%</b>					<b>3,000</b>
	<b>Απρόβλεπτα</b>					<b>3,000</b>
	<b>Γενικό Σύνολο</b>					<b>506,000</b>

Στην περίπτωση που ο προϋπολογισμός απευθύνεται στον πελάτη αποτίμηση του κόστους του έργου αναφέρεται στο κόστος του έργου για τον πελάτη (το ποσό που θα στοιχίσει στον πελάτη) και όχι για τον εργολήπτη (γι αυτό οι τιμές περιέχουν και το κέρδος του). Επειδή αυτός ο προϋπολογισμός έρχεται συχνά ως απάντηση σε κάποια προκήρυξη ενδιαφέροντος, συντάσσεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη, που συχνά ζητά την παρουσίαση του κόστους κατά εργασία, όπως την εννοεί ο πελάτης. Έτσι ο Πίνακας 8.3 παρουσιάζει ένα υπόδειγμα ενός προϋπολογισμού προσφοράς, που απευθύνεται στον πελάτη του έργου.

**Πίνακας 8.3** Υπόδειγμα Προϋπολογισμού Προσφοράς

A/A	Είδος Εργασίας	A.T	Κωδικός Εργασίας	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (€)	Ολική (€)
1.	Καθαίρεση όπλου σκυροδέματος	1.17	ΟΙΚ.3420	m <sup>3</sup>	50	40	2,000
2	Καθαίρεση οπλισμένου σκυροδέματος	1.21	ΟΙΚ.3421	m <sup>3</sup>	40	60	2,400
3	Τάφος σε δρόμο για αγωγό	1.03	ΥΔΡ.6523	μ.μ	2000	30	60,000
	<b>Σύνολο</b>						<b>500,000</b>
	<b>Προστίθεται ΓΕ &amp; ΟΕ 18%</b>						<b>3,000</b>
	<b>Απρόβλεπτα</b>						<b>3,000</b>
	<b>Γενικό Σύνολο</b>						<b>506,000</b>

#### 8.4 Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους



Οι τεχνικές, που χρησιμοποιούνται από περίπτωση σε περίπτωση ποικίλουν ανάλογα με το αντικείμενο, την μορφή του έργου, σε ποια φάση του έργου χρησιμοποιούνται, αλλά και την πολιτική του εργολήπτη οργανισμού.

### i. Επιχειρησιακή Εκτίμηση ή Εκτίμηση Επιχειρησιακού Κόστους (Operational Estimating)

Το κόστος εδώ συνδέεται με τις απαιτήσεις σε πόρους και υπηρεσίες κάθε δραστηριότητας και αποτελεί συνάρτηση του κόστους εργασίας, εξοπλισμού υλικών, μεταφορών κτλ.. Έτσι, το κόστος του έργου προκύπτει ως άθροισμα του κόστους των δραστηριοτήτων του, όπως δείχνει και ο Πίνακας 8.4

Πίνακας 8.4 Επιχειρησιακή Εκτίμηση (ποσά σε €)

	1 <sup>ο</sup> Έτος Βάση	2 <sup>ο</sup> Έτος		3 <sup>ο</sup> Έτος	
		Πληθωρισμός	Νέα Τιμή	Πληθωρισμός	Νέα Τιμή
Εργασία	40.000	10%	44,000	8%	47,520
Μεταφορές	5,000	12%	5,600	10%	6,160
Υλικά	20,000	14%	22,800	12%	25,536
Σύνολο	<b>65,000</b>		<b>72,400</b>		<b>79,216</b>

### ii. Ποσοστιαίοι Συντελεστές (Component Ratio)

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται όταν κοστολογούνται κατ' επανάληψη παρόμοια έργα. Το κόστος του έργου εκφράζεται ως άθροισμα του κόστους των συντελεστών του, οι οποίοι υπολογίζονται ως ποσοστό κάποιου μεγέθους, το οποίο έχει υπολογιστεί σε κάποιο προηγούμενο έργο.

### iii. Μέθοδος Πληθωρισμού (Inflation)

Η μέθοδος πληθωρισμού εφαρμόζεται σε έργα, πανομοιότυπα με κάποια άλλα, που κοστολογήθηκαν στο παρελθόν. Για το κόστος του νέου έργου, ως βάση, λαμβάνονται αναλογικά τα κόστη του παρελθόντος αναπροσαρμοσμένα κατά τον δείκτη πληθωρισμού των ετών από τότε μέχρι τώρα. (Πίνακας 8.5)

Πίνακας 8.5 Μέθοδος Πληθωρισμού (ποσά σε €)

Δρας/τα	Κόστος Εργασίας	Κόστος Υλικών	Κόστος Εγκαταστάσεων	Κόστος Μεταφοράς	Σύνολο
100	200,000	10,000		5,000	215,000
200	150,000	20,000	10,000		180,000
300	250,000	30,000		2,000	282,000
400	300,000	10,000	25,000	5,000	340,000
500	100,000	10,000			110,000
<b>Έργο</b>	<b>900,000</b>	<b>80,000</b>	<b>35,000</b>	<b>12,000</b>	<b>1,127,000</b>

#### iv. Συντελεστής Κοστολογικής Δυναμικότητας (Cost Capacity Factor)

Η μέθοδος αυτή συνδέει πανομοιότυπες εργασίες με διαφορετικά μεγέθη. Αν, για παράδειγμα, ένα έργο σε μέγεθος είναι το α% ενός άλλου παρόμοιου, ποια η σχέση του κόστους των δύο έργων;

Συνήθως η σχέση αυτή ακολουθεί τον τύπο:

$$K_2 = K_1 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^f$$

Όπου:

- $K_2$  το κόστος του νέου έργου,
- $K_1$  το κόστος παλαιότερου ομοειδούς έργου,
- $M_2/M_1$  η σχέση μεγέθους παλαιού και νέου,
- $F$  ο συντελεστής κοστολογικής δυναμικότητας.

### Άσκηση 8.1

Ας υποτεθεί ότι, ένα έργο παραγωγής λογισμικού στο παρελθόν κόστισε **€10.000** και αποτελείτο από **50** προγράμματα. Ποιο θα είναι το κόστος ενός παρόμοιου έργου που αποτελείται από **110** προγράμματα, αν έχει υπολογιστεί ότι, ο Συντελεστής Κοστολογικής Δυναμικότητας είναι **0,8**.

Η εφαρμογή του παραπάνω τύπου δίνει:



$$K_2 = 10.000 \times (110/50)^{0,8} = 10.000 \times 1.879 = \mathbf{\text{€}18.790}$$

Ο συντελεστής  $f$  υπολογίζεται συνήθως από προηγούμενα έργα, είτε εμπειρικά, είτε με την ακόλουθη μέθοδο: Αν, για τρία προηγούμενα ομοειδή έργα είναι γνωστά τα  $K_1, K_2, K_3$  και τα αντίστοιχα  $M_1, M_2, M_3$ , τότε μπορεί να υπολογιστούν:

$$f_1 = \frac{\ln K_2 - \ln K_1}{\ln M_2 - \ln M_1}, f_2 = \frac{\ln K_3 - \ln K_2}{\ln M_3 - \ln M_2}, f_3 = \frac{\ln K_3 - \ln K_1}{\ln M_3 - \ln M_1}$$

Και μπορεί να ληφθεί ως  $f$  για το επόμενο έργο η μέση τιμή των  $f_1, f_2, f_3$ . Κατ' αυτό τον τρόπο κάθε φορά η τιμή του  $f$  μπορεί ν' αναπροσαρμόζεται, αλλά τελικά συγκλίνει ταλαντευόμενη προς κάποια μέση τιμή.

#### v. Τιμή Μονάδας (Unit Rate)

Η τεχνική αυτή επιτρέπει την εκτίμηση του κόστους του έργου, με τη βοήθεια τιμών μονάδων για τις διάφορες εργασίες, οι οποίες έχουν θεμελιωθεί από προηγούμενη πείρα.

Έτσι το κόστος κατασκευής ενός κτιρίου μπορεί να υπολογιστεί έχοντας υπολογίσει το κόστος κατασκευής ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς του, το κόστος κατασκευής ενός δρόμου με το χιλιόμετρο κτλ..

#### vi. Ημερήσιο Κόστος (Day Work)

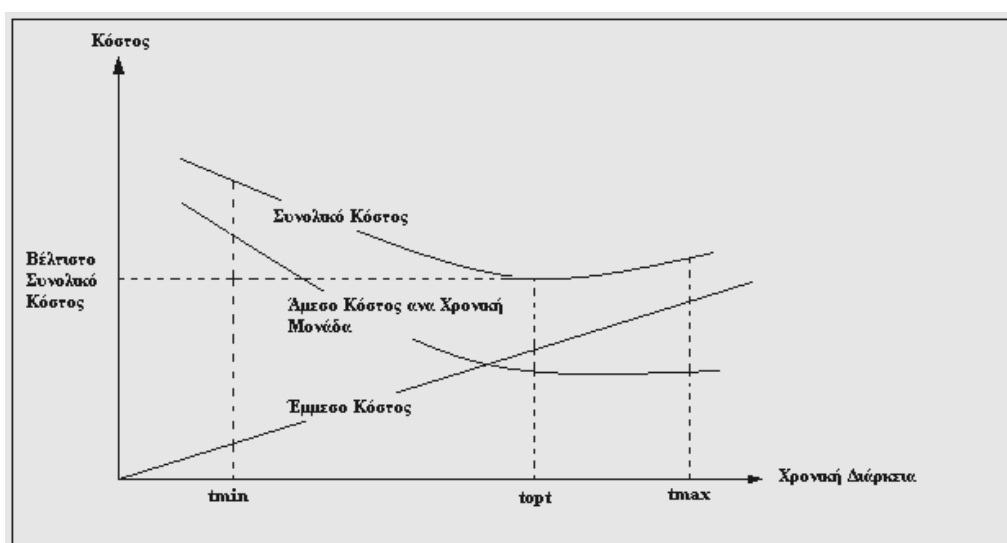
Στην τεχνική αυτή γίνεται αποτίμηση εργασίας, υλικών, εξοπλισμού κτλ σε ημερήσιο συνολικό κόστος. Έτσι, το συνολικό κόστος του έργου είναι το γινόμενο των ημερών της διάρκειάς του, επί το ημερήσιο κόστος.

### 8.5 Χρονική Εξέλιξη του Συνολικού Κόστους

Στη γενικότερη περίπτωση το έμμεσο κόστος εξελίσσεται γραμμικά, δηλαδή στην αρχή της κάθε δραστηριότητας (χρονική στιγμή μηδέν) είναι μηδενικό και αυξάνεται ανάλογα με την εξέλιξή της (διπλάσιος χρόνος, διπλάσιο έμμεσο κόστος). Επομένως, αν μιας δραστηριότητας μειωθεί η διάρκειά της στο μισό, θα μειωθεί και στο μισό το έμμεσο κόστος της.

Αντίθετα, όσο μειώνεται η διάρκεια της δραστηριότητας (εφόσον είναι συμπιεστή), τόσο αυξάνεται το άμεσο κόστος κατά μονάδα χρόνου. Άρα, αν θεωρηθεί ότι, μια δραστηριότητα μπορεί να έχει ελάχιστη διάρκεια  $t_{\min}$  τότε το αντίστοιχο άμεσο κόστος κατά μονάδα χρόνου θα είναι μέγιστο  $K_{\max}$  και, αν έχει μέγιστη διάρκεια  $t_{\max}$ , τότε το αντίστοιχο άμεσο κόστος ανά μονάδα χρόνου θα είναι ελάχιστο  $K_{\min}$ .

Όμως, το συνολικό κόστος της δραστηριότητας διαμορφώνεται και από το έμμεσο, αλλά και από το άμεσο κόστος. Κατά συνέπεια είναι πιθανό να υπάρχει μια χρονική διάρκεια  $t_{\text{opt}}$  μεταξύ των  $t_{\min}$  και  $t_{\max}$ , για την οποία το συνολικό κόστος είναι ελάχιστο. Όλα απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 8.1 Χρονική Εξέλιξη Συνολικού Κόστους Δραστηριότητας

## Άσκηση 8.2

### Χρήση CPM για τον εντοπισμό της βέλτιστης διάρκειας έργου.

Στον Πίνακα 8.6 παρουσιάζονται τα στοιχεία των δραστηριοτήτων ενός έργου. Ζητείται ο χρόνος εκτέλεσης του έργου με το ελάχιστο κόστος.

- Ως χρονική μονάδα λαμβάνεται η εργάσιμη μέρα.
- Τα ποσά εκφράζονται σε €.
- Το έμμεσο ημερήσιο κόστος εκτιμάται σε € 1.500.



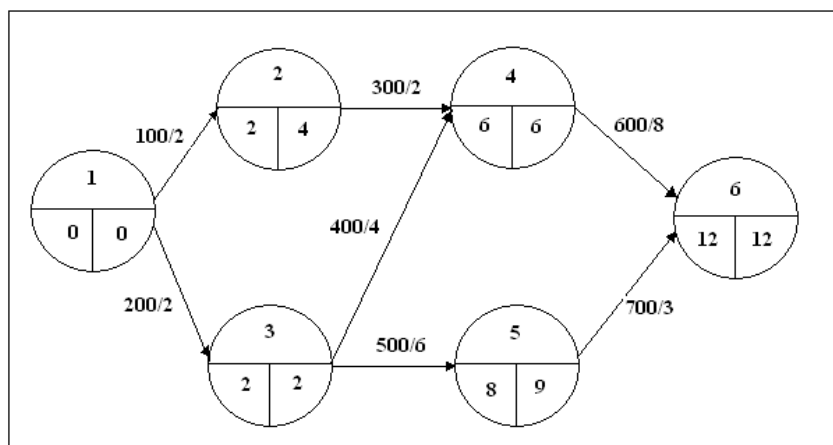
Πίνακας 8.6 Στοιχεία Δραστηριοτήτων Έργου

Δρ/τα	Σχέσεις	Μέγιστη Διάρκεια	Ελάχιστη Διάρκεια	Περιθώριο Συμπίεσης	Κόστος Συμπίεσης	Άμεσο Κόστος
100	Αρχή Έργου	5	2	3	800	4,000
200	Αρχή Έργου	4	2	2	700	4,000
300	Αμέσως μετά το τέλος της 100	3	2	1	500	3,000
400	Αμέσως μετά το τέλος της 200	6	4	2	900	6,000
500	Αμέσως μετά το τέλος της 200	8	6	2	1,000	8,000
600	Αμέσως μετά το τέλος της 300 και 400	7	6	1	600	7,000
700	Αμέσως μετά το τέλος της 500	5	3	2	600	5,000
<b>Σύνολο</b>						<b>37,000</b>

**Λύση:**

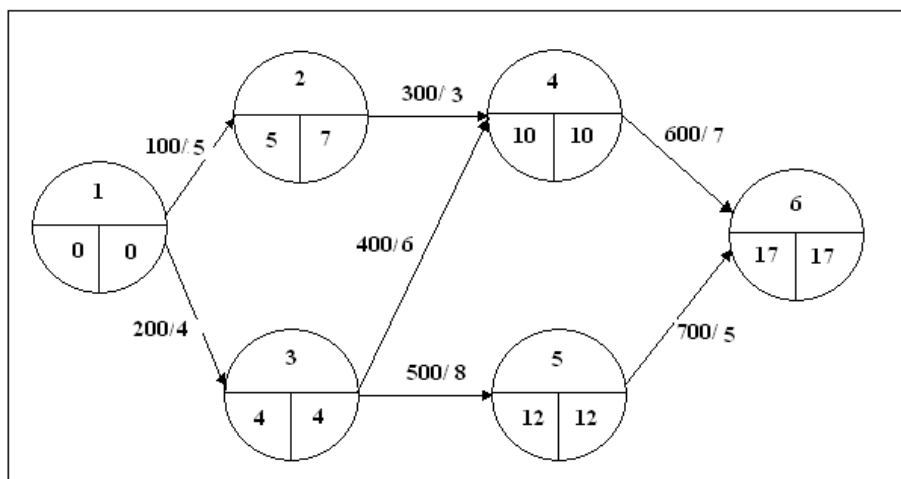
Για λόγους αμεσότερης κατανόησης θα χρησιμοποιηθεί τοξωτό δίκτυο. Οι κρίσιμες διαδρομές επισημαίνονται με εντονότερα βέλη.

Δίκτυο με τις ελάχιστες διάρκειες



- Η ελάχιστη διάρκεια του έργου μπορεί να είναι 12 εργάσιμες μέρες.

Δίκτυο με τις μέγιστες διάρκειες



- Η μέγιστη διάρκεια του έργου μπορεί να είναι 17 εργάσιμες μέρες.
- Υπάρχουν δύο κρίσιμες διαδρομές, η 200, 500, 700 και η 200, 400, 600.

Συνεπώς ο βέλτιστος αναζητούμενος χρόνος του έργου θα βρίσκεται μεταξύ **12** και **17** ημερών.

Για τη μέγιστη διάρκεια του έργου προβλέπεται:

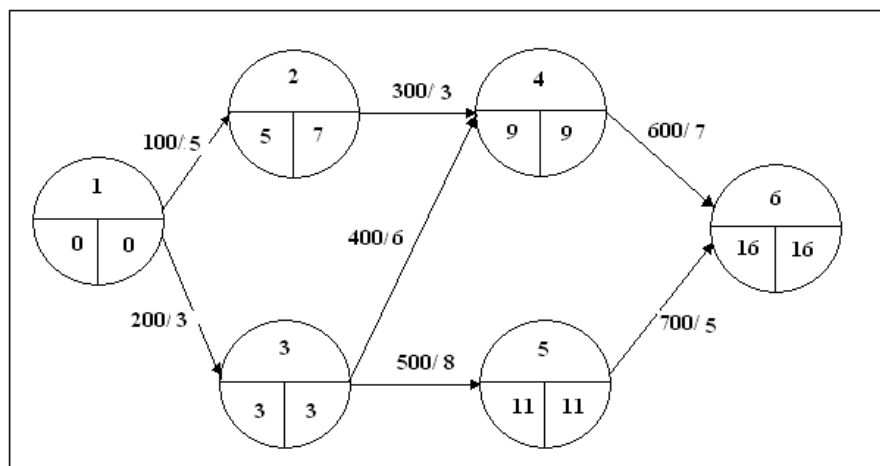
Φάση Κόστους	Ημέρες	Ημερήσιο Κόστος (€)	Σύνολο (€)
Συνολικό άμεσο κόστος			37,000
Συνολικό έμμεσο κόστος	17	1,500	25,500
<b>Συνολικό Κόστος Έργου</b>			<b>62,500</b>

#### i. Πρώτη συμπίεση χρόνου

Η δραστηριότητα **200** είναι κοινή των δύο κρίσιμων διαδρομών και το κόστος συμπίεσης της είναι μικρότερο από το άθροισμα του κόστους συμπίεσης οποιωνδήποτε άλλων δύο, που ανήκουν στις διαδρομές αυτές. Επιπλέον έχει περιθώριο συμπίεσης **2** μέρες. Συνεπώς επιλέγεται για **συμπίεση μιας μέρας**.

Προκύπτει το επόμενο δίκτυο:





- Η διάρκεια του έργου είναι τώρα **16** εργάσιμες μέρες.
- Υπάρχουν πάλι 2 κρίσιμες διαδρομές, η **200, 500, 700** και η **200, 400, 600**.
- Γι' αυτήν τη διάρκεια του έργου προβλέπεται:

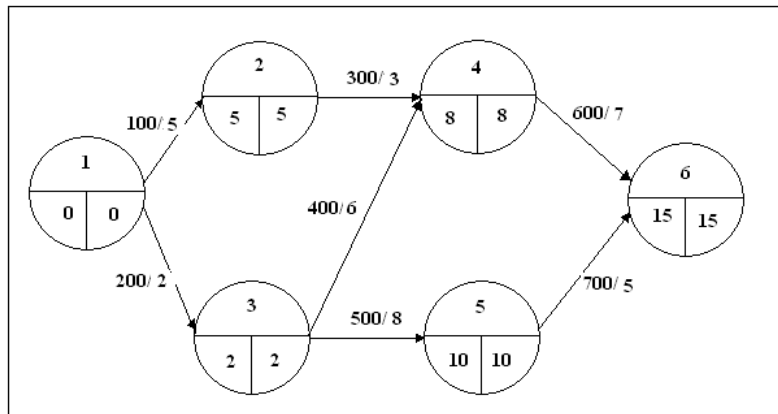
Φύση Κόστους	Ημέρες	Ημερήσιο Κόστος (€)	Σύνολα (€)
Συνολικό άμεσο κόστος			37,000
Άμεσο κόστος συμπίεσης 200	1	700	700
Συνολικό έμμεσο κόστος	16	1,500	24,000
<b>Συνολικό Κόστος Έργου</b>			<b>61,700</b>

- Παρατηρείται **μείωση** του συνολικού κόστους (προηγούμενο συνολικό κόστος = **62.500**), άρα η συμπίεση του χρόνου μπορεί να συνεχιστεί.

**ii. Δεύτερη συμπίεση χρόνου**

Και πάλι επιλέγεται η δραστηριότητα **200** (τα δεδομένα δεν έχουν αλλάξει) καθώς διαθέτει ακόμα περιθώριο συμπίεσης μιας μέρας.

Προκύπτει το επόμενο δίκτυο:



- Η διάρκεια του έργου είναι τώρα 15 εργάσιμες μέρες.
- Όλες οι διαδρομές του δικτύου είναι κρίσιμες.
- Γι' αυτήν τη διάρκεια του έργου προβλέπεται:

Φύση Κόστους	Ημέρες	Ημερήσιο Κόστος (€)	Σύνολο (€)
Συνολικό άμεσο κόστος			37,000
Άμεσο κόστος συμπίεσης 200	2	700	1.400
Συνολικό έμμεσο κόστος	15	1,500	22,500
<b>Συνολικό Κόστος Έργου</b>			<b>60,900</b>

- Παρατηρείται **μείωση** του συνολικού κόστους (προηγούμενο συνολικό κόστος **61.700**), άρα η συμπίεση του χρόνου μπορεί να συνεχιστεί.

### iii. Τρίτη συμπίεση χρόνου.

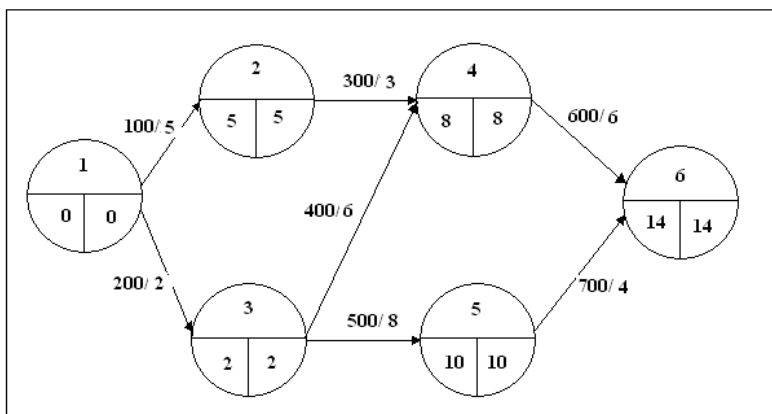
Η δραστηριότητα **200** έχει εξαντλήσει το περιθώριο συμπίεσής της. Οι τρεις κρίσιμες διαδρομές δεν έχουν κοινή δραστηριότητα. Γι' αυτόν το λόγο επιλέγονται δύο δραστηριότητες:

- Η δραστηριότητα **600** επειδή είναι κοινή των διαδρομών **100, 300, 600** και **200, 400, 700** και το κόστος συμπίεσης της είναι μικρότερο, από το άθροισμα του κόστους συμπίεσης δύο οποιωνδήποτε άλλων δραστηριοτήτων αυτών των διαδρομών.
- Η δραστηριότητα **700** από τη διαδρομή **200, 500, 600** επειδή έχει το μικρότερο κόστος συμπίεσης της διαδρομής.



Και οι δύο δραστηριότητες διαθέτουν περιθώριο συμπίεσης, άρα μπορούν να συμπίεστούν και οι δύο κατά μια μέρα.

Προκύπτει το ακόλουθο δίκτυο:



- Η διάρκεια του έργου είναι τώρα **14** εργάσιμες μέρες.
- Όλες οι διαδρομές του δικτύου είναι κρίσιμες.
- Γι' αυτήν τη διάρκεια του έργου προβλέπεται:

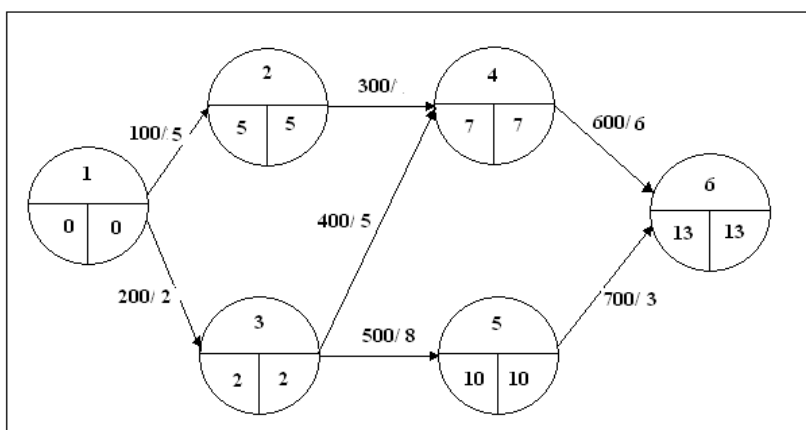
Φύση Κόστους	Ημέρες	Ημερήσιο Κόστος (€)	Σύνολο (€)
Συνολικό Άμεσο Κόστος			37,000
Άμεσο κόστος συμπίεσης 200	2	700	1,400
Άμεσο κόστος συμπίεσης 600	1	600	600
Άμεσο κόστος συμπίεσης 700	1	600	600
Συνολικό Έμμεσο κόστος	14	1,500	21,000
<b>Συνολικό Κόστος Έργου</b>			<b>60,600</b>

- Παρατηρείται μείωση του συνολικού κόστους (προηγούμενο συνολικό κόστος 60.900), άρα η συμπίεση του χρόνου μπορεί να συνεχιστεί.

iv. Τέταρτη συμπίεση χρόνου

Επειδή το περιθώριο της δραστηριότητας **600** εξαντλήθηκε και δεν υπάρχουν πλέον κοινές δραστηριότητες στις διαδρομές, θα επιλεγούν από μια δραστηριότητα με ελάχιστο κόστος συμπίεσης για κάθε κρίσιμη διαδρομή. Έτσι επιλέγονται οι: **300**, **400** και **700**, που διαθέτουν περιθώριο συμπίεσης και συμπιέζονται κατά μια μέρα.

Προκύπτει το ακόλουθο δίκτυο:



- Η διάρκεια του έργου είναι τώρα **13** εργάσιμες μέρες.
- Όλες οι διαδρομές του δικτύου είναι κρίσιμες.
- Γι' αυτή τη διάρκεια του έργου προβλέπεται:

Φύση Κόστους	Ημέρες	Ημερήσιο Κόστος (€)	Σύνολο (€)
Συνολικό Άμεσο Κόστος			37,000
Άμεσο κόστος συμπίεσης 200	2	700	1,400
Άμεσο κόστος συμπίεσης 300	1	500	500
Άμεσο κόστος συμπίεσης 400	1	900	900
Άμεσο κόστος συμπίεσης 600	1	600	600
Άμεσο κόστος συμπίεσης 700	2	600	1,200
Συνολικό Έμμεσο κόστος	13	1,500	19,500
<b>Συνολικό Κόστος Έργου</b>			<b>61,100</b>

- Τώρα παρατηρείται αύξηση του συνολικού κόστους (προηγούμενο συνολικό κόστος = **60.600**), άρα η διαδικασία τερματίζεται.

#### v. Συμπεράσματα.



- Η βέλτιστη χρονική διάρκεια του έργου, σε σχέση με το συνολικό κόστος του είναι **14** μέρες.
- Το βέλτιστο κόστος του έργου είναι **€60.600**.
- Το χρονοδιάγραμμα του έργου που προέκυψε είναι εντελώς ανελαστικό, δεδομένου ότι, όλες οι δραστηριότητές του είναι κρίσιμες. Αυτό σημαίνει ότι, το βέλτιστο κόστος έχει έννοια εφόσον εξασφαλιστεί, η χωρίς παρεκκλίσεις, εκτέλεση του έργου. Αν όμως ο Project Manager εκτιμήσει ότι κάτι τέτοιο φαίνεται αδύνατο, μπορεί να επιλέξει ένα προηγούμενο χρονοδιάγραμμα λιγότερο καλό αλλά με περισσότερη ελαστικότητα (πχ το χρονοδιάγραμμα των 16 ημερών στο οποίο οι δραστηριότητες **100** και **300** δεν είναι κρίσιμες και το κόστος του είναι μικρότερο από το χρονοδιάγραμμα των 17 εργάσιμων ημερών).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Διαχείριση Ποιότητας**

Κύριος αντικειμενικός σκοπός των συστημάτων διαχείρισης ποιότητας είναι η πρόληψη και όχι απλά ο εντοπισμός προβλημάτων ποιότητας. Χαρακτηριστικό όλων των συστημάτων αυτών είναι η διαρκή προσπάθεια για βελτίωση.

Αποτέλεσμα της χρήσης ενός συστήματος διαχείρισης ποιότητας είναι:

- -Η μείωση του κόστους παραγωγής, η αύξηση της παραγωγικότητας
- -Η βελτίωση του προϊόντος, η βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης
- -Ο αποτελεσματικός έλεγχος των εσωτερικών διαδικασιών.
- -Η άριστη επικοινωνία μεταξύ των εσωτερικών διαδικασιών.

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία στην θεωρία Διαχείρισης και Διοίκησης Ποιότητας κυριαρχούν δύο μοντέλα:

### **i. Μοντέλο Διοίκησης Ολικής Ποιότητας**

### **ii. Μοντέλο Διασφάλισης Ποιότητας κατά ISO 9000**

Τα μοντέλα αυτά είναι φαινομενικά διαφορετικά, αλλά εξετάζοντάς τα κάποιος καταλαβαίνει ότι αλληλοσυμπληρώνονται μεταξύ τους.

Στη συνέχεια παραθέτουμε μια συνοπτική παρουσίαση των δύο αυτών μοντέλων.

## 9.1 Διοίκηση Ολικής Ποιότητας<sup>39</sup>

Η Δ.Ο.Π. (Διοίκηση Ολικής Ποιότητας) σαν νέος τρόπος οργάνωσης των επιχειρήσεων, ξεκίνησε να εφαρμόζεται στην πράξη από το **1949**, από την Ένωση Ιαπώνων Επιστημόνων οι οποίοι είχαν άμεσο στόχο τη βελτίωση της παραγωγικότητας. Το εν λόγω εγχείρημα επιχειρήθηκε και στις ΗΠΑ, με χρονική υστέρηση 30 περίπου χρόνων και συγκεκριμένα στη δεκαετία του 1980. Λίγο αργότερα άρχισε να εφαρμόζεται και στην Ευρώπη.

«Ολική» καλείται γιατί προτείνει την εμπλοκή όλων των συντελεστών της επιχείρησης και ιδιαίτερα των εργαζομένων στην παραγωγική διαδικασία και «ποιότητα», γιατί **θέτει στο επίκεντρο** του ενδιαφέροντος της επιχείρησης, όχι το κέρδος με τη στενή έννοια του όρου, αλλά **την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών**, σεβόμενη ως εκ τούτου τον πελάτη. Ως μια σύγχρονη και διαφορετική σε σχέση με τις παραδοσιακές αντιλήψεις φιλοσοφία, εισάγει καινοτομίες οι οποίες αναφέρονται τόσο στο ρόλο της διοίκησης, όσο και στον συντονισμό και την ολοκλήρωση των λειτουργιών της επιχείρησης. Οι καινοτομίες αυτές είναι οι ακόλουθες:

### α. Ο ρόλος της διοίκησης και ο ρόλος των εργαζομένων

Σε σχέση με τη διοίκηση οι αναφερθείσες καινοτομίες σχετίζονται με την **αυτοδιαχείριση**, τη **συμμετοχή των εργαζομένων στη λήψη αποφάσεων** και τη **συμμετοχή των εργαζομένων στα κέρδη**. αλλάζουν έτσι τους παραδοσιακούς ρόλους των διευθυντών όπου οι λειτουργίες ελέγχου και λήψης αποφάσεων των managers περιορίζονται, ενώ αντίθετα ο ρόλος των εργαζομένων αναβαθμίζεται. Αυτό, κάνει τους εργαζόμενους να νιώθουν την επιχείρηση εν μέρει δική τους με αποτέλεσμα να δουλεύουν με περισσότερο ζήλο.

### β. Ο συντονισμός και η ολοκλήρωση των λειτουργιών της επιχείρησης

---

• <sup>39</sup> Δρ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ Κ. ΘΕΟΔΩΡΟΥ 'Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Δ.Ο.Π.) στις επιχειρήσεις και στην εκπαίδευση' <http://www.alfavita.gr/artra/art848a.php> 14 / 11 / 2010



Ως προς το συντονισμό και την ολοκλήρωση των λειτουργιών της επιχείρησης, διαμορφώνονται σήμερα οι εξής αλλαγές:

Η εστίαση του ενδιαφέροντος της επιχείρησης στους πελάτες προσδίδει στην επιχείρηση εξωστρέφεια, δηλαδή έναν εξωτερικό προσανατολισμό και στόχο, τον οποίο μπορεί να υποστηρίξει κάθε τμήμα της. Με αυτό τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα μέτρησης και βελτίωσης διεργασιών, όπως π.χ. πωλήσεων, marketing, χρηματοοικονομικών κ.τ.λ.. Η εστίαση στους πελάτες δεν παρέχει μόνο ένα στόχο, αλλά και ένα μηχανισμό ενοποίησης των διεργασιών, ολοκληρώνοντας την αλυσίδα προμηθευτή-καταναλωτή.

Συνδέεται έτσι ο ποιοτικός έλεγχος και η συνεχής βελτίωση της ποιότητας με τον όλο στρατηγικό σχεδιασμό της επιχείρησης. Επιπλέον, η επιχείρηση κερδίζει το σεβασμό των πελατών, με αποτέλεσμα αυτοί να προτιμούν την εν λόγω επιχείρηση.

## 9.2 Διασφάλιση Ποιότητας κατά ISO 9000

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκόσμιου πόλεμου, υπήρξαν ποιοτικά προβλήματα σε πολλές βρετανικές βιομηχανίες, όπως τα πυρομαχικά, όπου οι βόμβες εκρήγνυνται στα εργοστάσια κατά τη διάρκεια της συνέλευσης. Η υιοθετημένη λύση ήταν να απαιτηθούν από τα εργοστάσια, για να τεκμηριώσει τις διαδικασίες κατασκευής τους και για να αποδείξει από την αρχειοθέτηση ότι οι διαδικασίες ακολουθούνταν. Το όνομα των προτύπων ήταν **BS 5750**, και ήταν γνωστό ως διοικητικά πρότυπα επειδή διευκρίνισε όχι τι να κατασκευάσει, αλλά πώς η διαδικασία κατασκευής επρόκειτο να ρυθμιστεί. Σύμφωνα με το Seddon «το 1987, η βρετανική κυβέρνηση έπεισε το διεθνή οργανισμό για την τυποποίηση για να υιοθετήσει τις BS 5750 ως διεθνή πρότυπα.

**Έτσι οι BS 5750 έγιναν ο ISO 9000.**

Το ISO 9000:1987 είχε την ίδια δομή με το 'UK τυποποιημένες BS 5750', με τρία «πρότυπα» για τα συστήματα ποιοτικής διαχείρισης, η επιλογή των οποίων βασίστηκε στο πεδίο των δραστηριοτήτων της οργάνωσης:

- **ISO 9001:1987** Πρότυπο για την εξασφάλιση ποιότητας στο σχέδιο, την ανάπτυξη, την παραγωγή, την εγκατάσταση, και τη συντήρηση ήταν για τις επιχειρήσεις και τις οργανώσεις οι των οποίων δραστηριότητες περιέλαβαν τη δημιουργία των νέων προϊόντων.
- **ISO 9002:1987** Πρότυπο για την εξασφάλιση ποιότητας στην παραγωγή, την εγκατάσταση, και τη συντήρηση υπάρχοντα βασικά το ίδιο υλικό με το ISO 9001 αλλά χωρίς κάλυψη της δημιουργίας των νέων προϊόντων.
- **ISO 9003:1987** Πρότυπο για την εξασφάλιση ποιότητας στην τελικές επιθεώρηση και τη δοκιμή καλυμμένος μόνο την τελική επιθεώρηση του ολοκληρωμένου προϊόντος, χωρίς την ανησυχία για το πώς το προϊόν παρήχθη.

Σήμερα το ISO έχει διευρυνθεί και διευρύνεται συνεχώς, αλλά και εθνικοί οργανισμοί τυποποίησης εξειδικεύουν τοπικά αυτήν τη προσπάθεια. Στην Ελλάδα αυτόν το ρόλο παίζει ο **Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ)**.

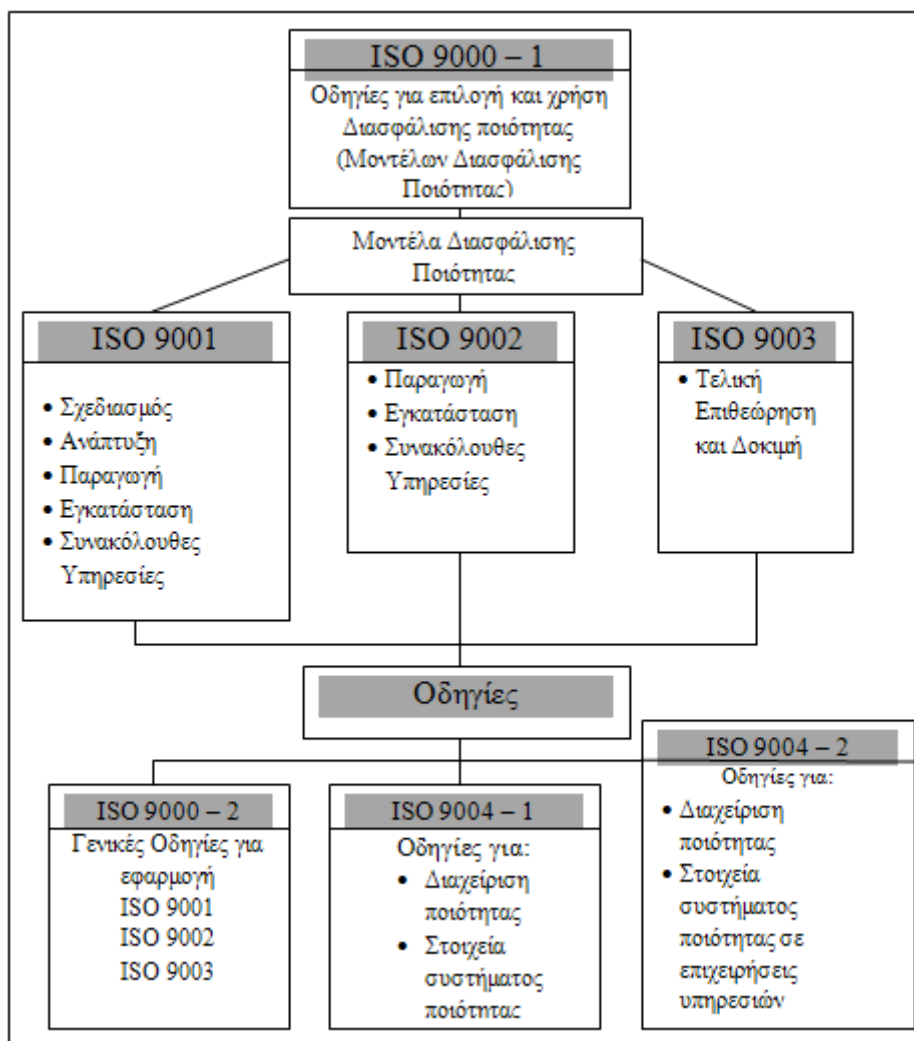
### 9.2.1 ISO 9000<sup>40</sup>

Η φιλοσοφία του **ISO 9000** είναι να εξασφαλίζεται ο πελάτης με τον έλεγχο κυρίως του πώς γίνεται το κάθε τι που, μπορεί να επιδράσει στην ποιότητα των προϊόντων και όχι με τον καθαυτό έλεγχο του κάθε προϊόντος ή της υπηρεσίας. Συγκεκριμένα δίνει έμφαση στις διεργασίες της παραγωγής του παρεχόμενου προϊόντος ή της υπηρεσίας θεωρώντας ότι οι σωστές διεργασίες θα παρέχουν και σωστά προϊόντα / υπηρεσίες. Πρέπει λοιπόν να τονιστεί ότι η εγγραφή για τα πρότυπα **ISO 9000** δεν αποτελεί ένα πιστοποιητικό προϊόντος, αλλά ένα πιστοποιητικό για το σύστημα διασφάλισης ποιότητας. Χαρακτηριστικό των προτύπων είναι ότι περιέχουν γενικές οδηγίες που είναι εφαρμόσιμες σε επιχειρήσεις όλων των κλάδων. Τα κυριότερα πρότυπα της οικογένειας ISO 9000, που έχουν εφαρμογή στις κατασκευές, συνοψίζονται στο Σχήμα 9.1.

---

• <sup>40</sup> Δημοσθένης Κ. Αγγελίδης – Μαρία Κ. Κιρκινέζου ‘ISO 9000 Στις Τεχνικές Εταιρίες’ 2001  
Πρώτη Έκδοση ISBN 960 – 12 – 0952 – 2





Σχήμα 9.1: Κυριότερα Πρότυπα ISO 9000 για Τεχνικές Εταιρίες [Αγγελίδης – Κιρκινέζου 2001]

### 9.2.2 Ιδιαιτερότητες του ISO 9000 στις Τεχνικές Εταιρίες.

Το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί και παράγει μια τεχνική εταιρία χαρακτηρίζεται από πολυπρόσωπη παρουσία επιχειρήσεων και φορέων, όπως ο κύριος του έργου, οι προμηθευτές, οι υπεργολάβοι, οι επιβλέποντες, οι Project Managers, οι οργανισμοί ανεξάρτητης εξέτασης, οι ασφαλιστικοί οργανισμοί, οι σύμβουλοι, οι χρηματοδότες κ.α., η συμμετοχή των οποίων πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας.

Η ύπαρξη πολύ – μεταβαλλόμενων συντελεστών στις δραστηριότητες τεχνικών εταιριών, και μέσα σε πλαίσια, μάλιστα, σκληρού ανταγωνισμού, απαιτεί την εφαρμογή εξαιρετικά ευέλικτων οργανωτικών μεθόδων λειτουργίας και ελέγχων της

επιχείρησης. Κατά συνέπεια το Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας θα πρέπει να σχεδιαστεί στα μέτρα της επιχείρησης και όχι να προσαρμοστεί η επιχείρηση στις δομές του προτύπου.

Παρακάτω παραθέτονται ορισμένες μεγάλες κατασκευαστικές εταιρίες που εφαρμόζουν σύστημα διασφάλισης ποιότητας:

- **ΑΒΑΞ Α.Ε. - J&P (ΕΛΛΑΣ) Α.Τ.Ε.**

Η μητρική εταιρία J&P-ΑΒΑΞ διαθέτει το ανώτατο εργοληπτικό πτυχίο δημοσίων έργων που προβλέπεται (7<sup>ης</sup> τάξης) με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να συμμετάσχει αυτόνομα στην διεκδίκηση δημόσιων έργων με απεριόριστο προϋπολογισμό, καθώς και σε ιδιωτικά έργα.

Ο Όμιλος J&P-ΑΒΑΞ εφαρμόζει σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων του Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος, αντίστοιχα πιστοποιημένα κατά **ISO - 9001/2000, OSHAS 18001 και ISO 14001**, γεγονός που τον καθιστά ανάμεσα στους πρωτοπόρους στο χώρο των κατασκευών στην Ελλάδα και διεθνώς.

- **ΓΕΚ Services A.E, (Τεχνική Κατασκευαστική)**

Η εταιρία ΓΕΚ Services A.E παρέχει μεγάλο εύρος τεχνικών υπηρεσιών συντήρησης, εγκατάστασης εξοπλισμού και υποστήριξης λειτουργιών σε μεγάλες εμπορικές, βιομηχανικές και ενεργειακές επιχειρήσεις.

Ως σύγχρονη επιχείρηση, η ΓΕΚ Services A.E. έχει πάρει τις απαραίτητες πιστοποιήσεις, Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας κατά ISO 9001 και Πιστοποιητικό Υγιεινής και Ασφάλειας 18001, που διασφαλίζουν την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών της και την αρτιότητα των διαδικασιών που ακολουθεί.

- **ΑΤΤΙ-ΚΑΤ Α.Τ.Ε., (Τεχνική Κατασκευαστική)**

Από την ίδρυσή της μέχρι σήμερα η ΑΤΤΙ - ΚΑΤ Α.Τ.Ε. δραστηριοποιείται στον τομέα των κατασκευών. Είναι κάτοχος Πτυχίου Η' τάξεως για όλες τις κατηγορίες έργων (ανώτατη τάξη για την Ελλάδα) με το οποίο μπορεί να συμμετέχει σε διαγωνισμούς και εκτέλεση έργων οποιοδήποτε ύψους και αντικειμένου που προκηρύσσουν το Δημόσιο και οι Οργανισμοί.

Το 1999 η Εταιρία εγκατέστησε Σύστημα Διοίκησης Ποιότητας κατά το Διεθνές Πρότυπο ISO 9002:1994 και απέκτησε το πρώτο της Πιστοποιητικό Ποιότητας ISO 9002 από τον διαπιστευμένο Φορέα LLOYD'S REGISTER. Το 2004 Σύστημα



Ποιότητας αναθεωρήθηκε με το νέο Πρότυπο ISO 9001:2000 και η Εταιρεία επαναπιστοποιήθηκε από το Γερμανικό Φορέα TÜV CERT / TÜV RHEINLAND GROUP. Η πιστοποίηση ισχύει μέχρι τον Ιούνιο του 2007.

• **ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε (Τεχνική Κατασκευαστική)**

Η ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε πιστοποιήθηκε κατά ISO 9002 το 1996 - μια από τις πρώτες εταιρίες στον κλάδο. Το Δεκέμβριο 2003 αναβάθμισε το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9001. Οι θυγατρικές της ΤΟΜΗ ΑΒΕΤΕ, ΚΑΣΤΩΡ Α.Ε., ΑΚΤΩΡ FM και ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΛΑΤΟΜΕΙΑ Α.Ε. επίσης διαθέτουν Πιστοποιητικό ISO 9001 για τα Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας που εφαρμόζουν.

• **ΒΙΟΤΕΡ Α.Ε. (Τεχνική Κατασκευαστική)**

Η ΒΙΟΤΕΡ Α.Ε. είναι πιστοποιημένη από τον Φορέα Πιστοποίησης TUV CERT για την εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Προτύπου **ISO 9001:2000/EN ISO 9001:2000** κατά το έτος 2004

• **ΑΕΓΕΚ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ**

Η Εταιρία εφαρμόζει το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας «EN ISO 9001:2000» για το πεδίο εφαρμογής «Ανάπτυξη, κατασκευή και διαχείριση σύνθετων τεχνικών υπογείων, συγκοινωνιακών, υδραυλικών, λιμενικών, οικοδομικών, ηλεκτρομηχανολογικών, βιομηχανικών, ενεργειακών και περιβαλλοντικών έργων υποδομής Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα» από τον φορέα πιστοποίησης TÜV NORD, με ισχύ μέχρι την 23.07.2011.

### 9.2.3 Δείγμα Εγχειριδίου Ποιότητας

Στο παρόν παράρτημα παρουσιάζεται ένα δείγμα εγχειριδίου ποιότητας, όπως αυτό μπορεί να εφαρμοσθεί σε κατασκευαστικές εταιρίες (που έχουν τμήμα μελετών).

Πίνακας 9.1 Εγχειρίδιο Ποιότητας [Κ. Αγγελίδης Κ. Κιρκινεζου 2001]

Λογότυπο Εταιρίας / Όνομα	
Εγχειρίδιο Ποιότητας	ΕΠ/1
	Σελ. 2 από 30

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
• Πολιτική ποιότητας εταιρίας	
1. Ιστορικό της επιχείρησης	
2. Σκοπός του εγχειριδίου ποιότητας	
3. Δομή του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας	
4. Οι Απαιτήσεις του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας	
4.1 Ευθύνη της Διοίκησης	
4.2 Σύστημα (Διασφάλισης) Ποιότητας	
4.3 Ανασκόπηση Συμβολαίου / Σύμβασης	
4.4 Έλεγχος Σχεδιασμού	
4.5 Έλεγχος Εγγράφων και Δεδομένων	
4.6 Προμήθειες	
4.7 Έλεγχος Προϊόντων Παρεχόμενων από τον Πελάτη	
4.8 Αναγνώριση Ταυτότητας και Ιχνηλασιμότητα	
4.9 Έλεγχος Διαργασιών	
4.10 Επιθεωρήσεις και Δοκιμές	
4.11 Έλεγχος Εξοπλισμού, Επιθεωρήσεων, Μετρήσεων και Δοκιμών	
4.12 Κατάσταση Επιθεωρήσεων και Δοκιμών	
4.13 Έλεγχος μη Συμμορφώσεων	
4.14 Διορθωτική και Προληπτική Δράση	
4.15 Χειρισμός, Αποθήκευση, Συσκευασία, Διατήρηση και Παράδοση	
4.16 Διαχείριση Αρχείων Ποιότητας	
4.17 Εσωτερικές Ανεξάρτητες Εξετάσεις Ποιότητας	
4.18 Κατάρτιση Προσωπικού	
4.19 Συνακόλουθες Υπηρεσίες	
4.20 Στατιστικές Τεχνικές	
• Κατάλογος Διαδικασιών Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας	
• Πίνακας Συσχέτισης Διαδικασιών Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας και Αρθρων Προτύπου	

### 9.3.1 Πολιτική Ποιότητας Εταιρίας

Η εταιρία θα πρέπει να παρουσιάσει και να δηλώσει την πολιτική ποιότητας που έχει υιοθετήσει. Με λίγα λόγια, θα πρέπει η επιχείρηση να αναφέρει τους αντικειμενικούς σκοπούς της και με ποιους τρόπους θα τους φέρει εις πέρας με τη βοήθεια του Συστήματος Διασφάλισης ποιότητας.



### 9.3.2 Ιστορικό της Επιχείρησης

Σε αυτή την παράγραφο, η επιχείρηση θα πρέπει να αναφέρει το ιστορικό της. Δηλαδή πότε, πως και από ποιους δημιουργήθηκε, καθώς επίσης και το εργατικό προσωπικό που απασχολεί, ποιό είναι ακριβώς το αντικείμενο απασχόλησής της και οποιεσδήποτε άλλες λειτουργίες θεωρεί απαραίτητες.

### 9.3.3 Σκοπός του Εγχειριδίου Ποιότητας

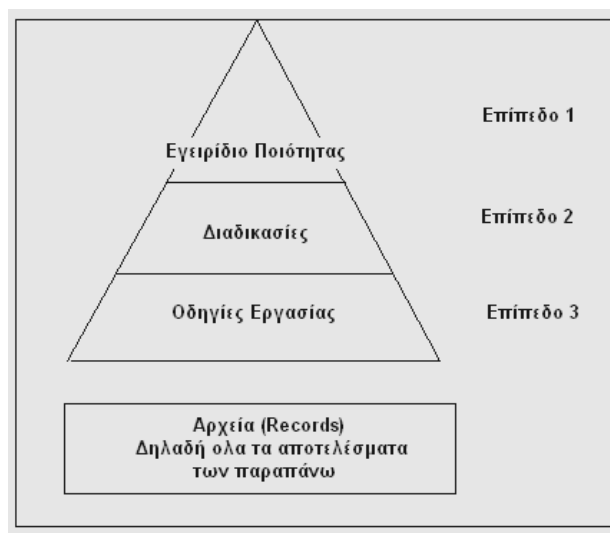
Το παρόν Εγχειρίδιο Ποιότητας της εταιρίας έχει συνταχθεί σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 9001, ώστε:

- Να περιγράφει με συντομία την οργάνωση και τις δραστηριότητες / διεργασίες της εταιρίας.
- Να καθορίζει τους συγκεκριμένους τρόπους με τους οποίους υλοποιείται καθημερινά η Πολιτική Ποιότητας της εταιρίας,
- Να αναλύει συνοπτικά τον τρόπο αντιμετώπισης και κάλυψης κάθε μιας από τις απαιτήσεις που καθορίζονται από το πρότυπο.

### 9.3.4 Δομή του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας

Το σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας της εταιρίας αναπτύσσεται και εφαρμόζεται σε τρία επίπεδα, για καθένα από αυτά υπάρχουν τα αντίστοιχα έγγραφα:

- **1<sup>ο</sup> επίπεδο:** Αποτελείται από το παρόν Εγχειρίδιο Ποιότητας, στο οποίο αναπτύσσεται συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίο η εταιρία καλύπτει τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001.
- **2<sup>ο</sup> επίπεδο:** Αποτελείται από την καταγραφή διαδικασιών όπου περιγράφονται τα 'τι', 'που', 'πότε', 'ποιος' και μερικώς το 'πώς' όσον αφορά την εκτέλεση των διεργασιών.
- **3<sup>ο</sup> επίπεδο:** Αποτελείται από τα έγγραφα που καταγράφουν έναν τρόπο εκτέλεσης των διεργασιών βήμα προς βήμα, δηλαδή απευθύνονται στο 'πώς?' των διεργασιών. Έγγραφα αυτού του είδους είναι οδηγίες εργασίας, οδηγίες ελέγχου, οδηγίες αποθήκευσης υλικών, οδηγίες παραγωγής υλικών κτλ'.



**Διάγραμμα 9.1** Δομή Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας [Κ. Αγγελίδης Κ. Κιρκινέζου 2001]

### 9.3.5 Απαιτήσεις του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας<sup>41</sup>

Επιλέξαμε να παρουσιάσουμε τις 20 παραγράφους - απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001 καθώς οι αντίστοιχες για το ISO 9002 και ISO 9003 αποτελούν υποσύνολο αυτών του 9001, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 9.1

Οι απαιτήσεις του συστήματος για την ποιότητα όπως αναφέρονται στο έντυπο του Ελληνικού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 9001 παρουσιάζονται στη συνέχεια. Ο τίτλος κάθε απαίτησης συνοδεύεται, από σύντομη αναφορά στο περιεχόμενο της.

#### Ευθύνη της Διοίκησης

Ύπαρξη πολιτικής διοίκησης και οργάνωσης και διάθεση πόρων για την ποιότητα και παρακολούθηση του συστήματος ποιότητας από τη διοίκηση.

#### Σύστημα για την ποιότητα

Ύπαρξη και εφαρμογή όλων εκείνων των εγγράφων που αποτελούν το Σύστημα Ποιότητας (εγχειρίδιο ποιότητας, διαδικασιών, οδηγιών, περιγραφών εργασίας και αρχεία ποιότητας), καθώς και προγραμματισμός σε ανθρώπους, υλικά και μέσα για τον έλεγχο της ποιότητας.

<sup>41</sup> ΕΛΟΤ EN ISO 8402 (1996), Διαχείριση της Ποιότητας και Διασφάλιση της Ποιότητας – Λεξιλόγιο, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης, Αθήνα Σελίδες 44.



### **Ανασκόπηση συμβάσεων**

Να εξετάζονται λεπτομερώς οι απαιτήσεις των συμβολαίων των πελατών προτού γίνουν δεκτά

### **Έλεγχος σχεδιασμού**

Να υπάρχει συστηματική και τεκμηριωμένη διαδικασία σχεδίασης προϊόντων όπως και αλλαγών στη σχεδίαση,

### **Έλεγχος εγγράφων και δεδομένων**

Να υπάρχει κωδικοποίηση εγγράφων και παρακολούθηση των εκδόσεών τους, σαφώς καθορισμένος υπεύθυνος αλλαγών και έκδοσης κάθε εγγράφου, καθώς και σύστημα διανομής και απόσυρσης.

### **Αγορές**

Να υπάρχουν καθορισμένες γραπτές απαιτήσεις για τα προμηθευόμενα προϊόντα, καθώς και αξιολόγηση των προμηθευτών και γραπτή τεκμηρίωση.

### **Έλεγχος παρεχόμενου από τον πελάτη προϊόντος**

Αφορά υλικά που δίνονται στην επιχείρηση από τους πελάτες της για κατεργασία (φασόν).

### **Αναγνώριση της ταυτότητας και Ιχνηλασιμότητα προϊόντος**

Καθιέρωση και τήρηση διαδικασιών για την αναγνώριση του προϊόντος κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων της παραγωγής, παράδοσης κι εγκατάστασης.

### **Έλεγχος διεργασιών**

Ύπαρξη διαδικασιών έγκρισης των παραγωγικών διαδικασιών, οδηγιών εργασίας κλπ., έλεγχος συνθηκών παραγωγής.

## **Έλεγχος και δοκιμές**

Έλεγχος όλων των υλικών και προϊόντων για το αν είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί για αυτά. Εξασφάλιση ότι μη ελεγμένα δεν θα προχωρούν στις επόμενες φάσεις.

## **Έλεγχος του εξοπλισμού ελέγχων, μετρήσεων και δοκιμών**

Υπαρξη ολοκληρωμένου συστήματος διακρίβωσης, δηλαδή κατάσταση εξοπλισμού, περιοδικός έλεγχος ακρίβειας μέτρησης εξοπλισμού, διακρίβωση προτύπων, κλπ.

## **Κατάσταση ελέγχων και δοκιμών**

Επισήμανση των υλικών με κατάλληλα μέσα, ώστε να φαίνεται αν έχουν ελεγχθεί ή όχι και ποια είναι τα αποτελέσματα των ελέγχων τους.

## **Έλεγχος μη συμμορφούμενου προϊόντος**

Υπαρξη καθορισμένων αρμοδιοτήτων για τις αποφάσεις που αφορούν στην τύχη των υλικών ή προϊόντων που βρέθηκαν εκτός προδιαγραφών και απομόνωση με κατάλληλη επισήμανση.

## **Διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες**

Υπαρξη γραπτών τυποποιημένων διαδικασιών για το πώς ξεκινούν και διεκπεραιώνονται διορθωτικές ενέργειες για όλα τα προβλήματα που αφορούν την ποιότητα των προϊόντων και το σύστημα ποιότητας.

## **Χειρισμός, αποθήκευση, συσκευασία, διατήρηση και παράδοση**

Οι συνθήκες διακίνησης, αποθήκευσης, συσκευασίας και παράδοσης των υλικών στους πελάτες πρέπει να μην επιδρούν δυσμενώς και να προστατεύουν την ποιότητα των προϊόντων.

## **Έλεγχος των καταχωρήσεων σε αρχεία για την ποιότητα**

Τήρηση συστηματικών αρχείων με τα δελτία των ποιοτικών ελέγχων, των εκθέσεων των επιθεωρήσεων.





### **Εσωτερικές επιθεωρήσεις της ποιότητας**

Πρέπει να γίνονται για το σύστημα ποιότητας της παραγωγικής διαδικασίας και τα προϊόντα.

### **Εκπαίδευση**

Να υπάρχει πρόγραμμα εκπαίδευσης και να καθορίζονται οι αιτήσεις εκπαίδευσης για κάθε θέση εργασίας που μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα.

### **Εξυπηρέτηση**

Υπαρξη τεκμηριωμένων διαδικασιών και προδιαγραφών για την υποστήριξη των προϊόντων μετά την πώληση (service).

### **Τεχνικές στατιστικής**

Χρήση τεχνικών στατιστικού ποιοτικού ελέγχου όπου είναι δυνατό και αποδοτικό.

### **Υλοποίηση του Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας**

### 9.3.6 Κατάλογος Διαδικασιών Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας

Σε αυτόν τον κατάλογο φαίνονται όλες οι διαδικασίες του συστήματος διασφάλισης ποιότητας.

Λογότυπος Εταιρείας / Όνομα	
Εγχειρίδιο Ποιότητας	ΕΠ / 1
Σελίδα 28 από 30	
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ</b>	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΟΡΓΑΝΩΣΗ – ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ</b>	
Δ.110 Οργανόγραμμα Εταιρείας	
Δ.120 Επίλογή και Αξιολόγηση Προσωπικού	
Δ.130 Περιγραφές Ευθυνών και Αρμοδιοτήτων	
Δ.140 Κατάρτιση Προσωπικού	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΡΟΣΦΟΡΕΣ – ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ</b>	
Δ.210 Σύνταξη και Παρακολούθηση Προσφορών	
Δ.220 Συμβάσεις και Πελάτες	
Δ.230 Επικοινωνία – Αιτήματα/απαιτήσεις πελατών	
Δ.240 Συμμετοχή σε κοινοπραξίες	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΠΡΟΜΗΘΕΙΕΣ – ΥΠΕΡΓΟΛΑΒΙΕΣ</b>	
Δ.310 Αξιολόγηση Προμηθευτών και Υλικών	
Δ.320 Παραγγελίες, έλεγχοι και Παραλαβές Υλικών	
Δ.330 Αξιολόγηση Υπεργολάβων	
Δ.340 Συμβάσεις και Διαχείριση Υπεργολάβων	
Δ.350 Αρχεία Προμηθευτών και Υπεργολάβων	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΡΓΩΝ</b>	
Δ.410 Τεχνική Υποστήριξη Έργων	
Δ.420 Τυποποίηση Υλικών	
Δ.430 Τυποποίηση Εργασιών	
Δ.440 Προγράμματα διασφάλισης Ποιότητας έργων	
Δ.450 Επιθεωρήσεις και Δοκιμές κατά την Κατασκευή	
Δ.460 Ασφάλεια και Υγιεινή – Περιβάλλον	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΩΝ</b>	
Δ.510 Μελέτη Έργων	
Δ.520 Αρχεία Μελετών	

Λογότυπος Εταιρείας / Όνομα	
Εγχειρίδιο Ποιότητας	ΕΠ / 1
Σελίδα 29 από 30	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΩΝ</b>	
Δ.610 Προετοιμασία Κατασκευής Έργων	
Δ.620 Λειτουργία Εργοταξίων Έργων	
Δ.630 Ολοκλήρωση και Παράδοση Έργων	
Δ.640 Αρχεία Έργων	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 7: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ</b>	
Δ.710 Διαχείριση Εξοπλισμού	
Δ.720 Διαχείριση Ανταλλακτικών και Αναλωσίμων	
Δ.730 Διαχείριση Φορητού Εξοπλισμού και Παγίων	
Δ.740 Μετρητικός Εξοπλισμός	
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ 8: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ</b>	
Δ.810 Έλεγχος καταγραφής Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας	
Δ.820 Μη συμμορφώσεις – Διορθωτικές και Προληπτικές Δράσεις	
Δ.830 Εσωτερικές Ανεξάρτητες εξετάσεις και ανασκόπηση Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας	

Έπειτα έχουμε την συσχέτιση αυτών των διαδικασιών και προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:



Λογότυπος Εταιρείας / Όνομα																				
Εγχειρίδιο Ποιότητας										ΕΠ / 1										
										Σελίδα 30 από 30										
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΡΘΡΩΝ ΤΥΠΟΥ ΑΡΘΡΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ISO 9001																				
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20
Δ.110	X									X										
Δ.120	X								X									X		
Δ.130	X									X								X		
Δ.140	X																	X		
Δ.210		X	X																	
Δ.220		X	X				X	X											X	X
Δ.230	X	X																	X	
Δ.240		X																	X	
Δ.310						X														
Δ.320						X		X												X
Δ.330						X														X
Δ.340						X		X												X
Δ.350	X					X										X				
Δ.410																X				
Δ.420								X		X										X
Δ.430												X								
Δ.440		X	X			X	X		X	X	X	X			X				X	
Δ.450										X										X
Δ.460									X											
Δ.510		X	X	X					X											
Δ.520			X	X												X				
Δ.610		X	X						X											
Δ.620									X											
Δ.630									X											
Δ.640			X					X		X						X				
Δ.710	X								X											
Δ.720	X								X											
Δ.730	X								X											
Δ.740	X							X			X									
Δ.810					X															
Δ.820	X									X			X	X				X		
Δ.830	X																	X		

Πίνακας 9.2 Πίνακας Συσχέτισης Διαδικασιών Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας και Άρθρων Προτύπου [Κ. Αγγελίδης Κ. Κιρκινέζου 2001]

## 9.4 Εργαλεία της Διαχείρισης Ποιότητας<sup>42</sup>

Στη διαχείριση ποιότητας σημαντικό ρόλο παίζουν η Θεωρία των Πιθανοτήτων και η Στατιστική. Η πιθανό-θεωρητική και στατιστική προσέγγιση μερικών τεχνικών, που εκτίθεται στο παρόν κεφάλαιο, αφορά και τη διαχείριση κινδύνων του έργου, καθώς και η ποιοτική αστοχία συνιστά κίνδυνο του έργου.

Η χρησιμότητα των εργαλείων αυτών είναι σύνθετη λοιπόν και βοηθά στον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων, και στην άντληση πληροφοριών όπως:

- Διαγραμμάτων Ελέγχου.
- Υπολογισμού Χρήσιμης Ζωής Εξοπλισμού
- Στατιστικής Επεξεργασίας Δειγμάτων
- Στατιστικής Δειγματοληψίας κατά τον Ποιοτικό Έλεγχο.

<sup>42</sup> Δημήτρης Μ, Εμίρης 'Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων' A Guide to the Project Management Body of Knowledge [PMBOK] Εκδόσεις Παπασωτηρίου PMI 2004

Μερικά από αυτά τα ‘εργαλεία’, είναι τα εξής:

#### 9.4.1 Ανάλυση Ωφελείας / Κόστους (Benefit / Cost Analysis)<sup>43</sup>

Ένα από τα διαθέσιμα εργαλεία που υπάρχουν για την αξιολόγηση ιδεών αποτελεί η Ανάλυση Κόστους - Ωφελείας.

Η ανάλυση αυτή μπορεί να δείξει εάν υπάρχουν οι αναγκαίοι οικονομικοί πόροι για την ανάπτυξη μίας ιδέας σε νέο προϊόν. Μέσω της ανάλυσης δημιουργείται βασικά ένα επιχειρηματικό σχέδιο (Business Plan) το οποίο περιέχει τα παρακάτω.\

- Την έκθεση ενεργειών.
- Τον ορισμό της εργασίας.
- Το σχέδιο μάρκετινγκ.
- Το οργανωτικό σχέδιο.
- Το σχέδιο παραγωγής.
- Το οικονομικό σχέδιο.

Η ανάλυση αυτή ερευνά μετά από 4 χρόνια εφαρμογής του συστήματος διαχείρισης, τα οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν.

#### 9.4.2 Συγκριτική Αξιολόγηση (Benchmarking)<sup>44</sup>

Benchmarking είναι η συγκριτική αξιολόγηση των τεχνολογιών, των διαδικασιών παραγωγής, και των προϊόντων ενός οργανισμού σε σχέση με τους καλύτερους Ευρωπαϊκούς οργανισμούς στο αντίστοιχο πεδίο.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια επιλεγμένων δεικτών και αξιολογεί τις επιδόσεις στους τομείς:

- των χρηματο-οικονομικών
- της διοίκησης και διαχείρισης πόρων και προσωπικού
- της στρατηγικής
- της έρευνας και ανάπτυξης

<sup>43</sup> <http://innovation.duth.gr/duthvrc/elearn/docs/RRSec4.pdf>, Ερευνητική ομάδα Urenio Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2006 ‘Χώρος Διαχείρισης Καινοτομίας’, Σελίδες 20, Τελευταία Είσοδος 26 / 11 / 2010.

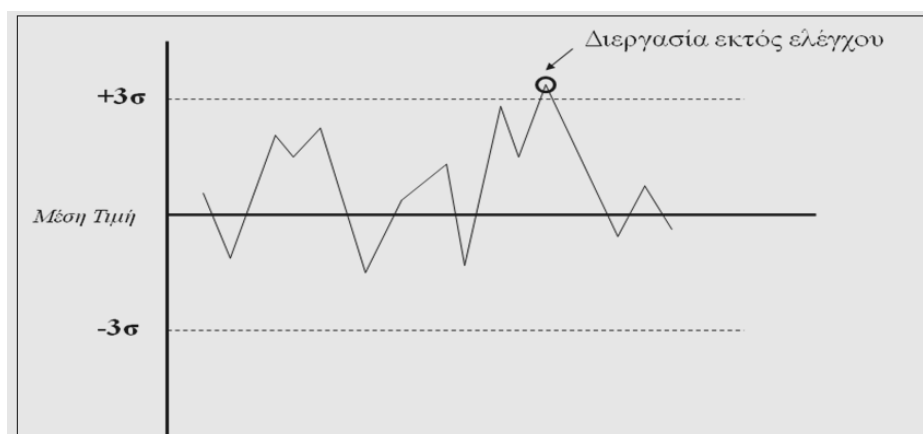
<sup>44</sup> <http://www.e-benchmarking.org/el/benchmarking.html> Ερευνητική ομάδα Urenio Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2006 ‘Χώρος Διαχείρισης Καινοτομίας’, Σελίδες 20, Τελευταία Είσοδος 26 / 11 / 2010.



- της τεχνολογίας παραγωγής
- των προϊόντων και του μάρκετινγκ
- της ποιότητας και ικανοποίησης των πελατών
- της αποθήκης
- της αλυσίδας των προμηθειών

### 9.4.3 Διαγράμματα Ελέγχου

Η φιλοσοφία αυτών των διαγραμμάτων βασίζεται στο γεγονός ότι, τα απολύτως τυχαία σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή και επομένως μπορούν να καθοριστούν οι τιμές του Ανώτερου και Κατώτερου ορίου ελέγχου. Το διάγραμμα ελέγχου παρουσιάζει τη μεταβολή του αριθμού των σφαλμάτων σε σχέση με τα δύο όρια και τη μέση τιμή της κανονικής μεταβολής.



Σχήμα 9.2 Διάγραμμα Ελέγχου [Δημητριάδης 2009]

## Άσκηση 9.1

Μια βιοτεχνία που παράγει πλαστικούς σωλήνες επιθυμεί να χρησιμοποιήσει διαγράμματα ελέγχου θέσης και διασποράς για τη διάμετρο ενός συγκεκριμένου τύπου σωλήνα. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μετρήσεις σε 20 διαδοχικά τυχαία δείγματα μεγέθους  $n = 5$ , τα οποία λαμβάνονται κάθε μια ώρα.

1. Να κατασκευάσετε το διάγραμμα ελέγχου εύρους δείγματος και να ελέγξετε αν η παραγωγική διαδικασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου χρησιμοποιώντας:

- Τα σημεία του διαγράμματος σε σχέση με τα όρια ελέγχου που υπολογίσατε.
- Τους κανόνες ερμηνείας των διαγραμμάτων ελέγχου.

**Πίνακας 9.3** Μετρήσεις 20 διαδοχικών δειγμάτων

Δείγμα	Τιμές δείγματος (mm)				
1	49,97	50,8	50,68	49,38	50,6
2	50,13	50,78	49,25	50,54	49,88
3	49,29	49,22	50,99	50,34	49,37
4	50,1	49,75	49,44	50,51	50,25
5	50,25	50,32	50,85	49,01	49,67
6	49,96	49,3	49,98	50,95	50,3
7	50,72	49	49,62	49,79	49,03
8	50,65	50,48	50,21	50,01	50,65
9	49,4	49,03	50,41	49,97	49,29
10	50,44	49,85	49,33	50,26	49,54
11	50,38	49,5	49,77	50,31	49,54
12	49,93	49,38	49,22	49,15	50,2
13	49,02	50	49,22	49,12	50,43
14	50,87	50,55	49,56	49,65	50,74
15	49,81	50,17	49,68	50,16	50,32
16	50,68	50,11	49,74	49,51	50,86
17	49,91	50,71	50,34	49,32	50,71
18	49,1	50,22	50,98	49,01	49,15
19	49,14	50,66	49,4	49,61	49,54
20	49,64	49,14	49,98	49,69	49,15

2. Να κατασκευάσετε το διάγραμμα ελέγχου μέσης τιμής και να ελέγξετε αν η παραγωγική διαδικασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου χρησιμοποιώντας:

- Τα σημεία του διαγράμματος σε σχέση με τα όρια ελέγχου που υπολογίσατε.
- Τους κανόνες ερμηνείας των διαγραμμάτων ελέγχου.

**Λύση:**

### **Υποερώτημα 1**

Για να δούμε αν η παραγωγική διαδικασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου, σχεδιάζουμε αρχικά το διάγραμμα εύρους και κατόπιν το διάγραμμα μέσης τιμής, όπως ζητούνται. Για την κατασκευή των 2 παραπάνω διαγραμμάτων, συμπληρώνεται ο παρακάτω πίνακας:



Πίνακας 9.4 Δεδομένα μετρήσεων στα δείγματα

Δείγμα	Τιμές δείγματος (mm)					Μέση Τιμή (mm)	Εύρος R (mm)
1	49,97	50,8	50,68	49,38	50,6	50,286	1,42
2	50,13	50,78	49,25	50,54	49,88	50,116	1,53
3	49,29	49,22	50,99	50,34	49,37	49,842	1,77
4	50,1	49,75	49,44	50,51	50,25	50,01	1,07
5	50,25	50,32	50,85	49,01	49,67	50,02	1,84
6	49,96	49,3	49,98	50,95	50,3	50,098	1,65
7	50,72	49	49,62	49,79	49,03	49,632	1,72
8	50,65	50,48	50,21	50,01	50,65	50,4	0,64
9	49,4	49,03	50,41	49,97	49,29	49,62	1,38
10	50,44	49,85	49,33	50,26	49,54	49,884	1,11
11	50,38	49,5	49,77	50,31	49,54	49,9	0,88
12	49,93	49,38	49,22	49,15	50,2	49,576	1,05
13	49,02	50	49,22	49,12	50,43	49,558	1,41
14	50,87	50,55	49,56	49,65	50,74	50,274	1,31
15	49,81	50,17	49,68	50,16	50,32	50,028	0,64
16	50,68	50,11	49,74	49,51	50,86	50,18	1,35
17	49,91	50,71	50,34	49,32	50,71	50,198	1,39
18	49,1	50,22	50,98	49,01	49,15	49,692	1,97
19	49,14	50,66	49,4	49,61	49,54	49,67	1,52
20	49,64	49,14	49,98	49,69	49,15	49,52	0,84

Από τα παραπάνω, έχουμε επίσης:

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 * \bar{R} \Rightarrow LCL_{\bar{X}} = 49,93 - 0,577 * 1,33 = 49,16_x = \mathbf{49,9252}$$

= **49,93**, (Κεντρική γραμμή διαγράμματος ελέγχου μέσης τιμής)

$$\bar{R} = 1,3245 = 1,33, \text{ (κεντρική γραμμή διαγράμματος ελέγχου εύρους)}$$

Για να φτιαχτεί το διάγραμμα εύρους, είναι απαραίτητος και ο προσδιορισμός του άνω και κάτω ορίου ελέγχου, σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$UCL_R = D_4 * \bar{R} \Rightarrow UCL_R = 2,114 * 1,33 = 2,81$$

$$LCL_R = D_3 * \bar{R} \Rightarrow LCL_R = 0 * 1,33 = 0$$

Οι σταθερές  $D_3$  και  $D_4$  βρίσκονται από πίνακα



Διάγραμμα 9.2 Διάγραμμα Εύρους Δείγματος

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα εύρους, η στατιστική διαδικασία φαίνεται να βρίσκεται υπο στατιστικό έλεγχο, γιατί:

- Σε κανένα δείγμα το εύρος R δεν βγαίνει εκτός των άνω και κάτω ορίων ελέγχου που έχουν υπολογιστεί για τη συγκεκριμένη διαδικασία και
- Το διάγραμμα δεν παρουσιάζει ενδείξεις για διερεύνηση (όπως διαδοχικά σημεία άνω ή κάτω της κεντρικής γραμμής, σημεία κοντά στα όρια ελέγχου ή ανοδική ή πτωτική τάση).

## Υποερώτημα 2

Στη συνέχεια θα εξεταστεί αν η παραγωγική διαδικασία βρίσκεται εντός στατιστικού ελέγχου, με τη βοήθεια του διαγράμματος ελέγχου μέσης τιμής. Για την κατασκευή του, χρειαζόμαστε επίσης τα άνω και κάτω όρια ελέγχου, τα οποία υπολογίζονται ως εξής:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 * \bar{R} \Rightarrow UCL_{\bar{X}} = 49,93 + 0,577 * 1,33 = 50,697 = 50,7$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 * \bar{R} \Rightarrow LCL_{\bar{X}} = 49,93 - 0,577 * 1,33 = 49,16$$

Η σταθερά  $A_2$  βρίσκεται από πίνακα.

Επομένως σύμφωνα με τα παραπάνω, κατασκευάζουμε το διάγραμμα ελέγχου μέσης τιμής:





**Διάγραμμα 9.3** Διάγραμμα Ελέγχου Μέσης Τιμής

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα μέσης τιμής, μπορούμε άλλη μια φορά να δούμε ότι η στατιστική διαδικασία βρίσκεται υπό στατιστικό έλεγχο, επειδή:

- Σε κανένα δείγμα η μέση τιμή δεν βγαίνει εκτός των άνω και κάτω ορίων ελέγχου που έχουν υπολογιστεί για τη συγκεκριμένη διαδικασία και
- Το διάγραμμα δεν παρουσιάζει σημαντικές ενδείξεις για διερεύνηση. Βέβαια υπάρχουν 5 διαδοχικά σημεία κάτω της κεντρικής γραμμής (9 – 13), αλλά δεν παρουσιάζουν πτωτική τάση, παρά μόνο αυξομειώσεις. Το μόνο που θα μπορούσε να φανερώσει πρόβλημα είναι τα τρία τελευταία δείγματα, τα οποία παρουσιάζουν μια πτωτική τάση, όμως δεν μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα από τρία μόνο δείγματα. Θα πρέπει παρόλα αυτά να προσεχθούν τα δύο επόμενα δείγματα, ώστε αν παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερη πτώση να διερευνηθούν.

#### 9.4.4 Επιθεώρηση (Inspection)<sup>45</sup>

<sup>45</sup> <http://www.gefyra.gr>, ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε, Διαχείριση Επιθεωρήσεων και Συντήρησης, Κοινοποιημένο 26 / 10 / 2010 Ημερομηνία Εισόδου 1 / 12 / 2010.

Πρόκειται για μια συστηματική ενέργεια, κατά την οποία κάποια διεργασία μπαίνει στο μικροσκόπιο, δηλαδή εξετάζεται αναλυτικά, κάνοντας μετρήσεις, συλλέγοντας αποτελέσματα, παρατηρώντας άμεσα τις ενέργειες αυτών, που συμμετέχουν, συλλέγοντας γνώμες, απόψεις κτλ..

Για παράδειγμα, κατά την κατασκευή της γέφυρας Ρίου – Αντίρριου το έργο χαρακτηρίζονταν από διαρκή ελέγχους και επιθεωρήσεις.

Σύμφωνα με την εταιρία **ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε.**:

Το πρόγραμμα των οπτικών επιθεωρήσεων, όπως ορίζεται στο Εγχειρίδιο Επιθεώρησης και Συντήρησης της Γέφυρας, γίνεται με τον πιο προηγμένο τρόπο, με χρήση των τελευταίων τεχνολογικών καινοτομιών. Οι δομικοί επιθεωρητές του τμήματος δομικής συντήρησης της Γέφυρα Α.Ε. χρησιμοποιούν φορητούς υπολογιστές τύπου tablet για κάθε δομική επιθεώρηση. Το ειδικό λογισμικό έχει προσαρμοστεί καταλλήλως στις προδιαγραφές του έργου όπως ορίζονται στο σχετικό Εγχειρίδιο Επιθεώρησης και Συντήρησης.

Κατά την επιθεώρηση, ο επιθεωρητής συμπληρώνει έναν κατάλογο ελέγχου (check list) για κάθε δομικό στοιχείο.

#### 9.4.5 Πίνακες Δεδομένων (Data Tables)<sup>46</sup>

Αποτελούν εργαλεία συλλογής και παρουσίασης των αποτελεσμάτων ελέγχου (μετρητές μηχανών, μετρητές διεργασιών λογισμικού κτλ..)

Τέτοιοι πίνακες δεδομένων, με την βοήθεια αισθητήρων, χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή και συντήρηση της γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου. Οι πυλώνες, το κατάστρωμα, τα καλώδια ανάρτησης και οι αρμοί διαστολής είναι εξοπλισμένοι με περισσότερους από 100 αισθητήρες/300 κανάλια οι οποίοι συμπληρώνουν πίνακες δεδομένων.

Επίσης πίνακες δεδομένων συμπληρώνονται κατόπιν επιθεώρησης τεχνικών ελέγχου. Σε περίπτωση που εντοπιστεί κάποια ατέλεια, το είδος της επιλέγεται από έναν εκτενή κατάλογο και η θέση της ατέλειας σημειώνεται στο ηλεκτρονικό σχέδιο (e-drawing) που έχει ενσωματωθεί στο λογισμικό επιθεώρησης. Τέλος, μια φωτογραφία ή βίντεο μπορεί να συνδυαστεί με την αντίστοιχη ατέλεια. Μπορούν να δημιουργηθούν αυτομάτως εκθέσεις αποτελεσμάτων σε επεξεργάσιμη μορφή (π.χ.

<sup>46</sup> <http://www.gefyra.gr>, ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε, Διαχείριση Επιθεωρήσεων και Συντήρησης, Κοινοποιημένο 26 / 10 / 2010 Ημερομηνία Εισόδου 1 / 12 / 2010.



αρχεία word). Τα δεδομένα από τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων αρχειοθετούνται σε μια ειδική βάση δεδομένων και ακολουθούν το έργο σε όλη τη διάρκεια ζωής του. Πρόκειται για πολύτιμο υλικό για την κατάσταση και την εξέλιξη του κάθε έργου.

#### 9.4.6 Ανάλυση του Pareto (Pareto Analysis)

Πρόκειται για τεχνική, που επιτρέπει την ανάλυση δεδομένων, που προέρχονται από τον ποιοτικό έλεγχο, με στόχο να εντοπιστούν οι παράγοντες και η ένταση με την οποία συνεισφέρουν στην παραγωγή αυτών των σφαλμάτων. (Χρήση Ιστογραμμάτων)

Σύμφωνα με τον Ιταλό οικονομολόγο **Αλφρέντο Παρέτο**, το 1906, η μεγάλη πλειοψηφία των προβλημάτων (80%), παράγονται από ορισμένα βασικά αίτια που αγγίζουν μόλις το 20%.

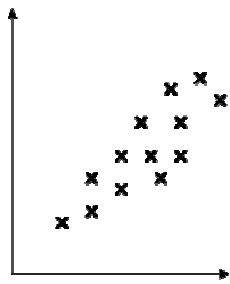
Ο κανόνας 80/20 μπορεί να εφαρμοστεί σχεδόν σε όλους τους τομείς:

- 80% των παραπόνων των πελατών προκύπτουν από το 20% των προϊόντων ή των υπηρεσιών σας.
- 20% των προϊόντων σας ή των υπηρεσιών αντιπροσωπεύουν το 80% των κερδών σας.
- 20% των πωλήσεων σας παράγει 80% των εσόδων της εταιρείας σας.
- 20% των ελαττωμάτων των συστημάτων προκαλούν το 80% των προβλημάτων της.

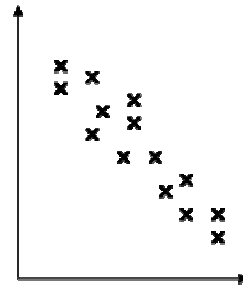
#### 9.4.7 Διαγράμματα Διασποράς (Scatter Diagrams)<sup>47</sup>

Πρόκειται για μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό ύπαρξης ή μη συσχετισμού ανάμεσα σε δύο παραμέτρους και συχνά, έχοντας εντοπίσει κάποιο συσχετισμό, η λύση του προβλήματος μπορεί ευκολότερα να προσδιοριστεί.

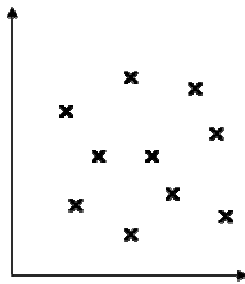
<sup>47</sup> <http://www.brighthub.com/office/project-management/articles/73731.aspx>, Rupen Sharma 7 / 2010, 'Interpreting Scatter Plots or Scatter Charts in Project Quality Management', Τελευταία είσοδος 1 / 12 / 2010.



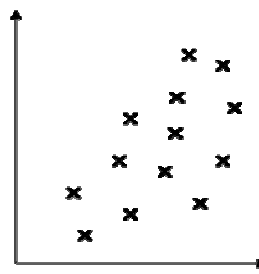
**Θετικός Συσχετισμός**



**Αρνητικός Συσχετισμός**



**Κανένας Συσχετισμός**



**Ανίσχυρος Συσχετισμός**

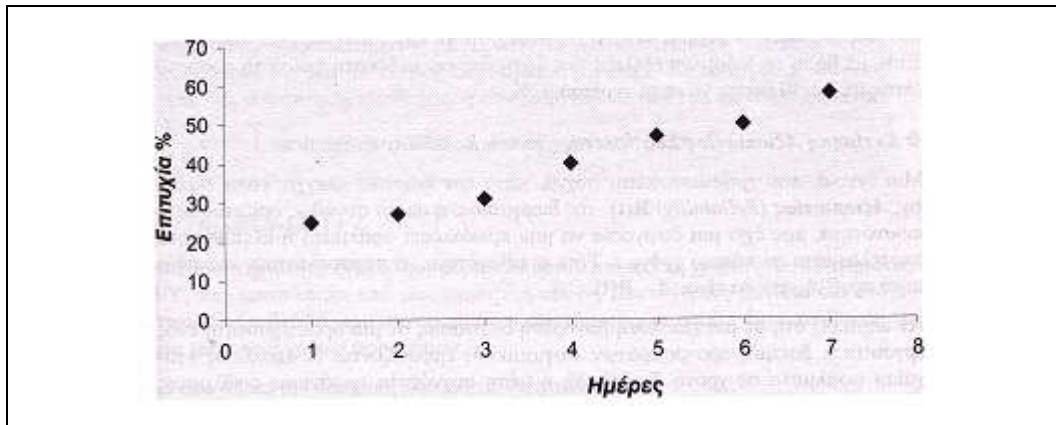
Για παράδειγμα, ας υποτεθεί ότι, για επτά μέρες γίνονται δοκιμές μιας μηχανής και μετά από κάθε δοκιμή ακολουθεί η ρύθμισή της. Ο Πίνακας 9.3 παρουσιάζει το ποσοστό επιτυχίας, που είχε κάθε δοκιμή.

<b>Ημέρα</b>	<b>Ποσοστό επιτυχίας %</b>
1η	25
2η	27
3η	31
4η	40
5η	47
6η	50
7η	58

**Πίνακας 9.3** Ποσοστά Επιτυχίας Δοκιμών



Το αντίστοιχο διάγραμμα διασποράς παρουσιάζεται στο **Σχήμα 9.4**



Σχήμα 9.2 Διάγραμμα Διασποράς

#### 9.4.8 Εκτίμηση Αξιοπιστίας Συστήματος (Systems Reliability Estimation)<sup>48</sup>

Μια έννοια, που χρησιμοποιείται συχνά, κατά τον ποιοτικό έλεγχο, είναι εκείνη της **Αξιοπιστίας (Reliability)  $R(t)$**  της διεργασίας, η οποία συνήθως ορίζεται ως η πιθανότητα, που έχει μια διεργασία να μην προκαλέσει σφάλματα ή ανεπιθύμητα αποτελέσματα σε χρόνο  $t$ . Τότε η πιθανότητα να παρουσιάσουν ανεπιθύμητα προβλήματα θα είναι:  $1 - R(t)$ .

Αν υποθεθεί ότι, σε μια επαναλαμβανόμενη διεργασία, σε μια δραστηριότητα ενός έργου (π.χ. δοκιμές προγραμμάτων λογισμικού) εμφανίζονται  $N$  απολύτως τυχαία σφάλματα σε χρόνο  $T$ , δηλαδή η μέση συχνότητα εμφάνισης σφάλματος είναι

$\lambda = \frac{N}{T}$ . Τότε αυτή η πιθανότητα, που ορίζει και την αξιοπιστία της διεργασίας

$R(t)$  δίνεται τη χρονική στιγμή  $t$  από τον τύπο  $R(t) = e^{-\lambda t}$

Όμως κάθε σύστημα δεν αποτελεί μια αδιαίρετη ενότητα, αλλά αποτελείται από επιμέρους μονάδες, που επιτελούν τις επιμέρους διεργασίες, που συνδέονται μεταξύ τους. Έτσι, η αξιοπιστία του συστήματος συνδέεται άμεσα με την αξιοπιστία των μονάδων του και των διεργασιών του και υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

Αν  $R_1, R_2, \dots, R_v$  είναι η αξιοπιστία κάθε μονάδας, ή διεργασίας του συστήματος, τότε η αξιοπιστία του συστήματος παρέχεται από τους τύπους:

$$R_{\Sigma}(t) = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_v$$

<sup>48</sup> Δημητριάδης Α. 2009 'Διοίκηση - Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση <sup>41</sup>

Εφόσον οι μονάδες ή οι διεργασίες συνδέονται σειριακά μεταξύ τους (π.χ. τερματική οθόνη – κεντρική μονάδα – εκτυπωτής ή προγράμματα, τα οποία εκτελούνται το ένα μετά το άλλο), και

$$R_{\Pi}(t) = 1 - (1 - R_1) \times (1 - R_2) \times \dots \times (1 - R_n)$$

Εφόσον οι μονάδες ή οι διεργασίες συνδέονται παράλληλα (πχ οι τερματικές οθόνες μεταξύ τους).

Στην περίπτωση μεικτής σύνδεσης (άλλες μονάδες συνδέονται σειριακά και άλλες παράλληλα), η αξιοπιστία του συστήματος υπολογίζεται από το γινόμενο της αξιοπιστίας των μονάδων με σειριακή σύνδεση επί την αξιοπιστία των μονάδων με παράλληλη σύνδεση:  $R(t) = R_{\Pi}(t) \times R_{\Sigma}(t)$

## Άσκηση 9.2

Μια δραστηριότητα ενός πληροφοριακού έργου απαιτεί τη χρήση ενός συστήματος H/Y, που αποτελείται από μια τερματική οθόνη, μια κεντρική μονάδα και έναν εκτυπωτή. Οι βλάβες του συγκεκριμένου συστήματος, οι οποίες διαπιστώθηκαν τα τελευταία 3 χρόνια αφορούσαν:

- 3 από αυτές την κεντρική μονάδα επεξεργασίας.
- 5 από αυτές τον εκτυπωτή.

Ποια είναι η προβλεπόμενη αξιοπιστία του συστήματος κατά τον επόμενο χρόνο;

### 1. Υπολογισμός αξιοπιστίας επι μέρους μονάδων

- i. Για την τερματική οθόνη, επειδή δεν έχουν διαπιστωθεί μέχρι σήμερα βλάβες:  $R = 1$ . Η πιθανότητα να παρουσιαστεί τουλάχιστον μια βλάβη στην τερματική οθόνη κατά τον επόμενο χρόνο είναι  $1 - R_1 = 0$
- ii. Για την κεντρική μονάδα:  $\lambda = 1$  και  $R_2 = e^{-\lambda t} = 0.367$ . Η πιθανότητα να παρουσιαστεί τουλάχιστον μια βλάβη στην κεντρική μονάδα, κατά τον επόμενο χρόνο είναι:  $1 - R_2 = 0.633$ .



- iii. Για τον εκτυπωτή:  $\lambda = 5/3$  και  $R_3 = e^{-1 \times 5/3} = 0.189$ . Η πιθανότητα να παρουσιαστεί τουλάχιστον μια βλάβη στον εκτυπωτή κατά τον επόμενο χρόνο είναι:  $1 - R_3 = 0.811$ .

## 2. Υπολογισμός της αξιοπιστίας του συστήματος.

Επειδή τερματική οθόνη και κεντρική μονάδα και εκτυπωτής είναι συνδεδεμένα σειριακά, η προβλεπόμενη αξιοπιστία του συστήματος, για τον επόμενο χρόνο θα είναι:

$$R = R_1 \times R_2 \times R_3, \quad R = 1 \times 0.367 \times 0.189 = 0.069.$$

Η πιθανότητα να παρουσιαστεί τουλάχιστον μια βλάβη στο σύστημα κατά τον επόμενο χρόνο είναι:  $1 - R = 0.931$ .

Εφόσον μια διεργασία είναι επαναλαμβανόμενη, τότε η αξιοπιστία της δίνεται από τον τύπο:

$$R = \frac{n}{N}$$

Όπου  $N$  ο αριθμός των επαναλήψεων της διεργασίας και  $n$  ο αριθμός των διεργασιών, που έδωσαν ανεπιθύμητο αποτέλεσμα.

Έτσι, για παράδειγμα αν ένα πρόγραμμα λογισμικού δοκιμάζεται **10** φορές και οι **8** φορές είναι πετυχημένες, η αξιοπιστία του προγράμματος είναι  $R = 8/10 = 0.8$ . Η πιθανότητα το πρόγραμμα να παρουσιάζει ανεπιθύμητο αποτέλεσμα σε μια δοκιμή είναι:  $P = 1 - R = 1 - 0.8 = 0.2$  (20%)

### 9.4.9 Χρήση Θεωρίας Πιθανοτήτων και Στατιστικής

Όπως προαναφέρθηκε, η χρησιμότητα της Στατιστικής και της θεωρίας των Πιθανοτήτων στη Διαχείριση Ποιότητας είναι μεγάλης σημασίας. Σε γενικές γραμμές αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται για:

- Την επιλογή μεθόδου **Στατιστικής Δειγματοληψίας**, κατά τον ποιοτικό έλεγχο. Σε πολλές περιπτώσεις βιομηχανικών έργων, η ποιότητα των παραγόμενων

προϊόντων εξετάζεται δειγματοληπτικά και επομένως η επιλογή των δειγμάτων παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξαγωγή συμπερασμάτων

- Τη στατιστική επεξεργασία των λαμβανόμενων δειγμάτων.
- Την εκτίμηση περιθωρίων ανοχής σφάλματος.
- Την δημιουργία **Διαγραμμάτων Ελέγχου**.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παρακάτω άσκηση:

## Άσκηση 9.2

Ένα έργο παραγωγής λογισμικού στοχεύει στον αυτοματισμό της παραγωγής αρτοσκευασμάτων μιας μεγάλης βιομηχανίας Αρτοποιίας. Κατά τις δοκιμές του παραγόμενου λογισμικού και παρά τις προσπάθειες διόρθωσής του, παρατηρήθηκε ότι, η παραγωγή μπισκότων παρουσιάζει ανωμαλίες. Κανονικά θα έπρεπε να παράγονται πακέτα μπισκότων σταθερού βάρους **500gr** το καθένα. Εφόσον ένα πακέτο είναι μικρότερου βάρους αποσύρεται και ανακυκλώνεται με κόστος **€0.40** (κόστος εσωτερικής αποτυχίας). Η ανωμαλία του λογισμικού προκαλεί αστάθεια στο βάρος κατά την παραγωγή κάθε μπισκότου, με αποτέλεσμα το μέσο βάρος ( $\mu$ ) να είναι **40gr** με τυπική απόκλιση  $\sigma = 6gr$ , ενώ σε κάθε πακέτο περιέχονται 13 μπισκότα. Παράγονται **500.000** πακέτα μπισκότων εβδομαδιαία και το κόστος κάθε πακέτου (σε €) δίνεται από τον τύπο  $0.20 + 0.04n$  όπου  $n$  ο αριθμός των μπισκότων ανά πακέτο.

Εξ' αιτίας αυτού του προβλήματος λογισμικού, του οποίου η επίλυση είναι αβέβαιη και χρονοβόρα, η διεύθυνση του οργανισμού προβληματίζεται μήπως είναι καλύτερο να μεταβάλει τη συσκευασία των μπισκότων, έτσι ώστε να μειωθεί το εβδομαδιαίο κόστος παραγωγής στο ελάχιστο. Έτσι μελετά τις εναλλακτικές περιπτώσεις για συσκευασίες των **14** και **15** αντίστοιχα, μπισκότων ανά πακέτο.

Αν  $x_i$  είναι το βάρος κάθε μπισκότου, τότε το βάρος του πακέτου θα είναι  $B = \sum x_i$

- **Για πακέτο 13 μπισκότων:**





Ο αριθμητικός μέσος του **B** είναι:  $n\mu = 13 \times 40 = 520\text{gr}$  και η τυπική απόκλιση του

$$\mathbf{B} \text{ είναι : } \sigma\sqrt{n} = 6\sqrt{13} = 21.6\text{gr}$$

Θεωρώντας ότι, το βάρος κάθε μπισκότου ακολουθεί την κανονική κατανομή υποτίθεται ότι, το ίδιο συμβαίνει και με το **B**. Κατά συνέπεια η πιθανότητα να είναι ένα πακέτο μικρότερου βάρους από το κανονικό είναι:

$$P(\mathbf{B} < 500) = P[z < (500 - 520)/21.6] = P(z < -0.92) = \mathbf{0.179}$$

(excel, `=NORMDIST(-0,92;0;1;TRUE)`), το οποίο σημαίνει ότι το **17,9%** των πακέτων προβλέπεται να είναι μικρότερου βάρους από το κανονικό.

Το εβδομαδιαίο κόστος παραγωγής είναι:

$$\mathbf{K}_1 = 500.000 \times (0.20 + 0.04 \times 13) = \mathbf{€360.000}$$

Το εβδομαδιαίο κόστος εσωτερικής αποτυχίας είναι:

$$\mathbf{K}_2 = 500.000 \times 0.179 \times 0.40 = \mathbf{€35.800}$$

Το συνολικό εβδομαδιαίο κόστος είναι  $\mathbf{K} = \mathbf{K}_1 + \mathbf{K}_2 = \mathbf{€395.800}$

- **Για πακέτο 14 μπισκότων:**

Ο αριθμητικός μέσος του **B** είναι:  $n\mu = 14 \times 40 = 560\text{gr}$  και η τυπική απόκλιση του **B**

$$\text{είναι : } \sigma\sqrt{n} = 6\sqrt{14} = 22.4\text{gr}$$

Άρα η πιθανότητα να είναι το πακέτο μικρότερου βάρους από το κανονικό είναι:

$$P(\mathbf{B} < 500) = P[z < (500 - 560)/22.4] = P(z < -2.67) = \mathbf{0.0038}$$

(excel, `=NORMDIST(-2,67;0;1;TRUE)`).

Το εβδομαδιαίο κόστος παραγωγής είναι:

$$\mathbf{K}_1 = 500.000 \times (0.20 + 0.04 \times 14) = \mathbf{€380.000}$$

Το εβδομαδιαίο κόστος εσωτερικής αποτυχίας είναι:

$$\mathbf{K}_2 = 500.000 \times 0.004 \times 0.40 = \mathbf{€800}$$

Το συνολικό εβδομαδιαίο κόστος είναι  $\mathbf{K} = \mathbf{K}_1 + \mathbf{K}_2 = \mathbf{€380.800}$

- **Για πακέτο 15 μπισκότων:**

Ο αριθμητικός μέσος του **B** είναι:  $n\mu = 15 \times 40 = 600\text{gr}$  και η τυπική απόκλιση του **B**

$$\text{είναι : } \sigma\sqrt{n} = 6\sqrt{15} = 23.2\text{gr}$$

Άρα η πιθανότητα να είναι το πακέτο μικρότερου βάρους από το κανονικό είναι:

$$P(\mathbf{B} < 500) = P[z < (500 - 600)/23.2] = P(z < -4.31) = \mathbf{0}$$

(excel, =NORMDIST(-4,31;0;1;TRUE)).

- ✓ Το εβδομαδιαίο κόστος παραγωγής είναι:  $K_1 = 500.000 \times (0.20 + 4 \times 15) = \mathbf{€400.000}$
- ✓ Το εβδομαδιαίο κόστος εσωτερικής αποτυχίας είναι:  $K_2 = \mathbf{€ 0}$
- ✓ Το συνολικό εβδομαδιαίο κόστος είναι  $K = K_1 + K_2 = \mathbf{€400.000}$

Έτσι η μεταβολή της παραγωγικής διαδικασίας περιορίζει την επίδραση του σφάλματος που προκαλεί η ανεπάρκεια του λογισμικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Διαχείριση Κινδύνων<sup>49</sup>

Η διαχείριση κινδύνων περιλαμβάνει τις διαδικασίες εντοπισμού, ανάλυσης και αντιμετώπισης των κινδύνων σε ένα έργο. Στόχος είναι να προβλεφθούν και να αποφευχθούν οι κίνδυνοι και οι κρίσεις εξαιτίας αυτών που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου. Παραδοτέα των διαδικασιών αυτών είναι οι πιθανές αιτίες κινδύνου και κρίσεων, τα συμπτώματα των προβλημάτων, οι μέθοδοι ποσοτικοποίησης, αξιολόγησης των δικτύων, τα σχέδια αντιμετώπισης κρίσεων, οι εφεδρείες, οι νομικές καλύψεις, οι διορθωτικές ενέργειες.

### 10.1 Αναγνώριση Κινδύνων

Πρόκειται για την διεργασία, με την οποία καθορίζονται ποιοι κίνδυνοι απειλούν το συγκεκριμένο έργο και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους. Αρκετοί από τους κινδύνους, που αφορούν ένα έργο έχουν ήδη εκδηλωθεί με την ίδια ή διαφορετική ένταση και κατά το παρελθόν σε πανομοιότυπα έργα. Αυτή η ιστορική πείρα είναι

- 
- <sup>49</sup> Δημητριάδης Α. 'Διοίκηση – Διαχείριση Έργου', Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Έκδοση 4<sup>η</sup> 2009.
  - Δημήτρης Μ, Εμίρης 'Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων' A Guide to the Project Management Body of Knowledge [PMBOK] Εκδόσεις Παπασωτηρίου PMI 2004



ιδιαίτερα πολύτιμη, διότι και ο κίνδυνος αναγνωρίστηκε, αλλά και τα συστήματα ελέγχου δοκιμάστηκαν και οι απώλειες εκτιμήθηκαν.

## 10.2 Συμπτώματα κινδύνων

Τα συμπτώματα κινδύνων αποτελούν εκείνα τα γεγονότα, που προειδοποιούν ότι, κάποια απειλή πρόκειται να εμφανιστεί. Αποτελούν τα ‘καμπανάκια του κινδύνου’. Για παράδειγμα, ο μεγάλος αριθμός σφαλμάτων κατά τη δοκιμή του εξοπλισμού προειδοποιεί για την πιθανή ανεπάρκεια του συγκεκριμένου εξοπλισμού ή και των χειριστών του. Η αδιάφορη στάση των εργαζομένων σε σημαντικές αποφάσεις αποτελεί προειδοποίηση για πτώση της υπευθυνότητας, αλλά και της προσωπικής και συλλογικής αντίδρασης σε ‘δύσκολες ώρες’.

## 10.3 Βασικές Κατηγορίες Κινδύνων

Σύμφωνα με το **Project Management Institute** οι κίνδυνοι χωρίζονται σε κατηγορίες, όπως:

**Εξωτερικοί - μη Προβλεπόμενοι (External – Unpredictable)**, όπου είναι κίνδυνοι οι οποίοι προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του έργου και δεν είναι προβλέψιμοι. Σ’ αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνονται κίνδυνοι, που αφορούν:

- Κυβερνητικές αποφάσεις.
- Αλλαγές νομοθεσίας.
- Κοινωνικά φαινόμενα (απεργίες, αναστατώσεις κτλ).
- Φυσικά τυχαία γεγονότα (σεισμοί, πλημμύρες κτλ).

**Εξωτερικοί – Προβλεπόμενοι (External – Predictable)**, οι οποίοι προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του έργου και είναι προβλέψιμοι. Σ’ αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνονται κίνδυνοι, που αφορούν:

- Κόστος του χρήματος
- Επιτόκια δανεισμού
- Διαθεσιμότητα πρώτων υλών και ανθρώπινων πόρων

- Συνεργασίες με τρίτους.

**Τεχνικοί (Technical)**, οι οποίοι προέρχονται από τη χρήση τεχνολογίας και μπορεί να είναι εξωτερικοί ή (και) εσωτερικοί. Σ' αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνονται κίνδυνοι, που αφορούν:

- Αλλαγές στην τεχνολογία
- Αποτελέσματα από το σχεδιασμό
- Αποτελέσματα από τη λειτουργία ή (και) τη συντήρηση του εξοπλισμού.

**Νομικοί (Legal)**, οι οποίοι προέρχονται από τη χρήση της κείμενης νομοθεσίας και μπορεί να είναι εξωτερικοί ή (και) εσωτερικοί. Σ' αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνονται κίνδυνοι, που αφορούν:

- Άδειες
- Πνευματικά δικαιώματα και πατέντες
- Αγωγές και δίκες.
- Διακοπές συμβάσεων
- Επίδοση εργολάβου.

#### **10.4 Ποσοτική Αποτίμηση Κινδύνων**

Η ποσοτική αποτίμηση των κινδύνων απαιτεί:

- Τον προσδιορισμό της πιθανότητας να εμφανιστεί κίνδυνος.
- Τον προσδιορισμό του μεγέθους των επιπτώσεων από την εμφάνισή του.

Εφόσον οι αναγνωρισμένοι κίνδυνοι έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν, τότε υπάρχουν οι συχνότητες εμφάνισής τους στο μέλλον, όπως και η καταγραφή των επιπτώσεων από την εμφάνισή τους, κάτι, που αποτελεί βάση για πρόβλεψη μελλοντικών απωλειών. Επομένως, έχει μεγάλη σημασία η διατήρηση λεπτομερών ιστορικών αρχείων των εκτελεσμένων έργων, τα οποία αποτελούν βάση για τη καλύτερη πρόβλεψη των μελλοντικών έργων.

##### **10.4.1 Πιθανότητα εμφάνισης απειλής**



Ως αξιοπιστία μιας διεργασίας έχει οριστεί πιθανότητα να μην παράγει ανεπιθύμητα αποτελέσματα κατά τον χρόνο (**t**), ως:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Όπου  $\lambda$  η συχνότητα παραγωγής ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων κατά το παρελθόν (με  $\lambda = \frac{n}{t}$ , όπου:  $n$  ο αριθμός εμφανίσεων ανεπιθύμητου αποτελέσματος στη χρονική διάρκεια  $t$ ).

Αυτό σημαίνει ότι, η πιθανότητα για την παραγωγή ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων είναι:

$$P = 1 - R(t)$$

Αυτό το μοντέλο βασίζεται στην προϋπόθεση ότι, τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα παράγονται εντελώς τυχαία.

Δεδομένου ότι μια απειλή εμφανίζεται τυχαία, αυτό το μοντέλο μπορεί να προσεγγίσει αρκετά ικανοποιητικά την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κινδύνου βάση της συμπεριφοράς του κατά το παρελθόν.

Ακόμη για επαναλαμβανόμενη διεργασία η αξιοπιστία της δίνεται από τον τύπο:

$$R = \frac{n}{N}$$

Όπου  $N$  ο αριθμός των επαναλήψεων της διεργασίας, και  $n$  ο αριθμός των διεργασιών, που έδωσαν ανεπιθύμητο αποτέλεσμα.

### 10.5 Ευπάθεια Μέσου Προστασίας

Το τι θα συμβεί στην περίπτωση εμφάνισης μιας απειλής σχετίζεται άμεσα με την ευπάθεια του συστήματος προστασίας του έργου.

Ας υποθεθεί ότι, για την αντιμετώπιση της απειλής υφίσταται ένα μέσο προστασίας, το οποίο κατά το ίδιο χρονικό διάστημα στο παρελθόν παρουσίασε:

10 Αξιοπιστία  $R_1$  στον εντοπισμό απειλής.

11 Αξιοπιστία  $R_2$  στον εντοπισμό και την ανατροπή της απειλής.

Τότε η αξιοπιστία  $R_\Sigma$  του μέσου προστασίας δίνεται από το **Μοντέλο του Cushing**:

$$P - (1 - R_\Sigma) = R_\Sigma - P - 1$$

Όπου  $P$  είναι η πιθανότητα να παρουσιαστεί απειλή.

Αυτό σημαίνει ότι, αν η πιθανότητα εμφάνισης της απειλής είναι  $P$ , τότε η πιθανότητα να πλήξει το έργο παρά την ύπαρξη του μέσου προστασίας είναι  $1 - R_{\Sigma}$ . Συνεπώς η ύπαρξη του μέσου προστασίας περιορίζει την πιθανότητα προσβολής του συστήματος κατά:

$$P - (1 - R_{\Sigma}) = R_{\Sigma} - P - 1$$

## Άσκηση Πιθανοτήτων 10.1

Η ηλεκτρική τάση μιας βιομηχανίας ελέγχεται από σύστημα ελέγχου, το οποίο παρακολουθεί τη διακύμανση της μέσα σε κάποια προκαθορισμένα όρια. Σε περίπτωση εξόδου της τάσης από αυτά τα όρια (απειλή), ακούγεται ένα ηχητικό σήμα (εντοπισμός απειλής) και τίθεται σε λειτουργία ένα βοηθητικό σταθεροποιητικό σύστημα για την αντιμετώπιση του προβλήματος (αντίμετρο). Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων τελευταίων ετών:

- Η τάση εξήλθε από τα επιτρεπτά όρια 8 φορές.
- Η έξοδος της τάσης από τα όριά της εντοπίστηκε από το σύστημα 7 φορές.

Από τις 7 φορές μόνο στις 6 το αυτόματο σύστημα αντέδρασε έγκαιρα θέτοντας σε λειτουργία το σύστημα αποκατάστασής της.

### Ζητούνται:

- i. Ποια είναι η αξιοπιστία του συστήματος ελέγχου σε σχέση με την απειλή καταστροφής εξαιτίας της απρογραμμάτιστης μεταβολής της ηλεκτρικής τάσης του χώρου, για τον επόμενο χρόνο;
- ii. Ποιος ο κίνδυνος πρόκλησης ζημιάς, παρά την ύπαρξη του συστήματος ελέγχου, για τον επόμενο χρόνο;
- iii. Κατά πόσο περιορίζεται η πιθανότητα να προκληθεί ζημιά λόγω του υπάρχοντος συστήματος ελέγχου, για τον επόμενο χρόνο;

Ως απειλή ορίζεται η έξοδος της τάσης από τα επιτρεπτά όρια και ως ζημιά η μη έγκαιρη αντιμετώπισή της από το σύστημα ελέγχου. Άρα προκύπτει:



$$\lambda = \frac{8}{4} = 2$$

$$R(t = 1) = e^{-2} = 0.135 = 1 - P \quad - \quad P = 0.865$$

Η πιθανότητα να εμφανιστεί η απειλή και να εντοπιστεί από το βοηθητικό σύστημα είναι με βάση τον τύπο:

$$R_2 = \frac{7}{8} = 0.875$$

Η πιθανότητα να εμφανιστεί η απειλή, να εντοπιστεί και να αντιμετωπιστεί εγκαίρως από το σύστημα προστασίας είναι:

$$R_1 = \frac{6}{8} = 0.75$$

i. Η αξιοπιστία του συστήματος προστασίας είναι:

$$R_{\Sigma} = 1 - P + P \times R_1 \times R_2 = 0.135 + 0.865 \times 0.875 \times 0.75 = 0.703$$

Η πιθανότητα να εξέλθει η ηλεκτρική τάση από τα επιτρεπτά της όρια παρά την ύπαρξη του συστήματος προστασίας και να προκαλέσει ζημιά είναι:  $1 - R_{\Sigma} = 1 - 0.703 = 0.297$  (29,7%)

ii. Αν δεν υπήρχε το σύστημα ελέγχου, η πιθανότητα πρόκλησης βλάβης θα ήταν:

$$1 - R = 1 - 0.135 = 0.865 \text{ (86,5\%)}$$

Επομένως η ύπαρξη του συστήματος ελέγχου περιορίζει την πιθανότητα πρόκλησης ζημιάς από 0.865 σε 0.297 και ορίζει κατ' αυτόν τον τρόπο την ευπάθεια του συστήματος ( $0.865 - 0.297 = 0.568$ )

## 10.6 Στατιστικά Σύνολα (Statistical Sums)

Τα στατιστικά σύνολα αποτελούν μια τεχνική, που στηρίζεται σε υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία του παρελθόντος και, που με τη χρήση στατιστικών εργαλείων επιτρέπουν εκτιμήσεις για το μέλλον.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μέθοδος **PERT**, με τη βοήθεια της οποίας και τη χρήση της κανονικής κατανομής και κατανομής  $\beta$  εκτιμώνται μελλοντικές συμπεριφορές αβέβαιων παραγόντων.

## 10.7 Κόστος και Ωφέλεια Μέσων Προστασίας

Τα μέσα προστασίας από τις απειλές έχουν κόστος. Το πρόβλημα το οποίο τίθεται είναι πότε και γιατί θα πρέπει να δαπανηθούν αυτά τα χρήματα.

Το κόστος ενός μέσου προστασίας αναλύεται σε εξής επί μέρους κόστη:

- i. Κόστος σχεδιασμού εγκατάστασης
- ii. Λειτουργικό κόστος
- iii. Κόστος άσκησης ελέγχου, εντοπισμού και καταστολής της απειλής
- iv. Κόστος από απώλειες, οι οποίες σημειώνονται όταν η απειλή δεν εντοπίζεται και καταστέλλεται από το σύστημα ελέγχου.

Όμως, η ύπαρξη αυτών των μέσων περιορίζει, είτε την πιθανότητα εμφάνισης απειλής είτε τις απώλειες από την εκδήλωσή της. Συνεπώς η χρησιμότητα ύπαρξης ενός συστήματος προστασίας εξαρτάται από τη σχέση κόστος – ωφέλεια αυτού του συστήματος. Η παρουσία ενός τέτοιου συστήματος κρίνεται θετική εάν:

**Ωφέλεια > Κόστος ή Κόστος < Πιθανές Απώλειες**

### 10.7.1 Κόστος και Ωφέλεια Αυτόματου Συστήματος Προστασίας

Ας θεωρηθεί ότι, ένα αυτόματο σύστημα προστασίας αντιμετωπίζει μια μόνο απειλή και ότι:

$K_s$ , το συνολικό κόστος του συστήματος προστασίας, για χρονική περίοδο  $t$ .

$K_e$ , το κόστος άσκησης ελέγχου.

$K_a$ , το μέσο κόστος των προβλεπόμενων απωλειών, σε περίπτωση, κατά την οποία θα εκδηλωθεί η συγκεκριμένη απειλή.





$K_{\varepsilon-\delta}$ , το κόστος αναζήτησης εντοπισμού και καταστολής της απειλής, όταν αυτή εκδηλωθεί.

$P(\lambda)$ , η πιθανότητα να επισημανθεί η απειλή, χωρίς αυτή να υφίσταται (λανθασμένος συναγερμός)

$P(\alpha)$ , η πιθανότητα να εντοπιστεί το λάθος του συστήματος και να μην υπάρχει αντίδραση στο σύστημα.

$P(\varepsilon)$ , η πιθανότητα να παρουσιαστεί η απειλή, να εντοπιστεί από τον υπάρχοντα έλεγχο και να τεθεί σε λειτουργία ο κατασταλτικός μηχανισμός.

$\rho$ , η πιθανότητα να μην εμφανιστεί απειλή.

$R$ , η αξιοπιστία του συστήματος προστασίας.

Το συνολικό κόστος του συγκεκριμένου συστήματος προστασίας δίνεται από τη σχέση:  $K_{\sigma} = K_{\varepsilon} + (1 - R)K_{\alpha} + \{pP(\lambda)[1 - P(\alpha)] + (1 - p)P(\varepsilon)\}K_{\varepsilon-\delta}$

Στην περίπτωση ανυπαρξίας συστήματος προστασίας, το κόστος των πιθανών απωλειών από την εκδήλωση απειλής δίνεται από τη σχέση:

$$K_{\sigma} = (1 - \rho)K_{\alpha}$$

## Άσκηση 10.2

Σ' ένα εργοτάξιο υπάρχει σύστημα ελέγχου της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος τίθεται σε λειτουργία εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια. Η πιθανότητα μη διακοπής του ρεύματος, κατά τον επόμενο χρόνο εκτιμάται σε  $p = 0.96$  και οι απώλειες, οι οποίες μπορεί να προκληθούν, αν δεν τις αντιμετωπίσει η διακοπή, υπολογίζονται σε  $K_{\alpha} = \text{€}10.000$ . Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος ελέγχου είναι  $K_{\varepsilon} = \text{€}1000$  ετησίως. Η πιθανότητα να εντοπίσει, το σύστημα ελέγχου, διακοπή χωρίς αυτή να υφίσταται εκτιμάται σε  $P(\lambda) = 0.002$ . αν αυτό συμβεί (λάθος εντοπισμός διακοπής), η πιθανότητα να προληφθεί η θέση σε λειτουργία της ηλεκτρογεννήτριας εκτιμάται σε  $P(\alpha) = 0.4$ . Η πιθανότητα να τεθεί κανονικά σε λειτουργία το σύστημα το σύστημα εντοπισμού της διακοπής και η ηλεκτρογεννήτρια σε περίπτωση διακοπής εκτιμάται σε  $P(\varepsilon) = 0.99$ . Το κόστος της θέσης σε λειτουργία ολόκληρου του μηχανισμού σε περίπτωση εμφάνισης διακοπής υπολογίζεται σε  $K_{\varepsilon-\delta} = \text{€}500$

Το υπάρχον αυτό σύστημα κρίνεται ικανοποιητικό;

**Λύση:**

**i. Υπολογισμός του R.**

Βάση του τύπου  $R = p + (1 - p)P(\varepsilon) = 0.96 + 0.004 \times 0.99 = 0.96396$   $1 - R = 1 - 0.96396 = 0.03604$ .

**ii. Υπολογισμός του συνολικού κόστους του συστήματος ελέγχου (ετησίως).**

$K_{\sigma} = K_{\varepsilon} + (1 - R)K_{\alpha} + \{pP(\lambda)[1 - P(\alpha)] + (1 - p)P(\varepsilon)\}K_{\varepsilon-\delta}$   $K_{\sigma} = 1000 + 0.03604 \times 10.000 + \{0.96 \times 0.002 \times (1 - 0.4) + (1 - 0.96) \times 0.99\} \times 500 = \mathbf{\text{€}1856,17}$ .

**iii. Υπολογισμός της ωφέλειας του συστήματος ελέγχου (σε ετήσια βάση)**

Εφόσον δεν θα υπήρχε το σύστημα ελέγχου, οι πιθανές ετήσιες απώλειες θα ήταν:

$K_{\sigma} = (1 - p)K_{\alpha}$   $K_{\sigma} = 0.04 \times 10.000 = \mathbf{\text{€}400}$

Συνεπώς το σύστημα ελέγχου κοστίζει ετησίως περισσότερο από την ωφέλεια την οποία προσκομίζει. Επομένως δεν κρίνεται ικανοποιητικό.

### 10.7.2 Λήψη Αποφάσεων σε Συνθήκες Κινδύνου (Decision Make Under Risk)

Η λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι, θεωρούνται γνωστές οι πιθανότητες, που αντιστοιχούν σε κάθε μια από τις περιπτώσεις. Ακόμη δε είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η επιδίωξη για κέρδος τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος.

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια που μπορούν να ληφθούν υπ' όψιν και σύμφωνα με την υποκειμενικότητα του εκάστοτε Project Manager να ληφθεί η καταλληλότερη απόφαση.

Παρακάτω θα δούμε κάποια από τα βασικότερα αυτά κριτήρια

### 10.7.3 Κριτήριο της Αναμενόμενης Αξίας (Expected Value)

Με βάση αυτό το κριτήριο επιλέγεται η στρατηγική, η οποία παρουσιάζει το καλύτερο αναμενόμενο θετικό αποτέλεσμα, το οποίο ονομάζεται **Αναμενόμενη Αξία (Expected Value)**. Ο λαμβάνων την απόφαση επιδιώκει να επιλέξει εκείνη την στρατηγική, που θα του επιτρέψει να έχει το μεγαλύτερο κέρδος.

**Άσκηση 10.3**

Ένας οργανισμός παραγωγής προϊόντων προβληματίζεται για την επιλογή παραγωγής ενός νέου προϊόντος μεταξύ:

- i.  $\Sigma_1$  : της παραγωγής ενός προϊόντος **A**, που απαιτεί επένδυση **€80.000** το οποίο προβλέπεται σε χρονικό διάστημα δύο ετών, να αποφέρει από την ελληνική αγορά έσοδα **€100.000** αλλά και από πωλήσεις σε γειτονική Βαλκανική χώρα έσοδα **€500.000** εφόσον οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών είναι καλές ή **€100.000** αν οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών δεν είναι καλές κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος.
- ii.  $\Sigma_2$  : της παραγωγής ενός προϊόντος **B**, που απαιτεί επένδυση **€60.000** που προορίζεται μόνο για την ελληνική αγορά το οποίο προβλέπεται να αποφέρει έσοδα **€300.000** το ίδιο χρονικό διάστημα.
- iii.  $\Sigma_3$  : της παραγωγής ενός προϊόντος **Γ** που απαιτεί επένδυση **€200.000** το οποίο προβλέπεται, σε χρονικό διάστημα δύο ετών, να αποφέρει από αποκλειστικές πωλήσεις στη γειτονική χώρα έσοδα **€900.000** εφόσον οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών είναι καλές ή **€100.000** αν οι διμερείς σχέσεις των δύο χωρών δεν είναι καλές κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος.

Οι καταστάσεις της φύσης είναι οι ακόλουθες:

$K_1$  καλές διμερείς σχέσεις μεταξύ των δύο χωρών.

$K_2$  κακές διμερείς σχέσεις μεταξύ των δύο χωρών.

Ας θεωρηθούν οι ακόλουθες πιθανότητες:

$P_1 = 0.70$  για την  $K_1$

$P_2 = 0.30$  για την  $K_2$

**Πίνακας 10.1** Μήτρα Κερδών Άσκησης

Καταστάσεις Φύσης	$K_1$	$K_2$
Πιθανότητες	0,70	0,30
Στρατηγικές	<b>Αποτελέσματα</b>	
$\Sigma_1$	520 (600 - 80)	120 (100 + 100 - 80)
$\Sigma_2$	240 (300 - 60)	240 (300 - 60)

$\Sigma_3$	700 (900 – 200)	-100 (100 – 200)
------------	-----------------	------------------

- i. Για τη στρατηγική  $\Sigma_1$  η αναμενόμενη αξία είναι  $520.000 \times 0.7 + 120.000 \times 0.3 =$   
**€400.000**
- ii. Για τη στρατηγική  $\Sigma_2$  η αναμενόμενη αξία είναι  $240.000 \times 0.7 + 240.000 \times 0.3 =$   
**€240.000**
- iii. Για τη στρατηγική  $\Sigma_3$  η αναμενόμενη αξία είναι  $700.000 \times 0.7 - 100.000 \times 0.3 =$   
**€460.000**

#### Απάντηση

Επομένως επιλέγεται η στρατηγική  $\Sigma_3$  αφού παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αναμενόμενη αξία.

#### 10.7.4 Κριτήριο της Αναμενόμενης Απώλειας Ευκαιρίας (Expected Opportunity Loss).

Με βάση αυτό το κριτήριο, επιλέγεται η στρατηγική, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη αναμενόμενη απώλεια.

Επιστέφοντας στα στοιχεία προηγούμενη άσκηση

Αν εμφανιστεί η  $K_1$ , τότε:

- Με επιλογή της  $\Sigma_1$ , υφίσταται διαφυγόν κέρδος **€180.000** (700.000 – 520.000).
- Με επιλογή της  $\Sigma_2$ , υφίσταται διαφυγόν κέρδος **€460.000** (700.000 – 240.000).
- Με επιλογή της  $\Sigma_3$ , υφίσταται διαφυγόν κέρδος **€0** (700.000 – 700.000)

Αν εμφανιστεί η  $K_2$ , τότε:

- Με επιλογή της  $\Sigma_1$ , υφίσταται διαφυγόν κέρδος **€120.000** = (240.000 – 120.000)
- Με επιλογή της  $\Sigma_2$ , δεν υφίσταται διαφυγόν κέρδος (240.000 – 240.000)
- Με επιλογή της  $\Sigma_3$ , υφίσταται διαφυγόν κέρδος **€340.000** (240.000 – (-100.000))

Δημιουργείται έτσι η Μήτρα Απωλειών

Πίνακας 10.2 Μήτρα Απωλειών Άσκησης

Καταστάσεις Φύσης	$K_1$	$K_2$
-------------------	-------	-------



Πιθανότητες	0,70	0,30
Στρατηγικές	Αποτελέσματα	
$\Sigma_1$	180	120
$\Sigma_2$	460	0
$\Sigma_3$	0	340

- Για την στρατηγική  $\Sigma_1$  η αναμενόμενη απώλεια ευκαιρίας είναι:  $180.000 \times 0.7 + 120.000 \times 0.3 = \mathbf{\text{€}162.000}$
- Για την στρατηγική  $\Sigma_2$  η αναμενόμενη απώλεια ευκαιρίας είναι:  $460.000 \times 0.7 + 0 = \mathbf{\text{€}322.000}$
- Για την στρατηγική  $\Sigma_3$  η αναμενόμενη απώλεια ευκαιρίας είναι:  $0 + 340.000 \times 0.3 = \mathbf{\text{€}102.000}$

#### Απάντηση:

Επομένως επιλέγεται η στρατηγική  $\Sigma_3$ , αφού παρουσιάζει τη μικρότερη απώλεια ευκαιρίας.

#### 10.7.5 Κριτήριο Αναμενόμενης Χρησιμότητας (Expected Unity)

Όπως φαίνεται και από τον τίτλο του σε αυτό το κριτήριο εμφανίζεται η έννοια της χρησιμότητας, η οποία όμως είναι υποκειμενική. Εξαρτάται δηλαδή καθαρά από αυτόν που λαμβάνει την απόφαση και έτσι, η επιλογή της στρατηγικής μπορεί να γίνει με **Συντηρητικότητα (Risk Avoiding)**, με τρόπο **Ριψοκίνδυνο (Risk Seeking)**, ή με τρόπο **Ουδέτερο (Risk Neutral)**.

Επιστρέφοντας στα στοιχεία της προηγούμενης άσκησης παρατηρούνται τα εξής:

- Η  $\Sigma_3$  παρουσιάζει μεγαλύτερο κέρδος εφόσον εμφανιστεί η  $K_1$ , αλλά αν εμφανιστεί  $K_2$ , τότε ο οργανισμός θα μπει μέσα κατά  $\mathbf{\text{€}100.000}$  Η επιλογή αυτής της στρατηγικής απαιτεί τόλμη.
- Μια πιο συντηρητική απόφαση θα ήταν η επιλογή της  $\Sigma_2$ , η οποία παρουσιάζει μικρό κέρδος, αλλά μεγάλη σταθερότητα στις καταστάσεις της φύσης.
- Μια ουδέτερη απόφαση θα ήταν η επιλογή της  $\Sigma_1$ , αφού έτσι κι αλλιώς θα υπάρχει κέρδος και αν προκύψει το μεγαλύτερο από αυτά θα είναι καλοδεχούμενο.

### 10.7.6 Κριτήριο του Hurwics

Η εφαρμογή αυτού του κριτηρίου λαμβάνει υπ' όψιν και την καλύτερη αλλά και την χειρότερη περίπτωση κάθε στρατηγικής. Πρόκειται για ένα έντονα υποκειμενικό κριτήριο, διότι απαιτεί τον καθορισμό ενός **Δείκτη Αισιοδοξίας (Index of Optimism)  $\alpha$**  για τον λαμβάνοντα την απόφαση.

$\alpha = 1$  σημαίνει πλήρης αισιοδοξία

$\alpha = 0$  σημαίνει πλήρης απαισιοδοξία

Οι τιμές μεταξύ 0 και 1 καθορίζουν αντίστοιχα μείγματα αισιοδοξίας και απαισιοδοξίας.

Στη συγκεκριμένη άσκηση, ας υποθεθεί ότι, ο λαμβάνων την υπόθεση καθορίζει ένα δείκτη αισιοδοξίας **0.6**. Τότε  $(1 - \alpha) = 1 - 0.6 = 0.4$

Σε περίπτωση κέρδους επιλέγονται:

- i. Οι καλύτερες περιπτώσεις κάθε στρατηγικής και πολλαπλασιάζονται επί  $\alpha$
- ii. Οι χειρότερες περιπτώσεις και πολλαπλασιάζονται επί  $0.4 (1 - \alpha)$
- iii. Επιλέγεται η στρατηγική, που παρουσιάζει το μεγαλύτερο άθροισμα των δύο γινομένων

Επιστρέφοντας στα στοιχεία της άσκησης ανάγονται οι τιμές:

- $\Sigma_1 = 520.000 \times 0.6 + 120.000 \times 0.4 = \mathbf{\text{€}408.000}$
- $\Sigma_2 = 240.000 \times 0.6 + 240.000 \times 0.4 = \mathbf{\text{€}240.000}$
- $\Sigma_3 = 700.000 \times 0.6 + (-100.000) \times 0.4 = \mathbf{\text{€}380.000}$

**Επιλέγεται η  $\Sigma_1$**

Σε περίπτωση απωλειών επιλέγονται:

- i. Οι χειρότερες περιπτώσεις κάθε στρατηγικής και πολλαπλασιάζονται επί  $\alpha$
- ii. Οι καλύτερες περιπτώσεις και πολλαπλασιάζονται επί  $0.4$
- iii. Επιλέγεται η στρατηγική η οποία παρουσιάζει το μικρότερο άθροισμα των δύο γινομένων.

Έτσι έχουμε:

- $\Sigma_1 = 120.000 \times 0.6 + 520.000 \times 0.4 = \mathbf{\text{€}280.000}$



- $\Sigma_2 = 240.000 \times 0.6 + 240.000 \times 0.4 = \mathbf{\text{€}240.000}$
- $\Sigma_3 = (-100.000) \times 0.6 + 700.000 \times 0.4 = \mathbf{\text{€}220.000}$

**Επιλέγεται η  $\Sigma_3$**

## **Βιβλιογραφία**

- Αγγελίδης Δημοσθένης – Κιρκινέζου Μαρία, 2001, “ISO 9000 Στις Τεχνικές Εταιρίες”, ISBN 960 12 0952 2.
- Βιθυνός Ιωάννης, Μάιος 2009, “Τα εργαλεία του Project Management: Δομή ανάλυσης εργασιών WBS”, [http://kkir.simor.ntua.gr/files/archive\\_files/WBS\\_Vithynos\\_090525.pdf](http://kkir.simor.ntua.gr/files/archive_files/WBS_Vithynos_090525.pdf), Τελευταία Είσοδος: 21/11/2010.
- ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε, “Διαχείριση Επιθεωρήσεων και Συντήρησης”, 2010, <http://www.gefyra.gr>, Τελευταία Είσοδος: 01/12/2010.
- Γιώτης Κ. Θεοφάνης, 2009, “Η Επιστήμη για το πώς Κάνουμε Πράγματα!”, Το περιοδικό της Δυτικής Μακεδονίας, <http://www.omikron.tv/magazine/index.php/genika/400-2008-09-08-18-56-55>, Τελευταία Είσοδος: 21/11/2010
- Δημητριάδης Α., 2009, “Διοίκηση – Διαχείριση Έργου”, Εκδ. Νέων Τεχνολογιών, ISBN 978 960 6759 22 2.
- ΕΛΟΤ EN ISO 8402, 1996, “Διαχείριση της Ποιότητας και Διασφάλιση της Ποιότητας – Λεξιλόγιο”, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.
- Εμίρης Δημήτρης, 2004, “Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων, (A Guide to the Project Management Body of Knowledge)”, Εκδ. Παπασωτηρίου, ISBN 960 7530 77 2.
- Θεοδώρου Κ. Θεόδωρος, “Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Δ.Ο.Π.) στις επιχειρήσεις και στην εκπαίδευση”, <http://www.alfavita.gr/artra/art848a.php>, Τελευταία Είσοδος: 14/11/2010.
- Κηρηττόπουλος Κωνσταντίνος, 2009, “Μέθοδος κρίσιμου Δρόμου”, [http://kkir.simor.ntua.gr/pm\\_resources\\_gr.asp](http://kkir.simor.ntua.gr/pm_resources_gr.asp), Τελευταία Είσοδος: 01/11/2010.
- Πολύζος Σεραφείμ, 2004, “Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων – Μέθοδοι και Τεχνικές”, Εκδ. Κριτική, ISBN 978 960 218 382 3.
- “Project Management from Wikipedia”, [http://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Project_management), Τελευταία Είσοδος: 01/08/2010
- Rupen Sharma, 2010, “Interpreting Scatter Plots or Scatter Charts in Project Quality Management”, <http://www.brighthub.com/office/project-management/articles/73731.aspx>, Τελευταία είσοδος: 01/12/2010.
- Urenio, Ερευνητική ομάδα του Δημοκράτειου Πανεπιστημίου Θράκης, 2006 “Χώρος Διαχείρισης Καινοτομίας”, Τελευταία Είσοδος: 26/11/2010.





- <http://innovation.duth.gr/duthvrc/elearn/docs/RRSec4.pdf>,
- <http://www.e-benchmarking.org/el/benchmarking.html>,