

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

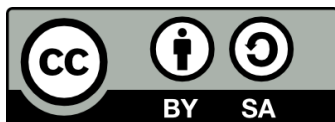
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ-ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
κ. ΚΑΡΑΚΙΤΣΙΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

«ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»

**Αθανασία Καρακίτσιου
MSc, PhD**

Σέρρες, 2007

.....
Αθανασία Καρακίτσιου

© (2007) ΑΤΕΙ Σερρών. All rights reserved.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	vii
1 Εισαγωγή στα Συστήματα Παραγωγής	1
1.1 Οικονομική Μονάδα και Επιχείρηση	1
1.2 Παραγωγή-Παραγωγικό Σύστημα-Διοίκηση Παραγωγής	7
1.3 Βασικές Κατηγορίες Παραγωγικών Συστημάτων	8
1.4 Λήψη Αποφάσεων στην Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων	10
2 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Νέων Προϊόντων	13
2.1 Η έννοια του προϊόντος	13
2.2 Κατηγορίες Προϊόντων	14
2.3 Κύκλος Ζωής του Προϊόντος	15
2.4 Στάδια Ανάπτυξη Προϊόντος	17
3 Διαχείριση Αποθεμάτων	25
3.1 Εισαγωγή	25
3.2 Η Σημασία των Αποθεμάτων	25
3.2.1 Ταξινόμηση των Αποθεματικών Συστημάτων	27
3.3 Θεωρία Αποθεμάτων	28
3.4 Ποία Είδη Θα Αποθεματοποιηθούν	30
3.5 Πολιτικές ελέγχου	32
3.5.1 Η Πολιτική Ελέγχου (R, r)	33
3.5.2 Η Πολιτική Ελέγχου (Q, r)	34
3.5.3 Η Πολιτική Ελέγχου (s, S)	35

3.5.4 Πολιτικές (S) και ($S - 1, S$)	36
3.6 Ανάλυση των Αποθεματικών Συστημάτων	36
3.6.1 Το Μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας ΟΠΠ (Economic Order Quantity EOQ)	37
3.6.2 Η ΟΠΠ όταν επιτρέπεται ανικανοποίητη ζήτηση	42
3.6.3 Η Ζήτηση Ικανοποιείται με Πεπερασμένο Ρυθμό Παραγωγή	46
3.6.4 Εκπτώσεις Ποσοτήτων	49
3.6.4.1 Σταδιακή έκπτωση	49
3.6.4.2 Έκπτωση σε όλη την ποσότητα	50
4 Προβλέψεις	55
4.1 Εισαγωγή	55
4.2 Τα Στάδια στην Διαδικασία Πρόβλεψης	56
4.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονοσειρών	58
4.3.1 Απλός Μέσος Όρος	58
4.3.2 Κινητός Μέσος Όρος	59
4.3.3 Εκθετική Εξομάλυνση	61
4.4 Ατιοκρατικές Μέθοδοι	63
4.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	63
5 Σχεδιασμός Συστημάτων Παραγωγής	67
5.1 Εισαγωγή	67
5.2 Επιλογή τύπου εγκατάστασης	67

Κατάλογος Σχημάτων

1.1 Η Απεικόνιση της Επιχείρησης ως Σύστημα	3
2.1 Ο κύκλος Ζωής του Προϊόντος	16
2.2 Στάδια Ανάπτυξης ενός προϊόντος	18
2.3 Διάγραμμα Νεκρού Σημείου	21
2.4 Η Καμπύλη Μάθησης	23
3.1 Η Καμπύλη ABC	31
3.2 Παράδειγμα Ανάλυσης ABC	33
3.3 Πολιτική Περιοδικού Ελέγχου (R, r)	34
3.4 Πολιτική Συνεχούς Ελέγχου (Q, r)	35
3.5 Πολιτική (S, s) με Περιοδικό Έλεγχο	36
3.6 Διαγραμματική Απεικόνιση του Μοντέλου Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας	38
3.7 Μέσο Συνολικό Κόστος	40
3.8 Το Αποθεματικό Σύστημα με Ανικανοποίητη Ζήτηση	43
3.9 Αποθεματικό Σύστημα με Ικανοποίηση της Ζήτησης από την Παραγωγή	47
3.10 Η Συνάρτηση του Μεταβλητού Κόστους Παραγγελίας με Σταδιακή Έκπτωση	50
3.11 Η Συνάρτηση του Μεταβλητού Κόστους Παραγγελίας με Έκπτωση σε Όλη την Ποσότητα	51
4.1 Τα Στάδια της Διαδικασίας Πρόβλεψης	57
4.2 Μέσος όρος των πωλήσεων με βάση τα δεδομένα τριών εβδομάδων και έξι εβδομάδων	61
4.3 Η γραμμή της Παλινδρόμησης	64

5.1 Συντεταγμένες των Πελατών	68
---	----

Κατάλογος Πινάκων

3.1	Παράδειγμα Ανάλυσης ABC	32
4.1	Δεδομένα του Παραδείγματος 4.2	60
4.2	Πρόβλεψη με Κινούμενους μέσους για τα δεδομένα του Πίνακα 4.1 .	60
4.3	Δεδομένα του Παραδείγματος 4.4	65
4.4	Υπολογισμός βοηθητικών στοιχείων για την επίλυση του Παραδείγματος 4.4	65
5.1	Αριθμητικά Δεδομένα για το Παράδειγμα 5.1	69
5.2	Υπολογισμός των Συντελεστών Μεταφοράς	69
5.3	Υπολογισμός Τετμημένης x για το Παράδειγμα 5.1	70
5.4	Υπολογισμός Τεταγμένης y για το Παράδειγμα 5.1	70

Εισαγωγή

Διοίκηση Παραγωγής είναι η επιστήμη που ασχολείται με τα προβλήματα και τις μεθόδους διοίκησης μιας βασικής για κάθε παραγωγικό σύστημα λειτουργίας, που είναι η λειτουργία της παραγωγής. Η παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών είναι μια από τις κύριες διοικητικές λειτουργίες κάθε επιχείρησης.

Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί ραγδαίες εξελίξεις στο επιστημονικό πεδίο της διοίκησης παραγωγικών μονάδων και ιδιαίτερα της οργάνωσης και διοίκησης παραγωγής με αποτέλεσμα αφενός την ύπαρξη ενός μεγάλου όγκου βιβλιογραφίας που αναφέρεται σε αυτό, και αφετέρου την αναγνώριση της σημασίας τους για τον κόσμο των επιχειρήσεων.

Το μάθημα της Οργάνωσης Παραγωγής αποσκοπεί στην εισαγωγή των φοιτητών του τμήματος Μηχανολογίας του ΤΕΙ Σερρών σε προβλήματα και αναλύσεις σχετιζόμενες με την σχεδίαση, τον προγραμματισμό, τον έλεγχο και τη βελτίωση των λειτουργιών της παραγωγής και στην προβάλλη της ανάγκης για αποτελεσματικό μánαιζμεντ των περιορισμένων πόρων των συστημάτων αυτών. Επιπλέον οι φοιτητές θα αποκτήσουν μια ουσιαώδη γνώση των προβλημάτων που παρουσιάζουν τα Συστήματα Παραγωγής κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία τους, καθώς και των μεθόδων επίλυσης των προβλημάτων αυτών.

Τα θέματα που περιλαμβάνει ο χώρος της Οργάνωσης Παραγωγής είναι εξαιρετικά ευρεία. Για το λόγο αυτό θα δοθεί έμφαση σε όσα από αυτά θεωρούνται ζωτικής σημασίας για την λειτουργία της παραγωγής ενώ κάποια άλλα θα προβληθούν σύντομα άλλα περιεκτικά,

Με την ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής θα πρέπει να γνωρίζει τις βασικές αρχές σχεδιασμού και παραγωγικής λειτουργίας των συστημάτων παραγωγής. Ειδικότερα θα πρέπει να γνωρίζει τα εξής:

- Ικανότητα Σχεδιασμού προϊόντος και παραγωγικής διαδικασίας
- Τρόποι επιλογής θέσης εγκατάστασης συστήματος παραγωγής.
- Τρόποι και μέθοδοι διαχείρισης έργων
- Εισαγωγή στις τεχνικές επιλογή κατάλληλης δυναμικότητας και υπολογισμού

- κόστους προϊόντος.
- Γνωριμία με τις τεχνικές μέτρησης εργασίας
 - Διαχείριση αποθεμάτων
 - Εργονομικός σχεδιασμός θέσεων εργασίας
 - Μέθοδοι συντήρησης εξοπλισμού

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα Συστήματα Παραγωγής

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τον ορισμό βασικών εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν σε όλη την διάρκεια του μαθήματος. Θα ξεκινήσουμε την παρουσίαση αυτών των ορισμών από την έννοια της επιχείρησης και των λειτουργιών που επιτελούνται σε αυτή. Στην συνέχεια θα ορίσουμε τις έννοιες της «παραγωγής», του «παραγωγικού συστήματος» και της «διοίκησης παραγωγής».

1.1 Οικονομική Μονάδα και Επιχείρηση

Οικονομική μονάδα, θεωρείται ο συστηματικός συνδυασμός των παραγωγικών συντελεστών (εργασία, κεφάλαιο, γη) με στόχο την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών για την άμεση ή έμμεση κάλυψη των απεριόριστων αναγκών του ανθρώπου.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό τα κύρια χαρακτηριστικά των οικονομικών μονάδων είναι:

- (α) Συστηματικός συνδυασμός των συντελεστών παραγωγής. Αυτό σημαίνει ότι δεν αρκεί ο οποιοσδήποτε συνδυασμός των τριών συντελεστών παραγωγής αλλά αυτός πρέπει να είναι συστηματικός, δηλαδή να έχει οργάνωση, προοπτική διάρκειας και να αποβλέπει σε σαφείς και προκαθορισμένους στόχους.
- (β) Κύριος σκοπός τους είναι η παραγωγή αγαθών για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών. Αυτό σημαίνει ότι η οικονομική μονάδα εξυπηρετεί τον άνθρωπο με την ικανοποίηση των αναγκών του.
- (γ) Η Οικονομική Μονάδα διαθέτει τα κατάλληλα εργαλεία για την εκτέλεση των βασικών λειτουργιών, της παραγωγής και της διανομής, για την παραγωγή των αγαθών και διανομή τους, ώστε τα παραγόμενα αγαθά σε εκείνους που τα έχουν ανάγκη.

Οι οικονομικές μονάδες διακρίνονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

Εξισωτικές, οι οποίες αποβλέπουν με τα έσοδα τους να καλύπτουν τα έξοδα τους για να εξασφαλίσουν την επιβίωση τους. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν συνήθως οι οργανισμοί που έχουν δημόσιο χαρακτήρα π.χ. κρατικά νοσοκομεία.

Κτητικές ή προσαυξητικές, οι οποίες επιδιώκουν με τα έσοδα τους να καλύπτουν τα έξοδα τους άλλα και να επιτυγχάνουν και μια διαφορά υπέρ των εσόδων, που τους επιτρέπει να επεκτείνονται και να αναπτύσσονται, π.χ κοινωφελές ιδρύματα.

Ποριστικές ή κερδοσκοπικές, οι οποίες επιδιώκουν το κέρδος ως διαφορά μεταξύ των εσόδων και των εξόδων το οποίο αποτελεί το κέρδος των φορέων που τους διαθέτουν το απαραίτητο για την λειτουργία τους κεφάλαιο. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι επιχειρήσεις.

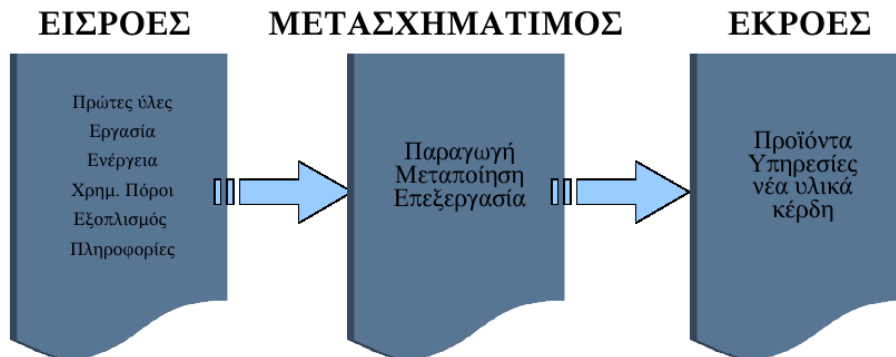
Η επιχείρηση (Business, enterprise) αποτελεί μια από τις πολλές μορφές των οικονομικών μονάδων που λειτουργεί ως αυτόνομο ανοικτό σύστημα, αξιοποιεί και συνδυάζει παραγωγικούς συντελεστές για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών τα οποία διαθέτει στην κοινωνία. Η ιδιομορφία της επιχείρησης, που την ξεχωρίζει από τους άλλους οικονομικούς οργανισμούς εντοπίζεται στα εξής:

1. Το κεφάλαιο για την σύσταση της, το διαθέτει άμεσα ή έμμεσα (με την έννοια ότι αν δεν έχει δικό του βρίσκει ξένο, δανειακό) ένα πρόσωπο (ιδιωτικού ή δημοσίου δικαίου) που είναι ο φορέας της επιχείρησης.
2. Ο φορέας επιδιώκει κέρδος ως διαφορά μεταξύ εσόδων και εξόδων το οποίο περιέχεται σε αυτόν και αποτελεί την ανταμοιβή του για το κεφάλαιο που διέθεσε, την επιχειρηματικότητα που δείχνει και τον κίνδυνο που διατρέχει αντί για κέρδος να υποστεί ζημιές.

Στα παραπάνω χαρακτηριστικά της επιχείρησης θα πρέπει να προστεθούν και τα εξής: Η επιχείρηση ως οικονομικός οργανισμός έχει

- Οικονομική αυτοτέλεια
- Διοικητική αυθυπαρξία
- Σχετική νομική αυτονομία

Η επιχείρηση εκτός από κερδοσκοπικός οργανισμός στην πράξη και την λειτουργία της αποτελεί ένα σύστημα. Είναι δηλαδή ένα οργανωμένο σύνολο, ανάλογο με αυτό που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.1 αποτελούμενο από επιμέρους στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση στην επιδίωξη των σκοπών της. Τα στοιχεία αυτά είναι τα συστατικά της επιχείρησης τα οποία διαιρούνται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:



Σχήμα 1.1: Η Απεικόνιση της Επιχείρησης ως Σύστημα

Τις εισροές (inputs) που αποτελούν τους απαραίτητους πόρους για την λειτουργία της επιχείρησης π.χ α ύλες, εργασία, εξοπλισμός

Τις εκροές (outputs) δηλαδή τα παραγόμενα προϊόντα ή οι υπηρεσίες που είναι το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού των εισροών μέσω της διαδικασίας της οργάνωσης.

Πιθανές καταστάσεις που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση είναι:

- Εισροές > Εκροές : Η επιχείρηση έχει ζημία
- Εισροές = Εκροές : Η επιχείρηση βρίσκεται στο νεκρό σημείο
- Εισροές < Εκροές : Η επιχείρηση έχει κέρδος

Τρία είναι τα σημαντικότερα στοιχεία που δίνουν την δυναμική διάσταση της επιχείρησης:

- Η κινητικότητα και οι μεταβολές στην δομή, στις αποφάσεις, στις εισροές, στις διαδικασίες παραγωγής κ.α
- Η αντίδραση και η προσαρμογή. Κάθε επιχείρηση δέχεται επιδράσεις από το εξωτερικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται. Επομένως είναι απαραίτητη η ανάγκη συνεχούς αντίδρασης και προσαρμογής του συστήματος στα νέα δεδομένα προκειμένου να επιβιώσει.
- Η ανατροφοδότηση (Feedback). Ο μηχανισμός αυτός δίνει την δυνατότητα συνεχούς αυτοελέγχου. Γίνονται συγκρίσεις της πραγματικής με την επιθυμητή απόδοση και ακολουθούν διορθωτικές ενέργειες στην λειτουργία της.

Οι επιχειρήσεις διακρίνονται ανάλογα με κριτήρια σε διάφορες κατηγορίες. Τα πιο συνηθισμένα κριτήρια για την διάκριση των επιχειρήσεων είναι:

Ο τομέας της οικονομίας στον οποίον δραστηριοποιείται. Τρεις είναι οι τομείς της οικονομίας στους οποίους δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις.

- *Ο πρωτογενής τομέας.* Οι επιχειρήσεις αυτής της κατηγορίας ασχολούνται με την καλλιέργεια γης, την εκμετάλλευση φυσικού πλούτου, π.χ. γεωργικές, κτηνοτροφικές επιχειρήσεις.
- *Ο δευτερογενής τομέας,* στον οποίο εντάσσονται επιχειρήσεις που μεταποιούν προϊόντα του πρωτογενούς τομέα σε προϊόντα τελικής κατανάλωσης, π.χ. βιοτεχνίες, βιομηχανίες.
- *Ο Τριτογενής τομέας* στον οποίον εντάσσονται οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα παροχής υπηρεσιών π.χ. τράπεζες, ξενοδοχεία.

Η νομική μορφή. Διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- *Επιχειρήσεις ατομικής μορφής* η οποίες ιδρύονται και διοικούνται από ένα άτομο, που ευθύνεται για την επιχείρηση για όλη του την περιουσία.
- *Επιχειρήσεις εταιρικής μορφής,* ονομάζονται οι επιχειρήσεις που για την ίδρυση και λειτουργία τους συμπράττουν δύο οι περισσότερα άτομα ή ακόμα και επιχειρήσεις. Διακρίνονται σε (α) προσωπικές και (β) κεφαλαιουχικές ανάλογα με το αν κυριαρχούν στην λειτουργία τους τα πρόσωπα ή τα κεφαλαία.

(α) Προσωπικές Εταιρίες

Ομόρρυθμος Εταιρεία (Ο.Ε) , είναι εκείνη που τα μέλη ευθύνονται απεριόριστα και με την προσωπική τους περιουσία για τυχόν οφείλες της επιχείρησης, ανεξάρτητα από τα κεφάλαια που εισέφερε.

Ετερόρρυθμος Εταιρεία (ΕΕ). Στην νομική αυτή μορφή τουλάχιστον ένας εταίρος ευθύνεται προσωπικά και απεριόριστα για ολόκληρες τις υποχρεώσεις της επιχείρησης.

Αφανής Εταιρεία. Αφορά την συμφωνία μεταξύ εταίρων. Η εταιρεία δεν είναι εμφανής στο κοινό μαζί του συναλλάσσεται ο «εμφανής εταίρος».

(β) Κεφαλαιουχικές Εταιρίες

Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης (Ε.Π.Ε). Έχει χαρακτήρα τόσο της προσωπικής όσο και της κεφαλαιουχικής εταιρείας. Η διοίκηση ασκείται από την γενική συνέλευση. Τα κεφάλαια της διαιρούνται σε μερίδια και όχι μετοχές. Η ευθύνη των εταίρων περιορίζεται μέχρι του ποσού της συμμετοχής τους. Υπάρχει δυνατότητα μεταβίβασης των μεριδίων.

Ανώνυμη Εταιρεία (Α.Ε). Είναι η πιο σημαντική κεφαλαιουχικού τύπου εταιρία, η οποία μπορεί να συγκεντρώσει σημαντικά κεφάλαια, με την μορφή μετοχών. Οι μετοχές μεταβιβάζονται σε τρίτα πρόσωπα. Από άποψης διοίκησης της ΑΕ διακρίνουμε την γενική συνέ-

λευση των μετόχων, το ΔΣ και τους ελεγκτές. Η ευθύνη των εταίρων περιορίζεται μέχρι του ποσού της συμμετοχής τους.

Το μέγεθος της επιχείρησης Μια ακόμη διάκριση των επιχειρήσεων μπορεί να γίνει με κριτήριο το μέγεθος, σε μικρές-μεσαίες-μεγάλες. Σύμφωνα με την γενική κατάταξη της Ε.Ε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις θεωρούνται αυτές που πληρούν ταυτόχρονα τις κάτωθι υποθέσεις:

- (α) Έχουν αριθμό εργαζομένων έως 250 άτομα (μικρές κάτω των 50 και πολύ μικρές κάτω των 10).
- (β) Έχουν ανεξαρτησία τουλάχιστον 75% των συνολικών κεφαλαίων.
- (γ) Έχουν κύκλο εργασιών έως και 40 εκ. ευρώ.

Ο κλάδος δραστηριότητας Διακρίνουμε επιχειρήσεις

- Ιδιωτικές, όταν τα κεφάλαια ή η διοίκηση ή και τα δύο ανήκουν αποκλειστικά στους ιδιώτες, π.χ. εργοστάσια κ.α
- Δημόσιες, όταν τα κεφάλαια ή η διοίκηση ή και τα δύο ανήκουν αποκλειστικά στο κράτος, π.χ. Δημόσιες Υπηρεσίες, πανεπιστήμια κ.α.
- Μικτές όταν οι διοικητικές δραστηριότητες και τα κεφάλαια ανήκουν και στους δύο παραπάνω φορείς. Η ιδιαιτερότητα αυτή γίνεται επιβεβλημένη σε ορισμένες περιπτώσεις όπου το κράτος χρειάζεται η συμβολή ιδιωτικών κεφαλαίων για να επίτευξη των στόχων του.

Άλλα κριτήρια κατηγοριοποίησης των επιχειρήσεων μπορεί να αποτελέσουν

- Ο φορέας εκμετάλλευσης
- Η σύνθεση των παραγωγικών συντελεστών
- Ο επιδιωκόμενος σκοπός
- Η γεωγραφική εξάπλωση
- Ο βαθμός συνεργασίας με άλλες επιχειρήσεις

Κατά την διάρκεια μετασχηματισμού των εισροών σε εκροές που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια μια επιχείρησης λαμβάνουν χώρα ορισμένες συντονισμένες λειτουργίες χωρίς τις οποίες η επιχείρηση δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσει. Η λειτουργία ορίζεται ως μια εξειδικευμένη διαδικασία. Πέντε είναι βασικές λειτουργίες.

Η λειτουργία των προμηθειών. Ασχολείται με την προμήθεια των κατάλληλων πρώτων υλών και προϊόντων στον κατάλληλο χρόνο και στην καλύτερη τιμή. Το αντικείμενο των υπευθύνων της λειτουργίας προμηθειών περιλαμβάνει:

- Έρευνα αγοράς για τον εντοπισμό των κατάλληλων υλικών
- Επιλογή προμηθευτών

- Προγραμματισμός του κατάλληλου χρόνου πραγματοποίησης των αγορών
- Διαπραγμάτευση τιμής αγοράς

Η λειτουργία των προμηθειών στις σύγχρονες επιχειρήσεις αποκτά ιδιαίτερη σημασία γιατί

- (α) είναι έντονη η τάση μείωση των αποθεμάτων εξαιτίας του υψηλού διαχειριστικού κόστους που αυτά συνεπάγονται.
- (β) στην σύγχρονη εποχή έχουν διαμορφωθεί τεχνολογίες και προγράμματα αυτόματης παρακολούθησης των αποθεμάτων με συνέπεια την μείωση της αναγκαίας κάθε στιγμή στάθμη τους. Επιπλέον οι τεχνολογίες αυτές φέρνουν την επιχείρηση σε απ' ευθείας σύνδεση με τους προμηθευτές της ώστε η λειτουργία του εφοδιασμού να γίνεται γρήγορα με ακρίβεια, στο σωστό χρόνο στην σωστή τιμή.

Η λειτουργία του Μάρκετινγκ η οποία αποτελεί το συνδεδετικό κρίκο της επιχείρησης και του περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιείται. Οι δραστηριότητες που εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία είναι:

- Προγραμματισμός δραστηριοτήτων βάσει προβλέψεων για μελλοντική ζήτηση
- Προγραμματισμός παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών βάσει ερευνών αγοράς
- Επιλογή δικτύων διανομής
- Καθορισμός μέσων προβολής
- Καθορισμός τιμής και όρων πώλησης
- Προγραμματισμός πωλήσεων

Η λειτουργία των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών Για την πραγματοποίηση και αξιολόγηση των δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης και ειδικότερα των λειτουργιών της παραγωγής και του μάρκετινγκ είναι απαραίτητη η ύπαρξη της χρηματοοικονομικής λειτουργίας. Οι σπουδαιότερες από τις χρηματοοικονομικές δραστηριότητες είναι:

- Λογιστική παρακολούθηση της επιχείρησης στην οποία εντάσσονται δραστηριότητες όπως:
 - πληρωμές
 - εισπράξεις
 - κοστολόγηση προϊόντων
 - έκδοση ισολογισμού.
- Αξιολόγηση προτεινόμενων επενδύσεων.

- Ανεύρεση πηγών χρηματοδότησης ή την επικερδή τοποθέτηση υφισταμένων αποθεματικών.

Η λειτουργία του προσωπικού , έχει μεγάλη σημασία αφού αντικείμενο αυτής της δραστηριότητας είναι ο ανθρώπινος παράγοντας στα πλαίσια της επιχείρησης. Σε μία επιχείρηση η συγκεκριμένη λειτουργία αναλαμβάνει την επίλυση 3 βασικών προβλημάτων που είναι :

- Προσέλκυση προσωπικού.
- Επιλογή νέου προσωπικού.
- Πρόσληψη νέου προσωπικού.

Για το τέλος αφήσαμε την λειτουργία της παραγωγής που είναι αυτή που θα μας απασχολήσει στα πλαίσια του συγκεκριμένου μαθήματος και την οποία θα ασχοληθούμε αναλυτικά στη επόμενη ενότητα.

1.2 Παραγωγή-Παραγωγικό Σύστημα-Διοίκηση Παραγωγής

Η λειτουργία της παραγωγής αναφέρεται στην μετατροπή των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα. Για πολλούς ανθρώπους ο όρος παραγωγή σημαίνει εργοστάσια, μηχανήματα, εξοπλισμό και απτά προϊόντα. Ωστόσο ο όρος είναι σαφές ότι περιλαμβάνει και τη διαχείριση μη βιομηχανικών δραστηριοτήτων ή υπηρεσιών όπως είναι οι τράπεζες, η διεύθυνση ξενοδοχείων, οι μεταφορές, η εκπαίδευση, κλπ. Έτσι ορίζεται ότι :

Παραγωγή είναι η κάθε οργανωμένη δραστηριότητα που αποσκοπεί στην αύξηση της αξίας ή της χρησιμότητας υλικών αγαθών (προϊόντων) ή της παροχής υπηρεσιών με την ανάληψη κάποιων πόρων (π.χ. υλικών, εργασίας, μηχανών, κ.α.).

Η λειτουργία της παραγωγής περιλαμβάνει :

- Τη μεθοδολογία παραγωγής (σχεδιασμός εξοπλισμού, χειρισμός εξοπλισμού, μέθοδοι κατασκευής, εργαλεία κ.ά.).
- Την εγκατάσταση του εργοστασίου και την διάταξη χώρων (διευθέτηση υλικών, εγκατάσταση μηχανών, διακίνηση υλικών κ.ά.).
- Τον προγραμματισμό και τον έλεγχο (σχεδιασμός εκκίνησης, έλεγχος προόδου κ.ά.).
- Το σχεδιασμό του προϊόντος (προγραμματισμός της παραγωγικής διαδικασίας κ.ά.).
- Την εξασφάλιση ποιότητας βάσει προτύπων (δειγματοληψίες, πίνακες ελέγχου κ.ά.).

- Τον έλεγχο αποθεμάτων (αποθήκευση, παραγγελίες, και έλεγχος).
- Τη μελέτη εργασίας και το σχεδιασμό έργου (μέθοδοι εργασίας, πρότυπα εργασίας κ.ά)

Με τον όρο παραγωγικό σύστημα εννοούμε κάθε οργανωμένο σύνολο το οποίο μέσα από προκαθορισμένες διαδικασίες μετατρέπει εισερχόμενους πόρους σε αγαθά.

Εύκολα αντιλαμβάνεται κάποιος την κεφαλαιώδη σημασία του σωστού σχεδιασμού, της οργάνωσης, της εκμετάλλευσης και του ελέγχου των παραγωγικών συστημάτων που προορίζονται να εξυπηρετήσουν τις ανθρώπινες κοινωνίες. Η οργάνωση της παραγωγής αναφέρετε στο σύνολο των δραστηριοτήτων που αφορούν, τον σχεδιασμό, προγραμματισμό, έλεγχο και οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας με σκοπό την ικανοποίηση των παρακάτω στόχων.

- Η ικανοποίηση της ζήτησης. Ο πελάτης πρέπει να λάβει:
 - Όλη την Ποσότητα
 - Σε αρίστη ποιότητα
 - Και έγκαιρα
- Μεγιστοποίηση της χρήσης του εξοπλισμού.
- Μεγιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας κάθε μηχανήματος.
- Ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων.
- Μεγιστοποίηση της ποιότητας.

Η μελέτη και διαχείριση των παραγωγικών συστημάτων, τόσο σε επίπεδο μεμονωμένης επιχείρησης, όσο και για μια οικονομία στο σύνολο της, είναι ένας απαραίτητος όρος ανάπτυξης και προόδου. Σε όλα τα παραπάνω ερωτήματα έρχεται να δώσει απαντήσεις η επιστήμη της Οργάνωσης και Διοίκησης Παραγωγής. Έτσι δίνεται ο εξής ορισμός:

Ο επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με το σχεδιασμό και την λειτουργία των παραγωγικών συστημάτων ονομάζεται Διοίκηση Παραγωγής.

1.3 Βασικές Κατηγορίες Παραγωγικών Συστημάτων

Τα παραγωγικά συστήματα μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες με κριτήριο την ροή της παραγωγικής διαδικασίας.

Τα συστήματα συνεχούς ροής στα οποία η παραγωγική διαδικασία ακολουθεί γραμμική δομή και παράγεται ένα προϊόν της ίδιας οικογένειας, π.χ. κηροζίνη, βενζίνη διαφόρων τύπων, μαζούτ, άσφαλτο, ορυκτέλαιο, κλπ. Τα παραγωγικά συστήματα αυτού το είδους χαρακτηρίζονται από μεγάλο αυτοματισμό στην παραγωγική διαδικασία, μεγάλο κόστος αρχικής εγκατάστασης, απαίτηση για μεγάλα αποθέματα πρώτων υλών, χαμηλή ελαστικότητα αναπροσαρμογής της μορφής παραγωγής στις αλλαγές της ζήτησης.

Τα συστήματα γραμμής συναρμολόγησης στα οποία η παραγωγή εξειδικεύεται σε περιορισμένο αριθμό τυποποιημένων προϊόντων που παράγονται σε αντίστοιχες γραμμές παραγωγής (συνήθως συναρμολόγησης) και προορίζονται για ευρεία κατανάλωση. Η ροή του προϊόντος είναι η ίδια για κάθε κομμάτι. Ο παραγωγικός εξοπλισμός οργανώνεται σε γραμμική διάταξη είναι ειδικής χρήσης και έχει μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης. Π.χ. βιομηχανίες αυτοκινήτων, ηλεκτρονικών συσκευών, οικιακών συσκευών, κ.α.

Τα συστήματα παραγωγής σε παρτίδες στα οποία γίνεται παραγωγή μικρών παρτίδων ομοίων προϊόντων από τον ίδιο εξοπλισμό. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται για παραγωγή ποικιλίας προϊόντων σε ενδιάμεσους όγκους. Στα πλεονεκτήματα συγκαταλέγονται η δυνατότητα επιλογή παραγωγής παρτίδων που έχουν ζήτηση, η αξιοποίηση της δυναμικότητας, ο περιορισμός αποθεμάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα, οι εκδοτικές επιχειρήσεις (εφημερίδων, περιοδικών, βιβλίων), οι φαρμακοβιομηχανίες, βιομηχανίες σοκολάτας, παγωτών, οι βιομηχανίες ενδυμάτων, κ.α.

Τα συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία στα οποία οι προδιαγραφές του προϊόντος ορίζονται από τον πελάτη. Ο εξοπλισμός οργανώνεται ώστε να προσφέρει λειτουργικότητα με ομαδοποίηση ομοειδών μηχανών και είναι χαμηλής αυτοματοποίησης, ενώ απαιτείται συνήθως η χρήση ειδικευμένου προσωπικού. Τα προϊόντα παράγονται σε μικρές ποσότητες και σε μεγάλη ποικιλία η ροή του προϊόντος διαφέρει ανάλογα με την παραγγελία. π.χ τα ξυλουργεία, τα μηχανουργεία.

Στις παραπάνω βασικές κατηγορίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν συμπληρωματικά και,

Τα κύτταρα παραγωγής στα οποία η παραγωγή γίνεται σε κύτταρα (κελιά, cells) στα οποία τα προϊόντα παράγονται ομαδοποιημένα ανάλογα με τις ανάγκες σε πρώτες ύλες, σε μηχανές, σε εξειδικευμένο προσωπικό, ανάλογα με τις διαδικασίες προετοιμασίας και ρύθμισης των μηχανών και της σειράς εκτέλεσης των διαφόρων επεξεργασιών.

Τα συστήματα παραγωγής έργων στα οποία η παραγωγή αφορά συνήθως ένα προϊόν (έργο) μεγάλου μεγέθους και μεγάλης αξίας που προορίζεται για ένα

πελάτη. Ο παραγωγικός εξοπλισμός διατάσσεται γύρω από το προϊόν και έχει συνήθως μικρό βαθμό αυτοματοποίησης.

1.4 Λήψη Αποφάσεων στην Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων

Οι αποφάσεις που αφορούν την διοίκηση ενός παραγωγικού συστήματος διακρίνονται με βάση τον χρονικό ορίζοντα στον οποίο αναφέρονται σε τρεις βασικές κατηγορίες.

Στρατηγικές Αποφάσεις: Οι στρατηγικές αποφάσεις αποτελούν την πιο σημαντική εργασία σε μια επιχείρηση. Οι στρατηγικές αποφάσεις χαράζουν τις επιμέρους στρατηγικές για όλες τις δραστηριότητες του παραγωγικού συστήματος (στρατηγική αποθεμάτων, στρατηγική μεταφορών, κτλ.) και οι αποφάσεις που παίρνονται θα κρίνουν σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία ή την αποτυχία συστήματος. Δύο είναι τα κύρια χαρακτηριστικά του στρατηγικού σχεδιασμού:

- Λαμβάνονται αποφάσεις από ανώτερα διοικητικά στελέχη. Τα διοικητικά στελέχη που συμμετέχουν στον στρατηγικό σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής προέρχονται από όλα τμήματα της επιχείρησης, όπως τα τμήματα παραγωγής και μαρκετινγκ και εφοδιασμού.
- Οι στρατηγικές αποφάσεις έχουν μακροχρόνιο προσανατολισμό. Συνήθως έχουν χρονικό ορίζοντα τουλάχιστον 5 ετών και συνεπώς, μέσα στο διάστημα αυτό, οι στρατηγικές αποφάσεις που λαμβάνονται δύσκολα αλλάζουν, ή θα κοστίσει πάρα πολύ μια μικρή ή μεγάλη αλλαγή τους. Ενδεικτικά προβλήματα για τα οποία χρειάζονται στρατηγικές αποφάσεις είναι η επιλογή τόπου εγκατάστασης ενός νέου εργοστασίου, ο σχεδιασμός ενός νέου προϊόντος, η επιλογή δυναμικότητας κ.ά.

Τακτικές αποφάσεις: αναφέρονται στον μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής. Συνήθως οι αποφάσεις τακτικής δεσμεύουν την επιχείρηση για ένα διάστημα 1-2 ετών και λαμβάνονται από μεσαία στελέχη διοίκησης της παραγωγής. Οι τακτικές αποφάσεις επηρεάζουν συνήθως ένα περιορισμένο τμήμα του συστήματος και έχουν λιγότερες επιπτώσεις συγκριτικά με τις στρατηγικές αποφάσεις στο γενικότερο σύστημα. Ενδεικτικά, αποφάσεις τακτικής είναι, ενοικίαση / αγορά αποθηκών, τοποθεσία αποθηκών, ο μηχανισμός ελέγχου των αποθεμάτων κ.ά.

Λειτουργικές αποφάσεις: η οποίες σχετίζονται με την καθημερινή ή εβδομαδιαία (άμεση) εργασία και λειτουργία του συστήματος. Οι λειτουργικές αποφάσεις είναι ιδιαίτερα κρίσιμες για την επιτυχία τόσο των στρατηγικών, όσο και των τακτικών αποφάσεων, αφού σχετίζονται με την καθημερινή ικανοποίηση των πελατών (δηλ. την καθημερινή απόδοση του συστήματος της παραγωγής).

Κάθε επιχείρηση πρέπει να καθιερώσει ένα σύστημα καθημερινής λειτουργίας που επιτυγχάνει την ικανοποίηση των πελατών της και για αυτό το λόγο καθιερώνει ένα δυναμικό σύστημα με αποφάσεις που αλλάζουν (διορθώνονται ή προσαρμόζονται) γρήγορα και συχνά. Ενδεικτικές δυναμικές αποφάσεις, που συνήθως λαμβάνονται από τα πιο χαμηλόβαθμα στελέχη του συστήματος παραγωγής, πόσα άτομα θα απασχοληθούν/σε ποια εργασία, πόσες ώρες/υπερωρίες, ποια προϊόντα θα αποθεματοποιηθούν, η αποδοχή ποιότητας παραλαβών/αποστολών κ.ά.

Κεφάλαιο 2

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Νέων Προϊόντων

2.1 Η έννοια του προϊόντος

Τα συστήματα παραγωγής λειτουργούν και αναπτύσσονται έχοντας ως σκοπό αφενός μεν την πραγματοποίηση κέρδους, αφετέρου δε την ικανοποίηση των διαφόρων αναγκών των καταναλωτών ή των άλλων επιχειρήσεων. Οι σκοποί αυτοί επιτυγχάνονται με την προσφορά των προϊόντων που παράγουν (αγαθά ή υπηρεσίες). Ως προϊόν, εννοείται, όχι μόνο το φυσικό προϊόν, αλλά και οι σχετικές υπηρεσίες που το συνοδεύουν, όπως είναι η ονομασία και το σήμα του προϊόντος (brand name), η συσκευασία, τα διάφορα είδη του κλπ.

Προϊόν ή υπηρεσία είναι το σύνολο των υλικών και άυλων χαρακτηριστικών, τα οποία με τη χρησιμότητά τους παρέχουν ικανοποίηση στις ανάγκες των καταναλωτών.

Έτσι, π.χ. όταν οι καταναλωτές αγοράζουν ένα αυτοκίνητο δεν εξετάζουν όλοι με την ίδια προσοχή τα ίδια χαρακτηριστικά. Ανάλογα με τον καταναλωτή δίδεται μεγαλύτερη σημασία στη τιμή, στη κατανάλωση, στην ύπαρξη ανταλλακτικών, στο χρόνο παράδοσης, στο χρώμα, στην άνεση στην ασφάλεια, στην πολυτέλεια κ.α. Άλλοι, επίσης δίνουν μεγαλύτερη σημασία σε «κοινωνικά» χαρακτηριστικά, όπως το οικογενειακό, το αθλητικό, το εντυπωσιακό κ.α. Επομένως το προϊόν, ως η βασική πηγή εσόδων για την επιχείρηση, περιλαμβάνει αποφάσεις και ενέργειες οι οποίες αποσκοπούν, αφενός μεν στην ικανοποίηση αναγκών μιας συγκεκριμένης ομάδας καταναλωτών, αφετέρου δε στην δημιουργία συγκεκριμένου πλεονεκτήματος έναντι των ανταγωνιστών.

Το είδος και τα χαρακτηριστικά του προϊόντος επηρεάζουν πολύ τον τρόπο διαμόρφωσης και λειτουργίας του παραγωγικού συστήματος. Στην παρούσα ενότητα δίνεται με γενικό τρόπο η σχέση ενός παραγωγικού συστήματος με τη φύση και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων. Η εισαγωγή ενός προϊόντος στην αγορά απαιτεί ένα σύνολο εργασιών οι οποίες είναι απαραίτητες να προηγηθούν μέχρι το προϊόν να

χρησιμοποιηθεί από τον καταναλωτή. Στο Σχήμα 2.2 φαίνονται τα στάδια (εργασίες) που πραγματοποιούνται μέχρις ότου το προϊόν να εισαχθεί στην αγορά.

2.2 Κατηγορίες Προϊόντων

Τα προϊόντα ταξινομούνται, σύμφωνα με διάφορα κριτήρια, σε ορισμένες κατηγορίες. Έτσι, σύμφωνα με ένα είδος διάκρισης, τα προϊόντα ταξινομούνται ανάλογα με:

Τη φύση του αγαθού, σε υλικά και άυλα αγαθά (ή υπηρεσίες). Στην κατηγορία των υλικών προϊόντων υπάγονται τα αγαθά που εμπίπτουν στις αισθήσεις μας, ενώ άυλα προϊόντα είναι οι προσφερόμενες υπηρεσίες. Βασική διαφορά ανάμεσα στα υλικά και στα άυλα προϊόντα είναι ότι τα υλικά προϊόντα αποθηκεύονται εφ' όσον δεν χρησιμοποιούνται για να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά, ενώ οι υπηρεσίες χάνονται, εφ' όσον δεν χρησιμοποιηθούν αφού δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι υπάρχουν και τα μικτά προϊόντα, δηλ. εκείνα τα προϊόντα με υλική υπόσταση και παροχή υπηρεσίας (π.χ. το σφράγισμα ενός δοντιού).

Την αμεσότητα που ικανοποιούν τις ανάγκες, σε άμεσα και έμμεσα αγαθά. Τελικά (ή άμεσα) προϊόντα θεωρούνται εκείνα τα αγαθά που δεν χρειάζονται περαιτέρω τροποποίηση/κατεργασία και συνήθως έχουν ως προορισμό των τελικό καταναλωτή, δηλ. αυτά που παρέχουν άμεση ικανοποίηση, χωρίς μεταβολή στη μορφή τους (π.χ.. φρούτα, έπιπλα κλπ.). Αντίθετα, ενδιάμεσα (ή έμμεσα) αγαθά καλούνται τα αγαθά που συμβάλλουν στην παραγωγή άλλων αγαθών (πρώτες ύλες, μηχανήματα κλπ.). Όσον αφορά τη σχέση τους με την εφοδιαστική διαχείριση, στα άμεσα προϊόντα έχουμε συνήθως μικρότερες συσκευασίες, μεγαλύτερα δίκτυα διανομής, και πρόσθεση όλων των σχετικών δαπανών παραγωγής-αποθήκευσης-μεταφορών στο τελικό κόστος του προϊόντος. Βέβαια πρέπει να τονισθεί ότι ένα προϊόν μπορεί να χαρακτηριστεί ως άμεσο ή έμμεσο από διαφορετικά πρίσματα. Για παράδειγμα, ένα μηχάνημα παραγωγής της επιχείρησης Α θεωρείται για το στέλεχος παραγωγής της επιχείρησης Α ως έμμεσο προϊόν, ενώ για το στέλεχος της παραγωγής της επιχείρησης Β που κατασκευάζει το μηχάνημα ως άμεσο προϊόν.

Το βαθμό επεξεργασίας τους, σε ακατέργαστα, ημικατεργασμένα και τελικά αγαθά. Τα τελικά αγαθά έχουν την έννοια των άμεσων αγαθών, ενώ τα έμμεσα προϊόντα ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας τους μπορούν να διακριθούν σε ακατέργαστα ή ημικατεργασμένα αγαθά. Τα ακατέργαστα αγαθά είναι αγαθά που βρίσκονται στην φυσική τους κατάσταση, δηλ. δεν έχουν υποστεί καμία ή σχεδόν καμία επεξεργασία (π.χ. μαλλί, βωξίτης, κ.ά). Τα ημικατεργασμένα αγαθά αποτελούνται από υλικά αγαθά που έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία, πλην όμως δεν έχουν περάσει όλα εκείνα τα στάδια που απαιτούνται για να

θεωρηθούν τελικά αγαθά (π.χ. ύφασμα).

Τον αριθμό των χρήσεων, σε διαρκή και καταναλωτά. Καταναλωτά (ή αναλώσιμα) προϊόντα είναι εκείνα τα αγαθά, τα οποία όταν χρησιμοποιηθούν χάνονται και έτσι δεν μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν (π.χ. τρόφιμα, απορρυπαντικά). Αντίθετα, διαρκή αγαθά είναι εκείνα τα οποία χρησιμοποιούνται επανειλημμένα για βραχύ ή μακρό χρονικό διάστημα (π.χ. σπίτια, αυτοκίνητα, ψυγεία). Τα καταναλωτά προϊόντα έχουν συνήθως συχνές μεταφορές/διανομές και μικρότερες εφοδιαστικές αλυσίδες, ενώ τα διαρκή προϊόντα έχουν μεγαλύτερες και πιο πολύπλοκες εφοδιαστικές αλυσίδες. Για παράδειγμα, για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός υλικών, και κατά συνέπεια προμηθευτών, απ' ό,τι για την κατασκευή ενός κρουασάν!

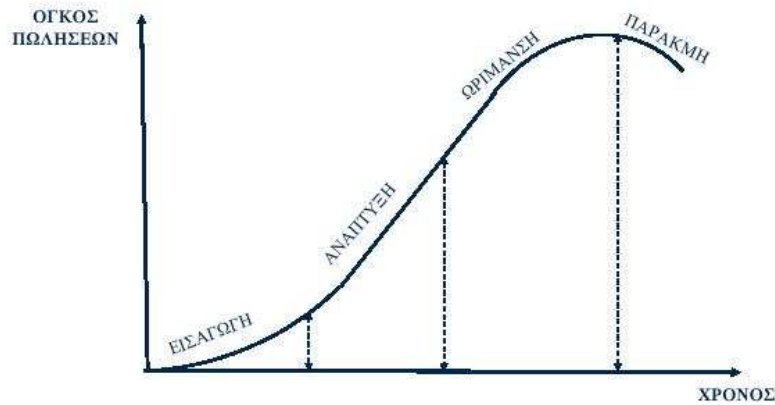
Τη σχέση τους με άλλα προϊόντα, σε συμπληρωματικά και ανταγωνιστικά αγαθά. Τα προϊόντα είναι συμπληρωματικά όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα για την ικανοποίηση μιας ανάγκης (π.χ. βενζίνη-αυτοκίνητο, καφές - ζάχαρη). Ανταγωνιστικά αγαθά ονομάζονται εκείνα που μπορούν να αλληλοϋποκαθίστανται για την ικανοποίηση μιας ανάγκης (π.χ. καφές-τσάι, ζάχαρη-ζαχαρίνη, σπορέλαιο-ελαιόλαδο).

2.3 Κύκλος Ζωής του Προϊόντος

Τα προϊόντα, όπως και οι ζωντανοί οργανισμοί δεν συνεχίζουν να παράγονται αιώνια, αλλά έχουν μια διάρκεια ζωής. Από τη στιγμή που θα παραχθούν για πρώτη φορά, μέχρι που θα σταματήσει η παραγωγή τους από τη τελευταία επιχείρηση, παρεμβάλλεται ένα χρονικό διάστημα. Αυτό μπορεί να είναι μικρό ή μεγάλο και διαφέρει ανάλογα το προϊόν. Όλα όμως τα προϊόντα διανύουν το κύκλο τους, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ορισμένα στάδια (εισαγωγή, ανάπτυξη, ωρίμανση, παρακμή) που περιγράφονται στη συνέχεια και παριστάνονται στο Σχήμα 2.1.

Στάδιο 1. Η εισαγωγή του προϊόντος στην αγορά.

Είναι η πρώτη εμφάνιση του προϊόντος στους καταναλωτές, είναι άγνωστο με χαμηλές πωλήσεις, μικρά περιθώρια κέρδους, μεγάλα έξοδα και επομένως υψηλή τιμή. Πολλά προϊόντα δεν μπορούν να «αντέξουν» στην αγορά μέχρι να γίνουν γνωστά και να βελτιώσουν τη θέση τους και επομένως πεθαίνουν πρόωρα. Ο κύκλος ζωής του προϊόντος που ξεκινά με την εισαγωγή, αναφέρεται σε νέο προϊόν, δηλαδή εκείνο που διαφέρει από παλαιότερα, έστω και σε λίγα σημεία. Τα πιο πολλά όμως νέα προϊόντα που εμφανίζονται καθημερινά, είναι ουσιαστικά παραλλαγές παλαιότερων. Διαφοροποιούνται σε ορισμένα σημεία, όπως η συσκευασία (π.χ. απορρυπαντικά), η μόδα (π.χ. ρούχα, τσάντες, παπούτσια). Τα πραγματικά, όμως νέα προϊόντα, όπως π.χ. φούρνος μικροκυμάτων, ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, εμφανίζονται στην αγορά σπάνια. Στη



Σχήμα 2.1: Ο κύκλος Ζωής του Προϊόντος

φάση αυτή η αξία της διαχείρισης είναι πολύ μεγάλη. Λόγω των χαμηλών πωλήσεων και του μικρού περιθωρίου κέρδους, ο σχεδιασμός του παραγωγικού συστήματος πρέπει να έχει γίνει πολύ προσεκτικά ώστε να έχει ελαχιστοποιηθεί το κόστος των διαδικασιών της παραγωγής και να μην προκληθεί επιπλέον κόστος στο προϊόν. Επιπλέον, έχει μεγάλη σημασία ο πελάτης να έχει το καλύτερο δυνατό επίπεδο εξυπηρέτησης έτσι ώστε να ενισχυθεί η εικόνα του προϊόντος. Αυτό σημαίνει ότι η παράδοση του προϊόντος στον πελάτη πρέπει να είναι έγκυρη και σωστή. Παρόλα αυτά, όσον αφορά το σύστημα διανομής του προϊόντος, στο στάδιο αυτό απαιτούνται λίγα σημεία αποθήκευσης (κέντρων διανομής) λόγω της χαμηλής ζήτησης.

Στάδιο 2. Η ανάπτυξη του προϊόντος

Η φάση της ανάπτυξης, χαρακτηρίζεται από γρήγορη αύξηση των πωλήσεων, ενώ παράλληλα έχουμε είσοδο νέων ανταγωνιστών. Η αύξηση των πωλήσεων οδηγεί σε μεγαλύτερα κέρδη και μειωμένα κόστη παραγωγής, τα οποία σε συνδυασμό με τη αύξηση του ανταγωνισμού οδηγούν στην μείωση της τιμής του προϊόντος. Στη φάση αυτή τα στελέχη του συστήματος θα πρέπει να σκέφτονται την επέκταση των σημείων διανομής (αποθηκών), την αύξηση των αποθεμάτων για να καλύψουν την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση, καθώς και τον καλύτερο συντονισμό των παραγγελιών τόσο των προμηθειών, όσο και των τελικών προϊόντων. Στην περίοδο ανάπτυξης η σωστή διαχείριση του συστήματος παίζει ίσως τον σημαντικότερο ρόλο στην ενίσχυση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος της επιχείρησης.

Στάδιο 3. Στάδιο ωριμότητας του προϊόντος

Η φάση της ωριμότητας μπορεί να διαιρεθεί σε τρία επιμέρους στάδια: Αναπτυξιακή ωριμότητα: Ο ρυθμός αύξησης των πωλήσεων, κι όχι οι πωλήσεις,

αρχίζει να μειώνεται, ενώ οι απαιτήσεις των πελατών αυξάνονται δραματικά. Σταθερή ωριμότητα: Η αύξηση των πωλήσεων εκμηδενίζεται λόγω κορεσμού της αγοράς. Φθίνουσα ωριμότητα: Το απόλυτο ύψος των πωλήσεων αρχίζει να μειώνεται και οι πελάτες στρέφονται και προς άλλα προϊόντα ή υποκατάστατα. Και στα τρία επιμέρους στάδια, οι υπηρεσίες του συστήματος παραγωγής πρέπει έχουν φτάσει στα καλύτερα σημεία απόδοσης. Ο ανταγωνισμός πλέον είναι ασφυκτικός και οι μειώσεις τόσο στον ρυθμό των πωλήσεων, όσο και στα απόλυτα νούμερα των πωλήσεων, αναγκάζουν τα στελέχη της επιχείρησης να βελτιώσουν περαιτέρω ότι επιδέχεται βελτίωση, αλλά και να προχωρήσουν στην παροχή νέων υπηρεσιών (αν αυτό είναι δυνατό). Με νέους τρόπους μεταφορών/διανομών, με καλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης, με αναδιαμόρφωση της πολιτικής και επέκταση σε λιγότερο αναπτυγμένες αγορές, επιχειρείται η επιβράδυνση της πτώσης των πωλήσεων.

Στάδιο 4. Παρακμή του προϊόντος

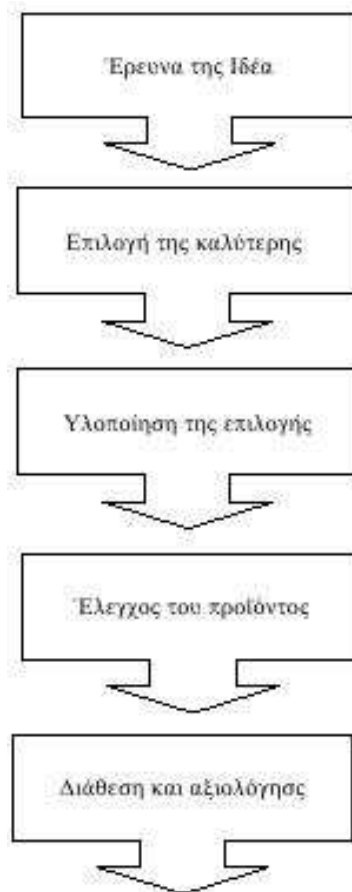
Η παρακμή χαρακτηρίζεται από τη συνεχή μείωση των πωλήσεων του προϊόντος. Κάπου εδώ τελειώνει και ο κύκλος ζωής του προϊόντος. Ανάλογα με την πολιτική της επιχείρησης για το προϊόν διαμορφώνεται και η διαχείριση του συστήματος παραγωγής. Αν το προϊόν επιλέγεται να αποσυρθεί από την αγορά και να υποστηριχθούν άλλα (νέα) προϊόντα, τα στελέχη της επιχείρησης καταργούν την παραγωγή για το προϊόν και ανασυντάσσουν τους πόρους του συστήματος για την υποστήριξη των άλλων προϊόντων. Αν πάλι επιλεγεί σταδιακή απόσυρση του προϊόντος από την αγορά, συνήθως περικόπτονται σταδιακά κι από το σύστημα οι πόροι που αντιστοιχούν στο προϊόν (π.χ.. μειώνεται ο αριθμός των αποθηκών).

2.4 Στάδια Ανάπτυξη Προϊόντος

Σχεδιασμός προϊόντος είναι το σύνολο των διαδοχικών ενεργειών οι οποίες απαιτούνται για να παραχθεί ένα προϊόν. Το Σχήμα 2.2 αναπαριστά τα στάδια που είναι απαραίτητα για το σχεδιασμός ενός νέου προϊόντος. Τα στάδια αυτά ποικίλλουν από εταιρεία σε εταιρεία. Πάντως είναι συμφωνημένα από την αρχή και δεν αλλάζουν κατά την πορεία.

Τα τρία πρώτα αποτελούν την ανάλυση και μελέτη ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Ο στόχος τους είναι να διερευνηθεί αν το συγκεκριμένο προϊόν μπορεί να παραχθεί από την εταιρία και βέβαια να ικανοποιεί τις ανάγκες της αγοράς. Η απόδοση του προϊόντος, το πιθανό κόστος και ποια θα είναι τα χαρακτηριστικά του, καθορίζονται σε αυτά τα στάδια. Το επόμενο στάδιο αφορά πλέον την παραγωγή και δοκιμή του προϊόντος. Οι σημαντικές αποφάσεις έχουν ήδη ληφθεί. Η τελική φάση είναι η εισαγωγή του προϊόντος στην αγορά.

Θα ασχοληθούμε στην συνέχεια με τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο των σταδίων σχεδιασμού ενός προϊόντος.



Σχήμα 2.2: Στάδια Ανάπτυξης ενός προϊόντος

Έρευνα της ιδέας. Μια ιδέα για την ανάπτυξη ενός προϊόντος προκύπτει συνήθως από τις εκάστοτε παρουσιαζόμενες ευκαιρίες από το περιβάλλον της επιχείρησης. Οι 3 βασικοί τρόποι για την είσοδο ενός νέου προϊόντος στην αγορά :

- Λόγω απαίτησης της αγοράς (market-pull), δεν είναι λίγες φορές που καλές ιδέες ξεκινούν από την ανάγκη ικανοποίησης μιας νέας ανάγκης των καταναλωτών. Οι ιδέες για νέα προϊόντα συλλαμβάνονται ύστερα από συστηματική διερεύνηση της αγοράς κατά την οποία συνδυάζονται πληροφορίες σχετικά με τις ευκαιρίες της αγοράς αλλά και τις κινήσεις των ανταγωνιστών.
- Λόγω πίεσης της τεχνολογίας (technology push). Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων προϊόντων παίζει η χρήση εξελιγμένης τεχνολογίας η οποία οδηγεί στην δημιουργία ανώτερων προϊόντων που έχουν φυσικό πλεονέκτημα στην αγορά. Η τεχνολογική ανανέωση δημιουργεί συνεχώς πιέσεις στα παραγωγικά συστήματα για ανασχεδιασμό των προϊόντων τους

ώστε να ανταποκρίνονται με βελτιωμένο τρόπο στις ανάγκες της ζήτησης. Επιπλέον, δημιουργεί δυνατότητες παραγωγής νέων προϊόντων για νέες χρήσεις, νέες αγορές.

- Λόγω φυσικών αλληλεπιδράσεων. Σε αυτή την περίπτωση η εισαγωγή στηρίζεται στη συνεργασία του τμήματος marketing, R&D και άλλων λειτουργιών. Είναι απαραίτητη επομένως στα πλαίσια της επιχείρησης ύπαρξη τμήματος έρευνας και τεχνολογίας (R&D) που αναλαμβάνει την δημιουργία και υλοποίηση νέων ιδεών που οδηγούν σε νέα καινοτόμα προϊόντα. Το προϊόν εισάγεται μετά από συντονισμό προσπαθειών μεταξύ διαφόρων λειτουργιών της επιχείρησης. Ο δρόμος αυτός συνήθως δημιουργεί τα καλύτερα προϊόντα. Είναι όμως ο δυσκολότερος και κοστίζει. Απαιτεί ειδική οργάνωση, τεχνογνωσία, τεχνολογία, κ.α.

Επιλογή της καλύτερης ιδέας και οικονομική ανάλυση. Κάθε εναλλακτική λύση θα πρέπει να εξετάζεται ως προς τις αδυναμίες και τις δυνατότητες που παρουσιάζει. Επειδή κάθε εναλλακτική λύση είναι πιθανό να έχει και αρνητικά και θετικά στοιχεία στην αξιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ποία θα είναι τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Η ανάλυση και αξιολόγηση μπορεί να στηρίζεται σε επιστημονικές μεθόδους ή και το ένστικτο. Προς αυτή την κατεύθυνση συνηθίζουμε να χρησιμοποιούμε τρία βασικά κριτήρια για την συγκριτική αξιολόγηση (α) το κριτήριο της ανάπτυξης του προϊόντος (β) το κριτήριο της αγοράς (γ) το οικονομικό κριτήριο.

Σκοπός της οικονομικής ανάλυσης είναι η εκτίμηση για κάθε προτεινόμενο προϊόν της κερδοφορίας και της απόδοσης των ιδίων κεφαλαίων που θα απαιτηθούν. Για την διεξαγωγή μιας τυπικής οικονομικής ανάλυσης απαιτείται (α) μια ακριβή οικονομική εκτίμηση της ζήτησης (β) μια εκτίμηση των συντελεστών παραγωγής που θα χρησιμοποιηθούν. Θα πρέπει επίσης να εκτιμηθεί και η τελική τιμή πώλησης του προϊόντος για να εκτιμηθούν διάφοροι οικονομικοί δείκτες. Η ανάλυση του νεκρού σημείου είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της οικονομικής δυναμικής ενός υποψηφίου νέου προϊόντος.

Νεκρό σημείο: είναι το ποσό εκείνο των πωλήσεων, με το οποίο μια επιχείρηση καλύπτει ακριβώς τόσο τα σταθερά όσο και τα μεταβλητά της έξοδα, χωρίς να πραγματοποιεί ούτε κέρδος ούτε ζημιά. Η βασική αρχή, πάνω στην οποία στηρίζεται η ανάλυση του «νεκρού σημείου» (break even point), είναι η συμπεριφορά του κόστους. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα μέρος του κόστους είναι μεταβλητό και ανάλογο των πωλήσεων, ενώ ένα άλλο είναι σταθερό, ανεξάρτητο από το ύψος των πωλήσεων. Τα σημαντικότερα είδη δαπανών (κόστους) είναι δύο:

1. Οι **σταθερές δαπάνες** αποτελούνται από τις δαπάνες εκείνες που παραμένουν αμετάβλητες και ανεξάρτητες από το ύψος των πωλήσεων. Τέτοιες δαπάνες αποτελούν τα έξοδα διοικήσεως, οι αποσβέσεις, τα ενοίκια γραφείων μηχανών, τα χρηματοοικονομικά έξοδα κ.λ.π.

2. Οι **μεταβλητές δαπάνες** είναι ανάλογες προς το ύψος των πωλήσεων ή του κύκλου εργασιών μιας επιχείρησης και τέτοιες είναι οι αμοιβές προσωπικού, οι υπερωρίες κ.ο.κ.

Την ανάλυση του «νεκρού σημείου» θα πρέπει να την θεωρήσουμε σαν οδηγό για τη λήψη ορθολογικών επιχειρηματικών αποφάσεων. Ο υπολογισμός του «νεκρού σημείου» δείχνει το ελάχιστο ύψος πωλήσεων, που πρέπει να πραγματοποιηθεί μια επιχείρηση, για να καλύπτονται τόσο οι σταθερές όσο και οι μεταβλητές δαπάνες της. Με άλλα λόγια, δείχνει μέχρι ποίου σημείου είναι δυνατός ο περιορισμός των πωλήσεων της επιχείρησης, χωρίς αυτή να παρουσιάζει κέρδος ή ζημιά. Κάθε επιχείρηση έχει το δικό της «νεκρό σημείο» και είναι εκείνο στο οποίο οι πωλήσεις της ισούνται με το συνολικό κόστος παραγωγής των προϊόντων της, οπότε το οικονομικό της αποτέλεσμα είναι μηδέν. Αν οι πωλήσεις της επιχείρησης είναι μεγαλύτερες από αυτές του «νεκρού σημείου», τότε η επιχείρηση πραγματοποιεί κέρδος, ενώ αν είναι χαμηλότερες τότε πραγματοποιεί ζημιά.

Το «νεκρό σημείο» υπολογίζεται αλγεβρικά ως:

Ορίζουμε:

P = την τιμή πώλησης μιας μονάδας προϊόντος.

Q = την ποσότητα προϊόντος που παράγεται και πωλείται.

FC = το σταθερό κόστος.

VC = το μεταβλητό κόστος = $c \times Q$ όπου, c το ανά μονάδα κόστος παραγωγής

Q_{NS} = η ποσότητα νεκρού σημείου.

TR = τα συνολικά έσοδα.

TC = το συνολικό κόστος

Τα συνολικά έσοδα από την πώληση της ποσότητας θα είναι

$$TR = P \times Q.$$

Το συνολικό κόστος θα είναι:

$$TC = FC + c \times Q$$

Επειδή στο «νεκρό σημείο» τα συνολικά έσοδα ισούνται με το άθροισμα του σταθερού κόστους και του μεταβλητού κόστους, θα έχουμε

$$TR = TC \Rightarrow \quad (2.1)$$

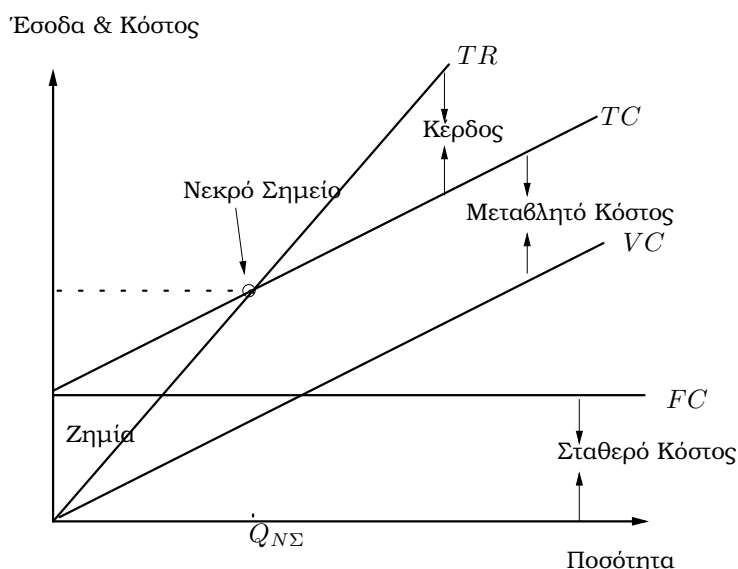
$$P \times Q = FC + c \times Q \Rightarrow$$

$$(P - c)Q = FC \Rightarrow$$

$$Q = \frac{FC}{P - c} \quad (2.2)$$

Διαγραμματικά η ανάλυση του «Νεκρού Σημείου» μπορεί να περιγραφεί από ένα διάγραμμα ανάλογο με αυτό που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.3. Ο οριζόντιος άξονας του διαγράμματος μετρά μονάδες παραγωγής, ενώ ο κάθετος άξονας μετρά τα έξοδα ή το κόστος. Το σταθερό κόστος αντιπροσωπεύεται από την οριζόντια γραμμή και το κόστος αυτό παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από τον αριθμό των παραγόμενων μονάδων. Το μεταβλητό κόστος αντιπροσωπεύεται από τη γραμμή του συνολικού κόστους. Από το παραπάνω σχεδιάγραμμα του «Νεκρού Σημείου» παρατηρούμε τα εξής:

1. Η επιχείρηση υφίσταται ζημιές μέχρι του σημείου που τέμνονται η γραμμή των συνολικών εσόδων με τη γραμμή του συνολικού κόστους, δηλαδή μέχρι το «νεκρό σημείο».
2. Μετά το «νεκρό σημείο» η επιχείρηση αρχίζει να πραγματοποιεί κέρδη, διότι μετά το σημείο αυτό τα συνολικά έσοδα της επιχείρησης καλύπτουν τόσο το σταθερό κόστος όσο και το μεταβλητό κόστος και αφήνει επιπλέον ένα περίσσειμα «κέρδος».
3. Το κέρδος στο παραπάνω σχεδιάγραμμα προσδιορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της γραμμής των συνολικών εσόδων και της γραμμής του συνολικού κόστους.



Σχήμα 2.3: Διάγραμμα Νεκρού Σημείου

Η διαδικασία αυτή θα γίνει στην συνέχεια κατανοητή με ένα παράδειγμα

Παράδειγμα 2.1 Έστω ότι η διεύθυνση μίας εταιρείας που δραστηριοποιείται στην παραγωγή σωληνών προέβλεψε ότι η ζήτηση για έναν νέο τύπο σωληνών

θα είναι 7.100 τεμάχια ετησίως. Για να πραγματοποιηθεί το ύψος αυτό των πωλήσεων η εταιρεία προέβλεψε ότι θα πρέπει να διαθέσει το προϊόν στην τιμή των 15 χ.μ. Σύμφωνα με τα στοιχεία της οικονομικής διεύθυνσης το σταθερό κόστος παραγωγής, το κόστος δηλαδή για το σχεδιασμό του προϊόντος, την προβολή και την διαφήμιση του προϊόντος, της εκπαίδευσης του προσωπικού κ.τ.λ ανέρχεται στις 32.000 χ.μ. Το μεταβλητό κόστος παραγωγής εκτιμάται ότι θα ανέρχεται στις 12 χ.μ ανά τεμάχιο. Η διεύθυνση της εταιρείας επιθυμεί να προσδιορίσει το επίπεδο παραγωγής το οποίο καθιστά την επένδυση στον νέο αυτό τύπο σωληνών κερδοφόρα.

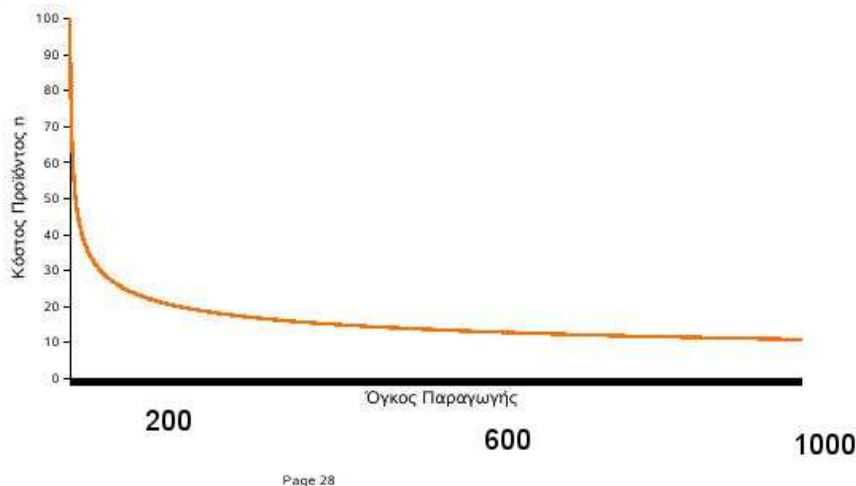
Λύση : Στο «νεκρό σημείο» των πωλήσεων του νέου προϊόντος το οικονομικό του αποτέλεσμα είναι μηδέν κάθε επίπεδο παράγωγης πέραν αυτού συνεπάγεται κέρδη από το νέο προϊόν. Επομένως από την σχέση 2.2 θα έχουμε

$$Q_{N\Sigma} = \frac{FC}{P - c} = \frac{32.000}{15 - 12} = 10.667 \text{ τεμάχια}$$

Επομένως για να είναι το νέο προϊόν κερδοφόρο η εταιρεία θα πρέπει να παράγει περισσότερα από 10.667 τεμάχια. Δεδομένου ότι η πρόβλεψη για την ετήσια ζήτηση είναι 7.100 τεμάχια το προϊόν θα καταστεί κερδοφόρο για την επιχείρηση ύστερα από $10.667/7.100 = 1.5$ έτη παρουσίας του νέου τύπου σωληνών στην αγορά. Συνεκτιμώντας το χρόνο αυτό σε συνδυασμό με τον κύκλο ζωής του προϊόντος η επένδυση για την παραγωγή του νέου τύπου προϊόντος μπορεί να χαρακτηριστεί περισσότερο ή λιγότερο ελκυστική. □

Υλοποίηση του προϊόντος . Σε αυτή την φάση το παραγωγικό σύστημα ξεκινά την παραγωγή του προϊόντος. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχή έκβαση είναι η διαθεσιμότητα των συντελεστών παραγωγής. Το σύστημα λόγω έλλειψη εμπειρίας ξεκινά με χαμηλή απόδοση σταδιακά όμως αποκτά εμπειρία μέσω της επανάληψης του κύκλου παραγωγής και τελικά αποκτά την επιθυμητή παραγωγικότητα και αποδοτικότητα. Η εμπειρία που αποκτάται αυξάνει την επιδεξιότητα των ανθρώπων που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία η οποία σε συνδυασμό με τις βελτιώσεις που γίνονται στα εργαλεία, στην σχεδίαση του προϊόντος και γενικά στην οργάνωση παραγωγής συμβάλει στην μείωση του κόστους παραγωγής. Η μείωση αυτή του κόστους παραγωγής σε συνάρτηση με το όγκο της παραγωγής μπορεί να εκφραστεί με μία εκθετική συνάρτηση που είναι γνωστή ως καμπύλη μάθησης.

Η καμπύλη μάθησης αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την μελέτη της συμπεριφοράς του κόστους παραγωγής καταδεικνύει τα πλεονεκτήματα της μαζικής παραγωγής σε αντιδιαστολή με την παραγωγή σε μικρή κλίμακα. Έτσι για παράδειγμα σύμφωνα με την καμπύλη μάθησης του Σχήματος 2.4 το κόστος παραγωγής του 200ου κομματιού είναι περίπου το 23% του πρώτου κομματιού, ενώ του 1000ου κομματιού είναι περίπου το 11%.



Page 28

Σχήμα 2.4: Η Καμπύλη Μάθησης

Έλεγχος του προϊόντος. Στην φάση γίνεται έλεγχος του προϊόντος που έχει επιλεγεί με σκοπό να διαπιστωθεί εάν ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές που έχουν τεθεί. Συνήθως διενεργούνται 2 είδη ελέγχου.

1. Τα [A] τεστ διεξάγονται μέσα στον οργανισμό των εταιριών. Σκοπός είναι να διαπιστωθεί αν το προϊόν κατασκευάστηκε όπως είχε προσχεδιαστεί. Για παράδειγμα η APPLE χρησιμοποιεί τους υπολογιστές της όχι μόνο στα γραφεία της, αλλά επίσης και στις βιομηχανίες της για να ελέγχει την παραγωγική της διαδικασία.
2. Τα [B] τεστ πραγματοποιούνται από ανθρώπους που δουλεύουν για άλλες εταιρείες. Το προϊόν δίνεται ακόμα και σε σημαντικούς πελάτες και μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα συνάγονται τα πολύτιμα για την εταιρεία συμπεράσματα της χρήσης του προϊόντος.

Διάθεση και Αξιολόγηση. Η εισαγωγή του προϊόντος παίζει μεγάλο ρόλο για την αποδοχή του προϊόντος από τον πελάτη. Το τμήμα Μαρκετινγκ σχεδιάζει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διείσδυσης του προϊόντος στην αγορά με σωστή διαφήμιση και προώθηση (promotion) του προϊόντος στο τμήμα της αγοράς που απευθύνεται το προϊόν. Η σωστή στρατηγική προώθησης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των κατάλληλων καναλιών διανομής και την συμβάλλει με στην θετική ανταπόκρισης της αγοράς. Κρίσιμος παράγοντας σε αυτή την φάση είναι η συνεχής παρακολούθηση και η καταγραφή των αναγκών για τυχόν βελτιώσεις που με την σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν στην δημιουργία νέων ιδεών.

Στις προηγούμενες παραγράφους αναφέρθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των στα-

δίων μιας τυπικής διαδικασίας ανάπτυξης νέων προϊόντων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε κάθε ένα από τα στάδια αυτά η ιδέα για την υλοποίηση του προϊόντος μπορεί να εγκαταλειφθεί.

Κεφάλαιο 3

Διαχείριση Αποθεμάτων

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με ένα ιδιαίτερο κρίσιμο πρόβλημα του αντιμετωπίζει κάθε παραγωγικό σύστημα, το πρόβλημα διαχείρισης των αποθεμάτων. Απόθεμα θεωρείται η συσσώρευση μιας ποικιλίας αντικειμένων και προϊόντων για την αντιμετώπιση μελλοντικών καταστάσεων. Ένα απόθεμα μπορεί ν' αποτελείται από το τελικό προϊόν, από πρώτες ύλες, από δομοστοιχεία και υποσυναρμολογημένες συνθέσεις, από εξαρτήματα και ανταλλακτικά, ή από προμήθειες για συντήρηση, επισκευή και λειτουργία (MRO inventory), κ.α. που υποβοηθούν την λειτουργία ή διακινούνται από το σύστημα παραγωγής είτε προς τις μονάδες παραγωγής είτε προς τις λιανικές πωλήσεις.

Στις ενότητες που ακολουθούν θα γίνει παρουσίαση των διαφορών ειδών αποθέματος και θα αναλυθούν τα διάφορα στοιχεία κόστους που απορρέουν από το απόθεμα. Στην συνέχεια θα εστιάσουμε στον προσδιορισμό της βέλτιστης πολιτικής διαχείρισης των αποθεμάτων. Ο όρος «Διαχείριση Αποθεμάτων» (Inventory Management ή Stock Management ή Materials Management) αναφέρεται στο σύνολο των εργασιών και των διαδικασιών που εξασφαλίζουν την ύπαρξη της σωστής ποσότητας για κάθε είδος που χρησιμοποιεί ή που εμπορεύεται η επιχείρηση σε κάθε αποθήκη της επιχείρησης. Δεν αρκεί η ύπαρξη αποθεμάτων κάπου στην επιχείρηση αλλά απαιτείται η ύπαρξη τους στο σωστό σημείο, εκεί όπου και ζητείται. Είναι αδιάφορο αν κάποιο προϊόν υπάρχει στις κεντρικές αποθήκες αλλά το χρειάζονται οι περιφερειακές υπηρεσίες.

3.2 Η Σημασία των Αποθεμάτων

Η σημασία των αποθεμάτων είναι πολύ μεγάλη, όχι μόνο για τις επιχειρήσεις και τα νοικοκυριά, αλλά και για την Εθνική Οικονομία γενικότερα. Σε πολλά προϊόντα,

οι Κυβερνήσεις σχεδιάζουν μια Εθνική Πολιτική αποθεμάτων, εκεί όπου θεωρείται απαραίτητο, όπως στα καύσιμα, διατηρούνται μεγάλες ποσότητες βασικών αγαθών για να μπορεί το έθνος να αντιμετωπίζει διάφορες απρόβλεπτες και αντίξοες συνθήκες και να επιβιώνει. Για ορισμένα προϊόντα, όπως είναι το πετρέλαιο, η ποσότητα αποθεμάτων ασφαλείας που πρέπει να διατηρούν οι δημόσιοι ή ιδιωτικοί οργανισμοί ρυθμίζονται δια νόμου. Οι συνολικές επενδύσεις σε αποθέματα είναι τεράστιες και η διαχείριση των κεφαλαίων αυτών, που δεσμεύονται είτε ως αποθέματα τελικών προϊόντων είτε ως αποθέματα στα διάφορα στάδια της παραγωγής και της μεταφοράς, δίνει τη δυνατότητα για σημαντικές βελτιώσεις. Σύμφωνα με έρευνες το κόστος διατήρησης αποθεμάτων μπορεί να αποτελεί το 20%-40% του ετήσιου συνολικού κόστους μιας εταιρείας, κατά συνέπεια οι επενδύσεις σε αποθέματα αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό του Α.Ε.Π κάθε χώρας.

Ένα απόθεμα διατηρείται για ν' αυξήσει την κερδοφορία μιας επιχείρησης παρέχοντας υποστήριξη στην παραγωγή και στην προώθηση του τελικού προϊόντος στην αγορά. Ο πρωταρχικός σκοπός των αποθεμάτων είναι η εξυπηρέτηση των πελατών μέσω της διαθεσιμότητας της σωστής ποσότητας ενός προϊόντος, στην σωστή χρονική στιγμή, στον σωστό τόπο, στο σωστό κόστος. Σ' ένα ιδεατό σύστημα δεν θα υπήρχε ανάγκη ύπαρξης αποθεμάτων. Η περίπτωση μηδενικών αποθεμάτων είναι ένας πολύ δύσκολος στόχος καθώς οι διακυμάνσεις σε χρόνους παράδοσης, διαθεσιμότητας και ζήτησης όπως και η ποιοτική αποτυχία μονάδων ενός προϊόντος είναι ο κανόνας της καθημερινότητας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο κυριότερος λόγος διατήρησης αποθεμάτων είναι η γεφύρωση της χρονικής διαφοράς μεταξύ της παραγωγής (προσφοράς) και της ζήτησης και η εξασφάλιση ομαλής ροής των προϊόντων από τον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης. Υπάρχουν όμως και πολλοί άλλοι λόγοι που υποχρεώνουν τις επιχειρήσεις να διατηρούν μέρος της περιουσίας τους σε αποθέματα τα οποία θα χρησιμεύσουν στο μέλλον. Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

- η ανάγκη μαζικής παραγωγής χιλιάδων μονάδων για να μειωθεί το κόστος παραγωγής ανά μονάδα προϊόντος,
- η μείωση του λειτουργικού κινδύνου, διατηρώντας μεγαλύτερα αποθέματα από όσα χρειάζεται, η επιχείρηση μειώνει τις πιθανότητες μηδενισμού των αποθεμάτων και την πιθανότητα διακοπής της παραγωγής,
- η ζήτηση των τελικών προϊόντων ή η προσφορά πρώτων υλών παρουσιάζει μεγάλες εποχικές διακυμάνσεις και κρίνεται ότι είναι οικονομικότερο να αυξομειώνονται τα αποθέματα και να διατηρείται η παραγωγή σταθερή (κατασκευή χριστουγεννιάτικων στολιδιών ή παραγωγή τροφίμων που δε συντηρούνται και γίνεται την περίοδο συγκομιδής- κονσέρβες φρούτων, κονσέρβες τοματοειδών)
- κερδοσκοπικοί λόγοι, όταν πιστεύει η επιχείρηση ότι σύντομα οι τιμές θα ανέβουν και έτσι αυξάνει τα αποθέματα πρώτων υλών ή των εμπορευμάτων της, για να εκμεταλλευτεί την ευκαιρία,

- για να εκμεταλλευτεί τις ποσοτικές εκπτώσεις που προσφέρει ο προμηθευτής και να αγοράσει τα προϊόντα σε χαμηλότερες τιμές,
- για λόγους ασφαλείας, όταν η επιχείρηση πιστεύει ότι υπάρχει κίνδυνος να σημειωθεί κάποια έλλειψη στην αγορά για οποιοδήποτε λόγο,
- για να καλύψει πιθανές καθυστερήσεις των προμηθευτών,
- για να πετύχει χαμηλότερο κόστος μεταφοράς από τα σημεία παραγωγής στα σημεία κατανάλωσης,
- για να καλύψει μια απότομη αύξηση της ζήτησης που πιστεύει ότι θα προέλθει από μια προγραμματισμένη διαφημιστική καμπάνια, κ.ά.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο ο αποτελεσματικός έλεγχος και διαχείριση των αποθεμάτων αποτελεί τον τους βασικότερους παράγοντες επιτυχίας στην διαχείριση ενός παραγωγικού συστήματος.

Ο ρόλος της διαχείρισης των αποθεμάτων είναι η διατήρηση ενός επιθυμητού επιπέδου αποθέματος ασφαλείας για συγκεκριμένα τελικά ή ενδιάμεσα προϊόντα. Τα συστήματα που προγραμματίζουν και ελέγχουν τα αποθέματα θα πρέπει να βασίζονται στον προϊόν, τον πελάτη, και την διαδικασία που κάνει το προϊόν διαθέσιμο, είτε αυτή είναι μια παραγωγική διαδικασία είτε μια διαδικασία αγοράς. Το κόστος διατήρησης του αποθέματος σε όλα τα στάδια της διαδικασίας είναι ένα έμμεσο κόστος, που αποτελεί όμως μέρος του κόστους παραγωγής.

Η χρησιμοποίηση επιστημονικών μεθόδων για την διαχείριση των αποθεμάτων μπορεί να προσδώσει σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε μια επιχείρηση. Η μαθηματική μοντελοποίηση είναι η βασικότερη από αυτές. Υπάρχει ένας σημαντικός όγκος επιστημονικής έρευνας που χρησιμοποιεί την μαθηματική μοντελοποίηση για την ανάλυση και προσομείωση της δομής των συστημάτων αποθεματοποίηση προκειμένου να προτείνει της κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης τους, οι λύσεις των οποίων κυμαίνονται από απλούς υπολογισμούς μέχρι και την χρήση μαθηματικού ή δυναμικού προγραμματισμού ανάλογα με τις υποθέσεις που κάνουν.

Τα μοντέλα αυτού του τύπου επιτρέπουν στους (Managers) την διαχείριση των αποθεμάτων με αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο. Βέβαια η χρησιμοποίηση τέτοιου είδους μοντέλων απαιτεί το σωστό σχεδιασμό τους. Με άλλα λόγια το μαθηματικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να διατυπώνει με σαφήνεια όλες τις μεταβλητές απόφασης και ικανοποιητικές λεπτομέρειες προκειμένου να ληφθεί μια καλή λύση (αν όχι η βέλτιστη) στο πρόβλημα απόφασης.

3.2.1 Ταξινόμηση των Αποθεματικών Συστημάτων

Κατά καιρούς έχουν προταθεί πολλές ταξινομήσεις από διάφορους ερευνητές. Τα χαρακτηριστικά των αποθεματικών συστημάτων βάσει των οποίων γίνεται η ταξινόμηση σε διάφορες κατηγορίες είναι τα εξής:

Το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούν. Με βάση αυτό το κριτήριο διακρίνουμε τα μοντέλα *Προμήθειας* (Vendor Inventory Models) και *Παραγωγής* (Production Inventory Models). Η πρώτη κατηγορία εξετάζει την περίπτωση όπου τα αποθέματα αγοράζονται από προμηθευτές έξω από την επιχείρηση ενώ στην περίπτωση των μοντέλων παραγωγής ο ίδιος ο χρήστης παράγει τα αποθέματα ανεφοδιασμού.

Ο αριθμός των προϊόντων. Πρόκειται για χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την δομική πολυπλοκότητα του συστήματος. Διακρίνονται σε συστήματα ενός είδους (one item) και πολλαπλών ειδών (multi-item) ανάλογα με το πόσα είδη διαχειρίζονται ταυτόχρονα.

Ο αριθμός των τοποθεσιών. Επίσης, διακρίνονται σε συστήματα ενός επιπέδου (single-echelon) και πολλαπλών επιπέδων (multi-echelon) ανάλογα με τον αριθμό των τοποθεσιών και/ή των επιπέδων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τα χαρακτηριστικά των διαδικασιών εφοδιασμού και ζήτησης. Η διάκριση μεταξύ ντετερμινιστικών (Deterministic Inventory Models) ή αιτιοκρατικών Stochastic Inventory Models. Η υπόθεση ότι η ζήτηση είναι αιτιοκρατική φαίνεται λογική σε ορισμένες περιπτώσεις όπου η ζήτηση είναι συμβατική ή σχετικά σταθερή, όμως στις περισσότερες περιπτώσεις η ζήτηση πρέπει να αντιμετωπίζεται ως *τυχαία μεταβλητή* ή προβλέψιμων διαδικασιών και στοχαστικών ή απρόβλεπτων διαδικασιών είναι ίσως ο σημαντικότερος διαχωρισμός. Μια άλλη σημαντική διάκριση των ντετερμινιστικών μοντέλων είναι αυτή μεταξύ ντετερμινιστικών μοντέλων με σταθερή ζήτηση (Deterministic Models with Static demand) υπό την έννοια ότι η ζήτηση είναι γνώστη και παραμένει σταθερή στο χρόνο και δυναμικής ζήτησης (Deterministic Models with Dynamic Demand) υπό την έννοια ότι η ζήτηση είναι γνώστη αλλά μεταβάλλεται στο χρόνο.

Ο μηχανισμός παραγγελιών. Διακρίνονται σε συστήματα συνεχούς ή περιοδικής επιθεώρησης (Continuous-Periodic Review Models) ανάλογα με τον τρόπο ελέγχου των αποθεμάτων. Επίσης διακρίνονται ανάλογα με την πολιτική παραγγελιών, δηλαδή, το 'πότε και πόσο θα παραγγελθεί'

Το χρονικό ορίζοντα. Τέλος γίνεται διάκριση των συστημάτων ανάλογα με το αν ο χρόνος είναι διακριτός ή συνεχής.

3.3 Θεωρία Αποθεμάτων

Οι λειτουργίες της επιχείρησης έχουν διαφορετικούς και συχνά συγκρουόμενους στόχους αναφορικά με την διαχείριση των αποθεμάτων. Το βασικό κριτήριο στον καθορισμό της πολιτικής διαχείρισης των αποθεμάτων είναι αυτό της ελαχιστοποίησης του κόστους. Με άλλα λόγια το πρόβλημα διαχείρισης των αποθεμάτων είναι

ο καθορισμός της βέλτιστης πολιτικής η οποία καθορίζει την ποσότητα και την συχνότητα παραγγελίας και παράλληλα ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος.

Γενικά, λαμβάνονται υπ' όψιν οι ακόλουθες μορφές κόστους και περιορισμοί:

- **Κόστος διατήρησης αποθέματος.** Το κόστος διατήρησης αποθέματος h περιλαμβάνει όλα τα έξοδα που έχουν να κάνουν με το απόθεμα αυτό καθ' αυτό, όπως, για παράδειγμα, το κόστος των εργαζομένων στην αποθήκη, το κόστος ενοικίασης των εγκαταστάσεων όπου διατηρείται το απόθεμα, το κόστος ασφάλισης, το κόστος καταστροφής και απαξίωσης του προϊόντος και, γενικά, οποιοδήποτε κόστος σχετίζεται με το επίπεδο του αποθέματος \bar{h} . Επιπλέον στο κόστος αυτό περιλαμβάνει και το χρηματοοικονομικό κόστος ac (όπου a είναι το επιτόκιο και c το κόστος μιας μονάδας προϊόντος) και προκύπτει από την δέσμευση κεφαλαίων για την διατήρηση του αποθέματος. Αυτό το τμήμα του κόστους διατήρησης αποθέματος είναι το κέρδος που θα επέφερε η χρήση των κεφαλαίων αυτών σε μια εναλλακτική επένδυση. Επομένως το συνολικό κόστος διατήρησης αποθέματος είναι $h = \bar{h} + ac$. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι η ύπαρξη αποθέματος $I(t)$ την χρονική στιγμή t δημιουργεί ένα κόστος το οποίο συσσωρεύεται με ρυθμό $hI(t)$.
- **Κόστος Παραγγελίας** Το κόστος παραγγελίας A αποτελείται από δύο τμήματα, το σταθερό κόστος παραγγελίας και το μεταβλητό κόστος παραγγελίας. Το σταθερό κόστος k περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που είναι ανεξάρτητες από το μέγεθος της παραγγελίας όπως, για παράδειγμα τις διοικητικές δαπάνες, το κόστος μεταφοράς και παραλαβής. Στην περίπτωση της παραγωγής το k μπορεί να περιλαμβάνει το κόστος έναρξης της παραγωγής. Το μεταβλητό κόστος c περιλαμβάνει το κόστος απόκτησης μιας μονάδας προϊόντος, όπως και κάθε άλλου είδους κόστος που εξαρτάται από το μέγεθος της παραγγελίας. Το συνολικό κόστος ανά παραγγελία θα είναι επομένως, $A = k + cq$ όπου q είναι το μέγεθος της παραγγελίας.
- **Κόστος έλλειψης ή περιορισμοί εξυπηρέτησης.** Ως κόστος έλλειψης θεωρούνται η διάφορες ποινικές ρήτρες που επιβάλλονται στην περίπτωση που η ζήτηση δεν είναι δυνατόν να καλυφθεί λόγω έλλειψης. Υπάρχουν περιπτώσεις που ο πελάτης δέχεται να περιμένει μέχρι να μπορέσει η εταιρεία να ανταποκριθεί, αλλά και περιπτώσεις που ο πελάτης απευθύνεται σε κάποιον άλλον προμηθευτή. Ακόμη όμως και στην περίπτωση που ο πελάτης είναι διατεθειμένος να περιμένει μπορεί να υπάρξει αύξηση του κόστους αν για παράδειγμα υπάρχει κάποιο συμβόλαιο που προβλέπει εκπτώσεις σε περίπτωση καθυστέρησης παράδοσης, ή λόγω αύξησης των εξόδων για πιο γρήγορη αποστολή. Το κόστος έλλειψης είναι γενικά δύσκολο να εκτιμηθεί. Ειδικά στην περίπτωση της παραγωγής είναι ακόμη πιο δύσκολο. Η έλλειψη για παράδειγμα ενός εξαρτήματος μπορεί να δημιουργήσει μια αλυσίδα αρνητικών συνεπειών, όπως τη καθυστέρηση της παραγωγής, τον επαναπρογραμματισμό της παραγωγής κ.α.. Επειδή, όπως αναφέρθηκε, η εκτίμηση του κόστους έλλειψης είναι

δύσκολη, συχνά αντικαθίσταται με ένα περιορισμό που αφορά το επίπεδο εξυπηρέτησης. Αν και η εκτίμηση του κατάλληλου επιπέδου εξυπηρέτησης είναι επίσης δύσκολη, είναι προτιμότερη στις περισσότερες πρακτικές περιπτώσεις.

Σε κάθε περίπτωση η στρατηγική διαχείρισης των αποθεμάτων των εταιριών που ελαχιστοποιεί το κόστος πρέπει να δίνει απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα :

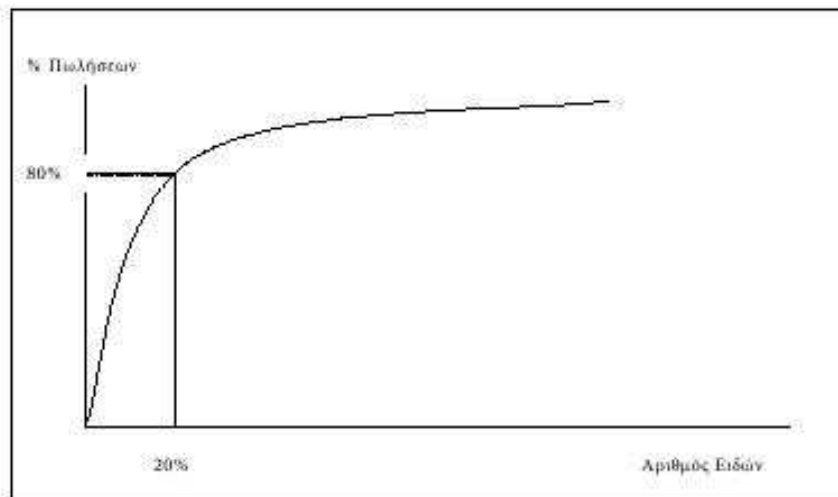
1. Τι είδους υλικά θα διατηρούνται ως απόθεμα ;
2. Τι είδους σύστημα ελέγχου αποθέματος θα χρησιμοποιηθεί ;
3. Πότε πρέπει να γίνει η παραγγελία ;

3.4 Ποία Είδη Θα Αποθεματοποιηθούν

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι απλή, η επιχείρηση πρέπει να αποθεματοποιηθεί μόνο όσα προϊόντα χρειάζεται ή που προβλέπει ότι θα της χρειασθούν στο εγγύς μέλλον. Οι επιχειρήσεις, με την πάροδο των ετών, μεταβάλλουν την παραγωγή τους, αλλάζουν την γκάμα των προϊόντων που παράγουν, αλλάζουν συσκευασίες, αλλάζουν μηχανήματα και γενικά τίποτε σχεδόν δεν παραμένει το ίδιο. Οι αλλαγές αυτές έχουν ως άμεση συνέπεια να μεταβάλλεται και η σύνθεση των αποθεμάτων που διατηρεί που πρέπει να διατηρεί η επιχείρηση. Ο υπεύθυνος της διαχείρισης αποθεμάτων πρέπει να ενδιαφέρεται για τα είδη εκείνα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν και γι' αυτό έχουν αξία στην αλυσίδα της ροής των προϊόντων. Αν για οποιοδήποτε λόγο σταματήσει η ροή κάποιου είδους, τότε θα πρέπει να διακοπεί η αποθεματοποίησή του. Η τεχνική εξεύρεσης των ανενεργών αποθεμάτων είναι σχετικά απλή και γίνεται κυρίως με την ανάλυση ΑΒΓ (ABC analysis). Η ABC ανάλυση είναι η πολύ γνωστή τεχνική ανάλυσης των αποθεμάτων, η οποία βασίζεται στον κανόνα του Pareto που αναφέρεται στην αυξημένη σημασία που έχουν λίγα σχετικά κομμάτια για τη λειτουργία ενός συστήματος.

Ο Pareto ήταν ένας διάσημος οικονομολόγος που το 1887 στη μελέτη του για την κατανομή του πλούτου στην Ιταλία, παρατήρησε ότι ένα μεγάλο ποσοστό του εισοδήματος ήταν συγκεντρωμένο σε ένα σχετικά μικρό ποσοστό του πληθυσμού, περίπου σε αναλογία 80-20. Το γνωστό «80-20» ή κανόνας Pareto γενικεύτηκε στα οικονομικά και τις διοικητικές επιστήμες ως ένας κανόνας που ξεχωρίζει τα λίγα ζωτικής σημασίας είδη από τα λοιπά «συνηθισμένα». Με όρους οικονομικούς η σχέση Pareto μεταφράζεται ως η αυξημένη σημασία που έχουν λίγα σχετικά κομμάτια για τη λειτουργία ενός συστήματος.

Ο κανόνας αυτός εφαρμόζεται και στον έλεγχο των αποθεμάτων με τη λογική ότι το 20% των ειδών των αποθεμάτων αντιπροσωπεύει το 80% της αξίας των αποθεμάτων, ή ότι το 20% των ειδών καταλαμβάνει το 80% της αποθήκης κλπ. Τα προϊόντα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: Α, Β και C.



Σχήμα 3.1: Η Καμπύλη ABC

- Η πρώτη κατηγορία (A), η οποία αποτελεί το 20% του συνόλου των προϊόντων (τεμαχίων) και αξίζει το 80% της συνολικής αξίας των προϊόντων.
- Η δεύτερη κατηγορία (B), κατέχει το 30% των προϊόντων αξίζει το 5% της συνολικής αξίας.
- Ενώ η τρίτη κατηγορία (C), κατέχει το 50% των τεμαχίων και αξίζει το 15% της συνολικής αξίας.

Έτσι, τα προϊόντα ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθος των πωλήσεών τους σε τρεις κατηγορίες, την A, την B και την C. Η ανάλυση ξεκινά με την κατάταξη των προϊόντων με βάση την αξία των (μηνιαίων συνήθως) πωλήσεών τους. Το προϊόν με τις μεγαλύτερες πωλήσεις τοποθετείται πρώτο, μετά τοποθετείται το προϊόν με τις δεύτερες μεγαλύτερες πωλήσεις, κ.ό.κ. Στην συνέχεια γίνεται η ταξινόμηση των προϊόντων. Στην κατηγορία A ανήκουν τα πρώτα 20% των προϊόντων που εκπληρώνουν αθροιστικά περίπου το 80% των πωλήσεων, στην B τα προϊόντα που συμπληρώνουν το επόμενο 20% των ειδών με τις μεγαλύτερες πωλήσεις και τα υπόλοιπα στην κατηγορία C. Με τον τρόπο αυτό, σχηματίζεται η καμπύλη του Σχήματος 3.1, η οποία ονομάζεται καμπύλη «80-20» ή καμπύλη ABC.

Παράδειγμα 3.1 Ο Πίνακας 3.1 και Σχήμα 3.2 παρουσιάζει της παρουσιάζει ένα παράδειγμα ταξινόμησης ABC, όπου στην κατηγορία A ανήκει το 20% των προϊόντων με το μεγαλύτερο ποσοστό πωλήσεων (κοντά στο 80%), στην κατηγορία B το 30% των προϊόντων με ποσοστό πωλήσεων περίπου 20% και στην κατηγορία C το 50% των προϊόντων με το υπόλοιπο ποσοστό πωλήσεων.

Κωδικός	Κατάταξη προϊόντος με βάση τις πωλήσεις	Μηνιαίες Πωλήσεις	Αθροιστικό % συνολικών πωλήσεων	Αθροιστικό % αριθμού προϊόντων	Κατάταξη ABC
Π1	1	6000	$6000/15000= 40\%$	$(1/12=) 8\%$	A
Π2	2	5250	$(6000+5250)/15000= 75\%$	17%	A
Π3		1000	82%	25%	B
Π4	4	850	87%	33%	B
Π5	5	700	92%	42%	B
Π6	6	300	94%	50%	C
Π7	7	250	96%	58%	C
Π8	8	240	97%	67%	C
Π9	9	150	98%	75%	C
Π10	10	100	99%	83%	C
Π11	11	90	100%	92%	C
Π12	12	70	100%	100%	C
	Σύνολα	15000	100%	100%	

Πίνακας 3.1: Παράδειγμα Ανάλυσης ABC

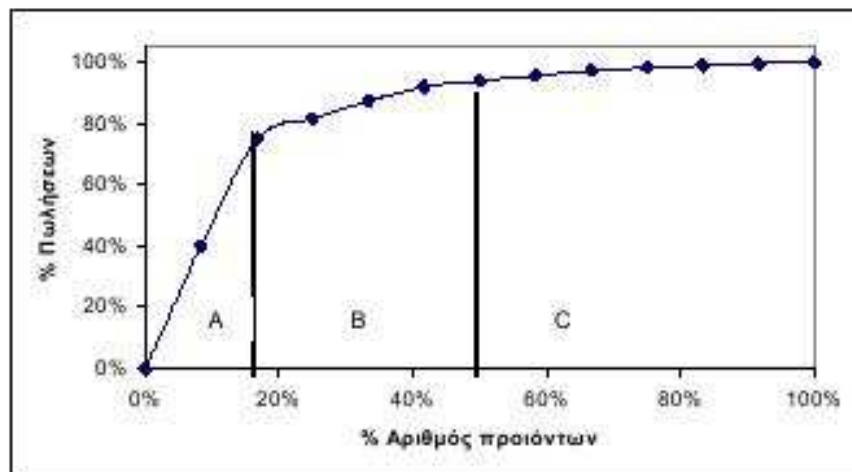
Μετά την ταξινόμηση των προϊόντων μιας επιχείρησης στις διάφορες κατηγορίες, τα στελέχη της γνωρίζουν ότι:

- Τα προϊόντα της κατηγορίας A είναι εκείνα με την μεγαλύτερη ταχύτητα διακίνησης στην αγορά και απαιτούν ευρεία γεωγραφική διανομή μέσω πολλών αποθηκών και υψηλά επίπεδα αποθέματος.
- Τα προϊόντα B μπορούν να θεωρηθούν ως κανονικής ταχύτητας διακίνησης και απαιτούν ενδιάμεση στρατηγική διανομής μέσω λίγων τοπικών αποθηκών.
- Τα προϊόντα C, τα χαμηλής ταχύτητας, μπορούν να διανέμονται μέσω ενός κεντρικού σημείου (μιας αποθήκης) και μπορούν να ικανοποιήσουν τη ζήτηση με σχετικά χαμηλό απόθεμα.

□

3.5 Πολιτικές ελέγχου

Ο σκοπός ενός συστήματος αποθεματικού ελέγχου είναι να καθορίσει το πότε και το πόσο πρέπει να παραγγελθεί. Η απόφαση πρέπει να βασίζεται στην αποθεματική



Σχήμα 3.2: Παράδειγμα Ανάλυσης ABC

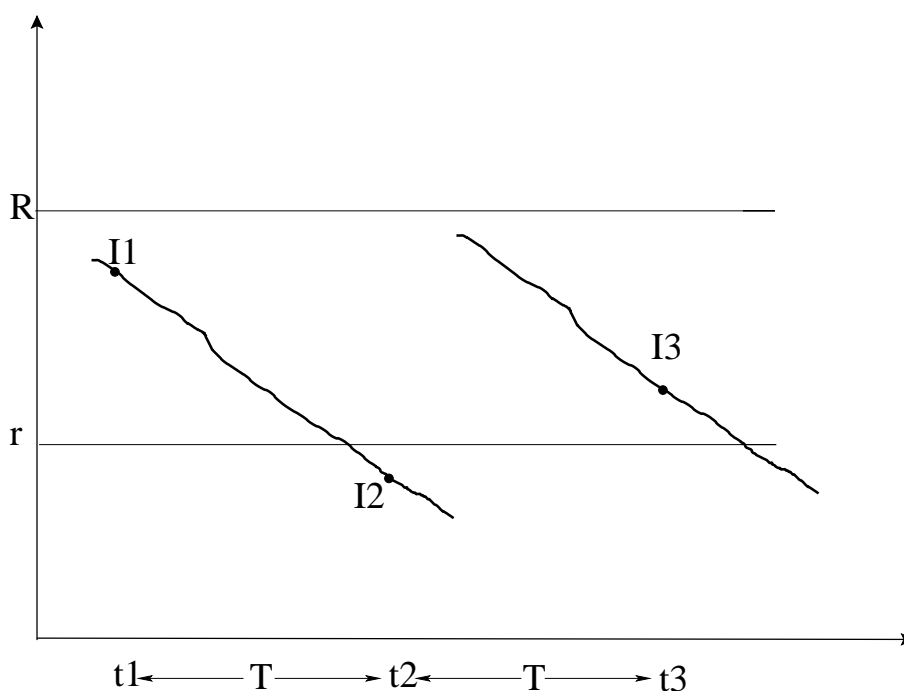
θέση (ανά χείρας απόθεμα - παραγγελίες σε εκκρεμότητα - ανικανοποίητη ζήτηση), την προβλεφθείσα ζήτηση και τους διάφορους παράγοντες κόστους. Ανάλογα με τον αν η αποθεματική θέση ελέγχεται συνεχώς ή ανά περιόδους, οι πολιτικές διακρίνονται σε πολιτικές συνεχούς ελέγχου (Continuous Review) και σε πολιτικές περιοδικού ελέγχου (Periodic Review). Και οι δύο έχουν πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Οι πολιτικές συνεχούς ελέγχου επιτρέπουν την διατήρηση μικρότερου αποθέματος ασφαλείας σε σχέση με τις πολιτικές περιοδικού ελέγχου. Οι πολιτικές περιοδικού ελέγχου πλεονεκτούν στην περίπτωση πολλών ειδών και ειδικά σε είδη υψηλής ζήτησης. Πάντως ανεξαρτήτως των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων που η κάθε πολιτική παρουσιάζει, και οι δύο εφαρμόζονται και έχουν καλή απόδοση κάτω από στατικές διαδικασίες ζήτησης.

3.5.1 Η Πολιτική Ελέγχου (R, r)

Βασικές υποθέσεις της συγκεκριμένης πολιτικής είναι ότι υπάρχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο αποθέματος που θέλει να διατηρήσει η επιχείρηση στις αποθήκες της, έστω R , ο έλεγχος των αποθεμάτων γίνεται σε συγκεκριμένα τακτά χρονικά διαστήματα εύρους T και παραγγέλλονται Q μονάδες προϊόντος κάθε φορά που η αποθεματική θέση q πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο r μονάδων. Άρα η ποσότητα που θα παραγγελθεί σε μια από της περιόδους ελέγχου θα είναι:

$$\begin{cases} Q = 0 & \text{μόναδες αν το } q > r \\ Q = R - q & \text{εάν } q \leq r. \end{cases}$$

Το σχήμα 3.3 παρουσιάζει την πολιτική $R - r$. Την πρώτη περίοδο ελέγχου (t_1) η αποθεματική θέση q είναι μεγαλύτερη από το από σημείο παραγγελίας r και κατά



Σχήμα 3.3: Πολιτική Περιοδικού Ελέγχου (R, r)

συνέπεια δεν γίνεται παραγγελία αποθέματος. Στην δεύτερη περίοδο t_2 παραγγέλονται $R - q_2$ μονάδες αποθέματος αφού το τρέχον απόθεμα είναι μικρότερο από το σημείο παραγγελίας. Επειδή η άφιξη της παραγγελίας δεν είναι άμεση αλλά υπάρχει χρονική υστέρηση (Lead Time) από την στιγμή που θα παραγγελθούν οι μονάδες προϊόντος στον προμηθευτή μέχρι την στιγμή που αυτές θα παραληφθούν, το επίπεδο του αποθέματος εξακολουθεί να μειώνεται μέχρι την στιγμή άφιξης της παραγγελίας.

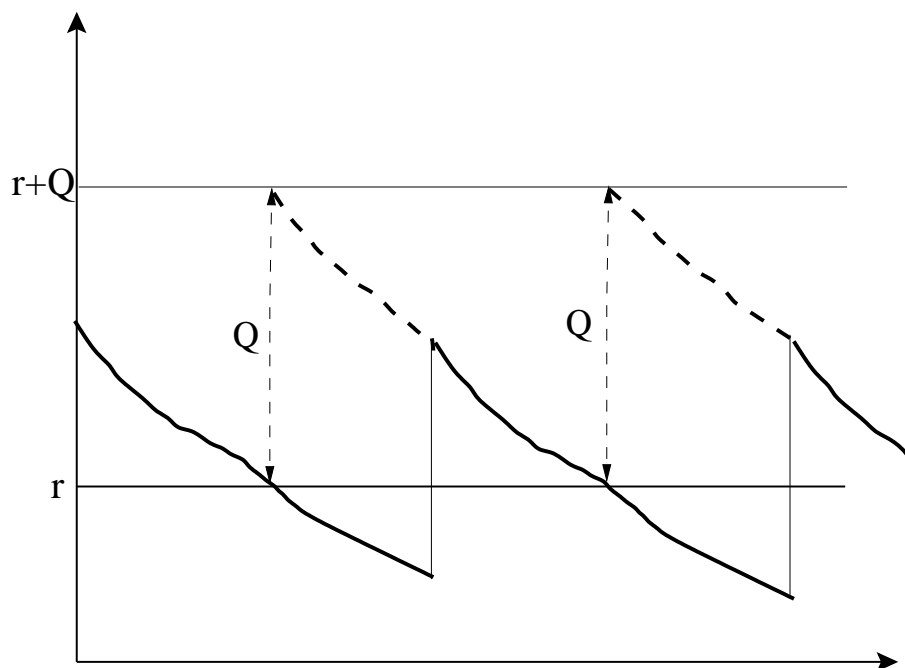
Αν υποθεθεί ότι $r = R$ προκύπτει μια ιδιαίτερη περίπτωση της (R, r) σύμφωνα με την οποία σε κάθε περίοδο ελέγχου t_i τίθεται παραγγελία μεγέθους $Q = R - q$

3.5.2 Η Πολιτική Ελέγχου (Q, r)

Σύμφωνα με αυτή όταν η αποθεματική θέση παίρνει την τιμή r ή πέφτει κάτω από αυτή δίνεται παραγγελία μεγέθους Q .

Αν ο έλεγχος του αποθέματος είναι συνεχής και η ζήτηση είναι συνεχής και ομαλή όπως στην περίπτωση του σχήματος **3.4** τότε η παραγγελία θα δίνεται πάντα στο σημείο r και η αποθεματική θέση θα παίρνει πάντα την τιμή $r + Q$ αμέσως μετά την παραγγελία.

Αν όμως η ζήτηση είναι συνεχής αλλά απότομη, δηλαδή αν αφορά μεγάλο αριθμό κομματιών, η παραγγελία δεν δίνεται πάντα όταν η αποθεματική θέση είναι r , ενώ η αποθεματική θέση μετά την παραγγελία δεν παίρνει την τιμή $r + Q$. Πολλές φορές

Σχήμα 3.4: Πολιτική Συνεχούς Ελέγχου (Q, r)

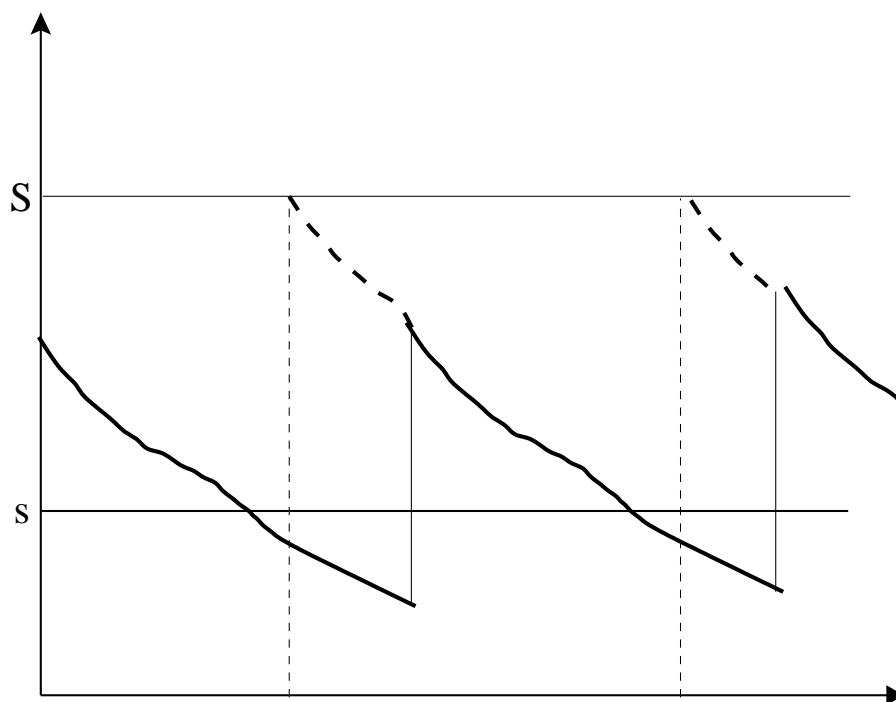
η ποσότητα της παραγγελίας μπορεί να είναι πολλαπλάσια του Q για να μπορέσει η αποθεματική θέση να ξεπεράσει την τιμή r . Για το λόγο αυτό η πολιτική αυτή αναφέρεται και ως και πολιτική (nQ, r) .

Στην περίπτωση του περιοδικού ελέγχου, είτε η ζήτηση είναι ομαλή είτε είναι απότομη, όταν δίνεται η παραγγελία, η αποθεματική θέση βρίσκεται συνήθως κάτω από το r . Το μέγεθος της παραγγελίας είναι Q ή nQ ενώ η αποθεματική θέση μετά την παραγγελία παίρνει τιμή μικρότερη από $r + Q$.

3.5.3 Η Πολιτική Ελέγχου (s, S)

Αυτή η πολιτική είναι παρόμοια με την (Q, r) . Το σημείο παραγγελίας είναι το s . Όταν η αποθεματική θέση πέφτει κάτω από το s , δίνεται παραγγελία τόσης ποσότητας όση απαιτείται για να πάρει η αποθεματική θέση την τιμή S . Η διαφορά σε σχέση με την πολιτική (Q, r) είναι ότι το μέγεθος της παραγγελίας δεν είναι πλέον πολλαπλάσιο της ποσότητας Q .

Αν ο έλεγχος είναι συνεχής και η ζήτηση συνεχής και ομαλή, τότε η παραγγελία θα δίνεται πάντα στο σημείο s και η ποσότητα παραγγελίας θα είναι πάντα $S - s$. Πρόκειται δηλαδή για μια πολιτική ισοδύναμη της (Q, r) όπου $r = s$ και $Q = S - s$. Αν όμως η ζήτηση είναι μεν συνεχής αλλά απότομη, η ποσότητα της παραγγελίας θα είναι διαφορετική από Q . Στην περίπτωση του περιοδικού ελέγχου, είτε με συνεχή και ομαλή ζήτηση, όπως στο σχήμα 3.5, είτε με απότομη ζήτηση η παραγγελία



Σχήμα 3.5: Πολιτική (S, s) με Περιοδικό Έλεγχο

δίνεται συνήθως όταν η αποθεματική θέση βρίσκεται κάτω από το σημείο s .

3.5.4 Πολιτικές (S) και $(S - 1, S)$

Οι πολιτικές αυτές είναι παραλλαγές της πολιτικής (s, S) και εφαρμόζονται η πρώτη με περιοδικό έλεγχο και η δεύτερη με συνεχή έλεγχο. Στην πολιτική S base stock policy δίνεται παραγγελία ακόμη και αν η αποθεματική θέση τη στιγμή του ελέγχου δεν βρίσκεται κάτω από το s . Δηλαδή σε κάθε έλεγχο δίνεται παραγγελία τόσης ποσότητας όσης απαιτείται για να πάρει η αποθεματική θέση την τιμή S , εκτός αν η ζήτηση κατά τη διάρκεια της προηγούμενης περιόδου ήταν μηδέν. Στην περίπτωση της πολιτικής $S - 1, S$ όπου ο έλεγχος είναι συνεχής δίνεται παραγγελία κάθε φορά που εμφανίζεται ζήτηση. Στην περίπτωση δε που η ζήτηση πραγματοποιείται ανά μονάδα τότε η πολιτική αυτή είναι ισοδύναμη με μια πολιτική (Q, r) όπου $r = S - 1$ και $Q = 1$.

3.6 Ανάλυση των Αποθεματικών Συστημάτων

Αρχικά θα γίνει αναφορά σε μία πολύ σημαντική κατηγορία των προβλημάτων αποθεμάτων, για την οποία, γενικά, προσφέρονται σχετικά εύκολα, ικανοποιητικές λύσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πράξη. Αυτή η κατηγορία των

συστημάτων χαρακτηρίζεται από δύο ιδιότητες:

1. Τα διαφορετικά προϊόντα ελέγχονται ανεξάρτητα
2. Όλα τα προϊόντα αποθηκεύονται σε μία τοποθεσία

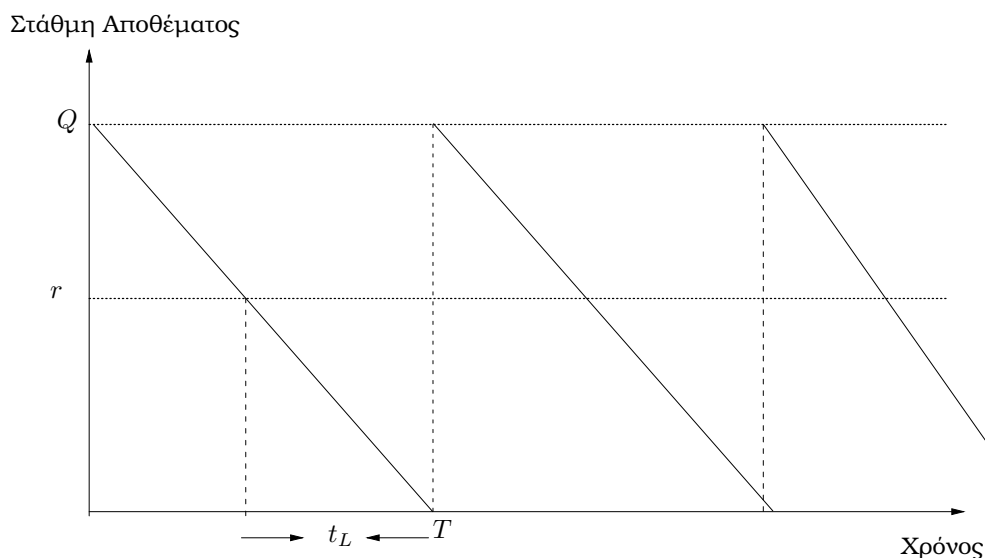
Οι δύο αυτές ιδιότητες πληρούνται από πολλά αποθεματικά συστήματα, αλλά υπάρχουν και σημαντικές εξαιρέσεις. Τυπικό παράδειγμα όπου οι ιδιότητες αυτές πληρούνται είναι οι επιχειρήσεις χονδρικής πώλησης. Αντίθετα στην περίπτωση ενός εργοστασίου είναι επιθυμητή η επίτευξη μιας ομαλής, σε όλη την ένταση, παραγωγής. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχει κάποιος συντονισμός στη διαχείριση των παραγγελιών για διαφορετικά προϊόντα και, επομένως, δεν πληρείται η πρώτη ιδιότητα. Επίσης, στην περίπτωση διανομής κάποιου προϊόντος σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται μια κεντρική αποθήκη σε συνδυασμό με μικρότερους αποθηκευτικούς χώρους κοντά στα σημεία πώλησης, οπότε δεν πληρείται η δεύτερη ιδιότητα.

3.6.1 Το Μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας ΟΠΠ (Economic Order Quantity EOQ)

Ο στόχος αυτού του μοντέλου είναι η διαχείριση ενός προϊόντος σε μία τοποθεσία στη διάρκεια του χρόνου. Το μοντέλο υποθέτει ότι:

- α) Η ζήτηση πρέπει να ικανοποιείται αμέσως, δηλαδή, δεν επιτρέπονται ανικανοποίητες παραγγελίες.
- β) Η ζήτηση είναι γνωστή και ίση Z μονάδες στην διάρκεια του χρονικού ορίζοντα που εξετάζουμε, για λόγους απλοποίησης υποθέτουμε ότι είναι ένα έτος.
- γ) Η στάθμη του διαθέσιμου αποθέματος παρακολουθείται συνεχώς (σύστημα συνεχούς παρακολούθησης).
- δ) Ο χρόνος υστέρησης ικανοποίησης της παραγγελίας είναι σταθερός, ανεξάρτητος από το μέγεθος της παραγγελίας και γνωστός με βεβαιότητα.

Η λειτουργία του συστήματος φαίνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 3.6. Υποθέτουμε ότι υπάρχει κάποιο αρχικό απόθεμα. Τότε αυτό μειώνεται με ρυθμό Z έτσι ώστε να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Σε κάποιο σημείο θα πρέπει να ανεφοδιαστεί το απόθεμα. Για να γίνει αυτό, μια παραγγελία αποστέλλεται στο σύστημα εφοδιασμού όταν το ύψος του διαθέσιμου αποθέματος είναι ίσο με μια συγκεκριμένη στάθμη αποθέματος r . Μια παραγγελία είναι μια απαίτηση για μια συγκεκριμένη ποσότητα ενός προϊόντος. Όταν δίνεται μια παραγγελία, τίποτα δεν αλλάζει μέχρι να περάσει χρόνος t_L , οπότε και καταφθάνει η ποσότητα της παραγγελίας. Σε αυτό το σημείο το απόθεμα αυξάνεται απότομα κατά ένα ποσό ίσο με την ποσότητα που παραλήφθηκε. Αφού η ζήτηση είναι συνεχής, με σταθερό ρυθμό και ταυτόχρονα ο χρόνος



Σχήμα 3.6: Διαγραμματική Απεικόνιση του Μοντέλου Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας

υστέρησης είναι επίσης σταθερός και γνωστός με ακρίβεια, γίνεται η υπόθεση ότι η παραγγελία δεν δίδεται πριν να είναι απαραίτητη, δηλαδή έτσι ώστε η παραλαβή της να γίνεται μόλις το απόθεμα μηδενίζεται. Προφανώς η ποσότητα αυτή είναι η ίδια σε κάθε παραγγελία και ίση με Q .

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται, η ζήτηση μειώνει το απόθεμα, νέες παραγγελίες δίνονται και στην συνέχεια παραλαμβάνονται. Αυτό το σενάριο μπορεί να θεωρηθεί ότι περιγράφει σε γενικές γραμμές την κατάσταση σε ένα κατάστημα λιανικής πώλησης, το οποίο λαμβάνει έτοιμα προϊόντα από κάποιον προμηθευτή και τα πουλάει στους πελάτες. Ο χρόνος υστέρησης σε αυτή την περίπτωση περιλαμβάνει το χρόνο που απαιτεί η προετοιμασία της παραγγελίας και τον χρόνο μεταφοράς.

Στην περίπτωση που δεν δίνονταν η παραγγελία όταν έπρεπε, τότε το απόθεμα κάποια στιγμή θα γινόταν μηδέν και αυτό σημαίνει ότι για κάποιο χρονικό διάστημα δεν θα ήταν δυνατή η ικανοποίηση της ζήτησης. Η εξάντληση του αποθέματος είναι όμως απαγορευμένη στην περίπτωση που μελετάται και θα πρέπει πάντα να γίνονται παραγγελίες ώστε να καλύπτεται όλη η ζήτηση.

Με μικρές αλλαγές το ίδιο μοντέλο απεικονίζει μία απλή παραγωγική διαδικασία. Μία παραγγελία είναι ένα «σήμα» για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης ποσότητας. Η παραγωγή όλης της ποσότητας ολοκληρώνεται μετά από t_L μονάδες χρόνου και το προϊόν είναι πλέον έτοιμο να ικανοποιήσει τη ζήτηση. Για παράδειγμα ο χρόνος υστέρησης t_L μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο που απαιτείται για την προμήθεια των πρώτων υλών και την προετοιμασία της μηχανής, ενώ η παραγωγή μπορεί να είναι ακαριαία (θεωρούμε ότι δεν υπάρχει περιορισμός δυναμικότητας).

Για τον έλεγχο ενός αποθεματικού συστήματος κάτω από αυτές τις υποθέσεις (αλλά και γενικότερα) απαιτείται η απάντηση σε δύο βασικές ερωτήσεις: «Πότε πρέπει να δοθεί μια παραγγελία;» και «Πόσο πρέπει να παραγγελθεί;»

Στη συνέχεια θα πρέπει να καθοριστεί η ποσότητα Q . Ο καθορισμός της βέλτιστης τιμής της μεταβλητής Q πρέπει να γίνει σύμφωνα με κάποια κριτήρια:

- (α) Η συχνότητα των παραγγελιών δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη για λόγους οικονομικών κλίμακας.
- (β) Η ποσότητα του αποθέματος δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη, λόγω του κόστους διατήρησης αποθέματος.

Το μήκος κάθε κύκλου $T = Q/Z$ είναι ακριβώς ο χρόνος που απαιτείται για την χρησιμοποιήσει Q μονάδων αποθέματος με ρυθμό Z ,

Επομένως ο αριθμός των παραγγελιών που θα δοθούν σε ένα έτος είναι:

$$\overline{OF} = \frac{1}{\frac{Q}{Z}} = \frac{Z}{Q} \quad (3.1)$$

Δηλαδή ο αριθμός παραγγελιών/έτος, είναι απλά η ετήσια ζήτηση διαιρεμένη με τον αριθμό των μονάδων ανά παραγγελία.

Επίσης κατά τη διάρκεια ενός κύκλου το απόθεμα μειώνεται γραμμικά από Q σε 0, και επομένως το μέσο απόθεμα θα είναι:

$$\bar{I} = \frac{1}{2}Q \quad (3.2)$$

Είναι φανερό από τις παραπάνω σχέσεις, ότι με αύξηση του Q το μέσο απόθεμα αυξάνεται, ενώ η μέση συχνότητα παραγγελιών μειώνεται. Δηλαδή τα κριτήρια βάσει των οποίων θα γίνει η επιλογή του Q , είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους. Για την επιλογή της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας και τα δύο κριτήρια μεταφράζονται σε μία κοινή κλίμακα χρηματικού κόστους και στη συνέχεια συνδυάζονται σε ένα συνολικό κριτήριο κόστους. Για τη μεταφορά στη κοινή κλίμακα θα πρέπει να εκτιμηθούν οι εξής παράγοντες κόστους:

1. Το ετήσιο κόστος παραγγελίας το οποίο ισούται με το γινόμενο του συνολικού αριθμού των παραγγελιών ανά έτος επί το κόστος παραγγελίας

$$\text{Ετήσιο Κόστος Παραγγελίας} = A\overline{OF} = (k + cQ)\frac{Z}{Q}$$

Όπου

- k Το σταθερό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες).

- c : Μεταβλητό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες/μονάδα προϊόντος).
2. Το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος το οποίο ισούται με το γινόμενο του μέσου αποθέματος που διατηρούμε στο σύστημα επί το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος.

$$\text{Ετήσιο Κόστος Διατήρησης} = h\bar{I} = h\frac{Q}{2}$$

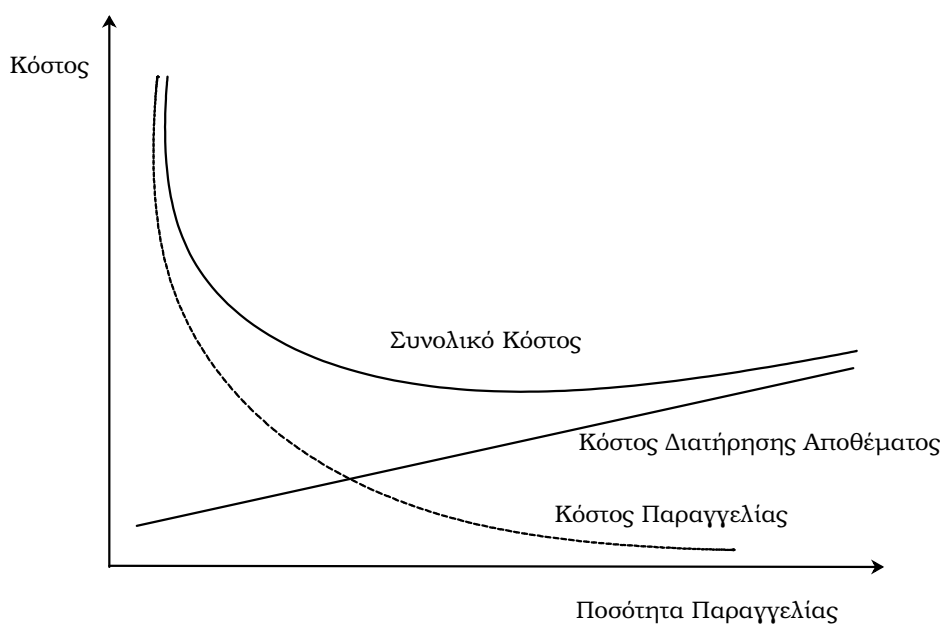
Όπου:

- h : Κόστος διατήρησης μιας μονάδας αποθέματος στη μονάδα του χρόνου (χρηματικές μονάδες/[(μονάδα προϊόντος)(μονάδα χρόνου)]).

Οι παραπάνω παράγοντες κόστους δίνουν το συνολικό κόστος του αποθηκευτικού συστήματος στη μονάδα του χρόνου:

$$TC = (k + cQ)\frac{Z}{Q} + h\frac{Q}{2} = cZ + k\frac{Z}{Q} + \frac{1}{2}hQ \quad (3.3)$$

Η συνάρτηση αυτή είναι η αντικειμενική συνάρτηση του κλασσικού μοντέλου ΟΠΠ και συνιστά το ολικό κριτήριο βάσει του οποίου γίνεται η επιλογή της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας. Η γραφική παράσταση τόσο του μέσου συνολικού κόστους όσο και του μέσου κόστους παραγγελίας και διατήρησης αποθέματος φαίνεται στο σχήμα 3.7. Η συνάρτηση 3.3 δίνει το συνολικό κόστος για κάθε $Q \in (0, \infty)$ και



Σχήμα 3.7: Μέσο Συνολικό Κόστος

στο διάστημα αυτό είναι συνεχώς διαφορίσιμη και αυστηρά κυρτή. Άρα η τιμή της ποσότητας παραγγελίας Q^* που την ελαχιστοποιεί, είναι εκείνη για την οποία η παράγωγος μηδενίζεται. Άρα,

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0 \Rightarrow -\frac{kZ}{Q^2} + \frac{1}{2}h = 0 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2kZ}{h}} \quad (3.4)$$

Αυτή η ποσότητα καλείται «Οικονομική Ποσότητα Παραγγελίας». Το κόστος για την ποσότητα αυτή είναι :

$$TC^* = cZ + \sqrt{2kZh} \quad (3.5)$$

αφού

$$\bar{I} = \frac{1}{2}Q^* = \sqrt{\frac{kZ}{2h}} \quad (3.6)$$

και

$$\overline{OF} = \frac{Z}{Q^*} = \sqrt{\frac{Zh}{2k}} \quad (3.7)$$

Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών, T^* , η διάρκεια δηλαδή κάθε αποθεματικού κύκλου θα είναι:

$$T^* = \frac{Q^*}{Z} = \sqrt{\frac{2k}{2Zh}} \quad (3.8)$$

και επομένως είναι δυνατό αντί για παρατήρηση της αποθεματικής θέσης οι παραγγελίες να γίνονται με βάση την παρατήρηση του χρόνου.

Παράδειγμα 3.2 Η ζήτηση ενός προϊόντος είναι 750 κομμάτια το έτος . Το κόστος παραγγελίας είναι 200 χ.μ. ανά παραγγελία. Το κόστος διατήρησης αποθέματος είναι 20% επί της τιμής αγοράς του που είναι 200 χ.μ . Ποια είναι η οικονομική ποσότητα παραγγελίας; Ποια είναι η επίδραση στο συνολικό κόστος, εάν η ποσότητα αυτή μεταβληθεί κατά 1/3;

Λύση : Η ετήσια ζήτηση θα είναι $Z = 750 \times 12 = 9.000$. Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας προκύπτει από την 3.4 ως εξής:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2kZ}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 200 \times 9000}{0,2 \times 200}} = 300 \text{ μονάδες} \quad (3.9)$$

Το ελάχιστο συνολικό ετήσιο κόστος υπολογίζεται από την 3.5

$$\begin{aligned} TC^* &= cZ + \sqrt{2kZh} \\ &= 200 \times 9.000 + \sqrt{2 \times 200 \times 9.000 \times 0,2 \times 200} \\ &= 1.812.000 \text{ χ.μ.} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Αν η βέλτιστη ποσότητα αυξηθεί κατά $1/3$ δηλαδή κατά 33% τότε θα έχουμε $Q_1 = 300 + 300 \times 33\% = 400$ τότε

$$\begin{aligned} TC_{Q_1} &= cZ + k\frac{Z}{Q} + \frac{1}{2}hQ \\ &= 200 \times 9.000 + \frac{200 \times 9.000}{400} + \frac{0,2 \times 200 \times 400}{2} \\ &= 1.812.500 \text{ χ.μ.} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Αν η βέλτιστη ποσότητα μειωθεί κατά 33% τότε θα έχουμε $Q_2 = 300 + 300 \times 33\% = 200$ τότε

$$\begin{aligned} TC_{Q_2} &= cZ + k\frac{Z}{Q} + \frac{1}{2}hQ \\ &= 200 \times 9.000 + \frac{200 \times 9.000}{200} + \frac{0,2 \times 200 \times 200}{2} \\ &= 1.813.000 \text{ χ.μ.} \end{aligned} \quad (3.12)$$

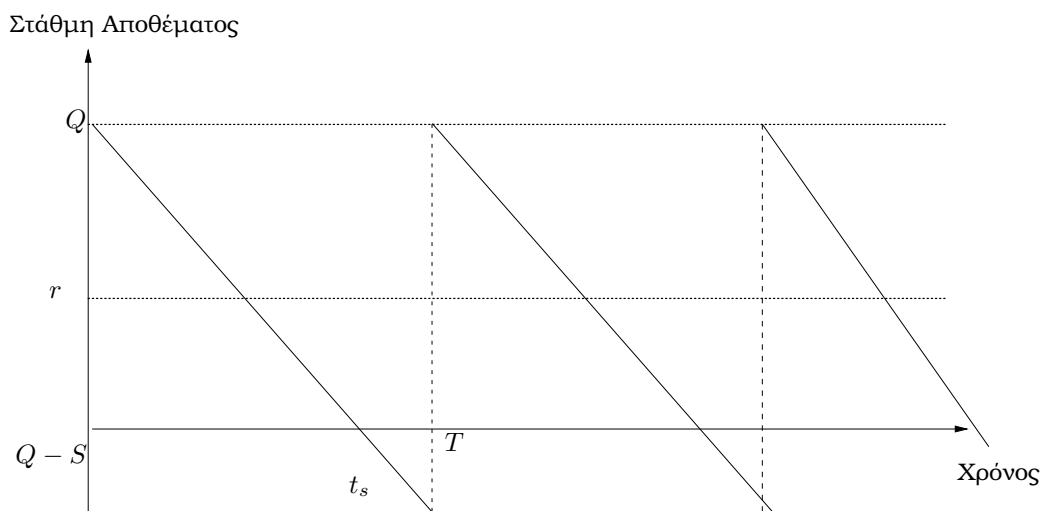
□

3.6.2 Η ΟΠΠ όταν επιτρέπεται ανικανοποίητη ζήτηση

Το σύστημα αυτό είναι παρόμοιο με το σύστημα ΟΠΠ, με τη διαφορά ότι έχει χαλαρωμένο τον περιορισμό που απαιτεί η ζήτηση να καλύπτεται από το ανά χείρας απόθεμα. Στην περίπτωση αυτή ικανοποιείται πάλι όλη η ζήτηση, μέρος όμως αυτής ικανοποιείται με κάποια καθυστέρηση αφού οι πελάτες είναι διατεθειμένοι να περιμένουν μέχρι να ικανοποιηθούν. Βασική υπόθεση για να συμβεί αυτό είναι το κόστος έλλειψης b της μονάδας αποθέματος για κάθε μονάδα χρόνου να μην είναι υπερβολικά μεγαλύτερο σε σχέση με το κόστος διατήρησης της μονάδας αποθέματος. Η χαλάρωση αυτή του προβλήματος αυξάνει τον αριθμό των εφικτών λύσεων. Για την μελέτη των συστημάτων αυτών απαιτείται ο ορισμός των παρακάτω μεγεθών:

- Q , η ποσότητα παραγγελίας
- S η ποσότητα που πρέπει να ικανοποιηθεί χωρίς καθυστέρηση.
- $Q - S$ η μέγιστη ποσότητα που επιτρέπεται να ικανοποιείται με καθυστέρηση

Η λειτουργία του αποθεματικού συστήματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.8, όπου φαίνεται ότι οι ανικανοποίητες παραγγελίες λογίζονται ως αρνητικό απόθεμα. Ανάμεσα στις παραλαβές των παραγγελιών, η στάθμη του αποθέματος μειώνεται με σταθερό ρυθμό και μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό είτε μηδέν. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.8 όταν μια παραγγελία παραλαμβάνεται, η στάθμη του αποθέματος αυξάνεται απότομα κατά Q . Ένα μέρος από αυτή την ποσότητα καλύπτει τη ανικανοποίητη ζήτηση και το υπόλοιπο προστίθεται στο απόθεμα.



Σχήμα 3.8: Το Αποθεματικό Σύστημα με Ανικανοποίητη Ζήτηση

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.8 ο αποθεματικός κύκλος αποτελείται από δύο μέρη: Το πρώτο μέρος του κύκλου έχει διάρκεια t_s ίση με το χρόνο στον οποίο η ζήτηση ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση. Με άλλα λόγια η διάρκειας του πρώτου μέρους

$$t_s = \frac{S}{Z} \quad (3.13)$$

είναι ο χρόνος που απαιτείται για την ανάλωση του αποθέματος S με ρυθμό Z . Στο δεύτερο μέρος του κύκλου γίνεται η συσσώρευση ανικανοποίητων παραγγελιών και επομένως το απόθεμα είναι αρνητικό. Η διάρκεια του κύκλου είναι:

$$T - t_s = \frac{Q - S}{Z}, \quad (3.14)$$

ο χρόνος δηλαδή που απαιτείται για την συσσώρευση της μέγιστης ποσότητας ανικανοποίητων παραγγελιών με ρυθμό Z . Η ποσότητα αυτή θα ικανοποιηθεί αμέσως μόλις γίνει η παραλαβή της ποσότητας παραγγελίας Q .

Τα κριτήρια βάσει των οποίων γίνεται η αξιολόγηση των πολιτικών σε αυτή την περίπτωση δεν περιλαμβάνουν μόνο το μέσο απόθεμα και τη μέση συχνότητα παραγγελιών. Μπορεί να επιτρέπεται μεν η ύπαρξη ανικανοποίητης ζήτησης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτή δεν συνεπάγεται ένα κόστος. Στους πελάτες δεν αρέσει να περιμένουν, και αν η επιχείρηση θέλει να τους ευχαριστήσει δεν πρέπει να τους κάνει να περιμένουν πολλές φορές ή για πολύ χρόνο. Πολλές φορές άλλωστε βάσει συμβολαίου υπάρχει πρόστιμο για πιθανή καθυστέρηση.

Επομένως το ετήσιο κόστος παραγγελιών προκύπτει από τα παρακάτω στοιχεία κόστους:

1. Το ετήσιο κόστος παραγγελίας το οποίο όπως και προηγουμένως ισούται με το γινόμενο του συνολικού αριθμού των παραγγελιών ανά έτος επί το κόστος

παραγγελίας

$$\text{Ετήσιο Κόστος Παραγγελίας} = A\overline{OF} = (k + cQ)\frac{Z}{Q}$$

Όπου

- k : Το σταθερό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες).
 - c : Μεταβλητό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες/μονάδα προϊόντος).
2. Το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος το οποίο ισούται με το γινόμενο του μέσου αποθέματος που διατηρούμε στο σύστημα επί το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος. Το μέσο απόθεμα \bar{I} που διατηρούμε στο σύστημα είναι $S/2$ στην διάρκεια του χρόνου t_s στον οποίο διατηρούμε απόθεμα και 0 στην διάρκεια του χρόνου $T - t_s$ στον οποίο δεν έχουμε απόθεμα. Είναι επομένως $S/2$ επί το ποσοστό του χρόνου που διατηρούμε απόθεμα t_s/T . Όμως ένας αποθεματικός κύκλος έχει διάρκεια $T = S/Q$ επομένως η διάρκεια του χρόνου t_s ως ποσοστό στο χρόνο του αποθεματικού κύκλου είναι

$$\frac{t_s}{T} = \frac{\frac{S}{Z}}{\frac{S}{Q}} = \frac{Q}{Z}$$

και επομένως το μέσο απόθεμα είναι:

$$\bar{I} = \frac{S}{2} \times \frac{t_s}{T} = \frac{S}{2} \times \frac{Q}{Z} = \frac{SQ}{2Z}$$

Θα έχουμε επομένως:

$$\text{Ετήσιο Κόστος Διατήρησης} = h\bar{I} = h\frac{SQ}{2Z}$$

Όπου:

- h : Κόστος διατήρησης μιας μονάδας αποθέματος στη μονάδα του χρόνου (χρηματικές μονάδες/[(μονάδα προϊόντος)(μονάδα χρόνου)]).
3. Το ετήσιο κόστος έλλειψης το οποίο υπολογίζεται από το γινόμενο του μέσου αποθέματος που μας λείπει \bar{B} και του μοναδιαίου κόστους έλλειψης b . Το μέσο απόθεμα που μας λείπει είναι 0 στην διάρκεια του χρόνου t_s και $\frac{Q-S}{2}$, στην διάρκεια του χρόνου $T - t_s$. Είναι επομένως $\frac{Q-S}{2}$ επί το ποσοστό του χρόνου που έχουμε έλλειψη $T - t_s/T$. Όμως ένας αποθεματικός κύκλος έχει διάρκεια $T = S/Q$ επομένως η διάρκεια του χρόνου $T - t_s$ ως ποσοστό στο χρόνο του αποθεματικού κύκλου είναι

$$\frac{T - t_s}{T} = \frac{\frac{Q-S}{Z}}{\frac{Q}{Z}} = \frac{Q-S}{Q} \quad (3.15)$$

και επομένως το μέσο έλλειμμα θα είναι:

$$\bar{B} = \frac{Q - S}{2} \times \frac{Q - S}{Q} = \frac{(Q - S)^2}{2Q} \quad (3.16)$$

Θα έχουμε επομένως:

$$\text{Ετήσιο Κόστος Έλλειψης} = b\bar{B} = b \frac{(Q - S)^2}{2Q}$$

Επομένως το συνολικό ετήσιο κόστος διατήρησης του αποθέματος θα είναι:

$$TC = (k + cQ) \frac{Z}{Q} + h \frac{S^2}{2Q} + b \frac{(Q - S)^2}{2Q} \quad (3.17)$$

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας Q^* προκύπτει θέτοντας

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2Zk}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}} \quad (3.18)$$

Η βέλτιστη ποσότητα που ικανοποιείται χωρίς καθυστέρησης S^* προκύπτει θέτοντας

$$\frac{\partial TC}{\partial S} = 0 \Rightarrow S^* = \sqrt{\frac{2Zk}{h}} \sqrt{\frac{b}{h+b}} \quad (3.19)$$

Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο διαδοχικές παραλαβές της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας Q^* , η διάρκεια δηλαδή του αποθεματικού κύκλου είναι:

$$T^* = \frac{Q^*}{Z} = \sqrt{\frac{2k}{hZ}} \sqrt{\frac{h+b}{b}} \quad (3.20)$$

Το μέρος της ζήτησης που ικανοποιείται με καθυστέρηση $Q^* - S^*$ είναι:

$$Q^* - S^* = \sqrt{\frac{2Zk}{b}} \sqrt{\frac{h}{h+b}} \quad (3.21)$$

Τέλος, το ποσοστό του χρόνου που η ζήτηση ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση είναι:

$$\frac{t_s}{T} = \frac{b}{h+b} \quad (3.22)$$

Παράδειγμα 3.3 Για τα δεδομένα του Παραδείγματος 3.2 να βρεθούν τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του συστήματος για την περίπτωση που μέρος της ζήτησης επιτρέπεται να ικανοποιείται με καθυστέρηση. Το κόστος της έλλειψης του αποθέματος εκτιμήθηκε ότι είναι 5 ευρώ ανά τεμάχιο που μας λείπει και για κάθε μήνα που καθυστερεί η ικανοποίηση της.

Λύση : Τα στοιχεία κόστους που έχουμε στην διάθεσή μας πρέπει να είναι όλα εκφρασμένα στις ίδιες μονάδες. Έτσι το κόστος έλλειψης θα είναι $b=5$ ευρώ ανά τεμάχιο για κάθε μήνα $\times 12$ μήνες το έτος = 60 ευρώ ανά τεμάχιο στο έτος.

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας δίνεται από την σχέση 3.18, είναι δηλαδή,

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Zk}{h}} \sqrt{\frac{h+b}{b}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.0000 \times 200}{0,2 \times 200}} \sqrt{\frac{0,2 \times 200 + 60}{60}} = 387 \text{ μονάδες} \quad (3.23)$$

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίες που ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση δίνεται από την σχέση 3.19

$$S^* = \sqrt{\frac{2Zk}{h}} \sqrt{\frac{b}{h+b}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.000 \times 200}{0,2 \times 200}} \sqrt{\frac{60}{0,2 \times 200 + 60}} = 367 \text{ μονάδες} \quad (3.24)$$

Το μέρος της ζήτησης που ικανοποιείται με καθυστέρηση θα είναι

$$Q^* - S^* = 387 - 367 = 20 \text{ μονάδες} \quad (3.25)$$

Το ποσοστό του χρόνου που η ζήτηση ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση θα είναι

$$\frac{t_s}{T} = \frac{b}{b+h} = \frac{60}{60 + 0,2 \times 200} = 0,60, \quad (3.26)$$

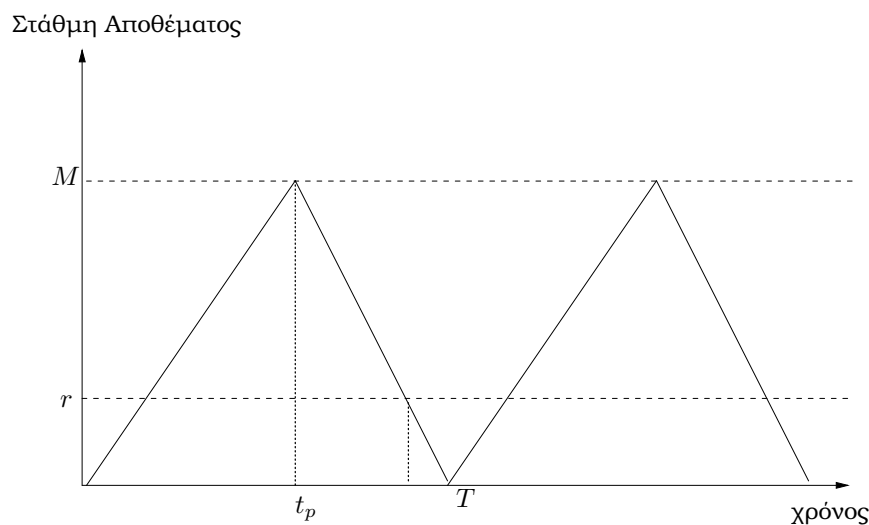
δηλαδή το 60% του χρόνου λειτουργίας του συστήματος. \square

3.6.3 Η Ζήτηση Ικανοποιείται με Πεπερασμένο Ρυθμό Παραγωγή

Στα συστήματα που εξετάσαμε μέχρι τώρα υποθέτουμε ότι η αναπλήρωση του αποθέματος γίνεται ακαριαία, κάθε φορά που παραλαμβάνουμε την ποσότητα παραγωγίας Q . Στο μοντέλο ΟΠΠ η διαδικασία εφοδιασμού, όπως αναφέρθηκε, μπορεί να αναπαριστά μια παραγωγική διαδικασία. Με άλλα λόγια η διαδικασία ανεφοδιασμού μπορεί να γίνεται εσωτερικά με την παραγωγή της ποσότητας Q στις εγκαταστάσεις μας. Αντίθετα, στην περίπτωση αυτή η παραλαβή της ποσότητας Q δεν γίνεται στιγμιαία. Από τη στιγμή που θα δοθεί μια παραγγελία, αρχίζει η παραγωγή η οποία είναι συνεχής με σταθερό ρυθμό p μονάδες στην διάρκεια του χρονικού διαστήματος t_p , που είναι ίσο με το διάστημα που απαιτείται για να παραχθεί η ποσότητα Q , παραγωγική διαδικασία τότε σταματά μέχρι να αρχίσει η παραγωγή της επόμενης παρτίδας.

Ο αποθεματικός κύκλος αυτού του είδους των συστημάτων έχει δύο περιόδους (μέρη) όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.9.

- Στο πρώτο μέρος του κύκλου διάρκεια $t_p = Q/p$ (ο χρόνος που απαιτείται για να γίνει η παραγωγή μεγέθους Q με ρυθμό p) έχουμε παραγωγή με ρυθμό



Σχήμα 3.9: Αποθεματικό Σύστημα με Ικανοποίηση της Ζήτησης από την Παραγωγή

p και ταυτόχρονα έχουμε κατανάλωση με ρυθμό λ μονάδες αποθέματος στην μονάδα του χρόνου (με ζήτηση δηλαδή εκφρασμένη στην ίδια μονάδα χρόνου με το ρυθμό παραγωγής). Απαραίτητη προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία του συστήματος είναι ότι ο ρυθμός παραγωγής p είναι ίσος με το ρυθμό κατανάλωσης του αποθέματος λ .

- Στο δεύτερο μέρος του κύκλου που έχει διάρκεια $T - t_p$ η παραγωγή έχει ολοκληρωθεί και η ζήτηση που εκδηλώνεται ικανοποιείται αποκλειστικά από το απόθεμα που έχει δημιουργηθεί.

Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις το συνολικό κόστος διαχείρισης θα προκύπτει από τα εξής στοιχεία κόστους:

1. Το ετήσιο κόστος παραγγελίας το οποίο όπως και προηγουμένως ισούται με το γινόμενο του συνολικού αριθμού των παραγγελιών ανά έτος επί το κόστος παραγγελίας.

$$\text{Ετήσιο Κόστος Παραγγελίας} = A\overline{OF} = (k + cQ)\frac{Z}{Q}$$

Όπου

- k : Το σταθερό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες). Το κόστος παραγγελιών στην περίπτωση που εξετάζουμε είναι το κόστος προετοιμασίας του εξοπλισμού, και του δυναμικού για την παραγωγή της ποσότητας Q .
- c : Μεταβλητό κόστος παραγγελίας (χρηματικές μονάδες/μονάδα προϊόντος).

2. Το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος το οποίο ισούται με το γινόμενο του μέσου αποθέματος που διατηρούμε στο σύστημα επί το ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος. Το μέσο απόθεμα \bar{I} που διατηρούμε στο σύστημα είναι $M/2$. είναι δηλαδή ίσο με το μισό του μέγιστου αποθέματος που δημιουργείται στο τέλος της περιόδου παραγωγής της ποσότητας Q . Το μέγιστο απόθεμα M είναι ίσο με την ποσότητα Q μείον την ανάλωση του αποθέματος στην περίοδο t_p με ρυθμό λ είναι δηλαδή,

$$\begin{aligned} M &= Q - \lambda t_p = Q - \lambda \left(\frac{Q}{p} \right) \\ &= Q - \frac{\lambda Q}{p} = \frac{pQ - \lambda Q}{p} \\ &= \frac{Q(p - \lambda)}{p} = Q \left(\frac{p - \lambda}{p} \right) \\ &= Q \left(1 - \frac{\lambda}{p} \right) \end{aligned}$$

Θα έχουμε επομένως:

$$\text{Ετήσιο Κόστος Διατήρησης} = h\bar{I} = h \frac{M}{2} = h \left[\frac{Q \left(1 - \frac{\lambda}{p} \right)}{2} \right]$$

Όπου:

- h : Κόστος διατήρησης μιας μονάδας αποθέματος στη μονάδα του χρόνου (χρηματικές μονάδες/[μονάδα προϊόντος](μονάδα χρόνου)).

Επομένως το συνολικό ετήσιο κόστος διατήρησης του αποθέματος θα είναι:

$$TC = (k + cQ) \frac{Z}{Q} + h \left[\frac{Q \left(1 - \frac{\lambda}{p} \right)}{2} \right] \quad (3.27)$$

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας Q^* προκύπτει θέτοντας

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2Zk}{h \left(1 - \frac{\lambda}{p} \right)}} \quad (3.28)$$

Παράδειγμα 3.4 Για τα δεδομένα του Παραδείγματος 3.2 να βρεθούν τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του συστήματος υποθέτοντας ότι η ζήτηση ικανοποιείται από την παραγωγή, υποθέτοντας ότι ο ρυθμός παραγωγής είναι $p = 6.000$ τεμάχια ανά μήνα

Λύση : Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας δίνεται από την σχέση 3.28, είναι δηλαδή,

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2Zk}{h\left(1 - \frac{\lambda}{p}\right)}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 9.000 \times 200}{0,2 \times 200 \left(1 - \frac{750}{6.000}\right)}} \\ &= 320 \text{ τεμάχια} \end{aligned}$$

3.6.4 Εκπτώσεις Ποσοτήτων

Μέχρι τώρα έγινε η υπόθεση ότι κόστος μιας μονάδας προϊόντος c είναι σταθερό και ανεξάρτητο από την ποσότητα της παραγγελίας. Συχνά όμως προσφέρονται εκπτώσεις για μεγάλες ποσότητες παραγγελιών όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα τόσο μικρότερη είναι η τιμή. Αύτη είναι η περίπτωση εκπτώσεων ποσοτήτων. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

- **Σταδιακή έκπτωση.** Σε αυτή την περίπτωση αν η ποσότητα της παραγγελίας υπερβαίνει κάποια τιμή X (δηλαδή $Q > X$), γίνεται έκπτωση μόνο στην επιπλέον της X ποσότητα, δηλαδή, στην ποσότητα $(Q - X)$.
- **Έκπτωση σε όλη την ποσότητα παραγγελίας.** Σε αυτή την περίπτωση αν η ποσότητα παραγγελίας υπερβαίνει την τιμή X , τότε γίνεται έκπτωση σε όλη την ποσότητα Q .

3.6.4.1 Σταδιακή έκπτωση

Έστω c_i το μοναδιαίο κόστος για την ποσότητα μέχρι X_i , και c_{i+1} το μοναδιαίο κόστος για την ποσότητα μεγαλύτερη από X_i , $\forall i = 1, 2, \dots$. Υποτίθεται ότι $c_i > c_{i+1}$. Επιπλέον υποτίθεται ότι $Q_0 = 0$. Το μεταβλητό κόστος παραγγελίας θα είναι τότε μια συνάρτηση της ποσότητας παραγγελίας Q ανάλογη με αυτή του Σχήματος 3.10:

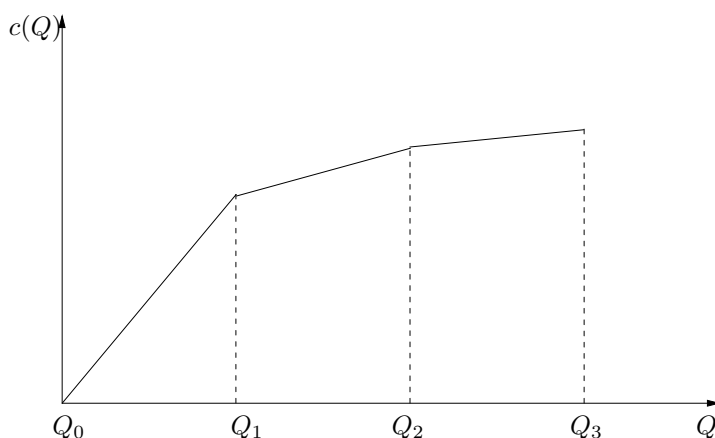
$$c(Q) = \begin{cases} c_{i-1}Q & \text{εάν } 0 < Q < X_{i-1} \\ c_{i-1}X_{i-1} + c_i(Q - X_{i-1}) & \text{εάν } X_{i-1} \leq Q < X_i \end{cases} \quad (3.29)$$

και επομένως το μέσο μεταβλητό κόστος παραγγελίας θα είναι

$$\frac{c(Q)}{Q} = \begin{cases} c_{i-1} & \text{εάν } 0 < Q < X_{i-1} \\ \frac{c_{i-1}X_{i-1} + c_i(Q - X_{i-1})}{Q} & \text{εάν } X_{i-1} \leq Q < X_i \end{cases} \quad (3.30)$$

οπότε το κόστος παραγγελίας θα είναι :

$$k + c(Q) = \begin{cases} k + c_{i-1}Q & \text{εάν } 0 < Q \leq X_{i-1} \\ k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1} + c_iQ & \text{εάν } X_{i-1} \leq Q < X_i \end{cases} \quad (3.31)$$



Σχήμα 3.10: Η Συνάρτηση του Μεταβλητού Κόστους Παραγγελίας με Σταδιακή Έκπτωση

Το μέσο συνολικό κόστος διαχείρισης του αποθέματος θα είναι,

$$TC = [k + c(Q)] \frac{Z}{Q} + h_i \frac{Q}{2} \quad (3.32)$$

όπου $h_i = ac(Q)/Q$ Επομένως, θα είναι και

$$TC_i(Q) = c_i Z + \frac{[k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1}] Z}{Q} + \frac{1}{2} (ac_i) Q + \frac{1}{2} a(c_{i-1} - c_i) X_{i-1} \quad (3.33)$$

Και οι δύο συναρτήσεις έχουν την ίδια μορφή με τη συνάρτηση του μοντέλου ΟΠΠ, είναι και οι δύο διαφορίσιμες και αυστηρά κυρτές. Θέτοντας

$$\frac{\partial TC(Q)}{\partial Q_i} = 0 \Rightarrow Q_i = \sqrt{\frac{2Z [k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1}]}{ac_i}} \quad (3.34)$$

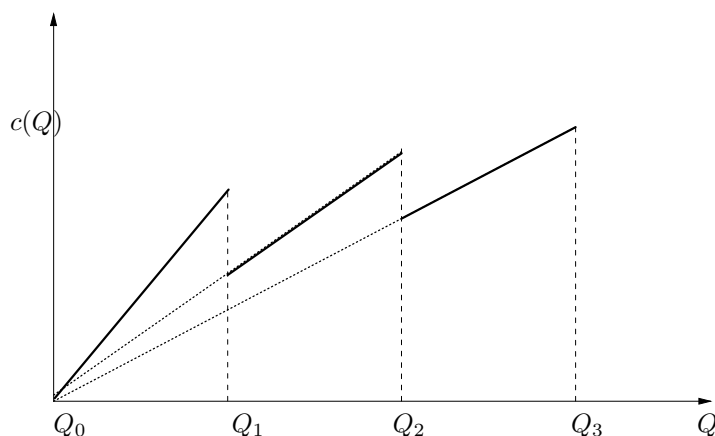
Επομένως υπολογίζεται η ποσότητα παραγγελίας Q_i που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος για κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Εάν $Q_i \notin [X_{i-1}, X_i]$ τότε υποθέτουμε ότι $TC(Q_i) = \infty$

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας Q^* είναι εκείνη που εξασφαλίζει το ελάχιστο συνολικό κόστος διαχείρισης.

3.6.4.2 Έκπτωση σε όλη την ποσότητα

Το μεταβλητό κόστος παραγγελίας c είναι και σε αυτή την περίπτωση μια συνάρτηση της ποσότητας Q Σχήμα 3.11:

$$c(Q) = \begin{cases} c_i Q & \text{εάν } Q_{i-1} \leq Q < X_i \end{cases} \quad (3.35)$$



Σχήμα 3.11: Η Συνάρτηση του Μεταβλητού Κόστους Παραγγελίας με Έκπτωση σε Όλη την Ποσότητα

Το μέσο συνολικό κόστος είναι επομένως :

$$TC_i(Q) = c_i Z + \frac{kZ}{Q} + \frac{Q}{2} h_i \quad (3.36)$$

όπου $h_i = ac_i$

και

$$\frac{\partial TC_i(Q)}{\partial Q_i} \Rightarrow Q_i = \sqrt{\frac{2Zk}{h_i}} \quad (3.37)$$

Η βέλτιστη ποσότητα για κάθε περίπτωση θα είναι

$$Q_i^* = \begin{cases} X_{i-1} & \text{άν } Q_i < X_{i-1} \\ Q_i & \text{άν } X_{i-1} \leq Q_i < X_i \\ X_i & \text{άν } Q_i > X_i \end{cases} \quad (3.38)$$

Πάλι βρίσκουμε την ποσότητα παραγγελίας ξεχωριστά και συγκρίνουμε τις διάφορες τιμές. Η συνολικά βέλτιστη Q^* είναι εκείνη που έχει το μικρότερο μέσο κόστος.

Παράδειγμα 3.5 Κάποια βιομηχανία χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες κάποιου υλικού στις γραμμές παραγωγής της. Η απαίτησή της είναι να χρησιμοποιεί παραγγελίες σταθερού μεγέθους και καθόλου ανικανοποίητη ζήτηση. Ετησίως χρειάζονται 600 μονάδες του υλικού, το σταθερό κόστος παραγγελίας είναι 8\$, το ετήσιο κόστος αποθήκευσης υπολογίζεται να είναι 20% επί της τιμής αγοράς του. Η εταιρεία έχει εξασφαλίσει από τον προμηθευτή της τις παρακάτω τιμές ανάλογα με τις ποσότητες που αγοράζει.

$$C(Q) = \begin{cases} 0.30\$ & \text{άν } 0 \leq Q < 500 \\ 0.29\$ & \text{άν } 500 \leq Q < 1000 \\ 0.28\$ & \text{άν } 1000 \leq Q \end{cases}$$

Να βρεθεί η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας.

Λύση :

Περίπτωση 1^η: Έκπτωση σε όλη την Ποσότητα

Αν υποθέσουμε ότι ο προμηθευτής παρέχει έκπτωση σε όλη την ποσότητα Χρησιμοποιώντας την 3.37 υπολογίζουμε την βέλτιστη ποσότητα ανά περίπτωση

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2Zk}{h_i}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 8}{0,20 \times 3}} = 400$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2Zk}{h_i}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 8}{0,20 \times 0,29}} = 406$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2Zk}{h_i}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 8}{0,20 \times 0,28}} = 414$$

Στην συνέχεια προσδιορίζουμε την ποσότητα που θα πρέπει να παραγγείλουμε χρησιμοποιώντας την 3.38 θα έχουμε επομένως,

$$Q_0 = 400 \text{ αφού } 0 \leq Q_0 < 500$$

$$Q_1 = 500 \text{ αφού } Q_1 < 500$$

$$Q_2 = 1000 \text{ αφού } Q_2 < 1000$$

Υπολογίζουμε το συνολικό κόστος κάθε ποσότητας χρησιμοποιώντας την 3.36, θα έχουμε επομένως,

$$TC(400) = c_i Z + \frac{kZ}{Q} + \frac{Q}{2} h_i = 0,30 \times 600 + \frac{8 \times 600}{400} + \frac{400}{2} \times (0,2 \times 0,3) = 204$$

$$TC(500) = c_i Z + \frac{kZ}{Q} + \frac{Q}{2} h_i = 0,29 \times 600 + \frac{8 \times 600}{500} + \frac{500}{2} \times (0,2 \times 0,29) = 198,1$$

$$TC(1000) = c_i Z + \frac{kZ}{Q} + \frac{Q}{2} h_i = 0,28 \times 600 + \frac{8 \times 600}{1000} + \frac{1000}{2} \times (0,2 \times 0,28) = 200,8$$

Επομένως η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας $Q^* = 500$ αφού αυτή εξασφαλίζει το ελάχιστο συνολικό κόστος.

Περίπτωση 2^η: Σταδιακή Έκπτωση Σε αυτή την περίπτωση το μεταβλητό κόστος παραγγελίας θα είναι:

$$c(Q) = \begin{cases} 0,3Q & \text{εάν } 0 < Q < 500 \\ 150 (= 0,3 \times 500) + 0,29(Q - 500) = 5 + 0,29Q & \text{εάν } 500 \leq Q < 1000 \\ 295 (= 0,29 \times 1000) + 0,28(Q - 1000) = 15 + 0,28Q & \text{εάν } 1000 \leq Q \end{cases}$$

Από την 3.34 υπολογίζουμε την βέλτιστη ποσότητα σε κάθε περίπτωση, θα έχουμε επομένως,

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2Z [k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1}]}{ac_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times (8 + 0)}{0,2 \times 0,3}} = 400$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{\frac{2Z [k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1}]}{ac_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times [8 + (0,3 - 0,29) \times 500]}{0,2 \times 0,29}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 13}{0,2 \times 0,29}} = 519 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2Z [k + (c_{i-1} - c_i)X_{i-1}]}{ac_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times [8 + (0,29 - 0,28) \times 1000]}{0,2 \times 0,28}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 23}{0,2 \times 0,28}} = 702 \end{aligned}$$

Η ποσότητα Q_2 δεν περιλαμβάνεται στο διάστημα $1000 \leq Q$ για το οποίο υπολογίστηκε επομένως δεν είναι εφικτή. Για τις Q_0, Q_1 υπολογίζουμε από την 3.33 το συνολικό κόστος που αυτές συνεπάγονται,

$$TC(400) = 204$$

$$TC(519) = 204,5$$

επομένως η βέλτιστη ποσότητα $Q^* = 400$

□

Κεφάλαιο 4

Προβλέψεις

4.1 Εισαγωγή

Τα στελέχη επιχειρήσεων συχνά καλούνται να λάβουν αποφάσεις και να επεξεργαστούν προγράμματα δράσης για την μελλοντική πορεία της επιχείρησης βασιζόμενα σε εκτιμήσεις για τις τιμές διαφορών μεγεθών που έχουν σχέση με την καθημερινή λειτουργία μιας επιχείρησης. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι ο προγραμματισμός της παραγωγής με βάση κάποια πρόβλεψη της ζήτησης για αρκετές εκατοντάδες διαφορετικών προϊόντων της γραμμής παραγωγής. Συνεπώς, στα συστήματα παραγωγής είναι απαραίτητη η πρόβλεψη του επίπεδου των τιμών διαφόρων μεγεθών γιατί

1. Οι προβλέψεις αποτελούν την βάση πάνω στην οποία μπορούμε να στηρίζουμε την λήψη βέλτιστων διοικητικών αποφάσεων.
2. Οι επιτυχημένες προβλέψεις συντελούν σημαντικά στην βελτιστοποίηση των διαθέσιμων οικονομικών και ανθρώπινων πόρων.
3. Αν τα δεδομένα είναι υψηλής ποιότητας, μπορούν να είναι οι προβλέψεις ακριβείς.

Οι προβλέψεις αποτελούν την βάση των εναλλακτικών επιχειρησιακών στρατηγικών, όπως παραγωγή και κατανομή των προϊόντων στις περιόδους ζήτησης, το είδος των επενδύσεων και τις ανάγκες πρόσθετης παραγωγής. Η πρόβλεψη ορίζεται ως *ο εκ των προτέρων προσδιορισμός της έκβασης μίας τυχαίας μεταβλητής* και ως εκ τούτου αναφέρεται σε μελλοντικές τιμές.

Οι μελλοντικές τιμές όμως κάθε οικονομικού μεγέθους εξαρτώνται συνήθως από ένα πλήθος παραγόντων, η επίδραση των οποίων είναι πολλές φορές και πολύπλοκη αλλά και άγνωστη. Αυτό που χρειάζεται επομένως είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή

κάποιας μεθόδου πρόβλεψης η οποία (α) θα παρέχει ικανοποιητικές προβλέψεις για τον χρονικό ορίζοντα που επιλέξαμε και (β) θα μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα.

Υπάρχουν γενικά τρεις μέθοδοι πρόβλεψης τις οποίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κατά περίπτωση.

Οι μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών.

Οι μέθοδοι χρονοσειρών χρησιμοποιούν ιστορικές πληροφορίες για να προβλέψουν την εξέλιξη ενός μεγέθους τις οποίες αξιοποιούν με την χρήση ενός κατάλληλου μαθηματικού προτύπου. Οι μέθοδοι χρονοσειρών βασίζονται στην υπόθεση ότι οι παράγοντες που διαμόρφωσαν τα ιστορικά στοιχεία που έχουμε στην διάθεση μας εξακολουθούν να ισχύουν και στο μέλλον. Με άλλα λόγια η πρόβλεψη που προκύπτει σε αυτή την περίπτωση στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στον χρόνο.

Αιτιοκρατικές Μέθοδοι

Σύμφωνα με τις μεθόδους αυτές, εφ' όσον η μεταβλητή που πρέπει να προβλεφθεί είναι συνάρτηση άλλων ανεξάρτητων παραγόντων (π.χ. τιμή, διαφήμιση, πορεία των αγορών κλπ), τότε επιδιώκεται να προσδιορισθεί η σχέση ανάμεσα στην μεταβλητή και στους ανεξάρτητους παράγοντες. Επομένως η μελλοντική τιμή της μεταβλητής προβλέπεται αν υπάρχουν προβλέψεις για τις μελλοντικές τιμές των ανεξάρτητων παραγόντων.

Ποιοτικές Μέθοδοι

Είναι μέθοδοι πρόβλεψης που βασίζονται στην κρίση δηλαδή σε υποκειμενικές εκτιμήσεις.

Στο παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τις δύο πρώτες κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης. Στις Ενότητες που ακολουθούν θα συμβολίζουμε με Y_t την τιμή της μεταβλητής που μας ενδιαφέρει όπως αυτή παρατηρήθηκε στο τέλος της περιόδου t . Τις προβλέψεις μας για κάθε περίοδο t θα τις συμβολίζουμε με F_t . Η διαφορά $e_t = Y_t - F_t$ ονομάζεται σφάλμα πρόβλεψης και αποτελεί ένα κριτήριο για την ακρίβεια και την αξιοπιστία της μεθόδου.

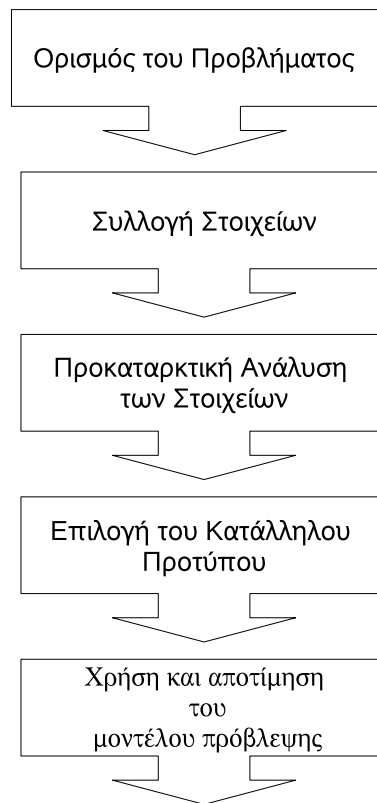
4.2 Τα Στάδια στην Διαδικασία Πρόβλεψης

Γενικά, σε κάθε διαδικασία πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών μιας μεταβλητής διακρίνονται πέντε διαφορετικά στάδια (Σχήμα 4.1)

Ορισμός Προβλήματος.

Το στάδιο αυτό είναι αρκετές φορές το πιο δύσκολο μέρος στην διαδικασία πρόβλεψης. Στο στάδιο αυτό θα πρέπει να γίνει απολύτως σαφές:

- πώς θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις και



Σχήμα 4.1: Τα Στάδια της Διαδικασίας Πρόβλεψης

- ποιοι θα χρησιμοποιήσουν τις προβλέψεις.

Είναι σκόπιμο να αναλωθεί αρκετός χρόνος στο

- ποιος θα συλλέξει τα στοιχεία,
- ποιος θα συντηρεί τις βάσεις δεδομένων, και
- ποιος θα χρησιμοποιήσει τις προβλέψεις για τον μελλοντικό σχεδιασμό.

Συγκέντρωση Στοιχείων.

Τα ιστορικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να συλλεχθούν πριν ξεκινήσει η διαδικασία της πρόβλεψης. Απαιτούνται τουλάχιστον δύο είδη πληροφοριών:

- στατιστικά (συνήθως αριθμητικά) δεδομένα, και
- η κρίση, η πείρα και η εμπειρία του προσωπικού πως ασχολούνταν με αυτή την αγορά το πρόσφατο χρονικό διάστημα.

Ανάλυση των Στοιχείων.

Απεικόνιση δεδομένων Στο στάδιο αυτό αναλύουμε τις πληροφορίες που αποκομίζουμε από τα ακατέργαστα ιστορικά δεδομένα και αναδεικνύουμε κάποια

χαρακτηριστικά της χρονοσειράς που εξετάζουμε όπως η εποχικότητα, η περιοδικότητα, η αύξηση, η μείωση. Τα μέσα που χρησιμοποιούμε συνήθως προς αυτή κατεύθυνση είναι

- Η γραφική αναπαράσταση των δεδομένων και
- Η Στατιστική Ανάλυση (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, min,max, mean)

Επιλογή του κατάλληλου προτύπου.

Στο στάδιο αυτό γίνεται η επιλογή και καθορισμός των παραμέτρων διάφορων ποσοτικών μοντέλων πρόβλεψης που έχουν προεπιλεγεί στο προηγούμενο βήμα και η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης για το πρόβλημα που μας απασχολεί.

Χρήση και αποτίμηση του μοντέλου πρόβλεψης

Στο τελικό στάδιο οι παράμετροι και το πρότυπο που έχουν επιλεγεί στο προηγούμενο στάδιο, χρησιμοποιούνται προκειμένου να παραχθούν προβλέψεις. Το κατά πόσο το μοντέλο και οι προβλέψεις είναι ικανοποιητικές κρίνονται μόνο από τον χρόνο και αν είναι απαραίτητο κάποια βήματα στην διαδικασία της πρόβλεψης επαναλαμβάνονται.

4.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονοσειρών

Οι μέθοδοι χρονοσειρών χρησιμοποιούν ιστορικές πληροφορίες για να προβλέψουν την εξέλιξη ενός μεγέθους τις οποίες αξιοποιούν με την χρήση ενός κατάλληλου μαθηματικού προτύπου. Οι μέθοδοι χρονοσειρών βασίζονται στην υπόθεση ότι οι παράγοντες που διαμόρφωσαν τα ιστορικά στοιχεία που έχουμε στην διάθεση μας εξακολουθούν να ισχύουν και στο μέλλον. Οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας είναι ιδιαίτερα δημοφιλής. Η δημοτικότητα των μεθόδων αυτών οφείλεται:

- στην απλότητα των μοντέλων που υιοθετούν
- στις περιορισμένες απαιτήσεις τους σε αποθήκευση δεδομένων
- τον μειωμένο υπολογιστικό φορτίο

4.3.1 Απλός Μέσος Όρος

Στην μέθοδο αυτή η πρόβλεψη F_{t+1} που γίνεται στο τέλος της περιόδου t και αφορά την επόμενη περίοδο $t + 1$, είναι ο μέσος όρος των διαθέσιμων t στην διάρκεια του παρελθόντος.

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^t Y_i}{t} = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_t}{t} \quad (4.1)$$

Παράδειγμα 4.1 Ο υπεύθυνος του εργοστασίου παραγωγής μεταλλικών εξαρτημάτων κατέγραψε την ζήτηση ενός ανταλλακτικού τις τελευταίες τρεις εβδομάδες ως εξής :

Εβδομάδα	Ζήτηση
t	Y_t
1	11
2	17
3	13
4	15
5	18

Να προβλεφθεί η ζήτηση της 6ης εβδομάδας χρησιμοποιώντας την μέθοδο του απλού μέσου.

Λύση : Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση (4.1) υπολογίζουμε ότι,

$$F_6 = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_t}{t} = \frac{11 + 17 + 13 + 15 + 18}{5} = 14,8 \text{ ανταλλακτικά} \quad (4.2)$$

Επομένως, η ζήτηση της 6ης εβδομάδας προβλέπεται να είναι ≈ 15 τεμάχια από το συγκεκριμένο ανταλλακτικό. \square

4.3.2 Κινητός Μέσος Όρος

Στην μέθοδο του απλού μέσου όρου όλες οι παρατηρήσεις της χρονοσειράς από τις πιο παλιές μέχρι τις πιο πρόσφατες συμμετέχουν με την ίδια βαρύτητα στην διαμόρφωση της πρόβλεψής μας, γεγονός που μπορεί να επιβαρύνει την ακρίβειά της.

Η μέθοδος του απλού κινούμενου μέσου όρου χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τον μέσο όρο της χρονοσειράς και μ' αυτό τον τρόπο εξομαλύνει τις επιδράσεις των τυχαίων θετικών ή αρνητικών μεταβολών που μπορεί να παρατηρηθεί στα παλαιότερα δεδομένα μας.

Για τον υπολογισμό του κινητού μέσου όρου των δεδομένων μιας χρονοσειράς καθορίζεται αρχικά ο αριθμός των k παρατηρήσεων που θα συμπεριληφθεί στον υπολογισμό αυτό. Η εφαρμογή ενός μοντέλου κινούμενου μέσου όρου απλά ενέχει τον υπολογισμό του μέσου όρου των παρατηρήσεων για τις k τελευταίες περιόδους, αυτός μέσος όρος θα αποτελέσει την πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο. Την επόμενη περίοδο, αφού η τιμή της μεταβλητής γίνεται πλέον διαθέσιμη, ένας νέος μέσος όρος μπορεί να υπολογιστεί, στον οποίο παραλείπεται η πιο παλιά παρατήρηση προκειμένου να συμπεριληφθεί η πιο πρόσφατη. Ο κινητός, αυτός μέσος όρος θα αποτελέσει την πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο. Με τον τρόπο αυτό

χρησιμοποιούνται οι k τελευταίες παρατηρήσεις και ο μέσος όρος «κινείται» από περίοδο σε περίοδο. Ο αριθμός των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του μέσου όρου παραμένει σταθερός και εμπεριέχει πάντα τις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις της χρονοσειράς.

Η σχέση που περιγράφει τον κινούμενο μέσο όρο, $MA(k)$, μπορεί να υπολογιστεί ως εξής :

$$F_{t+1} = MA(k) = \frac{\sum_{i=t-k+1}^t Y_i}{k} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (4.3)$$

Παράδειγμα 4.2 Οι πωλήσεις ενός προϊόντος για τις προηγούμενες 10 εβδομάδες δίνονται στον Πίνακα 4.1 προβλέψτε την ζήτηση του εξαρτήματος για $k = 3$ και $k = 5$.

Εβδομάδα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Πωλήσεις	204	292	284	228	187	224	270	247	236	271

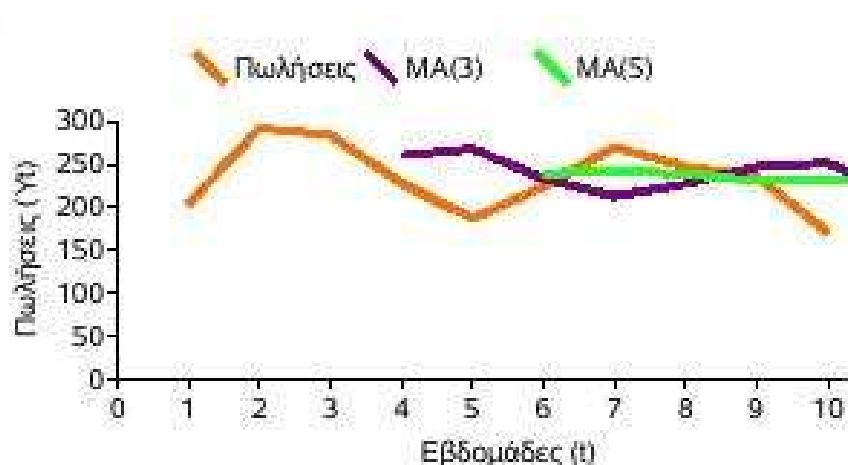
Πίνακας 4.1: Δεδομένα του Παραδείγματος 4.2

Λύση : Υπολογίζουμε την πρόβλεψη των πωλήσεων με την βοήθεια της σχέσης 4.3 οπότε προκύπτει ο παρακάτω πίνακας, □

t	Πωλήσεις	MA(3)	MA(5)
1	204		
2	292		
3	284		
4	228	$260 = \frac{204+292+284}{3}$	
5	187	$268 = \frac{292+284+228}{3}$	
6	224	233	$239 = \frac{204+292+284+228+187}{5}$
7	270	213	243
8	247	227	238.6
9	236	247	231.2
10	171	251	232.8
11		229	229,60

Πίνακας 4.2: Πρόβλεψη με Κινούμενους μέσους για τα δεδομένα του Πίνακα 4.1

Εκείνο που καθορίζει τον αριθμό των περιόδων k που θα πρέπει να περιλάβουμε γενικά είναι η σταθερότητα της χρονοσειράς. Σταθερές χρονοσειρές ζήτησης



Σχήμα 4.2: Μέσος όρος των πωλήσεων με βάση τα δεδομένα τριών εβδομάδων και έξι εβδομάδων

είναι εκείνες οι σειρές των οποίων ο μέσος όρος διαταράσσεται από σπάνιες αλλαγές. Όταν οι χρονοσειρές χαρακτηρίζονται από σταθερότητα τότε θα πρέπει να λαμβάνουμε μεγάλο αριθμό περιόδων k , ενώ αν έχουμε ενδείξεις ότι η ζήτηση μεταβάλλεται συχνά τότε θα πρέπει να λαμβάνουμε μικρό αριθμό περιόδων k . Το Σχήμα 4.2 αναλύει τον μέσο όρο των πωλήσεων με βάση τα δεδομένα των τριών εβδομάδων και των έξι εβδομάδων. Γίνεται αμέσως αντιληπτό ότι η πρόβλεψη των τριών εβδομάδων χαρακτηρίζεται από διακυμάνσεις στις πωλήσεις. Η πρόβλεψη των έξι εβδομάδων είναι περισσότερο σταθερή διότι οι διακυμάνσεις στην διάρκεια του χρόνου ακυρώνουν η μία την άλλη και το συνολικό αποτέλεσμα είναι ένας σταθερός ρυθμός πωλήσεων.

Το ερώτημα που τίθεται είναι ποια από τις δύο μεθόδους πρόβλεψης είναι καταλληλότερη για το πρόβλημα που πρέπει να επιλύσουμε. Γενικά όταν περιλαμβάνουμε μεγάλο αριθμό περιόδων οι τυχόν πρόσφατες διακυμάνσεις των δεδομένων αγνοούνται καθώς και η επίδραση των παλαιότερων δεδομένων είναι σημαντική και απαιτείται σημαντικό χρονικό διάστημα για την απόρριψή των.

4.3.3 Εκθετική Εξομάλυνση

Η μέθοδος της Εκθετικής Εξομάλυνσης αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου των κινούμενων μέσων όρων. Στην ουσία είναι μια σύνθετη μέθοδος κινούμενου μέσου όρου με συντελεστές βαρύτητας, η οποία υπολογίζει το μέσο όρο μιας χρονοσειράς δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στα πρόσφατα δεδομένα. Οι προβλέψεις υπολογίζονται μετά από εξομάλυνση των δεδομένων, προκειμένου να απομονωθούν τα πραγματικά πρότυπα από τις καθαρά τυχαίες διακυμάνσεις. Η βασική αρχή των μεθόδων εκθετικής

εξομάλυνσης είναι ότι όσο πιο πρόσφατα είναι τα δεδομένα τόσο περισσότερη πληροφορία εμπεριέχουν. Για τον λόγο αυτό μεγαλύτερη βαρύτητα αποδίδεται στα πρόσφατα δεδομένα η οποία και φθίνει εκθετικά καθώς αναφερόμαστε σε δεδομένα που αντιστοιχούν σε παλιότερες χρονικές περιόδους.

Η μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης απαιτεί τρία δεδομένα :

- α) την πρόβλεψη της τρέχουσας περιόδου F_t ,
- β) την πραγματική τιμή της μεταβλητής στην τρέχουσα περίοδο Y_t
- γ) τον συντελεστή εξομάλυνσης άλφα (a) η τιμή του οποίου είναι μεταξύ 0 και 1.0

Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο η πρόβλεψη της περιόδου $t+1$ δίνεται από την σχέση :

$$F_{t+1} = F_t + a(Y_t - F_t) \quad (4.4)$$

Η τελευταία σχέση δείχνει ότι η πρόβλεψη της επόμενης περιόδου είναι ίση με την πρόβλεψη της τρέχουσας περιόδου συν ένα μέρος του λάθους πρόβλεψης της τρέχουσας περιόδου. Ο βαθμός έμφασης που δίνεται στα πλέον πρόσφατα επίπεδα ζήτησης επιλέγεται με αλλαγή της παραμέτρου εξομάλυνσης. Μεγάλες τιμές του συντελεστή a δίνουν έμφαση στα πρόσφατα επίπεδα της ζήτησης και έχουν ως αποτέλεσμα οι προβλέψεις να ανταποκρίνονται στις αλλαγές.

Παράδειγμα 4.3 Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του Παραδείγματος 4.2 προβλέψτε τις πωλήσεις της 11ης εβδομάδας χρησιμοποιώντας την μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης υποθέτοντας ότι $k = 3$ και $a = 0.3$ και $k = 5$ και $a = 0.5$

Λύση : Υπολογίζουμε την πρόβλεψη των πωλήσεων με την βοήθεια της σχέσης 4.4 οπότε προκύπτει ο παρακάτω πίνακας,

t	Πωλήσεις	MA(3)	Εκθ. Εξομάλυνση $a = 0.3$	MA(5)	Εκθ. Εξομάλυνση $a = 0.5$
1	204				
2	292				
3	284				
4	228	260	$260 = \frac{204 + 292 + 284}{3}$		
5	187	268	$250.40 = 260 + 0.3(228 - 260)$		
6	224	233	$231.38 = 250.4 + 0.3(187 - 250.4)$	239.00	$239.00 = \frac{204 + 292 + 284 + 228 + 187}{5}$
7	270	213	229.17	243.00	$241.00 = 239 + 0.5(239 - 270)$
8	247	227	241.42	238.60	239.80
9	236	247	243.09	231.20	235.50
10	171	251	240.96	232.80	234.15
11	2	218	219.97	229.60	231.88

□

4.4 Αιτιοκρατικές Μέθοδοι

Στις μεθόδους που εξετάσαμε στις προηγούμενες ενότητες υποθέσαμε ότι, οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις ιστορικές τιμές του μεγέθους που εξετάζουμε, εξακολουθούν να ισχύουν στην διάρκεια του χρόνου. Οι αιτιοκρατικές μέθοδοι αντίθετα υποστηρίζουν, ότι από την στιγμή που η διαμόρφωση της τιμής της μεταβλητής που εξετάζουμε εξαρτάται από αυτούς τους παράγοντες, θα πρέπει κατά την διαδικασία πρόβλεψης να λάβουμε υπόψη μας και την διαχρονική εξέλιξη αυτών των παραγόντων. Συγκεκριμένα, υποθέτουν ότι η μελλοντική τιμή της μεταβλητής που εξετάζουμε (εξαρτημένη μεταβλητή) προκύπτει ως συνάρτηση αυτών των παραγόντων (ανεξάρτητες μεταβλητές). Η γραμμική παλινδρόμηση είναι η γνωστότερη και ευρύτετα χρησιμοποιούμενη μέθοδος από τις αιτιοκρατικές μεθόδους

4.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η Ανάλυση Παλινδρόμησης έχει ως στόχο την επιλογή κατάλληλου μοντέλου το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής για δεδομένες τιμές της ανεξάρτητης. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να μελετήσουμε τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα σε δύο μεταβλητές X και Y . Θα έχουμε επομένως στην διάθεση μας n ζεύγη παρατηρήσεων (X_i, Y_i) Ας υποθέσουμε επίσης ότι η συναρτησιακή σχέση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές είναι γραμμική. Στην περίπτωση αυτή η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών εκφράζεται από το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης:

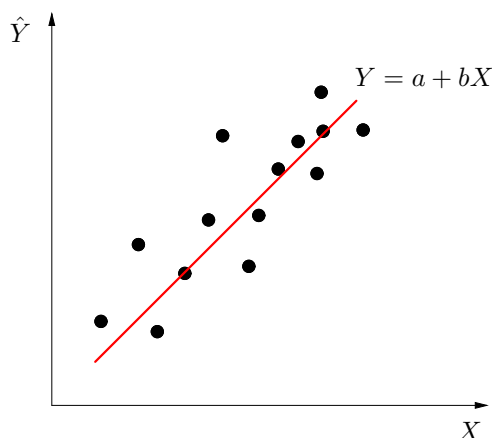
$$Y_i = a + bX_i + e_i \quad (4.5)$$

όπου:

- X_i : η i η παρατήρηση της ανεξάρτητης μεταβλητής
- Y_i : η i η παρατήρηση της εξαρτημένης μεταβλητής
- a, b : οι συντελεστές της ευθείας παλινδρόμησης
- e_i : το σφάλμα της πρόβλεψης

Στόχος της μεθόδου είναι να επιλέξουμε αυτή την γραμμή η οποία εξασφαλίζει ότι το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων των παρατηρήσεων της Y από αυτή να είναι το ελάχιστο. Με άλλα λόγια θα πρέπει να εκτιμήσουμε τους συντελεστές έτσι ώστε το σφάλμα πρόβλεψης να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Το Σχήμα 4.3 τον τρόπο με τον οποίο η γραμμή της γραμμικής παλινδρόμησης συνδέεται με τα δεδομένα. Σε μαθηματικούς όρους, η γραμμή της παλινδρόμησης ελαχιστοποιεί τα τετράγωνα των αποκλίσεων από τα πραγματικά δεδομένα.



Σχήμα 4.3: Η γραμμή της Παλινδρόμησης

Οι συντελεστές a και b υπολογίζονται από τους παρακάτω τύπους, στους οποίους καταλήγουμε με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4.6)$$

και

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (4.7)$$

Έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές της μπορούσε τώρα να ορίσουμε την Ευθεία Παλινδρόμησης

$$\hat{Y} = a + bX \quad (4.8)$$

- Ο συντελεστής a εκφράζει την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X παίρνει την τιμή μηδέν.
- Ο συντελεστής b εκφράζει τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής Y όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή Q αυξηθεί κατά μία μονάδα.

Παράδειγμα 4.4 Ένας χρηματιστηριακός αναλυτής ενδιαφέρεται για την σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην επί τοις εκατό μέση μηνιαία απόδοση μιας μετοχής (Y) και την αντίστοιχη απόδοση του Γενικού Δείκτη Τιμών του Χρηματιστηρίου (X). Για τον σκοπό αυτό συνέλεξε τα μηνιαία στοιχεία που συνοψίζονται στον Πίνακα 4.3.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία και αν επιπλέον γνωρίζουμε ότι οι μεταβλητές X και Y συνδέονται με γραμμική σχέση να εκτιμηθεί:

Μήνας	1	2	3	4	5
$X_i(\%)$	-2	-3	0	1	1
$Y_i(\%)$	-1	0	0	1	-1

Πίνακας 4.3: Δεδομένα του Παραδείγματος 4.4

α) Η ευθεία παθηδρόμησης της Y πάνω στη X .

β) Η απόδοση της συγκεκριμένης μετοχής αν είναι γνωστό ότι ο Γενικός Δείκτης Τιμών έχει απόδοση 1%.

Λύση : Όλα τα βοηθητικά στοιχεία που απαιτούνται για την επίλυση των ερωτημάτων συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα 4.4

	X_i	Y_i	$X_i - \bar{X}_i$	$Y_i - \bar{Y}_i$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	$(X_i - \bar{X}_i)(Y_i - \bar{Y}_i)$
	-2	-1	-1.4	-0.8	1.96	1.12
	-3	0	-2.4	0.2	5.76	-0.48
	0	0	0.6	0.2	0.36	0.12
	1	1	1.6	1.2	2.56	1.92
	1	-1	1.6	-0.8	2.56	-1.28
Αθροίσματα	-3	-1			13.2	1.4

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός βοηθητικών στοιχείων για την επίλυση του Παραδείγματος 4.4

Έχουμε επομένως,

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^5 X_i}{5} = \frac{-3}{5} = -0.6 \quad (4.9)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^5 Y_i}{5} = \frac{-1}{5} = -0.2 \quad (4.10)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^5 [(X_i - \bar{X}_i)(Y_i - \bar{Y}_i)]}{\sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X}_i)^2} = \frac{1.4}{13.2} = 0.10 \quad (4.11)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = -0.2 - 0.10 \times (-0.6) = -0.13 \quad (4.12)$$

Η ευθεία της παλινδρόμησης θα είναι

$$\hat{Y} = a + bX = -0.13 + 0.10X \quad (4.13)$$

Άρα, όταν ο Γενικός Δείκτης Τιμών του Χρηματιστηρίου έχει απόδοση 1% η αντίστοιχη απόδοση της συγκεκριμένης μετοχής είναι

$$\hat{Y} = a + bX = -0.13 + 0.10X = -0.13 + 0.10 \times 1 = -0.03\% \quad (4.14)$$

Κεφάλαιο 5

Σχεδιασμός Συστημάτων Παραγωγής

5.1 Εισαγωγή

Σε το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με θέματα που αφορούν τον αρχικό σχεδιασμό των παραγωγικών συστημάτων. Αρχικά θα ασχοληθούμε με την επιλογή του τόπου εγκατάστασης του ενός παραγωγικού συστήματος. Στην συνέχεια θα εστιάσουμε σε θέματα σχεδίασης μεθόδων εργασίας. Τέλος θα γίνει μια αναφορά στο χωροταξικό σχεδιασμό των παραγωγικών συστημάτων.

5.2 Επιλογή τόπου εγκατάστασης

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων, ο καθορισμός δηλαδή των καλύτερων θέσεων για τις εγκαταστάσεις παραγωγής, τις αποθήκες ή τα ενδιάμεσα κέντρα διανομής, είναι ένα κρίσιμο θέμα του στρατηγικού προγραμματισμού που καλύπτει τον πυρήνα του σχεδιασμού ενός παραγωγικού συστήματος. Αυτό οφείλεται, αφενός στο γεγονός ότι η απόφαση δεν μπορεί να αλλάξει εύκολα λόγω των σημαντικών οικονομικών πόρων που θα έχουν δεσμευτεί, αφετέρου δε γιατί λανθασμένη επιλογή της θέσης εγκατάστασης μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά την επιβίωσή του.

Τα προβλήματα της χωροθέτησης εγκαταστάσεων και η καταχώρηση (allocation) τους για την εξυπηρέτηση της ζήτησης πελατών αποτελούν μια από τις πιο κλασικές περιοχές έρευνας του τομέα της βελτιστοποίησης. Αναφέρονται στην περίπτωση όπου ο αποφασίζον πρέπει να επιλέξει την τοποθεσία νέων εγκαταστάσεων από ένα δεδομένο σύνολο εναλλακτικών προκειμένου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των πελατών του με το μικρότερο δυνατό κόστος. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, χρησιμοποιείται μια αντικειμενική συνάρτηση με ένα σύνολο περιορισμών, η οποία πρέπει να ελαχιστοποιηθεί.

Έστω X η άγνωστη προς το παρόν θέση του εργοστασίου το οποίο θα εξυπηρε-

τεί n πελάτες (τελικούς προορισμούς) που βρίσκονται σε συγκεκριμένες θέσεις K_i ($i = 1, \dots, n$). Έστω ότι $d(x, K_i)$ είναι η απόσταση του εργοστασίου από την θέση του πελάτη K_i . Το αντικείμενο του προβλήματος είναι να υπολογιστούν οι συντεταγμένες (x, y) του εργοστασίου έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των σταθμισμένων αποστάσεων του από K_i σημεία ζήτησης με συντεταγμένες (a_i, b_i) . Ο συντελεστής στάθμισης w_i ορίζεται σαν το κόστος μεταφοράς ανά μονάδα απόστασης της εγκατάστασης από το κέντρο ζήτησης K_i . Το αντίστοιχο πρόβλημα βελτιστοποίησης είναι:

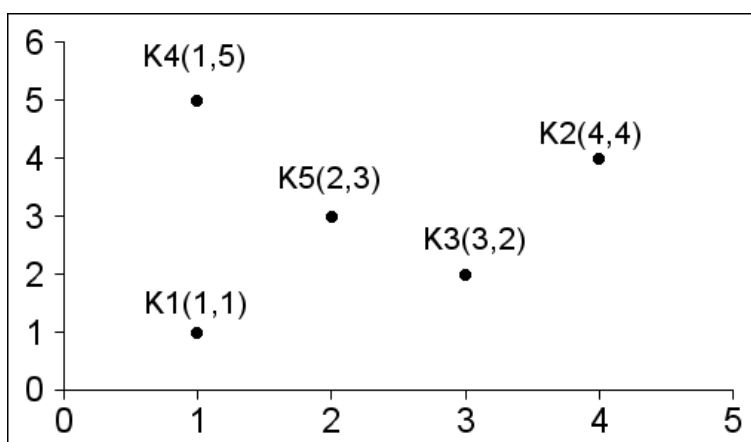
$$\min \sum_{i=1}^n w_i d(x, K_i) \quad (5.1)$$

όπου

$$d(x, K_i) = |x - a_i| + |y - b_i|$$

Η εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας θα γίνει περισσότερο κατανοητή με την χρήση ενός παραδείγματος

Παράδειγμα 5.1 Έστω ότι μια επιχείρηση μελετά την εγκαθίδρυση μίας νέας παραγωγικής μονάδας η οποία θα εξυπηρετεί την ζήτηση πέντε πελατών της, οι γεωγραφικές θέσεις των οποίων παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.1. Η επιχείρηση ύστερα από έρευνα συνέταξε τον Πίνακα 5.1 στον οποίο παρουσιάζονται η ετήσια ζήτηση κάθε πελάτη, οι συντεταγμένες x, y της γεωγραφικής θέσης τους καθώς και το κόστος μεταφοράς μίας μονάδας προϊόντος ανά χιλιόμετρο. Υποθέτουμε ότι για την μεταφορά των προϊόντων η εταιρεία χρησιμοποιεί φορτηγά χωρητικότητας ενός τόνου. Να βρεθεί η βέλτιστη θέση του εργοστασίου έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των πελατών στο ελάχιστο κόστος μεταφοράς.



Σχήμα 5.1: Συντεταγμένες των Πελατών

Πελάτες	Ζήτηση Τόνοι/Έτος	Συντεταγμένες [Km]		Κόστος Μεταφοράς € /τόνο, Km
		X	Y	
K_i	100	1	1	300
K_2	200	4	4	300
K_3	300	3	2	300
K_4	300	1	5	400
K_5	400	2	3	100

Πίνακας 5.1: Αριθμητικά Δεδομένα για το Παράδειγμα 5.1

Λύση : Αρχικά θα υπολογίσουμε τους συντελεστές του κόστους μεταφοράς w_i για κάθε πελάτη.

Θα πρέπει επομένως να λάβουμε υπόψη (α) τις ποσότητες που μεταφέρονται ετησίως σε κάθε πελάτη, (β) το κόστος μεταφοράς ανά μονάδα απόστασης για κάθε προορισμό

Στην περίπτωση μας οι συντελεστές w_i θα ισούται με το γινόμενο του κόστους μεταφοράς ανά δρομολόγιο επί τον αριθμό των δρομολογίων που είναι απαραίτητα σε ένα έτος για την ικανοποίηση της συνολικής ετήσιας ζήτησης. Αφού υποθέσαμε ότι η δυναμικότητα του φορτηγού είναι ένας τόνος τότε για την ικανοποίηση της συνολικής ζήτησης κάθε πελάτη θα πραγματοποιούνται τόσα δρομολόγια όσες και οι ζητούμενες μονάδες του προϊόντος. Θα έχουμε επομένως τον παρακάτω Πίνακα 5.2

Θέση Κ	Κόστος Μεταφοράς € / τόνο, Km	Τόνοι ανά έτος	w_i € / Km , έτος
K_1	300	100	30.000
K_2	300	200	60.000
K_3	300	300	90.000
K_4	400	300	120.000
K_5	100	400	40.000

Πίνακας 5.2: Υπολογισμός των Συντελεστών Μεταφοράς

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την τετμημένη της άγνωστης τοποθεσίας εγκατάστασης χρησιμοποιώντας τον παρακάτω Πίνακα 5.3:

Επειδή υπάρχουν δύο θέσεις πελατών στην ίδια τετμημένη (1) η τιμή του συντελεστή του κόστους μεταφοράς στην συγκεκριμένη περίπτωση προκύπτει από το άθροισμα του μεμονωμένου κόστους μεταφοράς για κάθε πελάτη. Η μεσαία τιμή για την συντεταγμένη x είναι η $340000/2 = 170.000$ η οποία ξεπερνιέται για πρώτη φορά για $x = 2$ και επομένως αυτή είναι η τετμημένη της βέλτιστης θέσης.

Τετμημένη	Θέση	Συντελεστής w_i	Αθροιστικός Συντελεστής w_i
1	K_1, K_4	150.000=30.000+120.000	150.000
2	K_5	40.000	190.000
3	K_3	90.000	280.000
4	K_2	60.000	340.000

Πίνακας 5.3: Υπολογισμός Τετμημένης x για το Παράδειγμα 5.1

Με την ίδια διαδικασία υπολογίζουμε και την τεταγμένη y . Θα έχουμε επομένως (βλέπε Πίνακα 5.4)

Τετμημένη	Θέση	Συντελεστής w_i	Αθροιστικός Συντελεστής w_i
1	K_1	30.000	30.000
2	K_3	90.000	120.000
3	K_5	40.000	160.000
4	K_2	60.000	220.000
5	K_4	120.000	340.000

Πίνακας 5.4: Υπολογισμός Τεταγμένης y για το Παράδειγμα 5.1

Η μεσαία τιμή για την συντεταγμένη y είναι η $340000/2 = 170.000$ η οποία ξεπερνιέται για πρώτη φορά για $y = 4$ και επομένως αυτή είναι η τεταγμένη της βέλτιστης θέσης.

Επομένως η βέλτιστη τοποθεσία εγκατάστασης του εργοστασίου είναι η περιοχή με συντεταγμένες $(x, y) = (2, 4)$ και το βέλτιστο κόστος θα είναι ίσο με:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^n w_i |x - a_i| + |y - b_i| \\
 = & w_1[|x - a_1| + |y - b_1|] + w_2[|x - a_2| + |y - b_2|] + w_3[|x - a_3| + |y - b_3|] \\
 & + w_4[|x - a_4| + |y - b_4|] + w_5[|x - a_5| + |y - b_5|] \\
 = & 30.000[|2 - 1| + |4 - 1|] + 60.000[|2 - 4| + |4 - 4|] + 90.000[|2 - 3| + |4 - 2|] \\
 & + 120.000[|2 - 1| + |4 - 5|] + 40.000[|2 - 2| + |4 - 3|] \\
 = & 790.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

□

Βιβλιογραφία

- [1] Σ.Γ. Δημητριάδης και Α.Ν. Μιχιώτης (2007) *Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων*, Εκδόσεις Κρητική, Αθήνα.
- [2] Κ. Παππής (1993) *Διοίκηση παραγωγής - Σχεδιασμός παραγωγικών συστημάτων*, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- [3] Γ.Πάσχος (2004) *Διοίκηση Επιχειρήσεων*, Εκδ. Μαυρογένη, Αθήνα.