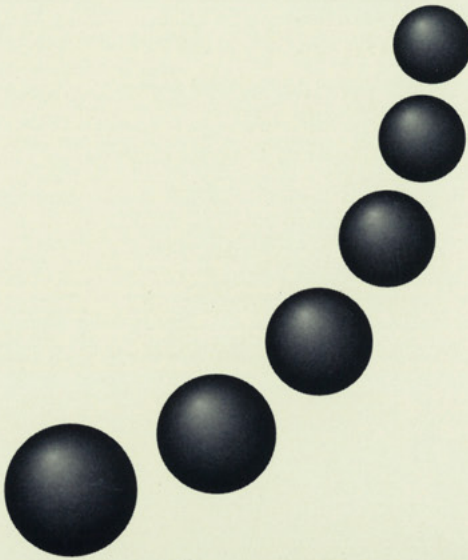
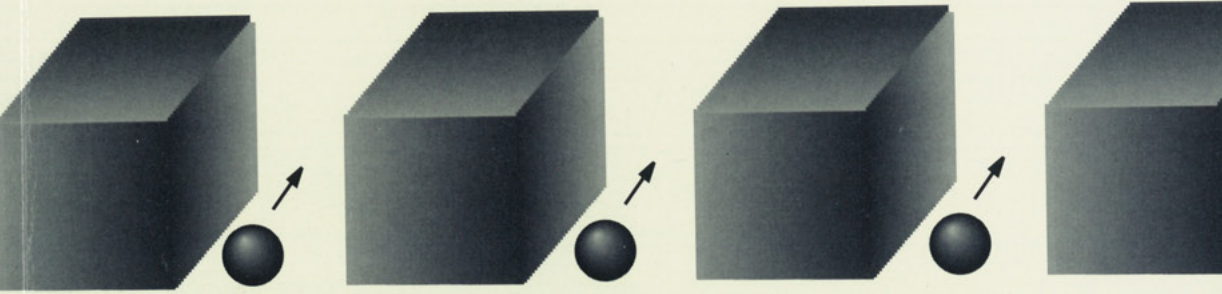


Δ. Π. ΨΩΙΝΟΣ



ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ

# ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΤΟΜΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1996

ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
**ΖΗΤΗ**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όσοι συμμετέχουμε σε κάποια οργάνωση καταλαβαίνουμε ότι αυτή χρειάζεται: να προετοιμάζει και να παίρνει αποφάσεις, να οργανώνει το περιβάλλον της και τις δραστηριότητές της, να διακινεί πληροφορίες και ιδέες και να αξιολογεί τα αποτελέσματα της δράσεώς της, δηλαδή χρειάζεται διοίκηση. Η διαδικασία με την οποία οι διοικήσεις εκτελούν τα παραπάνω στον τόπο μας, όπως ομολογούν όλοι όσοι έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με αυτή, δεν είναι ικανοποιητικά αναπτυγμένη. Αυτό συμβαίνει, γιατί διατηρεί σε μεγάλη έκταση τις παραδοσιακές μεθόδους και εκμεταλλεύεται ελάχιστα την επιστημονική γνώση, που έχει αναπτυχθεί διεθνώς στο χώρο της Διοικητικής (Management). Αντίθετα, σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες του κόσμου, η διοικητική πρακτική έχει μετασχηματιστεί στο μεγαλύτερο μέρος της και έχει περάσει από το στάδιο της εμπειρικής τακτικής στο στάδιο της επιστημονικής δεοντολογίας από αρκετές δεκαετίες. Η χρονική καθυστέρηση της εξέλιξέως μας στον αναφερόμενο τομέα, που όπως είναι φυσικό έχει και οικονομικές αλλά και κοινωνικές και γενικότερα πολιτικές επιπτώσεις, οφείλεται κυρίως στην αντίληψη που επικρατεί στον τόπο μας ότι η άσκηση της διοικήσεως μπορεί να πραγματοποιείται επιτυχώς και χωρίς να χρησιμοποιούνται οι σύγχρονες επιστημονικές γνώσεις. Παράλληλα όμως, πρέπει να ομολογήσουμε πως τα τελευταία χρόνια, ολοένα και περισσότερο, συνειδητοποιούμε την ανάγκη βελτιώσεως της διοικητικής διαδικασίας σε όλα τα επίπεδα οργανώσεώς μας. Για να βελτιώσουμε όμως τη διοικητική μας πρακτική δεν είναι αρκετό να το θέλουμε· πρέπει πρώτα από όλα να αλλάξουμε τον τρόπο σκέψεως και δράσεώς μας αναφορικά με τα θέματα διοικήσεως. Το νέο τρόπο πρέπει να τον αναζητήσουμε — όπως έπραξαν άλλωστε όλες οι αναπτυγμένες χώρες κατά τις προηγούμενες δεκαετίες— μέσα στον τεράστιο σε έκταση και σε βάθος γνωστικό χώρο της σύγχρονης Διοικητικής. Μονάχα σ' αυτή την πολύτιμη γνώση είναι δυνατό να θεμελιώσουμε

σωστά την κάθε προσπάθεια που αποσκοπεί στη βελτίωση της διοικητικής πρακτικής, άρα και της αποτελεσματικότητας: στην επιχείρηση, στον οργανισμό, σε κάθε τομέα της οικονομίας και γενικότερα σε ολόκληρο το φάσμα της εθνικής μας ζωής. Και λέμε μονάχα, γιατί είναι κοινός τόπος πια ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας της διοικήσεως και η ενσωμάτωσή της στις λειτουργικές δομές κάθε οργανώσεως δεν αποτελεί μια οποιαδήποτε δυνατότητα για την αύξηση της αποτελεσματικότητάς της, αλλά την προσφορότερη και την οικονομικότερη από αυτές που έχουμε στη διάθεσή μας.

Όπως προαναφέραμε, τη διοικητική πρακτική στην εποχή μας μπορούμε, αν όχι καθολικά τουλάχιστο στο μεγαλύτερο μέρος της, να τη θεμελιώσουμε σε συγκεκριμένη επιστημονική γνώση. Η δυνατότητα αυτή δημιουργήθηκε και εξακολουθητικά δημιουργείται με τη βοήθεια της επιστημονικής έρευνας στον αιώνα μας. Έτσι, οι αναζητήσεις για νέα γνώση στο χώρο της Διοικητικής κινήθηκαν προς τρεις βασικά κατευθύνσεις: την επιστημονική διοίκηση (Scientific Management), τις ανθρώπινες σχέσεις (Human Relations) και την ποσοτική ανάλυση (Quantitative Analysis).

Η κίνηση της επιστημονικής διοικήσεως άρχισε από ορισμένους πρωτόπορους μηχανικούς και επιχειρηματίες στις Η.Π.Α. κατά το τελευταίο τέταρτο του περασμένου αιώνα, όταν φάνηκε καθαρά πως η εμπειρική διοίκηση δεν είχε τη δυνατότητα να ανταποκριθεί σε ό,τι αναμενόταν από αυτή. Ο F. Taylor θεωρείται ο πατέρας της εν λόγω προσπάθειας. Σ' αυτή την επιστημονική κινητοποίηση οφείλουμε κυρίως: την ανακάλυψη του τρόπου χρήσεως της επιστημονικής μεθοδολογίας στα προβλήματα διοικήσεως, τη διαφοροποίηση της εργασίας των διοικήσεων και των εργαζομένων, τις βασικές αρχές οργανώσεως, τις πρώτες συστηματικές μεθόδους με τις οποίες οι διοικήσεις μπορούν να αυξάνουν την παραγωγικότητα των οργανώσεών τους, και άλλα. Από τις τελευταίες ενδεικτικά αναφέρουμε τη μελέτη εργασίας, τα συστήματα αμοιβών, τον προγραμματισμό της παραγωγής, τη χωροταξία των εργοστασίων, κτλ.

Η κίνηση η σχετική με τις ανθρώπινες σχέσεις εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1920 και αποδίδεται συνήθως στους καθηγητές-κοινωνιολόγους του Πανεπιστημίου του Harvard, E. Mayo και F. Roethlisberger. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ, ότι είναι μεγάλη η απλοποίηση να αποδοθεί όλη αυτή η κίνηση σε έναν ή δυο ερευνητές, αφού είναι γεγονός ότι σχετικές έρευνες πραγματοποιήθηκαν από πολλούς επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο και κατά την ίδια περίπου περίοδο. Μέχρι αυτή την περίοδο, οι διοικήσεις θεμελιώναν την πρακτική τους στην υπόθεση ότι ο άνθρωπος ήταν «ο οικονομικός άνθρωπος». Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση το βασικό κίνητρο του

ανθρώπου ήταν η επιθυμία του πλουτισμού, και συνεπώς ο άνθρωπος ως φορέας της εργασίας ακολουθούσε μηχανιστικά τους κανόνες της προσφοράς και της ζήτησης. Με βάση όμως τις έρευνες αυτής της κατεύθυνσας αποδείχθηκε ότι το οικονομικό συμφέρον του ανθρώπου δεν μπορεί να ερμηνεύσει τη συνολική εργασιακή του συμπεριφορά. Η τελευταία –συνεπώς και η απόδοσή του– καθορίζεται κατά κύριο λόγο από συναισθηματικούς παράγοντες και κατά δεύτερο λόγο από παράγοντες, όπως είναι οι περιβαλλοντολογικές συνθήκες εργασίας, οι αμοιβές, κτλ. Οι διοικήσεις επομένως οφείλουν να αναπτύξουν μια νέα έννοια εξουσίας, της οποίας η κεντρική ιδέα να είναι η πίστη ότι ο ανθρώπινος παράγοντας πρέπει να έχει ιδιαίτερη μεταχείριση στην εργασία, όχι μόνο από λόγους ηθικής, αλλά και από λόγους σκοπιμότητας. Γενικά, στην προσπάθεια αυτή οφείλουμε την κατανόηση: της ατομικής και ομαδικής ανθρώπινης συμπεριφοράς στην εργασία, της κοινωνικής διαστάσεως κάθε οργανώσεως, της ηθικής και κοινωνικής διαστάσεως της διοικήσεως, κ.ά.

Τέλος, η τρίτη ερευνητική κατεύθυνση για δημιουργία νέων γνώσεων γύρω από τα θέματα διοικήσεως, που όπως είπαμε παραπάνω, είναι γνωστή ως ποσοτική ανάλυση, μπορεί κατά κάποιο τρόπο να θεωρηθεί προέκταση της πρώτης, δηλαδή της επιστημονικής διοικήσεως. Προς την κατεύθυνση αυτή, διάφοροι οικονομολόγοι προσπάθησαν από τις αρχές του 1920, οπότε ο J. O. McKinsey ανέπτυξε την τεχνική διαμορφώσεως του προϋπολογισμού –ο οποίος μέχρι και σήμερα αποτελεί βασικό εργαλείο στα χέρια των διοικήσεων–, να αναπτύξουν τεχνικές και μεθόδους, που να εξασφαλίζουν ποσοτικά στοιχεία στις διοικήσεις για τη λήψη αποφάσεων. Ύστερα η στατιστική, και μετά την ανάπτυξη μάλιστα από τον W. A. Shewhart του ποιοτικού ελέγχου και την ωρίμασή της, εισέβαλε κυριολεκτικά στα θέματα διοικήσεως και υποβοήθησε με τις μεθόδους της τις διοικήσεις να αντιμετωπίζουν προβλήματα στοχαστικής φύσεως. Τα εφαρμοσμένα μαθηματικά αναζητούν ολοένα και συστηματικότερα λύσεις στα προβλήματα διοικήσεως. Την πιο σημαντική όμως προσφορά στην κατεύθυνση της ποσοτικής αναλύσεως τη χρωστάμε στην επιχειρησιακή έρευνα, που αναπτύχθηκε μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Η επιχειρησιακή έρευνα έχει διαμορφώσει ένα συγκεκριμένο μεθοδολογικό τρόπο αναζητήσεως λύσεως στα προβλήματα διοικήσεως. Θεμελιακό ακόμη χαρακτηριστικό της αποτελεί η αναζήτηση όχι μόνο οποιασδήποτε λύσεως, αλλά της βέλτιστης, πράγμα που δημιουργεί παράλληλα έναν εντελώς νέο τρόπο σκέψεως, επάνω στα προβλήματα που σχετίζονται με τη διοίκηση. Η επιχειρησιακή έρευνα τόσο ως τρόπος σκέψεως όσο και ως τεχνικές επιλύσεως περίπλοκων και δύσκολων προβλημάτων –κάτι τέτοιο άλλοτε ήταν αδιανόητο– έχει αναμφισβήτητα συμβάλλει αποφασιστικά στη βελτίωση της διοικητικής πρακτικής. Η επιτυχία της

επιχειρησιακής έρευνας είναι τόσο μεγάλη, ώστε να δημιουργηθεί νέος επιστημονικός κλάδος και οι επιχειρησιακοί ερευνητές να θεωρούνται απαραίτητοι σύμβουλοι των διοικήσεων. Γενικά, στο χώρο της ποσοτικής αναλύσεως αναπτύχθηκαν πολλά μεθοδολογικά εργαλεία τα οποία υποβοηθούν και στηρίζουν ολόκληρη σχεδόν τη διοικητική διαδικασία. Έτσι σήμερα έχουμε τη δυνατότητα, όχι μόνο να λύνουμε προβλήματα μέγιστης πολυπλοκότητας, αλλά και να δημιουργούμε – με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών – λειτουργικά συστήματα, στα οποία γίνονται αυτοματοποιημένα ποσοτικές αναλύσεις που υποστηρίζουν συνεχώς και άμεσα τις διοικήσεις στο έργο τους. Όλα αυτά έχουν δημιουργήσει σε διεθνή κλίμακα κυριολεκτικά επανάσταση στον τρόπο διοικήσεως των διαφόρων οργανώσεων.

Η σύγχρονη διοικητική πρακτική οφείλει να θεμελιώνεται στην επιστημονική γνώση, που έχει συσσωρευθεί και από τις τρεις παραπάνω περιοχές και όχι μόνο από αυτές, αφού είναι γεγονός ότι μπορεί να ωφεληθεί πολύ από έρευνες που έχουν διεξαχθεί και σε άλλους συναφείς επιστημονικούς τομείς.

Με αυτές τις σκέψεις και με την ελπίδα ότι βοηθώ τόσο τους φοιτητές για να διαμορφώσουν συστηματικά τις γνώσεις τους στον τομέα της Διοικητικής, όσο και τις διοικήσεις για να τις διευρύνουν και να εφαρμόσουν τις σύγχρονες ποσοτικές μεθόδους αναλύσεως στη διοικητική διαδικασία, αποφάσισα να αποδουλώ στην προσπάθεια συγγραφής αυτού του βιβλίου. Στους δύο τόμους του θα περιληφθεί το μεγαλύτερο μέρος των συγχρόνων μεθόδων και τεχνικών της ποσοτικής αναλύσεως.

Ο πρώτος τόμος του βιβλίου υποδιαιρείται σε τρία κεφάλαια, ενώ ο δεύτερος σε πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο αναπτύσσεται η μεθοδολογία με την οποία αντιμετωπίζεται μια γενική κατηγορία προβλημάτων διοικήσεως, που μπορούν να εκφραστούν με μια γραμμική συνάρτηση η οποία πρέπει να βελτιστοποιηθεί στο χώρο που ορίζουν γραμμικοί περιορισμοί. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα προβλήματα της καλύτερης κατανομής περιορισμένων πόρων, εφόσον υπάρχουν εναλλακτικές δυνατότητες, τα προβλήματα διανομής, κτλ. Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζονται οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να μελετούμε τα φαινόμενα αναμονής, που αποτελούν συνηθισμένες δυσλειτουργίες. Στο τρίτο, αναπτύσσονται οι μέθοδοι προβλέψεως που στηρίζονται κυρίως στην ανάλυση των χρονοσειρών. Στο τέταρτο, αναλύονται τα διάφορα συστήματα του προγραμματισμού και του ελέγχου των αποθεμάτων. Αν και ο βασικός προσανατολισμός αυτού του κεφαλαίου είναι προς τα αποθέματα των υλικών, τις σχετικές τεχνικές μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε για να αναπτύξουμε αντίστοιχα συστήματα και άλλων αγαθών. Αναφέρουμε ενδεικτικά, τα κεφάλαια κινήσεως μιας επιχειρήσεως, το εξειδικευμένο προσωπικό, κτλ. Στο πέμπτο κεφάλαιο εξετάζονται οι τεχνικές της δικτυω-

τής αναλύσεως με τις οποίες αντιμετωπίζεται το πρόβλημα του προγραμματισμού κάθε μεγάλης προσπάθειας που η εκτέλεσή της απαιτεί χρόνο, χρήμα, κτλ. Στο έκτο αναλύεται η μέθοδος καθορισμού μιας βέλτιστης αλληλουχίας αποφάσεων. Στο έβδομο κεφάλαιο, εκτίθεται ο τρόπος με τον οποίον οι διοικήσεις μπορούν να λύνουν πειραματικά προβλήματα, που δεν επιδέχονται αναλυτική λύση. Στο όγδοο τέλος κεφάλαιο, εξετάζονται, εισαγωγικά θα λέγαμε, τα προβλήματα της αξιοπιστίας των τεχνολογικών συστημάτων. Η οργανωτική δομή όλων των κεφαλαίων είναι ίδια. Συγκεκριμένα, η θεωρητική ανάπτυξη κάθε θέματος συνοδεύεται από χαρακτηριστικά παραδείγματα. Το σύνολο σχεδόν των παραδειγμάτων αναφέρεται σε καθημερινά προβλήματα των διοικήσεων. Βιβλιογραφικές παραπομπές στο εσωτερικό των κεφαλαίων κάνουμε μόνο στις περιπτώσεις που θεωρείται χρήσιμη η προσφυγή του αναγνώστη σε ειδικές βιβλιογραφικές πηγές. Στο τέλος κάθε κεφαλαίου μνημονεύουμε αντιπροσωπευτικά ξένα συγγράμματα και δίνουμε υποδειγματικές ασκήσεις. Τις ασκήσεις τις έχουμε επιλέξει κυρίως από θέματα που έχουμε δώσει τα τελευταία χρόνια σε τμηματικές εξετάσεις της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. Στο τέλος των τόμων δίνουμε τις απαντήσεις όλων των ασκήσεων.

Πρόθεσή μου κατά τη δόμηση της ύλης ήταν να αποκαλύπτεται σταδιακά η πραγματική φύση των προβλημάτων διοικήσεως από τη μια μεριά και να διατηρούνται τα μαθηματικά σε επεξεργάσιμο άνετα επίπεδο από την άλλη. Παρόλα αυτά, η δεύτερη επιδίωξη ίσως δεν κατέστη δυνατή σε όλη την έκταση του κειμένου. Ο αναγνώστης όμως, που δεν είναι ιδιαίτερα εξοικεωμένος στη χρήση των μαθηματικών, έχει την ευχέρεια να παραλείπει ορισμένα μέρη τα οποία αναφέρονται σε προχωρημένα θέματα. Συγκεκριμένα, μπορεί να παραλείψει, χωρίς ουσιαστική ζημία, από το πρώτο κεφάλαιο την αναθεωρημένη μέθοδο Simplex και τη δυϊκή θεωρία. Από το δεύτερο κεφάλαιο ομοίως μπορεί να παραλείψει τις αποδείξεις όλων των σχέσεων, από το τέταρτο το βελτιωμένο σύστημα σταθερής ποσότητας παραγωγής και από το έκτο τις μαρκοβιανές διαδικασίες λήψεως αποφάσεων.

Το σύνολο της ύλης και των δυο τόμων έχει δοκιμαστεί για αρκετά χρόνια κατά τις παραδόσεις μου στους φοιτητές του Γ' έτους των τμημάτων Μηχανολόγων, Χημικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. Αυτό δεν σημαίνει πως πιστεύω στην τελειότητά του. Αντίθετα, έχω τη γνώμη ότι υπάρχουν ατέλειες και κάθε καλοπροαίρετη υπόδειξη προς αυτήν την κατεύθυνση θα είναι ευπρόσδεκτη. Κατά τη διάρκεια της συνθέσεως του συγγράμματος και μέχρι την τελική διαμόρφωση του, όλοι οι συνεργάτες μου στο Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής με βοήθησαν με διάφορες χρήσιμες παρατηρήσεις. Για τη βοήθεια τους αυτή του ευχαριστώ θερμά.

*Επιθυμώ να εκφράσω ακόμη ευχαριστίες προς την κ. Κατερίνα Ιωαννίδου-Τάτσιου για την πολύτιμη συμβολή της σ' αυτή την έκδοση. Με προθυμία, πίστη και συνέπεια σήκωσε το βαρύ φορτίο της γραμματειακής δουλειάς και δημιούργησε τις ευκαιρίες για να πραγματοποιηθούν οι συνεχείς βελτιώσεις στο κείμενο.*

*Τέλος, επιθυμώ να ευχαριστήσω το τυπογραφείο της κ. Π. Ζήτη, που με μεγάλη φροντίδα επιμελήθηκε και αυτήν την έκδοση.*

*Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 1985*

*ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Π. ΨΩΪΝΟΣ*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

	Σελίδα
4.1. Εισαγωγή	1
4.2. Κόστος στον προγραμματισμό και τον έλεγχο των αποθεμάτων	4
4.2.1. Γενικά	4
4.2.2. Κόστος παραγγελίας	5
4.2.3. Κόστος διατηρήσεως του αποθέματος	6
4.2.4. Κόστος ελλείψεως του αποθέματος	7
4.3. Καθοριστικά συστήματα	8
4.3.1. Γενικά	8
4.3.2. Η ζήτηση ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση	9
4.3.3. Μέρος της ζήτησεως ικανοποιείται με καθυστέρηση	14
4.3.4. Μέρος της ζήτησεως δεν ικανοποιείται	18
4.3.5. Η αξία της μονάδας του αποθέματος μεταβάλλεται	22
4.3.6. Η ζήτηση ικανοποιείται από παραγωγή	26
4.3.7. Συστήματα με πολλά υλικά και περιορισμούς	30
4.3.8. Ανάλυση ευαισθησίας	35
4.4. Στοχαστικά συστήματα	39
4.4.1. Γενικά	39
4.4.2. Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας	40
	71



4.4.3. Σύστημα σταθερού χρόνου επιθεωρήσεως	50
4.4.4. Απόθεμα ασφαλείας	53
4.4.5. Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας και σταθερού χρόνου επιθεωρήσεως	57
4.4.6. Βελτιωμένο σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας	57
<b>4.5. Συστήματα αποθεμάτων εξαρτημένης ζήτησης</b>	<b>96</b>
4.5.1. Γενικά	74
4.5.2. Προσδιορισμός αναγκών υλικής	75
4.5.3. Προσδιορισμός μεγέθους παραγγελίας	81
Εφαρμογή	87
Βιβλιογραφία	96
Ασκήσεις	96
<b>5. ΔΙΚΤΥΩΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b>	
5.1. Εισαγωγή	101
5.2. Διαμόρφωση και επίλυση δικτύου	103
5.2.1. Γενικά	103
5.2.2. Διαμόρφωση δικτύου	103
5.2.3. Επίλυση δικτύου	109
5.2.4. Επίλυση δικτύου με γραμμικό προγραμματισμό	118
5.3. Τεχνική PERT	122
5.3.1. Γενικά	122
5.3.2. Χρόνοι δραστηριοτήτων	123
5.3.3 Μέση τιμή και μεταβλητότητα της κρίσιμης διαδρομής	126
5.3.4. Εκτίμηση πιθανότητας να τελειώσει ένα έργο σε ορισμένο χρόνο	127
5.4. Τεχνική C.P.M.	130
5.4.1. Γενικά	130
5.4.2. Κόστος δραστηριοτήτων	131
5.4.3. Κόστος έργου	133
5.4.4. Βελτιστοποίηση κόστους-χρόνου με γραμμικό προγραμματισμό	141
5.5. Προγραμματισμός με περιορισμένο δυναμικό	144
5.5.1. Γενικά	144
5.5.2. Εξομάλυνξη δυναμικού	145
5.5.3. Εξομάλυνση δυναμικού με γραμμικό προγραμματισμό	152
Εφαρμογή	153

Βιβλιογραφία	169
Ασκήσεις	170
<b>6. ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ</b>	
6.1. Εισαγωγή	177
6.2. Μονομεταβλητές διαδικασίες	180
6.2.1. Γενικά	180
6.2.2. Αρχή βελτιστοποίησης του Bellman	181
6.2.3. Συναρτησιακές εξισώσεις	181
6.3. Διμεταβλητές διαδικασίες	195
6.3.1. Γενικά	195
6.3.2. Συναρτησιακές εξισώσεις	196
6.3.3. Μονομεταβλητή διαδικασία με περιορισμούς δύο κατηγοριών	197
6.4. Μαρκοβιανές διαδικασίες	198
6.4.1. Γενικά	198
6.4.2. Πιθανότητες μεταβάσεως	200
6.4.3. Μαρκοβιανές διαδικασίες με ανταμοιβή	204
6.4.4. Έλεγχος μαρκοβιανής διαδικασίας	207
6.4.5. Εναλλαγή πολιτικής στις μαρκοβιανές διαδικασίες	213
Βιβλιογραφία	218
Ασκήσεις	219
<b>7. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ</b>	
7.1. Εισαγωγή	223
7.2. Προσομοιωτική δειγματοληψία	230
7.2.1. Γενικά	230
7.2.2. Τυχαίοι αριθμοί	231
7.2.3. Ψευδοτυχαίοι αριθμοί	233
7.2.4. Έλεγχος τυχαιότητας και ανεξαρτησίας των ψευδοτυχαίων αριθμών	236
7.2.5. Δημιουργία τιμών τυχαίας μεταβλητής	244
7.3. Σύνθεση κατανομών	252
7.3.1. Γενικά	252
7.3.2. Προσδιορισμός συναρτήσεως πιθανότητας πολλών τυχαίων μεταβλητών	253

7.4. Πρακτική της προσομοίωσης	258
7.4.1. Γενικά	258
7.4.2. Διαμόρφωση του προβλήματος	259
7.4.3. Σχεδίαση του προσομοιωτικού πειράματος	260
7.4.4. Πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή	263
Βιβλιογραφία	263
Ασκήσεις	264
<b>8. ΘΕΩΡΙΑ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ</b>	
8.1. Εισαγωγή	269
8.2. Βασικές έννοιες	271
8.3. Συνήθεις συναρτήσεις αξιοπιστίας	277
8.3.1. Γενικά	277
8.3.2. Εκθετική κατανομή	278
8.3.3. Κατανομή $\Gamma$	280
8.3.4. Κατανομή Weibull	282
8.3.5. Κανονική κατανομή	285
8.3.6. Λογαριθμική κανονική κατανομή	286
8.4. Αξιοπιστία συστημάτων	288
8.4.1. Γενικά	288
8.4.2. Συστήματα σε σειρά	289
8.4.3. Συστήματα με παράλληλες συνδέσεις	291
8.4.4. Παράλληλες μονάδες	293
8.5. Εκτίμηση αξιοπιστίας	298
8.5.1. Γενικά	298
8.5.2. Εκθετική κατανομή	299
8.5.3. Κατανομή Weibull	303
Βιβλιογραφία	307
Ασκήσεις	307
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Α» Κρίσιμες τιμές <math>D_x</math> για τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov</b>	310
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Β» Τιμές <math>\Phi_j = m</math> για τον έλεγχο προσαρμογής σε κατανομή Weibull</b>	311
<b>ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ</b>	313
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ</b>	325

## 4

# ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

---

---

### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε κάθε βιομηχανία βρίσκουμε αποθέματα από πρώτες ύλες και από έτοιμα προϊόντα. Στην Ολυμπιακή Αεροπορία θα βρούμε αποθέματα από ανταλλακτικά, που διατηρούνται για να συντηρούνται και να επισκευάζονται τα αεροσκάφη της. Στα νοσοκομεία διατηρούνται αποθέματα από φαρμακευτικό υλικό για τις νοσηλευτικές τους ανάγκες. Στο σύνολο της χώρας διατηρούμε επίσης αποθέματα από πετρέλαιο, ζάχαρη, κτλ. Συνεπώς, δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι αποθέματα συναντούμε σε κάθε οργάνωση. Ποιός όμως είναι ο ουσιαστικός λόγος για τον οποίον οι οργανώσεις διατηρούν αποθέματα;

**Ο ρόλος των αποθεμάτων.** Αν μια επιχείρηση χρειάζεται ορισμένες πρώτες ύλες και δεν μπορεί να δημιουργεί αποθέματα από αυτές, αναγκάζεται να εγκατασταθεί κοντά στην πηγή των πρώτων υλών και να προσαρμόζει τη λειτουργία της στο ρυθμό της παραγωγής των πρώτων υλών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περιπτώσεως είναι τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Στα εργοστάσια αυτά δεν συμφέρει οικονομικά να δημιουργούμε υδάτινα αποθέματα – που είναι κατά κάποιο τρόπο οι πρώτες ύλες για τη λειτουργία τους – μακριά από τη ροή τους, γι' αυτό και τα εγκαθιστούμε κάπου στον άξονα της ροής των πρώτων υλών. Όσες φορές όμως υπάρχει δυνατότητα και οικονομική σκοπιμότητα να δημιουργούνται αποθέματα από πρώτες ύλες, οι οργανώσεις που χρησιμοποιούν αυτές τις πρώτες ύλες μπορούν να είναι ανεξάρτητες από τις πηγές των πρώτων υλών από άποψη θέσεως και λειτουργίας. Το

συμπέρασμα λοιπόν είναι ότι με τα αποθέματα από πρώτες ύλες μπορούμε να κάνουμε ανεξάρτητη μια οργάνωση από την πηγή των πρώτων υλών της τόσο από άποψη θέσεως, όσο και λειτουργίας.

Τις ενδιάμεσες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας μπορούμε επίσης να τις κάνουμε ανεξάρτητες με τα αποθέματα. Αν φανταστούμε, παραδείγματος χάρη, δύο μηχανές που εργάζονται στη σειρά: αν δεν έχουμε απόθεμα πριν από τη δεύτερη μηχανή, οποιαδήποτε βλάβη της πρώτης προκαλεί ακινησία στη δεύτερη. Αν έχουμε όμως απόθεμα πριν από τη δεύτερη μηχανή, αυτή μπορεί να λειτουργήσει για ένα χρονικό διάστημα, έστω κι αν η πρώτη πάθει βλάβη. Η διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος εξαρτάται από το μέγεθος του αποθέματος που υπάρχει ανάμεσα στις μηχανές, και από τη ζήτησή του από τη δεύτερη μηχανή.

Στις περιπτώσεις ακόμη που μπορούν να δημιουργούνται αποθέματα από έτοιμα προϊόντα, είναι δυνατό να μην προσαρμόζεται απόλυτα η παραγωγή στην κατανάλωση. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι με τα αποθέματα μπορούμε να κάνουμε ανεξάρτητα τα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Αυτή τη λειτουργική απελευθέρωση των σταδίων τη χρειαζόμαστε γιατί, αν δεν διατηρούμε αποθέματα, είναι φυσικώς αδύνατο και οικονομικώς ασύμφορο να έχουμε τα υλικά τη χρονική ακριβώς στιγμή που τα χρειαζόμαστε.

Ο παραπάνω λόγος για να διατηρούμε αποθέματα είναι γενικός και αναφέρεται σε οποιαδήποτε οργάνωση. Εκτός όμως από αυτόν, υπάρχουν και άλλοι μικρότερης ίσως σημασίας, όπως π.χ. η έκπτωση στην τιμή αγοράς όταν αγοράζουμε μεγάλες ποσότητες, το μειωμένο κόστος των παραλαβών κτλ., για να περιοριστούμε σ' αυτούς, αφού η απαρίθμηση όλων δεν έχει καμιά σκοπιμότητα, επειδή δεν έχουν καθολικό χαρακτήρα.

Γενικά λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι σε μια οργάνωση διατηρούμε αποθέματα για να εξασφαλίσουμε ορισμένες ωφέλειες. Βέβαια, τις ωφέλειες αυτές δεν μπορούμε να τις εξασφαλίζουμε χωρίς δαπάνες: και φυσικά διατηρούμε αποθέματα μόνο όταν η ωφέλεια που έχουμε από αυτά είναι μεγαλύτερη από ό,τι δαπανούμε για να την εξασφαλίσουμε.

**Αντικείμενο του Προγραμματισμού και του Ελέγχου των Αποθεμάτων.** Στην προηγούμενη παράγραφο διαπιστώσαμε ότι μια οργάνωση που θέλει να έχει κάποια λειτουργική ανεξαρτησία ανάμεσα στα στάδια —εσωτερικά ή εξωτερικά— της παραγωγικής διαδικασίας στην οποία

ανήκει, ή κάποια άλλα πλεονεκτήματα, πρέπει να διατηρεί αποθέματα. Εύλογο λοιπόν είναι να αναρωτηθούμε, πόσο μεγάλο πρέπει να είναι το απόθεμα σε ορισμένη θέση. Αυτό τελικά σημαίνει πόσο πρέπει να πληρωθούν τα πλεονεκτήματα που δημιουργούν τα αποθέματα στη συγκεκριμένη θέση. Ως προς αυτό το ερώτημα πρέπει να τονίσουμε ότι είναι γνωστό από την πράξη ότι όταν το μέγεθος του αποθέματος το καθορίζουμε αυθαίρετα, ή έστω με βάση την πείρα, δεν έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα γιατί συχνά παρατηρείται είτε έλλειψη του αποθέματος, είτε υπερεπάρκεια. Τότε η έλλειψη, όσο και η υπερεπάρκεια έχουν οικονομικές συνέπειες. Συγκεκριμένα, η έλλειψη του αποθέματος προκαλεί την απώλεια της ωφέλειας που θα είχαμε αν υπήρχε. Η ύπαρξη περισσότερου αποθέματος από όσο χρειαζόμαστε, δημιουργεί την οικονομική απώλεια που έχουμε όταν δεσμεύουμε κεφάλαιο σε απόθεμα όχι απαραίτητο.

Από τις παραπάνω διαπιστώσεις φαίνεται καθαρά ότι πρέπει να υπάρχει ορισμένο μέγεθος αποθέματος, για το οποίο οι δύο οικονομικές απώλειες που αναφέραμε γίνονται ελάχιστες: το οποίο με άλλα λόγια σημαίνει ότι η ωφέλεια από τη διατήρηση του αποθέματος γίνεται μέγιστη. Το πρόβλημα αυτό, αν και φαινόμενικά απλό, γίνεται πολύπλοκο στην πράξη, γιατί τα διάφορα στελέχη μιας οργανώσεως προσπαθούν να απαντήσουν πάνω σ' αυτό από τη δική τους σκοπιά. Θα δούμε π.χ. σε μια επιχείρηση το διευθυντή πωλήσεων να ισχυρίζεται ότι η επιχείρηση δεν πρέπει να αναγκάζει τους πελάτες να περιμένουν. Το διευθυντή παραγωγής να ισχυρίζεται ότι πρέπει να υπάρχει μεγάλη και συνεχής περίοδος παραγωγής για κάθε προϊόν, ώστε να εξασφαλίζεται μικρό κόστος παραγωγής. Τον οικονομικό διευθυντή να λέει ότι μεγάλα αποθέματα δεσμεύουν κεφάλαια, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πιο αποδοτικά με άλλο τρόπο, κτλ. Οι στόχοι αυτοί, που βασικά σημαίνουν: καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, μικρότερο κόστος παραγωγής, μικρότερο κόστος δεσμευμένου κεφαλαίου σε απόθεμα, κτλ., αλληλοσυγκρούονται.

Με τον Προγραμματισμό και τον Έλεγχο των Αποθεμάτων επιδιώκουμε να διαμορφώσουμε κατάλληλους κανόνες για τη διακίνηση των αποθεμάτων. Τους κανόνες αυτούς τους βρίσκουμε από τη μαθηματική διερεύνηση της χρονικής και ποσοτικής διακινήσεως του αποθέματος. Η διακίνηση αυτή καθορίζεται από την ποσότητα που πρέπει να παραγγέλνουμε και από το χρόνο στον οποίο πρέπει να δίνουμε την παραγγελία.

**Εξέλιξη του Προγραμματισμού και του Ελέγχου των Αποθεμάτων.**  
Οι πρώτες απόπειρες για να χρησιμοποιηθούν αναλυτικές μέθοδοι για

τη μελέτη των προβλημάτων που συνδέονται με τη διαχείριση των αποθεμάτων έγιναν στις αρχές του αιώνα μας. Ο *F. W. Harris* διαμόρφωσε το έτος 1915 τον τύπο της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας. Τον ίδιο τύπο διαμόρφωσε και ο *R. H. Wilson* το έτος 1918. Το πρώτο βιβλίο στον Προγραμματισμό και τον Έλεγχο των Αποθεμάτων γράφτηκε το έτος 1931 από τον *F. E. Raymond*, και περιέχει ορισμένες απλές προεκτάσεις του τύπου της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας και υποδείξεις για τον τρόπο σύμφωνα με τον οποίο ο τύπος αυτός μπορεί να χρησιμοποιείται στην πράξη. Ύστερα από το δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο δόθηκε πολύ μεγάλη σημασία στα προβλήματα των αποθεμάτων, κυρίως στα πλαίσια της ραγδαίας αναπτύξεως της Διοικητικής Επιστήμης. Από τότε, και βασικά στις τρεις τελευταίες δεκαετίες, διαμορφώθηκαν τόσα πολλά μαθηματικά πρότυπα σχετικά με τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των αποθεμάτων, ώστε σήμερα η θεωρία των αποθεμάτων να είναι η περισσότερο μελετημένη περιοχή της Διοικητικής Επιστήμης. Το γεγονός αυτό δεν είναι τυχαίο, αλλά οφείλεται στα οικονομικά αποτελέσματα που δημιουργεί η εφαρμογή των συγχρόνων μεθόδων του Προγραμματισμού και του Ελέγχου των Αποθεμάτων σε σύγκριση με τις μεθόδους των άλλων περιοχών της Διοικητικής Επιστήμης.

## 4.2. ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

### 4.2.1. Γενικά

Όταν σχεδιάζουμε ένα σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου αποθεμάτων προσπαθούμε βασικά να εξασφαλίζουμε το κατάλληλο είδος αποθέματος, στην κατάλληλη θέση και στον κατάλληλο χρόνο με το ελάχιστο κόστος. Για να βρούμε λοιπόν εκείνους τους κανόνες διαχειρήσεως που μας εξασφαλίζουν τα παραπάνω, εκφράζουμε με μια μαθηματική συνάρτηση το συνολικό κόστος διαχειρήσεως του αποθέματος στη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου. Στη συνάρτηση αυτή εισάγουμε τα στοιχεία κόστους, που επηρεάζονται από την πολιτική διαχειρήσεως του αποθέματος, την οποία τελικά θα προκρίνουμε. Σε αυτή την παράγραφο θα εξετάσουμε αναλυτικά αυτά τα στοιχεία κόστους. Πέρα όμως από τα στοιχεία κόστους που επηρεάζονται από την πολιτική διαχειρήσεως των αποθεμάτων σε κάθε περίπτωση, τα οποία θα τα εξετάσουμε αναλυτικά, υπάρχουν και άλλα, που ενδεχομένως σε συγκεκριμένες περιπτώσεις να μην είναι ούτε σταθερά, ούτε αμελητέα, και επομένως πρέπει

να τα παίρνουμε υπόψη μας.

Τα στοιχεία που παίρνονται υπόψη τα καθορίζει ο μελετητής που σχεδιάζει το συγκεκριμένο σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου των αποθεμάτων. Αυτό θα το κάνει με βάση τα χαρακτηριστικά του οργανωτικού περιβάλλοντος στον οποίο θα λειτουργήσει το σύστημα.

Για να κάνει όμως αυτή την επιλογή, πρέπει να έχει υπόψη του ότι η ακρίβεια με την οποία μπορεί να εκτιμήσει τα διάφορα στοιχεία κόστους είναι συνήθως μικρή και ακόμη ότι η ευαισθησία των συστημάτων του προγραμματισμού και του ελέγχου των αποθεμάτων στις μεταβολές των στοιχείων κόστους είναι επίσης μικρή. Με άλλα λόγια πρέπει να γνωρίζει ότι η ωφέλεια που τελικά μπορεί να προκύψει από το γεγονός ότι παίρνει υπόψη του ένα επιπλέον στοιχείο κόστους, ή υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια ένα άλλο, μπορεί να είναι μικρότερη από τη δαπάνη που χρειάζεται για να τα κάνει αυτά.

Με βάση λοιπόν τα προηγούμενα, κάθε φορά που θέλουμε να σχεδιάσουμε, ή να αναθεωρήσουμε ένα σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου αποθεμάτων, είναι αρκετό για κάθε πρακτικό σκοπό να παίρνουμε υπόψη μας τα παρακάτω στοιχεία:

- Το κόστος της παραγγελίας.
- Το κόστος διατηρήσεως του αποθέματος.
- Το κόστος ελλείψεως του αποθέματος.

#### 4.2.2. Κόστος παραγγελίας

Κάθε φορά που παραγγέλνουμε μια ποσότητα για να αναπληρώσουμε το απόθεμα, πρέπει να διεκπεραιώνουμε την παραγγελία. Η διεκπεραίωση αυτή προκαλεί ένα κόστος. Το κόστος αυτό αποτελείται από στοιχεία σταθερά και μεταβλητά. Τα σταθερά στοιχεία είναι οι μισθοί του προσωπικού που μόνιμα ασχολείται με τις παραγγελίες, οι αποσβέσεις του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται γι' αυτό το σκοπό, κτλ. Τα στοιχεία αυτά επειδή δεν εξαρτώνται από την πολιτική των παραγγελιών για την ανανέωση του αποθέματος δεν χρειάζεται να τα παίρνουμε υπόψη μας στις σχετικές αναλύσεις. Τα μεταβλητά στοιχεία κόστους είναι: το κόστος του έντυπου της παραγγελίας, το κόστος αποστολής της και κυρίως το κόστος του ποιοτικού ελέγχου του υλικού που παραλαβαίνουμε μετά από μια παραγγελία.

Το κόστος παραγγελίας διαφέρει από οργάνωση σε οργάνωση και πρέπει να το εκτιμούμε σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Στην πράξη, για να αρχίσουμε να εφαρμόζουμε τις σύγχρονες μεθόδους του Προγραμματισμού και του Ελέγχου Αποθεμάτων, χρησιμοποιούμε τον πα-



ρακάτω τρόπο για να εκτιμήσουμε το κόστος της παραγγελίας: Τον αριθμό των παραγγελιών που διεκπεραιώνονται για την ανανέωση του αποθέματος σε μια χρονική περίοδο, το διαιρούμε με το συνολικό μεταβλητό κόστος, που μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αντιστοιχεί σ' αυτές τις παραγγελίες· έτσι βρίσκουμε μια μέση εκτίμηση του κόστους παραγγελίας. Στη συνέχεια βελτιώνουμε αυτές τις εκτιμήσεις με λεπτομερείς μετρήσεις. Πρέπει να πούμε ότι η περιοχή μεταβολής του κόστους παραγγελίας είναι πάρα πολύ μεγάλη, γι' αυτό και επαναλαμβάνουμε ότι πρέπει σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση να βρίσκουμε μια κατά το δυνατό ικανοποιητική εκτίμησή του. Για να κάνουμε όμως αυτή την εκτίμηση, δεν πρέπει να παραβλέπουμε ότι ένα σφάλμα  $\pm 25\%$  στην εκτίμηση του κόστους παραγγελίας δεν προκαλεί, όπως θα αποδείξουμε στην § 4.3.8, παρά αύξηση 1% στο συνολικό κόστος.

Συνεπώς, η εκτίμηση του κόστους της παραγγελίας σε ένα σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου αποθεμάτων δεν παρουσιάζει δυσκολία, αφού την ακρίβεια που χρειαζόμαστε μπορούμε να την εξασφαλίσουμε σχετικά εύκολα· αρκεί να μην παραλείψουμε κάποιο σημαντικό στοιχείο αυτού του κόστους.

Το κόστος παραγγελίας το συμβολίζουμε με  $C_2$ .

### 4.2.3. Κόστος διατηρήσεως του αποθέματος

Στο κόστος διατηρήσεως του αποθέματος εντάσσουμε τα στοιχειά κόστους που δημιουργούνται από τη φυσική παρουσία του αποθέματος. Το κόστος διατηρήσεως του αποθέματος για λόγους καθαρά αναλύσεως το διακρίνουμε στο κόστος αποθηκείσεως, παλαιώσεως και αχρηστεύσεως, απώλειας και κεφαλαίου. Ας δούμε με συντομία κάθε ένα από αυτά τα στοιχειά κόστους.

**Κόστος αποθηκείσεως.** Στο κόστος αποθηκείσεως εντάσσουμε τις δαπάνες του προσωπικού που είναι επιφορτισμένο με τη διαχείριση του αποθέματος, δηλαδή του προσωπικού που ασχολείται με τη λογιστική παρακολούθηση του αποθέματος καθημερινά ή κατά περιόδους. Εντάσσουμε επίσης το κόστος της φροντίδας και της προφυλάξεως του αποθέματος στις αποθήκες· αυτό είναι οι μισθοί των φυλάκων, το κόστος του κλιματισμού, κτλ. Το κόστος του χώρου αποθηκείσεως είναι συνήθως σταθερό και επομένως δεν το παίρνουμε υπόψη μας. Αν όμως χρειαζόμαστε νέο χώρο για την τοποθέτηση του αποθέματος, τη δαπάνη για τη χρήση αυτού του χώρου πρέπει να την εντάξουμε στο κόστος αποθηκείσεως. Το κόστος αποθηκείσεως μπορούμε να το εκτιμήσουμε σχετικά

εύκολα με ακρίβεια. Παρόλα αυτά όμως το κάνουμε σπάνια στην πράξη, γιατί αποτελεί μικρό ποσοστό του κόστους διατηρήσεως του αποθέματος. Το ετήσιο κόστος αποθηκείσεως στην πράξη είναι περίπου το 1% της αξίας του αποθέματος.

**Κόστος παλαιώσεως και αχρηστεύσεως του αποθέματος.** Συχνά τα αποθέματα παθαίνουν όχι μόνο παλαίωση, αλλά και αχρήστευση εξαιτίας των τεχνολογικών εξελίξεων. Παλαίωση λέμε ότι παθαίνουν τα υλικά που έχουν ορισμένη διάρκεια ζωής. Η αχρήστευση αναφέρεται σε υλικά που αχρηστεύονται από νέες τεχνολογικές εξελίξεις. Το κόστος αυτό πρέπει να το εκτιμούμε σε κάθε περίπτωση. Στην πράξη, το κόστος παλαιώσεως και αχρηστεύσεως του αποθέματος είναι περίπου το 20–25% του κόστους διατηρήσεως του αποθέματος.

**Κόστος απώλειας.** Όσο λεπτομερειακό έλεγχο κι αν κάνουμε κατά τις δοσοληψίες του αποθέματος έχουμε λογιστικές διαφορές. Σχεδόν πάντοτε οι διαφορές αυτές είναι απώλειες, που οφείλονται στη μη κατάχωριση χορηγήσεων, σε φθορές, κτλ. Το μέγεθος των απωλειών για κάθε χρόνο στην πράξη είναι περίπου 1-2% της αξίας του αποθέματος και συνιστούμε να χρησιμοποιείται αυτό το μέγεθος σε όλες τις περιπτώσεις στις οποίες δεν έχουμε εκτιμήσει διαφορετικό ποσοστό από συγκεκριμένη ανάλυση.

**Κόστος κεφαλαίου.** Το περισσότερο σημαντικό από όλα τα στοιχεία του κόστους διατηρήσεως του αποθέματος είναι το κόστος του δεσμευμένου κεφαλαίου σε απόθεμα. Το κόστος αυτό το υπολογίζουμε συνήθως με βάση την απόδοση που θα είχε το κεφάλαιο αν το χρησιμοποιούσαμε διαφορετικά. Στην πράξη, το κόστος του κεφαλαίου είναι περίπου το 50-60% του κόστους διατηρήσεως του αποθέματος.

Το ετήσιο κόστος διατηρήσεως του αποθέματος έχει προκύψει από την πράξη ότι είναι ίσο με το 10 έως 20% της αξίας του αποθέματος. Αν λοιπόν  $C_1$  είναι η αξία της μονάδας του αποθέματος και  $I$  το ποσοστό της, που το θεωρούμε ως ετήσιο κόστος διατηρήσεως της μονάδας του αποθέματος, το ετήσιο κόστος διατηρήσεως της μονάδας του αποθέματος είναι το  $IC_1$ .

#### 4.2.4. Κόστος ελλείψεως του αποθέματος

Από όσα είπαμε μέχρι τώρα, έχει γίνει φανερό ότι αποθηκεύουμε

ένα είδος υλικού μόνο αν πρόκειται να το χρησιμοποιήσουμε. Κάθε φορά λοιπόν που δεν έχουμε απόθεμα ενώ το χρειαζόμαστε, χάνουμε τουλάχιστο εκείνο που θα κερδίζαμε άμεσα αν το είχαμε. Αυτό βέβαια μόνον αν εκείνος που χρειάζεται το απόθεμα δεν μπορεί ή δεν θέλει να περιμένει και αναζητά απόθεμα από άλλη πηγή. Υπάρχει όμως και η περίπτωση που κάποιος περιμένει μέχρι να έρθει νέο απόθεμα, οπότε δεν υπάρχει άμεση οικονομική συνέπεια. Το ποσό που χάνουμε αν δεν έχουμε απόθεμα διαφέρει πολύ από περίπτωση σε περίπτωση. Για να γίνει αυτό φανερό θα αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα. Αν τελειώσει το απόθεμα, έστω και ενός είδους πρώτης ύλης σε ένα εργοστάσιο, διακόπτεται η λειτουργία του, και το κόστος της ελλείψεως του αποθέματος είναι το κόστος του νεκρού χρόνου του εργοστασίου. Η έλλειψη ενός ανταλλακτικού για την επισκευή ενός αεροσκάφους δημιουργεί το κόστος της ακινησίας του, ώσπου να υπάρξει ανταλλακτικό, κτλ.

Πάρα πολλές φορές το κόστος της ελλείψεως του αποθέματος δεν είναι μόνο το κέρδος που χάσαμε επειδή δεν είχαμε απόθεμα, δηλαδή η άμεση οικονομική συνέπεια που μας απασχόλησε παραπάνω, αλλά και η μακρόχρονη οικονομική συνέπεια που δημιουργεί η δυσαρέσκεια των «πελατών», η οποία πολλές φορές τους οδηγεί σε αναζήτηση άλλων πηγών αποθέματος. Το μέρος αυτό του κόστους της ελλείψεως του αποθέματος, που το λέμε και κόστος απώλειας της «καλής πίστωσης», είναι το πιο σημαντικό στοιχείο, αλλά δυστυχώς είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να το εκτιμήσουμε στην πράξη.

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι το κόστος ελλείψεως του αποθέματος εξαρτάται από το είδος του αποθέματος που δεν έχουμε και από τη διάρκεια κατά την οποία δεν το έχουμε. Το κόστος αυτό το συμβολίζουμε με  $C_3$  και οι διαστάσεις του είναι δρχ. ανά μονάδα αποθέματος ανά μονάδα χρόνου.

### 4.3. ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### 4.3.1. Γενικά

Στις προηγούμενες παραγράφους εξηγήσαμε γιατί χρειαζόμαστε τα αποθέματα και ποιά είναι τα στοιχεία κόστους που πρέπει να παίρνουμε υπόψη μας στη μελέτη της διακίνησής τους. Για να αναγνωρίσουμε τα μεγέθη που καθορίζουν τη διακίνηση ενός συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου αποθεμάτων, ας φανταστούμε κατ' αρχήν ένα απλό σύστημα. Έστω λοιπόν ότι διατηρούμε ένα είδος υλικού σε απόθεμα και ότι κάποια χρονική στιγμή έχουμε ορισμένη ποσότητα από αυτό. Η ποσότητα αυτή είναι φανερό ότι θα διαρκέσει για ορισμένο χρονικό