



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

*Διπλωματικής Εργασίας*

Του φοιτητή Σάρδη Φραντζέσκου Α.Μ. (213/02/033)

**ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ**

**ΕΠΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ :** Δρ. Μιχάλης Βιδάλης  
Δρ. Χρυσολέων  
Παπαδόπουλος

**ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ**

**FORECASTING & AGGREGATING PLANNING IN A SUPPLY CHAIN**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ**

1.1	Τι είναι μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	7
1.1.1	Ο στόχος μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού.....	10
1.2	Αποφάσεις που παίρνονται σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	11
1.3	Η Σημασία της ροής πληροφοριών για την αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	13
1.4	Ανάλυση εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης.....	15
1.4.1	Ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος.....	16
1.4.2	Ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος.....	17
1.5	Ανάλυση της ζήτησης και λόγοι που την επιβάλουν.....	21
1.5.1	Τα Βασικά Χαρακτηριστικά της Ζήτησης.....	21
1.6	Αναγκαιότητα των προβλέψεων για την ζήτηση.....	24
1.7	Ανάγκη για ευελιξία και προσαρμοστικότητα των επιχειρήσεων.....	25
1.8	Διαδικασία διαμόρφωσης των προβλέψεων.....	26
1.8.1	Πληροφορίες που πρέπει να προσδιορίζει η πρόβλεψη.....	27
1.8.2	Κριτήρια Αξιολόγησης της Διαδικασίας Προβλέψεων.....	28
1.9	Ο ρόλος της πρόβλεψης σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	29
1.10	Χαρακτηριστικά των προβλέψεων.....	34

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ**

2.1	Τι είναι η πρόβλεψη της ζήτησης.....	37
2.2	Σημασία και χρήση των προβλέψεων.....	39
2.3	Μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης.....	40
2.4	Σφάλμα πρόβλεψης.....	42
2.4.1	Επιπτώσεις από σφάλματα πρόβλεψης στη ζήτηση.....	45
2.5	Μέθοδοι προεκβολής.....	46
2.5.1	Στοιχεία χρονοσειρών.....	46
2.5.2	Η μέθοδος του κινούμενου μέσου.....	48
2.5.3	Το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης.....	50
2.5.4	Μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης.....	55
2.5.5	Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση (μοντέλο Holt).....	56

2.5.6 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με εποχικότητα.....	59
2.5.7 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με τάση και εποχικότητα (μοντέλο Winters)...	62
2.5.8 Προσδιορισμός αρχικών τιμών και σταθερών εξομάλυνσης.....	63
2.6 Πρόβλεψη ζήτησης για την Natural Gas.....	65
2.7 Αιτιακές μέθοδοι προβλέψεων.....	79
2.7.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και οικονομετρικές μέθοδοι.....	79
2.7.2 Ανάλυση απλής συσχέτισης.....	81
2.8 Ποιοτικές μέθοδοι.....	85

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ**

3.1 Ο ρόλος του συγκεντρωτικού προγραμματισμού σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	90
3.1.1 Το συγκριτικό πλεονέκτημα της Anheuser–Busch και της Whirlpool.....	92
3.2 Τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει ο συνολικός προγραμματισμός.....	95
3.2.1 Διαδικασίες προγραμματισμού.....	97
3.3 Η φύση του συνολικού προγραμματισμού.....	97
3.4 Στρατηγικές του συνολικού προγραμματισμού.....	99
3.4.1 Επιλογές δυναμικότητας (Capacity Options).....	102
3.4.2 Επιλογές ζήτησης (Demand Options).....	103
3.4.3 Συνδυασμός των επιλογών για την ανάπτυξη ενός σχεδίου (Mixing Options to Develop a Plan).....	104
3.4.4 Επίπεδα προγραμματισμού (Level Scheduling).....	105
3.5 Μέθοδοι συνολικού προγραμματισμού.....	106
3.5.1 Γραφικές μέθοδοι και μέθοδοι ανάλυσης με ιστορικά στοιχεία (Graphical and Charting Methods).....	107
3.5.2 Ο συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού...	116
3.5.3 Ο συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του Excel.....	129
3.5.4 Μαθηματικές μέθοδοι προγραμματισμού.....	136
3.6 Σύγκριση των μεθόδων συνολικού προγραμματισμού.....	144
3.7 Διαχωρισμός (Disaggregation).....	145
3.8 Ο συνολικός προγραμματισμός στις επιχειρήσεις και στην πράξη.....	146

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ: Διαχείριση της προβλέψιμης μεταβλητότητας**

4.1 Αντίδραση στην προβλέψιμη μεταβλητότητα σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.....	152
4.2 Διαχείριση του ανεφοδιασμού.....	154
4.2.1 Διαχείριση της παραγωγικής δυναμικότητας.....	155
4.2.2 Διαχείριση αποθεμάτων.....	157
4.3 Διαχείριση της ζήτησης.....	159
4.4 Εφαρμογή λύσεων για την μεταβλητότητα της πρόβλεψης στην πράξη.....	172
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>175</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>177</b>

- 1.1 Τι είναι μια αλυσίδα ανεφοδιασμού
  - 1.1.1 Ο στόχος μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού
- 1.2 Αποφάσεις που παίρνονται σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού
- 1.3 Η Σημασία της ροής πληροφοριών για την αλυσίδα ανεφοδιασμού
- 1.4 Ανάλυση εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης
  - 1.4.1 Ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος
  - 1.4.2 Ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος
- 1.5 Ανάλυση της ζήτησης και λόγοι που την επιβάλουν
  - 1.5.1 Τα Βασικά Χαρακτηριστικά της Ζήτησης
- 1.6 Αναγκαιότητα των προβλέψεων για την ζήτηση
- 1.7 Ανάγκη για ευελιξία και προσαρμοστικότητα των επιχειρήσεων
- 1.8 Διαδικασία διαμόρφωσης των προβλέψεων
  - 1.8.1 Πληροφορίες που πρέπει να προσδιορίζει η πρόβλεψη
  - 1.8.2 Κριτήρια Αξιολόγησης της Διαδικασίας Προβλέψεων
- 1.9 Ο ρόλος της πρόβλεψης σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού
- 1.10 Χαρακτηριστικά των προβλέψεων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

#### 1.1 Τι είναι μια αλυσίδα ανεφοδιασμού

Μια αλυσίδα ανεφοδιασμού αποτελείται από όλα εκείνα τα στάδια που περιλαμβάνονται, άμεσα ή έμμεσα, στην ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού δεν περιλαμβάνει μόνο τον κατασκευαστή και τους προμηθευτές, αλλά και τους μεταφορείς, τις αποθήκες εμπορευμάτων και τους λιανοπωλητές. Σε κάθε επιχείρηση, όπως μια βιομηχανία, η αλυσίδα ανεφοδιασμού περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες σχετικά με την ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι οι ανάγκες ως ελλείψεις δεν αλλάζουν, εκείνο που αλλάζει με την πάροδο του χρόνου είναι τα μέσα της ικανοποίησης τους<sup>1</sup>. Κάποτε οι επιχειρήσεις προσαρμόζαν τις ανάγκες των πελατών ανάλογα με την δική τους παραγωγική ικανότητα, σήμερα προκειμένου να επιβιώσουν πρέπει να προσαρμόζουν την παραγωγή τους σύμφωνα με τις ανάγκες της αγοράς<sup>2</sup>. Αυτές οι λειτουργίες προσαρμογής περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων το μάρκετινγκ για την ανάπτυξη νέων προϊόντων, τις διαδικασίες διανομή των προϊόντων, την χρηματοδότηση, και την εξυπηρέτηση των πελατών.

Υποθετικά θα μπορούσαμε να εξετάζουμε έναν πελάτη που βρίσκεται σε ένα σουπερμάρκετ και ψωνίζει από το τμήμα απορρυπαντικών. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού αρχίζει από τον πελάτη και την ανάγκη του για κατανάλωση απορρυπαντικών. Το επόμενο στάδιο αυτής της αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι το κατάστημα λιανεμπορίου που θα επισκεφθεί ο πελάτης για την ικανοποίηση της ανάγκης του και συγκεκριμένα, τα αποθέματα του προϊόντος που έχει στα ράφια του το σουπερμάρκετ, η πιθανή χρησιμοποίηση των αποθεμάτων από τις αποθήκες του (οι αποθήκες του σουπερμάρκετ μπορεί να είναι εκτός πόλης και να απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα για την μεταφορά των προϊόντων) και η διαδικασία διανομή των προϊόντων προς αυτό. Ο διανομέας εφοδιάζεται από τον κατασκευαστή (έστω από την, Procter & Gamble [ P&G ] σε αυτήν την περίπτωση). Οι εγκαταστάσεις κατασκευής της P&G λαμβάνουν την πρώτη ύλη από ποικίλους προμηθευτές οι οποίοι μπορεί και αυτοί να είχαν με την σειρά τους άλλους προμηθευτές. Παραδείγματος χάριν, το υλικό συσκευασίας μπορεί να προέλθει από την

---

<sup>1</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 4

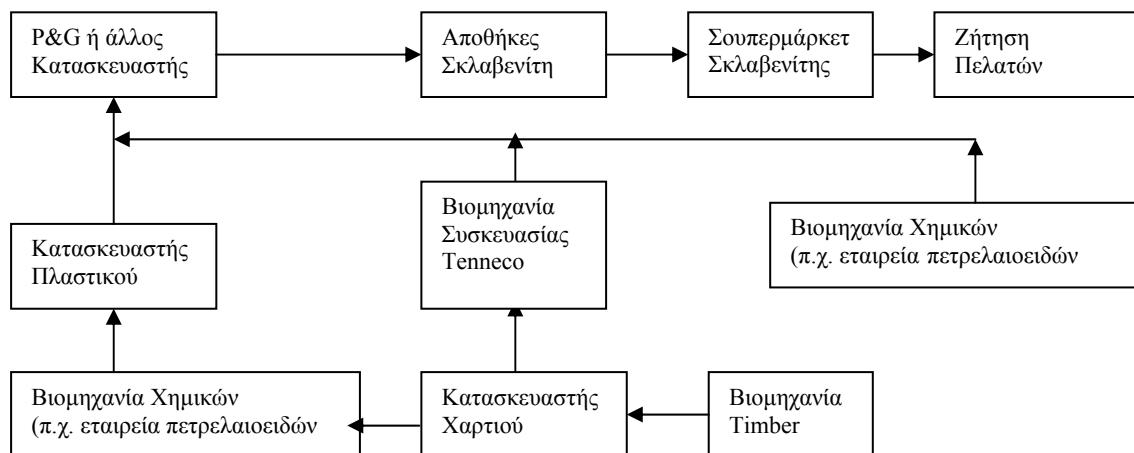
<sup>2</sup> Βλ. Kotler Philip, Marketing Management, Prentice Hall, Inc., Engelwood Cliffs, New Jersey 1967

Tenneco, και η Tenneco να λαμβάνει την πρώτη ύλη για την κατασκευή των συσκευασιών από άλλους προμηθευτές.

Μια αλυσίδα ανεφοδιασμού περιλαμβάνει τη σταθερή ροή των πληροφοριών, του προϊόντος, μεταξύ των διαφορετικών σταδίων. Κάθε στάδιο της αλυσίδας ανεφοδιασμού εκτελεί διαφορετικές διαδικασίες και αλληλεπιδρά στα άλλα στάδια της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Ένα σουπερμάρκετ παρέχει το προϊόν, καθώς επίσης και τις πληροφορίες τιμολόγησης και διαθεσιμότητας προς τον πελάτη. Ο πελάτης καταναλώνει από το σουπερμάρκετ το προϊόν που τον ενδιαφέρει και αυτό μεταβιβάζει τα στοιχεία της ζήτησης στο σημείο πώλησης για τον ανεφοδιασμό του από το κέντρο διανομής, το οποίο μεταφέρει την παραγγελία ανεφοδιασμού μέσω των φορτηγών πίσω στο κατάστημα. Το σουπερμάρκετ μεταφέρει τις εισπράξεις στο διανομέα μετά από τον ανεφοδιασμό. Ο διανομέας παρέχει επίσης τις πληροφορίες τιμολόγησης και στέλνει τις ημερομηνίες παράδοσης στο σουπερμάρκετ. Αυτή η αλυσίδα ανεφοδιασμού φαίνεται στο σχήμα 1.1

**Σχήμα 1.1**

*Τα στάδια της ανεφοδιαστικής αλυσίδας*



Σε ένα άλλο παράδειγμα, όταν ο πελάτης αγοράζει on-line από την Dell computer η αλυσίδα ανεφοδιασμού περιλαμβάνει, μεταξύ των άλλων, τον πελάτη, την ιστοσελίδα που παίρνει τη διαταγή του πελάτη, τις εγκαταστάσεις συναρμολόγησης της Dell, τους προμηθευτές της Dell καθώς και τους προμηθευτές τους. Η ιστοσελίδα παρέχει στον πελάτη τις πληροφορίες σχετικά με την τιμολόγηση, την ποικιλία των προϊόντων, και τη διαθεσιμότητα τους. Κάνοντας μια επιλογή προϊόντων, ο πελάτης εισάγει τις πληροφορίες για την παραγγελία και πληρώνει για το προϊόν. Ο πελάτης μπορεί αργότερα να επιστρέψει στην ιστοσελίδα για να ελέγξει την κατάσταση της παραγγελίας του.



Μελετώντας το παραπάνω παραδείγματα κατανοούμε ότι ο πελάτης είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Σκοπός για την ύπαρξη οποιασδήποτε αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των πελατών, με μια διαδικασία που να παράγει κέρδη για την επιχείρηση. Οι δραστηριότητες της αλυσίδας ανεφοδιασμού αρχίζουν με την παραγγελία του προϊόντος και τελειώνουν όταν, ικανοποιημένος πλέον ο πελάτης, πληρώσει για την αγορά του. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού παρέχει την εικόνα του προϊόντος, δηλαδή την κατάσταση του προϊόντος, κατά τον ανεφοδιασμό που γίνεται από τους προμηθευτές προς τους κατασκευαστές, τους διανομείς, τους λιανοπωλητές έως τον τελικό πελάτη κατά μήκος μιας αλυσίδας. Είναι σημαντικό να απεικονιστούν οι πληροφορίες, οι εισροές κεφαλαίων, και οι ροές των προϊόντων κατά μήκος των δύο κατευθύνσεων αυτής της αλυσίδας. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού μπορεί επίσης να αποτελείται από έναν προμηθευτή σε κάθε της στάδιο. Στην πραγματικότητα, ένας κατασκευαστής μπορεί να προμηθευτεί τις πρώτες ύλες από διάφορους προμηθευτές και έπειτα να χρησιμοποιεί διάφορους διανομείς. Επομένως, οι περισσότερες αλυσίδες ανεφοδιασμού είναι πραγματικά δίκτυα. Μια τυπική αλυσίδα ανεφοδιασμού μπορεί να περιλάβει διαφορετικά στάδια όπως τα εξής<sup>3</sup>:

- Πελάτες
- Λιανοπωλητές
- Χονδρέμποροι / διανομείς
- Κατασκευαστές
- Προμηθευτές συστατικών / πρώτης ύλης

Ο καταλληλότερος σχεδιασμός την αλυσίδα ανεφοδιασμού θα εξαρτηθεί και από τις ανάγκες των πελατών και από το ρόλο των ενδιάμεσων σταδίων που περιλαμβάνονται στην κάλυψη εκείνων των αναγκών. Σε μερικές περιπτώσεις, όπως αυτή της Dell, ένας κατασκευαστής μπορεί να εκπληρώσει τις παραγγελίες των πελατών άμεσα. Η Dell εκτελεί της παραγγελίες, δηλαδή μια παραγγελία από τον πελάτη ενεργοποιεί την διαδικασία κατασκευής στην Dell. Η Dell δεν έχει μόνο έναν λιανοπωλητή, ή έναν χονδρέμπορο, ή έναν διανομέα στην αλυσίδα ανεφοδιασμού της.

---

<sup>3</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 5

### **1.1.1 Ο στόχος μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού**

Ο στόχος κάθε αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι να μεγιστοποιηθεί η γενική αξία του προϊόντος που παράγεται. Η αξία που παράγει μια αλυσίδα ανεφοδιασμού είναι η διαφορά μεταξύ της τελικής αξίας του προϊόντος για τον καταναλωτή και της προσπάθειας που κατέβαλε η αλυσίδα ανεφοδιασμού προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες του πελάτη. Για τις περισσότερες εμπορικές αλυσίδες ανεφοδιασμού, η αξία θα συσχετιστεί έντονα με *την αποδοτικότητα των αλυσίδων ανεφοδιασμού*, τη διαφορά μεταξύ του εισοδήματος που παράγεται από τις χρηματικές εισροές των πελατών και το γενικό κόστος πέρα από την αλυσίδα ανεφοδιασμού. Παραδείγματος χάριν, ένας πελάτης που αγοράζει έναν υπολογιστή από την Dell πληρώνει \$2.000, το οποίο αντιπροσωπεύει το εισόδημα που η αλυσίδα ανεφοδιασμού λαμβάνει. Η Dell και οι συνεργάτες της στην αλυσίδα ανεφοδιασμού αναλαμβάνουν τις δαπάνες για να μεταβιβάσουν τις πληροφορίες, παράγουν τα εξαρτήματα και το λογισμικό του ηλεκτρονικού υπολογιστή, καλύπτουν τις μεταφορές και την αποθήκευση των προϊόντων. Η διαφορά μεταξύ των \$2.000 που καταβάλει ο πελάτης και το ποσό όλων των δαπανών που αναλαμβάνονται από την αλυσίδα ανεφοδιασμού για να παραγάγουν και να διανείμουν τον υπολογιστή αντιπροσωπεύουν την αποδοτικότητα της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Η αποδοτικότητα της αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι το συνολικό κέρδος που μοιράζεται σε όλα τα στάδια της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Όσο υψηλότερη η αποδοτικότητα της αλυσίδας ανεφοδιασμού, τόσο υψηλότερη και η ικανοποίηση της εταιρείας. Η επιτυχία της αλυσίδας ανεφοδιασμού πρέπει να αξιολογηθεί από την άποψη της αποδοτικότητας στην αλυσίδα ανεφοδιασμού και όχι από την άποψη των κερδών σε ένα μεμονωμένο στάδιο<sup>4</sup>. (μια εστίαση της αποδοτικότητας σε μεμονωμένο στάδια της αλυσίδας ανεφοδιασμού μπορεί να οδηγήσει σε μια μείωση των γενικών κερδών.)

Καθορίζουμε την επιτυχία μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού από την άποψη της αποδοτικότητας στην ίδια την αλυσίδα ανεφοδιασμού. Το επόμενο λογικό βήμα είναι να ερευνηθούν οι πηγές των εισοδημάτων και του κόστους. Για οποιαδήποτε αλυσίδα ανεφοδιασμού, υπάρχει μόνο μια πηγή εισοδήματος και δεν είναι άλλη από τον πελάτη. Ο πελάτης είναι το μόνο πραγματικό σημείο των θετικών ταμειακών ροών σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού. Στο προηγούμενο παράδειγμα με το σουπερμάρκετ, ο πελάτης με την αγορά του απορρυπαντικού είναι αυτός που παρέχει τις θετικές ταμειακές ροές για την

---

<sup>4</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 6

αλυσίδα ανεφοδιασμού. Όλες οι άλλες ροές μετρητών είναι απλά ανταλλαγές κεφαλαίων που εμφανίζονται μέσα στην αλυσίδα ανεφοδιασμού, δεδομένου ότι τα διαφορετικά στάδια σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού έχουν διαφορετικούς ιδιοκτήτες. Όταν το σουπερμάρκετ πληρώνει τον προμηθευτή του, παίρνει μια μερίδα των κονδυλίων που έχει δαπανήσει ο πελάτης και πληρώνει τα χρέη του προς τον προμηθευτή. Αυτή η μεταφορά μετρητών προσθέτει επιπλέον κόστος στις δαπάνες της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Όλες οι ροές των πληροφοριών, του προϊόντος, ή των κεφαλαίων παράγουν κόστος μέσα στην αλυσίδα ανεφοδιασμού. Επομένως, η κατάλληλη διαχείριση αυτών των ροών είναι το κλειδί για την επιτυχία στην αλυσίδα ανεφοδιασμού. Η διαχείριση της αλυσίδας ανεφοδιασμού περιλαμβάνει τη διαχείριση των ροών μεταξύ των διαφορετικών σταδίων σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού για να μεγιστοποιηθεί η συνολική αποδοτικότητα.

## **1.2 Αποφάσεις που παίρνονται σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού**

Η επιτυχής διαχείριση της αλυσίδας ανεφοδιασμού απαιτεί διάφορες αποφάσεις σχετικά με τη ροή των πληροφοριών, του προϊόντος, και των κεφαλαίων. Αυτές οι αποφάσεις εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες ή φάσεις, ανάλογα με τη συχνότητα κάθε απόφασης και του χρονικού ορίζοντα όπου μια απόφασης ασκεί επίδραση<sup>5</sup>:

**1. Στρατηγική ή σχεδιασμός μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού.** Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, μια επιχείρηση αποφασίζει πώς να κτίσει την αλυσίδα ανεφοδιασμού. Αποφασίζει ποια θα είναι η διαμόρφωση της αλυσίδας και ποιες διαδικασίες θα εκτελούνται σε κάθε στάδιο της. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης αναφέρονται επίσης ως στρατηγικές αποφάσεις της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Οι στρατηγικές αποφάσεις που λαμβάνονται από τις επιχειρήσεις περιλαμβάνουν τη θέση, την παραγωγική και αποθηκευτική δυναμικότητα των εγκαταστάσεων, τα προϊόντα που κατασκευάζονται ή που αποθηκεύονται στις διάφορες θέσεις, τους τρόπους μεταφοράς που παρέχονται κατά μήκος των διαφορετικών μεθόδων μεταφοράς και τον τύπο του συστήματος πληροφοριών που χρησιμοποιείται. Η εταιρία πρέπει να εξασφαλίσει ότι η διαμόρφωση της αλυσίδας ανεφοδιασμού υποστηρίζει τους στρατηγικούς στόχους της κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης. Οι αποφάσεις της Dell σχετικά με τη θέση και την παραγωγική δυναμικότητα των εγκαταστάσεων της, των αποθηκευτικών χώρων των εμπορευμάτων της και των πηγών ανεφοδιασμού της, είναι ενταγμένες στο στρατηγικό

---

<sup>5</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 6

σχεδιασμό της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Οι αποφάσεις στο σχεδιασμό της αλυσίδας ανεφοδιασμού λαμβάνονται χαρακτηριστικά για μακροπρόθεσμο διάστημα και είναι πολύ ακριβές ώστε να αλλάζουν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Συνεπώς, όταν οι επιχειρήσεις λαμβάνουν αυτές τις αποφάσεις, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους την αβεβαιότητα στις προσδοκώμενες συνθήκες στην αγορά κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών<sup>6</sup>.

**2. Προγραμματισμός της αλυσίδας ανεφοδιασμού.** Ως αποτέλεσμα αυτής της φάσης του προγραμματισμού, οι επιχειρησιακές στρατηγικές καθορίζουν ένα σύνολο λειτουργιών για τις βραχυπρόθεσμες διαδικασίες. Για τις αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού, η διαμόρφωση της αλυσίδας ανεφοδιασμού που έχει καθοριστεί στη στρατηγική φάση, επαναπροσδιορίζεται ώστε να καθοριστεί οριστικά. Αυτή η διαμόρφωση θέτει τους περιορισμούς μέσα στους οποίους πρέπει να γίνει ο προγραμματισμός. Οι επιχειρήσεις αρχίζουν τον προγραμματισμό με μια πρόβλεψη της ζήτησης για το ερχόμενο έτος (ή ένα συγκρίσιμο χρονικό διάστημα) στις διάφορες αγορές που δραστηριοποιούνται. Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει αποφάσεις σχετικά με την αγορά στόχο για την επιχείρηση, δηλαδή την τμηματοποίηση της αγοράς, ποιο θα είναι το μέγεθος της διανομής (σε ποιες περιοχές θα διανέμεται το προϊόν), τον καθορισμό των αποθεμάτων, την υπερβολαβία της κατασκευής, τις πολιτικές ανεφοδιασμού, τις πολιτικές που θα θεσπιστούν σχετικά με το εφεδρικό απόθεμα σε περίπτωση που η επιχείρηση ξεπουλήσει το προϊόν και τον συντονισμό για την προώθηση των πωλήσεων<sup>7</sup>. Ο προγραμματισμός καθιερώνει τις παραμέτρους μέσα στις οποίες μια αλυσίδα ανεφοδιασμού θα λειτουργήσει κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου. Στη φάση του προγραμματισμού, οι επιχειρήσεις για να λάβουν τις σωστές αποφάσεις πρέπει να συμπεριλάβουν στον προγραμματισμό την αβεβαιότητα της ζήτησης, τις συναλλαγματικές ισοτιμίες, και τον ανταγωνισμό. Λαμβάνοντας υπόψη μια βραχυχρόνια περίοδο (μικρότερη από την αρχική) και με καλύτερες προβλέψεις από τον αρχικό σχεδιασμό, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να ενσωματώσουν οτιδήποτε μπορεί να έχει προγραμματιστεί για την αλυσίδα ανεφοδιασμού στη αρχική φάση του σχεδιασμού και να το εκμεταλλευτούν για την βελτίωση την απόδοση σε αυτή την βραχυχρόνια περίοδο.

**3. Λειτουργία της αλυσίδας ανεφοδιασμού.** Εδώ ο χρονικός ορίζοντας είναι εβδομαδιαίος ή καθημερινός, και κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης οι επιχειρήσεις λαμβάνουν τις αποφάσεις τους σχετικά με τις μεμονωμένες παραγγελίες των πελατών. Σε

---

<sup>6</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 6

<sup>7</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 7

λειτουργικό επίπεδο πλέον, η διαμόρφωση της αλυσίδας ανεφοδιασμού θεωρείται σταθερή και ο προγραμματισμός της έχει ήδη καθοριστεί. Ο στόχος της αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι να εφαρμοστεί η πολιτική λειτουργίας της επιχείρησης, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι εταιρίες προσανατολίζονται στην παραγωγή μεμονωμένων παραγγελιών, θέτουν συγκεκριμένες ημερομηνίες παράδοσης, δημιουργούν αποθέματα των προϊόντων τους στις αποθήκες, καθορίζουν τρόπους μεταφοράς και αποστολής των παραγγελιών, προγραμματίζουν την διανομή των προϊόντων με συγκεκριμένα δρομολόγια φορτηγών και προχωρούν στον ανεφοδιασμό. Επειδή οι λειτουργικές αποφάσεις λαμβάνονται βραχυπρόθεσμα (λεπτά, ώρες, ή ημέρες πριν την αποστολή), υπάρχει συχνά λιγότερη αβεβαιότητα για τις πληροφορίες της ζήτησης. Ο στόχος κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι να μειωθεί η αβεβαιότητα και να βελτιστοποιηθεί η απόδοση μέσα στους περιορισμούς που θέτονται από τον αρχικό προγραμματισμό της αλυσίδας ανεφοδιασμού<sup>8</sup>. Ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός και η λειτουργία μιας αλυσίδας ανεφοδιασμού έχουν ισχυρό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα και την επιτυχία.

### **1.3 Η Σημασία της ροής πληροφοριών για την αλυσίδα ανεφοδιασμού**

Για την επιτυχία της αλυσίδας ανεφοδιασμού πρέπει να υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της διοίκησης για τον προγραμματισμό της ροής πληροφοριών προς όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (προμηθευτές, μεταφορείς, χονδρέμπορους, λιανέμπορους) όσο αφορά την ζήτηση του προϊόντος. Μιας εταιρίας που χρησιμοποίησε επιτυχώς την αλυσίδα ανεφοδιασμού για να υποστηρίξει την ανταγωνιστική στρατηγική της είναι η Dell.

Η Dell καθιερώθηκε στην αγορά το 1984. Μέχρι και το 1998, είχε αναδειχθεί σε μια επιχείρηση αξίας \$12 δισεκατομμυρίων<sup>9</sup>. Από το 1993, η Dell έχει αύξηση αποδοχών περισσότερων από 65 τοις εκατό ετησίως. Η τιμή των αποθεμάτων της έχει αυξηθεί σημαντικά δεδομένου ότι η Dell το 1993 έχει αποδώσει ένα σημαντικό μέρος της επιτυχίας της στον τρόπο που διαχειριζόταν την ροή των πληροφοριών και τα μετρητά μέσα στην αλυσίδα ανεφοδιασμού της.

---

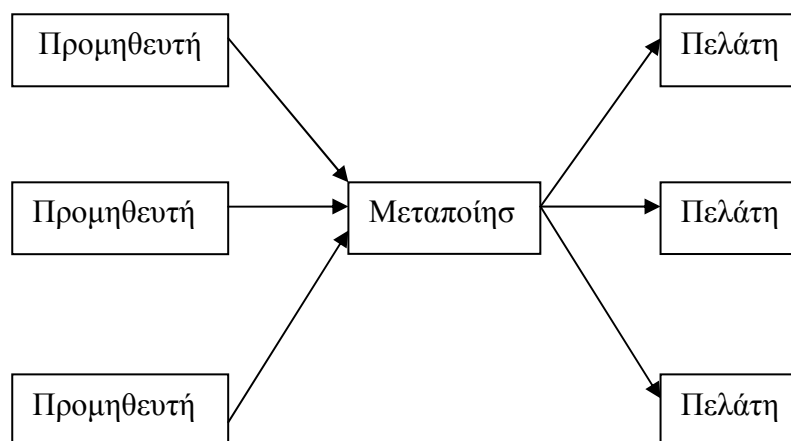
<sup>8</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 7

<sup>9</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 16 (Παράρτημα, The Power of Virtual Integration: An Interview with Dell Computer's Michael Dell, by John Magretta)

Το βασικό πρότυπο της αλυσίδας ανεφοδιασμού της Dell είναι οι άμεσες πωλήσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών προς τους πελάτες της, καθώς οι διανομείς και οι λιανοπωλητές παρακάμπτονται. Η αλυσίδα ανεφοδιασμού της Dell έχει μόνο τρία «επίπεδα» πελάτες, μεταποίηση και προμηθευτές όπως φαίνεται στο σχήμα 1.2.

**Σχήμα 1.2**

*Τα στάδια ανεφοδιασμού της Dell*



Επειδή η Dell ερχόταν σε άμεση επαφή με τους πελάτες της, ήταν σε θέση να αναλύσει τις ανάγκες τους και να αυξήσει την αποδοτικότητα κάθε τμήματος. Η στενή επαφή με τους πελάτες και η κατανόηση των αναγκών τους επέτρεψε στην Dell να αναπτύξει καλύτερες μεθόδους πρόβλεψης της ζήτησης. Για να βελτιώσει περαιτέρω την αντιστοιχία μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης, η Dell πρόσφερε πληροφορίες στους πελάτες της μέσω του Διαδικτύου ή τηλεφωνικός για το στάδιο της διαμόρφωσης στο οποίο βρίσκεται ο ηλεκτρονικός υπολογιστής τους λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα υλικά που υπάρχουν στις αποθήκες και τους προμηθευτές της.

Η επιτυχία της αλυσίδας ανεφοδιασμού της Dell διευκολύνθηκε από την περίπλοκη ανταλλαγή πληροφοριών. Η Dell παρείχε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο προς τους προμηθευτές της για την τρέχουσα κατάσταση της ζήτησης. Οι προμηθευτές ήταν σε θέση να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες και στα εργοστάσια μαζί με τις καθημερινές απαιτήσεις της αγοράς για παραγωγή. Η Dell είχε δημιουργήσει προσαρμοσμένες ιστοσελίδες έτσι ώστε οι σημαντικοί προμηθευτές της να μπορούν να βλέπουν τις προβλέψεις της ζήτησης και άλλες «ευαίσθητες» πληροφορίες, βοηθώντας τους κατά συνέπεια, να πάρουν μια καλύτερη ιδέα της ζήτησης στην αγορά, ώστε και να λάβουν καλύτερες αποφάσεις για τον σχεδιασμό της παραγωγής. Με απλά λόγια θα λέγαμε ότι η Dell συντονίζει τις απαιτήσεις των πελατών στα επιμέρους τμήματα παραγωγής ηλεκτρονικών υπολογιστών. Προκειμένου να έχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα

διαλέγει τους καλύτερους και πιο αξιόπιστους προμηθευτές όπως την Sony, για να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα ελαττωματικών εξαρτημάτων. Η Dell διαχειρίζεται επίσης τις ροές μετρητών της πολύ αποτελεσματικά, είναι σε θέση να συλλέξει τα μετρητά από τους πελάτες της, κατά μέσον όρο, πέντε ημέρες προτού πληρώσει τους προμηθευτές της. Σαφώς, το σχέδιο της αλυσίδων ανεφοδιασμού της Dell και η κατάλληλη διαχείριση του προϊόντος, των πληροφοριών, και των ροών μετρητών διαδραματίζουν έναν βασικό ρόλο στην επιτυχία της επιχείρησης. Αυτή η προσέγγιση έχει τοποθετήσει την Dell πολύ ψηλά σύμφωνα με τη βιομηχανία ηλεκτρονικών υπολογιστών. Δεδομένου ότι η καλή εκτέλεση προϊόντων είναι κοινή στη βιομηχανία υπολογιστών, το ανταγωνιστικό πεδίο μάχης στρέφεται τώρα στην παροχή υπηρεσιών και την αποδοτικότητα της αλυσίδας ανεφοδιασμού.

#### **1.4 Ανάλυση εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης**

Η μέχρι πρόσφατα επικρατούσα αντίληψη για το ρόλο της λειτουργίας του ανεφοδιασμού μίας επιχείρησης ήταν η υποστήριξη μίας επιχειρηματικής στρατηγικής διαμορφωμένης κυρίως από τους υπεύθυνους του μάρκετινγκ. Σ' αυτό το πνεύμα, καθοριστικό ρόλο είχαν συνήθως οι στόχοι αύξησης των πωλήσεων ή αντίστοιχα του μεριδίου της αγοράς και του βραχυχρόνιου συνήθως κέρδους.

Η αυξανόμενη διεθνοποίηση της αγοράς, η όξυνση του ανταγωνισμού και οι επακόλουθες πιέσεις για τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών, οι πιέσεις για την αύξηση της παραγωγικότητας και για την ανάπτυξη μεγάλης ευελιξίας αποτελούν τις κυρίαρχες τάσεις των τελευταίων δύο δεκαετιών<sup>10</sup>. Αυτό οδήγησε πολλές επιχειρήσεις στην αναγνώριση του ρόλου της λειτουργίας του ανεφοδιασμού και τη συμμετοχή των υπευθύνων στη διαμόρφωση της επιχειρηματικής στρατηγικής ώστε να γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικές. Σήμερα λοιπόν διακρίνουμε μία αισθητή μεταβολή στην αντίληψη του ρόλου της παραγωγής σαν ένα ισχυρό όπλο για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας.

Ο Wickham Skinner, είχε σημειώσει από το 1974 ότι η λειτουργία παραγωγής σε μία επιχείρηση σπάνια χαρακτηρίζεται από ουδετερότητα ως προς την επιρροή της στην επιχειρηματική δραστηριότητα<sup>11</sup>. Μεταξύ των βασικών διαπιστώσεων που προέκυψαν από τις έρευνες του ήταν και τα εξής:

<sup>10</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ36

<sup>11</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ36

1. Το σύστημα παραγωγής σε μία επιχείρηση λειτουργεί είτε σαν ανταγωνιστικό όπλο είτε σαν τροχοπέδη.
2. Το ίδιο σύστημα παραγωγής είναι αδύνατο να υποστηρίζει αντιφατικούς, ή αντίθετους στρατηγικούς στόχους. Με άλλα λόγια, ένα σύστημα παραγωγής που συγκροτείται για μία στρατηγική που στηρίζεται στη διαφοροποίηση των προϊόντων ή στη γρήγορη εισαγωγή νέων προϊόντων με συχνές καινοτομίες είναι αδύνατο να υποστηρίζει μία άλλη στρατηγική ανταγωνισμού με χαμηλό κόστος.
3. Δεδομένης της αδυναμίας ενός συστήματος παραγωγής να χρησιμοποιηθεί για όποιους στόχους θέλει η διοίκηση, θα πρέπει αυτό να εστιασθεί σε μία βασική δραστηριότητα (primary task) που να προσδιορίζεται από την επιχειρηματική στρατηγική. Η «βασική» δραστηριότητα είναι εκείνη που συμβάλλει στην επιτυχία της επιχειρηματικής στρατηγικής, δηλαδή οδηγεί στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης.

Ένας από τους κύριους λόγους που συχνά αποδυναμώνεται η ανταγωνιστικότητα μίας επιχείρησης είναι η υπερβολική έμφαση στους στόχους του μάρκετινγκ. Και αυτό επειδή οι παραπάνω ενέργειες δεν προσθέτουν αξία σ' ένα προϊόν με συνέπεια να μην συμβάλουν στην ανταγωνιστικότητα. Η υιοθεσία αυτής της αντίληψης σε γενικότερη κλίμακα για δεκαετίες είχε σαν συνέπεια τη μείωση της ανταγωνιστικότητας των Η.Π.Α. και την ανάδειξη της πρώην Δ. Γερμανίας και της Ιαπωνίας σε κυρίαρχες οικονομικές δυνάμεις<sup>12</sup>.

Η πρώην Δ. Γερμανία και η Ιαπωνία για την επιτυχία τους επέλεξαν μία στρατηγική ανταγωνισμού με βάση τη σχεδίαση και παραγωγή των προϊόντων τους με καλύτερη ποιότητα και ορισμένες φορές με χαμηλότερο κόστος. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία μίας τέτοια στρατηγική είναι η ουσιαστική αναβάθμιση του ρόλου της παραγωγής. Αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση της παραγωγής, όχι ως μια λειτουργία υποστήριξης της ήδη διαμορφωμένης στρατηγικής από τρίτους, αλλά την ενεργή και ισότιμη συμμετοχή των υπευθύνων παραγωγής για την χάραξη μίας επιχειρηματικής στρατηγικής, που στηρίζεται στο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που προσφέρει η λειτουργία παραγωγής.

#### **1.4.1 Ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος**

Με την ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος σε μία επιχείρηση, η διοίκηση επιδιώκει να αξιολογήσει σε ποιους τομείς υπάρχουν συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους

---

<sup>12</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ37



κύριους ανταγωνιστές του κλάδου<sup>13</sup>. Το συγκριτικό πλεονέκτημα μπορεί παραδείγματος χάριν να απορρέει από την υψηλή στάθμη εκπαίδευσης και απόδοσης του ανθρώπινου δυναμικού, από την πρωτοποριακή τεχνολογία που έχει αναπτύξει μία επιχείρηση με ίδια μέσα ή και από την ύπαρξη προσωπικού πωλήσεων για διανομή σε μεγάλη κλίμακα. Παράλληλα, η διοίκηση εντοπίζει και ορισμένες αδυναμίες της που περιορίζουν την ανταγωνιστικότητα σε ορισμένες δραστηριότητες. Οι αδυναμίες μπορεί να εντοπίζονται στο ρυθμό ανάπτυξης νέων προϊόντων, τη δυσκαμψία προσαρμογής της παραγωγικής διαδικασίας σε νέες τεχνολογίες ή την έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού.

Κατά συνέπεια, το ζητούμενο από την ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης είναι ο προσδιορισμός του "ανταγωνιστικού της προφίλ" δηλαδή ποια είναι τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες της σε σχέση με τους κύριους ανταγωνιστές.

#### **1.4.2 Ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος**

Εκτός από τις επιρροές και τους περιορισμούς που δέχεται η λειτουργία παραγωγής από τα άλλα τμήματα της επιχείρησης, είναι απαραίτητο να προσδιορισθεί και ο τρόπος που επηρεάζεται η λειτουργία της από τα άλλα χαρακτηριστικά του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η επιχειρηματική στρατηγική, όσο και η αντίστοιχη στρατηγική παραγωγής που θα ακολουθηθεί, εξαρτώνται από τις ευκαιρίες και τις απειλές που διαγράφονται στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος πρέπει να περιλαμβάνει το άμεσο ή λειτουργικό καθώς και το ευρύτερο περιβάλλον<sup>14</sup>. Το λειτουργικό περιβάλλον (task environment) περιλαμβάνει τους αγοραστές, τους προμηθευτές και τους κύριους ανταγωνιστές. Η διοίκηση πρέπει να αναλύει περιοδικά τα χαρακτηριστικά του κλάδου στον οποίο αναπτύσσει τη δραστηριότητα της. Συνήθως, από την ανάλυση της διάρθρωσης του κλάδου και την προηγηθείσα ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος προκύπτουν τα στοιχεία εκείνα που θα οδηγήσουν στην επιλογή της κατάλληλης ανταγωνιστικής στρατηγικής. Το ευρύτερο εξωτερικό περιβάλλον καλύπτει τα γενικότερα οικονομικά, κοινωνικά, τεχνολογικά και άλλα χαρακτηριστικά. Από τις διαπιστώσεις και προβλέψεις των παραπάνω αναλύσεων προσδιορίζονται οι προσφερόμενες ευκαιρίες και οι πιθανές

---

<sup>13</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ37

<sup>14</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ40

απειλές για τρέχουσες και νέες δραστηριότητες. Η διοίκηση είναι σκόπιμο να παρακολουθεί και ν' ανταποκρίνεται έγκαιρα σε μεταβολές που αφορούν<sup>15</sup>:

1. Το οικονομικό περιβάλλον.
2. Το κοινωνικό περιβάλλον.
3. Το φυσικό περιβάλλον.
4. Το θεσμικό πλαίσιο.
5. Την τεχνολογία.

Αυτό που επιδιώκει η διοίκηση με την ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος, είναι ο προσδιορισμός των ευκαιριών και απειλών που υπάρχουν ή προμηνύονται από τις οικονομικές, τεχνολογικές ή άλλες εξελίξεις. Παράλληλα, επιδιώκεται επίσης ο προσδιορισμός των περιορισμών που επιβάλλει το εξωτερικό περιβάλλον στον τρόπο που η επιχείρηση θα αναπτύξει τη δραστηριότητα της. Οι περιορισμοί μπορεί να είναι οικονομικοί (επιτόκια, όροι δανεισμού, δασμολογικό καθεστώς), ή θεσμικοί ( όρια υπερωριακής απασχόλησης εργαζομένων, τήρηση προδιαγραφών).

### **Το Οικονομικό Περιβάλλον**

Για τις περισσότερες επιχειρήσεις το οικονομικό περιβάλλον προσδιορίζει συχνά το εύρος των ευκαιριών και περιορισμών στη δραστηριότητα τους. Έτσι, μεταξύ αυτών που επηρεάζουν το ύψος της μελλοντικής ζήτησης και το κόστος των συντελεστών παραγωγής, δηλαδή της εργασίας, του κεφαλαίου, της ενέργειας και των πρώτων υλών είναι τα εξής:

1. Ο ρυθμός μεταβολής του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ), ως βασικός δείκτης του τρόπου ανάπτυξης της οικονομίας.
2. Ο ρυθμός του πληθωρισμού γενικά, αλλά ιδιαίτερα για κλάδους των οποίων η επιχείρηση χρησιμοποιεί τα προϊόντα και τις υπηρεσίες ως εισροές στη δική της παραγωγική διαδικασία.
3. Το επίπεδο της ανεργίας γενικά, αλλά και για συγκεκριμένες κατηγορίες εργαζομένων που χρειάζεται η επιχείρηση.

---

<sup>15</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ40

4. Η ποιότητα της υποδομής της οικονομίας, δηλαδή τα διαθέσιμα συστήματα για επικοινωνίες, μεταφορές, εκπαίδευση όλων των βαθμίδων και το τραπεζικό σύστημα.
5. Η ισχύουσα οικονομική πολιτική (στόχοι, κίνητρα και περιορισμοί).

Όλα τα παραπάνω διαμορφώνουν το κλίμα στο οποίο αναπτύσσεται η επιχειρηματική δραστηριότητα και καθορίζουν αποφασιστικά τις πιθανότητες επιτυχίας.

### **Το Κοινωνικό Περιβάλλον**

Ιδιαίτερα σημαντικό για την επιτυχία της επιχείρησης που εδρεύει σε μια χώρα είναι το κοινωνικοπολιτικό σύστημα μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται, δηλαδή ο τρόπος οργάνωσης και το σύστημα αξιών που διέπουν τη λειτουργία της κοινωνίας. Οι σχέσεις μεταξύ των "κοινωνικών εταίρων", δηλαδή των εργαζομένων, των εργοδοτών και της κυβέρνησης, προσδιορίζουν τους τρόπους επίλυσης προβλημάτων με διάλογο, συναίνεση ή συγκρούσεις και επηρεάζουν τον τρόπο και το βαθμό αξιοποίησης των συγκριτικών πλεονεκτημάτων (δυνατοτήτων) μίας οικονομίας. Κατά συνέπεια, είναι φυσικό, μία κοινωνία όπου τα προβλήματα αντιμετωπίζονται συνήθως με απεργίες ή συγκρούσεις, όπου οι εργαζόμενοι απαιτούν αποδοχές ανεξάρτητα από τη συμβολή τους στην παραγωγικότητα, οι εργοδότες επιδιώκουν γρήγορα κέρδη χωρίς την προσπάθεια ενίσχυσης με επενδύσεις της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεών τους, να έχουμε στρεβλώσεις στην οικονομία και επιδείνωση των βασικών οικονομικών μεγεθών με αναπόφευκτη πτώση του βιοτικού επιπέδου<sup>16</sup>.

### **Το Φυσικό Περιβάλλον**

Τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει σημαντικά η αντίληψη για το φυσικό περιβάλλον. Ενώ αρχικά θεωρούσαμε το φυσικό περιβάλλον μόνον ως πηγή για μεγάλη ποικιλία πρώτων υλών, ενέργειας και φυσικής ομορφιάς πλησιάζουμε σήμερα, λόγω κακής αξιοποίησης του, να το αντιμετωπίζουμε ακόμα και σαν απειλή στη δημόσια υγεία. Συνεπώς αποτελεί κοινωνική ευθύνη κάθε επιχείρηση να αντιμετωπίζει το φυσικό περιβάλλον όχι μόνο σαν πηγή φυσικών πόρων (πρώτες ύλες ή ενέργεια), αλλά και σαν μία πηγή με περιορισμένες ικανότητες απορρόφησης ρύπων. Αυτή η αντίληψη απαιτεί σχεδίαση προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών με σωστή επιλογή του τόπου εγκατάστασης, τήρηση των

---

<sup>16</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ43

περιβαλλοντολογικών προδιαγραφών έτσι ώστε να προστατεύεται το φυσικό περιβάλλον από την οικολογική υποβάθμιση.

### **Το Τεχνολογικό Περιβάλλον**

Η διοίκηση της επιχείρησης θα πρέπει, τόσο στο σχεδιασμό της επιχειρηματικής στρατηγικής όσο και στη διαμόρφωση της κατάλληλης στρατηγικής παραγωγής, να παρακολουθεί με ιδιαίτερη προσοχή όχι μόνον τα όρια βελτίωσης της τεχνολογίας που χρησιμοποιεί, αλλά και το ρυθμό ανάπτυξης της τεχνολογίας που θα την αντικαταστήσει. Το ενδιαφέρον της διοίκησης θα πρέπει να επικεντρώνεται όχι μόνο στην τεχνολογία των προϊόντων, αλλά και στην τεχνολογία της παραγωγικής διαδικασίας που χρησιμοποιείται<sup>17</sup>. Από ένα σημείο "ωρίμανσης" και μετά οι τεχνολογίες για το προϊόν και την παραγωγική διαδικασία αναπτύσσουν τόσο μεγάλη εξάρτηση μεταξύ τους, π.χ. στις αυτοκινητοβιομηχανίες, που είναι δύσκολη και απαγορευτικά δαπανηρή η τροποποίηση τους για προσαρμογή σε νέες συνθήκες.

### **Το θεσμικό Πλαίσιο και ο Ρόλος της Κυβέρνησης**

Τέλος, το θεσμικό πλαίσιο επηρεάζει μία επιχείρηση από την ημέρα που ξεκινά τη δραστηριότητα της σε όλες σχεδόν τις αποφάσεις. Από την ανάγκη εξασφάλισης ειδικής άδειας για μία καινούργια εγκατάσταση, την έγκριση των προδιαγραφών για τα προϊόντα της με βάση τα υπάρχοντα πρότυπα, την παρακολούθηση τήρησης των κανονισμών για την ασφαλή λειτουργία του εξοπλισμού, τις συναλλαγές με την εφορία, τα τελωνεία και άλλες κρατικές υπηρεσίες, η επιχείρηση είναι αναγκασμένη να προσαρμόζεται σ' ένα πλήθος ρυθμιστικών διατάξεων που επιβάλλει το θεσμικό πλαίσιο. Πολλές από αυτές τις διατάξεις απορρέουν από την ανάγκη προστασίας των εργαζομένων, των καταναλωτών και του περιβάλλοντος. Άγνοια, αδιαφορία ή αμέλεια στην τήρηση τους μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες όχι μόνον οικονομικές, αλλά και σε ό,τι αφορά τις αντιδράσεις πελατών κι ανταγωνιστών.

---

<sup>17</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ44

## **1.5 Ανάλυση της ζήτησης και λόγοι που την επιβάλουν**

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της αγοράς στην οποία η επιχείρηση θα αναπτύξει τη δραστηριότητα της είναι η ζήτηση για το προϊόν ή τις υπηρεσίες που θα προσφέρει. Οι σημαντικότερες αποφάσεις που πρέπει να πάρει η διοίκηση στο ξεκίνημα της, αλλά και οι περισσότερες αποφάσεις που θα παίρνει όσο λειτουργεί η επιχείρηση στηρίζονται στις εκτιμήσεις για τη ζήτηση που θα έχει η αγορά στην οποία απευθύνεται<sup>18</sup>. Αν δεχθούμε ότι ένας βασικός στρατηγικός σκοπός για την επιτυχία της επιχείρησης θα πρέπει να είναι η καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση των πελατών, τότε θα πρέπει η διοίκηση να λάβει υπόψη της ότι η ζήτηση της αγοράς περιγράφεται με διαφορετικούς τρόπους που προσδιορίζουν καλύτερα της ανάγκες των πελατών. Κάθε τρόπος περιγράφει και μια διαφορετική διάσταση της ζήτησης και χρειάζεται να εξεταστούν όλες μαζί για να μπορούμε να παίρνουμε τις πλέον αποτελεσματικές αποφάσεις. Ο προγραμματισμός του μάρκετινγκ και της παραγωγής είναι σχετικά απλός, όταν η ζήτηση για το προϊόν της επιχείρησης είναι σταθερή σε κάθε χρονική περίοδο. Στις πιο πολλές περιπτώσεις όμως και η ζήτηση είναι αβέβαιη και ο χρόνος για την κάλυψη των παραγγελιών είναι αρκετά μεγάλος. Οι σημερινές συνθήκες ανταγωνισμού επιβάλλουν την καλύτερη δυνατή κατανόηση της ζήτησης και της αβεβαιότητας που την χαρακτηρίζει. Μόνο έτσι μπορεί η επιχείρηση να παρέχει ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης στους πελάτες της. Η δυνατότητα να γνωρίζουμε έγκαιρα ή να προβλέπουμε τη ζήτηση σε κάθε χρονική περίοδο προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη λήψη αποφάσεων<sup>19</sup>. Για παράδειγμα, αν είναι γνωστό το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης, μπορούμε να προσδιορίσουμε πιο εύκολα το προσωπικό που θα χρειασθεί για την ομαλή λειτουργία ενός ξενοδοχείου. Αυτό συμβαίνει όταν γνωρίζουμε τις κρατήσεις διανυκτερεύσεων για κάθε εβδομάδα. Με τον ίδιο τρόπο, ο αριθμός εργαζομένων και ο αριθμό μηχανών για ένα εργοστάσιο μπορεί πιο εύκολα να προγραμματιστεί, αν είναι από νωρίς γνωστές οι παραγγελίες σε είδος και ποσότητα που πρέπει να καλυφθούν. Τέτοιες όμως συνθήκες λειτουργίας είναι συνήθως σπάνιες.

### **1.5.1 Τα Βασικά Χαρακτηριστικά της Ζήτησης**

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ζήτησης που θα χρειασθεί να διαθέσει η επιχείρηση για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες της στην αγορά είναι τα εξής<sup>20</sup>:

- Η ποσότητα που θα χρειασθεί η σε κάθε χρονική περίοδο.

<sup>18</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ76

<sup>19</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ77

<sup>20</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ77

- Η επιθυμητή ποιότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας .
- Η χρονική τάση, δηλαδή η κλιμάκωση ή ανάπτυξη της ζήτησης και
- Η αναμενόμενη γεωγραφική κατανομή της.

Για παράδειγμα, για μία ζυθοποιία που διαθέτει στην αγορά διάφορα είδη μπίρας, θα πρέπει η περιγραφή της ζήτησης να περιλαμβάνει απαντήσεις στα εξής ερωτήματα:

1. Τι ποσότητα θα απορροφήσει η αγορά, δηλαδή πόσα λίτρα μπίρας θα πωλήσει το χρόνο; Είναι επίσης αναγκαίο να γνωρίζουμε αν η συνολική ετήσια ζήτηση θα είναι περίπου σταθερή από μήνα σε μήνα ή θα εμφανίζει εποχικές διακυμάνσεις και ποιες.
2. Τι ποιότητα θα απορροφήσει η αγορά, π.χ. από πλευράς πρώτων υλικών και βύνης πόσο προσεγμένα θα πρέπει να είναι τα προϊόντα;
3. Τι μεταβολές στο ύψος της ζήτησης θα πρέπει να αναμένει η διοίκηση για τα επόμενα χρόνια λειτουργίας της επιχείρησης; Υπάρχει δυνατότητα εξαγωγών ή διείσδυση σε άλλες αγορές;
4. Ποια θα είναι η γεωγραφική κατανομή των πωλήσεων σε διαδοχικά στάδια ανάπτυξης της επιχείρησης;

Οι κατάλληλες απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα για τη ζήτηση θα βοηθήσουν να αποφασίσει η διοίκηση αν η επιχείρηση θα είναι οικονομικά αποδοτική, πόσο μεγάλη θα πρέπει να είναι η αρχική εγκατάσταση, ποια θα πρέπει να είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και πώς θα κλιμακωθεί η ανάπτυξη νέας παραγωγικής δυναμικότητας, ώστε η ανάπτυξη της επιχείρησης να συμβαδίζει με την αύξηση των πωλήσεων. Σε ανάλογα ερωτήματα πρέπει να δοθούν απαντήσεις και για μικρομεσαίες επιχειρήσεις, δηλαδή για ένα τουριστικό ξενοδοχείο ή κάποιο άλλο είδος μικρής επιχείρησης. Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζονται οι αποφάσεις για την λειτουργία κι ανάπτυξη της επιχείρησης εξηγείται παρακάτω με περισσότερη λεπτομέρεια<sup>21</sup>.

**1. Η Ποσότητα της Ζήτησης:** Το αναμενόμενο ύψος της ζήτησης θα κρίνει αν η επιχείρηση θα έχει αρκετά έσοδα ώστε να γίνει επικερδής και τι είδους ανταγωνισμό θα συναντήσει. Για νέα προϊόντα σε φάση γρήγορης ανάπτυξης είναι πιο εύκολη η είσοδος στην αγορά, διότι η συνολική ζήτηση του κλάδου αυξάνει με γρήγορο ρυθμό και μπορεί πιο εύκολα μία νέα επιχείρηση να εξασφαλίσει σημαντικό μερίδιο της αγοράς. Η επιτυχία ενός νέου ξενοδοχείου σε μία νέα τουριστική περιοχή που δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί είναι πιο εύκολη από αυτή σε μία ανεπτυγμένη περιοχή.

<sup>21</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ78

**2. Η Ποιότητα της Ζήτησης:** Όσο πιο ανταγωνιστική γίνεται μία αγορά, τόσο πιο απαιτητικοί είναι οι πελάτες σε θέματα ποιότητας. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να προσδιορίσει η διοίκηση με μεγαλύτερη προσοχή τις ανάγκες τους, ώστε η ποιότητα για το προϊόν που θα παράγει να τις καλύπτει αποτελεσματικά σε ανταγωνιστικό κόστος. Για παράδειγμα, σε μία τουριστική περιοχή που ένας επισκέπτης μπορεί να νοικιάσει μόνο σε ενοικιαζόμενα δωμάτια, η κατασκευή ενός καλού ξενοδοχείου μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για πιο απαιτητικούς πελάτες που επιθυμούν καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών. Μία τέτοια επιχείρηση δημιουργεί ευκαιρίες για μεγαλύτερα κέρδη, διότι οι απαιτητικοί πελάτες διαθέτουν συνήθως μεγαλύτερη οικονομική άνεση για υπηρεσίες με υψηλή ποιότητα.

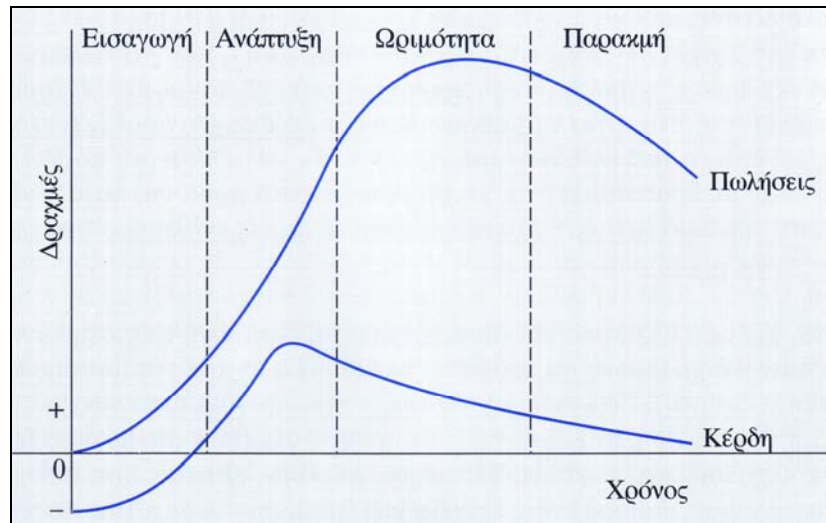
**3. Η Χρονική Κλιμάκωση της Ζήτησης:** Πέρα της αρχικής ελκυστικότητας μιας επιχειρηματικής πρωτοβουλίας, θα πρέπει να εκτιμηθεί αν οι αναμενόμενες αλλαγές στο ύψος της ζήτησης για τα επόμενα χρόνια δικαιολογούν τις αρχικές επενδύσεις. Κάθε προϊόν, όπως κάθε ζωντανός οργανισμός, έχει ένα κύκλο ζωής όπου μετά από μία αρχική φάση εισαγωγής στην αγορά με πολλές δυσκολίες επιβίωσης, αρχίζει μία περίοδος ταχείας ανάπτυξης. Σε κάποιο σημείο αυτή σταματά για να τη διαδεχθεί μία περίοδος κορεσμού που η συνολική προσφορά από όλους τους ανταγωνιστές ενός κλάδου καλύπτει τη συνολική ζήτηση της αγοράς. Με την εισαγωγή νέων καλύτερων προϊόντων ο κύκλος ζωής εισέρχεται στη συνέχεια στη φάση της παρακμής. Ο κύκλος ζωής και τα στάδια ενός προϊόντων φαίνεται στο σχήμα 1.3<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 341

### Σχήμα 1.3

Η καμπύλη του κύκλου ζωής και τα στάδια ενός τυπικού προϊόντος



Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να γνωρίζουμε σε πιο στάδιο του κύκλου ζωής βρίσκεται το προϊόν που παράγουμε τώρα ή θέλουμε να παράγουμε. Γενικά, τα πράγματα είναι πιο εύκολα στη φάση της γρήγορης ανάπτυξης διότι σε αυτή έχει "χώρο" και κέρδη για πολλούς. Η κατάσταση δυσκολεύει στη φάση της "ωριμότητας" ή του κορεσμού. Σε αυτήν ο ανταγωνισμός είναι πιο έντονος, διότι η συνολική ζήτηση έχει σταθεροποιηθεί και το μερίδιο αγοράς που διεκδικεί μία επιχείρηση θα πρέπει να το πάρει μειώνοντας αυτά που ήδη έχουν οι άλλοι ανταγωνιστές της. Είναι ευνόητο ότι δεν έχει καλές προοπτικές ένας κλάδος στη φάση της παρακμής, μια και η συνολική ζήτηση για το είδος συνεχώς λιγοστεύει.

**4. Η Γεωγραφική Κατανομή της Ζήτησης:** Οι πελάτες για ένα είδος με αρκετή σε ποσότητα ζήτηση μπορεί να είναι συγκεντρωμένοι σε μία μικρή περιοχή ή να είναι διασκορπισμένοι σε μεγάλες αποστάσεις. Η γεωγραφική κατανομή της ζήτησης επηρεάζει αρκετά το πόσο αποτελεσματικά μπορεί να λειτουργήσει μια νέα επιχείρηση για να την καλύψει. Η σημαντική γεωγραφική διασπορά των πελατών θα επηρεάσει αισθητά στις πιο πολλές περιπτώσεις το κόστος διανομής, το χρόνο εξυπηρέτησης και την ευκολία επίλυσης προβλημάτων με τους πελάτες. Συνεπώς, θα πρέπει από την αρχή να εκτιμήσει η διοίκηση τον κίνδυνο να βρεθεί η επιχείρηση εκτεθειμένη σε ανταγωνισμό από άλλους που βρίσκονται πιο κοντά στους πελάτες και μπορούν να προσφέρουν χαμηλότερες τιμές λόγω μικρότερου κόστους διανομής και καλύτερη εξυπηρέτηση με πιο σύντομη ικανοποίηση παραγγελιών.



## **1.6 Αναγκαιότητα των προβλέψεων για την ζήτηση**

Όταν οι συνθήκες στο περιβάλλον που λειτουργεί μια επιχείρηση παραμένουν οι ίδιες, η ανάγκη για προβλέψεις της ζήτησης είναι περιορισμένη. Όμως στην εποχή μας παρατηρούμε συνεχείς αλλαγές στα οικονομικά, κοινωνικά κι άλλα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Τα τελευταία χρόνια οι αλλαγές αυτές γίνονται όλο και με εντονότερους ρυθμούς. Οι ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία, οι συχνές αλλαγές στις προτιμήσεις των καταναλωτών και η ρευστότητα των νέων αγορών, δημιουργούν την ανάγκη για μία συστηματική προσπάθεια προβλέψεως της ζήτησης για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που προσφέρονται<sup>23</sup>.

Για τη δημιουργία και στη συνέχεια τη λειτουργία κάθε επιχείρησης απαιτούνται ορισμένες αποφάσεις που ανάλογα με τις επιπτώσεις που έχουν χαρακτηρίζονται ως αποφάσεις στρατηγικής σημασίας (νέες αγορές στόχος, νέες εγκαταστάσεις, νέα προϊόντα) ή αποφάσεις τακτικής (προγράμματα δράσης). Συχνά οι εκτιμήσεις αυτές γίνονται με πολύ έμμεσο τρόπο ή υποκειμενικά. Άλλες φορές όμως οι περιστάσεις επιβάλλουν πιο προσεκτική ανάλυση<sup>24</sup>. Συνήθως, κάθε είδος απόφασης χρειάζεται και μία διαφορετική πρόβλεψη της ζήτησης, ανάλογα με τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος που θα επηρεάσει τη δραστηριότητα της επιχείρησης. Γενικά, ο χρονικός ορίζοντας για μία πρόβλεψη πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσος με το άθροισμα του απαιτούμενου χρόνου για τη λήψη και υλοποίηση μίας απόφασης και του χρόνου για την αναθεώρηση της.

## **1.7 Ανάγκη για ευελιξία και προσαρμοστικότητα των επιχειρήσεων**

Το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του περιβάλλοντος ενός συστήματος παραγωγής είναι οι διαχρονικές διακυμάνσεις ή μεταβολές στα διάφορα χαρακτηριστικά του. Αλλαγές στην οικονομία, εξελίξεις στην τεχνολογία και μεταβολές στις προτιμήσεις των καταναλωτών επιδρούν συνεχώς στον τρόπο διεξαγωγής της επιχειρηματικής δραστηριότητας. Για το λόγο αυτό η επιβίωση κι επιτυχία μιας επιχείρησης σήμερα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα της στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς (τι, πόσο, πότε και πού) και στα προσφερόμενα μέσα παραγωγής<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ83

<sup>24</sup> Wheelwright, S.C. and Makridakis, Forecasting Methods for Management 4<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc. 1085.

<sup>25</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ47

Με εξαίρεση ορισμένα τυποποιημένα είδη, οι περισσότερες επιχειρήσεις λειτουργούν κάτω από την πίεση ικανοποίησης μεγάλης ποικιλίας χαρακτηριστικών στο ίδιο βασικό προϊόν (έπιπλα, είδη έτοιμου ενδύματος, καλλυντικά, τρόφιμα, κ.λ.π.). Η ανάγκη για μεγαλύτερη ποικιλία στα προσφερόμενα προϊόντα συγκρούεται συνήθως με την ανάγκη συμπίεσης του κόστους παραγωγής και τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας. Το κόστος παραγωγής, κατά κανόνα, μειώνεται με την αύξηση της τυποποίησης, δηλαδή με τον περιορισμό στην ποικιλία των χαρακτηριστικών του ίδιου βασικού προϊόντος, ως προϋπόθεση για την επίτευξη οικονομιών κλίμακας. Δυστυχώς όμως, αυτή η τυποποίηση λειτουργεί ανασταλτικά στην ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη. Λύση στο παραπάνω πρόβλημα μπορεί να δώσει η σχεδίαση προϊόντων με παραλλαγές σε ορισμένα τυποποιημένα εξαρτήματα ή χαρακτηριστικά τους, (modules) γνωστή ως "**σπονδυλωτή σχεδίαση**" (modular design)<sup>26</sup>. Με αυτό τον τρόπο, είναι εφικτή η μαζική παραγωγή με την οποία περιορίζεται το κόστος, ενώ παρέχεται μεγάλη ποικιλία στο ίδιο βασικό προϊόν που καλύπτει αποτελεσματικότερα τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Έτσι, μία αυτοκινητοβιομηχανία αν χρησιμοποιήσει 3 είδη κινητήρων (π.χ. 1400, 1600 και 1800 κυβικών), 3 είδη αμαξώματος (τρίθυρο, τετράθυρο και πεντάθυρο) και τα αυτοκίνητα της βγαίνουν σε τέσσερα χρώματα (άσπρο, μαύρο, κόκκινο, μπλε) θα είναι σε θέση να προσφέρει στην αγορά  $3 \times 3 \times 4 = 36$  διαφορετικά μοντέλα με την ίδια παραγωγική διαδικασία. Με αυτό τον τρόπο καλύπτονται καλύτερα οι ανάγκες των αγοραστών, ανάλογα με τις απαιτήσεις τους για το χρώμα του αυτοκινήτου, τα κυβικά και το είδος του αμαξώματος. Ανάλογα συστήματα χρησιμοποιούν επιχειρήσεις και σ' άλλους κλάδους (κατασκευαστές οικιακών συσκευών). Μια άλλη μορφή ευελιξίας μπορεί να προέρχεται από τον τρόπο σχεδίασης της παραγωγικής διαδικασίας. Αυτή, μπορεί να είναι η εκπαίδευση των εργαζομένων σε πολλαπλές ειδικότητες (cross training), η οποία, θα τους επιτρέπει τη γρήγορη προσαρμογή στις απαραίτητες αλλαγές της παραγωγικής διαδικασίας. Για παράδειγμα, σε αρκετά ξενοδοχεία οι υπάλληλοι της υποδοχής (reception), πέρα από τη διάθεση δωμάτια στους πελάτες πρέπει να τους συνοδεύουν στα δωμάτια τους, όταν είναι απασχολημένοι οι groom ή ακόμα και να στρώσουν ορισμένα δωμάτια όταν δεν προλαβαίνουν οι καμαριέρες. Επιπλέον, μία άλλη προσέγγιση εστιάζεται στη δημιουργία ευελιξίας στον εξοπλισμό, είτε με μηχανές γενικής χρήσεως, δηλαδή για διαφορετικά προϊόντα με ειδικές ρυθμίσεις από τους

---

<sup>26</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ48

εργαζόμενους, είτε σε ευέλικτα συστήματα παραγωγής, όπου οι προσαρμογές του εξοπλισμού για διαφορετικά προϊόντα γίνονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

## **1.8 Διαδικασία διαμόρφωσης των προβλέψεων**

Η ακρίβεια των προβλέψεων για τη μελλοντική ζήτηση μπορεί να αυξηθεί σημαντικά όταν χρησιμοποιείται μία συστηματική διαδικασία. Η διοίκηση μπορεί να βελτιώνει αυτή τη διαδικασία, αποφεύγοντας έτσι την επανάληψη των ίδιων σφαλμάτων, παραδείγματος χάριν την αδικαιολόγητη απαισιοδοξία σε μελλοντικές προβλέψεις. Η περιγραφή για το σύστημα και τη διαδικασία προβλέψεων περιλαμβάνει τα εξής βασικά στοιχεία<sup>27</sup>:

1. Τις διαθέσιμες πληροφορίες μέσα και έξω από την επιχείρηση.
2. Τι απαιτούμενες πληροφορίες για την περιγραφή μιας πρόβλεψης
3. Τους τρόπους αξιολόγησης, δηλαδή τα κριτήρια για το πόσο καλή είναι μια πρόβλεψη.
4. Τις κατάλληλες μεθόδους για την προετοιμασία μιας πρόβλεψης.
5. Τους περιορισμούς και τις συνθήκες που επηρεάζουν τον τρόπο διαμόρφωσης μιας πρόβλεψης.

### **1.8.1 Πληροφορίες που πρέπει να προσδιορίζει η Πρόβλεψη**

Για τη λήψη των διαφόρων αποφάσεων που στηρίζονται στην πρόβλεψη της ζήτησης είναι σκόπιμο να περιγράψουμε τι είδους πληροφορίες πρέπει να μας δίνει η σχετική πρόβλεψη. Αρχικά πρέπει να διευκρινισθεί ότι άλλο πράγμα είναι η πρόβλεψη της ζήτησης και άλλο η πρόβλεψη των πωλήσεων. *Η ζήτηση έχει να κάνει με τις παραγγελίες που δέχεται η επιχείρηση από πελάτες σε μία χρονική περίοδο. Οι πωλήσεις προσδιορίζονται από τις παραδόσεις στην ίδια περίοδο.* Οι πωλήσεις μπορεί να διαφέρουν από τη ζήτηση, είτε λόγω έλλειψης δυναμικότητας της επιχείρησης να καλύψει τις παραγγελίες, είτε λόγω καθυστέρησης στο χρόνο παράδοσης. Γενικά, είναι πιο χρήσιμο να γνωρίζουμε την πραγματική ζήτηση παρά μόνο τις πωλήσεις για το προϊόν<sup>28</sup>. Για το λόγο αυτό πρέπει να υπάρχει τρόπος συστηματικής παρακολούθησης των παραγγελιών που δέχεται η επιχείρηση, έστω κι αν δεν μπορεί να τις ικανοποιήσει όλες. Για μακροχρόνιες προβλέψεις,

<sup>27</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ84

<sup>28</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ87

που συνήθως καλύπτουν 5-10 χρόνια, χρειάζεται να έχουμε πληροφορίες για όλα τα χαρακτηριστικά της ζήτησης, δηλαδή την ποιότητα, το ύψος, την χρονική κλιμάκωση και τη γεωγραφική κατανομή ή διανομή των προϊόντων. Μεσοπρόθεσμα, δηλαδή για περιόδους 2 έως 24 μήνες, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων και η θέση των εγκαταστάσεων είναι δεδομένα. Συνεπώς, η πρόβλεψη μεσοπρόθεσμα αναφέρεται στην ποσότητα της ζήτησης και τις εποχικές επιρροές. Βραχυχρόνια η πρόβλεψη αναφέρεται κυρίως στο ύψος της ζήτησης και στις επιπτώσεις από τις τυχαίες διακυμάνσεις. Σε ότι αφορά την πρόβλεψη του ύψους της ζήτησης σε μία χρονική περίοδο, είναι χρήσιμο να προσδιορίζεται όχι μόνο η ποσότητα για το επόμενο έτος, αλλά και κάποια εκτίμηση του πιθανού σφάλματος. Σε μεγάλες επιχειρήσεις η εκτίμηση του σφάλματος γίνεται με στατιστική ανάλυση ενώ σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις η εκτίμηση του πιθανού σφάλματος γίνεται προσδιορίζοντας την αναμενόμενη μέγιστη κι ελάχιστη τιμή. Το μέγεθος του πιθανού σφάλματος στην πρόβλεψη προσδιορίζει πόσο μεγάλη είναι η αβεβαιότητα για το τι πρόκειται να συμβεί και βοηθάει να σκεφθούμε με τι τρόπο θα την αντιμετωπίσουμε. Αλλιώς λειτουργεί μία επιχείρηση για την οποία η πρόβλεψη της ζήτησης είναι 2000 μονάδες προϊόντος συν ή πλην 300 μονάδες, κι αλλιώς όταν η πρόβλεψη είναι 2000 συν ή πλην 1000 μονάδες προϊόντος. Όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα για τις μελλοντικές συνθήκες, όπως περιγράφεται με το σφάλμα στην πρόβλεψη, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για την αντιμετώπιση της. Αντιμετώπιση του προβλήματος μπορούμε να έχουμε είτε με μεγάλη ευελιξία προσαρμογής είτε με τη διατήρηση αποθεμάτων. Και οι δύο προσεγγίσεις, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής και συνεπώς την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

### **1.8.2 Κριτήρια Αξιολόγησης της Διαδικασίας Προβλέψεων**

Ανεξάρτητα με το πώς διαμορφώθηκε η πρόβλεψη της ζήτησης, αυτή θεωρείται καλή όταν είναι ακριβής, δηλαδή όταν πετυχαίνει το στόχο της. Παράλληλα, η μέθοδος πρόβλεψης θα πρέπει να ξεχωρίζει τις μεταβολές της ζήτησης που οφείλονται σε αλλαγές των συνθηκών της αγοράς και σε αυτές που προκαλούνται από τυχαία γεγονότα (απρόβλεπτα). Είναι προτιμότερο να αξιοποιούνται τα αντικειμενικά στοιχεία μέσα κι έξω από την επιχείρηση, όταν περιγράφουν ικανοποιητικά τις υπάρχουσες κι αναμενόμενες συνθήκες της αγοράς. Τέλος μία πρόβλεψη για να είναι χρήσιμη πρέπει να ετοιμάζεται έγκαιρα, ώστε να συμβάλλει στη λήψη των σχετικών αποφάσεων.

Το βασικότερο κριτήριο για την αξιολόγηση των προβλέψεων είναι το αν αξίζουν το χρόνο

και το κόστος για την προετοιμασία τους. Αν το κόστος είναι μικρότερο από αυτό που θα δημιουργούσαν για την επιχείρηση η έλλειψη ή το πλεόνασμα δυναμικότητας και αποθεμάτων για την έγκαιρη ικανοποίηση της ζήτησης, τότε η προετοιμασία των προβλέψεων αξίζει τον κόπο.

Τα κριτήρια αξιολόγησης της διαδικασίας για την προετοιμασία των προβλέψεων είναι<sup>29</sup>:

1. Η ακρίβεια των προβλέψεων σε αρκετές διαδοχικές περιόδους. Αυτήν τη μετράμε με το σφάλμα στην κάθε πρόβλεψη, δηλαδή τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της αναμενόμενης ζήτησης.
2. Η ευαισθησία και ικανότητα προσαρμογής της σε διαφορετικές συνθήκες της αγοράς και εξουδετέρωσης των επιπτώσεων των τυχαίων διακυμάνσεων.
3. Η αντικειμενική ερμηνεία των διαθέσιμων πληροφοριών.
4. Η δυνατότητα έγκαιρης προετοιμασίας της πρόβλεψης.
5. Η σχέση των ωφελειών από τη χρήση των προβλέψεων, σε σύγκριση με το κόστος.

Η αυξημένη αβεβαιότητα των συνθηκών της αγοράς κάνει την όλη προσπάθεια πρόβλεψης της ζήτησης ιδιαίτερα δύσκολη. Έτσι πρέπει να καταβάλλονται προσπάθειες ώστε να περιορίζονται οι αρνητικές συνέπειες της αβεβαιότητας με την αυξημένη ευελιξία στον τρόπο αντιμετώπισης της ζήτησης.

### **1.9 Ο ρόλος της πρόβλεψης σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού**

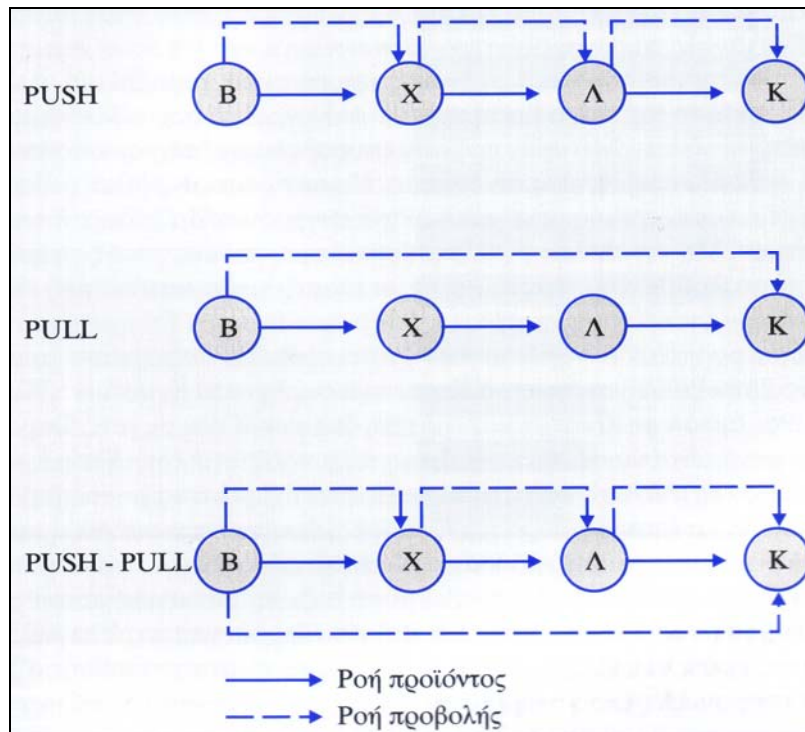
Η πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης, δηλαδή των απαιτήσεων της αγοράς αποτελεί τη βάση για όλες τις στρατηγικές προγραμματισμού σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού. Ένα παράδειγμα είναι αυτό της coca cola<sup>30</sup>. "Η coca cola εξετάζει την ζήτηση που προβλέπεται κατά τη διάρκεια του ερχόμενου τετάρτου και αποφασίζει σχετικά με το συγχρονισμό των διάφορων προωθήσεων. Οι πληροφορίες της προώθησης χρησιμοποιούνται έπειτα για να ενημερώσουν την πρόβλεψη της ζήτησης και με βάση αυτήν την πρόβλεψη, η coca cola θα αποφασίσει σχετικά με το σχέδιο παραγωγής της για το επόμενο τέταρτο του έτους. Αυτό το σχέδιο μπορεί να απαιτήσει πρόσθετες επενδύσεις, μίσθωση, ή ίσως και υπεργολαβία της παραγωγής. Η coca cola θα καταστήσει τις αποφάσεις της βασισμένες στο σχέδιο παραγωγής της και την υπάρχουσα δυναμικότητα παραγωγής". Κατά συνέπεια, οι αποφάσεις είναι βασισμένες σε μια πρόβλεψη. Από αυτό το παράδειγμα μπορούμε να δούμε ότι όλες οι αποφάσεις είναι αλληλένδετες.

<sup>29</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ91

<sup>30</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 68.

Εξετάστε την στρατηγική push και pull της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Στη στρατηγική push η προβολή γίνεται κυρίως με την προσωπική πώληση σε όλο το μήκος του διαύλου. Ο πωλητής της βιομηχανίας προβάλλει το προϊόν στον χονδρέμπορο, ο πωλητής του χονδρέμπορου το προβάλλει στο λιανοπωλητή και ο πωλητής του λιανοπωλητή στον καταναλωτή. Στη στρατηγική pull ο βιομήχανος προβάλλει (κυρίως με τη διαφήμιση) το προϊόν στον καταναλωτή, ο καταναλωτής το ζητά από το λιανοπωλητή, ο λιανοπωλητής από τον χονδρέμπορο και ο χονδρέμπορος από τον βιομήχανο<sup>31</sup>. Στο σχήμα 1.4 οι δυο στρατηγικές και ένας συνδυασμός τους. Όλες οι διαδικασίες της στρατηγικής push εκτελούνται σε αναμονή για την απαίτηση των πελατών και όλες οι διαδικασίες της στρατηγικής pull εκτελούνται σε απάντηση των απαιτήσεων του πελάτη. Για τις διαδικασίες της στρατηγικής push ένας διευθυντής πρέπει να προγραμματίσει το επίπεδο παραγωγής. Για τις διαδικασίες της στρατηγικής pull, ένας διευθυντής πρέπει να προγραμματίσει το επίπεδο ικανοποιητικής παροχής του προϊόντος. Και στις δύο περιπτώσεις, το πρώτο βήμα που πρέπει να κάνει ο διευθυντής της αλυσίδας ανεφοδιασμού είναι να προβλέψει ποια θα είναι η μελλοντική ζήτηση του προϊόντος.

**Σχήμα 1.4**



<sup>31</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 550.

Η επιλογή του μίγματος προβολής, όπως και για τα υπόλοιπα στοιχεία του μίγματος μάρκετινγκ, γίνεται αφού εκτιμηθεί το περιβάλλον, τόσο το εξωεπιχειρησιακό όσο και το εσωεπιχειρησιακό. Η έντονη διαφοροποίηση των μιγμάτων προβολής των επιχειρήσεων οδήγησε στον εντοπισμό μερικών παραγόντων που επηρεάζουν τα μίγματα αυτά. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής<sup>32</sup>:

- Οι αντικειμενικοί σκοποί της προβολής.
- Οι στρατηγικές προβολής.
- Οι πόροι της επιχείρησης.
- Τα χαρακτηριστικά της αγοράς στόχου.
- Το προϊόν.
- Η διαθεσιμότητα μεθόδων προβολής.

Για να είναι η διοίκηση όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική θα πρέπει οι αντικειμενικοί σκοποί της προβολής να καθορίζουν συγκεκριμένα και όσο είναι δυνατόν να μεταφράζονται σε ποσοτικά μεγέθη. Η στρατηγική Push, που καλείται μερικές φορές και στρατηγική πίεσης, χρησιμοποιείται συχνά τόσο στα βιομηχανικά όσο και στα καταναλωτικά προϊόντα. Για να είναι επιτυχής αυτή η στρατηγική θα πρέπει ο βιομήχανος<sup>33</sup>:

**Πρώτον**, να έχει υψηλής ποιότητας προϊόν με μοναδικά χαρακτηριστικά, ώστε να διευκολύνονται οι πωλητές στο έργο τους.

**Δεύτερον**, να έχει ένα σχετικά υψηλής τιμής προϊόν. Έτσι και οι μεσάζοντες θα κερδίζουν περισσότερο, γιατί υψηλή τιμή σημαίνει και υψηλά περιθώρια κέρδους και θα καλυφθούν τα υψηλά έξοδα της εξωτερικής πώλησης.

**Τρίτον**, να παρέχει επαρκή οικονομικά κίνητρα τόσο στους μεσάζοντες όσο και στους πωλητές τους.

Η στρατηγική Pull χρησιμοποιείται συνήθως σε προϊόντα χαμηλής σχετικά τιμής αλλά υψηλής ταχύτητας κυκλοφορίας. Ο πόλος των εξωτερικών πωλητών υποβαθμίζεται. Στη στρατηγική αυτή χρειάζονται μεγάλες δαπάνες διαφήμισης, πολλές μικρού μεγέθους επιχειρήσεις την αποφεύγουν. Είναι σπάνια η αμιγής χρήση της μιας ή της άλλης στρατηγικής. Το συνηθέστερο είναι ένας συνδυασμός τους, ώστε πολλαπλασιαστικά να μεγιστοποιούνται τα πλεονεκτήματα και των δυο. Και στις δυο στρατηγικές χρειάζεται

---

<sup>32</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 549

<sup>33</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 550. (Richard E. Stanley, Promotion, Englewood Cliffs, N. Jersey: Prentice Hall, Inc., 1977, page 101-110)

επικοινωνία και επιχειρήματα, ενώ γεννιέται το ερώτημα τι είναι ευκολότερο, να έχεις να κάνεις με πολλούς καταναλωτές ή με λιγότερους χονδρέμπορους και ειδικότερα με λιανέμπορους. Επειδή σε τελευταία ανάλυση ο καταναλωτής είναι αυτός που θα τροφοδοτήσει το σύστημα με χρήματα, η αντίδραση του στις δυο στρατηγικές κρίνει ποια είναι πιο αποτελεσματική. Από μια έρευνα<sup>34</sup> βρέθηκε ότι "το 81% όλων των αγορών είναι το αποτέλεσμα αποφάσεων μέσα στο κατάστημα, μια σημαντικά αύξηση από το 1977, όταν μια άλλη μελέτη βρήκε ότι το 64,8% των πωλήσεων θα μπορούσαν να αποδοθούν σε πειθώ μέσα στο κατάστημα. Και οι δυο μελέτες έδειξαν ότι οι αγοραστές δεν ακολουθούν πιστά τον κατάλογο με τα προς αγορά είδη που κρατάνε, όταν μπαίνουν στο μαγαζί. Πιο συγκεκριμένα, οι προγραμματισμένες αγορές μειώθηκαν σχεδόν κατά 50% από το 1977 και έτσι μόνο ένα 19,3% των σημερινών πελατών παίρνει μόνο αυτά που έχει σημειωμένα. Οι μη προγραμματισμένες αγορές αυξήθηκαν τόσο που σήμερα το 60,4% των προϊόντων που αγοράζονται να είναι μη προγραμματισμένα". Βέβαια μπαίνοντας στο κατάστημα ο καταναλωτής έχει μαζί του όλες τις εικόνες που θυμάται από την διαφήμιση (Pull). Αλλά σε τελική ανάλυση ο λιανοπωλητής είναι αυτός που με τις μάρκες που του δείχνει (Push) και τον τρόπο που του τις δείχνει (Push) του ενεργοποιεί μηχανισμούς μνήμης αλλά και επιθυμίας, απαιτήσεων αλλά και πειθούς, πιστότητας σε μια μάρκα αλλά και μη πιστότητας. Η σύγκρουση μεταξύ Pull και Push καταλήγει να είναι αντιπαράθεση δύο δυνάμεων, εκείνης που καλεί τον άνθρωπο να ξεχνά και να συγχωρεί (Forget-Forgive)<sup>35</sup> και εκείνης που τον καλεί να μην ξεχνά και να μην συγχωρεί. Δηλαδή, να ξεχνά τη μάρκα του Pull ή και να συγχωρεί τον λιανοπωλητή που δεν την έχει, αγοράζοντας άλλη, αυτή του Push, ή το αντίθετο, να επιμένει στη μάρκα και να αλλάζει τον λιανοπωλητή τιμωρώντας τον.

Στο προηγούμενο παράδειγμα η συμπεριφορά του καταναλωτή πριν από 15 περίπου χρόνια, μέσα στο κατάστημα, ήταν το δυναμικό αποτέλεσμα και των δύο στρατηγικών. Ήταν Pull, επειδή βλέποντας ένα προϊόν αποφάσισε να το αγοράσει. Ήταν Push, επειδή ο λιανοπωλητής και το είχε στα αποθέματα του και το υποστήριζε (π.χ. σε καλό ράφι, σε επαρκή ποσότητα).

Ένα νεότερο παράδειγμα αφορά το ούισκι, προϊόν που προβάλλεται και με τις δυο στρατηγικές, και με πολύ διαφήμιση, αλλά και τεχνικές Push που όπως φαίνεται είναι

---

<sup>34</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 552.

<sup>35</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 553.



αποτελεσματικές. "Το ουίσκι Johnie Walker πραγματοποιεί το 20% περίπου των πωλήσεων του μέσα στα bar και τα χορευτικά club<sup>36</sup>. Για να επιβληθεί σαν μάρκα σε μια αγορά εξαιρετικά ανταγωνιστική, το Johnie Walker έπρεπε να είναι ορατό πάνω στα τραπέζια των χώρων διασκέδασης που είναι στη μόδα. Οι υπεύθυνοι της εταιρίας ξεκίνησαν από μια απλή σκέψη<sup>37</sup>: περισσότεροι από 50% των καταναλωτών στα bar παραγγέλνουν ένα ουίσκι, χωρίς να καθορίσουν τη μάρκα. Η επιλογή της εξαρτάται από τον συγκεκριμένο μπάρμαν που παίρνει την παραγγελία. Έτσι, η εταιρία αποφάσισε να γίνει ο συνένοχος των μπάρμαν και των ιδιοκτητών των bar. Για να το καταφέρει, το Johnie Walker ίδρυσε ένα club το 1993 με τη βοήθεια της διαφημιστικής του εταιρίας Publicis Direct. Το club ανταμείβει τους μπάρμαν που πουλούν τα περισσότερα ουίσκι, αφού στείλουν τα καπάκια των φιαλών που έχουν πουλήσει. Αυτό επιτρέπει στο Johnie Walker να έχει μια ιδιαίτερη σχέση με το νεανικό αυτό κοινό των μπάρμαν, καθώς τα μέλη του club λαμβάνουν ένα τριμηνιαίο περιοδικό, δώρα αντίστοιχα με τα γούστα τους κλπ. Τρία χρόνια μετά οι υπεύθυνοι της εταιρίας βλέπουν ότι η ιδέα υπήρξε επιτυχής, καθώς το club αριθμεί 12.000 μέλη και ο αριθμός των πωλήσεων αυξάνεται σταθερά σε μία αγορά η οποία δεν είναι ιδιαίτερα ανθηρή. Αντίθετα από άλλες μάρκες, το ουίσκι Johnie Walker, που διανέμεται από τη γνωστή εταιρία Moer Hennessy, επέλεξε τη λύση μιας ενέργειας direct marketing με στόχο να προσελκύσει πελάτες σε μακροπρόθεσμη βάση, παρά να κάνει κάποιες μεμονωμένες ενέργειες προβολής, που θα έφερναν μόνο βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα στις πωλήσεις. Τώρα θα είναι πολύ δύσκολο για οποιονδήποτε ανταγωνιστή να κάνει το ίδιο πείθοντας από την αρχή το συγκεκριμένο κοινό να προτιμήσει μία άλλη μάρκα."

Ένα άλλο παράδειγμα<sup>38</sup> αφορά περίπτωση Καθαρού Push. Πριν από χρόνια ένας χονδρέμπορος εισήγαγε από τη Βουλγαρία μεγάλο αριθμό μπαταριών αυτοκινήτου άγνωστης μάρκας. Τότε η αγορά μπαταρίας στην Ελλάδα είχε τα εξής περίπου μεγέθη και χαρακτηριστικά:

- Ελάχιστη επώνυμη ζήτηση.
- 1.500.000 μπαταρίες το χρόνο η ζήτηση.
- 4000 ηλεκτρολόγοι (λιανοπωλητές) ήλεγχαν το 65% της αγοράς.

---

<sup>36</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιανης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 554.

<sup>37</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιανης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 554.

<sup>38</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιανης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 554.

- 100 χονδρέμποροι εισήγαγαν μπαταρίες από διάφορες χώρες.

Από τα ανωτέρω φαίνεται εύκολα ότι ο καταναλωτής, που αλλάζει μπαταρία όχι προληπτικά, αλλά αφού του χαλάσει, θα αγοράσει όποια του συστήσει ο γνωστός ή ο πιο κοντινός λιανοπωλητής. Η αγορά ελέγχεται από τους ηλεκτρολόγους. Άρα, όπως για τους μπάρμαν, έτσι και για τους λιανοπωλητές, θα πρέπει να προετοιμασθεί ένα συνολικό πακέτο που να τους πείθει να αγοράσουν την μπαταρία, αλλά και να τη συστήσουν στους πελάτες τους. Ιδού το τι περιείχε το πακέτο που ετοίμασε ο χονδρέμπορος για τους λιανοπωλητές:

- 1) Ευνοϊκούς όρους διακανονισμού. Μεγάλος χρόνος πίστωσης (3-6 μήνες) ή και παρακαταθήκη.
- 2) Εγγύηση ποιότητας. Χρονικό όριο ενός έτους. Τεχνική, εμπορική διάσταση.
- 3) Κύκλο παραγγελίας μιας μέρας για Αττική.
- 4) Δωρεάν έλεγχο, συντήρηση όσο δεν πωλούνται.
- 5) Δώρα προώθησης πωλήσεων. Αντλία, διαφημιστικό υλικό μέσα στο κατάστημα.
- 6) Φθηνότερη τελική τιμή.
- 7) Δώρα με όγκο πωλήσεων. Πάνω από 500 το χρόνο τριήμερο ταξίδι στην Ιταλία.
- 8) Οι πωλητές του χονδρέμπορου με υψηλή κατάρτιση.

Αφού το προϊόν δεν διέφερε από τα υπόλοιπα και αφού ο λιανοπωλητής δεν είχε να φοβηθεί τίποτε από δυσαρεστημένους καταναλωτές, γιατί να μην τις αγοράσει; Αυτό τελικά έκανε και όλοι βγήκαν ωφελημένοι (βιομηχανία, χονδρέμπορος, λιανοπωλητές και καταναλωτές).

### **1.10 Χαρακτηριστικά των προβλέψεων**

Η επιχείρηση και η διοίκηση της αλυσίδας ανεφοδιασμού πρέπει να γνωρίζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των προβλέψεων<sup>39</sup>:

1. Οι προβλέψεις της ζήτησης είναι σχεδόν πάντα ανακριβείς και για το λόγο αυτό πρέπει να περιλαμβάνουν και το σφάλμα πρόβλεψης. Για να καταλάβουμε τη σημασία του σφάλματος πρόβλεψης ας θεωρήσουμε δύο εμπόρους αυτοκινήτων. Ένας από αυτούς αναμένει τις πωλήσεις αυτοκινήτων να κυμανθούν μεταξύ 100 και 1.900, ενώ ο άλλος αναμένει τις πωλήσεις αυτοκινήτων να κυμανθούν μεταξύ 900 και 1,100. Ακόμα κι αν και οι δύο έμποροι προσδοκούν τις μέσες πωλήσεις 1.000 αυτοκίνητα, οι πολιτικές πρόσβασης

---

<sup>39</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 69.

για κάθε έμπορο πρέπει να είναι πολύ διαφορετικές λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορά στην ακρίβεια πρόβλεψης. Κατά συνέπεια, το σφάλμα πρόβλεψης (ή αβεβαιότητα της ζήτησης) πρέπει να είναι μια βασική εισαγωγή στις περισσότερες αποφάσεις της αλυσίδας ανεφοδιασμού.

2. Οι μακροπρόθεσμες προβλέψεις είναι συνήθως λιγότερο ακριβείς από τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, δηλαδή οι μακροπρόθεσμες προβλέψεις έχουν μια μεγαλύτερη σταθερή απόκλιση του σφάλματος (λάθους) σχετικά με το μέσο όρο από τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις. Η 7-Eleven Japan έχει εκμεταλλευτεί τις βραχυχρόνιες προβλέψεις για να βελτιώσουν την απόδοσή της. Η επιχείρηση έχει καθιερώσει μια διαδικασία ανεφοδιασμού που της επιτρέπει να ανταποκριθεί στις παραγγελίες σε διάστημα λίγων ωρών. Παραδείγματος χάριν, εάν ο διευθυντής του καταστήματος παραγγείλει κάτι στις 10 π.μ., η παραγγελία παραδίδεται στις 7 μ.μ. την ίδια μέρα. Έτσι ο διευθυντής του καταστήματος πρέπει να προβλέψει τι θα πουλήσει εκείνη την νύχτα, δηλαδή σε λιγότερο από 12 ώρες πριν την πραγματική πώληση. Σε αυτή την περίπτωση η πρόβλεψη είναι πιθανό να είναι ακριβέστερη από αυτήν που θα έκανε ο διευθυντής του καταστήματος, αν έπρεπε να προβλέψει την ζήτηση της εβδομάδας εκ των προτέρων.

3. Οι συνολικές προβλέψεις είναι συνήθως ακριβέστερες από τις μεμονωμένες προβλέψεις της ζήτησης. Οι συνολικές προβλέψεις τείνουν να έχουν μικρότερη σταθερή απόκλιση στο σφάλμα πρόβλεψης σχετικά με το μέσο όρο. Παραδείγματος χάριν, είναι εύκολο να προβλεφθεί το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) των Ηνωμένων Πολιτειών για ένα δεδομένο έτος με σφάλμα πρόβλεψης μικρότερο του 2 τοις εκατό. Εντούτοις, είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν οι ετήσιες εισπράξεις μια επιχείρηση με σφάλμα πρόβλεψης μικρότερο του 2 τοις εκατό, και ακόμα πιο δύσκολο να προβλεφθεί η ζήτηση για ένα δεδομένο προϊόν με τον ίδιο βαθμό ακρίβειας. Η βασική διαφορά μεταξύ των τριών προβλέψεων είναι ο βαθμός συνάθροισης. Το ΑΕΠ είναι μια συνάθροιση πολλών επιχειρήσεων, και οι εισπράξεις μιας επιχείρησης είναι ένα σύνολο πωλήσεων από τις διάφορες γραμμές προϊόντων. Όσο μεγαλύτερος ο βαθμός συνάθροισης, τόσο ακριβέστερη η πρόβλεψη.

- 2.1 Τι είναι η πρόβλεψη της ζήτησης
- 2.2 Σημασία και χρήση των προβλέψεων
- 2.3 Μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης
- 2.4 Σφάλμα πρόβλεψης
  - 2.4.1 Επιπτώσεις από σφάλματα πρόβλεψης στη ζήτηση
- 2.5 Μέθοδοι προεκβολής
  - 2.5.1 Στοιχεία χρονοσειρών
  - 2.5.2 Η μέθοδος του κινούμενου μέσου
  - 2.5.3 Το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης.
  - 2.5.4 Μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης
  - 2.5.5 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση (μοντέλο Holt)
  - 2.5.6 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με εποχικότητα
  - 2.5.7 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με τάση και εποχικότητα (μοντέλο Winters)
  - 2.5.8 Προσδιορισμός αρχικών τιμών και σταθερών εξομάλυνσης
- 2.6 Πρόβλεψη ζήτησης για την Natural Gas
  - 2.6 Αιτιακές μέθοδοι προβλέψεων
    - 2.6.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και οικονομετρικές μέθοδοι
    - 2.6.2 Ανάλυση απλής συσχέτισης.
- 2.7 Ποιοτικές μέθοδοι

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

#### 2.1 Τι είναι η πρόβλεψη της ζήτησης

Κατά την διαδικασία της προετοιμασίας για μια πρόβλεψη μπορούμε να αξιοποιήσουμε πληροφορίες και στατιστικά στοιχεία από πολλές πηγές. Οι πληροφορίες ταξινομούνται συνήθως ανάλογα με το αν προέρχονται από εσωτερικές ή εξωτερικές πηγές, δηλαδή από μέσα ή έξω από την επιχείρηση<sup>40</sup>.

**Πληροφορίες από εσωτερικές πηγές:** Για μία επιχείρηση που είδη λειτουργεί μερικά χρόνια υπάρχουν στοιχεία από προηγούμενες παραγγελίες που μπορεί η διοίκηση να τις χρησιμοποιήσει για να δει την πορεία των πωλήσεων από τον ένα χρόνο στον άλλο και τις πιθανές διακυμάνσεις των διαφόρων εποχών. Μπορούμε επίσης να συμβουλευθούμε και το τεχνικό προσωπικό που να είναι σε θέση να συμβάλλει στη διαμόρφωση της πρόβλεψης.

**Πληροφορίες από εξωτερικές πηγές:** Για νέες επιχειρήσεις θα χρειασθεί η διοίκηση να συμβουλευθεί κυρίως εξωτερικές πηγές. Αυτές παρέχουν δημοσιευμένα στοιχεία, από την στατιστική υπηρεσία, το εμπορικό επιμελητήριο του κλάδου, τους ειδικούς στα τμήματα μελετών μιας εμπορικής τράπεζας ή ακόμα και ξένα εμπορικά επιμελητήρια που διαθέτουν στοιχεία, ιδιαίτερα όταν σημαντικό μέρος της παραγωγής προορίζεται για εξαγωγές. Αν η επένδυση σε μία νέα επιχειρηματική δραστηριότητα είναι μεγάλη και χρειάζονται ειδικές τεχνικές γνώσεις αξίζει να εξετάσει η διοίκηση την ανάθεση της σχετικής έρευνας σε κάποιο ειδικό συμβουλευτικό γραφείο.

Στις μέρες μας, η ολοένα αυξανόμενη αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει τη ζήτηση των προϊόντων ή των υπηρεσιών και συνεπώς η αβεβαιότητα των απαιτήσεων, σε μηχανές, πρώτες ύλες, κεφάλαια και ανθρώπινο δυναμικό που θα χρησιμοποιηθεί ώστε να ικανοποιηθεί η ζήτηση, κατέστησε αναγκαία την ανάπτυξη μεθόδων πρόβλεψης της ζήτησης. Ο προγραμματισμός της παραγωγής και ο έλεγχος, ειδικότερα, απαιτούν εκτιμήσεις όσον αφορά την ποσότητα και το χρόνο που αναμένεται να ζητηθεί το προϊόν ενός παραγωγικού συστήματος. Βάση των αποτελεσμάτων αυτών, η επιχείρηση, μπορεί να αποφασίσει αν την συμφέρει ή όχι να προχωρήσει στην παραγωγή του προϊόντος. Οι εκτιμήσεις της αυτές θα χρησιμοποιηθούν για την κατάρτιση των προγραμμάτων

---

<sup>40</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ89

παραγωγής, την προμήθειας πρώτων υλών και την απασχόλησης ανθρώπινου δυναμικού. Όσο ποίο αξιόπιστες είναι οι σχετικές προβλέψεις, τόσο ποίο αποτελεσματικές θα είναι σε σχέση με τον προγραμματισμό του συστήματος παραγωγής.

Σήμερα οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για τη διενέργεια των προβλέψεων είναι αρκετές και χρησιμοποιούνται για τη λήψη των κατάλληλων αποφάσεων ανάλογα πάντα με τις συνθήκες στην επιχείρηση<sup>41</sup>. Η επιλογή της καταλληλότερης κάθε φορά μεθόδου, η εγκατάσταση και χρήση της και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της είναι μερικά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στην πρακτική αξιοποίηση των μεθόδων αυτών. Γενικά, ο βασικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου πρόβλεψης ζήτησης είναι το είδος των αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν βάσει των προβλέψεων που θα προκύψουν. Εκτός από τον παράγοντα αυτό, η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου καθορίζεται από ένα σύνολο ειδικότερων παραγόντων, στους οποίους περιλαμβάνονται<sup>42</sup>:

**α) Η ζητούμενη μορφή της πρόβλεψης:** Συνήθως η πρόβλεψη παίρνει τη μορφή της εκτίμησης ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών της κατανομής των πιθανοτήτων για την μεταβλητή, της οποίας ζητείται η πρόβλεψη. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορεί να είναι η μέση τιμή της μεταβλητής, ή η τυπική απόκλιση, ή το διάστημα τιμών της πρόβλεψης (ένα διάστημα που, με κάποια πιθανότητα, περιέχει την προβλεπόμενη τιμή της μεταβλητής).

**β) Η περίοδος και ο ορίζοντας πρόβλεψης:** Περίοδος πρόβλεψης είναι το χρονικό διάστημα, με βάση την οποία γίνονται οι προβλέψεις. Για παράδειγμα, περίοδος πρόβλεψης μπορεί να είναι η εβδομάδα ή ο μήνας ή το έτος. Ορίζοντας πρόβλεψης είναι ένας αριθμός περιόδων. Έτσι, ο ορίζοντας πρόβλεψης μπορεί να περιλαμβάνει 10 εβδομάδες, για τις οποίες ζητείται να γίνει πρόβλεψη της ζήτησης. Προβλέψεις μπορεί να γίνονται κάθε φορά, με βάση τα στοιχεία που διατίθενται, για την επόμενη περίοδο ή και για όλες τις περιόδους, από τις οποίες αποτελείται ο χρονικός ορίζοντας. Τόσο η περίοδος όσο και ο ορίζοντας πρόβλεψης υπαγορεύονται από το είδος της απόφασης (στρατηγική, τακτική, λειτουργική), ενώ ανάλογα υπαγορεύεται και η μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, για στρατηγικές αποφάσεις (μακροπρόθεσμες αποφάσεις), ο ορίζοντας πρόβλεψης μπορεί να είναι 10 έτη και η περίοδος πρόβλεψης ένα έτος.

**γ) Το κόστος της μεθόδου:** Το κόστος αυτό διαμορφώνεται σε διαφορετικό ύψος, ανάλογα με την επιζητούμενη ακρίβεια πρόβλεψης και τις απαιτήσεις που έχει η μέθοδος όσον αφορά το πλήθος των στοιχείων, τις αναγκαίες επεξεργασίες, το χρόνο απασχόλησης

<sup>41</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 15

<sup>42</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 15

όσων εμπλακούν στις διαδικασίες ανάπτυξης της μεθόδου, προετοιμασίας των στοιχείων, εγκατάστασης και λειτουργίας της μεθόδου κλπ. Το κόστος συνδέεται και με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού και εξειδικευμένου προσωπικού (προγράμματα SPSS, winQSB, Excel).

**δ) Η επιζητούμενη ακρίβεια:** Το επίπεδο ακρίβειας των προβλέψεων είναι μια παράμετρος που καθορίζεται από το χρήστη, ανάλογα με το είδος των προβλέψεων και την ασφάλεια των προβλέψεων (ακρίβεια) που επιδιώκει να πετύχει. Η ακρίβεια μιας μεθόδου αυξάνει όσο περισσότερο στηρίζεται σε ποσοτικά στοιχεία, όσο περισσότερα είναι τα στοιχεία αυτά και όσο μικρότερος είναι ο χρονικός ορίζοντας των προβλέψεων.

**ε) Η απλότητα και ευκολία εφαρμογής:** Οι απλούστερες μέθοδοι είναι ευκολότερο να κατανοηθούν και να υιοθετηθούν από τη διοίκηση μιας επιχείρησης, ώστε να αποτελέσουν βοήθημα στη λήψη των αποφάσεων. Η απλότητα συνήθως συνδυάζεται με ευκολότερη εφαρμογή και χαμηλότερο κόστος ανάπτυξης, εγκατάστασης και εφαρμογής της μεθόδου.

**στ) Τα διαθέσιμα στοιχεία:** Το είδος και η ποσότητα των διαθέσιμων στοιχείων επηρεάζουν την επιλογή της μεθόδου, αφού κάθε μέθοδος έχει διαφορετικές απαιτήσεις. Για παράδειγμα, οι μέθοδοι που βασίζονται σε χρονοσειρές απαιτούν ακριβή ποσοτικά στοιχεία για ένα συνήθως μεγάλο σύνολο προηγούμενων περιόδων. Δεν συμβαίνει το ίδιο με τις ποιοτικές μεθόδους. Επιπλέον, τα διαθέσιμα στοιχεία συχνά μπορούν, μετά από κατάλληλη ανάλυση, να υποδείξουν τη συνάρτηση που χαρακτηρίζει τη μεταβλητή, για την οποία ζητείται η πρόβλεψη. Για παράδειγμα, τα διαθέσιμα στοιχεία μπορεί να υποδεικνύουν πως η μεταβλητή (το προϊόν) χαρακτηρίζεται από εποχικότητα και άρα πως πρέπει να επιλεγεί μέθοδος κατάλληλη για τέτοιες προβλέψεις.

## **2.2 Σημασία και χρήση των προβλέψεων**

Οι μέθοδοι που επιλέγησαν για να παρουσιαστούν είναι αντιπροσωπευτικές των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται με διάφορα κριτήρια, για διαφορετικούς σκοπούς και με διαφορετικό πεδίο εφαρμογής. Εκτός από αυτές έχουν αναπτυχθεί και άλλες, που ανήκουν σε μια από τις βασικές προσεγγίσεις που περιγράφηκαν. Μεταξύ αυτών ενδεικτικά αναφέρονται οι μέθοδοι αποσύνθεσης, η μέθοδος Box-Jenkins, η μέθοδος πρόβλεψης με σειρές Fourier κλπ<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 47-48

Γενικά, στο χώρο των προβλέψεων έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι, που διαφέρουν στο βαθμό πολυπλοκότητας, στο κόστος και στην ευκολία εφαρμογής, στις απαιτήσεις για υπολογιστική υποστήριξη κλπ. Μια βασική παράμετρος σύγκρισης των διαφόρων μεθόδων είναι η ακρίβεια πρόβλεψης που επιτυγχάνεται με αυτές. Είναι παραδεκτό ότι οι πολύπλοκες μέθοδοι δεν παράγουν απαραίτητα πιο ακριβή αποτελέσματα απ' ό,τι οι απλούστερες μέθοδοι. Για παράδειγμα, συνήθως τα απλούστερα μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης δίνουν καλύτερα αποτελέσματα συγκρινόμενα με περισσότερο σύνθετα μοντέλα χρονοσειρών, όπως είναι η μέθοδος Box-Jenkins. Επίσης, η ακρίβεια πρόβλεψης βελτιώνεται καθώς συνδυάζονται οι προβλέψεις από περισσότερες μεθόδους για να προσδιορισθεί η τελική πρόβλεψη. Εξ άλλου ο κίνδυνος ενός μεγάλου σφάλματος στην πρόβλεψη από εκλογή λανθασμένης μεθόδου μειώνεται όταν συνδυάζονται τα αποτελέσματα από δύο ή περισσότερες μεθόδους. Τέλος, η διαφοροποίηση της ακρίβειας μεταξύ διαφορετικών συνδυασμών μεθόδων πρόβλεψης ελαττώνεται καθώς ο αριθμός των μεθόδων αυξάνεται.

Η σημασία των προβλέψεων στην πράξη είναι μεγάλη, αφού κάθε σπουδαία απόφαση στις επιχειρήσεις, στρατηγικού ή τακτικού χαρακτήρα, βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε αυτές. Έχει σημασία, λοιπόν, η επιλογή της σωστής μεθόδου (ή συνδυασμού μεθόδων) πρόβλεψης. Οι υποκειμενικές μέθοδοι πρόβλεψης έχουν εφαρμογή σε μακροπρόθεσμες προβλέψεις και είναι πιο ευαίσθητες σε γεγονότα (π.χ. σημαντικές εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας ή μεγάλα πολιτικά γεγονότα) που μπορεί να έχουν σπουδαία επίδραση στα ζητήματα που ενδιαφέρουν μίαν επιχείρηση, αλλά που δεν μπορούν να ανιχνευτούν σε χρονοσειρές. Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν τα μεγάλα στρατηγικά ζητήματα της επιχείρησης (επιλογή προϊόντος, θέσης εγκατάστασης, δυναμικότητας, τεχνολογίας κλπ.) Τα αιτιακά μοντέλα εφαρμόζονται για μεσοπρόθεσμες προβλέψεις, σε ζητήματα όπως ο σωρευτικός προγραμματισμός της παραγωγής (καθορισμός ετήσιου πλάνου παραγωγής, πολιτική προσωπικού κλπ.). Οι μέθοδοι των χρονοσειρών, τέλος, είναι ιδιαίτερα προσαρμόσιμες σε βραχυπρόθεσμες προβλέψεις και στη χρήση συστημάτων υπολογιστών, έχουν μικρό κόστος εγκατάστασης, και είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την διενέργεια προβλέψεων για μεγάλο αριθμό αντικειμένων, όπως συχνά απαιτείται π.χ. στον έλεγχο αποθεμάτων.

### **2.3 Μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης**

Οι μέθοδοι για την πρόβλεψη της ζήτησης ποικίλλουν ανάλογα με το βαθμό που



στηρίζονται σε υποκειμενικές εκτιμήσεις ή στην ανάλυση αντικειμενικών στοιχείων μέσα κι έξω από την επιχείρηση. Συνήθως, η επιλογή της πιο κατάλληλης μεθόδου για συγκεκριμένη εφαρμογή επηρεάζεται από το μέγεθος και το είδος της επιχείρησης. Οι μεγάλες επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν προχωρημένες στατιστικές ή άλλες μεθόδους που αξιοποιούν περισσότερα στοιχεία και τα αναλύουν πιο προσεκτικά<sup>44</sup>. Για μικρομεσαίες όμως επιχειρήσεις είναι προτιμότερες οι απλές μέθοδοι που αξιοποιούν τόσο τις προσωπικές υποκειμενικές εκτιμήσεις όσο και τα αντικειμενικά στοιχεία που μπορούν να συλλέξουν χωρίς μεγάλη προσπάθεια από εμπορικές τράπεζες, επιμελητήρια, κ.α. Οι μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης μπορούν να χωριστούν σε τρεις γενικές κατηγορίες<sup>45</sup>:

**α) Μέθοδοι προεκβολής ή μέθοδοι χρονοσειρών.** Στις μεθόδους αυτές χρησιμοποιούνται στοιχεία από το παρελθόν ώστε να μπορέσει να γίνει πρόβλεψη για το μέλλον. Στόχος αυτής της μεθόδου είναι να αναγνωριστεί ο τρόπος, με τον οποίο οι τιμές μιας μεταβλητής διαμορφώθηκαν στο παρελθόν, για να μπορέσουν να προβλεφθούν οι τιμές αυτής της μεταβλητής και στο μέλλον (π.χ. ποια ήταν η ζήτηση ενός προϊόντος τους περασμένους δώδεκα μήνες). Εφόσον ο χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης είναι μικρός, αυτές οι μέθοδοι δίνουν συχνά αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα.

**β) Αιτιατές μέθοδοι.** Εδώ οι προβλέψεις βασίζονται στην υπόθεση ότι η προς πρόβλεψη μεταβλητή (π.χ. η ζήτηση για ένα προϊόν) είναι συνάρτηση ενός ή περισσότερων ανεξάρτητων παραγόντων (π.χ. της τιμής, της διαφήμιση, του διαθέσιμου εισοδήματος των καταναλωτών κλπ.). Επιδιώκεται να προσδιοριστεί η σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή και στους ανεξάρτητους παράγοντες. Βάσει αυτής της σχέσης οι μελλοντικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (δηλαδή ποια θα είναι η ζήτηση του προϊόντος) μπορούν να προβλεφθούν, αν υπάρχουν προβλέψεις για τις μελλοντικές τιμές των ανεξάρτητων παραγόντων.

**γ) Ποιοτικές μέθοδοι ή μέθοδοι κρίσης.** Βασίζονται στις υποκειμενικές εκτιμήσεις ατόμων, συνήθως ειδικών, και στο συνδυασμό ποιοτικών (κυρίως) και ποσοτικών στοιχείων. Εφαρμόζονται για προβλέψεις μελλοντικών εξελίξεων στην τεχνολογία, τις αγορές αγαθών, πρώτων υλών, εξειδίκευση προσωπικού κλπ.

Στον προγραμματισμό και τον έλεγχο της παραγωγής οι αποφάσεις που παίρνονται μπορούν να αφορούν διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες, οπότε χρησιμοποιούνται συνήθως διαφορετικές μέθοδοι προβλέψεων. Όμως μπορούμε να κατατάξουμε τις αποφάσεις που παίρνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες, ανάλογα με το χρονικό ορίζοντα

<sup>44</sup> Βλ. Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Διοίκηση παραγωγής, Σύγχρονες προσεγγίσεις, Αθήνα 1999, σελ90

<sup>45</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 17

που αυτές αναφέρονται και τις επιπτώσεις που μπορούν να έχουν στο σύστημα (π.χ. στο ύψος των πόρων που δεσμεύονται)<sup>46</sup>:

**(1) Βραχυπρόθεσμες.** Οι βραχυχρόνιες αποφάσεις παίρνονται για ενέργειες που επηρεάζουν το παρόν και το άμεσο μέλλον της επιχείρησης. Οι σχετικές αποφάσεις αφορούν τρέχουσες λειτουργίες της παραγωγής και μεταφράζονται σε αντίστοιχες απαιτήσεις για εργατικό προσωπικό, για πρώτες ύλες και για μηχανήματα, που χρειάζονται για να εκτελεστεί το πρόγραμμα παραγωγής. Για αυτές τις προβλέψεις χρησιμοποιούνται μέθοδοι προεκβολής, που είναι σχετικά φθηνές στην εγκατάσταση και λειτουργία τους και μπορούν να προσαρμόζονται σε καταστάσεις που απαιτούν μεγάλο αριθμό παραμέτρων για την πρόβλεψη.

**(2) Μεσοπρόθεσμες.** Οι μεσοπρόθεσμες αποφάσεις παίρνονται για ζητήματα όπως ο συγκεντρωτικός προγραμματισμός, που περιλαμβάνει τον προγραμματισμό του μηνιαίου ύψους της παραγωγής, του προσωπικού, των πρώτων υλών, των αποθεμάτων και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθούν μεσοπρόθεσμα, π.χ. στους επόμενους 6 ή 12 μήνες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι **προεκβολής** ή οι **αιτιακές** μέθοδοι.

**(3) Μακροπρόθεσμες.** Οι μακροπρόθεσμες αποφάσεις παίρνονται για ζητήματα που έχουν να κάνουν με τη συνολική δυναμικότητα ενός συστήματος, τη θέση εγκατάστασης της επιχείρησης, την τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή, το μίγμα των προϊόντων ή των υπηρεσιών που θα παραχθούν κλπ. Ο χρονικός ορίζοντας εκτείνεται στα επόμενα χρόνια (π.χ. 5 ή 10 χρόνια). Οι προβλέψεις εδώ χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη αβεβαιότητα και μικρότερη ακρίβεια σε σχέση με τις προηγούμενες περιπτώσεις. Γίνεται χρήση των **αιτιακών** και των **ποιοτικών** μεθόδων ή συνδυασμών τους.

## **2.4 Σφάλμα πρόβλεψης**

Η αξιοπιστία μιας μεθόδου πρόβλεψης της ζήτησης μπορεί να εκτιμηθεί μόνο βάσει των αποτελεσμάτων που εμφανίζονται μεταξύ των προβλέψεων που παράγει αυτή και των τιμών της μεταβλητής που διαμορφώνονται στην πράξη (ποιές ήταν οι προβλέψεις για την ζήτηση ενός προϊόντος και ποία ήταν τελικά η πραγματική ζήτηση αυτού, δηλαδή πόσες μονάδες προϊόντος πουλήθηκαν σε σχέση με την αρχική πρόβλεψη). Με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή στη βάση αυτών των αποκλίσεων, μπορεί να συγκριθεί η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα διαφορετικών μεθόδων. Υπάρχει μια πληθώρα μέτρων για τη

---

<sup>46</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 18

μέτρηση αυτών των αποκλίσεων και γενικά των σφαλμάτων πρόβλεψης της ζήτησης. Έστω ένα πλήθος δεδομένων  $N$ , που αντιστοιχούν σε  $N$  περιόδους, για τις οποίες διατίθενται προβλέψεις και αντίστοιχες πραγματικές τιμές. Έτσι αν  $e_t$  είναι το σφάλμα πρόβλεψης, δηλαδή η διαφορά ανάμεσα στην πραγματική τιμή  $D_t$  και την πρόβλεψη  $F_t$  της μεταβλητής στην περίοδο  $t$ , δηλαδή  $e_t = D_t - F_t$ ,

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα εξής μέτρα<sup>47</sup>:

$$1. \text{ Μέσο σφάλμα (ΜΣ)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t$$

Για να έχει υψηλή αξιοπιστία η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τις προβλέψεις της ζήτησης, πρέπει το μέτρο αυτό (δηλαδή το αποτέλεσμα) να τείνει προς το μηδέν. Υψηλή θετική τιμή του μέτρου σημαίνει ότι η χρησιμοποιούμενη μέθοδος τείνει να παράγει προβλέψεις που είναι συστηματικά μικρότερες από τις τιμές της μεταβλητής που διαμορφώνονται στην πράξη. Η επιχείρηση παράγει λιγότερα προϊόντα από αυτά που ζητάει η αγορά με συνέπεια να μην ικανοποιεί τους πελάτες τις και να χάνουν την εμπιστοσύνη τους. Η μη ικανοποίηση των πελατών της λόγω έλλειψης προϊόντων έχει σαν συνέπεια διαφυγόντα κέρδη για την επιχείρηση. Αντίστοιχη είναι η ερμηνεία όταν παρουσιάζονται υψηλές αρνητικές τιμές του μέτρου. Η επιχείρηση παράγει περισσότερα προϊόντα από αυτά που ζητάει η αγορά με συνέπεια τα προϊόντα της να μένουν αδιάθετα και να αυξάνει το κόστος λειτουργίας της. Το μειονέκτημα του μέτρου είναι ότι οι θετικές αποκλίσεις εξουδετερώνονται από τις αρνητικές, έτσι ώστε να μπορεί να εμφανιστεί τελικά μικρό μέσο σφάλμα αν και έχουν σημειωθεί στην πραγματικότητα πολύ μεγάλες (θετικές και αρνητικές) αποκλίσεις.

$$2. \text{ Μέση απόλυτη απόκλιση (ΜΑΑ)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |e_t|$$

Το μέτρο αυτό δίνει πρόσθετες πληροφορίες, ενώ είναι απαλλαγμένο από το παραπάνω μειονέκτημα του Μέσου Σφάλματος. Συγκεκριμένα, αποτελεί ένα μέτρο του μεγέθους των αποκλίσεων που τείνει να παράγει η χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Το μειονέκτημα του όμως είναι ότι δεν δίνει το πρόσημο των αποκλίσεων.

$$3. \text{ Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (ΜΤΣ)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t^2$$

<sup>47</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 19

Το ΜΤΣ παρέχει πληροφορίες παρόμοιες με τη ΜΑΑ αλλά «τιμωρεί» δηλαδή εξουδετερώνει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις λόγω της δύναμης του τετραγώνου, στην οποία υψώνεται κάθε απόκλιση.

$$4. \text{ Τυπική απόκλιση σφαλμάτων (ΤΑΣ)} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N e_t^2}{N-1}}$$

Δίνει πληροφορίες για την απόκλιση των απολύτων τιμών των σφαλμάτων από τη μέση τιμή τους.

$$5. \text{ Ποσοστιαίο σφάλμα (ΠΣ)} = \frac{e_t}{D_t} 100$$

Μετράει το ποσοστιαίο σφάλμα για μια μόνο περίοδο.

$$6. \text{ Μέσο ποσοστιαίο σφάλμα (ΜΠΣ)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{e_t}{D_t} 100$$

Μετράει το μέσο σφάλμα επί τοις 100 για N περιόδους.

$$7. \text{ Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (ΜΑΠΣ)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{e_t}{D_t} \right| 100$$

Το μέτρο αυτό υπολογίζεται επί τοις εκατό, βάσει του λόγου του σφάλματος πρόβλεψης την περίοδο t προς την πραγματική τιμή που διαμορφώθηκε στην ίδια περίοδο. Το ΜΑΠΣ μετράει το πόσο έξω πέφτουν οι προβλέψεις ως ποσοστά της πραγματικής τιμής της μεταβλητής.

Για τη σύγκριση των εναλλακτικών μεθόδων πρόβλεψης της ζήτησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ένα ή (συνήθως) περισσότερα μέτρα. Άλλωστε, για την ανάλυση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας μιας μεθόδου πρόβλεψης της ζήτησης που εφαρμόζεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια κατάλληλη μέθοδος ελέγχου, που να δείχνει αν υπάρχει ανάγκη τροποποίησης ή εγκατάλειψης της μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα<sup>48</sup>, χρησιμοποιείται ένα σήμα ανίχνευσης που προκύπτει αν, για παράδειγμα, διαιρεθεί το τρέχον σφάλμα με τη μέση απόλυτη απόκλιση. Αν η τιμή του σήματος ξεπεράσει σε κάποια περίοδο κάποιο

<sup>48</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 20

καθορισμένο όριο, τότε απαιτείται να ερευνηθεί η αιτία της απόκλισης και, τελικά, η καταλληλότητα της μεθόδου.

Για να δειχθεί η χρήση των παραπάνω μέτρων δίνεται το παράδειγμα που ακολουθεί. Τα στοιχεία του Πίνακα 2.1 αναφέρονται στις προβλέψεις για τη ζήτηση ενός προϊόντος κατά τους 12 τελευταίους μήνες, καθώς και στις αντίστοιχες πωλήσεις που πραγματοποιήθηκαν (π.χ. σε εκατ. Ευρώ). Δίνονται επίσης, για κάθε μήνα, τα αντίστοιχα σφάλματα των προβλέψεων. Οι τιμές των διαφόρων μέτρων σφάλματος προκύπτει ότι είναι οι εξής:

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Πραγματικές πωλήσεις, προβλέψεις και σφάλματα προβλέψεων

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	Σφάλμα $e_t$	Απόλυτο σφάλμα $ e_t $	Τετραγωνικό σφάλμα $e_t^2$	Ποσοστιαίο Σφάλμα %
1	32	30	2	2	4	6,2
2	33	32	1	1	1	3,0
3	35	35	0	0	0	0,0
4	38	37	1	1	1	2,6
5	38	40	-2	2	4	-5,3
6	40	44	-4	4	16	-10,0
7	35	39	-4	4	16	-11,4
8	40	42	-2	2	4	-5,0
9	44	44	0	0	0	0,0
10	44	46	-2	2	4	-4,5
11	37	36	1	1	1	2,7
12	40	35	5	5	25	12,5
Σύνολο			-4	24	76	-9,2

$$MΣ = -0,33$$

$$MAA = 2,00$$

$$MTΣ = 6,33$$

$$TΑΣ = 2,63$$

$$MΠΣ = -0,77$$

$$ΜΑΠΠΣ = 5,27$$

#### 2.4.1 Επιπτώσεις από Σφάλματα στην Πρόβλεψη της Ζήτησης

Η σημασία των ικανοποιητικών προβλέψεων, για τη ζήτηση των προσφερόμενων

προϊόντων ή υπηρεσιών, συνδέεται με το συχνά υψηλό κόστος από σφάλματα είτε λόγω υπερβολικής αισιοδοξίας είτε λόγω μεγάλης απαισιοδοξίας των υπευθύνων. Η αισιοδοξία στην πρόβλεψη οδηγεί σε εκτιμήσεις μεγαλύτερες από την πραγματοποιούμενη ζήτηση στη χρονική περίοδο για την οποία γίνεται η πρόβλεψη. Η αρκετά μεγαλύτερη της αναμενόμενης πραγματική ζήτηση έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη εκμετάλλευση της διαθέσιμης δυναμικότητας και περιττά αποθέματα του τελικού προϊόντος. Αυτές οι συνέπειες οδηγούν σε αντιοικονομική λειτουργία της επιχείρησης με μεγάλα σταθερά έξοδα που επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής. Αντίθετα, η απαισιοδοξία κατά την εκτίμηση της ζήτησης οδηγεί σε αδυναμία ικανοποίησης παραγγελιών, λόγω ανεπαρκούς δυναμικότητας σε σχέση με την πραγματική ζήτηση. Οι κύριες συνέπειες περιλαμβάνουν τα διαφυγόντα κέρδος από την μη ικανοποίηση των παραγγελιών και την απώλεια της αξιοπιστίας στην αγορά λόγω της αδυναμίας της επιχείρησης να καλυφθούν οι ανάγκες των πελατών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αποδυνάμωση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και να προσελκύσει νέους ανταγωνιστές στον ίδιο κλάδο, με το ενδεχόμενο να χάσει η επιχείρηση το μερίδιο της αγοράς που κατείχε. Όσο πιο ακριβής είναι μία πρόβλεψη της ζήτησης, τόσο καλύτερα αξιοποιούνται οι ευκαιρίες που προσφέρει η αγορά, διότι έτσι περιορίζονται στο ελάχιστο οι αρνητικές συνέπειες από την έλλειψη ή το πλεόνασμα σε δυναμικότητα ή αποθέματα. Αυτό όμως, απαιτεί μεγάλη ευελιξία στον εξοπλισμό και στον τρόπο απασχόλησης του προσωπικού. Με την αυξανόμενη αβεβαιότητα η παρατηρούμενη τάση είναι η στροφή προς την ανάπτυξη μεγαλύτερης ευελιξίας. Οι νέες προσεγγίσεις για τον τρόπο οργάνωσης, προγραμματισμού κι ελέγχου της παραγωγής πρέπει να στοχεύουν στη δημιουργία ευελιξίας.

## **2.5 Μέθοδοι προεκβολής**

### **2.5.1 Στοιχεία χρονοσειρών**

Όπως αναφέρθηκε, στις μεθόδους προεκβολής οι τιμές μιας μεταβλητής, δηλαδή οι ποσότητες της ζήτησης, όπως διαμορφώθηκαν στο παρελθόν, χρησιμοποιούνται για να προβλεφθούν οι νέες μελλοντικές τιμές της μεταβλητής. Ειδικότερα, οι μέθοδοι προεκβολής προσπαθούν να αναγνωρίσουν τα πρότυπα, βάσει των οποίων οι τιμές εξελίχθηκαν στο παρελθόν. Δηλαδή, τις συνθήκες της αγοράς, μέσα, στις οποίες διαμορφώθηκε η ζήτηση για το συγκεκριμένο προϊόν (την συγκεκριμένη μεταβλητή). Οι

προβλέψεις στηρίζονται στην υπόθεση ότι τα πρότυπα,, δηλαδή οι συνθήκες αυτές, θα διατηρηθούν και στο μέλλον. Κάθε χρονοσειρά, δηλαδή κάθε σειρά τιμών της προς πρόβλεψη μεταβλητής, που σημειώθηκαν σε μια αντίστοιχη σειρά χρονικών περιόδων στο παρελθόν, αποτελείται από ένα ή περισσότερα στοιχεία<sup>49</sup>:

**α) Οριζόντιο στοιχείο:** Χαρακτηρίζει τις στάσιμες χρονοσειρές, δηλαδή τις σειρές των τιμών που διακυμαίνονται γύρω από μια μέση τιμή, χωρίς να υπάρχει συστηματική τάση για αύξηση ή μείωση τους. Έτσι, η πιθανότητα να εμφανιστεί κατά την επόμενη περίοδο μια τιμή της μεταβλητής μεγαλύτερη από τη μέση είναι ίδια με την πιθανότητα να είναι αυτή μικρότερη. Αυτό το στοιχείο μπορεί να χαρακτηρίζει, για παράδειγμα, τις πωλήσεις κατά τη φάση της ωρίμανσης στο κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή το ποσοστό των σκάρτων σε μια σταθεροποιημένη παραγωγική διαδικασία. Στο στάδιο της ωρίμανσης οι πωλήσεις, αφού φθάσουν το μέγιστο τους σημείο, αρχίζουν να πέφτουν. Τα κέρδη συνεχίζουν την καθοδική τους πορεία (αν και οι πωλήσεις αυξάνονται), επειδή αυξάνονται τα έξοδα προβολής και πέφτουν οι τιμές<sup>50</sup>.

**β) Στοιχείο τάσης:** Το στοιχείο της τάσης χαρακτηρίζει χρονοσειρές όπου παρατηρείται μια συστηματική μεταβολή, αύξηση ή ελάττωση, της μέσης τιμής της μεταβλητής με την πάροδο του χρόνου. Οι πωλήσεις του προϊόντος στη φάση της ανάπτυξης του κύκλου ζωής του χαρακτηρίζονται από το στοιχείο αυτό. Εδώ οι πωλήσεις αυξάνονται ραγδαία και συνεχώς και μαζί τους τα κέρδη, αν και τα τελευταία, αφού φθάσουν στο μέγιστο ύψος τους, αρχίζουν να πέφτουν<sup>51</sup>. Τα κέρδη πέφτουν εξαιτίας του σκληρού ανταγωνισμού, καθώς νέες επιχειρήσεις μπαίνουν στο κλάδο παράγοντας τα ίδια περίπου προϊόντα. Ο ανταγωνισμός προκαλεί μείωση των τιμών και αύξηση των εξόδων προβολής. Σε αυτό εξάλλου βοηθά το γεγονός ότι αφού αυξάνονται οι πωλήσεις, αρχίζουν οι θετικές οικονομίες κλίμακας. Το αντίθετο συμβαίνει στη φάση της παρακμής, οι πωλήσεις πέφτουν ραγδαία, γιατί είτε εμφανίζονται νέα προϊόντα είτε αλλάζει η συμπεριφορά των αγοραστών.

**γ) Εποχικό στοιχείο:** Χαρακτηρίζει χρονοσειρές, όπου η διακύμανση των τιμών οφείλεται σε κάποιο εποχικό στοιχείο, π.χ. στον καιρό. Το στοιχείο αυτό χαρακτηρίζει την παραγωγή πολλών αγροτικών προϊόντων, καθώς και τη ζήτηση πολλών βιομηχανικών αγαθών διαρκείας (π.χ. κλιματιστικά μηχανήματα).

<sup>49</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 21

<sup>50</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 340-347

<sup>51</sup> Βλ. Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ' έκδοση, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2001, σελ 340-347

**δ) Κυκλικό στοιχείο:** Είναι παρόμοιο με το εποχικό, μόνο που το εποχικό χαρακτηρίζεται από σταθερή περιοδικότητα και διάρκεια κύκλου ενώ στο κυκλικό τόσο η περιοδικότητα όσο και ο κύκλος δεν εμφανίζουν σταθερότητα. Παράδειγμα κυκλικού στοιχείου είναι οι περιοδικές υφέσεις που χαρακτηρίζουν το διεθνές εμπόριο και εναλλάσσονται με φάσεις ανάπτυξης. Οι διάφορες μέθοδοι προεκβολής που έχουν αναπτυχθεί χρησιμοποιούνται ανάλογα με το ποιά από τα παραπάνω στοιχεία χαρακτηρίζουν, και με ποιο τρόπο, το πρότυπο που ακολουθεί η προς πρόβλεψη μεταβλητή. Επομένως, η ανεύρεση της ταυτότητας των στοιχείων που χαρακτηρίζουν τη χρονοσειρά προηγείται της επιλογής μιας μεθόδου προεκβολής.

### 2.5.2 Η μέθοδος του κινούμενου μέσου

Η πιο απλή μέθοδος προεκβολής είναι η μέθοδος του κινούμενου μέσου. Σ' αυτή τη μέθοδο η προβλεπόμενη τιμή  $F_t$  της μεταβλητής για την περίοδο  $t$  ισούται με τη μέση τιμή των τιμών  $D_{t-1}, \dots, D_{t-N}$  της μεταβλητής κατά τις  $N$  αμέσως προηγούμενες περιόδους, είναι

$$\text{δηλαδή}^{52}: F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i \quad (1)$$

Για την εφαρμογή της μεθόδου επιλέγεται αρχικά ο αριθμός των περιόδων  $N$ , για τις οποίες θα υπολογιστεί ο κινούμενος μέσος. Όσο μεγαλύτερο είναι το  $N$  τόσο μεγαλύτερη είναι η εξομάλυνση στις τυχαίες διακυμάνσεις της τιμής της μεταβλητής, τόσο δηλαδή θα είναι μικρότερη η επίδραση κάποιων ακραίων τιμών<sup>53</sup>.

Η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο παράγεται από την παραπάνω σχέση με την προσθήκη στη χρονοσειρά της πιο πρόσφατης τιμής της μεταβλητής και την αφαίρεση από αυτήν της παλαιότερης τιμής. Η πρώτη σχέση δηλαδή γράφεται:  $F_{t+1} = F_t + \frac{D_t - D_{t-N}}{N}$  (2)

Η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της περιόδου  $t+1$  όταν είναι δεδομένη η πρόβλεψη  $F_t$  της προηγούμενης περιόδου και οι τιμές της μεταβλητής για τις περιόδους  $t$  και  $t - N$ .

Στον πίνακα 2.2 δίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου. Υπολογίζονται οι προβλεπόμενες τιμές της ζήτησης για κάθε περίοδο (μήνα) παίρνοντας υπόψη κάθε φορά τους  $N=4$  και  $N=6$  προηγούμενους μήνες και τις αντίστοιχες πωλήσεις. Υπολογίζοντας (με

<sup>52</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82 (εξίσωση 4.1)

<sup>53</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 23



βάση τους ορισμούς που δόθηκαν) τα σφάλματα πρόβλεψης που προκύπτουν για τις δύο αυτές τιμές του  $N$ , μπορούμε να εκτιμήσουμε ποιά από αυτές είναι η καταλληλότερη για προβλέψεις.

Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι στην παραγωγή συχνά πρέπει να γίνουν προβλέψεις για μεγάλο αριθμό μεταβλητών, οπότε οι απαιτήσεις για αποθήκευση δεδομένων μπορεί να είναι σημαντικές. Η μέθοδος αυτή, άλλωστε, δεν θα δώσει καλές προβλέψεις αν τα δεδομένα εμπεριέχουν στοιχεία τάσης ή εποχικότητας ή κυκλικότητας<sup>54</sup>. Έτσι, αν υπάρχει αυξητική τάση, τότε η πρόβλεψη με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου θα δίνει συστηματικά μικρότερες τιμές σε σχέση με τις πραγματικές τιμές της μεταβλητής. Η μέθοδος δίνει την ίδια βαρύτητα σε κάθε μια από τις  $N$  πιο πρόσφατες τιμές, ενώ δεν λαμβάνονται καθόλου υπόψη τα δεδομένα πριν από τις  $N$  τελευταίες περιόδους. Επίσης, δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθεί η γνώση για την ύπαρξη στη χρονοσειρά στοιχείων όπως η εποχικότητα και η κυκλικότητα. Αυτή την δυνατότητα, την παρέχουν οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης.

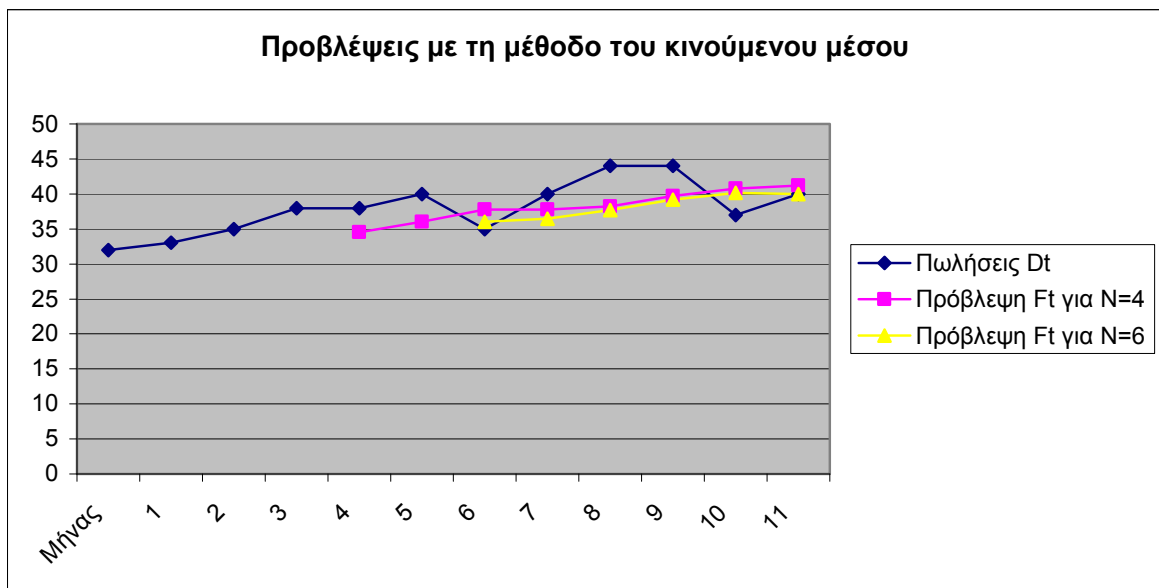
## ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

*Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου κινούμενου μέσου*

Μήνας	Πωλήσεις $D_t$	Πρόβλεψη $F_t$ για $N=4$	Πρόβλεψη $F_t$ για $N=6$
1	32		
2	33		
3	35		
4	38		
5	38	34,5	
6	40	36	
7	35	37,75	36
8	40	37,75	36,5
9	44	38,25	37,67
10	44	39,75	39,17
11	37	40,75	40,17
12	40	41,25	40

<sup>54</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 22-24

Σχήμα 2.1



### 2.5.3 Το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης βασίζονται στην εκθετική μείωση της βαρύτητας που δίνεται στα στοιχεία των προηγούμενων περιόδων. Έτσι, η βαρύτητα των στοιχείων είναι τόσο μικρότερη όσο παλαιότερα είναι αυτά. Αντίστοιχα, τα πιο πρόσφατα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη αξία από τα παλαιότερα.

Αυτές οι μέθοδοι, συνήθως, χρησιμοποιούνται στο βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό και έλεγχο της παραγωγής, γενικά, σε περιπτώσεις όπου ο χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης είναι σχετικά μικρός (π.χ. όταν πρέπει να προβλεφτεί η ζήτηση μιας μέρας ή μιας εβδομάδας ή ενός μήνα) ενώ δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για την αιτιακή σχέση που συνδέει την προς πρόβλεψη μεταβλητή και τους ανεξάρτητους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Οι μέθοδοι χαρακτηρίζονται από ευκολία εφαρμογής, ενώ οι απαιτήσεις σε υπολογιστικό χρόνο και αποθήκευση δεδομένων για την εφαρμογή τους είναι μικρές, αφού τελικά αποθηκεύονται πολύ λιγότερα στοιχεία (σε σχέση π.χ. με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου) και η πρόβλεψη αναπροσαρμόζεται καθώς γίνονται γνωστά τα καινούρια δεδομένα, με την απλή εισαγωγή τους και την εφαρμογή απλών σχετικά μαθηματικών σχέσεων. Επίσης, χαρακτηρίζονται από την εξομάλυνση των τυχαίων διακυμάνσεων που μπορεί να παρουσιάζουν τα διάφορα στοιχεία των χρονοσειρών (οριζόντιο, τάσης, εποχικό και κυκλικό).

Το απλούστερο από τα μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης είναι **το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης**. Αυτό το μοντέλο εφαρμόζεται όταν τα δεδομένα δεν έχουν στοιχεία τάσης, εποχικότητας ή κυκλικότητας. Έτσι, υπάρχει μια μέση τιμή της μεταβλητής, γύρω από την οποία κυμαίνονται, εξαιτίας τυχαίων παραγόντων, οι τιμές της. Το μοντέλο χρησιμοποιεί την πρόβλεψη καθώς και την αντίστοιχη πραγματική τιμή της μεταβλητής για την τρέχουσα περίοδο για να προβλέψει την τιμή της μεταβλητής κατά τις επόμενες περιόδους.

Στην πραγματικότητα, η εκθετική εξομάλυνση αποτελεί μια εξέλιξη της μεθόδου του κινούμενου μέσου, αφού οι μέθοδοι εξομάλυνσης «ομαλοποιούν» τις παρατηρήσεις από το παρελθόν με σκοπό να αντιμετωπίσουν την τυχαιότητα, αποτέλεσμα της οποίας είναι οι διακυμάνσεις της τιμής της μεταβλητής. Ξεκινώντας από τη δεύτερη σχέση (2) που δίνει τον κινούμενο μέσο, υποθέτουμε ότι είναι διαθέσιμες μόνο η πιο πρόσφατη τιμή της μεταβλητής  $D_t$ , καθώς και η πρόβλεψη  $F_t$ , για αυτή την περίοδο. Η δεύτερη σχέση, (2) μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε στη θέση της τιμής της μεταβλητής την περίοδο  $t-N$  (που υποτίθεται ότι αγνοούμε) να τεθεί μια προσεγγιστική τιμή. Αυτή η τιμή θα μπορούσε εύλογα να υποτεθεί ότι ισούται με την πρόβλεψη  $F_t$  από την προηγούμενη περίοδο. Έτσι, η

δεύτερη σχέση μπορεί να γραφτεί<sup>55</sup>: 
$$F_{t+1} = F_t + \frac{D_t - F_t}{N} = \frac{1}{N} D_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) F_t$$

Η παραπάνω σχέση δηλώνει ότι για την πρόβλεψη για την περίοδο  $t+1$  παίρνεται υπόψη η πιο πρόσφατη τιμή  $D_t$  της μεταβλητής με βαρύτητα  $1/N$  και η πιο πρόσφατη πρόβλεψη με βαρύτητα  $(1-1/N)$ . Αντικαθιστώντας το  $1/N$  με το σύμβολο  $a$  προκύπτει<sup>56</sup>:

$$F_{t+1} = aD_t + (1-a) F_t \quad (3)$$

Δηλαδή,

**Νέα πρόβλεψη =  $a$  (τρέχουσα τιμή) +  $(1-a)$  (προηγούμενη πρόβλεψη)**

Η σχέση αυτή δίνει την πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο (αλλά και για κάθε μελλοντική περίοδο, βάσει των διαθέσιμων στοιχείων) και μπορεί να γραφτεί και με τη μορφή:

$$F_{t+1} = F_t + a (D_t - F_t) = F_t + a e_t$$

<sup>55</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 25

<sup>56</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 25. Επίσης, Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 83 (εξίσωση 4.13)

Η σχέση δείχνει ότι, με τη μέθοδο αυτή, η νέα πρόβλεψη ισούται με την προηγούμενη πρόβλεψη αυξημένη κατά ένα ποσοστό  $a$  του σφάλματος πρόβλεψης  $e_t$  κατά την προηγούμενη περίοδο. Όταν το  $a$  έχει τιμή κοντά στο μηδέν, τότε το σφάλμα πρόβλεψης κατά την τελευταία περίοδο (επομένως και η τελευταία τιμή της μεταβλητής που παρατηρήθηκε) συμμετέχει πολύ λίγο στη διαμόρφωση της πρόβλεψης. Έτσι, η επίδραση ενός μικρού  $a$  είναι ανάλογη με τη χρήση ενός μεγάλου αριθμού περιόδων  $N$  κατά την εφαρμογή της μεθόδου του κινούμενου μέσου<sup>57</sup>.

Στην τρίτη (3) εξίσωση, που χρησιμοποιείται κατά την εφαρμογή των μεθόδων εξομάλυνσης, ο συντελεστής  $a$  καλείται σταθερά εξομάλυνσης και παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1, και στην πράξη, συνήθως, μεταξύ 0,01 και 0,3. Στην εξίσωση αυτή οι μεταβλητές που εμφανίζονται είναι μόνο δύο και δεν απαιτείται η αποθήκευση όλων των δεδομένων από το παρελθόν για τη διενέργεια προβλέψεων.

Είναι, βάσει της (3):

$$F_t = aD_{t-1} + (1-a) F_{t-1}$$

$$F_{t-1} = aD_{t-2} + (1-a) F_{t-2}$$

$$F_{t-2} = a D_{t-3} + (1-a) F_{t-3}$$

Έτσι η (3) γράφεται:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= a D_t + (1-a) \{a D_{t-1} + (1-a) F_{t-1}\} = \\ &= a D_t + a (1-a) D_{t-1} + (1-a)^2 F_{t-1} = \\ a D_t + a (1-a) D_{t-1} + (1-a)^2 \{a D_{t-2} + (1-a) F_{t-2}\} &= \\ a D_t + a (1-a) D_{t-1} + a (1-a)^2 D_{t-2} + (1-a)^3 F_{t-2} \end{aligned}$$

και αν συνεχιστεί η διαδικασία των αντικαταστάσεων των προκύπτει τελικά ότι:

$$F_{t+1} = a D_t + a (1-a) D_{t-1} + a (1-a)^2 D_{t-2} + a (1-a)^3 D_{t-3} + \dots + a(1-a)^m D_{t-m} + (1-a)^{m+1} F_{t-m}$$

Η τελευταία σχέση δείχνει πως η πρόβλεψη βασίζεται σε όλα τα παλιά στοιχεία που αφορούν τις τιμές της μεταβλητής (αν και αυτό δεν φαίνεται άμεσα στην τρίτη (3) εξίσωση) και ότι η βαρύτητα των παλαιότερων τιμών μειώνεται εκθετικά, αφού

<sup>57</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 26

$0 \leq a \leq 1$  και επίσης  $0 \leq 1 - a \leq 1$ , με αποτέλεσμα η εξομάλυνση να μπορεί να ονομαστεί εκθετική<sup>58</sup>.

Για να δειχθεί ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου, θεωρούμε το παράδειγμα του Πίνακα 2.2, υποθέτοντας ότι  $a = 0,1$  και ότι ο μέσος όρος των πωλήσεων κατά τις πρώτες 4 περιόδους χρησιμοποιείται ως πρόβλεψη για την 5η περίοδο. Στον Πίνακα φαίνονται και οι προβλέψεις με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου. Είναι φανερό ότι οι προβλέψεις με μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης μεταβάλλονται ομαλότερα, χωρίς να επηρεάζονται από τις έντονες, μερικές φορές, διακυμάνσεις της πραγματικής τιμής της μεταβλητής, τουλάχιστον όσο επηρεάζονται οι προβλέψεις με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επιλογή του μοντέλου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης στην περίπτωση του παραδείγματος δεν είναι ίσως η καλύτερη, δεδομένου ότι τα στοιχεία των πραγματικών πωλήσεων δείχνουν ότι υπάρχει, εκτός από το οριζόντιο στοιχείο, ένα στοιχείο αυξητικής τάσης, τουλάχιστον για τους 6 πρώτους μήνες, και πιθανώς και ένα εποχικό στοιχείο. Επομένως, θα πρέπει να αναζητηθεί ένα άλλο μοντέλο, που να περιέχει και τα παραπάνω στοιχεία και, κατά συνέπεια, να δίνει πιο αξιόπιστες προβλέψεις. Για να γίνει αυτό, όμως, απαιτούνται πολύ περισσότερα στοιχεία από αυτά που περιέχονται στη χρονοσειρά του παραδείγματος. Σημειώνεται ακόμα ότι η επίδραση της αρχικής τιμής  $F_1$  της πρόβλεψης στις τιμές της  $F_t$  μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το χρονικό σημείο εκκίνησης της εφαρμογής της μεθόδου. Μετά από ένα μεγάλο αριθμό περιόδων, η επίδραση αυτή πρακτικά μηδενίζεται.

Το γεγονός ότι εμείς επιλέγουμε το  $a$  μας επιτρέπει να ελέγχουμε τη βαρύτητα που δίνουμε στην πρόσφατη πραγματική τιμή της μεταβλητής. Έτσι, αν είναι  $a = 0,1$ , τότε η τιμή της πρόβλεψης θα προκύψει από τη σχέση (3) προσθέτοντας μόνο το 10% της πραγματικής τιμής της μεταβλητής  $D_t$  στο 90% της τιμής της προηγούμενης πρόβλεψης. Μικρές τιμές του  $a$  προκαλούν μεγαλύτερη εξομάλυνση από ό,τι οι μεγάλες τιμές. Αντίθετα, μεγάλες τιμές του  $a$  θα κάνουν το μοντέλο να παρακολουθεί τις πραγματικές μεταβολές της τιμής της μεταβλητής πιο γρήγορα<sup>59</sup>. Έτσι, αν οι διακυμάνσεις της ζήτησης οφείλονται κυρίως στον παράγοντα «τύχη», θα πρέπει να επιλεγεί μικρή τιμή για το  $a$ . Μπορούμε να κάνουμε έναν εμπειρικό έλεγχο, δοκιμάζοντας διάφορες τιμές του  $a$  και υπολογίζοντας τα σφάλματα των προβλέψεων που θα προκύψουν για τις διάφορες εναλλακτικές τιμές του  $a$ . Τελικά θα επιλέξουμε την τιμή του  $a$ , για την οποία παράγεται το μικρότερο σφάλμα.

<sup>58</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 24-28

<sup>59</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 24-28

Αν τεθεί  $a = 0$  στην εξίσωση (3), προκύπτει ότι  $F_{t-1} = F_t$  δηλαδή ότι η νέα πρόβλεψη είναι ίδια με την προηγούμενη και όλες οι διακυμάνσεις αποδίδονται σε τυχαίες αιτίες. Αν  $a = 1$ , τότε προκύπτει  $F_{t+1} = D_t$ , δηλαδή η νέα πρόβλεψη ισούται με την πιο πρόσφατη τιμή της μεταβλητής και η προηγούμενη πρόβλεψη, άρα και όλα τα παλαιότερα δεδομένα, δεν λαμβάνεται υπόψη. Δηλαδή υποτίθεται ότι η τιμή της μεταβλητής δεν επηρεάζεται καθόλου από τυχαίους παράγοντες, οι οποίοι επιβάλλουν εξομάλυνση.

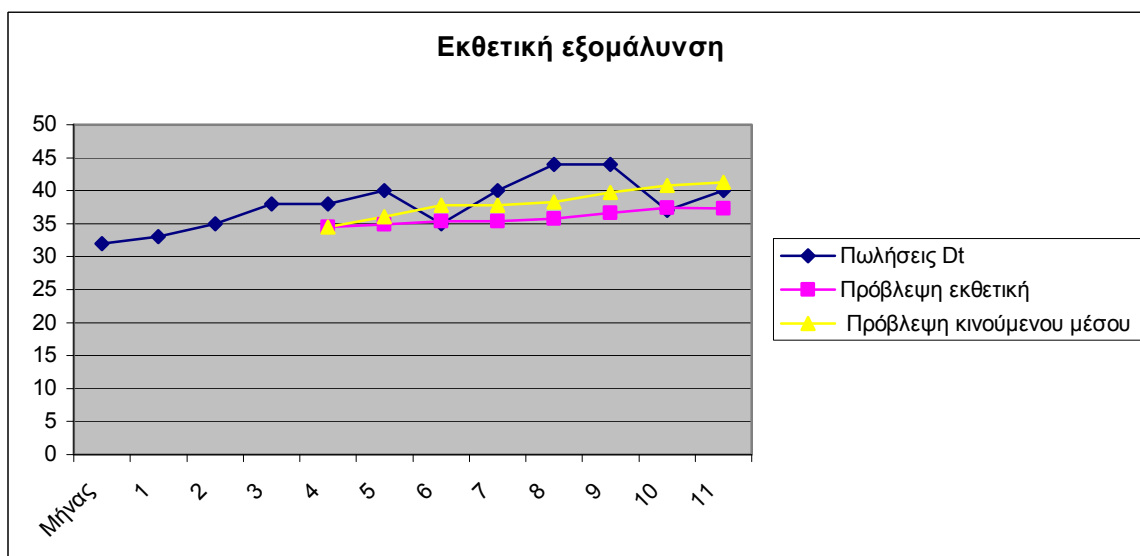
### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3

Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου εκθετικής εξομάλυνσης

$$F_5 = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4} \quad a = 0,1$$

Μήνας	Πωλήσεις $D_t$	Πρόβλεψη εκθετικής εξομάλυνσης	Πρόβλεψη κινούμενου μέσου
1	32		
2	33		
3	35		
4	38		
5	38	34,5	34,5
6	40	34,85	36
7	35	35,37	37,75
8	40	35,33	37,75
9	44	35,8	38,25
10	44	36,62	39,75
11	37	37,36	40,75
12	40	37,32	41,25

Σχήμα 2.2



#### 2.5.4 Μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης

Το βασικό μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης είναι κατάλληλο για προβλέψεις στην περίπτωση που η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται μόνο από οριζόντιο στοιχείο, χωρίς δηλαδή να ενσωματώνει στοιχεία τάσης και εποχικότητας. Για την περίπτωση που συνυπάρχουν με το οριζόντιο και τα στοιχεία αυτά, έχουν αναπτυχθεί μοντέλα που είναι ικανά να λαμβάνουν υπόψη τις επιδράσεις αυτών των στοιχείων σε διάφορους συνδυασμούς.

Στους συνδυασμούς αυτούς το στοιχείο της τάσης μπορεί να είναι γραμμικό ή πολλαπλασιαστικό. Στην πρώτη περίπτωση, η τάση εκφράζεται ως αύξηση ή ελάττωση κατά μια ποσότητα (βήμα), η οποία κυμαίνεται γύρω από μια σταθερή μέση τιμή, και κατά την οποία μεταβάλλεται η τιμή της μεταβλητής από περίοδο σε περίοδο. Έτσι, έχουμε γραμμικό στοιχείο τάσης όταν, για παράδειγμα, η τιμή της μεταβλητής αυξάνεται σε κάθε περίοδο κατά 10 μονάδες κατά μέσο όρο. Όταν το στοιχείο της τάσης είναι πολλαπλασιαστικό, η τάση εκφράζεται, αντίστοιχα, ως ποσοστό, κατά το οποίο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής και το οποίο επίσης κυμαίνεται γύρω από μια μέση τιμή. Έτσι, έχουμε πολλαπλασιαστικό στοιχείο τάσης όταν η τιμή  $D_{t-1}$  της μεταβλητής κατά την περίοδο  $t+1$  ισούται με την τιμή  $D_t$  κατά την προηγούμενη περίοδο αυξημένη κατά την ποσότητα  $p_t D_t$ , όπου  $p_t$  είναι μια ποσότητα, που κυμαίνεται γύρω από μια σταθερή μέση τιμή και εκφράζει την ποσοστιαία αύξηση της τιμής της μεταβλητής.

Το εποχικό στοιχείο μπορεί επίσης να είναι γραμμικό ή πολλαπλασιαστικό. Η εποχικότητα (η ποσότητα, κατά την οποία μεταβάλλεται η τιμή της μεταβλητής από περίοδο σε περίοδο) εκφράζεται με ένα δείκτη, που μεταβάλλεται από περίοδο σε περίοδο, όπως θα δειχθεί στη συνέχεια.

Με βάση τα παραπάνω, το οριζόντιο στοιχείο, το στοιχείο της τάσης και το εποχικό στοιχείο συνδυαζόμενα διαμορφώνουν κάποια μοντέλα. Για οποιοδήποτε από αυτά η διαδικασία πρόβλεψης μπορεί να γίνει σε δύο στάδια. Στο πρώτο, γίνεται πρόβλεψη με εφαρμογή του μοντέλου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης χωριστά για τα επιμέρους στοιχεία που χαρακτηρίζουν τη χρονοσειρά (οριζόντιο, τάσης και εποχικό) χρησιμοποιώντας τη σχέση  $F_{t+1} = a A_t + (1-a) B_t$  όπου  $a$  είναι μια σταθερά που παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1, και τα  $A_t$  και  $B_t$  διαφέρουν ανάλογα με το μοντέλο που επιλέξαμε. Για παράδειγμα, στο μοντέλο απλής εκθετικής εξομάλυνσης είναι  $A_t = D_t$  και  $B_t = F_t$ .

Στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιούμε τις προβλέψεις για τα επιμέρους στοιχεία της χρονοσειράς, που προέκυψαν κατά το πρώτο στάδιο, για να κάνουμε την τελική ολική πρόβλεψη.

### **2.5.5 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση (μοντέλο Holt)**

Όπως αναφέρθηκε, το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης είναι κατάλληλο για προβλέψεις, στην περίπτωση που η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από οριζόντιο μόνο στοιχείο. Αν, εκτός από το στοιχείο αυτό, υπάρχει και στοιχείο τάσης, τότε η χρήση του μοντέλου αυτού θα έχει ως συνέπεια οι προβλέψεις να είναι συστηματικά μικρότερες από τις πραγματοποιούμενες τιμές της μεταβλητής, αν η τάση είναι αυξητική, ή μεγαλύτερες, αν η τάση είναι μειωτική. Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ενσωματώσει και το στοιχείο τάσης και να αποφευχθεί η παραπάνω συνέπεια.

Ειδικότερα, όταν η τάση είναι γραμμική, η διαφορά  $D_{t+1}-D_t$  μεταξύ δύο διαδοχικών τιμών της μεταβλητής οφείλεται, εκτός από τις διακυμάνσεις που χαρακτηρίζουν το οριζόντιο στοιχείο, και στη συστηματική τάση για αύξηση ή μείωση (πρόσθεση ή αφαίρεση κάποιας ποσότητας στο οριζόντιο στοιχείο) που χαρακτηρίζει τη χρονοσειρά. Το μέρος αυτό της διαφοράς, που οφείλεται στην ύπαρξη της γραμμικής τάσης, αποτελεί μια χωριστή χρονοσειρά, που αποτελείται από τιμές του βήματος της τάσης, οι οποίες κυμαίνονται γύρω από μια σταθερή μέση τιμή. Εφαρμόζοντας την προσέγγιση της εκθετικής εξομάλυνσης, όπως κάναμε για το οριζόντιο στοιχείο της χρονοσειράς, μπορούμε να εξομαλύνουμε τις διαφορές στην τιμή του βήματος, που εμφανίζονται από περίοδο σε περίοδο, με μια σταθερά εξομάλυνσης  $b$  (όχι κατ' ανάγκην ίδιας τιμής με την  $a$  που χρησιμοποιούμε για την εξομάλυνση του οριζόντιου στοιχείου).

Η σχέση (3), που αντιστοιχεί στο μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, τροποποιείται, λοιπόν, προσθέτοντας το εξομαλυσμένο βήμα της τάσης  $T_t$  στην προηγούμενη πρόβλεψη<sup>60</sup>:

$$S_{t+1} = a D_{t+1} + (1-a) (S_t + T_t) \quad (4)$$

Η σχέση (4) δίνει την πρόβλεψη για την τιμή του οριζόντιου στοιχείου της μεταβλητής για την επόμενη περίοδο. Αντίστοιχα, η πρόβλεψη της τιμής του (εξομαλυσμένου) βήματος της τάσης  $T_{t+1}$  για την επόμενη περίοδο μπορεί να προκύψει από τη σχέση<sup>61</sup>:

$$T_{t+1} = b (S_{t+1} - S_t) + (1-b) T_t \quad (5)$$

Οι εξισώσεις (4) και (5) δίνουν τις εξομαλυσμένες τιμές της πρόβλεψης για το οριζόντιο στοιχείο και το βήμα της τάσης, αντίστοιχα, για την επόμενη περίοδο. Σημειώνεται ότι η

<sup>60</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 84 (εξίσωση 4.15)

<sup>61</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 84 (εξίσωση 4.16)



πρόβλεψη της τιμής του οριζόντιου στοιχείου για την επόμενη περίοδο  $S_{t+1}$  απαιτείται για τον υπολογισμό της πρόβλεψης του βήματος της ίδιας περιόδου. Η προβλεπόμενη τιμή της μεταβλητής για την επόμενη περίοδο δίνεται τελικά από τη σχέση:

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

και για την περίοδο  $t + m$  δίνεται από την σχέση:

$$F_{t+m} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

Στον Πίνακα 2.4 δίνονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτού του μοντέλου σε χρονοσειρά που χαρακτηρίζεται, εκτός από το οριζόντιο στοιχείο, και από στοιχείο γραμμικής αυξητικής τάσης. Χρησιμοποιούνται οι σταθερές εξομάλυνσης  $a=0.2$  και  $b=0.1$ .

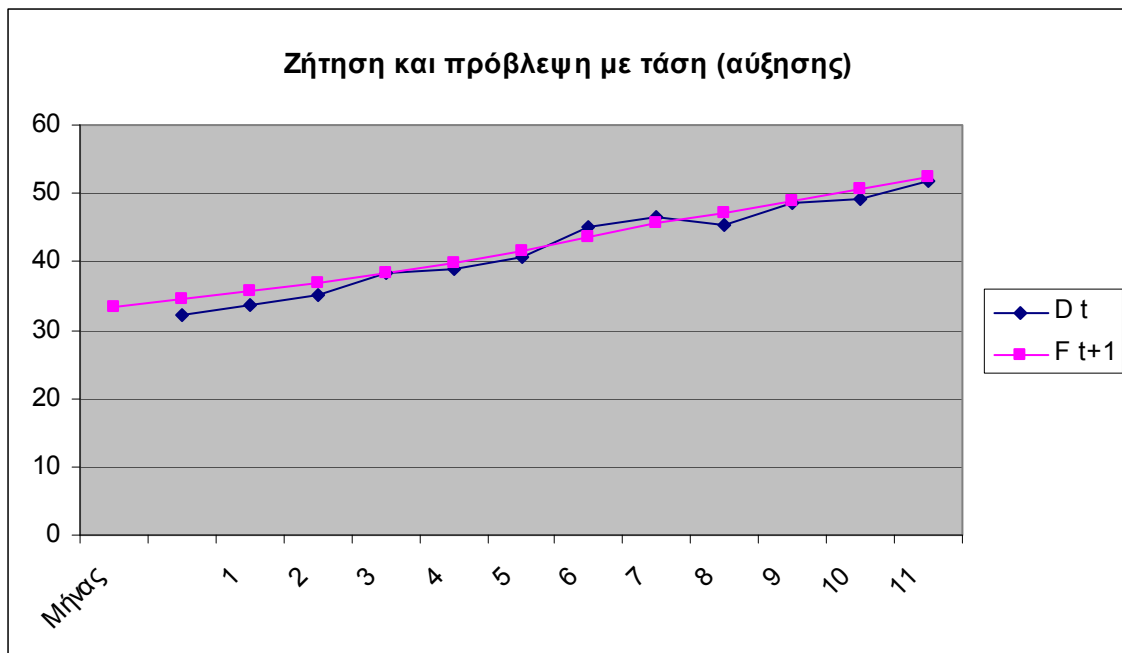
#### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4

*Παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου γραμμικής τάσης.*

Μήνας	$D_t$	$S_{t+1}$	$T_{t+1}$	$F_{t+1}$
		32*	1,35*	33,35
1	32,3	33,14	1,33	34,47
2	33,65	34,31	1,31	35,62
3	35,2	35,54	1,3	36,84
4	38,4	37,15	1,33	38,48
5	38,9	38,56	1,34	39,9
6	40,8	40,08	1,36	41,44
7	45	42,15	1,43	43,58
8	46,65	44,19	1,49	45,68
9	45,25	45,59	1,48	47,07
10	48,7	47,4	1,51	48,91
11	49,25	48,98	1,52	50,5
12	51,85	50,77	1,55	52,32

\*Έχουμε λάβει σαν αρχική τιμή μεταβλητής των προβλέψεων  $S_1 = 32$  και του βήματος  $T_1 = 1,35$

Σχήμα 2.3



Η εφαρμογή του μοντέλου γραμμικής τάσης, σε σχέση με το μοντέλο απλής εκθετικής εξομάλυνσης, δίνει αποτελέσματα που είναι πιο κοντά σε αυτά της πραγματικότητας, αρκεί, βέβαια, να υπάρχει το στοιχείο της τάσης στα δεδομένα της χρονοσειράς. Αν εφαρμοζόταν το μοντέλο της απλής εξομάλυνσης στη δεδομένη χρονοσειρά, οι προβλέψεις θα βρίσκονταν συστηματικά πιο κάτω από τις προβλέψεις που δίνει το μοντέλο τάσης και από τις πραγματικές τιμές των πωλήσεων.

Η επιλογή των δύο σταθερών εξομάλυνσης επηρεάζει το μέγεθος των σφαλμάτων πρόβλεψης που τελικά θα προκύψουν. Για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων είναι χρήσιμος ο έλεγχος της ευαισθησίας σε σφάλματα για το πεδίο τιμών που παίρνουν οι δύο σταθερές, δηλαδή η εξέταση και σύγκριση μεταξύ τους των σφαλμάτων που προκύπτουν αν χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές τιμές για τις σταθερές  $a$  και  $b$ .

Τέλος, τα σφάλματα των προβλέψεων επηρεάζονται επίσης από τις αρχικές τιμές που χρησιμοποιούνται κατά την έναρξη εφαρμογής της μεθόδου. Η επίδραση αυτή εξασθενίζει και σχεδόν μηδενίζεται μετά από ένα μεγάλο αριθμό περιόδων. Πάντως, είναι σκόπιμο, εφόσον διατίθενται στοιχεία για την εξέλιξη των πραγματικών τιμών της μεταβλητής, να παίρνονται όσο γίνεται περισσότερα υπόψη. Για την επιλογή ικανοποιητικών τιμών, τόσο για τα  $S_1$  και  $T_1$  όσο και για τις σταθερές εξομάλυνσης, απαιτούνται, γενικά, δεδομένα πολλών περιόδων (π.χ. μηνιαία στοιχεία 2 ετών).

### **2.5.6 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με εποχικότητα**

Για προβλέψεις των τιμών μιας μεταβλητής με δεδομένη μια χρονοσειρά που χαρακτηρίζεται, εκτός από το οριζόντιο στοιχείο, και από εποχικές διακυμάνσεις, όχι όμως και τάση, χρησιμοποιείται με ικανοποιητικά αποτελέσματα το μοντέλο της εποχικότητας<sup>62</sup>. Το μοντέλο βασίζεται σε ένα δείκτη εποχικότητας  $I_t$ , που προκύπτει αν πάρουμε, για παράδειγμα, την πραγματική μηνιαία ζήτηση για ένα προϊόν και τη διαιρέσουμε με την ετήσια μέση τιμή της μηνιαίας ζήτησης. εκφράζει, πόσο πάνω ή κάτω από το μέσο όρο του έτους κινήθηκε η ζήτηση τον αντίστοιχο μήνα. Τιμές του δείκτη πάνω από τη μονάδα δηλώνουν έξαρση της ζήτησης, ενώ τιμές κάτω από τη μονάδα δηλώνουν, αντίστοιχα, μειωμένη ζήτηση. Στο παράδειγμα του Πίνακα 2.5, η μέση τιμή της μηνιαίας ζήτησης το 1993 ήταν  $384:12=32,00$ , έτσι ο δείκτης για τον Ιανουάριο 1993 προκύπτει  $22,50:32,00 = 0,703$ .

Στο παραπάνω μοντέλο, διακυμάνσεις παρουσιάζονται όχι μόνο στο οριζόντιο στοιχείο από μήνα σε μήνα, αλλά και στο δείκτη εποχικότητας κάθε μήνα, από χρόνο σε χρόνο. Για τη διενέργεια προβλέψεων, επομένως, με βάση μια χρονοσειρά θα πρέπει να γίνει εξομάλυνση των δεδομένων της χρονοσειράς και ως προς τα δύο αυτά στοιχεία. Έτσι, τα δεδομένα του Πίνακα 2.5 μπορούν να δώσουν τους αρχικούς δείκτες εποχικότητας για κάθε μήνα με τον τρόπο που αναφέρθηκε, δεν επαρκούν όμως για την εξομάλυνση των τιμών των δεικτών, αφού για αυτό θα χρειαζόνταν δεδομένα για μια σειρά ετών.

Για την εφαρμογή του μοντέλου, η τιμή  $D_t$  της πραγματικής ζήτησης για τον τρέχοντα μήνα διαιρείται με το δείκτη εποχικότητας του προηγούμενου έτους  $I_{t-L}$ , όπου  $L=12$ . Στην περίπτωση του παραδείγματος του Πίνακα 2.5, η τιμή της ζήτησης του Ιανουαρίου 1994 διαιρείται με τον αντίστοιχο δείκτη εποχικότητας, που έχει τιμή 0,703, οπότε προκύπτει η «ομαλοποιημένη» τιμή της ζήτησης για αυτό το μήνα, ίση με  $24,60:0,703 = 35,00$ . Αυτό σημαίνει ότι η τιμή της ζήτησης, αν δεν υπήρχε ο εποχικός παράγοντας, θα ήταν ίση με 35,00. Η μειωμένη πραγματική ζήτηση στο επίπεδο των 24,60 κατά το μήνα αυτό οφείλεται σε αυτό τον παράγοντα, που έτσι απομονώνεται.

---

<sup>62</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 33-35

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5

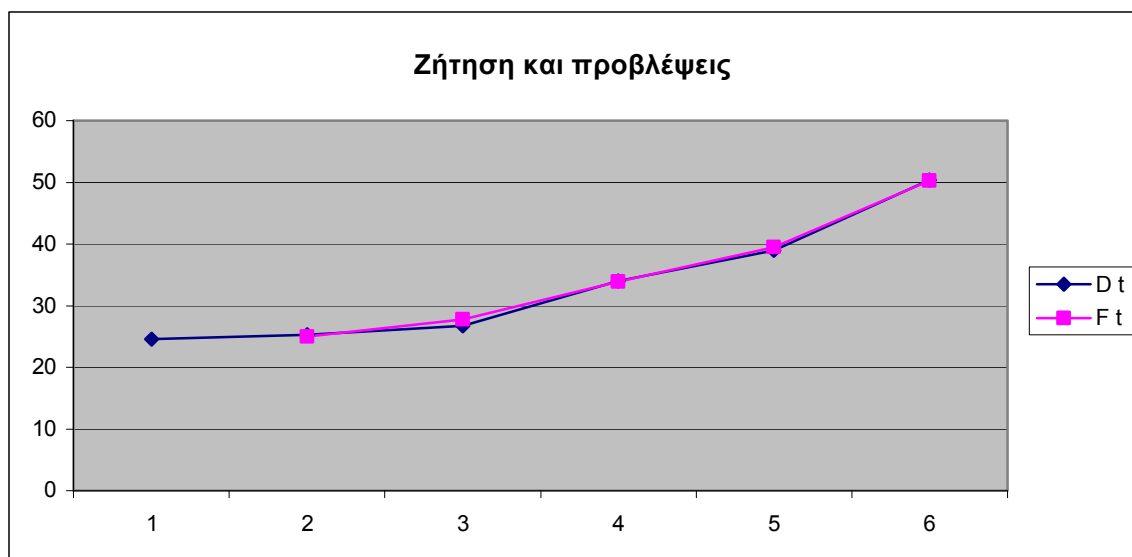
Παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου πολλαπλασιαστικής εποχικότητας

$$a = 0,2 \quad c = 0,1$$

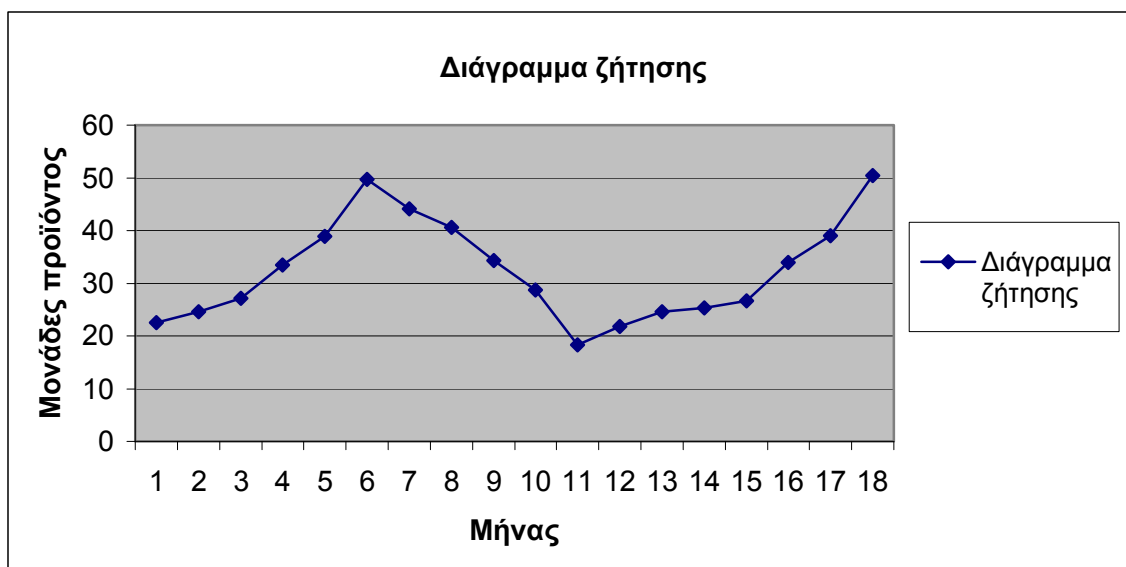
Έτος	Μήνας	$D_t$	$S_t$	$I_t$	$F_{t+1}$
1993	1	22,5		0,703	
	2	24,55		0,767	
	3	27,2		0,85	
	4	33,4		1,044	
	5	38,9		1,216	
	6	49,7		1,553	
	7	44,1		1,378	
	8	40,6		1,269	
	9	34,25		1,07	
	10	28,7		0,897	
	11	18,25		0,57	
	12	21,85	32*	0,683	
1994	1	24,6	32,6	0,708	
	2	25,3	32,68	0,768	25
	3	26,7	32,43	0,847	27,78
	4	34	32,46	1,044	33,86
	5	39	32,38	1,215	39,47
	6	50,4	32,39	1,553	50,29

\*Αρχική τιμή  $S_0$  για την πρόβλεψη της ζήτησης Ιανουαρίου 1994 (ίση με τη μέση τιμή της ζήτησης κατά το έτος 1993)

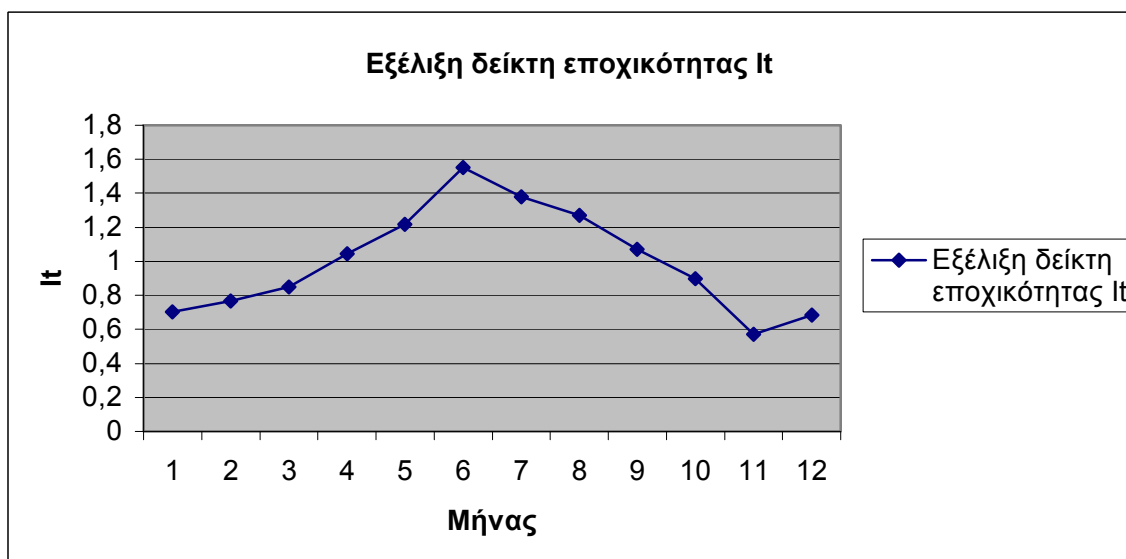
Σχήμα 2.4



Σχήμα 2.5



Σχήμα 2.6



Η σχέση, με βάση την οποία εξομαλύνεται η τιμή του οριζόντιου στοιχείου κατά την τρέχουσα περίοδο, είναι:

$$S_t = a \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1-a)S_{t-1} \quad (6)$$

Στη σχέση αυτή ο δείκτης εποχικότητας πρέπει να έχει προκύψει, όπως αναφέρθηκε, από τα δεδομένα μιας σειράς ετών, αφού ο εποχικός κύκλος δεν επαναλαμβάνεται απaráλλαχτα ο ίδιος κάθε χρονιά, αλλά, αντίθετα, υπόκειται σε διακυμάνσεις. Η

εξομάλυνση των τιμών του δείκτη εποχικότητας για κάθε μήνα γίνεται πάλι με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, βάσει της σχέσης:

$$I_t = c \frac{D_t}{S_t} + (1 - c)I_{t-L} \quad (7)$$

όπου  $c$  είναι η σταθερά εξομάλυνσης για τους δείκτες εποχικότητας.

Στη σχέση αυτή η πραγματική τιμή της μεταβλητής  $D_t$  στην παρούσα περίοδο διαιρείται με την εξομαλυσμένη τιμή του οριζόντιου στοιχείου που προκύπτει από τη σχέση (6), ώστε να προσδιοριστεί η ποσότητα, κατά την οποία η  $D_t$  υπερβαίνει ή υπολείπεται της τιμής αυτής. Αυτή η απόκλιση σταθμίζεται με τη σταθερά εξομάλυνσης  $c$ . Έτσι, ο δείκτης εποχικότητας για κάποιο μήνα βασίζεται στα δεδομένα για το δείκτη πριν  $L, 2L, 3L, \dots$  περιόδους. Και εδώ τα πιο πρόσφατα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα, η οποία εξαρτάται από τη σταθερά εξομάλυνσης  $c$ , ενώ, όπως και στο μοντέλο τάσης, η επιλογή της σταθεράς εξομάλυνσης επιδρά στα σφάλματα πρόβλεψης.

Η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο θα γίνει προφανώς παίρνοντας υπόψη τόσο το οριζόντιο στοιχείο όσο και το εποχικό, με σύνθεση δηλαδή των προβλέψεων που δίνουν οι (6) και (7) για τα δύο αυτά στοιχεία, βάσει της σχέσης:

$$F_{t+1} = S_t I_{t-L+1} \quad (8)$$

και η πρόβλεψη για μετά από  $m$  περιόδους είναι:

$$F_{t+m} = S_t I_{t-L+m}$$

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω στα στοιχεία ζήτησης του Πίνακα 2.5 προκύπτουν οι τιμές των  $S_t$ ,  $I_t$ , και  $F_{t+1}$ . Για παράδειγμα, η τιμή  $S_t = 32,68$  για το μήνα Φεβρουάριο 1994 προκύπτει αν στη σχέση (6) τεθεί  $D_t = 25,30$ ,  $I_{t-L} = 0,767$  και  $S_{t+1} = 32,60$ . Επίσης, για τον ίδιο μήνα, η τιμή  $I_t = 0,768$  προκύπτει αν στη σχέση (7) τεθεί  $D_t = 25,30$ ,  $S_t = 32,68$  και  $I_{t-L} = 0,767$ . Ο υπολογισμός του  $S_t$  προηγείται του υπολογισμού του  $I_t$  δεδομένου ότι η τιμή του πρώτου χρειάζεται για τον υπολογισμό του δεύτερου.

### **2.5.7 Το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με τάση και εποχικότητα (μοντέλο Winters)**

Το μοντέλο Winters αποτελεί εφαρμογή της προσέγγισης της εκθετικής εξομάλυνσης στην περίπτωση που η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από τη συνύπαρξη του οριζόντιου στοιχείου

με τα στοιχεία της τάσης και της εποχικότητας. Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιούνται τρεις εξισώσεις για την εξομάλυνση των τριών στοιχείων, αντίστοιχα<sup>63</sup>:

$$S_t = a \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1-a)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (9)$$

$$T_t = b(S_t - S_{t-1}) + (1-b)T_{t-1} \quad (10)$$

$$I_t = c \frac{D_t}{S_t} + (1-c)I_{t-L} \quad (11)$$

Στις εξισώσεις αυτές είναι:

$S_t$  η εξομαλυσμένη τιμή του οριζόντιου στοιχείου,

$T_t$  η εξομαλυσμένη τιμή του στοιχείου τάσης,

$I_t$  η εξομαλυσμένη τιμή του εποχικού στοιχείου,

$L$  το μήκος της περιόδου (=12 μήνες).

Σε κάθε περίοδο διατίθενται από την προηγούμενη περίοδο τα στοιχεία  $S_{t-1}$ ,  $T_{t-1}$  και  $I_{t-1}$ , καθώς και η τιμή της  $D_t$  που πρόκυψε κατά την τρέχουσα περίοδο. Από αυτά, βάσει της σχέσης (9) προκύπτει η εξομαλυσμένη τιμή του οριζόντιου στοιχείου. Με βάση αυτή την τιμή προκύπτει η εξομαλυσμένη τιμή του στοιχείου τάσης (εξίσωση (10)) και του δείκτη εποχικότητας (εξίσωση (11)). Η πρόβλεψη  $F_{t+1}$  για την επόμενη περίοδο γίνεται συνδυάζοντας τα παραπάνω στοιχεία, σύμφωνα με τη σχέση

$$F_{t+1} = (S_t + T_t) I_{t-L+1} \quad (12)$$

ενώ η πρόβλεψη για μετά από  $m$  περιόδους είναι

$$F_{t+m} = (S_t + mT_t) I_{t-L+m}$$

### **2.5.8 Προσδιορισμός αρχικών τιμών και σταθερών εξομάλυνσης**

Στο μοντέλο Winters υπάρχουν τρεις σταθερές εξομάλυνσης ( $a, b, c$ ), των οποίων η τιμή επηρεάζει την ακρίβεια των προβλέψεων<sup>64</sup>. Ο προσδιορισμός των κατάλληλων τιμών για αυτές τις σταθερές δεν επιτυγχάνεται εύκολα. Ο βέλτιστος συνδυασμός των τιμών αυτών των σταθερών μπορεί να αναζητηθεί χρησιμοποιώντας μεθόδους αναζήτησης με υπολογιστή, όμως αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ενός επαρκούς συνόλου δεδομένων, που δεν διατίθεται πάντα στην πράξη.

<sup>63</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 35-36

<sup>64</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 36-38

Από την άλλη μεριά, οι προβλέψεις επηρεάζονται και από τις αρχικές τιμές των διαφόρων μεταβλητών ( $S_0$ ,  $T_0$ ,  $I_0$ ). Για αυτές τις αρχικές τιμές χρειάζονται, συνήθως, δεδομένα αρκετών περιόδων (π.χ. τριών χρόνων), ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική στάθμη εμπιστοσύνης.

Το πρόβλημα αυτό τίθεται γενικότερα στις μεθόδους εκθετικής εξομάλυνσης, όταν χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά, οπότε χρειαζόμαστε κάποιες αρχικές τιμές του οριζόντιου στοιχείου, του βήματος της τάσης, και των δεικτών εποχικότητας. Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα από το παρελθόν θα πρέπει ή να περιμένουμε, μέχρις ότου αυτά να συγκεντρωθούν, ή να χρησιμοποιήσουμε την εμπειρία μας για να καθορίσουμε τις αρχικές τιμές. Η επίδραση αυτών των αρχικών τιμών στις προβλέψεις θα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου ώσπου να γίνει ελάχιστη. Αν διατίθεται ένα σύνολο δεδομένων, π.χ. για τρία χρόνια, τότε μπορεί να χωριστεί σε δύο υποσύνολα, από τα οποία το πρώτο χρησιμοποιείται για να εκτιμηθούν οι αρχικές τιμές και το δεύτερο για να εκτιμηθούν οι τιμές των σταθερών εξομάλυνσης. Σε αυτή την περίπτωση, τα δεδομένα για τα δύο πρώτα χρόνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βρούμε τις αρχικές τιμές, ενώ τα δεδομένα του τρίτου χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δοκιμαστούν διάφορες εναλλακτικές τιμές των σταθερών εξομάλυνσης, μέχρι να βρεθεί ο συνδυασμός που παράγει το μικρότερο σφάλμα πρόβλεψης.

Γενικά, δεν υπάρχει ένας μοναδικός τρόπος για να εκτιμήσουμε τις αρχικές τιμές και τις τιμές των σταθερών εξομάλυνσης και η κρίση παίζει σημαντικό ρόλο όταν δεν υπάρχουν στοιχεία ή όταν αυτά είναι περιορισμένα. Όταν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εύρεση των παραπάνω τιμών με διάφορους τρόπους. Παραδείγματος χάριν κατά την εφαρμογή του μοντέλου εκθετικής εξομάλυνσης με τάση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων, οπότε οι αρχικές τιμές  $S_0$  και  $T_0$  μπορούν να προκύψουν από την εξίσωση της ευθείας των ελαχίστων τετραγώνων, από την τομή και την κλίση της ευθείας, αντίστοιχα.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα, που μπορεί να προκύψει κατά την εφαρμογή των μεθόδων εκθετικής εξομάλυνσης, είναι αυτό που συνδέεται με την μεταβολή των στοιχείων που χαρακτηρίζουν τη χρονοσειρά (οριζόντιου, τάσης κλπ.). Μπορεί, για παράδειγμα, ενώ χρησιμοποιείται το μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση, που βασίζεται σε μια τάση για αύξηση ή μείωση των τιμών της μεταβλητής με σταθερό βήμα, να μεταβληθεί το βήμα της τάσης ή η μέση τιμή του οριζόντιου στοιχείου. Η χρήση μικρών τιμών για τις σταθερές εξομάλυνσης έχει ως συνέπεια το μοντέλο να καθυστερήσει σημαντικά να ανιχνεύσει και να ενσωματώσει αυτή την αλλαγή. Για το λόγο αυτό έχουν προταθεί



προσαρμοστικές μέθοδοι, η βασική ιδεατών οποίων είναι η παρακολούθηση του σφάλματος πρόβλεψης. Όταν το σφάλμα πρόβλεψης είναι μεγάλο, προσαρμόζεται κατάλληλα η τιμή των σταθερών εξομάλυνσης, με βάση κάποιους κανόνες. Για παράδειγμα, η τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης  $a$  στο μοντέλο απλής εκθετικής εξομάλυνσης εξισώνεται σύμφωνα με τη μέθοδο των Trigg και Leach με την απόλυτη τιμή ενός σήματος ανίχνευσης, που ορίζεται από τη σχέση<sup>65</sup>

Σήμα ανίχνευσης = Εξομαλυσμένο σφάλμα πρόβλεψης / Εξομαλυσμένο απόλυτο σφάλμα πρόβλεψης

Η εξομάλυνση του σφάλματος πρόβλεψης γίνεται με τη χρήση της εξίσωσης (3) του μοντέλου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Έτσι, αν εξαιτίας μιας αιφνίδιας μεταβολής το σφάλμα πρόβλεψης γίνει μεγάλο, τότε θα μεγαλώσει και το σήμα ανίχνευσης και θα αυξηθεί, αντίστοιχα, η τιμή του  $a$  ώστε η πρόβλεψη να στηριχθεί περισσότερο στις πιο πρόσφατες τιμές. Όταν η μέση τιμή της μεταβλητής σταθεροποιηθεί στο νέο επίπεδο, η μέθοδος αναπροσαρμόζει το  $a$  σε μια χαμηλότερη τιμή.

## **2.6 Πρόβλεψη της ζήτησης για την Natural Gas**

Η Natural Gas.com είναι μια εταιρεία παροχής φυσικού αερίου, η οποία ξεκίνησε την λειτουργία της το δεύτερο τρίμηνο του 1998, ενώ από τότε καταγράφει μια ταχεία ανάπτυξη στη ζήτηση όπως φαίνεται στον πίνακα 2.6 και το σχήμα 2.7<sup>66</sup>.

---

<sup>65</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 36-38

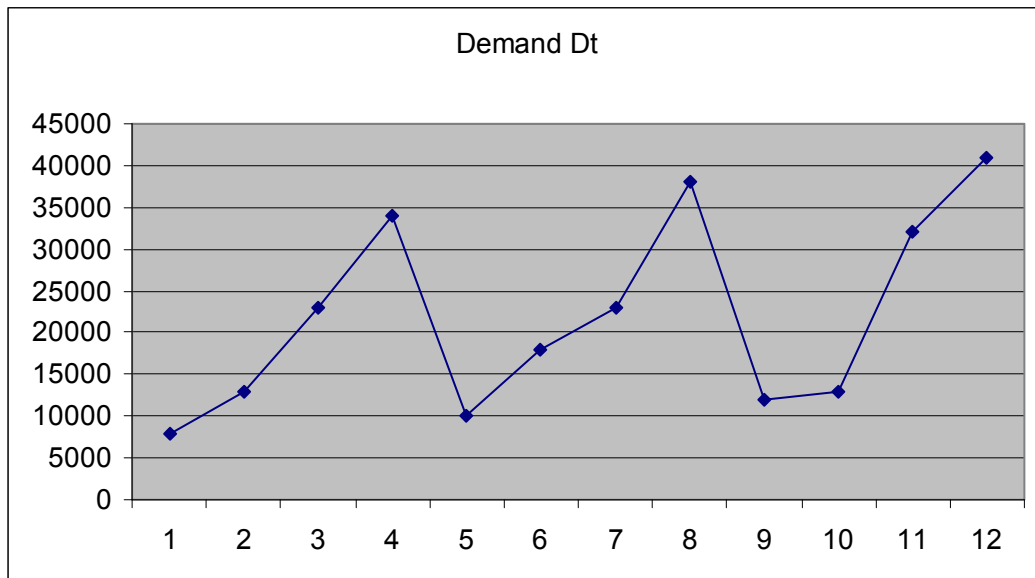
<sup>66</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 88-95

Πίνακας 2.6

Year	Quarter	Period t	Demand Dt
1998	2	1	8.000
1998	3	2	13.000
1998	4	3	23.000
1999	1	4	34.000
1999	2	5	10.000
1999	3	6	18.000
1999	4	7	23.000
2000	1	8	38.000
2000	2	9	12.000
2000	3	10	13.000
2000	4	11	32.000
2001	1	12	41.000

Σχήμα 2.7

*Η ζήτηση της Natural Gas*



Η Natural Gas αυτήν την περίοδο διαπραγματεύεται τις συμβάσεις για την δυναμικότητα προμήθειας σωληνώσεων, έτσι ώστε, να μπορεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση για τα προσεχή τέσσερα τρίμηνα μεταξύ του δεύτερου τριμήνου του 2001 και του πρώτου τριμήνου του 2002. Μια σημαντική παράμετρος σε αυτήν την διαπραγμάτευση είναι η πρόβλεψη της ζήτησης κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου. Η Natural Gas τοποθετεί μαζί μια ομάδα ατόμων που αποτελείται από τον αντιπρόεδρο του τμήματος πωλήσεων και τον αντιπρόεδρο του τμήματος παραγωγής για να προσδιορίσουν την πρόβλεψη. Η ομάδα πρόβλεψης αποφασίζει να εφαρμόσει κάθε μια από τις προσαρμοστικές μεθόδους πρόβλεψης που αναφέραμε σε αυτό το κεφάλαιο, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα ιστορικά στοιχεία της επιχείρησης. Ο στόχος τους είναι να επιλέξουν την καταλληλότερη μέθοδο πρόβλεψης και να την χρησιμοποιήσουν έπειτα για την πρόβλεψη της ζήτησης, κατά τα επόμενα τέσσερα τρίμηνα.

Η ζήτηση σε αυτήν την περίπτωση έχει σαφώς μια τάση και μια εποχικότητα. Επομένως, η ομάδα αρχικά αναμένει το μοντέλο του Winter's να παραγάγει την καλύτερη πρόβλεψη. Έτσι, αποφασίζουν να εξετάσουν αυτήν την υπόθεση, χρησιμοποιώντας κάθε μια από τις μεθόδους πρόβλεψης, για να προσδιορίσουν την πρόβλεψη.

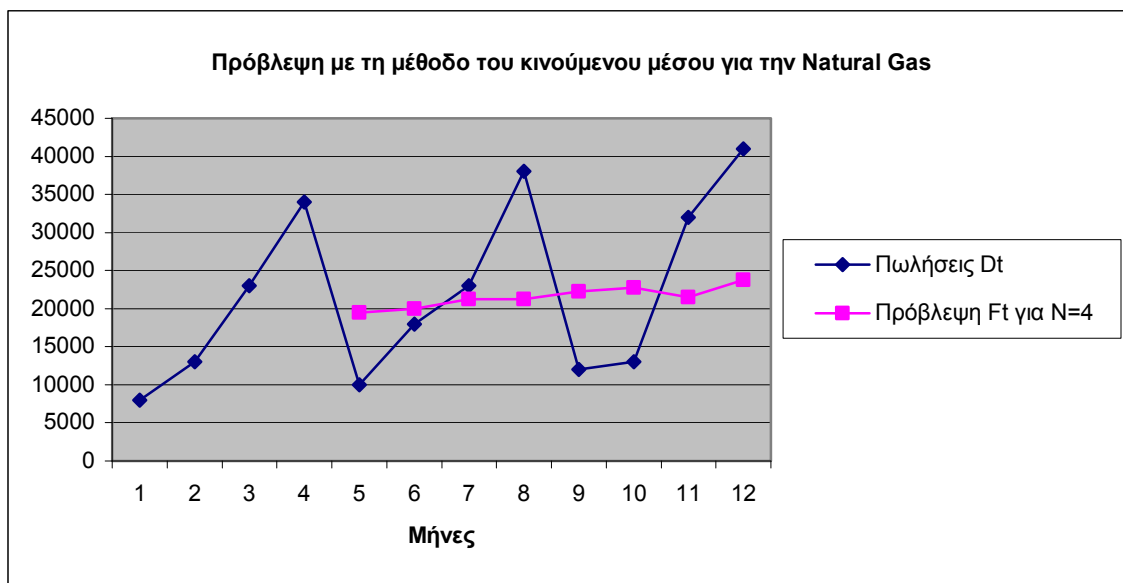
### **Κινούμενος Μέσος (Moving average)**

Η ομάδα πρόβλεψης αρχικά αποφασίζει να εξετάσει την μέθοδο του κινούμενου μέσου με τέσσερις περιόδους για την πρόβλεψη της ζήτησης. Όλοι οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στο σχήμα 4.5 όπως και είναι η μέθοδος του κινούμενου μέσου που συζητήσαμε νωρίτερα.

**Σχήμα 2.8**  
*Η πρόβλεψη της Natural Gas με την χρήση του κινούμενου μέσου*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Period t	Demand Dt	Level Lt	Forecast Ft	Error Et	Absolute Error	Mean Squared Error MSEt	MADt	% Error	MAPEt	TSt	
2	1	8.000										
3	2	13.000										
4	3	23.000										
5	4	34.000	19.500									
6	5	10.000	20.000	19.500	9.500	9.500	90.250.000	9.500	95	95	1	
7	6	18.000	21.250	20.000	2.000	2.000	47.125.000	5.750	11	53	2	
8	7	23.000	21.250	21.250	-1.750	1.750	32.437.500	4.417	8	38	2,21	
9	8	38.000	22.250	21.250	-16.750	16.750	94.468.750	7.500	44	39	-0,93	
10	9	12.000	22.750	22.250	10.250	10.250	96.587.500	8.050	85	49	0,4	
11	10	13.000	21.500	22.750	9.750	9.750	96.333.333	8.333	75	53	1,56	
12	11	32.000	23.750	21.500	-10.500	10.500	98.321.429	8.643	33	50	0,29	
13	12	41.000	23.750	23.750	-17.250	17.250	123.226.563	9.719	42	49	-1,52	
14												
15												
16												
17												

**Σχήμα 2.9**



Η ομάδα χρησιμοποιεί τις εξισώσεις  $[L_t = (D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-N+1}) / N]$ <sup>67</sup> για να υπολογίσει το επίπεδο (level) και την εξίσωση  $[F_{t+1} = L_t$  και  $F_{t+n} = L_t]$ <sup>68</sup> για να υπολογίσει την πρόβλεψη της ζήτησης (forecast).

<sup>67</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>68</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

Οι τύποι των κελιών για την 6<sup>η</sup> σειρά (περίοδος 5) παρουσιάζεται στον πίνακα 2.8. Όλοι οι άλλοι τύποι των κελιών λαμβάνονται ομοίως στο Excel.

**Πίνακας 2.7**  
Τύποι για το σχήμα 2.8, κινούμενος μέσος

Cell	Quantity	Spreadsheet Formula	Actual Formula
C6	Level	Average (B3:B6)	$(D_2+D_3+D_4+D_5)/4$
D6	Forecast	C5	$L_4$
E6	Error	D6-B6	$F_5-D_5$
F6	Absolute error	Abs(E6)	$ E_5 $
G6	MSE	Sumsq(\$E\$6:E6)/(A6-4)	$\frac{1}{1} \sum_{t=5}^5 E_t^2$
H6	MAD	Sum(\$F\$6:F6)/(A6-4)	$\frac{1}{1} \sum_{t=5}^5 A_t$
I6	Percent error	100*(F6/B6)	$100 \times  E_5 /D_5$
J6	MAPE	Average(\$I\$6:I6)	$\frac{1}{1} \sum_{t=5}^5 \frac{ E_t }{D_t} 100$
K6	TS	Sum(\$E\$6:E6)/H6	$\frac{\sum_{t=5}^5 E_t}{MAD_5}$

Όπως υποδεικνύεται από τη στήλη K του σχήματος 2.7, το σήμα ανίχνευσης (Tracking signal) (TS) είναι μέσα στα όρια  $\pm 6$ , οπότε αυτό δείχνει, ότι η πρόβλεψη με την χρησιμοποίηση του κινούμενου μέσου όρου των τεσσάρων περιόδων δεν περιέχει καμία σημαντική στατιστική απόκλιση. Εάν το **Tracking signal** (σήμα ανίχνευσης) είναι εκτός του ορίων  $\pm 6$ , τότε αυτό είναι μια ένδειξη ότι υπάρχει σημαντική στατιστική απόκλιση στη πρόβλεψη, συγκεκριμένα, όταν το Tracking signal είναι κάτω από  $-6$  έχουμε υπερβολικά απαισιόδοξη πρόβλεψη, ενώ όταν είναι πάνω από  $+6$  έχουμε υπερβολικά αισιόδοξη πρόβλεψη. Το Tracking signal υπολογίζεται αν διαιρέσουμε το bias (τον μέσο όρο των σφαλμάτων πρόβλεψης) με το MAD (μέση απόλυτη απόκλιση). Εντούτοις, έχουμε μια αρκετά μεγάλη μέση απόλυτη απόκλιση (mean absolute deviation)  $MAD = 9.719$  και μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (mean absolute percentage error)  $MAPE = 49$  τοις εκατό στην 12<sup>η</sup> περίοδο. Από το σχήμα 4.5, παρατηρούμε τα εξής:

$$L_{12} = 24.500$$

Κατά συνέπεια χρησιμοποιώντας έναν κινούμενο μέσο όρο τεσσάρων περιόδων, η

πρόβλεψη της ζήτησης για τις περιόδους 13 μέχρι 16 [χρησιμοποιώντας την εξίσωση ( $F_{t+1} = L_t$  και  $F_{t+n} = L_t$ )<sup>69</sup>] είναι ως εξής:

$$F_{13} = F_{14} = F_{15} = F_{16} = L_{12} = 24.500$$

Δεδομένου ότι το MAD είναι 9.719, η εκτίμηση της τυπικής απόκλισης του σφάλματος πρόβλεψης, χρησιμοποιώντας έναν κινούμενο μέσο όρο τεσσάρων περιόδων, είναι  $1.25 \times 9.719 = 12.148$ . Σε αυτήν την περίπτωση, η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης είναι αρκετά μεγάλη, σχετικά με το μέγεθος της πρόβλεψης.

### Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)

Κατόπιν, η ομάδα πρόβλεψης χρησιμοποιεί την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης θέτοντας  $\alpha = 0.1$  για να προβλέψει την ζήτηση. Αυτή η μέθοδος εξετάζεται επίσης τα ιστορικά δεδομένα των 12 περιόδων της επιχείρησης. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση,<sup>70</sup>

$$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

η ομάδα υπολογίζει το αρχικό επίπεδο για την περίοδο 0, έτσι ώστε να είναι η μέση ζήτηση των περιόδων 1 έως 12. Το επίπεδο (level) για την αρχική περίοδο είναι ο μέσος όρος των καταχωρήσεων της ζήτησης στα κελιά B3 έως B14 του σχήμα 4.6 και οδηγεί στα εξής αποτελέσματα:

$$L_0 = 22.083$$

Έπειτα, η ομάδα πρόβλεψης χρησιμοποιεί την εξίσωση (4.12)<sup>71</sup> [ $F_{t+1} = L_0$  και  $F_{t+n} = L_t$ ] για να προβλέψει την ζήτηση για την επακόλουθη περίοδο. Ο υπολογισμός των επιπέδων (level) πραγματοποιείται κάθε περίοδο χρησιμοποιώντας την εξίσωση (4.13)<sup>72</sup> [ $L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha) L_t$ ]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 2.8.

<sup>69</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>70</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>71</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>72</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

## Σχήμα 2.10

Η πρόβλεψη της Natural Gas με την χρήση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Period t	Demand Dt	Level Lt	Forecast Ft	Error Et	Absolute Error	Mean Squared Error MSEt	MADt	% Error	MAPEt	TSt	
2	0		22.083									
3	1	8.000	20.675	22.083	14.083	14.083	198.340.278	14.083	176	176	1	
4	2	13.000	19.908	20.675	7.675	7.675	128.622.951	10.879	59	118	2	
5	3	23.000	20.217	19.908	-3.093	3.093	88.936.486	8.284	13	83	2,25	
6	4	34.000	21.595	20.217	-13.783	13.783	114.196.860	9.659	41	72	0,51	
7	5	10.000	20.436	21.595	11.595	11.595	118.246.641	10.046	116	81	1,64	
8	6	18.000	20.192	20.436	2.436	2.436	99.527.532	8.777	14	70	2,15	
9	7	23.000	20.473	20.192	-2.808	2.808	86.435.714	7.925	12	62	2,03	
10	8	38.000	22.226	20.473	-17.527	17.527	114.031.550	9.125	46	60	-0,16	
11	9	12.000	21.203	22.226	10.226	10.226	112.979.315	9.247	85	62	0,95	
12	10	13.000	20.383	21.203	8.203	8.203	108.410.265	9.143	63	63	1,86	
13	11	32.000	21.544	20.383	-11.617	11.617	110.824.074	9.368	36	60	0,58	
14	12	41.000	23.490	21.544	-19.456	19.456	133.132.065	10.208	47	59	-1,38	
15												
16	alpha	0.1										
17												

Οι τύποι των κελιών για την 3<sup>η</sup> σειρά (περίοδος 1) παρουσιάζεται στον πίνακα 2.9. Όλοι οι άλλοι τύποι των κελιών λαμβάνονται ομοίως στο Excel.

### Πίνακας 2.8

Τύποι για το σχήμα 2.10, απλής εκθετικής εξομάλυνσης

Cell	Quantity	Spreadsheet Formula	Actual Formula
C3	Level	$0.1*B3+(1-0.1)*C2$	$\alpha D_1+(1-\alpha)L_0$
D3	Forecast	C2	$L_0$
E3	Error	D3-B3	$F_1-D_1$
F3	Absolute error	Abs(E3)	$ E_1 $
G3	MSE	Sumsq(\$E\$3:E3)/A3	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 E_t^2$
H3	MAD	Sum(\$F\$3:F3)/A3	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 A_t$
I3	Percent error	100*(F3/B3)	$100 \times  E_t  / D_t$
J3	MAPE	Average(\$I\$3:I3)	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{ E_t }{D_t} 100$
K3	TS	Sum(\$E\$3:E3)/H3	$\frac{\sum_{t=1}^1 E_t}{MAD_t}$

Όπως υποδεικνύεται από το Tracking signal που κυμαίνεται από -1.38 έως 2.25, η πρόβλεψη της ζήτησης με την χρησιμοποίηση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, θέτοντας  $\alpha = 0.1$  δεν δίνει υπεραισιοδοξία ή απαισιόδοξα αποτελέσματα. Εντούτοις, έχει μια αρκετά μεγάλη, μέση απόλυτη απόκλιση,  $MAD = 10.208$  και μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα,  $MAPE = 59$  τοις εκατό. Από το σχήμα 4.6, παρατηρήστε τα εξής:

$$L_{12} = 23.490$$

έτσι η πρόβλεψη για τα επόμενα τέσσερα τρίμηνα (χρησιμοποιούν την εξίσωση 4.12) είναι ως εξής:

$$F_{13} = F_{14} = F_{15} = F_{16} = L_{12} = 23.490$$

Σε αυτήν την περίπτωση, το  $MAD_{12}$  είναι 10.208 και το  $MAPE_{12}$  είναι 59 τοις εκατό. Κατά συνέπεια, η εκτίμηση της τυπικής απόκλισης του σφάλματος πρόβλεψης που χρησιμοποιεί η απλή εκθετική εξομάλυνση είναι  $1.25 \times 10.208 = 12.760$ . Σε αυτήν την περίπτωση, η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης είναι αρκετά μεγάλη σχετικά με το μέγεθος της πρόβλεψης.

### **Εκθετικής Εξομάλυνσης με Γραμμική Τάση (Holt's Model) [Trend-Corrected Exponential Smoothing]**

Έπειτα, η ομάδα ερευνά τη χρήση της μεθόδου του Holt. Σε αυτήν την περίπτωση το μόνιμο (βασικό) στοιχείο (συστατικό) της ζήτησης (systematic component of demand) είναι το ακόλουθο:

$$\text{Systematic Component of Demand} = \text{επίπεδο (level)} + \text{τάση (trend)}$$

Αρχικά, υπολογίζουν το επίπεδο για την περίοδο 0 και την αρχική τάση. Αυτή η εκτίμηση λαμβάνεται με το «τρέξιμο» μιας γραμμικής παλινδρόμηση μεταξύ της ζήτησης  $D_t$  και της χρονικής περιόδου  $t$  (δείτε παράδειγμα παραρτήματος). Από την παλινδρόμηση των διαθέσιμων στοιχείων, η ομάδα λαμβάνει τα εξής:

$$L_0 = 12.015 \text{ και } T_0 = 1.549$$



Τώρα η ομάδα πρόβλεψης εφαρμόζει το μοντέλο Holt, θέτοντας  $\alpha = 0.1$  και  $\beta = 0.2$  για να λάβει τις προβλέψεις για κάθε μια από τις 12 περιόδους, για τις οποίες τα στοιχεία της ζήτησης είναι διαθέσιμα. Κάνουν την πρόβλεψη χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>73</sup>  $[F_{t+1} = L_t + T_t$  και  $F_{t+n} = L_t + nT_t]$ , ενημερώνουν τα επίπεδα (level) χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>74</sup>  $[L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t)]$  και ενημερώνουν την τάση (trend) χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>75</sup>  $[T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t]$ . Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 2.9.

**Σχήμα 2.11**  
Εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Period t	Demand Dt	Level Lt	Trend Tt	Forecast Ft	Error Et	Absolute Error	Mean Squared Error MSET	MADt	% Error	MAPEt	TSt
2	0		12.015	1.549								
3	1	8.000	13.008	1.438	13.564	5.564	5.564	30.958.096	5.564	70	70	1
4	2	13.000	14.301	1.409	14.445	1.445	1.445	16.523.523	3.505	11	40	2
5	3	23.000	16.439	1.555	15.710	-7.290	7.290	28.732.318	4.767	32	37	-0,06
6	4	34.000	19.594	1.875	17.993	-16.007	16.007	85.603.146	7.577	47	40	-2,15
7	5	10.000	20.322	1.645	21.469	11.469	11.469	94.788.701	8.355	115	55	-0,58
8	6	18.000	21.570	1.566	21.967	3.967	3.967	81.613.705	7.624	22	49	-0,11
9	7	23.000	23.123	1.563	23.137	137	137	69.957.267	6.554	1	42	-0,11
10	8	38.000	26.018	1.830	24.686	-13.314	13.314	83.369.836	7.399	35	41	-1,9
11	9	12.000	26.262	1.513	27.847	15.847	15.847	102.010.079	8.338	132	52	0,22
12	10	13.000	26.298	1.217	27.775	14.775	14.775	113.639.348	8.981	114	58	1,85
13	11	32.000	27.963	1.307	27.515	-4.485	4.485	105.137.395	8.573	14	54	1,41
14	12	41.000	30.443	1.541	29.270	-11.730	11.730	107.841.864	8.836	29	52	0,04
15												
16	Alpha	0.1										
17	Beta	0.2										

Οι τύποι των κελιών της 3<sup>ης</sup> σειράς (περίοδος 1) παρουσιάζεται στον πίνακα 2.10. Όλοι οι άλλοι τύποι των κελιών λαμβάνονται ομοίως στο Excel.

<sup>73</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>74</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>75</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

**Πίνακας 2.9**  
*Τύποι για σχήμα 2.11, μοντέλο Holt's*

Cell	Quantity	Spreadsheet Formula	Actual Formula
C3	Level	$0.1*B3+(1-0.1)*(C2+D2)$	$\alpha D_1+(1-\alpha)(L_0+T_0)$
D3	Trend	$0.2*(C3-C2)+(1-0.2)*D2$	$B(L_1-L_0)+(1-\beta)T_0$
E3	Forecast	C2+D2	$L_0+T_0$
F3	Error	E3-B3	$F_1-D_1$
G3	Absolute error	Abs(F3)	$ E_1 $
H3	MSE	Sumsq(\$F\$3:F3)/A3	$\frac{1}{1} \sum_{t=1} E_t^2$
I3	MAD	Sum(\$G\$3:G3)/A3	$\frac{1}{1} \sum_{t=1} A_t$
J3	Percent error	100*(G3/B3)	$100 \times  E_1  / D_1$
K3	MAPE	Average(\$J\$3:J3)	$\frac{1}{1} \sum_{t=1} \frac{ E_t }{D_t} 100$
L3	TS	Sum(\$F\$3:F3)/I3	$\frac{\sum_{t=1} E_t}{MAD_t}$

Όπως υποδεικνύεται από το Tracking signal που κυμαίνεται από -1.90 έως 2.00, η εκθετική εξομάλυνση με γραμμική τάση θέτοντας  $\alpha = 0.1$  και  $\beta = 0.2$  δεν φαίνονται να δίνει σημαντικά αισιόδοξες ή απαισιόδοξες προβλέψεις. Εντούτοις, η πρόβλεψη της ζήτησης έχει μια αρκετά μεγάλη μέση απόλυτη απόκλιση, MAD 8.836 και μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα, MAPE 52 τοις εκατό. Από το σχήμα 4.7 παρατηρούν τα εξής:

$$L_{12} = 30.443 \text{ και } T_{12} = 1.541$$

Κατά συνέπεια, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Holt (εξίσωση 4.14), η πρόβλεψη της ζήτησης για τις επόμενες τέσσερις περιόδους είναι η ακόλουθη<sup>76</sup>:

$$F_{13} = L_{12} + T_{12} = 30.443 + 1.541 = 31.984$$

$$F_{14} = L_{13} + 2T_{13} = 30.443 + 2 \times 1.541 = 33.525$$

$$F_{15} = L_{13} + 3T_{13} = 30.443 + 3 \times 1.541 = 35.066$$

$$F_{16} = L_{13} + 4T_{13} = 30.443 + 4 \times 1.541 = 36.607$$

<sup>76</sup> Λόγω στρογγυλοποίησης των υπολογισμών που γίνονται μπορεί να παρουσιαστούν διαφορετικά αποτελέσματα.

Σε αυτήν την περίπτωση, η μέση απόλυτη απόκλιση,  $MAD = 8.836$ . Κατά συνέπεια η εκτίμηση της τυπικής απόκλισης του σφάλματος πρόβλεψης που χρησιμοποιεί το μοντέλο Holt θέτοντας  $\alpha = 0.1$  και  $\beta = 0.2$  είναι  $1,25 \times 8.836 = 11,045$ . Σε αυτήν την περίπτωση, η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης σχετικά με το μέγεθος της πρόβλεψης είναι μικρότερη από ήταν με τις προηγούμενες δύο μεθόδους. Εντούτοις, είναι ακόμα αρκετά μεγάλη.

### **Εκθετική Εξομάλυνση με Τάση και Εποχικότητα (Winter's Model) [Trend-and Seasonality-Corrected Exponential Smoothing]**

Τέλος η ομάδα πρόβλεψης χρησιμοποιεί τη μέθοδο Winter's για να πραγματοποιήσει την πρόβλεψη. Το μοντέλο του Winter's υποθέτει ότι το μόνιμο (βασικό) στοιχείο (συστατικό) της ζήτησης (systematic component of demand) είναι το ακόλουθο:

$$\text{Systematic Component of Demand} = (\text{επίπεδο} + \text{τάση}) \text{ επί εποχιακό παράγοντα}$$

Η ομάδα πρόβλεψης εφαρμόζει τη μεθοδολογία όπως συζητήσαμε νωρίτερα. Σαν πρώτο βήμα, πρέπει να υπολογίσει το επίπεδο και η τάση για την περίοδο 0, καθώς και ο εποχιακός παράγοντες για την 1<sup>η</sup> περίοδο μέσω του  $p = 4$ . Αυτή η εκτίμηση γίνεται πρώτα με τον υπολογισμό της μέσης ζήτησης και έπειτα με τον υπολογισμό του αρχικού επιπέδου της τάσης, με το «τρέξιμο» της οπισθοδρόμησης μεταξύ της ζήτησης και του χρόνου. Έπειτα, αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για να υπολογιστούν οι εποχιακοί παράγοντες. Για τα δεδομένα της ζήτησης του σχήματος 2.10, όπως συζητήσαμε στο παράδειγμα 2.2, η ομάδα πρόβλεψης λαμβάνει τα εξής:

$$L_0 = 18.439, \quad T_0 = 524, \quad S_1 = 0.47, \quad S_2 = 0.68, \quad S_3 = 1.17, \quad S_4 = 1.67$$

## Σχήμα 2.12

### *Deseasonalized ζήτηση για την Natural Gas*

	A	B	C	D	E
1	<b>Period t</b>	<b>Demand Dt</b>	<b>Deseasonalized Demand</b>		
2	1	8.000			
3	2	13.000			
4	3	23.000	19.750		
5	4	34.000	20.625		
6	5	10.000	21.250		
7	6	18.000	21.750		
8	7	23.000	22.500		
9	8	38.000	22.125		
10	9	12.000	22.625		
11	10	13.000	24.125		
12	11	32.000			
13	12	41.000			
14					
15					
16					

Έπειτα εφαρμόζουν το μοντέλο Winter's θέτοντας  $\alpha = 0.05$ ,  $\beta = 0.1$ ,  $\gamma = 0.1$  για να πάρουν τις προβλέψεις της ζήτησης. Όλοι οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στο σχήμα 4.8. Η ομάδα κάνει τις προβλέψεις χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>77</sup> [ $F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1}$  και  $F_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n}$ ], ενημερώνουν το επίπεδο χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>78</sup> [ $L_{t+1} = \alpha (D_{t+1} / S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$ ], ενημερώνουν την τάση χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>79</sup> [ $T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t$ ] και ενημερώνουν τους εποχιακούς παράγοντες χρησιμοποιώντας την εξίσωση<sup>80</sup> [ $S_{t+p+1} = \gamma (D_{t+1} / L_{t+1}) + (1 - \gamma) S_{t+1}$ ].

Οι τύποι των κελιών της 3<sup>ης</sup> σειράς (περίοδος 1) παρουσιάζεται στον πίνακα 2.11. Η αναπροσαρμογή του εποχιακού παράγοντα εμφανίζεται στην 5<sup>η</sup> περίοδο ή την 7<sup>η</sup> σειρά. Όλοι οι άλλοι τύποι των κελιών λαμβάνονται ομοίως στο Excel.

Σε αυτήν την περίπτωση η μέση απόλυτη απόκλιση,  $MAD = 1.469$  και μέσο απόλυτο ποσοστό σφάλματος  $MAPE = 8$  τοις εκατό, είναι σημαντικά χαμηλότερα απ' ό,τι με οποιοσδήποτε από τις άλλες μεθόδους. Από το σχήμα 2.11 παρατηρούν τα εξής:

$$L_{12} = 24.791, T_{12} = 532, S_{13} = 0.47, S_{14} = 0.68, S_{15} = 1.17, S_{16} = 1.67$$

<sup>77</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>78</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

<sup>79</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

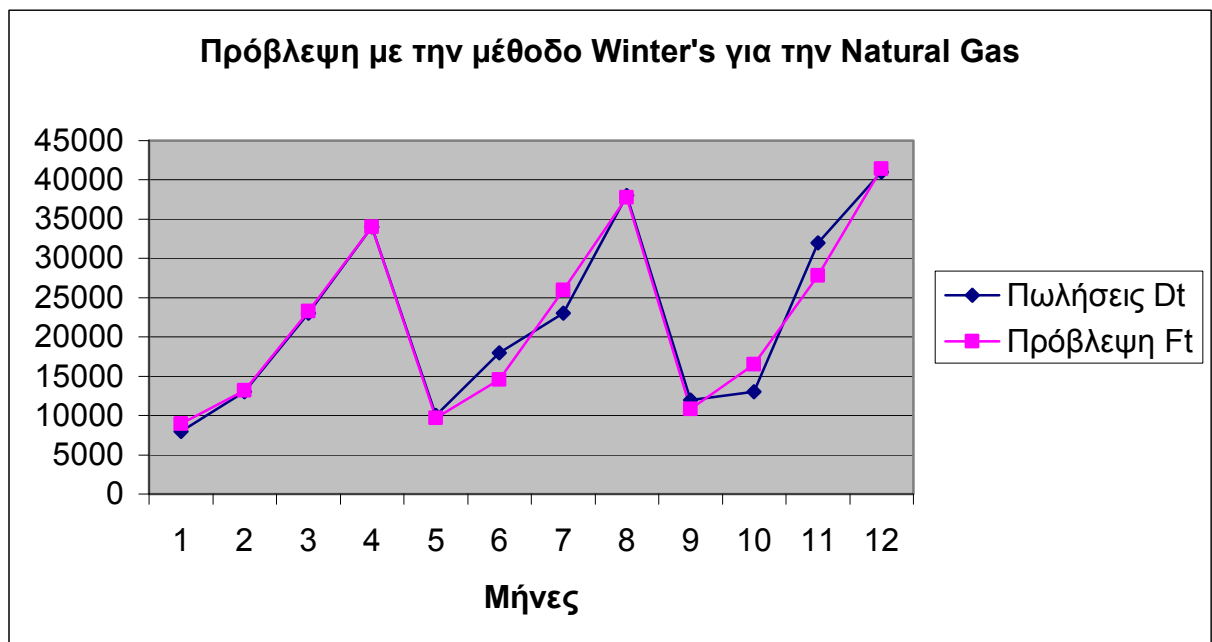
<sup>80</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 82-88

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο Winter's, (εξίσωση 4.17), η πρόβλεψη της ζήτησης για τις επόμενες τέσσερις περιόδους είναι η ακόλουθη:

**Σχήμα 2.13**  
Εκθετική εξομάλυνση με τάση και εποχικότητα

1	Period t	Demand Dt	Level Lt	Trend Tt	Seasonal Factor St	Forecast Ft	Error Et	Absolute Error	Mean Squared Error MSEt	MADt	% Error	MAPEt	TSt
2	0		18.439	524									
3	1	8.000	18.866	514	0.47	8.913	913	913	832.857	913	11	11	1
4	2	13.000	19.367	513	0.68	13.179	179	179	432.367	546	1	6	2
5	3	23.000	19.869	512	1.17	23.260	260	260	310.720	450	1	5	3
6	4	34.000	20.380	512	1.67	34.036	36	36	233.364	347	0	4	4
7	5	10.000	20.921	515	0.47	9.723	-277	277	202.036	333	3	3	3,34
8	6	18.000	21.689	540	0.68	14.558	-3.442	3.442	2.143.255	851	19	6	-2,74
9	7	23.000	22.102	527	1.17	25.981	2.981	2.981	3.106.508	1.155	13	7	0,66
10	8	38.000	22.636	528	1.67	37.787	-213	213	2.723.856	1.037	1	6	0,42
11	9	12.000	23.291	541	0.47	10.810	-1.190	1.190	2.578.653	1.054	10	7	-0,72
12	10	13.000	23.577	515	0.69	16.544	3.544	3.544	3.576.894	1.303	27	9	2,14
13	11	32.000	24.271	533	1.16	27.849	-4.151	4.151	4.818.258	1.562	13	9	-0,87
14	12	41.000	24.791	532	1.67	41.442	442	442	4.432.987	1.469	1	8	-0,63
15	13				0.47	11.940							
16	14				0.68	17.579							
17	15				1.17	30.930							
18	16				1.67	44.928							
19													
20	Alpha	0.05											
21	Beta	0.1											
22	Gamma	0.1											
23													

**Σχήμα 2.14**



**Πίνακας 2.10**  
*Τύποι για το σχήμα 2.13, μοντέλο Winter's*

Cell	Quantity	Spreadsheet Formula	Actual Formula
C3	Level	$0.05*(B3/E3)+(1-0.05)*(C2=D2)$	$\alpha(D_1/S_1)+(1-\alpha)(L_0+T_0)$
D3	Trend	$0.1*(C3-C2)+(1-0.1)*D2$	$\beta(L_1-L_0)+(1-\beta)T_0$
E7	Seasonal factor	$0.1*(B3/C3)+(1-0.1)*E3$	$\gamma(D_1/L_1)+(1-\gamma)S_1$
F3	Forecast	$(C2+D2)*E3$	$(L_0+T_0)S_1$
G3	Error	$F3-B3$	$F_1-D_1$
H3	Absolute error	$Abs(G3)$	$ E_1 $
I3	MSE	$Sumsq(\$G\$3:G3)/A3$	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 E_t^2$
J3	MAD	$Sum(\$H\$3:H3)/A3$	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 A_t$
K3	Percent error	$100*(H3/B3)$	$100 \times  E_1  / D_1$
L3	MAPE	$Average(\$K\$3:K3)$	$\frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{ E_t }{D_t} 100$
M3	TS	$Sum(\$G\$3:G3)/J3$	$\frac{\sum_{t=1}^1 E_t}{MAD_t}$

$$F_{13} = (L_{12} + T_{12}) S_{13} = (24.791 + 532) \times 0.47 = 11.902$$

$$F_{14} = (L_{13} + 2T_{13}) S_{14} = (24.791 + 2 \times 532) \times 0.68 = 17.581$$

$$F_{15} = (L_{13} + 3T_{13}) S_{15} = (24.791 + 3 \times 532) \times 1.17 = 30.873$$

$$F_{16} = (L_{13} + 4T_{13}) S_{16} = (24.791 + 4 \times 532) \times 1.67 = 44.954$$

Σε αυτήν την περίπτωση, η μέση απόλυτη απόκλιση,  $MAD = 1.469$ . Κατά συνέπεια η εκτίμηση της τυπικής απόκλισης του σφάλματος πρόβλεψης που χρησιμοποιεί η μέθοδος Winter's θεωρώντας  $\alpha = 0.05$ ,  $\beta = 0.1$  και  $\gamma = 0.1$  είναι  $1,25 \times 1.469 = 1.836$ .

Σε αυτήν την περίπτωση, η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης σχετικά με την πρόβλεψη της ζήτησης είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι στις άλλες μεθόδους.

Η ομάδα συντάσσει τα αποτελέσματα του σφάλματος πρόβλεψης για τις τέσσερις μεθόδους που ακολούθησε, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.12.

**Πίνακας 2.11**  
*Προσδιορισμός λαθών για την Natural Gas*

<b>Μέθοδος πρόβλεψης</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE (%)</b>	<b>TS Range</b>
Κινούμενου μέσου	9.719	49	-1.52 έως 2.21
Απλή εκθετική εξομάλυνση	10.208	59	-1.38 έως 2.25
Μοντέλο Holt's	8.836	52	-1.90 έως 2.00
Μοντέλο Winter's	1.469	8	-2.74 έως 4.00

Με βάση τις πληροφορίες του σφάλματος πρόβλεψης στον πίνακα 2.12, η ομάδα πρόβλεψης της ζήτησης αποφάσισε να χρησιμοποιήσει το μοντέλο Winter's. Δεν προκαλεί έκπληξη ότι το μοντέλο Winter's οδηγεί στην ακριβέστερη πρόβλεψη επειδή τα δεδομένα της ζήτησης έχουν μια αυξητική τάση και εποχικότητα. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο Winter's, η ομάδα πρόβλεψης μπορεί να προβλέψει την ακόλουθη ζήτηση για τα επόμενα τέσσερα τρίμηνα:

Δεύτερο τρίμηνο, 2001: 11.902

Τρίτο τρίμηνο, 2001: 17.581

Τέταρτο τρίμηνο, 2001: 30.873

Πρώτο τρίμηνο, 2002: 44.954

Η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης είναι 1,836.

## **2.7 Αιτιακές μέθοδοι προβλέψεων**

### **2.7.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και οικονομετρικές μέθοδοι**

Όπως αναφέρθηκε, η δεύτερη γενική κατηγορία μεθόδων πρόβλεψης περιλαμβάνει τις αιτιακές μεθόδους, όπου η προς πρόβλεψη τιμή της μεταβλητής θεωρείται ότι είναι συνάρτηση των τιμών ενός ή περισσότερων παραγόντων, από τους οποίους εξαρτάται η μεταβλητή. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας συνάρτησης είναι η συνάρτηση που συσχετίζει τις πωλήσεις των προϊόντων μιας επιχείρησης με το σύνολο των παραγόντων που εμφανίζονται στη σχέση:

Πωλήσεις = f (διαθέσιμο ατομικό εισόδημα, τιμή πώλησης, διαφήμιση της επιχείρησης, διαφήμιση του κλάδου, δαπάνες πωλήσεων, επενδύσεις, δαπάνες ανάπτυξης προϊόντος,

λοιποί παράγοντες), όπου οι ανεξάρτητοι παράγοντες θεωρείται ότι δεν εμφανίζουν άμεσες ή έμμεσες σχέσεις εξάρτησης μεταξύ τους.

Όταν υπάρχει μια τέτοια σχέση, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης, οι οποίες αποσκοπούν στο να προσδιοριστεί με όσο γίνεται μεγαλύτερη ακρίβεια αυτή η σχέση. Τα σχετικά μοντέλα ερμηνεύουν το είδος της σχέσης που συνδέει τις τιμές, μιας εξαρτημένης μεταβλητής με τις τιμές ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών. Παράλληλα επιτρέπουν να μελετηθεί η «συμπεριφορά» της εξαρτημένης μεταβλητής για διάφορους συνδυασμούς των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών και να γίνει πρόβλεψη της τιμής της για την επόμενη περίοδο, όταν είναι διαθέσιμες προβλέψεις για τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών για την ίδια περίοδο. Έτσι, οι αιτιακές μέθοδοι, όπως άλλωστε και όλες οι μέθοδοι προβλέψεων, μπορούν να γίνουν χρήσιμα εργαλεία στη λήψη αποφάσεων.

Δύο τύποι αιτιακών μοντέλων, η ανάλυση συσχέτισης ή παλινδρόμησης και οι οικονομετρικές μέθοδοι, χρησιμοποιούνται συχνά στην πράξη. Στην ανάλυση συσχέτισης χρησιμοποιείται μια εξίσωση συσχέτισης ή παλινδρόμησης που εκφράζει την εξαρτημένη μεταβλητή ως συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στόχος της ανάλυσης παλινδρόμησης είναι να αναγνωριστούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη και να δειχθεί η σχέση μεταξύ τους. Αν η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι μία, η σχέση μεταξύ των δύο βρίσκεται χρησιμοποιώντας την ανάλυση απλής παλινδρόμησης, ενώ όταν είναι περισσότερες χρησιμοποιείται η πολλαπλή παλινδρόμηση. Το παραπάνω παράδειγμα (σχέση πωλήσεων με ένα σύνολο ανεξάρτητων παραγόντων) είναι ένα παράδειγμα όπου έχει εφαρμογή η πολλαπλή παλινδρόμηση.

Οι οικονομετρικές μέθοδοι προβλέψεων αποτελούν μια επέκταση της ανάλυσης παλινδρόμησης και περιλαμβάνουν ένα σύστημα εξισώσεων παλινδρόμησης. Για παράδειγμα, το σύστημα των εξισώσεων:

Πωλήσεις =  $f_1$  (ΑΕΠ, τιμή πωλήσεων, διαφήμιση)

Κόστος παραγωγής =  $f_2$  (επίπεδα παραγωγής και αποθεμάτων)

Έξοδα πωλήσεων =  $f_3$  (διαφήμιση, άλλα έξοδα πωλήσεων)

Τιμή πωλήσεων =  $f_4$  (κόστος και έξοδα πωλήσεων)

μπορεί να είναι ένα οικονομετρικό μοντέλο που εκφράζει την υπόθεση ότι οι πωλήσεις μιας επιχείρησης είναι συνάρτηση τριών παραγόντων, του ΑΕΠ, της τιμής και της διαφήμισης, πράγμα που δείχνεται στην πρώτη εξίσωση. Αλλά οι παράγοντες αυτοί άμεσα



ή έμμεσα αλληλεξαρτώνται, πράγμα που δείχνεται από τις υπόλοιπες εξισώσεις. Όταν υπάρχει μια τέτοια αλληλεξάρτηση, τότε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ανάλυση παλινδρόμησης αλλά γίνεται χρήση οικονομετρικών μοντέλων, όπου το ζητούμενο είναι να προσδιοριστεί με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το σύστημα των εξισώσεων που εκφράζουν τις σχέσεις εξάρτησης μεταξύ των παραμέτρων.

### 2.7.2 Ανάλυση απλής συσχέτισης

Η ανάλυση απλής συσχέτισης (παλινδρόμησης) βασίζεται στην υπόθεση ότι η προς πρόβλεψη μεταβλητή εξαρτάται από μία ανεξάρτητη μεταβλητή και ότι η σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητές είναι γραμμική<sup>81</sup>, είναι δηλαδή της μορφής

$$Y = \alpha + \beta X.$$

Στη σχέση αυτή  $\alpha$  είναι η τομή της ευθείας, που παριστάνει η εξίσωση, με τον άξονα  $Y$  ( $Y = \alpha$  για  $X = 0$ ) και  $\beta$  είναι συντελεστής που μετράει την κλίση της ευθείας, δηλαδή δείχνει πόσο μεταβάλλεται η τιμή του  $Y$  όταν μεταβάλλεται η τιμή του  $X$  κατά μία μονάδα. Έτσι, η ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ των  $Y$  και  $X$  σημαίνει ότι κάθε αύξηση ή μείωση της τιμής της μεταβλητής  $X$  συνεπάγεται μεταβολή της τιμής της μεταβλητής  $Y$  κατά μία ποσότητα που ισούται με τη μεταβολή της  $X$  επί το συντελεστή  $\beta$ . Αυτό δεν είναι, φυσικά, υποχρεωτικό να συμβαίνει σε κάθε σχέση ανάμεσα σε δύο μεταβλητές και ένα από τα ζητούμενα στην ανάλυση παλινδρόμησης είναι να προσδιοριστεί ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης. Συχνά, πάντως, μια σχέση που δεν είναι γραμμική είναι δυνατό να μπορεί να μελετηθεί με την ανάλυση παλινδρόμησης, με κατάλληλο μετασχηματισμό. Για παράδειγμα, η σχέση

$$Y = \alpha + \frac{\beta}{X}$$

που δεν είναι γραμμική, μπορεί να μετατραπεί στη γραμμική σχέση

$$Y = \alpha + \beta Z$$

αν γίνει η αντικατάσταση  $Z = 1/X$ . Το ίδιο μπορεί να γίνει π.χ. με τη σχέση

$$Y = \alpha + X^\beta$$

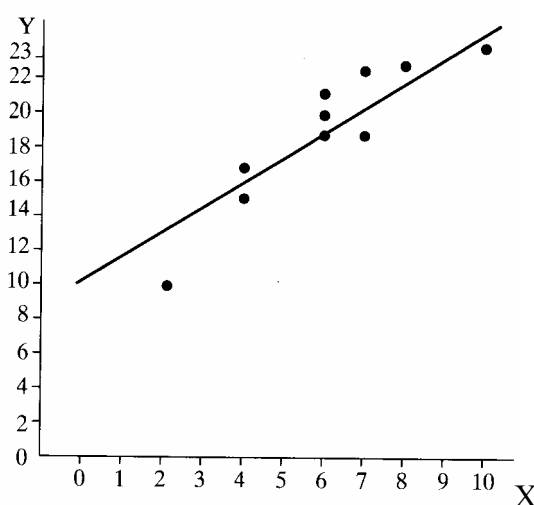
που μπορεί να μετατραπεί στη σχέση

$$\log y = \log \alpha + \beta \log X$$

που συνδέει γραμμικά τις μεταβλητές  $\log Y$  και  $\log X$ .

<sup>81</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 40

Έστω ένα σύνολο ( $n$ ) ζευγών δεδομένων  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$  για τις τιμές των δύο μεταβλητών  $X$  και  $Y$ , που παριστάνεται με αντίστοιχα σημεία στο διάγραμμα του Σχήματος 2.12. Είναι σαφές από το σχήμα ότι τα σημεία αυτά δεν είναι σημεία μιας ευθείας θα μπορούσε, πάντως, να προσδιοριστεί μια ευθεία, που θα εξέφραζε μια γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, σε σχέση με την οποία οι αποκλίσεις των σημείων θα ήταν ελάχιστες. Η ευθεία αυτή θα εξέφραζε ένα «ιδανικό», θεωρητικό πρότυπο, ενώ οι αποκλίσεις των σημείων από την ευθεία θα εξέφραζαν το αποτέλεσμα της δράσης τυχαίων παραγόντων, που επιφέρουν αποκλίσεις από το πρότυπο. Κάθε ζεύγος δεδομένων  $(X_i, Y_i)$  θα αντιστοιχούσε σε ένα σημείο  $(X_i, Y_i)$  αυτής της ευθείας.



Σχήμα 2.15 Συσχέτιση μεταβλητών  $X$  και  $Y$

Η εύρεση αυτής της ευθείας μπορεί να γίνει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Αυτή η μέθοδος ελαχιστοποιεί το άθροισμα  $W$  των τετραγώνων των καθέτων αποκλίσεων  $e_i^2$  των πραγματικών τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  από την ευθεία

$$\underline{Y} = \alpha + \beta \underline{X},$$

δηλαδή το άθροισμα

$$W = \sum e_i^2 = \sum (Y_i - \underline{Y}_i)^2 = \sum \{Y_i - (\alpha + \beta \underline{X}_i)\}^2$$

όπου  $\Sigma$  είναι το άθροισμα ( $n$ ) όρων.

Μια ιδιότητα της ευθείας που προκύπτει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι ότι το άθροισμα των αποκλίσεων από την ευθεία ισούται με μηδέν, δηλαδή το άθροισμα των θετικών αποκλίσεων ισούται με το άθροισμα των αρνητικών αποκλίσεων<sup>82</sup>.

<sup>82</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 41

Οι τιμές των  $\alpha$  και  $\beta$ , για τις οποίες η τιμή της συνάρτησης  $W$  είναι ελάχιστη, μπορούν να βρεθούν αν μηδενίσουμε τις παραγώγους της συνάρτησης αυτής ως προς  $\alpha$  και  $\beta$  και επιλύσουμε τις δυο εξισώσεις που προκύπτουν. Οι τιμές αυτές είναι:

$$\beta = \frac{\Sigma(XY) - nm_X m_Y}{\Sigma X^2 - nm_X^2} \quad (12)$$

$$\alpha = m_Y - \beta m_X \quad (13)$$

όπου  $m_X = \Sigma X/n$  και  $m_Y = \Sigma Y/n$  είναι οι αριθμητικοί μέσοι των μεταβλητών  $X$  και  $Y$ , αντίστοιχα. Για παράδειγμα, αν έχουμε τα δεδομένα του πίνακα 2.6 για τις τιμές των  $X$  και  $Y$ , τότε προκύπτει

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.12

*Παράδειγμα απλής ανάλυσης συσχέτισης*

Y	X	Y <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	XY
12	4	144	16	48
15	7	225	49	105
17	8	289	64	136
18	11	324	121	198
24	13	576	169	312
86	43	1558	419	799

$$m_X = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{43}{5} = 8,6$$

$$m_Y = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{86}{5} = 17,2$$

$$\beta = \frac{799 - 5 \times 8,6 \times 17,2}{419 - 5 \times 8,6^2} = 1,21$$

$$\alpha = 17,2 - 1,21 \times 8,6 = 6,79$$

και η ευθεία παλινδρόμησης προκύπτει

$$\underline{Y} = 6,79 + 1,21\underline{X}$$

Έτσι η πρόβλεψη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y_0$ , όταν γνωρίζουμε (ή προβλέπουμε) ότι η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής θα είναι ίση με  $X_0$ , θα προκύπτει από την παραπάνω σχέση, αν αντικαθιστούμε το  $X$  με  $X_0$  και υπολογίζουμε την αντίστοιχη τιμή  $Y_0$  του  $Y$ <sup>83</sup>. Για παράδειγμα, αν  $X_0 = 10$ , τότε  $Y_0 = 18,89$ .

Στην πράξη είναι πιθανό η πραγματική τιμή της  $Y$  να αποδειχθεί διαφορετική από την προβλεπόμενη. Η απόκλιση της προβλεπόμενης από την πραγματική τιμή θα είναι τόσο

<sup>83</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 43

μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η διασπορά των σημείων που αντιστοιχούν στα ζεύγη  $(X_i, Y_i)$  σε σχέση με την ευθεία  $Y = a + \beta X$ . Αντίστοιχα, η απόκλιση θα είναι τόσο μικρότερη όσο τα σημεία προσεγγίζουν την ευθεία.

Ένα μέτρο του μεγέθους της διασποράς των σημείων γύρω από την ευθεία, κατά συνέπεια και της αξιοπιστίας της πρόβλεψης που γίνεται με βάση αυτή, μπορεί να βρεθεί χρησιμοποιώντας το τυπικό σφάλμα συσχέτισης  $T\Sigma$  που ορίζεται ως<sup>84</sup>:

$$T\Sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \underline{Y})^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{\Sigma Y^2 - \alpha \Sigma Y - \beta \Sigma XY}{n - 2}}$$

Στο παράδειγμα του Πίνακα 2.6 το τυπικό σφάλμα συσχέτισης είναι  $T\Sigma = 1,557$ . Αν τα σημεία είναι διεσπαρμένα κατά τυχαίο (δηλαδή όχι συστηματικό) τρόπο γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης, τότε κατά προσέγγιση τα 2/3 των σημείων θα βρίσκονται μέσα σε μια ζώνη πλάτους ίσου με  $T\Sigma$  πάνω και άλλο τόσο κάτω από την ευθεία. Έτσι, στο παραπάνω παράδειγμα, η πραγματική τιμή  $Y_0$  θα βρίσκεται, με πιθανότητα 2 στις 3 περιπτώσεις, στο διάστημα μεταξύ  $18,89 - 1,56 = 17,33$  και  $18,89 + 1,56 = 20,45$ .

Η γραμμικότητα της σχέσης, δηλαδή ο βαθμός στον οποίο ισχύει η υπόθεση ότι υπάρχει μια σχέση μεταξύ  $Y$  και  $X$  που είναι γραμμική, μετριέται με το συντελεστή προσδιορισμού που ορίζεται από τη σχέση<sup>85</sup>

$$r^2 = 1 - \frac{\Sigma(Y - \underline{Y})^2}{\Sigma(Y - m_Y)^2} = \frac{\alpha \Sigma Y + \beta \Sigma XY - nm_Y^2}{\Sigma Y^2 - nm_Y^2}$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1 και αποτελεί μέτρο της καταλληλότητας χρήσης της γραμμικής σχέσης που προκύπτει με βάση τα παραπάνω. Δίνει το ποσοστό της συνολικής απόκλισης που εξηγείται από την ευθεία συσχέτισης. Αν η απόκλιση μεταξύ των πραγματικών τιμών του  $Y$  και των αντίστοιχων εκτιμήσεων ήταν 0, τότε θα πρόκυπτε  $r^2 = 1$ . Αν, αντίθετα, ο συντελεστής προσδιορισμού έχει τιμή κοντά στο 0, τότε η ευθεία συσχέτισης  $\underline{Y} = a + \beta \underline{X}$  εξηγεί ελάχιστα τις αποκλίσεις, δηλαδή η ευθεία (και η αντίστοιχη γραμμική σχέση που αυτή εκφράζει) είναι ακατάλληλη για να εξηγήσει τη σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητές<sup>86</sup>.

Στο παράδειγμα του Πίνακα 2.6 προκύπτει  $r^2 = 0,91$ . Αυτό σημαίνει ότι 91% της απόκλισης στις τιμές του  $Y$  εξηγείται από την απόκλιση των τιμών του  $X$ , ενώ μόνο 9%

<sup>84</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 43

<sup>85</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 43

<sup>86</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 44

δεν μπορεί να εξηγηθεί. Εάν το  $r^2$  είναι χαμηλό τότε θα πρέπει να ψάξουμε για άλλη ανεξάρτητη μεταβλητή ή να συμπεριλάβουμε άλλες μεταβλητές στην ανάλυση.

Ένα παρόμοιο με το συντελεστή προσδιορισμού μέτρο αποτελεί ο συντελεστής συσχέτισης  $r$ . Ο συντελεστής αυτός μετράει το βαθμό της σχέσης που υπάρχει μεταξύ των δύο μεταβλητών και ισούται με την τετραγωνική ρίζα του συντελεστή προσδιορισμού (στην περίπτωση της απλής συσχέτισης) με πρόσημο το πρόσημο του συντελεστή  $\beta$ . Οι τιμές του  $r$  κυμαίνονται μεταξύ  $-1$  και  $+1$ . Όσο πιο κοντά βρίσκεται το  $r$  στο  $0$  τόσο μικρότερη είναι η συσχέτιση των δύο μεταβλητών. Για  $r = +1$  (θετική συσχέτιση) ή  $r = -1$  (αρνητική συσχέτιση) λέμε ότι οι μεταβλητές έχουν απόλυτη συσχέτιση. Στην πρώτη περίπτωση, όταν αυξάνεται η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής, αυξάνεται αντίστοιχα η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Το αντίθετο συμβαίνει στη δεύτερη περίπτωση.

Η προσέγγιση της ανάλυσης απλής συσχέτισης μπορεί να επεκταθεί, έτσι ώστε να περιληφθούν στην ανάλυση και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή, με σκοπό να βελτιωθεί η πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η χρήση μιας τέτοιας, πιο σύνθετης προσέγγισης καλείται ανάλυση πολλαπλής συσχέτισης.

## **2.8 Ποιοτικές μέθοδοι**

Αν και οι ποιοτικές μέθοδοι (ή μέθοδοι κρίσης) προβλέψεων «πάσχουν» από σημαντικές αδυναμίες, αποτελούν τις πιο διαδεδομένες μεθόδους πρόβλεψης, που εφαρμόζονται μάλιστα σε ζητήματα στρατηγικής σημασίας, όπως είναι η επιλογή προϊόντος, θέσης εγκατάστασης, τεχνολογίας παραγωγής, δυναμικότητας κλπ<sup>87</sup>. Η χρήση αυτών των μεθόδων είναι αναπόφευκτη, πάντως, όταν δεν υπάρχουν ιστορικά στοιχεία ή όταν τα δεδομένα του παρελθόντος, έστω κι αν υπάρχουν, δεν παρέχουν βάση για την πρόβλεψη μελλοντικών συνθηκών, οπότε οι ποσοτικές μέθοδοι δεν έχουν ισχύ. Οι ποιοτικές μέθοδοι βασίζονται στην υποκειμενική κρίση ανθρώπων, κυρίως έμπειρων ή ειδικών, στην ποιοτική ανάλυση της συμπεριφοράς του καταναλωτή, σε έρευνες αγοράς, και σε αναλογίες ανάμεσα σε παρόμοιες καταστάσεις. Κατά την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων συχνά γίνεται χρήση ποσοτικών δεδομένων, καθώς και στατιστικών μεθόδων επεξεργασίας (π.χ. των απαντήσεων που προκύψαν κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας αγοράς ή μιας δημοσκοπήσης)<sup>88</sup>. Όμως η βάση των μεθόδων είναι ποιοτικές κρίσεις και αναλύσεις.

---

<sup>87</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 44

<sup>88</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 44-47

Μια από τις απλούστερες και πιο διαδεδομένες ποιοτικές μεθόδους πρόβλεψης που εφαρμόζονται για τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων είναι η μέθοδος της «γνώμης του συμβουλίου στελεχών». Αρχή της μεθόδου είναι η πρόβλεψη να βασίζεται σε υποκειμενικές εκτιμήσεις που εκφράζουν κατάλληλα άτομα. Τα άτομα αυτά στην περίπτωση της συγκεκριμένης μεθόδου είναι στελέχη της επιχείρησης, που προέρχονται από όλα τα βασικά τμήματα (παραγωγής, πωλήσεων, μάρκετινγκ, χρηματοοικονομικό κλπ). Τα άτομα αυτά συνέρχονται και αποφασίζουν ομαδικά, με τη βοήθεια ποσοτικών στοιχείων, δεικτών κλπ., για το ποιά είναι η καλύτερη πρόβλεψη. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι οι προβλέψεις ετοιμάζονται γρήγορα και εύκολα, ότι βασίζονται στη γνώμη και στις πληροφορίες στελεχών με διαφορετική ειδικότητα και ρόλο και ότι συχνά είναι η μόνη εφικτή μέθοδος, πράγμα που συμβαίνει όταν δεν διατίθενται στατιστικά δεδομένα ή όταν η πρόβλεψη αφορά φαινόμενα σε ένα περιβάλλον που μεταβάλλεται ταχύτατα. Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το γεγονός ότι η βαρύτητα της γνώμης ενός στελέχους στο τελικό αποτέλεσμα είναι συνάρτηση της θέσης του στελέχους αυτού μέσα στην επιχείρηση και της προσωπικότητας του και όχι των πληροφοριών που διαθέτει ή της ικανότητας του να προβλέπει το μέλλον. Μια παραλλαγή της μεθόδου είναι η περιοδική συγκέντρωση από το γενικό διευθυντή ή άλλο ανώτατο στέλεχος γραπτών εκτιμήσεων των στελεχών της επιχείρησης και η σύνθεση των εκτιμήσεων σε μία τελική αντιπροσωπευτική εκτίμηση.

Παρόμοια, όσον αφορά την αρχή, με την παραπάνω μέθοδο είναι η μέθοδος «Δελφοί», αν και υπάρχουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος εφαρμόζεται για τη διενέργεια τεχνολογικών προβλέψεων, δηλαδή μακροπρόθεσμων κυρίως προβλέψεων που αφορούν την τεχνολογία και το γενικό περιβάλλον, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η επιχειρηματική δράση.

Η μέθοδος «Δελφοί» αναπτύχθηκε από τον Helmer (1966) και άλλους στη Rand Corporation<sup>89</sup>. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μια ομάδα ειδικών κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εξαλείφεται το ενδεχόμενο της κυριαρχίας αυτών με το μεγαλύτερο κύρος, πειθώ και δυναμισμό. Επιδιώκεται, δηλαδή, η εξουδετέρωση των φαινομένων που συνδέονται με την ομαδική συμπεριφορά και αποτελούν κίνδυνο, στον οποίον υπόκειται η μέθοδος της «γνώμης του συμβουλίου στελεχών». Το ζητούμενο εδώ είναι να επιτευχθεί τελικά η ομόφωνη γνώμη των ειδικών ως συγκερασμός των διαφόρων κρίσεων, στον οποίο να

---

<sup>89</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 44-47

φαίνονται τόσο η εμβέλεια της κάθε γνώμης, όσο και οι αιτίες των διαφορών μεταξύ των κρίσεων.

Η ομάδα των ειδικών συχνά περιλαμβάνει άτομα που προέρχονται τόσο από μέσα όσο κι απ' έξω από την επιχείρηση. Κάθε μέλος είναι ειδικός για ένα μέρος του προβλήματος, αλλά κανείς δεν είναι ειδικός για ολόκληρο το πρόβλημα. Ένα παράδειγμα της διαδικασίας που μπορεί να ακολουθηθεί για τη διενέργεια μιας πρόβλεψης σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή είναι το εξής<sup>90</sup>:

Φάση 1: Ένας μικρός αριθμός ειδικών καλούνται με μια επιστολή να επισημάνουν επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που χρειάζονται επείγοντως ή που είναι πιθανό να πραγματοποιηθούν κατά τα επόμενα 20 έτη. Οι ειδικοί στέλνουν τις απαντήσεις τους και ένας συντονιστής φτιάχνει από αυτές ένα κατάλογο των επιτευγμάτων που έχουν υποδειχθεί.

Φάση 2: Με βάση τον κατάλογο, κάθε εμπειρογνώμονας, ανεξάρτητα από τους άλλους, γράφει μια σύντομη αναφορά για το πότε περίπου προβλέπει να χρειαστεί ή να συμβεί κάθε επίτευγμα μέσα στον ορίζοντα των 20 ετών.

Φάση 3: Ο συντονιστής συντάσσει και στέλνει στους ειδικούς τον κατάλογο των σημείων, στα οποία υπάρχει μια γενική σύμπτωση απόψεων, και ζητάει από εκείνους που δεν συμφώνησαν με την πλειοψηφούσα άποψη να διατυπώσουν τους λόγους της διαφωνίας τους, ενώ θέτει υπόψη τους τυχόν παρατηρήσεις των υπολοίπων ειδικών.

Φάση 4: Οι ειδικοί απαντούν. Αποτέλεσμα της φάσης αυτής είναι ότι ορισμένοι από τους ειδικούς θα εμμείνουν στις απόψεις τους, τεκμηριώνοντας τις εκτιμήσεις τους ίσως με νέα ή πιο πειστικά επιχειρήματα, ενώ άλλοι θα επανεξετάσουν τις απόψεις τους και πιθανώς θα επιτευχθεί μια μεγαλύτερη σύμπτωση εκτιμήσεων.

Φάση 5: Τα βήματα 1 έως 4 επαναλαμβάνονται μερικές φορές. Συνήθως απαιτούνται λίγες επαναλήψεις της διαδικασίας μέχρις ότου επιτευχθεί η σύγκλιση των απόψεων.

Εκτός από τις παραπάνω μεθόδους, που αναφέρθηκαν ως παραδείγματα χαρακτηριστικών ποιοτικών μεθόδων πρόβλεψης, πολλές άλλες ανάλογες προσεγγίσεις εφαρμόζονται στην πράξη. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι έρευνες αγοράς, που αποσκοπούν στην ανάλυση της συμπεριφοράς του καταναλωτή και περιλαμβάνουν τη χρήση ερωτηματολογίων που απευθύνονται σε ομάδες υποψήφιων αγοραστών προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την προβλεπόμενη τύχη καινούργιων προϊόντων και υπηρεσιών. Η μέθοδος της ιστορικής αναλογίας και της ανάλυσης κύκλου ζωής περιλαμβάνει την

---

<sup>90</sup> Βλ. Κώστα Π. Παππή, Προγραμματισμός Παραγωγής, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1995, σελ 44-47

αναφορά στην ιστορία ενός προγενέστερου συγγενικού προϊόντος και την ανάλυση της καμπύλης του κύκλου ζωής τους για την πρόβλεψη των πωλήσεων ενός νέου προϊόντος (π.χ. της έγχρωμης τηλεόρασης σε σχέση με την ασπρόμαυρη). Τέλος, η πρόβλεψη με διαμόρφωση σεναρίων περιλαμβάνει τη χρήση πολλαπλών σεναρίων, τα οποία αντιστοιχούν σε εναλλακτικές υποθέσεις για τη μελλοντική διαμόρφωση των τιμών μιας ή περισσότερων μεταβλητών, και τα οποία έχουν διαφορετικές πιθανότητες να συμβούν. Στη μέθοδο αυτή μπορεί να γίνει χρήση των «δένδρων απόφασης». Η χρησιμότητα και η αποτελεσματικότητα κάθε μεθόδου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά κάθε εφαρμογής (είδος πρόβλεψης που επιδιώκεται, ακρίβεια, κόστος κλπ.).



- 3.1 Ο ρόλος του συγκεντρωτικού προγραμματισμού σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού
  - 3.1.1 Το συγκριτικό πλεονέκτημα της Anheuser – Busch και της Whirlpool
- 3.2 Τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει ο συνολικός προγραμματισμός
  - 3.2.1 Διαδικασίες προγραμματισμού
- 3.3 Η φύση του συνολικού προγραμματισμού
- 3.4 Στρατηγικές του συνολικού προγραμματισμού
  - 3.4.1 Επιλογές δυναμικότητας (Capacity Options)
  - 3.4.2 Επιλογές ζήτησης (Demand Options)
  - 3.4.3 Συνδυασμός των επιλογών για την ανάπτυξη ενός σχεδίου (Mixing Options to Develop a Plan)
  - 3.4.4 Επίπεδα προγραμματισμού (Level Scheduling)
- 3.5 Μέθοδοι συνολικού προγραμματισμού
  - 3.5.1 Γραφικές μέθοδοι και μέθοδοι ανάλυσης με ιστορικά στοιχεία (Graphical and Charting Methods)
  - 3.5.2 Ο συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού
  - 3.5.3 Ο συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του Excel
  - 3.5.4 Μαθηματικές μέθοδοι προγραμματισμού
- 3.6 Σύγκριση των μεθόδων συνολικού προγραμματισμού
- 3.7 Διαχωρισμός (Disaggregation).
- 3.8 Ο συνολικός προγραμματισμός στην πράξη και στις επιχειρήσεις

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.1 Ο ρόλος του συγκεντρωτικού προγραμματισμού σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού

Φανταστείτε έναν κόσμο όπου η δυνατότητα παραγωγής προϊόντων, η δυνατότητα μεταφορών και αποθήκευσης τους καθώς ακόμη και η ικανότητα συλλογής απεριόριστων πληροφοριών ήταν χωρίς κόστος. Φανταστείτε τους χρόνους παράδοσης των προϊόντων και των πρώτων υλών να είναι ίσους με μηδέν, επιτρέποντας στα αγαθά και τις πρώτες ύλες να παράγονται και να παραδίνονται στιγμιαία, από τον τόπο παραγωγής τους, στον τόπο όπου πραγματοποιείτε η ζήτηση. Σε αυτόν τον κόσμο, δεν θα υπήρχε καμία ανάγκη για προγραμματισμό τις παραγωγής αφού οι απαιτήσεις των πελατών για προϊόντα θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν αμέσως. Σε αυτόν τον κόσμο ο συνολικός προγραμματισμός παραγωγής, της αλυσίδας ανεφοδιασμού, δεν θα διαδραμάτιζε κανέναν ρόλο.

Εντούτοις, στον κόσμο μας, η συλλογή πληροφοριών, η κατασκευή προϊόντων καθώς και η μεταφορά ή αποθήκευση τους έχει ένα κόστος. Επιπλέον οι χρόνοι παράδοσης είναι μεγαλύτεροι από μηδέν, δηλαδή μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα από την στιγμή της παραγγελίας έως την παράδοσή της. Επομένως, οι επιχειρήσεις πρέπει να λαμβάνουν τις αποφάσεις τους, ανάλογα με την παραγωγική τους δυνατότητα, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης της παραγωγή και ανάλογα με τον τρόπο προώθησης των προϊόντων τους ώστε να αυξήσουν την ζήτηση. Μια επιχείρηση πρέπει να προσδιορίζει την ζήτηση και να καθορίσει από πριν μεθόδους παραγωγής, ώστε η παραγωγή της να «συναντήσει» την ζήτηση. Το δίλημμα για τις επιχειρήσεις είναι αν θα πρέπει να επενδύσουν σε εγκαταστάσεις με μεγαλύτερη παραγωγική δυναμικότητα, έτσι ώστε να είναι σε θέση να παραγάγουν αρκετή ποσότητα προϊόντων για να ικανοποιήσουν τη ζήτηση ακόμη και στους πιο πολυσύχλους μήνες, η αν θα πρέπει να δημιουργήσουν μικρότερες εγκαταστάσεις αλλά να αναλάβει τις δαπάνες των αποθεμάτων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των περιόδων με μικρή ζήτηση σε αναμονή της ζήτησης των επόμενων μηνών. Ο συγκεντρωτικός προγραμματισμός βοηθάει τις επιχειρήσεις να πάρουν μια απόφαση σε αυτού του είδους τα ερωτήματα.

**Ο συνολικός προγραμματισμός** είναι μια διαδικασία κατά την οποία μια επιχείρηση θα καθορίσει τα επίπεδα της παραγωγικής δυναμικότητας της, την παραγωγή των προϊόντων,

την ανάθεση υπεργολαβίας, τα επίπεδα αποθεμάτων, τα αποθέματα της και τέλος θα τιμολογήσει τα προϊόντα της για ένα χρονικό διάστημα. Ο στόχος του συνολικού προγραμματισμού είναι να ικανοποιηθεί η ζήτηση της αγοράς με τέτοιο τρόπο που να μεγιστοποιεί το κέρδος για την επιχείρηση. Ο συνολικός προγραμματισμός, προσπαθεί να λύσει τα προβλήματα της επιχείρησης με την χρήση συνολικών αποφάσεων σε αντίθεση με τις αποφάσεις για αποθήκευση αποθέματος (SKU) stock keeping unit. Παραδείγματος χάριν, ο συνολικός προγραμματισμός θα καθορίσει το επίπεδο της συνολικής παραγωγής στις εγκαταστάσεις για μια δεδομένη περίοδο, αλλά θα το κάνει αυτό χωρίς τον προηγούμενο καθορισμό της ποσότητας του κάθε μεμονωμένου αποθέματος (SKU) το οποίο θα παραχθεί. Αυτές οι λεπτομέρειες κάνουν τον συνολικό προγραμματισμό ένα χρήσιμο εργαλείο για τις αποφάσεις, με ένα ενδιάμεσο χρονικό διάστημα κατά προσέγγιση, μεταξύ 3 και 18 μηνών. Σε αυτό το χρονικό διάστημα, είναι πάρα πολύ νωρίς για να καθοριστούν τα αποθέματα από τα επίπεδα παραγωγής, αλλά είναι επίσης και πάρα πολύ αργά για να δημιουργηθεί ένα νέο σύνολο εγκαταστάσεων. Επομένως, ο συνολικός προγραμματισμός απαντά στην ερώτηση, "πώς μπορεί μια επιχείρηση να χρησιμοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εγκαταστάσεις που έχει αυτήν την περίοδο στη διάθεση της;"

Παραδείγματος χάριν, οι βιομηχανίες παρασκευής χαρτιού χρησιμοποιούν τον συγκεντρωτικό προγραμματισμό για να καθορίσουν το πρόγραμμα παραγωγής τους. Πολλοί τύποι χαρτικών αντιμετωπίζουν την εποχιακή ζήτηση όπου η αυξημένη περίοδος εμφανίζεται την άνοιξη και έπειτα πέφτει. Εντούτοις, επειδή η λειτουργία κάποιων μηχανών είναι πολύ ακριβή, η προμήθεια μιας νέας μηχανής για να ανταποκριθεί στη ζήτηση που υπάρχει την άνοιξη και να υπολειτουργεί τους άλλους μήνες θα ήταν πάρα πολύ δαπανηρή. Για να εξετάσουν αυτό το πιθανό πρόβλημα, οι μηχανές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με βάση τον συνολικό προγραμματισμό ώστε να καθοριστούν τα επίπεδα παραγωγής και αποθεμάτων. Αυτά θα πρέπει να αυξηθούν κατά τους μήνες με μικρή ζήτηση ώστε να ικανοποιήσουν την ζήτηση κατά τους μήνες αυξημένης ζήτησης του προϊόντος. Ο συνολικός προγραμματισμός επιτρέπει στην επιχείρηση να μεγιστοποιήσει τα κέρδη της.

Ο κύριος στόχος του συνολικού προγραμματισμού είναι να προσδιορίσει τις λειτουργικές παραμέτρους, πέρα από το διευκρινισμένο χρονικό ορίζοντα<sup>91</sup>:

---

<sup>91</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 101-103

- **Ποσοστό παραγωγής.** Ο αριθμός των μονάδων που ολοκληρώνονται ανά μονάδα χρόνου (όπως ανά εβδομάδα ή ανά μήνα).
- **Εργατικό δυναμικό.** Ο αριθμός των εργαζομένων / παραγωγικές μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή.
- **Υπερωρίες.** Οι υπερωρίες που προγραμματίζονται.
- **Επίπεδο παραγωγικής δυναμικότητας μηχανών.** Ο αριθμός των μηχανημάτων που απαιτούνται για την παραγωγή.
- **Υπεργολαβία.** Οι υπεργολαβίες που απαιτείται εκτός της προγραμματισμένης παραγωγής στην επιχείρηση.
- **Ανεκτέλεστη παραγγελία.** Η ζήτηση που δεν ικανοποιείται από την εταιρεία στην προκαθορισμένη χρονική περίοδο αλλά μεταφέρεται σε μελλοντικές περιόδους.
- **Αποθέματα σε ετοιμότητα.** Τα προγραμματισμένα αποθέματα που θα χρησιμοποιηθούν σε διάφορες μελλοντικές περιόδους.

Ο συνολικός προγραμματισμός χρησιμεύει ως ένα ευρύ σχεδιάγραμμα για τις διαδικασίες, ενώ καθιερώνει τις παραμέτρους μέσα στις οποίες λαμβάνονται οι βραχυπρόθεσμες αποφάσεις παραγωγής και διανομής. Ο συνολικός προγραμματισμός επιτρέπει στην αλυσίδα ανεφοδιασμού να αλλάξει τις κατανομές και τις συμβάσεις ανεφοδιασμού. Ολόκληρη η αλυσίδα ανεφοδιασμού πρέπει να συντονίσει τη διαδικασία προγραμματισμού της. Εάν ένας κατασκευαστής έχει προγραμματίσει μια αύξηση στην παραγωγή κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος, ο προμηθευτής, ο μεταφορέας, και η αποθήκη εμπορευμάτων πρέπει να γνωρίζουν αυτό το σχέδιο και να ενσωματώσουν την αύξηση στα σχέδιά τους. Όλα τα στάδια της αλυσίδας ανεφοδιασμού πρέπει να λειτουργήσουν μαζί με ένα συνολικό σχεδιασμό που θα βελτιστοποιεί την απόδοση της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Εάν το κάθε στάδιο αναπτύξει το δικό του σχέδιο συνολικού προγραμματισμού, είναι εξαιρετικά απίθανο όλα μαζί τα σχέδια να λειτουργούν με έναν συντονισμένο τρόπο. Αυτή η έλλειψη συντονισμού θα οδηγήσει σε ελλείψεις ή υπερβολική παροχή στην αλυσίδα ανεφοδιασμού. Επομένως, είναι σημαντικό να εκτελεσθεί ένας συνολικός σχεδιασμός και προγραμματισμός.

### **3.1.1 Το συγκριτικό πλεονέκτημα της Anheuser-Busch και της Whirlpool**

Η Anheuser-Busch είναι ο κυριότερος παραγωγός μπίρας στις Ηνωμένες Πολιτείες, με ετήσια παραγωγή που ανέρχεται κοντά στο 40% της συνολικής ποσότητας μπίρας που

καταναλώνω στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η επιχείρηση έχει πετύχει, λόγω του άριστου συγκερασμού της, μεταξύ παραγωγής και ζήτησης<sup>92</sup>.

Ο συγκερασμός παραγωγικότητας και ζήτησης στο ενδιάμεσο χρονικό ορίζοντα (3-18 μήνες) είναι η καρδιά του συνολικού προγραμματισμού. Η Anheuser - Busch συνδυάζει την κυμαινόμενη ζήτηση του προϊόντος της με τις συγκεκριμένες εγκαταστάσεις, την εργασία, την δυναμικότητα και τα αποθέματα. Ο σχολαστικός καθαρισμός μεταξύ των επεξεργασμένων παρτίδων, η αποτελεσματική συντήρηση, η αποδοτικότητα των υπαλλήλων και η δυνατότητα του σχεδιασμού συνεισφέρουν στην άριστη εκμετάλλευση όλων των υψηλών κεφαλαιουχικών επενδύσεων.

Η μπίρα παράγεται με μια μέθοδο της εστίασης στο προϊόν μιας και παράγεται μεγάλη ποσότητα αλλά σε μικρή ποικιλία. Η παραγωγή με την μέθοδο της εστίασης στο προϊόν (Product focused) απαιτεί συνήθως υψηλό σταθερό κόστος, αλλά έχει σαν όφελος το χαμηλό μεταβλητό κόστος. Η διατήρηση της χρήσης τέτοιων εγκαταστάσεων είναι επικίνδυνη επειδή οι υψηλές σταθερές δαπάνες απαιτούν υψηλή παραγωγικότητα για να είναι ανταγωνιστικές. Η απόδοση πάνω από το σημείο εξισορρόπησης απαιτεί υψηλή παραγωγικότητα και ο χρόνος διακοπής είναι καταστρεπτικός.

Η παραγωγή μπίρας μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερα στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η επιλογή ποιότητας και η διαβεβαίωση παράδοσης της πρώτης ύλης. Το δεύτερο στάδιο είναι η πραγματική διαδικασία παρασκευής από την άλεση έως την παλαίωση. Το τρίτο στάδιο είναι η συσκευασία στην ευρεία ποικιλία εμπορευματοκιβωτίων που απαιτούνται από την αγορά.

Το τέταρτο και τελικό στάδιο είναι η διανομή η οποία περιλαμβάνει τον έλεγχο ως προς τη θερμοκρασία παράδοσης και την αποθήκευση. Κάθε στάδιο έχει τους περιορισμούς των πόρων του. Η ανάπτυξη του συνολικού προγραμματισμού για να «λειτουργήσουν» όλα στην εντέλεια κάνει την όλη εργασία απαιτητική.

Ο αποτελεσματικός συνολικός προγραμματισμός είναι ένα σημαντικό συστατικό στο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της Anheuser-Busch.

Οι πωλήσεις κλιματιστικών εξαρτώνται άμεσα από τον καιρό. Έτσι βάση του καιρού λαμβάνονται οι αποφάσεις σχετικά με το συνολικό προγραμματισμό, οι οποίες είναι μια δύσκολη διαδικασία για τους κατασκευαστές κλιματιστικών όπως η Whirlpool. Εάν η Whirlpool αυξήσει την παραγωγή της και το καλοκαίρι είναι θερμότερο από τα

---

<sup>92</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 690, New York 2001.

συνηθισμένα, πρόκειται να αυξήσει τις πωλήσεις και το μερίδιο αγοράς της. Από την άλλη όμως εάν το καλοκαίρι είναι δροσερό, τότε μπορεί να πάθει μεγάλη «ζημία» έχοντας απούλητα μηχανήματα πολλών εκατομμυρίων. "Πρέπει να προγραμματίζεται για το μισό έτος," λέει ο διευθυντή πωλήσεων της Whirlpool. "Εάν όχι, είναι πιθανό να χρεοκοπήσετε μεταφέροντας τα υπερβολικά αποθέματα"<sup>93</sup>.

Ο προγραμματισμός της εποχιακής ζήτησης κλιματιστικών μηχανημάτων στη Whirlpool είναι μια πτυχή του συνολικού προγραμματισμού. Ο συνολικός προγραμματισμός ενδιαφέρεται για τον καθορισμό της ποσότητας και του σχεδιασμού της παραγωγής για το άμεσο μέλλον (συνήθως από 3 έως 18 μήνες). Οι διευθυντές παραγωγής προσπαθούν να ικανοποιήσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την προβλεπόμενη ζήτηση ρυθμίζοντας το ποσοστό της παραγωγής, τα επίπεδα εργασίας, τα επίπεδα αποθεμάτων, τις υπερωρίες, τις υπερβολαβίες καθώς και όλες τις άλλες ελεγχόμενες μεταβλητές. Ο αντικειμενικός στόχος της όλης διαδικασίας είναι συνήθως να ελαχιστοποιηθούν οι δαπάνες κατά τη διάρκεια της περιόδου προγραμματισμού. Άλλοι στόχοι μπορούν να αποβλέπουν στο να ελαχιστοποιηθούν οι διακυμάνσεις στα επίπεδα του εργατικού δυναμικού ή στα αποθέματα, ή να καθιερωθούν ορισμένες πρότυπες διαδικασίες για την καλύτερη απόδοση των υπηρεσιών.

Τέσσερα πράγματα απαιτούνται για το συνολικό προγραμματισμό. Κατ' αρχάς, η εταιρία χρειάζεται μια γενική μονάδα μέτρησης των πωλήσεων και της παραγωγής, όπως οι μονάδες κλιματισμού στην περίπτωση της Whirlpool ή οι μπίρες στην περίπτωση της Anheuser-Busch. Δεύτερον, οι διευθυντές πρέπει να είναι σε θέση να προβλέπουν την ζήτηση των προϊόντων για μια λογική χρονική περίοδο προγραμματισμού. Τρίτον, πρέπει να είναι σε θέση να καθορίσουν τις σχετικές δαπάνες. Και τέταρτον, οι διευθυντές παραγωγής πρέπει να αναπτύξουν ένα πρότυπο που να συνδυάζει αυτές τις προβλέψεις και τις δαπάνες έτσι ώστε οι αποφάσεις για το σχεδιασμό των αγαθών να μπορούν να πραγματοποιηθούν κατά την περίοδο προγραμματισμού.

---

<sup>93</sup> New York Times (February 23, 1989):D1, D4.

### **3.2 Τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει ο συνολικός προγραμματισμός**

Ο στόχος του συνολικού προγραμματισμού είναι να ικανοποιηθεί η ζήτηση της αγοράς με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται το κέρδος για την εταιρία. Μπορούμε τυπικά να ορίσουμε το πρόβλημα του συνολικού προγραμματισμού ως εξής<sup>94</sup>:

Λαμβάνοντας υπόψη την πρόβλεψη της ζήτησης για κάθε περίοδο του χρονικού ορίζοντα που έχουμε προγραμματίσει, καθορίζουμε το επίπεδο παραγωγής, το επίπεδο των αποθεμάτων και το επίπεδο της παραγωγικής δυναμικότητας για κάθε περίοδο ώστε να μεγιστοποιείται το κέρδος της εταιρίας κατά τον προγραμματισμένο ορίζοντα.

Μια επιχείρηση, για να δημιουργήσουμε ένα σχέδιο συνολικού προγραμματισμού, πρέπει πρώτα να διευκρινίσει τον χρονικό ορίζοντα του προγραμματισμού της. Ένας χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού είναι το χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου ο συνολικός προγραμματισμός να παράγει μια λύση (συνήθως μεταξύ 3 και 18 μηνών). Μια επιχείρηση πρέπει επίσης να διευκρινίζει τη διάρκεια κάθε περιόδου μέσα στον ορίζοντα προγραμματισμού (παραδείγματος χάριν, τις εβδομάδες ή τους μήνες). Γενικά, ο συνολικός προγραμματισμός της παραγωγής πραγματοποιείται είτε κατά μήνα είτε κατά τρίμηνο ή τετράμηνο (ο χρόνος διαιρείται σε τρεις ή τέσσερις περιόδους). Έπειτα, μια επιχείρηση διευκρινίζει τις βασικές πληροφορίες που απαιτούνται για την παραγωγή του συνολικού σχεδιασμού και τις αποφάσεις που θα πρέπει να πάρει μέσα από αυτόν.

Ο συνολικός προγραμματισμός απαιτεί τις παρακάτω πληροφορίες<sup>95</sup>:

- Η πρόβλεψη της ζήτησης  $F_t$  για κάθε χρονική περίοδο  $t$  του ορίζοντα προγραμματισμού που επεκτείνεται σε διάρκεια πάνω από  $T$  περιόδους.
- Δαπάνες παραγωγής
  - δαπάνες εργασίας, κανονικός χρόνος (€ ανά ώρα) και δαπάνες υπερωριών (€ ανά ώρα)
  - κόστος υπεργολαβίας για την παραγωγή (€ ανά μονάδα ή € ανά ώρα)
  - κόστος μεταβολής παραγωγικής δυναμικότητας, συγκεκριμένα, κόστος εργατικού δυναμικού (€ ανά εργάτη) και κόστος μηχανών (€ ανά μηχανή)
- Ώρες εργασίας /μηχανήματα που απαιτούνται ανά μονάδα
- Κόστος εκμετάλλευσης αποθεμάτων (€ ανά μονάδα ή ανά περίοδο)
- Απόθεμα ή κόστος ανεκτέλεστων παραγγελιών (€ ανά μονάδα ή ανά περίοδο)
- Περιορισμοί

<sup>94</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 103-104

<sup>95</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 103-104

- περιορισμοί στις υπερωρίες
- περιορισμοί στις προσωρινές απολύσεις
- περιορισμοί στο διαθέσιμο κεφάλαιο
- περιορισμοί στα απόθεμα και τις ανεκτέλεστες παραγγελίες

Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ένα συνολικό σχέδιο προγραμματισμού το οποίο βοηθά στη συνέχεια μια επιχείρηση να κάνει τους ακόλουθους προσδιορισμούς<sup>96</sup>:

**• Παραγόμενη ποσότητα κατά την κανονική διάρκεια παραγωγής, από υπερωρίες, και από υπεργολαβίες.**

Χρησιμοποιείται για να καθορίσει τον αριθμό των εργαζομένων και των προμηθευτών.

**• Διατήρηση αποθεμάτων.** Χρησιμοποιείται για να καθορίσει πόσος χώρος απαιτείται στις αποθήκες καθώς και πόσοι εργαζόμενοι πρέπει να απασχολούνται.

**• Ποσότητα ανεκτέλεστης παραγγελίας.** Χρησιμοποιείται για να καθορίσει ποια θα είναι τα επίπεδα εξυπηρέτησης των πελατών.

**• Προσλήψεις και απολύσεις εργατικού δυναμικού.** Χρησιμοποιείται για να καθορίσει οποιαδήποτε ζητήματα εργασίας απαιτούνται.

**• Αύξηση /μείωση παραγωγικής δυναμικότητας μηχανών.** Χρησιμοποιείται για να καθορίσει εάν ο νέος εξοπλισμός παραγωγής πρέπει να αγοραστεί.

Η ποιότητα του συνολικού προγραμματισμού παραγωγής ασκεί σημαντική επίδραση στην αποδοτικότητα μιας εταιρίας. Ένας πρόχειρος σχεδιασμός του συνολικού προγραμματισμού παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε χαμένες πωλήσεις και απολεσθέντα κέρδη εάν τα διαθέσιμα αποθέματα, η τα παραγόμενα προϊόντα δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν την ζήτηση. Επίσης ένας πρόχειρος σχεδιασμός του συνολικού προγράμματος παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε ένα μεγάλο ποσό πλεοναζόντων αποθεμάτων και παραγόμενων προϊόντων αυξάνοντας τις δαπάνες. Επομένως, ο συνολικός προγραμματισμός είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο το οποίο βοήθεια μια επιχείρησης να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα της.

---

<sup>96</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 103-104



### **3.2.1 Διαδικασία προγραμματισμού**

Η πρόβλεψη της ζήτησης μπορεί να εξεταστεί επιμέρους σε μικρά, μεσαία και μεγάλα χρονικά διαστήματα<sup>97</sup>. Οι μακροχρόνιες προβλέψεις βοηθάνε τους διευθυντές παραγωγής να εξετάσουν την παραγωγική δυναμικότητα και τα στρατηγικά ζητήματα της επιχείρησης που εμπíπτουν στην δικαιοδοσία της ανώτερης διοίκησης. Η ανωτέρα διοίκηση σχεδιάζει την πολιτική της εταιρείας και τις σχετικές ερωτήσεις, όπως η θέση και η δυνατότητα επέκτασης, η ανάπτυξη νέων προϊόντων, η χρηματοδότηση της έρευνας και οι επενδύσεις για μία περίοδο αρκετών ετών.

Μόλις ληφθούν οι μακροπρόθεσμες αποφάσεις παραγωγικής δυναμικότητας οι διευθυντές παραγωγής αρχίζουν τον σχεδιασμό του «μεσαίου» χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού, που επιτυγχάνει τους στόχους της εταιρίας. **Οι τακτικές αποφάσεις σχεδιασμού** περιλαμβάνουν την παραγωγή των μηνιαίων ή τριμηνιαίων προγραμμάτων παραγωγής, οι οποίες εξετάζουν το πρόβλημα της παραγωγικότητας και της κυμαινόμενης ζήτησης. Αυτοί οι προγραμματισμοί πρέπει να είναι σύμφωνοι με τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της ανώτερης διοίκησης και την εργασία μέσα από τους πόρους που διατίθενται με τις προηγούμενες στρατηγικές αποφάσεις. Η «καρδιά» του «μέσου» προγραμματισμού είναι ο συνολικός προγραμματισμός παραγωγής.

Ο βραχυχρόνιος προγραμματισμός παραγωγής μπορεί να εκτείνεται έως ένα έτος, αλλά συνήθως είναι μικρότερος από 3 μήνες. Οι διευθυντές παραγωγής εκπονούν τα σχέδια προγραμματισμού από κοινού με τους επόπτες και τους επιστάτες, οι οποίοι «αποσυνθέτουν» το «μέσο» προγραμματισμό σε εβδομαδιαίο, καθημερινό και ωριαίο προγραμματισμό.

### **3.3 Η φύση του συνολικού προγραμματισμού**

Όπως υποδηλώνει ο όρος **συνολικός**, ο συνολικός προγραμματισμός παραγωγής είναι ο συνδυασμός των κατάλληλων πόρων. Λαμβάνοντας υπόψη την πρόβλεψη της ζήτησης, την παραγωγική δυναμικότητα, τα γενικά επίπεδα αποθεμάτων, το μέγεθος του εργατικού δυναμικού και τις σχετικές εισαγωγές, ο διευθυντής παραγωγής πρέπει να επιλέξει το ποσοστό παραγωγής βάση της παραγωγικής δυναμικότητας της επιχείρησης κατά τη διάρκεια των επόμενων 3 έως 18 μηνών. Ο προγραμματισμός παραγωγής μπορεί να είναι

---

<sup>97</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 692, New York 2001.

για κατασκευαστικές εταιρίες όπως η Whirlpool και η Anheuser–Busch, για νοσοκομεία, για πανεπιστήμια, για αεροπορικές εταιρείες, για αλυσίδες εστιατορίων γρήγορης εστίασης ή ακόμα και για την Prentice Hall, (εκδοτικός οίκος).

Ένα παράδειγμα κατασκευαστών είναι η IBM ή, η Compaq, όπου η κάθε μια παράγει διαφορετικά μοντέλα υπολογιστών. Κατασκευάζουν: (1) φορητούς υπολογιστές (lap-tops), (2) υπολογιστές γραφείου (desktops), (3) υπολογιστές σημειωματάρια (notebook computers), και (4) μηχανές προηγμένης τεχνολογίας με τσιπ μεγάλης ταχύτητας (advanced technology machines with high-speed chips). Ο συνολικός προγραμματισμός της IBM ή της Compaq μπορεί να έχει την ακόλουθη μορφή (σε μονάδες παραγωγής) για όλους τους τύπους των υπολογιστών, κάθε μήνας, για τα επερχόμενα τρία τέταρτα<sup>98</sup>:

1ο Τέταρτο			2ο Τέταρτο			3ο Τέταρτο		
Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
150.000	120.000	110.000	100.000	130.000	150.000	180.000	150.000	140.000

Ένα παράδειγμα στον τομέα των υπηρεσιών θα ήταν μια επιχείρηση που παρέχει εξειδικευμένο λογισμικό υπολογιστών που χρησιμοποιείται από διευθυντικά στελέχη. Η επιχείρηση προσφέρει σειρά μαθημάτων για το Lotus, το dBase, το Harvard Graphics, το Word Perfect, και μια ευρεία ποικιλία άλλων προγραμμάτων και θεμάτων για να ικανοποιήσει την ζήτηση των επιχειρήσεων για αυτές τις υπηρεσίες. Η ζήτηση (για κατάρτιση) τείνει να είναι πολύ χαμηλή κατά την περίοδο των διακοπών και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν οι περισσότεροι άνθρωποι παίρνουν τις άδειες τους για διακοπές. Για να ικανοποιήσει την κυμαινόμενη ζήτηση για μαθήματα η επιχείρηση μπορεί να προσλάβει εποχιακό προσωπικό, να προβεί σε διαφήμιση για να αυξήσει τη ζήτηση στις χαμηλές περιόδους, ή να προβεί σε υπεργολαβία κατά τη διάρκεια των υψηλών περιόδων ζήτησης για κατάρτιση. Τις τελικές αποφάσεις, θα τις λάβει ο αρμόδιος, για το σχεδιασμό της παραγωγής.

Ο συνολικός προγραμματισμός είναι μέρος μόνο ενός μεγαλύτερου συστήματος προγραμματισμού παραγωγής, επομένως είναι χρήσιμη η κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του προγραμματισμού και των εσωτερικών ή εξωτερικών παραγόντων. Οι διευθυντές παραγωγής λαμβάνουν πληροφορίες για την πρόβλεψη της ζήτησης από το τμήμα μάρκετινγκ, αλλά πρέπει επίσης να εξετάσουν και τα οικονομικά στοιχεία, το

<sup>98</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 694, New York 2001.

προσωπικό, την παραγωγική δυναμικότητα και τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών. Σε ένα κατασκευαστικό περιβάλλον, το κύριο πρόγραμμα παραγωγής παρέχει πληροφορίες για τις απαιτήσεις υλικών, προγραμματίζοντας τα συστήματα (MRP), τα οποία εξετάζουν την προμήθεια ή την παραγωγή των υλικών ή των συστατικών που απαιτούνται για να παραχθεί το τελικό προϊόν.

### **3.4 Οι στρατηγικές του συνολικού προγραμματισμού**

Ο συνολικός προγραμματισμός πρέπει να κάνει μια σύγκριση του κόστους μεταξύ της παραγωγικής δυναμικότητας των αποθεμάτων και των ανεκτέλεστων παραγγελιών. Ο συνολικός προγραμματισμός όταν μειώνει μια από αυτές τις δαπάνες οδηγεί χαρακτηριστικά σε μια αύξηση των άλλων δύο. Από αυτή την άποψη, οι δαπάνες αντιπροσωπεύουν μια «ανταλλαγή»: Παραδείγματος χάριν, για να μειώσουμε το κόστος αποθεμάτων πρέπει να αυξήσουμε το κόστος της παραγωγικής δυνατότητας, ή το κόστος των ανεκτέλεστων παραγγελιών. Κατά συνέπεια, ο αρμόδιος για το σχεδιασμό έχει μετασχηματίσει είτε το κόστος αποθεμάτων, είτε την παραγωγική δυναμικότητα, είτε το κόστος των ανεκτέλεστων παραγγελιών. Ο στόχος του συνολικού προγραμματισμού είναι η επίτευξη του ποιο κερδοφόρου αποτελέσματος. Δεδομένου ότι οι απαιτήσεις ποικίλλουν με το χρόνο, το σχετικό επίπεδο των τριών δαπανών οδηγεί σε ένα αποτέλεσμα που είναι ο βασικός μοχλός των αρμόδιων του προγραμματισμού ώστε να μεγιστοποιούνται τα κέρδη. Εάν το κόστος της ποικίλης παραγωγικής δυνατότητας είναι χαμηλό, δεν συμφέρει την επιχείρηση να δημιουργήσει αποθέματα κατά τη διάρκεια των χαμηλών περιόδων ζήτησης ή να εκπληρώσει τις ανεκτέλεστες παραγγελίες. Αντίθετα εάν το κόστος της ποικίλης παραγωγικής δυνατότητας είναι υψηλό, τότε συμφέρει την επιχείρηση να αντισταθμίσει με την δημιουργία κάποιου αποθέματος και τη μεταφορά μέρους των ανεκτέλεστων παραγγελιών από τις περιόδους μεγάλης ζήτησης, στις χαμηλής περιόδου ζήτησης.

Γενικά, οι βασικοί μετασχηματισμοί που είναι διαθέσιμοι στον αρμόδιο για το σχεδιασμό είναι μεταξύ των εξής<sup>99</sup>:

- Παραγωγική δυναμικότητα (κανονικός χρόνος παραγωγής, υπερωρίες, υπεργολαβίες)
- Αποθέματα
- Ανεκτέλεστες παραγγελίες / χαμένες πωλήσεις

---

<sup>99</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 104-105

Ουσιαστικά υπάρχουν τρεις ευδιάκριτες συνολικές στρατηγικές προγραμματισμού για την ισορροπία μεταξύ αυτών των δαπανών. Αυτές οι στρατηγικές περιλαμβάνουν τις συγκρίσεις μεταξύ της κύριας επένδυσης, το μέγεθος του εργατικού δυναμικού, τα αποθέματα, τις ώρες εργασίας και τις ανεκτέλεστες παραγγελιές ή τις χαμένες πωλήσεις. Οι περισσότερες στρατηγικές που χρησιμοποιούν οι αρμόδιοι για το σχεδιασμό της συνολικής παραγωγής είναι ένας συνδυασμός των τριών και αναφέρονται ως **μικτές στρατηγικές**. Οι τρεις στρατηγικές είναι οι ακόλουθες<sup>100</sup>:

**1. Στρατηγική αυλακώματος, χρησιμοποιεί την παραγωγική δυνατότητα ως μοχλό.** Σε αυτήν την στρατηγική, το ποσοστό της παραγωγής συγχρονίζεται με το ποσοστό της ζήτησης ανάλογα με την παραγωγική δυνατότητα των μηχανών ή τις προσλήψεις και τις απολύσεις των υπαλλήλων καθώς το ποσοστό της ζήτησης ποικίλλει. Στην πράξη, η επίτευξη αυτού του συγχρονισμού είναι πολύ δύσκολη λόγω των προβλημάτων στην παραγωγική δυναμικότητα και στην εύρεση εργατικού δυναμικού για σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτή η στρατηγική μπορεί να είναι ακριβή στην εφαρμογή της, εάν το κόστος της παραγωγικής δυναμικότητας των μηχανών κατά τη διάρκεια του χρόνου είναι υψηλό. Επίσης μπορεί να ασκήσει σημαντικά αρνητική επίδραση στο ηθικό του εργατικού δυναμικού. Η στρατηγική αυλακώματος οδηγεί την αλυσίδα ανεφοδιασμού σε χαμηλά επίπεδα αποθεμάτων και σε υψηλά επίπεδα μεταβολής της παραγωγικής δυναμικότητας και του εργατικού δυναμικού. Πρέπει να χρησιμοποιείται όταν το κόστος των αποθεμάτων είναι πολύ υψηλό και οι δαπάνες για την αλλαγή του επιπέδου της παραγωγικής δυναμικότητας και του εργατικού δυναμικού είναι χαμηλές.

**2. Χρονική ευελιξία του εργατικού δυναμικού ή στρατηγική ικανότητας, εκμεταλλεύεται τη χρησιμοποίηση του προσωπικού ως μοχλό.** Αυτή η στρατηγική μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν υπάρχει πλεονάζουσα δυναμικότητα μηχανών, δηλαδή εάν οι μηχανές δεν χρησιμοποιούνται 24 ώρες την ημέρα, ή επτά ημέρες την εβδομάδα. Σε αυτήν την περίπτωση, το εργατικό δυναμικό παραμένει αμετάβλητο, αλλά ο αριθμός των ωρών που εργάζονται είναι προσαυξημένος σε μια προσπάθεια να συγχρονιστεί η παραγωγή με την ζήτηση. Ο αρμόδιος για το σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιήσει τα μεταβλητά ποσά των υπερωριών ή ένα εύκαμπτο προγραμματισμό για να επιτύχει αυτόν τον συγχρονισμό. Αν και αυτή η στρατηγική απαιτεί ότι το εργατικό δυναμικό είναι εύελικτο, αποφεύγει μερικά από τα προβλήματα που συνδέονται με τη στρατηγική του

---

<sup>100</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 104-105

αυλακώματος, όπως, η αλλαγή στο μέγεθος του εργατικού δυναμικού. Αυτή η στρατηγική οδηγεί σε χαμηλά επίπεδα αποθέματος αλλά και σε χαμηλότερη μέση χρησιμοποίηση της παραγωγικής δυναμικότητας από ότι η στρατηγική του αυλακώματος. Πρέπει να χρησιμοποιείται όταν οι δαπάνες μεταφοράς αποθεμάτων είναι σχετικά υψηλές και η παραγωγική δυναμικότητα είναι σχετικά ανέξοδη.

**3. Στρατηγική επιπέδων, χρησιμοποιεί τα αποθέματα ως μοχλό.** Με αυτήν την στρατηγική, μια σταθερή παραγωγική δυναμικότητα των μηχανών και του εργατικού δυναμικού, διατηρούν ένα σταθερό ποσοστό παραγωγής. Οι ελλείψεις ή τα πλεονάσματα είναι αυτά τα οποία προσδίδουν τα επίπεδα των αποθεμάτων τα οποία διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια του χρόνου. Εδώ η παραγωγή δεν είναι συγχρονισμένη με την ζήτηση. Είτε τα αποθέματα ενισχύονται σε αναμονή της μελλοντικής ζήτησης, είτε οι ανεκτέλεστες παραγγελίες μεταφέρονται από την υψηλή στη χαμηλή περίοδο ζήτησης. Οι υπάλληλοι ωφελούνται από τις σταθερές συνθήκες εργασίας. Ένα μειονέκτημα που συνδέεται με αυτήν την στρατηγική είναι ότι τα μεγάλα αποθέματα και οι ανεκτέλεστες παραγγελίες μπορούν να συσσωρευτούν. Αυτή η στρατηγική κρατά την παραγωγική δυνατότητα και τις δαπάνες της μεταβαλλόμενης παραγωγικής δυνατότητας σχετικά χαμηλά. Πρέπει να χρησιμοποιείται όταν οι δαπάνες μεταφοράς αποθεμάτων και οι δαπάνες των ανεκτέλεστων παραγγελιών είναι σχετικά χαμηλές.

Κατά την διάρκεια σύνταξης, του συνολικού προγραμματισμού υπάρχουν διάφορες ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν από τον διευθυντή παραγωγής,<sup>101</sup>:

1. Θα πρέπει τα αποθέματα να χρησιμοποιούνται για την απορρόφηση των αλλαγών της ζήτησης, κατά τη διάρκεια της περιόδου προγραμματισμού;
2. Θα πρέπει οι αλλαγές της ζήτησης να προσαρμόζονται με το μέγεθος του εργατικού δυναμικού;
3. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν άτομα για μερική απασχόληση, ή θα πρέπει η αυξημένη ζήτηση να καλυφθεί με υπερωρίες;
4. Θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε υπεργολαβίες κατά τη διάρκεια της αυξανόμενης ζήτησης ώστε να διατηρήσουμε ένα σταθερό εργατικό δυναμικό;
5. Θα πρέπει οι τιμές ή κάποιοι άλλοι παράγοντες να αλλάξουν, για να επηρεάσουν την ζήτηση;

---

<sup>101</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 694, New York 2001.

Όλες οι προηγούμενες θεμιτές στρατηγικές προγραμματισμού, είναι διαθέσιμες στη διοίκηση. Περιλαμβάνουν το χειρισμό των αποθεμάτων, των ποσοστών παραγωγής, του επιπέδου εργασίας, της παραγωγικής δυνατότητας και άλλων ελεγχόμενων μεταβλητών.

Θα εξετάσουμε τώρα λεπτομερέστερα οκτώ επιλογές (options). Οι πρώτες πέντε καλούνται επιλογές ικανότητας (capacity options) επειδή δεν προσπαθούν να αλλάξουν την ζήτηση αλλά προσπαθούν να απορροφήσουν τις διακυμάνσεις σε αυτήν. Οι τελευταίες τρεις καλούνται επιλογές ζήτησης (demand options) μέσω των οποίων οι εταιρίες προσπαθούν να επηρεάσουν το σχέδιο ζήτησης για να ισοσταθμίσουν τις διακυμάνσεις της ζήτησης κατά τη διάρκεια της περιόδου προγραμματισμού.

### **3.4.1 Επιλογές δυναμικότητας (Capacity Options)**

Οι βασικές επιλογές δυναμικότητας (ανεφοδιασμός) που μπορεί να επιλέξει μια επιχείρηση είναι οι ακόλουθες<sup>102</sup>:

1. Αλλαγή στα επίπεδα αποθεμάτων (Changing Inventory Levels). Οι διευθυντές μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα των αποθεμάτων κατά τη διάρκεια των περιόδων με χαμηλή ζήτηση για να ικανοποιήσουν την αυξημένη ζήτηση σε μελλοντικές περιόδους. Η χρησιμοποίηση αυτής της στρατηγικής αυξάνει τις δαπάνες που συνδέονται με την αποθήκευση, την ασφάλεια, το χειρισμό των αποθεμάτων, τις μικροκλοπές και το κεφάλαιο που επενδύεται. (Αυτές οι δαπάνες κυμαίνονται χαρακτηριστικά από 15 έως 50% της αξίας του προϊόντος ετησίως.) Εντούτοις, όταν η επιχείρηση εισέρχεται σε περίοδο αυξανόμενης ζήτησης, οι ελλείψεις μπορούν να οδηγήσουν σε απώλειες πωλήσεων λόγω του «μεγάλου» χρόνου παράδοσης (υψηλό lead time) και της κακής εξυπηρέτησης πελατών.

2. Ποικίλο μέγεθος εργατικού δυναμικού είτε λόγο προσλήψεων είτε λόγο απολύσεων (Varying Workforce Size by Hiring or Layoffs.) Ένας τρόπος για να ικανοποιηθεί η ζήτηση είναι να προσληφθούν ή να απολυθούν εργαζόμενοι ανάλογα με τα κυμαινόμενα ποσοστά παραγωγής. Συχνά όμως, οι νέοι υπάλληλοι όταν απορροφώνται στην επιχείρηση πρέπει να εκπαιδεύονται και η μέση παραγωγικότητα προσωρινά πέφτει. Από την άλλη, οι προσωρινές ή οι οριστικές απολύσεις προσωπικού, «ρίχνει» το ηθικό όλων των εργαζομένων και μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη παραγωγικότητα.

---

<sup>102</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 695, New York 2001.

3. Ποικίλα ποσοστά παραγωγής λόγω υπερωριών ή κάλυψη του «νεκρού» (μη παραγωγικού) χρόνου (Varying Production Rates Through Overtime or Idle Time). Οι διευθυντές, μπορούν να είναι σε θέση να ρυθμίσουν τις μεταβολές στη ζήτηση με την προσαρμογή των ωρών απασχόλησης. Εν τούτοις, όταν η ζήτηση είναι αυξημένη υπάρχει ένα όριο για τις υπερωρίες. Το κόστος των υπερωριών είναι υψηλότερο, ενώ οι πολλές ώρες υπερωρίας μπορούν να μην έχουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα στην παραγωγή καθώς μειώνεται η αποδοτικότητα των εργαζομένων. Αφ' ετέρου, όταν υπάρχει μια μειωμένη περίοδος ζήτησης, η επιχείρηση πρέπει κάπως να απορροφήσει το «μη ενεργό» χρόνο απασχόλησης των εργαζομένων.
4. Υπεργολαβία (Subcontracting). Μια εταιρία μπορεί να χειριστεί τις περιόδους αυξημένης ζήτησης με την υπεργολαβία κάποιας εργασίας. Εν τούτοις, η υπεργολαβία έχει διάφορες παγίδες. Κατ' αρχάς, είναι δαπανηρή. Δεύτερον, η επιχείρηση διακινδυνεύει να «δώσει», τους πελάτες της σε έναν ανταγωνιστή. Και τρίτον, είναι συχνά δύσκολο να βρεθεί ο τέλειος προμηθευτής υπεργολαβιών, δηλαδή αυτός που θα παραδίδει πάντα ποιοτικά προϊόντα εγκαίρως χωρίς χρονικές καθυστερήσεις.
5. Χρησιμοποίηση εργαζόμενων μερικής απασχόλησης (Using Part-Time Workers). Οι εργαζόμενοι μερικής απασχόλησης μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες για ανειδίκευτο προσωπικό ειδικά στον τομέα των υπηρεσιών. Η πρόσληψη εργαζομένων μερικής απασχόλησης είναι μια κοινή πρακτική στα περισσότερα σουπερμάρκετ, στα καταστήματα λιανικής, και στα εστιατόρια όπως τα Mc Donald's και τα Doody's.

### **3.4.2 Επιλογές ζήτησης (Demand Options)**

Οι βασικές επιλογές ζήτησης είναι οι ακόλουθες<sup>103</sup>:

1. Επηρεασμός της ζήτησης (Influencing Demand). Όταν η ζήτηση είναι χαμηλή, η επιχείρηση μπορεί να την επηρεάσει μέσω της διαφήμισης, της προώθησης των πωλήσεων, των προσωπικών πωλήσεων καθώς επίσης και με την μείωση των τιμών. Παραδείγματος χάριν, οι αεροπορικές εταιρείες και τα ξενοδοχεία προσφέρουν διαφορετικές τιμές τα Σαββατοκύριακα και εκπτώσεις κατά τις μη τουριστικές περιόδους, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών χρεώνουν λιγότερο τη νύχτα ή κάποιους προεπιλεγμένους αριθμούς κλήσης ενώ τέλος, η αγορά ενός κλιματιστικά μηχανήματα είναι οικονομικότερη κατά

---

<sup>103</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 696, New York 2001.

τους χειμερινούς μήνες. Οι διαφημίσεις, η προώθηση των πωλήσεων και η ανατιμολόγηση των προϊόντων δεν είναι πάντα ικανές να ισορροπήσουν την ζήτηση με την παραγωγική δυναμικότητα.

2. Καθυστερημένες παραγγελίες κατά τη διάρκεια των υψηλών περιόδων ζήτησης (Back Ordering During High Demand Periods). Οι καθυστερημένες παραγγελίες είναι παραγγελίες αγαθών ή υπηρεσιών που δέχεται η εταιρεία, αλλά είναι «ανίκανη», να τις εκπληρώσει προς το παρόν. Οι καθυστερημένες παραγγελίες δεν είναι ζημιογόνες μόνο όταν οι πελάτες είναι πρόθυμοι να περιμένουν χωρίς την «απώλεια» της καλής θέλησής τους, ή ακύρωσης της παραγγελίας τους.

3. Αντεπίθεση της μίξης προϊόντων (Counter seasonal Product Mixing). Πολλές κατασκευαστικές επιχειρήσεις προσπαθούν να παράγουν διαφορετικά προϊόντα τα οποία θα μπορούν να πουληθούν και σε διαφορετικές εποχιακές περιόδους. Τέτοιο παράδειγμα μπορεί να είναι μια επιχείρηση που παράγει θερμάστρες και κλιματιστικά μηχανήματα. Εν τούτοις, οι επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών (και οι κατασκευαστές) που ακολουθεί αυτήν την προσέγγιση, μπορούν να βρεθούν «μπλεγμένοι» με υπηρεσίες ή με προϊόντα, πέρα από τον τομέα εμπειρίας τους, ή πέρα από την αγορά στόχου τους<sup>104</sup>.

### **3.4.3 Συνδυασμός των επιλογών για την ανάπτυξη ενός σχεδίου (Mixing Options to Develop a Plan)**

Αν και κάθε μια από τις πέντε επιλογές δυναμικότητας και τις τρεις επιλογές ζήτησης που περιγράφηκαν παραπάνω παραγάγουν και ένα οικονομικώς αποδοτικό συνολικό προγραμματισμό, ένας συνδυασμός τους καλούμενος **μικτή στρατηγική**, λειτουργεί συχνά αποδοτικότερα. Οι μικτές στρατηγικές περιλαμβάνουν το συνδυασμό δύο ή περισσότερων ελεγχόμενων μεταβλητών για να θέσουν ένα εφικτό σχέδιο παραγωγής. Παραδείγματος χάριν, μια εταιρία μπορεί να χρησιμοποιήσει για την στρατηγική της έναν συνδυασμό υπερωριών, υπεργολαβίας και αποθεμάτων. Εν τούτοις, ο εντοπισμός του "βέλτιστου" συνολικού προγραμματισμού δεν είναι πάντα δυνατός, επειδή υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός συνδυασμών.

Ο συνδυασμός των στρατηγικών επιλογών μεταξύ των εταιρειών παροχής υπηρεσιών και των κατασκευαστικών εταιρειών είναι διαφορετικός. Παραδείγματος χάριν, τα αποθέματα μπορεί να μην είναι η ιδανική επιλογή ενώ η υπεργολαβία μπορεί να προκαλέσει τον

---

<sup>104</sup> Βλ. W. E. Sasser, Match Supply and Demand in Service Industries, Harvard Business Review, 54, no. 6 (November December 1976): 133-140.



ανταγωνισμό. Συνεπώς, οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών εξετάζουν συχνά το συνολικό προγραμματισμό μέσω των αλλαγών στο προσωπικό. Αυτό το πετυχαίνουν με το cross-training του προσωπικού (πολλαπλή κατάρτιση εργαζομένων στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης), δηλαδή εναλλαγή εργασιών και χρησιμοποιώντας εργαζόμενους μερικής απασχόλησης.

#### **3.4.4 Επίπεδα προγραμματισμού (Level Scheduling)**

Τα επίπεδα προγραμματισμού, ή τα προγραμματιζόμενα επίπεδα δυναμικότητας (level capacity planning), είναι μια στρατηγική που διαδόθηκε από τους Ιάπωνες και την επιθυμία τους για "μόνιμη απασχόληση του προσωπικού" (lifetime employment). **Τα επίπεδα προγραμματισμού** περιλαμβάνουν το συνολικό προγραμματισμό στον οποίο η καθημερινή δυναμικότητα από μήνα σε μήνα είναι ομοιόμορφη. Στην πραγματικότητα, εταιρίες όπως η Toyota και η Nissan κρατούν τα συστήματα παραγωγής σε ομοιόμορφα επίπεδα και μπορούν να αφήσουν τα αποθέματα κατασκευασμένων αυτοκινήτων να αυξάνονται ή να μειώνονται προκειμένου να αποθηκεύσουν τη διαφορά μεταξύ της μηνιαίας ζήτησης και του επιπέδου παραγωγής ή να βρουν εναλλακτικές εργασίες για τους υπαλλήλους της παραγωγής. Η φιλοσοφία τους είναι ότι η σταθερή απασχόληση οδηγεί σε καλύτερα και ποιοτικότερα αυτοκίνητα, μικρότερο αριθμό πρόσθετων εργατών, δηλαδή, μικρότερος κύκλος εργασιών, λιγότερη συστηματική αποχή από την εργασία, και περισσότερη δέσμευση υπαλλήλων για τους εταιρικούς στόχους.

Σε σχέση με άλλες στρατηγικές, ο σχεδιασμός των επιπέδων παραγωγής οδηγεί συνήθως σε χαμηλότερες δαπάνες εργασίας. Οι εργαζόμενοι τείνουν να είναι πιο έμπειροι, η επίβλεψη είναι ευκολότερη, ελαχιστοποιείται το κόστος των προσλήψεων και των απολύσεων ελαχιστοποιούνται οι υπερωρίες, ενώ η λειτουργία είναι ομαλότερη με λιγότερα «δραματικά» ξεκινήματα και κλεισίματα.

## **Η ιστορία δυο εταιρειών ταχυμεταφοράς (A tale of Two Delivery Services)<sup>105</sup>**

Η Federal Express και η United Parcel Service είναι άμεσοι ανταγωνιστές στην παράδοση δεμάτων. Και οι δύο εταιρίες είναι επιτυχημένες, αλλά εστιάζουν το σύνολο προγραμματισμό αρκετά διαφορετικά.

Η διοίκηση της Federal Express χρησιμοποιεί μεγάλο αριθμός υπαλλήλων μερικής απασχόλησης για τις αποθήκες συσκευασίας και ταξινόμησης που διαθέτει. Οι αποθήκες σχεδιάστηκαν και επανδρώθηκαν ώστε να εξυπηρετούν πάνω από ένα εκατομμύριο φακέλους και συσκευασίες σε σύντομο χρονικό διάστημα μιας βάρδιας τεσσάρων ωρών κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η Federal Express διαπίστωσε ότι οι φοιτητές αποτελούν μια καλή πηγή για την εύρεση του εργατικού δυναμικού που χρειαζόταν. Η μερική απασχόληση αυτής της ομάδας ατόμων που διέθεταν υψηλή ενεργητικότητα, ικανοποιούσε τις περιόδους αυξημένης ζήτησης, ενώ αντίθετα η εταιρία θεωρεί ότι τα πλήρως απασχολούμενα άτομα δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για μια πλήρη βάρδια οκτώ ωρών.

Στις αποθήκες συσκευασίας και ταξινομώντας της UPS η διοίκηση βρισκόταν αντιμέτωπη με το δίλημμα αν θα πρέπει να έχει πλήρως απασχολούμενο προσωπικό, ή προσωπικό μερικής απασχόλησης. Η UPS επέλεξε την προσέγγιση του πλήρους απασχολούμενου προσωπικού ελπίζοντας να παρέχει ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης εργασίας και μια ισχυρή αίσθηση ομαδικής εργασίας. Οι ώρες εργασίας στη UPS είναι πολλές, η εργασία σκληρή και τέλος δημιουργεί συλλογικές κατηγορίες για τα ζητούμενα επίπεδα παραγωγικότητας. Όταν όμως εμφανίζεται αυξημένη ζήτηση, η UPS δεν είχε ποτέ έλλειψη εργατικού δυναμικού.

### **3.5 Μέθοδοι συνολικού προγραμματισμού**

Κάποιες επιχειρήσεις, δεν εφαρμόζουν καμία από τις επίσημες διαδικασίες συνολικού προγραμματισμού. Χρησιμοποιούν το ίδιο σχέδιο προγραμματισμού από χρόνο σε χρόνο, διενεργώντας τις απαραίτητες προσαρμογές προς τα πάνω ή προς τα κάτω προκειμένου να εντοπίσουν επακριβώς τη νέα ζήτηση. Βέβαια αυτή η μέθοδος δεν παρέχει μεγάλη ευελιξία και εάν το αρχικό σχέδιο ήταν υπερβολικά αισιόδοξο, ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής δεν θα δώσει την βέλτιστη απόδοση.

---

<sup>105</sup> Βλ. J. Heskett, W. E. Sasser, and C. Hart, *Service Breakthroughs* (New York: Free Press, 1990); and *Wall Street Journal* (May 24, 1995): B1, B4.

Σε αυτό το σημείο θα εισάγουμε τη χρήση διάφορων τεχνικών διαδικασιών διοίκησης για την ανάπτυξη του πιο χρήσιμου και του πιο κατάλληλου σχεδίου συνολικού προγραμματισμού. Αυτές οι διαδικασίες που θα εξετάσουμε, κυμαίνονται, από την ευρέως χρησιμοποιημένη μέθοδο ανάλυσης των ιστορικών στοιχείων (ή γραφική μέθοδος), την προσέγγιση του συνολικού προγραμματισμού με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού, ως μια σειρά πιο εξειδικευμένων και επίσημων μαθηματικών προσεγγίσεων, συμπεριλαμβανομένης της μεθόδου μεταφορών (Transportation method) του γραμμικού προγραμματισμού.

### **3.5.1 Γραφικές μέθοδοι και μέθοδοι ανάλυσης με ιστορικά στοιχεία (Graphical and Charting Methods)**

Οι γραφικές μέθοδοι και οι μέθοδοι ανάλυσης με ιστορικά στοιχεία είναι δημοφιλείς επειδή είναι εύκολο να κατανοηθούν και να χρησιμοποιηθούν. Βασικά, αυτές οι μέθοδοι προγραμματισμού, λειτουργούν κάθε φορά με την χρήση μερικών μεταβλητών έτσι ώστε, να επιτρέπει στους αρμόδιους για τον σχεδιασμό του προγραμματισμού, να συγκρίνουν την προβαλλόμενη ζήτηση με την υπάρχουσα παραγωγική δυναμικότητα. Παρ όλα αυτά, είναι λανθασμένες πειραματικές προσεγγίσεις που δεν εγγυώνται ένα βέλτιστο σχέδιο παραγωγής αλλά, είναι δημοφιλείς επειδή απαιτούν μόνο περιορισμένους υπολογισμούς οι οποίοι μπορούν να εκτελεστούν ακόμα και από τους υπαλλήλους της επιχείρησης.

Γενικά, οι γραφικές μέθοδοι ακολουθούν πέντε βήματα<sup>106</sup>:

1. Καθορισμός της ζήτησης σε κάθε χρονική περίοδο.
2. Καθορισμός της παραγωγικής δυναμικότητας για την κάθε χρονική περίοδο παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης της κανονικής χρονικής περιόδου εργασίας, των υπερωριών και τις υπεργολαβίες.
3. Εντοπισμός των εργασιακών δαπανών, δαπάνες πρόσληψης και απόλυσης προσωπικού, καθώς και τις δαπάνες εκμετάλλευσης αποθεμάτων.
4. Εξέταση της επιχειρησιακής πολιτικής που μπορεί να ισχύσει για τους εργαζομένους ή για τα επίπεδα αποθεμάτων.
5. Ανάπτυξη εναλλακτικών σχεδίων προγραμματισμού και εξέταση των συνολικών δαπανών τους.

---

<sup>106</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 699, New York 2001.

Τα παραδείγματα 1 έως 4 επεξηγούν αυτά τα βήματα.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Η Bill Wicker and Sons, ένας κατασκευαστής υλικών για σκεπές, έχει αναπτύξει μια μηνιαία πρόβλεψη για τις πωλήσεις κεραμιδιών που θα έχει κατά την περίοδο Ιανουάριος - Ιούνιος και παρουσιάζεται στον πίνακα 15.2. Η ζήτηση ανά ημέρα υπολογίζεται απλά με την διαίρεση της αναμενόμενης ζήτησης με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών κάθε μήνα.

Πίνακας 15.2

Μήνας	Αναμενόμενη Ζήτηση	Ημέρες παραγωγή ανά μήνα	Αναμενόμενη ημερήσια ζήτηση
Ιανουάριος	900	22	41
Φεβρουάριος	700	18	39
Μάρτιος	800	21	38
Απρίλιος	1.200	21	57
Μάιος	1.500	22	68
Ιούνιος	<u>1.100</u>	<u>20</u>	55
	6.200	124	

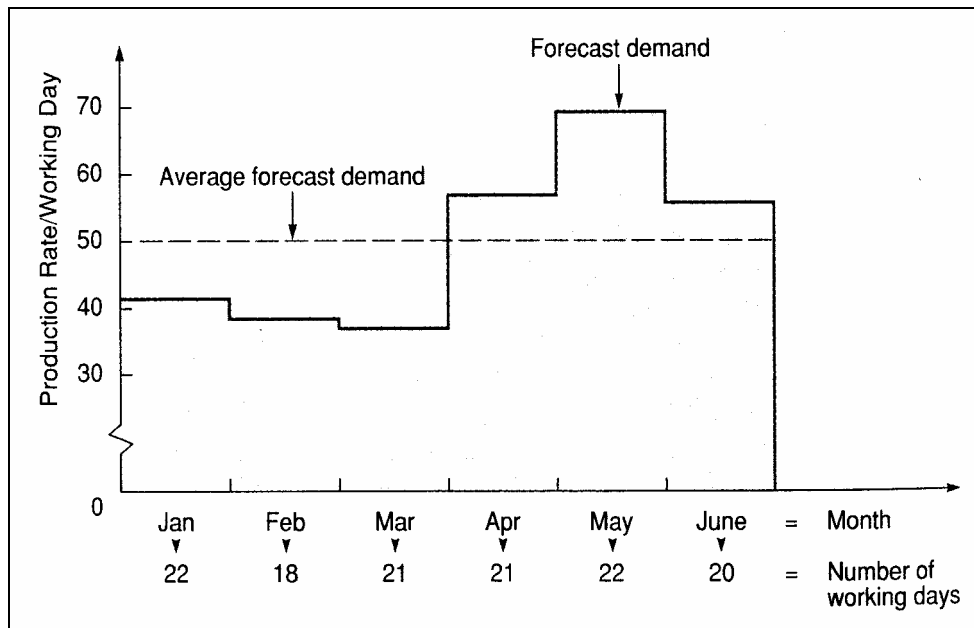
Για να αναπαραστήσει την προβλεπόμενη ζήτηση, η Bill Wicker and Sons σχεδιάζει μια γραφική παράσταση (σχήμα 15.3) που αντιπροσωπεύει την ημερήσια ζήτηση κάθε μήνα. Η διακεκομμένη γραμμή κατά μήκος του διαγράμματος αντιπροσωπεύει το ποσοστό της παραγωγής που απαιτείται για να ικανοποιήσει τη μέση ζήτηση. Υπολογίζεται ως εξής<sup>107</sup>:  
Μέση ζήτηση (Average requirement) = συνολική αναμενόμενη ζήτηση (total expected demand) δια συνολικό αριθμό ημερών παραγωγής (number of production days)

$$\text{άρα, η μέση ζήτηση} = \frac{6200}{124} = 50 \text{ κομμάτια ανά ημέρα}$$

<sup>107</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 699, New York 2001.

**Σχήμα 15.3**

*Γραφική παράσταση προβλεπόμενης και μέσης ζήτησης*



Η γραφική παράσταση στο σχήμα 15.3 επεξηγεί πώς η πρόβλεψη της ζήτησης (forecast demand) διαφέρει από τη μέση ζήτηση (average forecast demand). Μερικές στρατηγικές για την πρόβλεψη της ζήτησης αναφέρθηκαννωρίτερα. Παραδείγματος χάριν, η εταιρία Bill Wicker and Sons, πρέπει να προσλάβει προσωπικό για να παραγάγει μια ποσότητα που θα ικανοποιεί τη μέση ζήτηση (όπως υποδεικνύεται από την έντονη γραμμή). Ή να παραγάγει μια σταθερή ποσότητα, για παράδειγμα, 30 μονάδων και να ικανοποιεί με υπεργολαβία την αυξημένη ζήτηση για κεραμίδια, μέσω άλλων κατασκευαστών. Ένα τρίτο σχέδιο για τον προγραμματισμό της παραγωγής θα ήταν, να συνδυάσει την υπερωριακή εργασία του προσωπικού της με τις υπεργολαβίες που θα έχει αναθέσει, προκειμένου να ικανοποιήσει αποτελεσματικότερα την ζήτηση. Τα παραδείγματα 2 έως 4, επεξηγούν τρεις πιθανές στρατηγικές.

### **Προγραμματισμός παραγωγής μαγιών της επιχείρησης Porges–Ruiz Enterprises**

Η Porges-Ruiz Enterprises, ένας κατασκευαστής μαγιών του Μπουένος Άϊρες, ανέπτυξε μια καινοτόμο πολιτική για το προσωπικό, που όχι μόνο περικόπτει τις δαπάνες της, αλλά την κατέστησαν επίσης και πιο αποτελεσματική προς τους πελάτες της<sup>108</sup>. Σε μια ιδιαίτερα

<sup>108</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 700, New York 2001.

εποχιακή περίοδο (τους τρεις θερινούς μήνες), η επιχείρηση έπρεπε να διεκπεραιώσει τα τρία τέταρτα των προϊόντων της. Η διοίκηση της Porges-Ruiz Enterprises στηριζόταν παραδοσιακά στις υπερωρίες του προσωπικού, στην πρόσληψη εποχιακού προσωπικού και στη συγκέντρωση αποθεμάτων προκειμένου να ικανοποιήσει την τεράστια αύξηση της ζήτησης. Δυστυχώς τα προβλήματα σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση ήταν πολυάριθμα. Αρχικά, όταν η εταιρεία παρήγαγε μαγιό, πολλούς μήνες πριν από την ζήτηση, ήταν αδύνατον να ικανοποιήσει την ζήτηση η οποία είχε μεταβληθεί λόγω των τάσεων της μόδας. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια των τριών μηνών της αυξημένης ζήτησης, τα παράπονα των πελατών, οι επείγουσες ανάγκες για παραγωγή, οι αλλαγές του αρχικού σχεδίου προγραμματισμού και οι διακοπές λειτουργίας της επιχείρησης λόγω βλαβών, εμπόδιζαν την διοίκηση της επιχείρησης.

Η λύση για την Porges-Ruiz Enterprises ήταν να διαμορφώσει ποικιλοτρόπως τα προγράμματα παραγωγής της επιχείρησης, διατηρώντας σταθερή, για 42 ώρες εργασίας ανά εβδομάδα, την αμοιβή του προσωπικού της. Ο προγραμματισμός της παραγωγής άλλαξε από τον Αύγουστο μέχρι τα μέσα Νοεμβρίου, όπου οι εργαζόμενοι δούλευαν 52 ώρες την εβδομάδα.\* Κατόπιν, όταν τελείωνε η αυξημένη περίοδος ζήτησης, άρχιζε ένα πρόγραμμα 30 ωρών εργασίας ανά εβδομάδα, έως τον Απρίλιο. Κατά τη διάρκεια των νωθρών χρονικών περιόδων παραγωγής, οι γραμμές παραγωγής μαγιών της εταιρείας παρήγαγαν μόνο τα κλασσικά σχέδια.

Αυτή η ευέλικτη χρήση του εργατικού δυναμικού της, βοήθησε την Porges-Ruiz να μειώσει τις ανάγκες της, για κεφαλαίο κίνησης, κατά 40% και να διπλασιάσει την παραγωγική της δυναμικότητα κατά την αυξημένη περίοδο ζήτησης. Η εταιρεία διατήρησε ένα ποιοτικό πλεονέκτημα, το οποίο ήταν η ανταγωνιστική τιμή και επεκτείνει τις πωλήσεις της στη Βραζιλία, τη Χιλή, και την Ουρουγουάη.

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2**

Μια πιθανή στρατηγική (ας την αποκαλέσουμε στρατηγική 1) για την Bill Wicker and Sons, τον κατασκευαστή που περιγράψαμε στο παράδειγμα 1, είναι να διατηρήσει ένα σταθερό εργατικό δυναμικό καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου των έξι μηνών. Μια δεύτερη στρατηγική (στρατηγική 2) είναι να διατηρήσει σταθερό εργατικό δυναμικό για

---

\* Σημειώστε ότι η θερινή περίοδος στη Νότια Αμερική είναι κατά τη διάρκεια του χειμώνα στη Βόρεια Αμερική.

τους μήνες με χαμηλή ζήτηση (π.χ. Μάρτιος), και να ικανοποιήσει την ζήτηση που βρίσκεται επάνω από αυτό το επίπεδο ζήτησης, με υπεργολαβία. Ακόμα μια τρίτη στρατηγική είναι να προσληφθούν και αργότερα να απολυθούν κάποιοι εργαζόμενοι, προκειμένου να παραχθεί η αναγκαία ποσότητα και να ικανοποιηθεί η μηνιαία ζήτηση. Ο πίνακας 15.3 παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τις δαπάνες που απαιτούνται, προκειμένου να αναλυθούν αυτές οι στρατηγικές.

### Πίνακας 15.3

#### Πληροφορίες κόστους

Κόστος διατηρήσεις αποθέματος	\$5 ανά μονάδα προϊόντος και ανά μήνα
Κόστος υπεργολαβίας (πρόσθετη δαπάνη ανά μονάδα σε σχέση με το εσωτερικό κόστος παραγωγής)	\$10 ανά μονάδα προϊόντος
Μέση αμοιβή	\$5 ανά ώρα (\$40 ανά ημέρα)
Υπερωριακή αμοιβή	\$7 ανά ώρα (για εργασία πάνω από 8 ώρες)
Απαραίτητος χρόνος για την παραγωγή μιας μονάδας του προϊόντος	1,6 ώρες για την κατασκευή μιας μονάδας του προϊόντος
Κόστος αύξησης της ποσότητας παραγωγής (πρόσληψη και εκπαίδευση προσωπικού)	\$10 ανά μονάδα προϊόντος
Κόστος μείωσης της ποσότητας παραγωγής (απολύσεις)	\$15 ανά μονάδα προϊόντος

**Ανάλυση της πρώτης στρατηγικής.** Όταν αναλύουμε αυτή την προσέγγιση, στην οποία υποθέτουμε ότι παράγονται 50 μονάδες προϊόντος ανά ημέρα, έχουμε ένα σταθερό εργατικό δυναμικό, δεν έχουμε καμία υπερωρία, ή χρόνους αδρανούς απασχόλησης, δεν χρησιμοποιούμε κανένα απόθεμα ασφάλειας και δεν χρησιμοποιούμε κανέναν υπεργολάβο. Η εταιρία συσσωρεύει αποθέματα κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης, που είναι από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάρτιο, και τα διοχετεύει στην αγορά κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο, όπου υπάρχει υψηλή ζήτηση. Υποθέτουμε ότι το αρχικό απόθεμα είναι 0 και το προγραμματισμένο απόθεμα για το τέλος της περιόδου θα είναι και πάλι 0<sup>109</sup>.

<sup>109</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 701, New York 2001.

Μήνας	Παραγωγή 50 μονάδων ανά ημέρα	Πρόβλεψη της ζήτησης	Μηνιαία αλλαγή αποθέματος	Απόθεμα στο τέλος του μήνα
Ιανουάριος	1.100	900	+200	200
Φεβρουάριος	900	700	+200	400
Μάρτιος	1.050	800	+250	650
Απρίλιος	1.050	1.200	-150	500
Μάιος	1.100	1.500	-400	100
Ιούνιος	1.000	1.100	-100	<u>0</u>
				1.850

(συνολικές μονάδες αποθέματος που μεταφέρονται από μήνα σε μήνα) = 1850  
 εργατικό δυναμικό που απαιτείται για να παράγει 50 μονάδες προϊόντος ανά ημέρα = 10

(Επειδή κάθε μονάδα προϊόντος απαιτεί 1,6 ώρες εργασίας για να παραχθεί, ο κάθε εργαζόμενος μπορεί να παράγει 5 μονάδες προϊόντος σε μια εργάσιμη ημέρα διάρκειας οκτώ ωρών. Ως εκ τούτου για να παραχθούν 50 μονάδες προϊόντος, απαιτούνται 10 εργαζόμενοι.) Το κόστος της πρώτης στρατηγικής υπολογίζεται ως εξής<sup>110</sup>:

Κόστος	Υπολογισμός
Μεταφορά αποθέματος	\$9.250 (= 1.850 μονάδες προϊόντος που μεταφέρονται επί \$5 ανά μονάδα προϊόντος)
Κόστος κανονικών ωρών εργασίας	\$49.600 (= 10 εργαζόμενοι επί \$40 την ημέρα επί 124 ημέρες)
Άλλα κόστη (υπερωρίες, προσλήψεις, απολύσεις, υπεργολαβίες)	0
Συνολικό κόστος	\$58.850

Η γραφική παράσταση του δεύτερου παραδείγματος παρουσιάζεται στο σχήμα 15.3. Μερικοί αρμόδιοι, για το σχεδιασμό του προγραμματισμού, προτιμούν μια συσσωρευτική γραφική παράσταση (cumulative graph) για να επιδείξουν οπτικά το πώς η πρόβλεψη

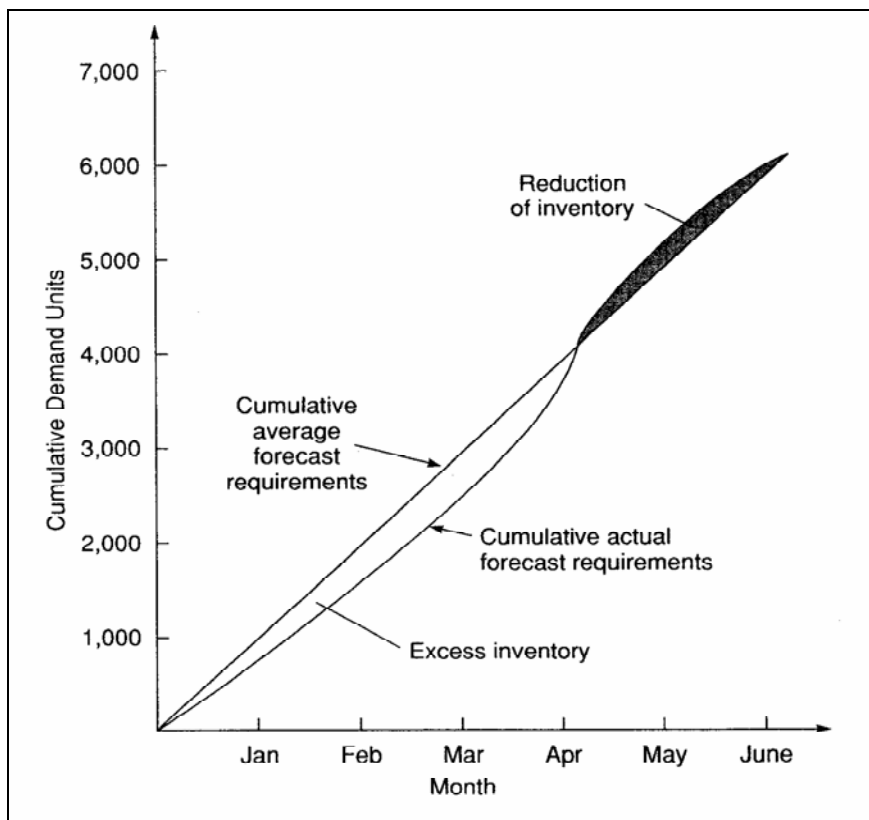
<sup>110</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 702, New York 2001.



παρεκκλίνει από τη μέση ζήτηση. Μια τέτοια γραφική παράσταση παρουσιάζεται στο σχήμα 15.4<sup>111</sup>.

### Σχήμα 15.4

*Συσσωρευτική γραφική παράσταση για την πρώτη στρατηγική*



### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3

**Ανάλυση της δεύτερης στρατηγικής.** Επίσης και στην δεύτερη στρατηγική διατηρείται ένα σταθερό εργατικό δυναμικό, αλλά είναι αρκετά μικρότερο, έτσι ώστε να ικανοποιεί μόνο την ζήτηση κατά τον μήνα Μάρτιο όπου η προβλεπόμενη ζήτηση είναι και η χαμηλότερη όλης της περιόδου (περίοδος έξι μηνών, Ιανουάριος-Ιούνιος). Για να παραχθούν 38 μονάδες προϊόντος ανά ημέρα στην επιχείρηση απαιτούνται 7,6 εργαζόμενοι. (Μπορούμε να το σκεφτούμε αυτό ως 7 πλήρως απασχολούμενοι εργαζόμενοι και 1 εργαζόμενος μερικής απασχόλησης.) Όλη η άλλη προβλεπόμενη ζήτηση ικανοποιείται με υπεργολαβία, η οποία πραγματοποιείται κάθε μήνα. Καμία δαπάνη εκμετάλλευσης αποθεμάτων δεν αναλαμβάνεται στη δεύτερη στρατηγική.

<sup>111</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 702, New York 2001

Επειδή απαιτούνται 6.200 μονάδες προϊόντος κατά τη διάρκεια της συνολικής περιόδου προγραμματισμού, πρέπει να υπολογίσουμε πόσες μονάδες προϊόντος μπορούν να παραχθούν από την εταιρία και πόσες μονάδες προϊόντος πρέπει να παραχθούν με υπεργολαβία:

Παραγωγή μονάδων προϊόντος από την επιχείρηση = 38 μονάδες προϊόντος ανά ημέρα επί 124 παραγωγικές μέρες = **4.712** μονάδες προϊόντος

Μονάδες προϊόντος που θα παραχθούν με υπεργολαβία = 6.200 – 4.712 = **1.488**

Επομένως το κόστος για την δεύτερη στρατηγική είναι

<b>Κόστος</b>	<b>Υπολογισμός</b>
Κόστος μισθοδοσίας εργαζομένων	\$37.696 (= 7,6 εργαζόμενοι επί \$40 ανά ημέρα επί 124 εργάσιμες μέρες)
Κόστος υπεργολαβίας	\$14.880 (= 1488 μονάδες προϊόντος επί \$10 ανά παραγόμενο κομμάτι)
Συνολικό κόστος	\$52.576

#### **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4**

**Ανάλυση της τρίτης στρατηγικής.** Η Τρίτη και τελευταία στρατηγική περιλαμβάνει μια ποικιλομορφία στο μέγεθος του εργατικού δυναμικού, με προσλήψεις και απολύσεις προσωπικού, ανάλογα με τις ανάγκες της ίδια της επιχείρησης. Η ποσότητα της παραγωγής θα είναι ίση με την ζήτηση. Ο πίνακας 15.4 παρουσιάζει τους υπολογισμούς και το συνολικό κόστος της τρίτης στρατηγικής. Ενθυμούμενοι ότι το κόστος μείωσης ανέρχεται σε \$15 ανά παραγόμενη μονάδα προϊόντος σε σχέση με τα επίπεδα παραγωγής του προηγούμενου μήνα και \$10 ανά μονάδα προϊόντος για την αύξηση της παραγωγής μέσω των προσλήψεων.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 15.4

*Υπολογισμός του κόστους για την τρίτη στρατηγική*

Μήνας	Πρόβλεψη ζήτησης (μονάδες προϊόντος)	Κόστος παραγωγής (ζήτηση x 1,6 ώρες ανά μονάδα x \$5 ανά ώρα εργασίας)	Επιπλέον κόστος από την αύξηση της παραγωγής (κόστος προσλήψεων)	Επιπλέον κόστος από την μείωση της παραγωγής (κόστος απολύσεων)	Συνολικό κόστος
Ιανουάριος	900	\$7.200			\$7.200
Φεβρουάριος	700	\$5.600		\$3.000(=200x\$15)	8.600
Μάρτιος	800	\$6.400	\$1.000(=100x\$10)		7.400
Απρίλιος	1.200	\$9.600	\$4.000(=400x\$10)		13.600
Μάιος	1.500	\$12.000	\$3.000(=300x\$10)		15.000
Ιούνιος	1.100	\$8.800		\$6.000(=400x\$15)	14.800
		\$49.600	\$8.000	\$9.000	\$66.600

Το τελικό βήμα στις γραφικές μεθόδους είναι να συγκριθούν οι δαπάνες κάθε προτεινόμενης στρατηγικής (σχεδίου) και να επιλεχτεί η προσέγγιση με το μικρότερο συνολικό κόστος. Μια συνοπτική ανάλυση παρέχεται στον πίνακα 15.5. Στον πίνακα αυτό βλέπουμε ότι η δεύτερη στρατηγική έχει το χαμηλότερο κόστος και είναι η καλύτερη των τριών επιλογών.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 15.5

*Σύγκριση των τριών στρατηγικών*

Κόστος	Σχέδιο 1 (σταθερό εργατικό δυναμικό 10 ατόμων)	Σχέδιο 2 (εργατικό δυναμικό 7,6 ατόμων και υπεργολαβίες)	Σχέδιο 3 (προσλήψεις και απολύσεις σύμφωνα με την ζήτηση)
Μεταφορά αποθεμάτων	\$9.250	0	0
Κανονικές αμοιβές	\$49.600	\$37.696	\$49.600
Αμοιβές υπερωριών	0	0	0
Προσλήψεις	0	0	\$8.000
Απολύσεις	0	0	\$9.000
Υπεργολαβία	0	\$14.880	0
Συνολικό κόστος	\$58.850	\$52.576	\$66.600

Φυσικά, μπορούν να εξεταστούν και πολλές άλλες εφικτές στρατηγικές σε προβλήματα όπως αυτό, συμπεριλαμβανομένων και των συνδυασμών που χρησιμοποιούν κάποιες υπερωρίες. Αν και η μέθοδος ανάλυσης ιστορικών στοιχείων καθώς και η μέθοδος των γραφικών παραστάσεων είναι δυο δημοφιλείς εργαλεία για την διοίκηση, εντούτοις, η

βοήθεια τους είναι πολύτιμη για την αξιολόγηση των στρατηγική και όχι για την παραγωγή τους. Οι διευθυντές των επιχειρήσεων χρειάζονται μια συστηματική προσέγγιση που να εξετάζει όλες τις δαπάνες και να παράγει μια αποτελεσματική λύση. Τα μαθηματικά πρότυπα παρέχουν μια τέτοια προσέγγιση.

### **3.5.2 Συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού**

Ο στόχος του συνολικού προγραμματισμού είναι να μεγιστοποιηθεί το κέρδος για την επιχείρηση ικανοποιώντας ταυτόχρονα την ζήτηση. Κάθε επιχείρηση, στην προσπάθειά της να ικανοποιήσει την ζήτηση των πελατών, αντιμετωπίζει ορισμένους περιορισμούς, όπως η περιορισμένη δυνατότητα παραγωγής των εγκαταστάσεων της ή του εργατικού δυναμικού της. Ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό εργαλείο για την επιχείρηση που προσπαθεί να μεγιστοποιήσει τα κέρδη της μέσα από ένα σύνολο περιορισμών είναι ο **γραμμικός προγραμματισμός**. Ο γραμμικός προγραμματισμός βρίσκει τη βέλτιστη λύση που θα δημιουργήσει τα υψηλότερα κέρδη ικανοποιώντας τους περιορισμούς που αντιμετωπίζει η επιχείρηση.

Θα επεξηγήσουμε το γραμμικό προγραμματισμό μέσω ενός παραδείγματος της εταιρείας Red Tomato Tools, ένας μικρού κατασκευαστή εξοπλισμού κηπουρικής. Η λειτουργία της Red Tomato έγκειται στη συναρμολόγηση των αγορασμένων εξαρτημάτων ενός πολυεργαλείου κηπουρικής. Λόγω του περιορισμένου εξοπλισμού και του χρονικού διαστήματος που απαιτείται η διαδικασία συναρμολόγησης του, η παραγωγική δυναμικότητα της Red Tomato καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος του εργατικού δυναμικού της. Για την Red Tomato, χρησιμοποιούμε ένα αρκετά μεγάλο χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού έξι μηνών.

#### **Red Tomato Tools**

Η ζήτηση για τα εργαλεία κηπουρικής της Red Tomato έχει ιδιαίτερα εποχιακό χαρακτήρα και αυξάνεται κατά την άνοιξη, δεδομένου ότι οι άνθρωποι φυτεύουν τους κήπους τους. Η διοίκηση της Red Tomato έχει αποφασίσει να χρησιμοποιεί το συνολικό προγραμματισμό ώστε να υπερνικήσει το εμπόδιο της εποχιακής ζήτησης και να μεγιστοποιήσει τα κέρδη της. Οι επιλογές που έχει η Red Tomato για το χειρισμό της εποχικότητας είναι, να αυξήσει τον αριθμό των εργαζομένων κατά τη διάρκεια της υψηλής ζήτησης, να εκτελέσει ένα μέρος της ζήτησης αναθέτοντας υπεργολαβία σε μια άλλη επιχείρηση, να αυξήσει τα

αποθέματα κατά τη διάρκεια των μηνών με χαμηλή ζήτηση, ή να δημιουργήσει ανεκτέλεστες παραγγελίες οι οποίες θα παραδοθούν πιο αργά στους πελάτες. Για να καθοριστεί η καλύτερη χρήση αυτών των επιλογών μέσω ενός συνολικού προγραμματισμού, ο αντιπρόεδρος της αλυσίδας ανεφοδιασμού της Red Tomato αρχίζει με την πρόβλεψη της ζήτησης για τα εργαλεία κήπου κατά τη διάρκεια των επόμενων έξι μηνών, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1<sup>112</sup>.

Η Red Tomato πουλάει το κάθε εργαλείο κήπου στους λιανοπωλητές έναντι €40. Η επιχείρηση έχει έναν αρχικό απόθεμα 1000 εργαλείων τον Ιανουάριο. Επίσης στις αρχές Ιανουαρίου η επιχείρηση έχει εργατικό δυναμικό ίσο με 80 υπάλληλους, ενώ έχει ένα πλάνο 20 εργάσιμων ημερών για κάθε μήνα και ο κάθε υπάλληλος κερδίζει €4 ανά ώρα εργασίας (κανονικός χρόνος, όχι αμοιβή υπερωρίας). Κάθε υπάλληλος απασχολείται «κανονικά» οκτώ ώρες ημερησίως και οι υπόλοιπες ώρες εργασίας είναι υπερωρίες. Η παραγωγική δυναμικότητα της επιχείρησης καθορίζεται πρώτιστα από τις συνολικές ώρες εργασίας που εργάζονται οι υπάλληλοί της.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

*Η πρόβλεψη της ζήτησης για την Red Tomato*

Μήνας	Πρόβλεψη της Ζήτησης
Ιανουάριος	1600
Φεβρουάριος	3000
Μάρτιος	3200
Απρίλιος	3800
Μάιος	2200
Ιούνιος	2200

Επομένως, η παραγωγική δυναμικότητα των μηχανών δεν περιορίζει την παραγωγική δυνατότητα της επιχείρησης. Λόγω των κανόνων εργασίας, κανένας υπάλληλος δεν πραγματοποιεί περισσότερο από 10 ώρες υπερωρία το μήνα. Οι διάφορες δαπάνες παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2<sup>113</sup>.

<sup>112</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 106

<sup>113</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 106

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

*Κόστη για την εταιρεία Red Tomato*

<b>Αντικείμενο</b>	<b>Κόστος</b>
Κόστος πρώτων υλών	€10 ανά κομμάτι
Κόστος διατήρησης αποθεμάτων	€2 ανά κομμάτι, το μήνα
Κόστος ανεκπλήρωτων παραγγελιών	€5 ανά κομμάτι, το μήνα
Κόστος προσλήψεων και εκπαίδευσης	€300 ανά υπάλληλο
Κόστος απολύσεων	€500 ανά υπάλληλο
Απαιτούμενη ώρα εργασίας για την παρασκευή ενός εργαλείου κήπου	4 ώρες ανά κομμάτι
Κόστος ωρομίσθιας εργασίας	€4 ανά ώρα
Κόστος υπερωριακής εργασίας	€6 ανά ώρα
Κόστος υπεργολαβίας	€30 ανά κομμάτι

Αυτήν την περίοδο, η Red Tomato δεν έχει κανένα όριο για τις υπεργολαβίες, τα αποθέματα και για τις ανεκτέλεστες παραγγελίες. Όλο το απόθεμα συναθροίστηκε και εντάχθηκε στην παραγωγή των επόμενων μηνών. Οι δαπάνες των αποθεμάτων εντάσσονται στο απόθεμα του τελευταίου μήνα. Ο στόχος της διοίκησης, της αλυσίδας ανεφοδιασμού, είναι να οργανώσει το βέλτιστο συνολικό προγραμματισμό που θα επιτρέπει στην Red Tomato να τελειώσει τον Ιούνιο με τουλάχιστον 500 μονάδες προϊόντος (δηλαδή, κανένα έλλειμμα στο τέλος του Ιουνίου και τουλάχιστον 500 μονάδων στο απόθεμα).

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός είναι αυτός που οδηγεί στο μέγιστο κέρδος, προβλέποντας μακροχρόνια, πέρα από τον εξάμηνο χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού. Λαμβάνοντας υπόψη την επιθυμία της Red Tomato για ένα πολύ υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών, υποθέστε ότι όλη η ζήτηση πρόκειται να ικανοποιηθεί. Επομένως, τα εισοδήματα που εισρέουν πέρα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σταθερή τιμή. Σε αυτήν την περίπτωση, η ελαχιστοποίηση του κόστους πέρα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού είναι ισοδύναμη με τη μεγιστοποίηση του κέρδους. Σε πολλές περιπτώσεις, μια επιχείρηση έχει την επιλογή να μην ικανοποιήσει την ζήτηση, ή οι τιμές από μόνες τους, μπορούν να είναι μια μεταβλητή όπου η επιχείρηση θα πρέπει να καθορίσει βασισμένη στο συνολικό προγραμματισμό. Τότε, η ελαχιστοποίηση του κόστους δεν θα ήταν ισοδύναμη με τη

μεγιστοποίηση των κερδών, και επομένως, ο στόχος της επιχείρησης θα πρέπει να ήταν η μεγιστοποίηση του κέρδους.

### **Μεταβλητές αποφάσεων**

Το πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός μοντέλου συνολικού προγραμματισμού, είναι να προσδιοριστεί το σύνολο των μεταβλητών απόφασης, οι τιμές των οποίων, πρόκειται να καθορίσουν το συνολικό προγραμματισμό. Για την Red Tomato, οι ακόλουθες μεταβλητές απόφασης καθορίζουν το συνολικό προγραμματισμό<sup>114</sup>:

$W_t$  = Το μέγεθος του εργατικού δυναμικού για τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$H_t$  = Ο αριθμός των υπαλλήλων που προσλαμβάνονται στην αρχή του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$L_t$  = Ο αριθμός των υπαλλήλων που απολύονται στην αρχή του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$P_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που παράγονται κατά τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$I_t$  = Το απόθεμα στο τέλος του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$S_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που δεν παραδόθηκαν σύμφωνα με την παραγγελία στο τέλος του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$C_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που εκτελέστηκαν με υπεργολαβία για τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$O_t$  = Ο αριθμός των υπερωριών που πραγματοποιήθηκαν τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Το επόμενο βήμα για την δημιουργία ενός μοντέλου συνολικού προγραμματισμού, είναι να καθοριστεί η αντικειμενική συνάρτηση του.

### **Αντικειμενική συνάρτηση**

Σημειώστε την ζήτηση για την περίοδο  $t$  με  $D_t$ . Οι τιμές της  $D_t$  καθορίζονται από την ζήτηση που προβλέπεται στον πίνακα 3.1. Ο αντικειμενικός σκοπός της συνάρτησης είναι να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος (ισοδύναμο με τη μεγιστοποίηση του συνολικού

---

<sup>114</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 107

κέρδους, δεδομένου ότι όλη η ζήτηση πρόκειται να ικανοποιηθεί) κατά τη διάρκεια του χρονικού προγραμματισμού. Το κόστος που πρέπει να περιοριστεί έχει τα ακόλουθα συστατικά<sup>115</sup>:

- Κόστος εργασίας
- Κόστος υπερωριών
- Κόστος προσλήψεων και απολύσεων
- Κόστος αποθεμάτων
- Κόστος ανεκτέλεστων παραγγελιών
- Κόστος υπεργολαβίας
- Κόστος πρώτων υλών

Αυτές οι δαπάνες αξιολογούνται ως εξής<sup>116</sup>:

- **Κόστος εργασίας.** Οι εργαζόμενοι πληρώνονται με αμοιβή €640 το μήνα (€4 την ώρα επί 8 ώρες την ημέρα επί 20 ημέρες τον μήνα). Επειδή το  $W_t$  είναι ο αριθμός των εργαζομένων κατά την περίοδο  $t$ , το κόστος εργασίας για τον χρονικό ορίζοντα του συνολικού προγραμματισμού είναι το ακόλουθο:

$$\text{Κόστος εργασίας} = \sum_{t=1}^6 640W_t$$

- **Κόστος υπερωριών.** Δεδομένου ότι το κόστος υπερωριακής εργασίας είναι €6 ανά ώρα (πίνακας 3.2) και το  $O_t$  αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ωρών υπερωρίας που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο  $t$ , το κόστος υπερωριών για το χρονικό ορίζοντα του συνολικού προγραμματισμού είναι το ακόλουθο:

$$\text{Κόστος υπερωριών} = \sum_{t=1}^6 6O_t$$

- **Κόστος προσλήψεων και απολύσεων.** Το κόστος πρόσληψης ενός εργαζόμενου είναι €300, ενώ το κόστος απόλυσης του είναι €500 (πίνακας 3.2). Το  $H_t$  και το  $L_t$  αντιπροσωπεύουν τον αριθμό εργαζομένων που προσλαμβάνονται και απολύονται

---

<sup>115</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 107

<sup>116</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 107



αντίστοιχα, στην περίοδο  $t$ . Έτσι το κόστος των προσλήψεων και των απολύσεων είναι το ακόλουθο:

$$\text{Κόστος προσλήψεων και απολύσεων} = \sum_{t=1}^6 300H_t + \sum_{t=1}^6 500L_t$$

• **Κόστος αποθεμάτων και ανεκτέλεστων παραγγελιών.** Το κόστος αποθεμάτων είναι €2 ανά κομμάτι (μονάδα) το μήνα και το κόστος ανεκτέλεστων παραγγελιών είναι €5 ανά κομμάτι (μονάδα) το μήνα (πίνακας 3.2). Το  $I_t$  και το  $S_t$  αντιπροσωπεύουν τα κομμάτια των αποθεμάτων και των ανεκτέλεστων παραγγελιών, αντίστοιχα, στην περίοδο  $t$ . Κατά συνέπεια, το κόστος των αποθεμάτων και των ανεκτέλεστων παραγγελιών είναι το ακόλουθο:

$$\text{Κόστος αποθεμάτων και ανεκτέλεστων παραγγελιών} = \sum_{t=1}^6 2I_t + \sum_{t=1}^6 5S_t$$

• **Κόστος πρώτων υλών και υπεργολαβίας.** Το κόστος πρώτων υλών είναι €10 ανά κομμάτι (μονάδα) και το κόστος υπεργολαβίας είναι €30 ανά κομμάτι (μονάδα) (πίνακας 3.2). Το  $P_t$  αντιπροσωπεύει την παραχθείσα ποσότητα και το  $C_t$  την ποσότητα των κομματιών που παρήχθησαν (εκτελέστηκαν) με υπεργολαβία στην περίοδο  $t$ . Έτσι, το κόστος των πρώτων υλών και της υπεργολαβίας είναι το ακόλουθο:

$$\text{Κόστος πρώτων υλών και υπεργολαβίας} = \sum_{t=1}^6 10P_t + \sum_{t=1}^6 30C_t$$

**Το συνολικό κόστος.** Το συνολικό κόστος κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού είναι το άθροισμα όλων των προηγούμενων δαπανών και δίνεται από τα εξής:

$$\sum_{t=1}^6 640W_t + \sum_{t=1}^6 300H_t + \sum_{t=1}^6 500L_t + \sum_{t=1}^6 6O_t + \sum_{t=1}^6 2I_t + \sum_{t=1}^6 5S_t + \sum_{t=1}^6 10P_t + \sum_{t=1}^6 30C_t$$

εξίσωση (3.1)

Ο στόχος της Red Tomato είναι να βρεθεί το μοντέλο του συνολικού προγραμματισμού που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος (εξίσωση 3.1) κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού.

Οι τιμές των μεταβλητών απόφασης, για την επίτευξη του αντικειμενικού στόχου της επιχείρησης, δεν θέτονται αυθαίρετα. Υπόκεινται σε ποικίλους περιορισμούς. Το επόμενο βήμα για τη δημιουργία ενός μοντέλου συνολικού προγραμματισμού, είναι να καθοριστούν σαφώς οι περιορισμοί που συνδέουν τις μεταβλητές απόφασης.

## Περιορισμοί

Τώρα, ο αντιπρόεδρος της Red Tomato πρέπει να διευκρινίσει τους περιορισμούς, τους οποίους, δεν πρέπει με κανένα τρόπο να παραβιάσουν οι μεταβλητές απόφασης. Οι περιορισμοί αυτοί είναι οι ακόλουθοι<sup>117</sup>:

• **Εργατικό δυναμικό, προσλήψεις, και περιορισμοί απολύσεων.** Το μέγεθος του εργατικού δυναμικού  $W_t$  για την περίοδο  $t$  συσχετίζεται με το μέγεθος του εργατικού δυναμικού  $W_{t-1}$  στην περίοδο  $t-1$ , τον αριθμό των εργαζομένων που προσλήφθηκαν  $H_t$  κατά την περίοδο  $t$  και τον αριθμό των εργαζόμενων που απολύθηκαν  $L_t$  κατά την περίοδο  $t$  ως εξής:

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

εξίσωση (3.2)

Το (αρχικό) εργατικό δυναμικό δίνεται από το  $W_0 = 80$

**Περιορισμοί λόγω δυναμικότητας.** Σε κάθε περίοδο, η παραγόμενη ποσότητα δεν μπορεί να υπερβαίνει τη διαθέσιμη παραγωγική δυναμικότητα της μονάδας παραγωγής. Αυτή η δέσμευση περιορίζει τη συνολική παραγωγή προς διάθεση, δηλαδή την παραγόμενη ποσότητα προς κατανάλωση (καθορίζεται βασισμένη στις διαθέσιμες ώρες του εργατικού δυναμικού, κανονικές ή υπερωριακές ώρες εργασίας). Η παραγωγή που εκτελείται με υπερβολαβία δεν συμπεριλαμβάνεται σε αυτόν τον περιορισμό ενώ, ο περιορισμός αυτός, περιορίζεται μόνο στις εγκαταστάσεις παραγωγής της μονάδας. Δεδομένου ότι κάθε εργαζόμενος μπορεί να παραγάγει 40 κομμάτια προϊόντος ανά μήνα στον κανονικό χρόνο εργασίας του (4 ώρες ανά κομμάτι, όπως διευκρινίζεται στον πίνακα 3.2) και μια μονάδα για κάθε 4 ώρες υπερωρίας, έχουμε λοιπόν τα εξής:

$$P_t \leq 40W_t + O_t / 4 \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

εξίσωση (3.3)

---

<sup>117</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 108

**Περιορισμοί ισορροπίας αποθεμάτων.** Ο επόμενος περιορισμός καλείται να ισορροπεί τα αποθέματα στο τέλος κάθε περιόδου. Η καθαρή ζήτηση για την περίοδο  $t$  λαμβάνεται ως το ποσό της τρέχουσας ζήτησης  $D_t$  και της προηγούμενης ανεκτέλεστης παραγγελίας  $S_{t-1}$ . Αυτή η ζήτηση, είτε καλύπτεται από την τρέχουσα παραγωγή (εσωτερική παραγωγή  $P_t$  ή εκτελείται με υπεργολαβία  $C_t$ ) και από προηγούμενα αποθέματα (οπότε σ' αυτή την περίπτωση κάποια αποθέματα μπορούν να αφαιρεθούν), είτε από μέρος των ανεκτέλεστων παραγγελιών  $S_t$ . Αυτή η σχέση προσδιορίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$I_{t-1} + P_t + C_t = D_t + S_{t-1} + I_t - S_t \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

εξίσωση (3.4)

Το αρχικό απόθεμα δίνεται από το  $I_0 = 1.000$ , ενώ το τελικό απόθεμα πρέπει να είναι τουλάχιστον 500 μονάδες, το οποίο είναι  $I_6 \geq 500$ . Επίσης, αρχικά δεν υπάρχει καμία ανεκτέλεστη παραγγελία, δηλαδή το  $S_0 = 0$ .

**Περιορισμοί των υπερωριών.** Ένας επιπλέον περιορισμός απαιτεί, κανένας εργαζόμενος, να μην υπερβαίνει τις 10 ώρες υπερωρίας κάθε μήνα. Αυτός ο περιορισμός δεσμεύει τις συνολικά διαθέσιμες ώρες υπερωριών ως εξής:

$$O_t \leq 10W_t \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

εξίσωση (3.5)

Επιπλέον, κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μη αρνητική, και δεν πρέπει να υπάρξει καμία ανεκτέλεστη παραγγελία στο τέλος της 6<sup>ης</sup> περιόδου, δηλαδή  $S_6 = 0$ ,

Ο περιορισμός των υπερωριών (εξίσωση 3.5) μπορεί να γραφτεί και ως εξής:  $O_t - 10W_t \leq 0$  για  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  επειδή κατά την εφαρμογή του μοντέλου στο **Excel**, όπως θα δούμε αργότερα, είναι ευκολότερο όταν όλοι οι περιορισμοί γράφονται έτσι ώστε, η δεξιά πλευρά του κάθε περιορισμού να είναι 0.

Παρατηρούμε ότι εύκολα κάποιος μπορεί να προσθέσει τους περιορισμούς που επιβάλλονται από το ποσό που αγοράζεται με υπεργολαβία κάθε μήνας, ή τον μέγιστο αριθμό υπαλλήλων που προσλαμβάνονται ή απολύονται. Επίσης οποιοδήποτε άλλοι περιορισμοί, δεσμεύουν τις ανεκτέλεστες παραγγελίες ή τα αποθέματα μπορούν και αυτοί να προσαρμοστούν. Το ιδανικό θα ήταν ο αριθμός των υπαλλήλων να ήταν μια ακέραια μεταβλητή. Εντούτοις, μπορούμε να λάβουμε μια καλή προσέγγιση επιτρέποντας στον αριθμό των υπαλλήλων να πάρει και κλασματικές τιμές. Αυτή η αλλαγή επιταχύνει

σημαντικά το χρόνο που λαμβάνεται για να λύσει το πρόβλημα. Ένα τέτοιο γραμμικό «πρόβλημα» μπορεί να λυθεί χρησιμοποιώντας το εργαλείο **solver** του **Excel**<sup>118</sup>.

Εάν υποθέσουμε ότι το μέσο απόθεμα στην περίοδο  $t$  που είναι ο μέσος όρος των αρχικών και τελικών αποθεμάτων, είναι  $(I_{t-1} + I_t) / 2$ , το μέσο απόθεμα για τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού δίνεται από τα εξής:

$$\text{Μέσο απόθεμα} = \left\{ \left[ (I_0 + I_T) / 2 + \sum_{t=1}^{T-1} I_t \right] / T \right\}$$

Ο μέσος χρόνος ροής των προϊόντων κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού λαμβάνεται χρησιμοποιώντας το (μέσος χρόνος ροής = μέσο απόθεμα / ρυθμός απόδοσης).

Ο μέσος χρόνος ροής είναι ο ακόλουθος:

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = \left\{ \left[ (I_0 + I_T) / 2 + \sum_{t=1}^{T-1} I_t \right] / T \right\} / \left( \sum_{t=1}^T D_t / t \right)$$

εξίσωση (3.6)

Με τη βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης (αυτή ελαχιστοποιεί το κόστος στην εξίσωση 3.1) υπό τους περιορισμούς (εξισώσεις 3.2 - 3.5), ο αντιπρόεδρος της εταιρείας συντάσσει το συνολικό προγραμματισμό που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.3. (αργότερα θα εξετάσουμε πώς εκτελείται αυτή η βελτιστοποίηση χρησιμοποιώντας το Excel.)

Για αυτόν το συνολικό προγραμματισμό έχουμε τα εξής:

Συνολικό κόστος του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού = €422.275

Η Red Tomato απολύει συνολικά 15 υπαλλήλους στην αρχή Ιανουαρίου. Μετά από αυτήν την κίνηση, η επιχείρηση διατηρεί το εργατικό δυναμικό και το επίπεδο παραγωγής της. Δεν χρησιμοποιεί υπεργολαβίες κατά τη διάρκεια ολόκληρου του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού. Η επιχείρηση έχει μόνο μια ανεκτέλεστη παραγγελία από τον Απρίλιο έως τον Μάιο. Όλους τους άλλους μήνες, δεν προγραμματίζει να έχει κάποια ανεκτέλεστη παραγγελία. Στην πραγματικότητα η Red Tomato έχει αποθέματα σε όλες τις άλλες περιόδους. Περιγράφουμε αυτό το απόθεμα ως εποχιακό απόθεμα επειδή μεταφέρεται εν αναμονή μιας μελλοντικής αύξησης της ζήτησης. Λαμβάνοντας υπόψη την τιμή πώλησης

<sup>118</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 113

€40 ανά μονάδα και τις συνολικές πωλήσεις 16.000 μονάδων(κομματιών), τα έσοδα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού είναι τα ακόλουθα:

Εισοδήματα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμό = 40 X 16.000 = €640.000

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

*Συνολικός προγραμματισμός για την Red Tomato*

Περίοδος t	Αριθμός εργαζομένων που προσλήφθηκαν $H_t$	Αριθμός εργαζομένων που απολύθηκαν $L_t$	Δύναμη εργατικού δυναμικού $W_t$	Υπερωρίες $O_t$	Απόθεμα $I_t$	Ανεκτέλεστες παραγγελίες $S_t$	Υπεργολαβίες $C_t$	Συνολική παραγωγή $P_t$
0	0	0	80	0	1000	0	0	2583
1	0	15	65	0	1983	0	0	2583
2	0	0	65	0	1567	0	0	2583
3	0	0	65	0	950	0	0	2583
4	0	0	65	0	0	267	0	2583
5	0	0	65	0	117	0	0	2583
6	0	0	65	0	500	0	0	2583

Το μέσο εποχιακό απόθεμα κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού είναι το ακόλουθο:

$$\text{Μέσο εποχιακό απόθεμα} = \left[ (I_0 + I_6) / 2 + \sum_{t=1}^5 I_t \right] / T = 5.367 / 6 = 895$$

Ο μέσος χρόνος ροής του συνολικού προγραμματισμού κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού (με την χρησιμοποίηση την εξίσωση 3.6) είναι ο εξής:

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = 895 / 2.667 = 0,34 \text{ μήνες}$$

Εάν η εποχιακή διακύμανση της ζήτησης αυξάνεται, ο συγχρονισμός της προσφοράς και της ζήτησης γίνεται δυσκολότερος, με συνέπεια μια αύξηση, είτε στο απόθεμα είτε στις ανεκτέλεστες παραγγελίες καθώς επίσης και μια αύξηση στο συνολικό κόστος της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Αυτό διευκρινίζεται στο παράδειγμα 3.1, στο οποίο η πρόβλεψη της ζήτησης είναι μεταβλητή.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

*Πρόβλεψη της ζήτησης με υψηλή εποχικότητα διακύμανσης*

Μήνας	Πρόβλεψη ζήτησης
Ιανουάριος	1000
Φεβρουάριος	3000
Μάρτιος	3800
Απρίλιος	4800
Μάιος	2000
Ιούνιος	1400

**Παράδειγμα 3.1:** Όλα τα στοιχεία είναι ακριβώς τα ίδια με το προηγούμενο παράδειγμα της Red Tomato, εκτός από την πρόβλεψη της ζήτησης. Υποθέστε ότι έχουμε την ίδια ζήτηση (16.000 κομμάτια) η οποία όμως κατανέμεται, κατά τους έξι μήνες της πρόβλεψης, με τέτοιο τρόπο ώστε η εποχιακή διακύμανση της ζήτησης να είναι υψηλότερη, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.4.

Λάβετε υπόψη σε αυτή την περίπτωση το βέλτιστο συνολικό προγραμματισμό.

**Λύση:** Σε αυτήν την περίπτωση ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός (χρησιμοποιώντας τις ίδιες δαπάνες με εκείνες που χρησιμοποιήσαμε πριν) παρουσιάζεται στον πίνακα 3.5.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5

*Συνολικός προγραμματισμός σύμφωνα με την ζήτηση του πίνακα 3.4*

Περίοδος $t$	Αριθμός εργαζομένων που προσλήφθηκαν $H_t$	Αριθμός εργαζομένων που απολύθηκαν $L_t$	Εργατικό δυναμικό $W_t$	Υπερωρίες $O_t$	Απόθεμα $I_t$	Ανεκτέλεστες παραγγελίες $S_t$	Υπεργολαβία $C_t$	Συνολική παραγωγή $P_t$
0	0	0	80	0	1000	0	0	
1	0	15	65	0	2583	0	0	2583
2	0	0	65	0	2167	0	0	2583
3	0	0	65	0	950	0	0	2583
4	0	0	65	0	0	1,267	0	2583
5	0	0	65	0	0	683	0	2583
6	0	0	65	0	500	0	0	2583

Παρατηρήστε ότι η μηνιαία παραγωγή παραμένει η ίδια, αλλά τα αποθέματα και οι ανεκτέλεστες παραγγελίες αυξάνονται έναντι του συνολικού προγραμματισμού στον

πίνακα 3.3 για την πρόβλεψη της ζήτησης του πίνακα 3.1. Το κόστος στη νέα πρόβλεψη της ζήτησης στον πίνακα 3.4 είναι υψηλότερο και ανέρχεται σε €432.858 (έναντι €422.275 στην προηγούμενη πρόβλεψη της ζήτησης στον πίνακα 3.1).

Το εποχιακό απόθεμα κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού είναι το ακόλουθο:

$$\text{Εποχιακό απόθεμα} = \left\{ \left[ (I_0 + I_T)/2 + \sum_{t=1}^{T-1} I_t \right] / T \right\} = 6.450/6 = 1.075$$

Ο μέσος χρόνος ροής για του συνολικού προγραμματισμού κατά τον χρονικό ορίζοντα του προγραμματισμού (χρησιμοποιώντας την εξίσωση 3.6) είναι ως εξής:

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = 1,075 / 2,667 = 0,40 \text{ μήνες}$$

Χρησιμοποιώντας το παράδειγμα της Red Tomato, μπορούμε επίσης να δούμε ότι οι βέλτιστες αποδόσεις αλλάζουν όταν αλλάζει το κόστος. Αυτό διευκρινίζεται στο παράδειγμα 3.2, όπου, καθώς οι δαπάνες εκμετάλλευσης αυξάνονται, είναι καλύτερο να υπάρχει μικρότερο απόθεμα και να υπάρχουν ανεκτέλεστες παραγγελίες ή να προσφεύγουμε σε υπεργολαβία.

**Παράδειγμα 3.2:** Υποθέστε ότι η ζήτηση της Red Tomato είναι όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1 και όλα τα άλλα στοιχεία είναι τα ίδια, εκτός από το κόστος αποθεμάτων ανά μονάδα το οποίο αυξάνεται από €2 ανά εργαλείο κήπου το μήνα, σε €6 ανά εργαλείο το μήνα. Αξιολογήστε το συνολικό κόστος που αντιστοιχεί στο συνολικό προγραμματισμό του πίνακα 3.3. Προτείνεται το βέλτιστο συνολικό προγραμματισμό για τη νέα δομή δαπανών.

**Λύση:** Εάν αυξηθούν οι δαπάνες αποθεμάτων από €2 ανά κομμάτι σε €6 ανά κομμάτι το μήνα, τότε το κόστος που αντιστοιχεί στο συνολικό προγραμματισμό του πίνακα 3.3 θα αυξηθεί από €422.275 σε €442.742. Λαμβάνοντας υπόψη το νέο κόστος και καθορίζοντας ένα νέο βέλτιστο συνολικό προγραμματισμό έχουμε τον ακόλουθο προγραμματισμό που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.6.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6

Συνολικός προγραμματισμός με κόστος μη παράδοσης €6 ανά κομμάτι

Περίοδος t	Αριθμός εργαζομένων που προσλήφθηκαν H <sub>t</sub>	Αριθμός εργαζομένων που απολύθηκαν L <sub>t</sub>	Εργατικό δυναμικό W <sub>t</sub>	Υπερωρίες O <sub>t</sub>	Απόθεμα I <sub>t</sub>	Ανεκτέλεστες παραγγελίες S <sub>t</sub>	Υπεργολαβία C <sub>t</sub>	Συνολική παραγωγή P <sub>t</sub>
0	0	0	80	0	1000	0	0	
1	0	23	57	0	1667	0	0	2267
2	0	0	57	0	933	0	0	2267
3	0	0	57	0	0	0	0	2267
4	0	0	57	0	0	67	1467	2267
5	0	0	57	0	0	0	0	2267
6	0	0	57	0	500	0	433	2267

Όπως αναμένεται, το απόθεμα μειώνεται (επειδή το κόστος εκμετάλλευσης αποθεμάτων έχει αυξηθεί) έναντι του συνολικού προγραμματισμού στον πίνακα 3.3. Ο συνολικός προγραμματισμός έχει αντισταθμιστεί από την αύξηση του ποσού που παράγεται (εκτελείται) με υπεργολαβία. Το συνολικό κόστος του συνολικού προγραμματισμού στον πίνακα 3.6 είναι €441.200 έναντι €442.742 (για το συνολικό προγραμματισμό στον πίνακα 3.3) εάν το κόστος εκμετάλλευσης αποθεμάτων είναι €6 ανά μονάδα το μήνα. Το εποχιακό απόθεμα κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού είναι το ακόλουθο:

$$\text{Εποχιακό απόθεμα} = \left\{ \left[ (I_0 + I_T) / 2 + \sum_{t=1}^{T-1} I_t \right] / T \right\} = 3.350 / 6 = 558$$

Ο μέσος χρόνος ροής για αυτό το συνολικό προγραμματισμό κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού (χρησιμοποιώντας την εξίσωση 3.6) δίνεται ως εξής:

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = 558 / 2,667 = 0,21 \text{ μήνες}$$

#### Το σφάλμα πρόβλεψης του συνολικού προγραμματισμού

Η μεθοδολογία του συνολικού προγραμματισμού, όπως έχουμε συζητήσει σε αυτό το κεφάλαιο, δεν λαμβάνει υπόψη της κανένα σφάλμα πρόβλεψης. Εντούτοις, ξέρουμε ότι όλες οι προβλέψεις έχουν κάποιο σφάλμα (λάθος) πρόβλεψης. Για να βελτιώσουν την ποιότητα του συνολικού προγραμματισμού, τα σφάλματα πρόβλεψης, πρέπει να



λαμβάνονται υπόψη κατά την διατύπωση του συνολικού προγραμματισμού. Τα σφάλματα πρόβλεψης εξετάζονται χρησιμοποιώντας είτε **αποθέματα ασφάλειας**, που ορίζεται ως το απόθεμα που κρατιέται για να ικανοποιήσει τη ζήτηση που ενδεχομένως είναι υψηλότερη από την προβλεπόμενη, είτε **δυναμικότητα ασφάλειας**, που ορίζεται ως η δυναμικότητα που χρησιμοποιείται για να ικανοποιήσει τη ζήτηση που είναι υψηλότερη από την προβλεπόμενη. Μια επιχείρηση μπορεί με ποικίλους τρόπους να δημιουργήσει ένα Buffer (αποθηκευτικός χώρος ανάμεσα σε δυο μηχανήματα) για την εξασφάλιση αποθεμάτων και δυναμικότητας ασφαλείας, ως εξής<sup>119</sup>:

- Χρησιμοποιώντας υπερωρίες ως μια μορφή δυναμικότητας ασφάλειας
- Χρησιμοποιώντας μόνιμα πρόσθετο εργατικό δυναμικό ως μια μορφή δυναμικότητας ασφάλειας
- Χρησιμοποιώντας τους υπεργολάβους ως μια μορφή δυναμικότητας ασφάλειας
- Παράγοντας πρόσθετα αποθέματα ως μια μορφή αποθεμάτων ασφάλειας

Οι ενέργειες που θα εφαρμόσει μια επιχείρηση εξαρτώνται από το σχετικό κόστος των επιλογών. Φυσικά, εάν στην πράξη μια επιχείρηση μπορεί να ικανοποιήσει την ζήτηση με την πρόσληψη πρόσθετου εργατικού δυναμικού, αυτό είναι πάντα μια επιλογή. Το πρόβλημα με αυτήν την επιλογή αφορά το κόστος απολύσεων (οικονομικό, νομικό καθώς επίσης και ηθικό).

### **3.5.3 Ο συνολικός προγραμματισμός με την χρήση του Excel**

Ο συνολικός προγραμματισμός μπορεί να εφαρμοστεί με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού στο Microsoft Excel. Πώς μπορούμε να φτιάξουμε το συνολικό προγραμματισμό για την Red Tomato του πίνακα 3.3 χρησιμοποιώντας το Excel; Για να μεταχειριστούμε το γραμμικό προγραμματισμό του Excel, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το solver (tools/solver). Ξεκινώντας, πρέπει να δημιουργήσουμε έναν πίνακα (τον οποίο επεξηγούμε με το σχήμα 3.1), ο οποίος θα περιέχει τις ακόλουθες μεταβλητές απόφασης<sup>120</sup>:

---

<sup>119</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 113

<sup>120</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 113

$W_t$  = Το μέγεθος του εργατικού δυναμικού για τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$H_t$  = Ο αριθμός των υπαλλήλων που προσλαμβάνονται στην αρχή του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$L_t$  = Ο αριθμός των υπαλλήλων που απολύονται στην αρχή του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$P_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που παράγονται κατά τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$I_t$  = Το απόθεμα στο τέλος του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$S_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που δεν παραδόθηκαν σύμφωνα με την παραγγελία στο τέλος του μήνα  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$C_t$  = Ο αριθμός των μονάδων (κομματιών) που εκτελέστηκαν με υπεργολαβία για τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

$O_t$  = Ο αριθμός των υπερωριών που πραγματοποιήθηκαν τους μήνες  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Το πρώτο βήμα είναι να δημιουργηθεί ένας πίνακας που να περιέχει κάθε μεταβλητή απόφασης. Το σχήμα 3.1 δείχνει πως πρέπει να μοιάσει αυτός ο πίνακας. Οι μεταβλητές απόφασης περιλαμβάνονται στα κελιά B3 έως I9, με το κάθε κελί να αντιστοιχεί σε μια μεταβλητή απόφασης. Παραδείγματος χάριν, το κελί D6 αντιστοιχεί στο μέγεθος του εργατικού δυναμικού την περίοδο 3. Αρχίζει με τον καθορισμό όλων των μεταβλητών απόφασης σε 0, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.

Σχήμα 3.1

Aggregate Plan Decision Variables										
Period	Hired	Laid off	Workforce	Overtime	Inventory	Stockout	Subcontract	Production	Demand	
$t$	$H_t$	$L_t$	$W_t$	$O_t$	$I_t$	$S_t$	$C_t$	$P_t$		
0	0	0	80	0	1000	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	3800	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	

Επίσης σημειώστε ότι η στήλη J περιέχει την πραγματική ζήτηση, η οποία δεν είναι μια μεταβλητή απόφασης. Οι πληροφορίες ζήτησης συμπεριλαμβάνονται επειδή πρέπει να υπολογιστεί ο συνολικός προγραμματισμός.

Σχήμα 3.2

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		<b>Constraints</b>								
2										
3		<b>Workforce</b>	<b>Production</b>	<b>Inventory</b>	<b>Overtime</b>					
4		-80	0	-1600	0					
5		0	0	-3000	0					
6		0	0	-3200	0					
7		0	0	-3800	0					
8		0	0	-2200	0					
9		0	0	-2200	0					
10										
11										

Το δεύτερο βήμα είναι να κατασκευαστεί ένας πίνακας με τους περιορισμούς για τις εξισώσεις 3,2 έως και 3,5. Ο πίνακας των περιορισμών μπορεί να κατασκευαστεί όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2. Κάθε κελί σε αυτόν τον πίνακα περιέχει έναν τύπο που αντιστοιχεί στον πίνακα 3.7.

Οι διάφοροι τύποι της 5<sup>ης</sup> σειράς από την στήλη M έως και την στήλη P αντιστοιχούν στους περιορισμούς για την πρώτη περίοδο και παρουσιάζονται στον πίνακα 3,7. Η στήλη M περιλαμβάνει τους περιορισμούς του εργατικού δυναμικού (εξίσωση 3,2), η στήλη N περιλαμβάνει τους περιορισμούς δυναμικότητας (εξίσωση 3,3), η στήλη O περιλαμβάνει τους περιορισμούς για την ισορροπία των αποθεμάτων (εξίσωση 3,4), και η στήλη P περιλαμβάνει τους περιορισμούς των υπερωριών (εξίσωση 3,5). Αυτοί οι περιορισμοί εφαρμόζονται σε κάθε μια από τις έξι περιόδους.

Οι περιορισμοί θα γραφτούν στο solver του Excel ως εξής<sup>121</sup>:

$$\text{Αξία κελιών } \{ \leq, =, \text{ ή } \geq \} 0$$

<sup>121</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 114

Στην περίπτωσή μας, θα έχουμε τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$M5 = 0, N5 \geq 0, O5 = 0, P5 \geq 0$$

Το τρίτο βήμα είναι να δημιουργηθεί ένα κελί που να περιέχει την αντικειμενική συνάρτηση, η οποία αξιολογεί την κάθε λύση. Αυτό το κελί δεν χρειάζεται να περιέχει ολόκληρο τον τύπο, αλλά, γράφεται χρησιμοποιώντας τα κελιά με τους ενδιάμεσους υπολογισμούς των δαπανών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7**

Κελιά - Cell	M5	N5	O5	P5
Περιορισμοί Constraint	Εργατικό δυναμικό (εξίσωση 3.2)	Δυναμικότητα (εξίσωση 3.3)	Αποθέματα (εξίσωση 3.4)	Υπερωρίες (εξίσωση 3.5)
Οι τύποι στο Excel	D5 - D4 - B5 + C5	40*D5 + E5/4 - I5	F4 - G4 + I5 + H5 - J5 - F5 + G5	- E5 + 10*D5
Οι τύποι κανονικά	$W_1 - W_0 + H_1 - L_1$	$40W_1 + O_1/4 - P_1$	$I_0 - S_0 + P_1 + C_1$ - $D_1 - I_1 + S_1$	- $O_1 + 10W_1$

Για το παράδειγμα της Red Tomato όλοι οι υπολογισμοί των δαπανών παρουσιάζονται στα κελιά του σχήματος 3,3. Το κελί B15, παραδείγματος χάριν, περιέχει τις δαπάνες μίσθωσης προσωπικού που αναλαμβάνονται στην πρώτη περίοδο. Ο τύπος στο κελί B15 είναι το προϊόν (το αποτέλεσμα) του κελιού B5 και του κελιού που περιέχει το κόστος μίσθωσης ανά εργαζόμενο, το οποίο λαμβάνεται από τον πίνακα 3,2 όπως είδαμε νωρίτερα στο εν λόγω κεφάλαιο.

Σχήμα 3.3

Period t	Hiring Cost	Layoff Cost	Regular time	Over time	Inventory	Stockout	Subcontract	Material
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Cost =</b>								

Τα άλλα κελιά συμπληρώνονται ομοίως. Το κελί C22 περιέχει το άθροισμα των κελιών B15 έως I20 και αντιπροσωπεύει το συνολικό κόστος.

Το τέταρτο βήμα είναι να χρησιμοποιηθούν τα εργαλεία (tools) και επιλέγοντας την επίλυση (solver) λύνουμε το πρόβλημα. Αρχικά εισάγουμε στην επίλυση (solver), τις ακόλουθες πληροφορίες για να αντιπροσωπεύσουμε το μοντέλο του γραμμικού προγραμματισμού<sup>122</sup>:

Σχήμα 3.4

Period	Hired	Laid off	Workforce	Overtime	Inventory	Stockout	Subcontract	Production	Demand	Workforce	Production	Inventory	Overtime
0	0	0	80	0	1000	0	0	0					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	-80	0	-1600	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	-3000	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	0	0	-3200	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	3800	0	0	-3800	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0
<b>Total Cost =</b>													

<sup>122</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 115

Σχήμα 3.5

Period	Hired	Laid off	Workforce	Overtime	Inventory	Stockout	Subcontract	Production	Demand	Workforce	Production	Inventory	Overtime
0	0	0	80	0	1000	0	0	0					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	-80	0	-1600	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	-3000	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	0	0	-3200	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	3800	0	0	-3800	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0

Όταν εμφανιστεί το εικονίδιο (παράμετροι επίλυσης, σχήμα 3.4) τότε εισάγουμε τα δεδομένα μας,

Θέστε ως κελί προορισμού: το C22,

στο ίσο με: Επιλέξτε το Ελάχιστο,

και στο κελί με ονομασία: Με αλλαγή των κελιών: θέστε το B5:I10

υπαγόμενο στους περιορισμούς:

$$B5:I10 \geq 0 \quad \{\text{Όλες οι μεταβλητές απόφασης δεν είναι αρνητικές}\}$$

$$F10 \geq 500 \quad \{\text{Το απόθεμα στο τέλος της έκτης περιόδου είναι τουλάχιστον 500 μονάδες}\}$$

$$G10 = 0 \quad \{\text{Οι ανεκτέλεστες παραγγελίες στο τέλος της έκτης περιόδου είναι 0}\}$$

$$M5:M10 = 0 \quad \{W_t - W_{t-1} - H_t + L_t = 0 \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$N5:N10 \geq 0 \quad \{40W_t + O_t/4 - P_t \geq 0 \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$O5:O10 = 0 \quad \{I_{t-1} - S_{t-1} + P_t + C_t - D_t - I_t + S_t = 0 \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$P5:P10 \geq 0 \quad \{10W_t - O_t \geq 0 \quad \text{για } t = 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

Για την εισαγωγή των περιορισμών επιλέγουμε την ένδειξη προσθήκη που φαίνεται στο σχήμα 3.4. Στο νέο πίνακα που εμφανίζεται (σχήμα 3.5) εισάγουμε έναν, έναν τους

περιορισμούς με την ένδειξη προσθήκη και ολοκληρώνοντας πατάμε το OK. Αυτόματα επανερχόμαστε στον αρχικό πίνακα (παράμετροι επίλυσης) ο οποίος έχει πλέον την μορφή που φαίνεται στο σχήμα 3.6.

Σχήμα 3.6

Period	Hired	Laid off	Workforce	Overtime	Inventory	Stockout	Subcontract	Production	Demand	Workforce	Production	Inventory	Overtime
0	0	0	80	0	1000	0	0	0					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	-80	0	-1600	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	-3000	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	0	0	-3200	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	3800	0	0	-3800	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0

Μέσα από τις παραμέτρους επίλυσης του solver, επιλέξτε τις επιλογές (options) και έπειτα επιλέξτε την υπόθεση γραμμικού μοντέλου (Assume Linear Model) σχήμα 3.7. (Αυτό θα επιταχύνει σημαντικά το χρόνο λύσης.) Επιστρέψτε στις παραμέτρους του solver και επιλέξτε την επίλυση (Solve). Η βέλτιστη λύση πρέπει να εμφανιστεί. Σε περίπτωση που το solver δεν μας δώσει την βέλτιστη λύση, λύστε το πρόβλημα πάλι αφού πρώτα «αποθηκεύσετε» την λύση που έδωσε αρχικά το solver. (Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να απαιτηθεί η πολλαπλή επανάληψη αυτού του βήματος λόγω ελαττωμάτων του solver). Η βέλτιστη λύση είναι αυτή που δίνεται στον πίνακα 3.3<sup>123</sup>.

<sup>123</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 110

Σχήμα 3.7

Period	Hired	Laid off	Workforce	Overtime	Inventory	Stockout	Subcontract	Production	Demand	Workforce	Production	Inventory	Overtime
0	0	0	80	0	1000	0	0	0					
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	-80	0	-1600	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	-3000	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	0	0	-3200	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	3800	0	0	-3800	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	-2200	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	-2200	0

### 3.5.4 Μαθηματικές μέθοδοι προγραμματισμού

Σε αυτό το σημείο, θα ασχοληθούμε εισαγωγικά με μερικές από τις μαθηματικές μεθόδους προσέγγισης του συνολικού προγραμματισμού που αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια των τελευταίων 40 ετών.

**Η μέθοδος μεταφοράς του γραμμικού προγραμματισμού (Transportation Method).** Ο γραμμικός προγραμματισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον συνολικό προγραμματισμό, προκειμένου να ικανοποιήσει την προβλεπόμενη ζήτηση. Η **μέθοδος μεταφοράς του γραμμικού προγραμματισμού** δεν είναι μια δοκιμαστική προσέγγιση η οποία δίνει και λανθασμένες στρατηγικές όπως η γραφική προσέγγιση, αντίθετα παρέχει μόνο ένα βέλτιστο σχέδιο παραγωγής για την ελαχιστοποίηση των δαπανών. Επιπλέον, είναι ευέλικτη δεδομένου ότι μπορεί να διευκρινίσει και να ξεχωρίσει, την κανονική από την υπερωριακή εργασία ή παραγωγή για κάθε χρονική περίοδο, τον αριθμό των μονάδων του προϊόντος που θα παραχθούν με υπεργολαβία, το επιπλέον προσωπικό και τη μεταφορά αποθεμάτων από την μια χρονική περίοδο στην άλλη.

Στο πέμπτο παράδειγμα, ο ανεφοδιασμός πραγματοποιείται από τα αποθέματα που υπάρχουν στην επιχείρηση, από τα προϊόντα που παράγονται σε κανονικό χρόνο, τις υπερωρίες και την υπεργολαβία. Οι δαπάνες, στην πάνω δεξιά γωνία του κάθε κελιού στον



πίνακα, αφορούν τις μονάδες προϊόντος που παράγονται σε μια δεδομένη περίοδο ή τις μονάδες του προϊόντος που μεταφέρονται σαν απόθεμα από μια προηγούμενη περίοδο.

Η βέλτιστη λύση στο πρόβλημα του πέμπτου παραδείγματος μπορεί να βρεθεί εύκολα χρησιμοποιώντας το πακέτο λογισμικού AB:POM<sup>124</sup> ή το WinQSB.

Η Harpell Radial Tire Company, ανέπτυξε τα δεδομένα που αφορούν την παραγωγή, την ζήτηση, την παραγωγική δυναμικότητα και τις δαπάνες της, για τις εγκαταστάσεις που διαθέτει στη δυτικής Βιρτζίνια, όπως φαίνεται στον πίνακα 15.6. Ο πίνακας 15.7 επεξηγεί τη δομή του πίνακα μεταφορών και δίνει μια αρχική εφικτή λύση.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 15.6

*Τα δεδομένα για την ζήτηση, το κόστος και την παραγωγική δυναμικότητα της Harpell Radial Tire Company*

	Περίοδος Πωλήσεων		
	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Ζήτηση	800	1000	750
Παραγωγική δυναμικότητα			
Κανονική	700	700	700
Υπερωρίες	50	50	50
Υπεργολαβίες	150	150	130
Αρχικό απόθεμα	100		

Πρέπει να σημειώσουμε τα εξής<sup>125</sup>:

1. Οι δαπάνες μεταφοράς (carrying costs), είναι \$2 ανά ρόδα τον κάθε μήνα. Επειδή το κόστος παρακράτησης (holding cost) είναι γραμμικό, το κόστος διατήρησης 2 συνεχόμενων μηνών είναι \$4.
2. Τα προβλήματα μεταφορών απαιτούν ο ανεφοδιασμός να ικανοποιεί πλήρως την ζήτηση. Ως εκ τούτου, μια εικονική στήλη, αποκαλούμενη "αχρησιμοποίητη παραγωγική δυναμικότητα" (Unused Capacity Dummy) έχει προστεθεί. Οι δαπάνες, μη χρησιμοποίησης της παραγωγικής δυναμικότητας της, είναι μηδενικές.

<sup>124</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 711-723, New York 2001

<sup>125</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 706, New York 2001.

3. Οι ποσότητες, σε κάθε στήλη του πίνακα 15.7 αντιπροσωπεύουν τα επίπεδα αποθεμάτων που απαιτούνται σε κάθε περίοδο για να καλύψουν την απαιτούμενη ζήτηση. Βλέπουμε ότι για να ικανοποιηθεί η ζήτηση για 800 ρόδες το Μάρτιο μήνα, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 100 ρόδες από το αρχικό απόθεμα και να παράγουμε 700 ρόδες κατά την διάρκεια της τρέχουσας περιόδου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 15.7**

*Πίνακας μεταφορών της Harpell Radial Tire Company*

SUPPLY FROM		DEMAND FOR				TOTAL CAPACITY AVAILABLE (SUPPLY)
		Period 1 (March)	Period 2 (April)	Period 3 (May)	Unused Capacity (Dummy)	
Beginning inventory		0	2	4	0	100
Period 1	Regular time	40	42	44	0	700
	Overtime	50	52	54	0	50
	Subcontract	70	72	74	0	150
Period 2	Regular time		40	42	0	700
	Overtime		50	52	0	50
	Subcontract		70	72	0	150
Period 3	Regular time			40	0	700
	Overtime			50	0	50
	Subcontract			70	0	130
TOTAL DEMAND		800	1,000	750	230	2,780

Η χρησιμοποίηση της μεθόδου μεταφορών του γραμμικού προγραμματισμού λειτουργεί αποτελεσματικά, για να λύσουμε προβλήματα συγκεντρωτικού προγραμματισμού (συνολικού προγραμματισμού), για την ανάλυση των αποτελεσμάτων από την εκμετάλλευση των αποθεμάτων, τη χρησιμοποίηση των υπερωριών, και την υπεργολαβία. Όμως δεν λειτουργεί όταν εισάγονται περισσότερους παράγοντες. Έτσι, όταν εισάγονται οι προσλήψεις και οι απολύσεις, πρέπει να χρησιμοποιηθεί η γενική μέθοδος simplex του γραμμικού προγραμματισμού.

**Ο γραμμικός κανόνας αποφάσεων (Linear Decision Rule).** Ο γραμμικός κανόνας αποφάσεων LDR είναι μια μέθοδος του συνολικού προγραμματισμού που προσπαθεί να αποδώσει το βέλτιστο επίπεδο παραγωγής και εργατικών δυναμικών κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ελαχιστοποιεί τις συνολικές δαπάνες της μισθοδοσίας, των προσλήψεων, των απολύσεων, των υπερωριών και του αποθέματος μέσω μιας σειράς πράξεων για την παράβλεψη του δευτεροβάθμιου κόστους<sup>126</sup>.

Μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική προσέγγιση, για την επίλυση του προβλήματος του συνολικού προγραμματισμού έχει προταθεί από τους Holt, Modigliani, Muth, και Simon το 1960<sup>127</sup>. Οι Holt, Modigliani, Muth, και Simon υποθέτουν ότι όλες οι σχετικές δαπάνες, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών αποθεμάτων, των δαπανών των μεταβαλλόμενων επιπέδων παραγωγής και του αριθμού των εργαζομένων, αντιπροσωπεύονται από τις τετραγωνικές συναρτήσεις. Αυτό είναι, το συνολικό κόστος για τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού  $T$  περιόδων και μπορεί να γραφτεί ως εξής

$$\sum_{t=1}^T [c_1 W_t + c_2 (W_t - W_{t-1})^2 + c_3 (P_t - K_n W_t)^2 + c_4 P_t + c_5 (I_t - c_6)^2]$$

υπό τον περιορισμό

$$I_t = I_{t-1} + P_t - D_t \quad \text{για} \quad 1 \leq t \leq T$$

Οι τιμές των σταθερών  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$ ,  $c_4$ ,  $c_5$ ,  $c_6$  πρέπει να καθοριστούν για κάθε εφαρμογή ξεχωριστά. Η παρουσίαση των συναρτήσεων κόστους ως τετραγωνικές συναρτήσεις, παρά σαν απλές γραμμικές συναρτήσεις έχει μερικά πλεονεκτήματα κατά την προσέγγιση του γραμμικού προγραμματισμού. Δεδομένου ότι οι τετραγωνικές συναρτήσεις είναι διαφορετικές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι βασικοί κανόνες υπολογισμού για να καθοριστούν οι βέλτιστες λύσεις. Η βέλτιστη λύση θα εμφανιστεί εκεί όπου τα πρώτα τμήματα των παραγώγων, σεβόμενα κάθε μια από τις μεταβλητές του προβλήματος, είναι μηδέν. Όταν οι τετραγωνικές συναρτήσεις διαφοροποιούνται, παράγουν τις αρχικές εξισώσεις (γραμμικές εξισώσεις), οι οποίες είναι εύκολο να λυθούν. Επίσης, οι τετραγωνικές συναρτήσεις δίνουν μια ακριβέστερη προσέγγιση στις βασικές μη γραμμικές

<sup>126</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 706, New York 2001. (Επειδή ο κανόνας γραμμικών αποφάσεων LDR αναπτύχθηκε από τους C. Holt, Franco Modigliani, John F. Muth και από τον Νομπελίστα Herbert Simon είναι ευρέως γνωστός έως ο κανόνας HMMS. Για περισσότερες πληροφορίες δείτε C. C. Holt et al., Production Planning, Inventories and Work Force, Prentice Hall, 1960).

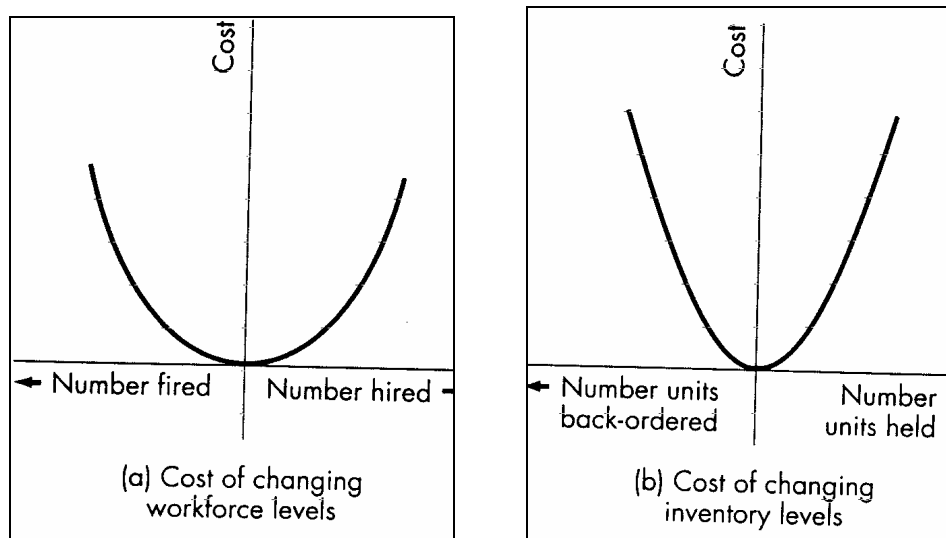
<sup>127</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 141, 2001.

συναρτήσεις από ότι κάνουν οι γραμμικές συναρτήσεις. (Οποιαδήποτε μη γραμμική συνάρτηση μπορεί να προσεγγιστεί από μια σειρά επέκτασης Taylor, στην οποία οι πρώτοι δύο όροι παράγουν μια τετραγωνική προσέγγιση.)<sup>128</sup>

Εντούτοις, η τετραγωνική προσέγγιση έχει ένα σοβαρό μειονέκτημα. Αυτό το μειονέκτημα έγκειται στο ότι, οι τετραγωνικές συναρτήσεις (δηλαδή παραβολές) είναι συμμετρικές (σχήμα 3-7). Ως εκ τούτου, το κόστος πρόσληψης ενός δεδομένου αριθμού εργαζομένων πρέπει να είναι το ίδιο με το κόστος απόλυσης του ίδιου αριθμού εργαζομένων και το κόστος παραγωγής ένας δεδομένος αριθμός προϊόντων κατά την υπερωριακή εργασία πρέπει να είναι το ίδιο με το κόστος παραγωγής του ίδιου δεδομένου αριθμού προϊόντων κατά τις κανονικές (οκτώ ώρες) ώρες εργασίας του προσωπικού. Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί αν δεν καθορίσουμε σαν κέντρο της συμμετρίας το μηδέν στη συνάρτηση κόστους, αλλά παρ' όλα αυτά το βασικό πρόβλημα της συμμετρίας παραμένει.

### Σχήμα (3-7)

*Η συνάρτηση τετραγωνικού κόστους χρησιμοποιείται στον γραμμικό κανόνα απόφασης*



Το πιο ευχάριστο χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της προσέγγισης, είναι η απλή μορφή της βέλτιστης πολιτικής. Παραδείγματος χάριν, το βέλτιστο επίπεδο παραγωγής στην χρονική περίοδο  $t$ ,  $P_t$  έχει τη μορφή

$$p_t = \sum_{n=0}^K (a_n D_{t+n} + bW_{t-1} + cI_{t-1} + d)$$

<sup>128</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 141, 2001.

Οι όροι  $a_n$ ,  $b$ ,  $c$  και  $d$  είναι σταθερές που εξαρτώνται από τις παραμέτρους των δαπανών. Το  $W_i$  έχει μια παρόμοια μορφή. Σήμερα, τα υπολογιστικά πλεονεκτήματα του γραμμικού κανόνα απόφασης είναι λιγότερο σημαντικά, από ότι, όταν αρχικά πραγματοποιήθηκε αυτή η ανάλυση, λόγω της διαδεδομένης χρήσης των υπολογιστών. Επειδή ο γραμμικός προγραμματισμός παρέχει ένα πιο ευέλικτο πλαίσιο για τα προβλήματα του συνολικού προγραμματισμού, και επειδή μπορούν να λυθούν ακόμα και «μεγάλα» προβλήματα με την χρήση υπολογιστών, κάποιος θα έπρεπε να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο γραμμικός προγραμματισμός είναι μια καλή τεχνική λύσης<sup>129</sup>.

Πρέπει να αναγνωριστεί, εντούτοις, ότι το κείμενο των Holt, Modigliani, Muth, και Simon αντιπροσωπεύει μια εργασία ορόσημων για την εφαρμογή των τετραγωνικών μεθόδων στα προβλήματα προγραμματισμού παραγωγής<sup>130</sup>. Οι συντάκτες ανέπτυξαν μια μέθοδο επίλυσης η οποία οδηγεί σε ένα σύνολο τύπων, οι οποίοι είναι εύκολο να εφαρμοστούν, ενώ ανέλαβαν την πραγματική εφαρμογή της μεθόδου. Η εργασία περιλαμβάνει την εφαρμογή της προσέγγισης ενός μεγάλου κατασκευαστή οικιακών χρωμάτων στην περιοχή του Πίτσμπουργκ. Η ανάλυση εφαρμόστηκε στην επιχείρηση, αλλά μια μετέπειτα επίσκεψη έδειξε, ότι παρουσιάστηκαν σοβαρά προβλήματα κατά την περίοδο που ακολουθήθηκε ο γραμμικός κανόνας απόφασης, πρώτιστα, λόγω της στρατηγικής πολιτικής της εταιρίας να μην απολύσει τους εργαζόμενους της όταν το πρότυπο έδειξε ότι πρέπει να απολυθούν. (Βλ. Vollman και Whybark, 1992, σελ. 627)

### **Διαμόρφωση διοικητική συμπεριφορά (Modeling management behavior)**

Ο Bowman το 1963, ανέπτυξε μια ενδιαφέρουσα τεχνική μέθοδο για τον συνολικό προγραμματισμό που θα μπορούσε να εφαρμόζεται και σε άλλους τύπους προβλημάτων. Η ιδέα του ήταν να κατασκευάσει ένα ουσιώδης πρότυπο (μοντέλο) για τον έλεγχο του επιπέδου παραγωγής και να εγκαταστήσει τις παραμέτρους του, όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις προηγούμενες πραγματικές αποφάσεις που είχαν ληφθεί από τη διοίκηση. Μια εμπειρική τεχνική μέθοδος βασισμένη στην προηγούμενη εμπειρία ενός διευθυντή, ως προς την αντιμετώπιση των προβλημάτων. Κατ' αυτό τον τρόπο το μοντέλο εξέφραζε την κρίση και την εμπειρία της διοίκησης, ενώ απέφευγε διάφορα προβλήματα

---

<sup>129</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 142, 2001.

<sup>130</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 142, 2001.

που προέκυπταν κατά τη χρησιμοποίηση των παραδοσιακότερων μεθόδων διαμόρφωσης. Ένα τέτοιο πρόβλημα καθόριζε την ακρίβεια των υποθέσεων που απαιτούνταν από το μοντέλο. Ένα άλλο πρόβλημα που απέφυγε, ήταν η ανάγκη καθορισμού των τιμών, των εισερχόμενων παραμέτρων, οι οποίες ήταν δύσκολα να μετρηθούν.

Ας εξετάσουμε το πρόβλημα παραγωγής ενός προϊόντος κατά την διάρκεια  $T$  χρονικών περιόδων προγραμματισμού<sup>131</sup>. Υποθέτουμε ότι  $D_1, \dots, D_T$  είναι οι προβλέψεις της ζήτησης για τις επόμενες  $T$  περιόδους και τα επίπεδα παραγωγής  $P_1, \dots, P_T$  πρέπει να καθοριστούν. Ο απλούστερος και πιο λογικός κανόνας απόφασης είναι

$$P_t = D_t \quad \text{για} \quad 1 \leq t \leq T$$

Η προσπάθεια να παραχθεί η ακριβής ποσότητα προϊόντος που απαιτείται, κάθε φορά, από την αγορά, βασικά, θα οδηγούσε σε ένα πρόγραμμα παραγωγής που θα ήταν πάρα πολύ αλλοπρόσαλλο. Η εξομάλυνση της παραγωγής μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας έναν κανόνα απόφασης (decision rule) της μορφής:

$$P_t = D_t + \alpha (P_{t-1} - D_t)$$

όπου το  $\alpha$  είναι ένας παράγοντας εξομάλυνσης για την παραγωγή, έχοντας την ιδιότητα να βρίσκεται μεταξύ 0 και 1 δηλαδή  $0 \leq \alpha \leq 1$ . (Εδώ η επίδραση της εξομάλυνσης είναι ίδια με αυτή της εκθετικής εξομάλυνσης). Όταν το  $\alpha$  είναι ίσο με μηδέν, τότε ο κανόνας είναι πανομοιότυπος με τον προαναφερθέντα. Όταν το  $\alpha = 1$ , η παραγωγή την χρονική περίοδο  $t$  είναι ακριβώς η ίδια με την παραγωγή στην χρονική περίοδο  $t - 1$ . Η επιλογή του  $\alpha$  είναι ένα μέσο, ειδικού βάρους, για την εξισορρόπηση της παραγωγής με την ζήτηση έτσι ώστε να σταθεροποιηθεί η παραγωγή από χρονική περίοδο σε χρονική περίοδο.

Επίσης, εκτός από την εξομάλυνση της παραγωγής, η εταιρία ίσως να ενδιαφέρεται και για την συγκράτηση των επιπέδων αποθέματος κοντά σε κάποιο προκαθορισμένο επίπεδο, έστω  $I_N$ . Το μοντέλο που προσπαθεί να εξομαλύνει ταυτόχρονα και τα δυο, δηλαδή το επίπεδο των αποθεμάτων και της παραγωγής, έχει την εξής μορφή<sup>132</sup>:

$$P_t = D_t + \alpha (P_{t-1} - D_t) + \beta (I_N - I_{t-1})$$

όπου  $0 \leq \beta \leq 1$  μέτρα αναφορικού βάρους, τα οποία τοποθέτησαν για την εξομάλυνση του αποθέματος.

Τέλος, το μοντέλο πρέπει να ενσωματώνει και τις προβλέψεις της ζήτησης. Κατ' αυτό τον τρόπο, τα επίπεδα παραγωγής μπορούν να αυξηθούν ή να μειωθούν στην προοπτική μιας

<sup>131</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 142, 2001.

<sup>132</sup> Βλ. Steven Nahmias, Production and Operation Analysis, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 142, 2001.

αλλαγής στην ζήτηση. Ένας κανόνας ο οποίος περιλαμβάνει την εξομάλυνση της παραγωγής, του αποθέματος καθώς επίσης και τις προβλέψεις της μελλοντικής ζήτησης, έχει την εξής μορφή:

$$P_t = \sum_{i=t}^{t+n} a_{t-i+1} D_i + \alpha(P_{t-1} - D_t) + \beta(I_N - I_{t-1})$$

Ο συγκεκριμένος κανόνας απόφασης προσεγγίζεται, από μια απλή ανάλυση κοινής λογικής, για το πώς πρέπει να είναι ένας καλός κανόνας παραγωγής<sup>133</sup>. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί το πόσο μοιάζει αυτός ο κανόνας, με τον γραμμικό κανόνα απόφασης που συζητήσαμε προηγουμένως, ο οποίος προήλθε από ένα μαθηματικό μοντέλο. Αναμφισβήτητα, η προηγούμενη εργασία πάνω στο γραμμικό κανόνα απόφασης, ενέπνευσε τη μορφή αυτού του κανόνα. Συχνά είναι η περίπτωση, όπου το πολυτιμότερο χαρακτηριστικό γνώρισμα ενός μοντέλου δίνει τις βάσεις για μια βέλτιστη στρατηγική (βάσεις πάνω στην οποία θα στηριχτεί ένα άλλο μοντέλο), ενώ το ίδιο το μοντέλο δεν δίνει από μόνο του την καλύτερη στρατηγική.

Το μοντέλο αυτό,  $P_t$ , απαιτεί τον προσδιορισμό του  $a_1, \dots, a_n$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , και του  $I_N$ . Ο Bowman προτείνει να καθοριστούν οι τιμές αυτών των παραμέτρων, με την αναδρομική παρατήρηση του συστήματος για μια λογική χρονική περίοδο. Επιπλέον, προτείνει να προσαρμοστούν οι παράμετροι στις πραγματικές ενέργειες της διοίκησης, κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου, χρησιμοποιώντας μια τεχνική, όπως αυτή των ελάχιστων τετραγώνων<sup>134</sup>. Κατ' αυτό τον τρόπο, το μοντέλο μετατρέπεται σε μια «αντανάκλαση» της προηγούμενης διοικητικής συμπεριφοράς.

Ο Bowman συγκρίνει την πραγματική εμπειρία διάφορων επιχειρήσεων με την εμπειρία που θα είχαν αν χρησιμοποιούσαν την προσέγγισή του, και δείχνει ότι στις περισσότερες περιπτώσεις θα υπήρχε μια ουσιαστική μείωση των δαπανών. Το μοντέλο μιμείται μόνο τη διοικητική συμπεριφορά, έτσι, γιατί πρέπει να υπερτερεί της πραγματικής διοικητικής εμπειρίας; Ο Bowman θεωρεί, ότι ένα μοντέλο που παράγεται με αυτόν τον τρόπο, είναι μια αντανάκλαση της διοίκησης η οποία λαμβάνει λογικές αποφάσεις, δεδομένου ότι τις περισσότερες φορές το σύστημα είναι σταθερό. Εντούτοις, εάν ξαφνικά εμφανιστεί ένα ασυνήθιστο γεγονός, όπως μια πολύ υψηλότερη ζήτηση σε σχέση με την αναμενόμενη ή μια ξαφνική πτώση της παραγωγικής δυναμικότητας, λόγω βλάβης μιας μηχανής ή λόγω

<sup>133</sup> Βλ. Steven Nahmias, *Production and Operation Analysis*, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 143, 2001.

<sup>134</sup> Βλ. Steven Nahmias, *Production and Operation Analysis*, Fourth Edition, εκδόσεις Mc Grawhill, σελ 143, 2001.

απώλειας εξειδικευμένου προσωπικού, οι περισσότεροι διευθυντές θα προσπαθούσαν να αντιδρούσαν. Εντούτοις, το μοντέλο πρότεινε επίπεδα παραγωγής σύμφωνα με τις αποφάσεις που λήφθηκαν σε μια προηγούμενη πανομοιότυπη περίοδο. Ως εκ τούτου, η χρήση ενός απλού, αλλά συνεπούς μοντέλου για την λήψη των στρατηγικών αποφάσεων, δεν θα προκαλούσε πανικό στη διοίκηση από την πιθανή εμφάνιση μιας τέτοιας ασυνήθιστης κατάστασης.

**Προσομοίωση (Simulation).** Ένα πρότυπο υπολογιστικό μοντέλο, που ονομάστηκε **προγραμματισμός μέσω της προσομοίωσης**, αναπτύχθηκε το 1966 από τον R. C. Vergin<sup>135</sup>. Αυτή η προσέγγιση της προσομοίωσης, χρησιμοποιεί μια διαδικασία αναζήτησης για να εντοπίσει το συνδυασμό του ελάχιστου κόστους με το μέγεθος του εργατικού δυναμικού και την ποσότητα παραγωγής.

**Κανόνας αναζήτησης αποφάσεων (Search Decision Rule).** Ο κανόνας αναζήτησης αποφάσεων, που αναπτύχθηκε από τον W. H. Taubert, είναι ένας αλγόριθμος αναζήτησης ο οποίος προσπαθεί να εντοπίσει το συνδυασμό του ελάχιστου κόστους για τα διαφορετικά επίπεδα εργατικών δυναμικών και παραγωγής.<sup>136</sup> Ένας υπολογιστής κάνει χιλιάδες πράξεις αναζητώντας τα σημεία που προκαλούν μια μείωση στις δαπάνες. Οι κανόνες αναζήτησης, όπως αυτός εδώ, δεν παρέχουν την βέλτιστη λύση, αλλά είναι αρκετά ευέλικτοι ώστε να χρησιμοποιηθούν σε οποιοδήποτε τύπο συνάρτησης κόστους.

### **3.6 Σύγκριση των μεθόδων συνολικού προγραμματισμού**

Οι μέθοδοι συνολικού προγραμματισμού παρόλο που έχουν αναπτυχθεί και έχουν κάποια απήχηση στη βιομηχανία όπως, ο κανόνας αναζήτησης αποφάσεων, ο γραμμικός προγραμματισμός καθώς και άλλα σύνθετα μαθηματικά πρότυπα, είναι γεγονός ότι, τα περισσότερα είναι περίπλοκα και δεν χρησιμοποιούνται ευρέως.

Ίσως απεικονίζουν την τοποθέτηση των περισσότερων διευθυντή για αυτό που βλέπουν, ως υπερβολικά σύνθετα πρότυπα. Οι αρμόδιοι για το σχεδιασμό θέλουν να κατανοήσουν

---

<sup>135</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 706, New York 2001. (R. C. Vergin, *Production Scheduling under Seasonal Demand*, *Journal of Industrial Engineering*, 17, no. 5 (May 1966): 260-266).

<sup>136</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 707, New York 2001. (W. H. Taubert, *A Search Decision Rule for the Aggregate Schedule Problem*, *Management Science*, 14, no 6 (February 1968): 343-359).



πώς λειτουργούν τα πρότυπα στα οποία βασίζονται όλες τις σημαντικές αποφάσεις τους. Αυτό, κατά κάποιο τρόπο μπορεί να μας εξηγήσει γιατί οι απλούστεροι μέθοδοι, της ιστορικής ανάλυσης και της γραφική προσέγγιση, γίνονται περισσότερο αποδεκτές.

Ο πίνακας 15.8, δίνει έμφαση σε μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μεθόδων προγραμματισμού που συζητήσαμε.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 15.8

#### Περίληψη των μεθόδων συνολικού προγραμματισμού

Τεχνική	Προσέγγιση Λύσεων	Σημαντικές Απόψεις
Ιστορική ανάλυση και γραφική μέθοδος	Δοκιμαστική μέθοδος όχι βέλτιστη	Απλή στη κατανόηση και εύκολη στη χρήση. Πολλές λύσεις. Ακόμα και η καλύτερη λύση της μπορεί να μην είναι η βέλτιστη
Μέθοδος μεταφορών γραμμικού προγραμματισμού	Βέλτιστη	Διαθέσιμη στο λογισμικό του γραμμικού προγραμματισμού, επιτρέπει την ανάλυση ευαισθησίας και την εισαγωγή νέων περιορισμών. Η γραμμική συνάρτηση μπορεί να μην είναι ρεαλιστική
Κανόνας γραμμικών αποφάσεων	Βέλτιστη	Χρειάζεται από έναν έως τρεις μήνες για να αναπτυχθεί το μοντέλο. Πολύπλοκο ενώ οι συναρτήσεις κόστους δεν ισχύουν πάντα. Δεν δίνει πάντα μια εφικτή λύση.
Μοντέλο διοίκησης συντελεστών	Εφικτή λύση αλλά όχι βέλτιστη	Εύκολο και απλό στην εφαρμογή. Προσπαθεί να μιμηθεί τις αποφάσεις της διοίκησης. Χρησιμοποιεί οπισθοδρομικές αποφάσεις
Προσομοίωση	Δοκιμαστική μέθοδος όχι βέλτιστη	Μπορούν να εξεταστούν οι σχέσεις μεταξύ πολλών μεταβλητών. Είναι δαπανηρή. Χρειάζεται υπολογιστής. Μπορεί να χειριστεί κάθε συνάρτηση κόστους
Κανόνας αναζήτησης αποφάσεων	Εφικτή λύση αλλά όχι βέλτιστη	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως. Χειρίζεται κάθε συνάρτηση κόστους. Μπορεί να εξετάσει εναλλακτικές λύσεις και να κάνει ανάλυση ευαισθησίας. Χρειάζεται 3 έως 6 μήνες για να αναπτυχθεί. Έχει υψηλό κόστος

### 3.7 Διαχωρισμός (Disaggregation).

Το αποτέλεσμα, της διαδικασίας του συνολικού προγραμματισμού, είναι συνήθως ένα πρόγραμμα παραγωγής για μικρές (οικογενειακές) επιχειρήσεις παραγωγής προϊόντων. Έτσι, τα αποτελέσματα της όλης διαδικασίας του συνολικού προγραμματισμού μπορούν να υποδεικνύουν σε ένα κατασκευαστή αυτοκινήτων πόσα αυτοκίνητα να παράγει, αλλά δεν του υποδεικνύουν πόσα από αυτά πρέπει να είναι με δύο ή με τέσσερις πόρτες ή ακόμα πόσα από αυτά πρέπει να είναι κόκκινα και πόσα πράσινα. Επίσης, μπορεί να

υποδεικνύουν σε έναν κατασκευαστή χάλυβα πόσους τόνους χάλυβα να παράγει, αλλά δεν του διευκρινίζει αν θα πρέπει να παράγει χάλυβα σε μορφή ρολών ή σε μορφή φύλλων. Παρ' όλα αυτά, οι εταιρίες χρειάζονται ένα σχέδιο που να προγραμματίζει τα συγκεκριμένα προϊόντα, δηλαδή ποιες ποσότητες θα πρέπει να παραχθούν και πότε; Η διαδικασία διάσπασης του συνολικού προγραμματισμού, σε έναν νέο λεπτομερέστερο προγραμματισμό, καλείται διαχωρισμός. Ο διαχωρισμός οδηγεί σε ένα **κύριο πρόγραμμα παραγωγής**, το οποίο διευκρινίζει<sup>137</sup>:

1. Το μέγεθος της ποσότητας παραγωγής που πρέπει να παραχθεί, καθώς και την ακριβή χρονική περίοδο που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί η παραγωγή.
2. Το μέγεθος της ποσότητας και την ακριβή χρονική περίοδο για την προμήθεια των κατασκευασμένων ή αγορασμένων συστατικών.
3. Την αλληλουχία των μεμονωμένων παραγγελιών ή των εργασιών.
4. Την βραχυπρόθεσμη κατανομή των πόρων στις μεμονωμένες διαδικασίες.

### **3.8 Ο συνολικός προγραμματισμός στις επιχειρήσεις και στην πράξη**

Μερικές επιχειρήσεις οργανώνουν το συνολικό προγραμματισμό τους ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως κάναμε στα παραδείγματα 1 έως 5. Οι περισσότερες επιχειρήσεις εφαρμόζουν και ακολουθούν μια ή περισσότερες από τις οκτώ διαφορετικές στρατηγικές επιλογές δυναμικότητας και ικανοποίησης της ζήτησης (όπως αναλύσαμε νωρίτερα στον πίνακα 15.1), σε συνδυασμό, με μια μικτή συνολική στρατηγική προγραμματισμού για την ζήτηση. Στην πραγματικότητα, σε μερικές επιχειρήσεις, όπως στις τράπεζες, στις μεταφορικές εταιρείες και στα εστιατόρια γρήγορης εστίασης (fast foods), ο συνολικός προγραμματισμός μπορεί να είναι ακόμα ευκολότερος απ' ό,τι στις κατασκευαστικές επιχειρήσεις.

Οι προσεγγίσεις του συνολικού προγραμματισμού διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο των παρεχόμενων υπηρεσιών. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πέντε σενάρια, για την παροχή διαφορετικών υπηρεσιών, εκ μέρους πέντε διαφορετικών επιχειρήσεων και υπηρεσιών<sup>138</sup>.

---

<sup>137</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 708, New York 2001.

<sup>138</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, Production & Operations Management, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 708, New York 2001.

## **Εστιατόρια (Restaurants)**

Ο συνολικός προγραμματισμός, στην περίπτωση μιας επιχείρησης παραγωγής υψηλού όγκου προϊόντων, όπως σε ένα εστιατόριο κατευθύνεται προς (1) την εξομάλυνση της παραγόμενης ποσότητας, (2) τον προγραμματισμό του κατάλληλου μεγέθους εργατικού δυναμικού που πρέπει να προσληφθεί και (3) την προσπάθεια διαχείρισης της ζήτησης προκειμένου να μην υποαπασχολούνται τα μηχανήματα και το εργατικό δυναμικό της επιχείρησης. Μια γενική προσέγγιση απαιτεί συνήθως, την δημιουργία αποθεμάτων (προπαρασκευή προϊόντων) κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης και την μείωση των αποθεμάτων (π.χ. έτοιμες σαλάτες) κατά τη διάρκεια των περιόδων αυξημένης ζήτησης.

Επειδή αυτή η προσέγγιση είναι παρόμοια και για τις κατασκευαστικές επιχειρήσεις, οι παραδοσιακές μέθοδοι συνολικού προγραμματισμού μπορούν να εφαρμοστούν και στα εστιατόρια. Μια διαφορά που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι, στα εστιατόρια τα αποθέματα (π.χ. σαλάτες) είναι φθαρτά και υπάρχει φύρα. Επιπλέον, ο χρόνος αποθήκευσης ενός προϊόντος είναι πολύ μικρότερος απ' ό,τι στις κατασκευαστικές επιχειρήσεις. Παραδείγματος χάριν, στα εστιατόρια γρήγορης εστίασης (Goody's, Mc Donald's), οι υψηλές και οι χαμηλές περίοδοι ζήτησης μπορούν να προσδιοριστούν ανάλογα με την ώρα ενώ το "προϊόν" μπορεί να «αποθηκευτεί» το πολύ έως 10 λεπτά.

## **Διάφορες επιχειρήσεις (Miscellaneous service)**

Οι περισσότερες επιχειρήσεις, όπως οι οικονομικές υπηρεσίες, τα νοσοκομεία, οι μεταφορικές επιχειρήσεις καθώς και πολλές άλλες επιχειρήσεις επικοινωνιών και αναψυχής, παρέχουν μια υψηλή ποσότητα παραγωγής η οποία όμως δεν μπορεί να προσδιοριστεί. Ο συνολικός προγραμματισμός σε αυτές τις επιχειρήσεις ασχολείται κυρίως με τις ανάγκες της επιχείρησης για τον προγραμματισμό του ανθρώπινου δυναμικού και την διαχείριση της ζήτησης. Ο στόχος είναι να περιοριστούν οι περίοδοι αυξημένης ζήτησης και να δημιουργηθούν μέθοδοι για πλήρης απασχόληση του εργατικού δυναμικού κατά τη διάρκεια των προβλεπόμενων περιόδων χαμηλής ζήτησης. Έτσι, θα λέγαμε ότι καταγράφεται μια προσπάθεια για την εξομάλυνση της ζήτησης, ώστε να είναι όσο τον δυνατόν πιο σταθερή.

### **Εθνικές αλυσίδες καταστημάτων, μικρών εταιριών (National chain of small service firms)**

Με την εμφάνιση των εθνικών αλυσίδων μικρών επιχειρήσεων, όπως τα εστιατόρια γρήγορης εστίασης (Goody's Mc Donald's), τα καταστήματα φωτοτυπιών και εκτυπώσεων, τα καταστήματα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών (Expert, Electro net, Elephant, Κωτσόβολος, Ηλεκτρονική Αθηνών, κ.λ.π.) καθώς και τα καταστήματα υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών (Γερμανός, Multirama, Πλαίσιο, κ.λ.π.), το ζήτημα του συνολικού προγραμματισμού δεν εφαρμόζεται μεμονωμένα από την κάθε επιχείρηση ξεχωριστά αλλά υπάρχει ένας ενιαίος συνολικός προγραμματισμός. Ένα συστατικό του συνολικού προγραμματισμού, για τις αλυσίδες καταστημάτων, είναι η συγκεντρωμένη αγορά, η οποία έχει πολλά πλεονεκτήματα. Επίσης, η παραγωγή μπορεί να προγραμματιστεί από την κεντρική διοίκηση όταν η ζήτηση επηρεάζεται μέσω των ειδικών μεθόδων προώθησης πωλήσεων. Αυτή η προσέγγιση είναι πολύ συμφέρουσα για τις μικρές επιχειρήσεις, επειδή μειώνει τα έξοδα διαφήμισης και βοηθάει στην ρύθμιση των ταμειακών ροών τους.

### **Αεροπορική «βιομηχανία» (Airline industry)**

Ένα άλλο παράδειγμα παροχής υπηρεσιών μπορεί να είναι και αυτό της αεροπορικής «βιομηχανίας». Εξετάστε μια αεροπορική εταιρεία, η οποία έχει την έδρα της στη Νέα Υόρκη, δύο κεντρικά γραφεία στην Ατλάντα και το Ντάλας, και 150 γραφεία στα αεροδρόμια όλης της χώρας (Η.Π.Α.). Ο συνολικός προγραμματισμός της εταιρίας, αποτελείται από τους πίνακες ή τα προγράμματα (1) του αριθμού των πτήσεων από και προς τα δυο κεντρικά αεροδρόμια, (2) από τον αριθμό των πτήσεων προς όλα τα αεροδρόμια της χώρας, (3) από τον αριθμό των επιβατών που διακινούνται σε όλες τις πτήσεις και (4) από τον αριθμό του «ιπτάμενου προσωπικού» και του «προσωπικού εδάφους» που απαιτείται σε κάθε γραφείο και σε κάθε αερολιμένα.

Αυτός ο προγραμματισμός είναι αρκετά πιο περίπλοκος και σύνθετος από τον συνολικό προγραμματισμό για μια ενιαία περιοχή, ή για διάφορες ανεξάρτητες περιοχές. Οι πρόσθετες αποφάσεις δυναμικότητας στρέφονται κυρίως, στον καθορισμό του ποσοστού των καθισμάτων που διατίθενται στις διαφορετικές κατηγορίες τιμών, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα κέρδη από τις πωλήσεις εισιτηρίων, ή η παραγωγή από τις «πωλήσεις»

θέσεων. Αυτός ο τύπος προβλήματος, για την κατανομή της δυναμικότητας, καλείται **διαχείριση παραγωγής**.

### **Νοσοκομεία (Hospitals)**

Τα νοσοκομεία αντιμετωπίζουν το πρόβλημα του συνολικού προγραμματισμού με την διάθεση των χρημάτων σε προσωπικό και σε προμήθεια ιατρικών υλικών, προκειμένου να ικανοποιήσουν την ανάγκη των ασθενών για τις ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Παραδείγματος χάριν, το νοσοκομείο, Henry Ford του Μίσιγκαν, σχεδιάζει την δυναμικότητα κρεβατιών και τις ανάγκες του για προσωπικό, σύμφωνα με τις προβλέψεις του κινούμενου μέσου (moving average) για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Ο συνολικός προγραμματισμός του νοσοκομείου Henry Ford, έχει οδηγήσει στη δημιουργία μιας νέας πλεονάζουσας δυναμικότητας προσωπικού που εξυπηρετεί κάθε έκτακτο περιστατικό<sup>139</sup>.

Αν εξετάσουμε τα ακόλουθα ζητήματα κατά την εφαρμογή του συνόλου προγραμματισμού στην πράξη, τότε καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα<sup>140</sup>:

**• Ο σχεδιασμός πρέπει να είναι ευέλικτος επειδή τα σφάλματα πρόβλεψης είναι συχνά.**

Ο συνολικός προγραμματισμός είναι βασισμένος στις προβλέψεις της μελλοντικής ζήτησης. Δεδομένου ότι αυτές οι προβλέψεις κάνουν πάντα λάθος, μέχρι ενός ορισμένου βαθμού, ο συνολικός προγραμματισμός πρέπει να σχεδιάζεται με κάποια ευελιξία προκειμένου να είναι χρήσιμος. Με την δημιουργία ευελιξίας στο σχεδιασμό, όταν εμφανίζεται μια μελλοντική μεταβολή της ζήτησης ή άλλες αλλαγές όπως οι αυξήσεις στις δαπάνες, μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα και να χειριστεί τη νέα κατάσταση.

Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε αυτήν την ευελιξία; Ένας διευθυντής πρέπει να εκτελεί την ανάλυση ευαισθησίας για τον συνολικό προγραμματισμό. Παραδείγματος χάριν, εάν ο προγραμματισμένος σχεδιασμός προτείνει την ακριβή δυναμικότητα αντιμετωπίζοντας την αβέβαιη ζήτηση, ο διευθυντής πρέπει να εξετάσει τα δεδομένα (out come) του νέου συνολικού προγραμματισμού όταν η ζήτηση είναι υψηλότερη ή όταν η ζήτηση είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη. Εάν αυτή η διερεύνηση αποκαλύψει μια μικρή

---

<sup>139</sup> Βλ. Jay Heizer & Barry Render, *Production & Operations Management*, Fourth Edition, εκδόσεις Prentice Hall, page 709, New York 2001. (για περισσότερες πληροφορίες βλέπε, G. Buxey, *Production Planning for Seasonal Demand*, *International Journal of Operations and Production Management*, 13, no. 7 (1993): 4-21.

<sup>140</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, *Supply Chain Management*, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 115

αποταμίευση κατά την περίοδο επέκτασης της δυναμικότητας όταν η ζήτηση είναι υψηλή, αλλά αν δώσει ταυτόχρονα μια μεγάλη αύξηση του κόστους όταν η ζήτηση είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη, τότε η απόφαση να αναβληθεί η επένδυση δυναμικότητας είναι μια ενδεχόμενη επιλογή. Η χρησιμοποίηση της ανάλυσης ευαισθησίας των δεδομένων (inputs) στο συνολικό προγραμματισμό θα επιτρέψει στον αρμόδιο για το σχεδιασμό να επιλέξει την καλύτερη λύση για μια σειρά πιθανών δυνατοτήτων που θα μπορούσαν να εμφανιστούν.

• **Ο συνολικού προγραμματισμού πρέπει να επαναλαμβάνεται όταν προκύπτουν νέα στοιχεία.** Όπως έχουμε προαναφέρει, ο συνολικός προγραμματισμός παρέχει στοιχεία για τους επόμενους 3 έως 18 μήνες. Αυτό δεν σημαίνει ότι μια εταιρία πρέπει να εφαρμόσει το συνολικό προγραμματισμό της μόνο μία φορά κάθε τρεις ή 18 μήνες. Δεδομένου ότι τα στοιχεία του συνολικού προγραμματισμού αλλάζουν οι διευθυντές πρέπει να χρησιμοποιούν τις πιο πρόσφατες τιμές αυτών των δεδομένων και να επαναλαμβάνουν τον συνολικό προγραμματισμό. Με τη χρησιμοποίηση των πιο πρόσφατων δεδομένων, ο συνολικός προγραμματισμός θα αποφύγει την υποβελτιστοποίηση βασισμένη στα παλαιά στοιχεία και θα παραγάγει μια καλύτερη λύση. Παραδείγματος χάριν, όταν οι νέες προβλέψεις της ζήτησης είναι διαθέσιμες στη διοίκηση, ο συνολικός προγραμματισμός πρέπει να επαναξιολογηθεί.

- 4.1 Αντίδραση στην προβλέψιμη μεταβλητότητα σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού.
- 4.2 Διαχείριση του ανεφοδιασμού
  - 4.2.1 Διαχείριση της παραγωγικής δυναμικότητας
  - 4.2.2 Διαχείριση αποθεμάτων
- 4.3 Διαχείριση της ζήτησης
- 4.4 Εφαρμογή λύσεων για την μεταβλητότητα της πρόβλεψης στην πράξη

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΛΥΣΙΔΑ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ**

Στο προηγούμενο κεφάλαιο συζητάμε για το πώς διαχειρίζονται οι επιχειρήσεις τον ανεφοδιασμό τους με τη χρησιμοποίηση του συνολικού προγραμματισμού, ώστε να έχουν τη βέλτιστη εξισορρόπηση όλων των παραγόντων και να μεγιστοποιούν τα κέρδη τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εστιάσουμε στους πρόσθετους τρόπους διοίκησης του ανεφοδιασμού προκειμένου να εξεταστούν οι προβλέψιμες μεταβλητές της ζήτησης. Επίσης θα συζητήσουμε, πώς μπορεί η προβλέψιμη μεταβλητή της ζήτησης να μεταβληθεί μέσω της χρήσης της τιμολόγησης και της προώθησης. Με τη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης, οι διευθυντές μπορούν να μεγιστοποιήσουν τη γενική αποδοτικότητα της επιχείρησής τους.

#### **4.1 Αντίδραση στην προβλέψιμη μεταβλητότητα σε μια αλυσίδα ανεφοδιασμού**

Στο προηγούμενο κεφάλαιο συζητάμε, πώς χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις το συνολικό προγραμματισμό για να προγραμματίσουν τον ανεφοδιασμό και να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους. Ο σχεδιασμός του συνολικού προγραμματισμού για τα προϊόντα, των οποίων η ζήτηση παραμένει σταθερή με μικρές αλλαγές στον όγκο των πωλήσεων τους από μήνα σε μήνα, είναι πολύ απλός. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η επιχείρηση προγραμματίζει μια επαρκής παραγωγική δυναμικότητα για να ικανοποιήσει την αναμενόμενη ζήτηση και έπειτα, παράγει ένα επιπλέον ποσό για να ικανοποιήσει πλήρως την αυξημένη ζήτηση. Τα προϊόντα παράγονται λίγο πριν καταναλωθούν. Επομένως, η αλυσίδα ανεφοδιασμού δεν διαθέτει μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων.

Εντούτοις, η ζήτηση για πολλά προϊόντα αλλάζει ραγδαία από περίοδο σε περίοδο και οφείλεται συχνά σε προβλέψιμες επιρροές. Αυτές οι επιρροές περιλαμβάνουν τους εποχιακούς παράγοντες που επηρεάζουν τις πωλήσεις των προϊόντων, όπως οι πωλήσεις των στολών για σκι, καθώς επίσης και παράγοντες μη εποχικότητας όπως, η προώθηση πωλήσεων ή τα ποσοστά επί των πωλήσεων που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες προβλέψιμες αυξήσεις ή μειώσεις των πωλήσεων.



**Οι προβλέψιμες μεταβλητές (Predictable variability)** είναι αλλαγές στη ζήτηση που μπορούν να προβλεφθούν. Τα προϊόντα που υποβάλλονται σε αυτόν τον τύπο μεταβολής της ζήτησης, προκαλούν πολυάριθμα προβλήματα στην αλυσίδα ανεφοδιασμού. Τα προϊόντα αυτά κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα ανεκπλήρωτων παραγγελιών κατά τη διάρκεια των περιόδων αυξημένης ζήτησης και σε υψηλά επίπεδα υπερβολικού αποθέματος κατά τη διάρκεια των περιόδων χαμηλής ζήτησης. Αυτά τα προβλήματα, αυξάνουν το κόστος των προϊόντων και μειώνουν την ανταπόκριση της αλυσίδας ανεφοδιασμού. Η διαχείριση του ανεφοδιασμού και η αποτελεσματική ικανοποίηση της ζήτησης εκτελείται αποδοτικότερα όταν εφαρμόζεται μαζί με τις προβλέψιμες μεταβλητές των προϊόντων.

Μια επιχείρηση αντιμετώπιση με τις προβλέψιμες μεταβλητές, στοχεύει σε εκείνη την ανταπόκριση η οποία θα μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα της. Η επιχείρηση για να χειριστεί τις προβλέψιμες μεταβλητές πρέπει να επιλέξει μεταξύ δύο γενικών επιλογών<sup>141</sup>:

1. Να διαχειριστεί τον ανεφοδιασμό χρησιμοποιώντας την παραγωγική δυναμικότητα, τα αποθέματα, τις υπεργολαβίες και τις ανεκτέλεστες παραγγελίες.
2. Να διαχειριστεί την ζήτηση χρησιμοποιώντας τις βραχυπρόθεσμες εκπτώσεις τιμών και την προώθηση των πωλήσεων.

Για να επεξηγήσουμε μερικά από τα παραπάνω ζητήματα, θα εξετάσουμε τον κατασκευαστή εξοπλισμού κήπων (δηλαδή, την Red Tomato Tools) που ασχοληθήκαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η ζήτηση για εργαλεία κήπων είναι εποχιακή, με τις πωλήσεις να αυξάνονται την άνοιξη. Η Red Tomato, πρέπει να προγραμματίσει, πώς θα ικανοποιήσει την ζήτηση για να μεγιστοποιήσει το κέρδος της. Ένας τρόπος για να ικανοποιηθεί η ζήτηση, απαιτεί από την Red Tomato να διατηρεί αυξημένη παραγωγική δυναμικότητα καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου ώστε να είναι σε θέση να ικανοποιήσει την ζήτηση σε οποιαδήποτε περίοδο του έτους. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι η Red Tomato διατηρεί πολύ χαμηλές δαπάνες αποθεμάτων επειδή κανένα απόθεμα δεν χρειάζεται να μεταφερθεί από την μια περίοδο στην άλλη. Εντούτοις, το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι ένα μεγάλο μέρος των ακριβών παραγωγικών συντελεστών (εργασία) παραμένουν αχρησιμοποίητοι κατά τη διάρκεια των περισσότερων μηνών, όταν η ζήτηση είναι μικρότερη. Μια άλλη προσέγγιση της ζήτησης θα ήταν να αυξηθούν τα αποθέματα κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης κρατώντας έτσι σταθερή την παραγωγή της επιχείρησης καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Το

---

<sup>141</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 122

πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης βρίσκεται στο γεγονός ότι η Red Tomato θα μπορούσε να έχει ένα μικρότερο και λιγότερο δαπανηρό εργοστάσιο παραγωγής. Εντούτοις, οι υψηλές δαπάνες διατήρησης αποθεμάτων καθιστούν αυτήν την εναλλακτική λύση ακριβή. Μια τρίτη προσέγγιση για την Red Tomato θα ήταν να προβεί σε προώθηση πωλήσεων μέσω μειωμένης τιμολογιακής πολιτικής πριν την άνοιξη, δηλαδή, κατά τη διάρκεια της περιόδου χαμηλής ζήτησης. Αυτή η προώθηση των πωλήσεων μετατοπίζει μέρος της ζήτησης που θα εκδηλωνόταν την άνοιξη προς τα εμπρός, δηλαδή νωρίτερα, σε μια περίοδο χαμηλής ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο κατανέμεται η ζήτηση ομοιόμορφα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μειώνονται οι μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις. Όπως συζητήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ένας τέτοιος σχεδιασμός της ζήτησης θα ήταν λιγότερο ακριβός ως προς τον ανεφοδιασμό. Η Red Tomato πρέπει να αποφασίσει ποια εναλλακτική λύση μεγιστοποιεί την αποδοτικότητά της.

Συχνά οι επιχειρήσεις διαιρούν τους στόχους της διαχείρισης προσφοράς και ζήτησης μεταξύ των διαφορετικών λειτουργιών. Το μάρκετινγκ «παραδοσιακά» διαχειρίζεται την ζήτηση και το τμήμα παραγωγής διαχειρίζεται τον ανεφοδιασμό. Ο διαχωρισμός των διοικητικών αποφάσεων της προσφοράς και της ζήτησης καθιστούν όλο και δυσκολότερο τον συντονισμό της αλυσίδας ανεφοδιασμού ώστε, με αυτόν τον τρόπο να μειώνονται τα κέρδη. Επομένως, η μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας εξαρτάται από τις αποφάσεις που λαμβάνονται σε μια συντονισμένη προσπάθεια. Επεξηγούμε, πώς μπορεί μια επιχείρηση να επιτύχει αυτόν τον συντονισμό μέσω της περαιτέρω ανάλυσης της Red Tomato.

Κατ' αρχάς, εστιάζουμε στις ενέργειες που μπορεί να προβεί η αλυσίδα ανεφοδιασμού μιας επιχείρησης, για να βελτιώσει την αποδοτικότητά της, με τη διαχείριση του ανεφοδιασμού.

#### **4.2 Διαχείριση Ανεφοδιασμού (Managing supply)**

Μια επιχείρηση μπορεί να διαφοροποιήσει τον ανεφοδιασμό της ελέγχοντας τον συνδυασμό των δυο ακόλουθων παραγόντων<sup>142</sup>:

- **Την παραγωγική δυναμικότητα**
- Τα αποθέματα

Στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί το κέρδος, το οποίο στην περίπτωση μας είναι, η διαφορά μεταξύ του εισοδήματος που παράγεται από τις πωλήσεις και του συνολικού κόστους που συνδέεται με την παραγωγική δυναμικότητα και τα αποθέματα. Γενικά, οι επιχειρήσεις

---

<sup>142</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 122

χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό ποικίλων παραγωγικών δυναμικοτήτων και αποθεμάτων κατά την διάρκεια διαχείρισης του ανεφοδιασμού. Παρακάτω, θα απαριθμήσουμε μερικές συγκεκριμένες προσεγγίσεις για την διαχείριση της παραγωγικής δυναμικότητας και των αποθεμάτων, (συστατικά του ανεφοδιασμού) με στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους.

#### **4.2.1 Διαχείριση της παραγωγικής δυναμικότητας (Managing Capacity)**

Κατά τη διάρκεια διαχείρισης της παραγωγικής δυναμικότητας, για τον εντοπισμό των προβλέψιμων μεταβλητών, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τον συνδυασμό των ακόλουθων προσεγγίσεων<sup>143</sup>:

- **Χρονική ευελιξία του εργατικό δυναμικό (Time flexibility from workforce).** Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, μια επιχείρηση χρησιμοποιεί «ευέλικτες» ώρες εργασίας για το εργατικό δυναμικό της, ώστε να συνδυάζει αποτελεσματικότερα την παραγωγή με την ζήτηση. Σε πολλές περιπτώσεις, οι βιομηχανικές (και όχι μόνο) εγκαταστάσεις των επιχειρήσεων δεν λειτουργούν συνεχώς και παραμένουν αδρανείς κατά τη διάρκεια της ημέρας ή και της εβδομάδας. Επομένως, στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης υπάρχει και μια εφεδρική παραγωγική δυναμικότητα υπό τη μορφή των ωρών εργασίας, δηλαδή παραγωγικοί συντελεστές εργασίας που «υπολειτουργούν», ακόμα και όταν οι εγκαταστάσεις είναι σε λειτουργία. Παραδείγματος χάριν, πολλές επιχειρήσεις δεν έχουν τρεις βάρδιες, ώστε το υπάρχον εργατικό δυναμικό να μπορεί να απασχοληθεί σε υπερωρίες κατά τη διάρκεια των περιόδων αυξημένης ζήτησης, ώστε να μπορέσει η επιχείρηση να παραγάγει περισσότερο και να ικανοποιήσει την αυξημένη ζήτηση. Οι υπερωρίες χρησιμοποιούνται ποικιλοτρόπως για να ικανοποιήσουν τις αποκλίσεις και τις μεταβολές της ζήτησης. Αυτό το σύστημα θα επέτρεπε στην παραγωγή να ικανοποιήσει αποτελεσματικότερα την ζήτηση των πελατών. Εάν η ζήτηση κυμαινόταν ανάλογα με την ημέρα της εβδομάδας ή με την εβδομάδα του μήνα και το εργατικό δυναμικό ήταν πρόθυμο να είναι ευέλικτο, η επιχείρηση θα μπορούσε να σχεδιάσει τις ανάγκες της σε εργατικό δυναμικό, έτσι, ώστε η διαθέσιμη παραγωγική δυναμικότητα να ικανοποιεί αποτελεσματικότερα την ζήτηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η χρήση εργατικού δυναμικού μερικής απασχόλησης μπορεί να αυξήσει περαιτέρω την ευελιξία παραγωγικής δυναμικότητας επειδή, έχει περισσότερους παραγωγικούς πόρους (ανθρώπινο δυναμικό) που εργάζονται κατά τη διάρκεια των περιόδων αυξημένης ζήτησης. Τα κέντρα

---

<sup>143</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 123

τηλεφωνικών πωλήσεων (Telemarketing centers) και οι τράπεζες χρησιμοποιούν εργαζόμενους μερικής απασχόλησης για να ικανοποιήσουν αποτελεσματικότερα την προσφορά και την ζήτηση.

• **Χρήση εποχιακού εργατικού δυναμικού (Use of seasonal workforce).** Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, μια επιχείρηση, χρησιμοποιεί εποχιακό εργατικό δυναμικό κατά την διάρκεια της περιόδου αυξημένης ζήτησης. Στόχος της είναι να αυξήσει την παραγωγική δυναμικότητα και να ικανοποιήσει την ζήτηση. Η «βιομηχανία του τουρισμού» υιοθετεί συχνά αυτήν την προσέγγιση, κατά «κανόνα» χρησιμοποιεί ένα μόνιμο εργατικό δυναμικό, ενώ κατά την «υψηλή τουριστική περίοδο» προσλαμβάνει επιπλέον εποχιακό προσωπικό. Επίσης και στην γεωργία χρησιμοποιούνται εποχιακοί εργαζόμενοι για τη συγκομιδή και για την επεξεργασία των προϊόντων. Αυτή η προσέγγιση, μπορεί να είναι δύσκολη ως προς την εφαρμογή της όταν το εργατικό δυναμικό είναι περιορισμένο (π.χ. οι νέοι δεν πάνε για δουλειά στα χωράφια).

• **Χρήση υπεργολαβίας (Use of subcontracting).** Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, μια επιχείρηση εκτελεί μέσω υπεργολαβίας την αυξημένη ζήτηση, έτσι ώστε, η εσωτερική της παραγωγική δυναμικότητα να παραμένει στα ίδια επίπεδα και με το ίδιο χαμηλό κόστος. Με τον υπεργολάβο να χειρίζεται τις περιόδους αυξημένης ζήτησης, η επιχείρηση είναι σε θέση να οικοδομήσει μια άκαμπτη σχετικά σχέση, χαμηλού κόστους, όπου τα ποσοστά παραγωγής παραμένουν σχετικά σταθερά (εκτός των αποκλίσεων που προκύπτουν από τη χρήση των υπερωριών). Η αυξημένη ζήτηση (π.χ. μια περίοδος αιχμής) ικανοποιείται αποτελεσματικότερα με την χρήση υπεργολαβίας επειδή είναι πιο ευέλικτη. Εδώ το κλειδί της επιτυχίας βρίσκεται στη διαθεσιμότητα των παραγωγικών συντελεστών του υπεργολάβου. Ο υπεργολάβος, συχνά μπορεί να παρέχει ευελιξία με χαμηλότερο κόστος προκαλώντας διακυμάνσεις στη ζήτηση των κατασκευαστών του. Κατά συνέπεια, η ευέλικτη παραγωγική δυναμικότητα των υπεργολάβων πρέπει να περιέχει και τον όγκο (κυμαινόμενη ζήτηση από έναν κατασκευαστή) και την ποικιλία (η ζήτηση από διαφορετικούς κατασκευαστές) για να μπορεί να παραταθεί. Παραδείγματος χάριν, οι περισσότερες επιχειρήσεις ηλεκτρισμού δεν έχουν την δυνατότητα να παρέχουν στους πελάτες τους όλη την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια κατά τις ημέρες αυξημένης κατανάλωσης. Για το λόγο αυτό «αγοράζουν» την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια από τους προμηθευτές και τους υπεργολάβους που διαθέτουν πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια.

Αυτό επιτρέπει στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού να διατηρήσουν έναν σταθερό επίπεδο ανεφοδιασμού και συνακόλουθα, ένα χαμηλότερο κόστος.

• **Εκμετάλλευση εγκαταστάσεων διπλής χρήσης – εξειδικευμένες και ευέλικτες (Use of dual facilities - dedicated and flexible).** Σε αυτή την περίπτωση, μια επιχείρηση οικοδομεί εξειδικευμένες και ευέλικτες εγκαταστάσεις. Οι εξειδικευμένες εγκαταστάσεις, παράγουν μια «σταθερή» παραγόμενη ποσότητα προϊόντων, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου με πολύ αποδοτικό τρόπο. Οι ευέλικτες εγκαταστάσεις παράγουν μια ευρεία ποικιλία προϊόντων αλλά με υψηλότερο ανά μονάδα κόστος. Παραδείγματος χάριν, ένας κατασκευαστής, τμημάτων, ηλεκτρονικών υπολογιστών, θα μπορούσε να έχει εξειδικευμένες εγκαταστάσεις για διαφορετικούς τύπους κυκλωμάτων, καθώς επίσης και ευέλικτες εγκαταστάσεις που θα μπορούσαν να κατασκευάσουν όλους τους τύπους κυκλωμάτων. Η οποιαδήποτε εξειδικευμένη παραγωγική εγκατάσταση θα μπορούσε να παράγει μια σχετικά σταθερή ποσότητα, με τις διακυμάνσεις να απορροφώνται από τις ευέλικτες εγκαταστάσεις.

• **Σχεδιασμός ευελιξίας προϊόντων, κατά τη διαδικασία παραγωγής (Designing product flexibility into the production processes).** Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, μια επιχείρηση έχει ευέλικτες γραμμές παραγωγής προϊόντων, των οποίων η ποσότητα παραγωγής μπορεί να μεταβληθεί εύκολα. Η παραγωγή μεταβάλλεται εύκολα για να ικανοποιήσει την ζήτηση. Η εταιρεία φορτηγών Hino Trucks στην Ιαπωνία έχει διαφορετικές γραμμές παραγωγής για την κάθε «οικογένεια» προϊόντων. Οι γραμμές παραγωγής σχεδιάστηκαν έτσι, ώστε, η αλλαγή του αριθμού των εργαζομένων σε μια γραμμή παραγωγής να επηρεάζει την παραγόμενη ποσότητα. Όσον οι διακυμάνσεις της ζήτησης για τις διαφορετικές γραμμές παραγωγής προϊόντων είναι αλληλοεξαρτώμενες - δηλαδή όταν αυξάνεται η μια, η άλλη τείνει να μειωθεί - η παραγωγική δυναμικότητα σε κάθε γραμμή παραγωγής μπορεί να ποικίλει με την μετακίνηση του εργατικού δυναμικού από τη μια γραμμή παραγωγής στην άλλη. Φυσικά αυτό συνεπάγεται ότι το εργατικό δυναμικό είναι καταρτισμένο και ικανό να προσαρμοστεί εύκολα στην μετακίνηση από τη μια γραμμή παραγωγής στην άλλη. Επίσης, ευελιξία παραγωγής μπορεί να επιτευχθεί, εάν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι «ευέλικτα» και μπορούν να αλλάξουν χρήση εύκολα, δηλαδή, να σταματήσουν την παραγωγή ενός προϊόντος και να παράγουν ένα άλλο. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι αποτελεσματική, μόνο εάν η συνολική ζήτηση των προϊόντων είναι σχετικά σταθερή. Οι εταιρίες παραγωγής εποχιακών προϊόντων

προσπαθούν να εκμεταλλευτούν αυτήν την προσέγγιση μεταφέροντας το κόστος των προϊόντων χαρτοφυλακίου με αυξημένη εποχιακή ζήτηση, σε όλη την διάρκεια του έτους.

#### **4.2.2 Διαχείριση Αποθεμάτων (Managing inventory)**

Οι εταιρείες, όταν διαχειρίζονται τα αποθέματα για να εντοπίσουμε τις προβλέψιμες μεταβλητές, χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό των ακόλουθων προσεγγίσεων<sup>144</sup>:

- **Χρησιμοποίηση κοινών εξαρτημάτων για πολλά προϊόντα (Using common components across multiple products).** Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, η επιχείρηση σχεδιάζει τα κοινά εξαρτήματα πολλών προϊόντων, το κάθε ένα με μεταβλητή προβλέψιμη ζήτηση, αλλά με μια σχετικά σταθερή γενική ζήτηση. Η χρησιμοποίηση κοινών εξαρτημάτων σε αυτά τα προϊόντα θα οδηγήσει στην σχετικά σταθερή ζήτηση για τα συγκεκριμένα εξαρτήματα. Επομένως, το τμήμα της αλυσίδας ανεφοδιασμού που παράγει αυτά τα εξαρτήματα μπορεί εύκολα να συγχρονίσει την προσφορά με την ζήτηση, ενώ θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα σχετικά μικρό απόθεμα εξαρτημάτων.

- **Διατήρηση αποθεμάτων λόγω αυξημένης ζήτησης ή λόγω προβλέψιμης ζήτησης προϊόντων (Build inventory of high demand or predictable demand products).** Όταν τα περισσότερα από τα προϊόντα που παράγει μια εταιρία έχουν την ίδια περίοδο αυξημένης ζήτησης, η προηγούμενη προσέγγιση δεν είναι η πλέον εφικτή. Η εταιρία πρέπει να αποφασίσει τι και ποια αποθέματα προϊόντων θα δημιουργήσει κατά τη διάρκεια της «νεκρής» περιόδου. Η καλύτερη λύση για την επιχείρηση είναι να παράγει τα προϊόντα με την πλέον προβλέψιμη ζήτηση, κατά τη διάρκεια της «νεκρής» περιόδου, επειδή υπάρχουν λιγότερα πράγματα που μπορεί να μάθει η επιχείρηση για την ζήτηση τους κατά την περίοδο της αναμονής. Όσα περισσότερα γνωρίζουμε για την ζήτηση, κοντά στην εποχή πώλησης τους, η παραγωγή πρέπει να επικεντρώνεται στα προϊόντα για τα οποία έχουμε λιγότερες πληροφορίες. Για παράδειγμα<sup>145</sup>, φανταστείτε έναν κατασκευαστή χειμερινών μπουφάν που παράγει μπουφάν προς λιανική πώληση ενώ ταυτόχρονα προμηθεύει την αστυνομία και την πυροσβεστική υπηρεσία της Νέας Υόρκης. Η ζήτηση για μπουφάν από την αστυνομία και την πυροσβεστική της Νέας Υόρκης θα είναι ευκολότερα προβλέψιμη και τα μπουφάν μπορούν να παραχθούν κατά την «νεκρή» περίοδο και να αποθηκευτούν μέχρι το χειμώνα. Εντούτοις, η ζήτηση για μπουφάν από τα καταστήματα λιανικού

<sup>144</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 124

<sup>145</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 125

εμπορίου, πιθανών να προσδιοριστεί ακριβέστερα, λίγο χρόνο πριν την χειμερινή περίοδο πώλησης επειδή οι τάσεις της μόδας αλλάζουν γρήγορα. Επομένως, ο κατασκευαστής χειμερινών μπουφάν, πρέπει να παράγει τα προϊόντα του (μπουφάν) για τα καταστήματα λιανικού εμπορίου κατά την περίοδο της αυξημένης ζήτησης γιατί μόνο τότε μπορεί να εντοπίσει τις ανάγκες της αγοράς μέσα από την ζήτηση. Αυτή η στρατηγική βοηθά την αλυσίδα ανεφοδιασμό να συγχρονίσει καλύτερα την προσφορά και την ζήτηση.

Εν συνεχεία, θα εξετάσουμε τις ενέργειες, τις οποίες πρέπει να εκτελέσει η αλυσίδα ανεφοδιασμού της επιχείρησης, προκειμένου να βελτιώσει την αποδοτικότητα της με την διαχείριση της ζήτησης.

### **4.3 Διαχείριση της ζήτησης (Managing Demand)**

Πολλές φορές, η αλυσίδα ανεφοδιασμού μπορεί να επηρεάσει την ζήτηση κατά τις διαφορετικές περιόδους του έτους, χρησιμοποιώντας νέες τιμολογιακές πολιτικές και μεθόδους προώθησης πωλήσεων. Τυπικά, το τμήμα μάρκετινγκ και το τμήμα πωλήσεων είναι αυτά που καθορίζουν τις μεθόδους προώθησης και την τιμολογιακή πολιτική της εταιρείας, με αντικειμενικό στόχο, την μεγιστοποίηση του κέρδους. Όπως γνωρίζουμε όμως από το προηγούμενο κεφάλαιο, η μεταβολή της ζήτησης μπορεί να επηρεάσει το υφιστάμενο κόστος της επιχείρησης, στην προσπάθεια της να ικανοποιήσει τη νέα ζήτηση. Επομένως, οι αποφάσεις, για την τιμολογιακή πολιτική των προϊόντων, βασίζονται μόνο στις εκτιμήσεις του εισοδήματος, οι οποίες συχνά οδηγούν σε μία μείωση της γενικής αποδοτικότητας. Σε αυτό το σημείο, στόχος μας είναι να αποδείξουμε πώς ο συνδυασμός της τιμολόγησης και του συνολικού προγραμματισμού (και τα δυο, διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της αλυσίδας ανεφοδιασμού.

Ας επιστρέψουμε στο παράδειγμα της Red Tomato Tools, του κατασκευαστή εξοπλισμού κήπων. Η ζήτηση για τα εργαλεία κήπου αυξάνεται τους πρώτους μήνες της άνοιξης, δηλαδή κατά το Μάρτιο και τον Απρίλιο, καθώς οι κηπουροί προετοιμάζονται να αρχίσουν το φύτεμα. Η Red Tomato εξετάζει πως θα μπορούσε με την προώθηση πωλήσεων να αυξήσει την αποδοτικότητά της. Μια βασική απόφαση που πρέπει να λάβει η διοίκηση της εταιρείας, αφορά τον χρονικό προγραμματισμό της προώθησης των πωλήσεων. Έτσι η εταιρεία θα είναι σε πλεονεκτικότερη θέση εάν προσφέρει το προϊόν της με νέα χαμηλότερη τιμή κατά τη διάρκεια της αυξημένης περιόδου ζήτησης, ή κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης; Ο αντιπρόεδρος του τμήματος μάρκετινγκ

προγραμματίζει την προώθηση των πωλήσεων με νέα χαμηλότερη τιμή κατά τη διάρκεια της αυξημένης περιόδου ζήτησης, επειδή αναμένει αύξηση των εσόδων λόγω του μεγαλύτερου όγκου πωλήσεων. Παρ' όλα αυτά, ο αντιπρόεδρος του τμήματος παραγωγής είναι αντίθετος σε μια τέτοια κίνηση επειδή θα οδηγήσει σε αύξηση των δαπανών. Από την άλλη πλευρά, υποστηρίζει μια προώθηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης επειδή θα ενδυναμώσει την περιορισμένη ζήτηση του προϊόντος ενώ το κόστος παραγωγής θα παραμείνει χαμηλό.

Ο βέλτιστος συγχρονισμός για την προώθηση των πωλήσεων (και η απόφαση της κατάλληλης χρονικής περιόδου που θα λάβει χώρα) εξαρτάται από τα αναμενόμενα εισοδήματα κατά τις χρονικές περιόδους (μήνες και διάρκεια) της προώθησης των πωλήσεων και το αντίκτυπο στο κόστος εξαιτίας της μεταβολής στη ζήτηση. Στη συνέχεια, θα δούμε πώς οι διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τις αποφάσεις για την προώθηση των πωλήσεων. Η Red Tomato πρέπει να ξεκινήσει την παραγωγή της λαμβάνοντας υπόψη τις προβλέψεις της ζήτησης και συνακολούθως το βέλτιστο συνολικό προγραμματισμό (είναι το ίδιο όπως εξετάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο). Το τμήμα μάρκετινγκ της Red Tomato έχει πραγματοποιήσει την πρόβλεψη της ζήτησης για τους επόμενους έξι μήνες όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1

Κάθε εργαλείο πωλείται στην τιμή των €40. Η επιχείρηση έχει ένα αρχικό απόθεμα (inventory) τον Ιανουάριο 1.000 εργαλείων. Στις αρχές Ιανουαρίου η επιχείρηση απασχολεί εργατικό δυναμικό (workforce) 80 υπαλλήλων. Συνολικά, οι εργαζόμενοι της Red Tomato δουλεύουν 20 εργάσιμες ημέρες τον μήνα και κερδίζουν €4 ανά ώρα εργασίας (ωρομίσθιο κανονικής και όχι υπερωριακής εργασίας). Κάθε υπάλληλος εργάζεται 8 ώρες στην κανονική του βάρδια, ενώ οι παραπάνω ώρες εργασίας θεωρούνται ως υπερωριακή εργασία. Επειδή η λειτουργία της Red Tomato έγκειται κυρίως στον συντελεστή παραγωγής εργασία, η παραγωγική δυναμικότητα της επιχείρησης καθορίζεται πρωταρχικά από το σύνολο των διαθέσιμων ωρών εργασίας των υπαλλήλων, δηλαδή δεν περιορίζεται από την παραγωγική δυνατότητα των μηχανών. Κανένας υπάλληλος της επιχείρησης δεν πραγματοποιεί περισσότερες από 10 ώρες υπερωρίας τον μήνα. Οι διάφορες δαπάνες παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.



**Πίνακας 4.1**  
*Η ζήτηση για τα εργαλεία κήπου της Red Tomato*

<b>Μήνας</b>	<b>Πρόβλεψη της ζήτησης</b>
Ιανουάριος	1.600
Φεβρουάριος	3.000
Μάρτιος	3.200
Απρίλιος	3.800
Μάιος	2.200
Ιούνιος	2.200

**Πίνακας 4.2**  
*Το κόστος για την παραγωγή της Red Tomato*

<b>Αντικείμενο</b>	<b>Κόστος</b>
Κόστος πρώτων υλών	€10 ανά κομμάτι
Κόστος διατήρησης αποθεμάτων	€2 ανά κομμάτι, το μήνα
Κόστος ανεκπλήρωτων παραγγελιών	€5 ανά κομμάτι, το μήνα
Κόστος προσλήψεων και εκπαίδευση	€300 ανά υπάλληλο
Κόστος απολύσεων	€500 ανά υπάλληλο
Απαιτούμενη ώρα εργασίας για την παρασκευή ενός εργαλείου κήπου	4 ώρες ανά κομμάτι
Κόστος ωρομίσθιας εργασίας	€4 ανά ώρα
Κόστος υπερωριακής εργασίας	€6 ανά ώρα
Κόστος υπεργολαβίας	€30 ανά κομμάτι

Δεν υπάρχει κανένα όριο για τις υπεργολαβίες, τα αποθέματα και τις ανεκτέλεστες παραγγελίες. Όλες, οι ανεκτέλεστες παραγγελίες που υπήρχαν, καλύπτονται από την παραγωγή των επόμενων μηνών. Οι δαπάνες των αποθεμάτων καλύπτονται από το υπάρχον απόθεμα στο τέλος κάθε μήνα. Στόχος της Red Tomato είναι να ληφθεί ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός που θα της επιτρέψει στο τέλος Ιουνίου να έχει απόθεμα τουλάχιστον 500 μονάδες προϊόντος (δηλ., καμία ανεκτέλεστη παραγγελία στο τέλος Ιουνίου και τουλάχιστον 500 μονάδες αποθέματος).

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την Red Tomato παρουσιάζεται στον πίνακα 4.3. Βάση αυτού του συνολικού προγραμματισμού, η Red Tomato θα έχει τις ακόλουθα δαπάνες και τα ακόλουθα έσοδα.

Συνολικό κόστος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €422.275

Λαμβάνοντας υπόψη την τιμή πώλησης €40 ανά εργαλείο κήπου και τις συνολικές πωλήσεις 16.000 εργαλείων, τα έσοδα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού δίνεται ως εξής:

Έσοδα από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού =  $40 \times 16.000 = €640.000$

Κέρδος από τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €217.725

Το μέσο εποχιακό απόθεμα κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού δίνεται ως εξής:

$$\text{Μέσο εποχιακό απόθεμα} = \left[ (I_0 + I_6) / 2 + \sum_{t=1}^5 I_t \right] / T = 5.367 / 6 = 895$$

### Πίνακας 4.3

Συνολικός προγραμματισμός για την Red Tomato

Period t	No. Hired H <sub>t</sub>	No. Laid off L <sub>t</sub>	Workforce Size W <sub>t</sub>	Overtime O <sub>t</sub>	Inventory I <sub>t</sub>	Stock out S <sub>t</sub>	Subcontract C <sub>t</sub>	Total Production P <sub>t</sub>
0	0	0	80		1.000	0	0	
1	0	15	65	0	1.983	0	0	2.583
2	0	0	65	0	1.567	0	0	2.583
3	0	0	65	0	950	0	0	2.583
4	0	0	65	0	0	267	0	2.583
5	0	0	65	0	117	0	0	2.583
6	0	0	65	0	500	0	0	2.583

Ο μέσος χρόνος ροής του συνολικού προγραμματισμού κατά τον χρονικό ορίζοντα σχεδιασμού (προγραμματισμού) δίνεται ως εξής:

Μέσος χρόνος ροής = μέσο απόθεμα / μέσες πωλήσεις =  $895 / 2.667 = 0,34$  μήνες

Αυτά τα αποτελέσματα αναφέρονται στην κατάσταση κατά την οποία η Red Tomato δεν εφαρμόζει καμία μέθοδο προώθησης των πωλήσεων. Τώρα η Red Tomato θέλει να εξετάσει το ενδεχόμενο, εάν την συμφέρει και πότε, να προβεί σε κάποια μέθοδο προώθησης των πωλήσεων. Τέσσερις είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το χρονικό προγραμματισμό της προώθησης πωλήσεων<sup>146</sup>:

- Ο αντίκτυπος της προώθησης πωλήσεων στην ζήτηση (Impact of the promotion on demand)
- Τα περιθώρια παραγωγής προϊόντων (Product margins)
- Το κόστος αποθεμάτων (Cost of holding inventory)
- Το κόστος μεταβολής της παραγωγικής δυναμικότητας (Cost of changing capacity)

Η διοίκηση της Red Tomato επιθυμεί να προσδιορίσει την χρονική περίοδο κατά την οποία, ο κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες, ευνοεί την προώθηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια τις υψηλής ή χαμηλής περιόδου ζήτησης. Για το λόγο αυτό η διοίκηση αρχίζει με την διερεύνηση του αντίκτυπου της προώθησης πωλήσεων στην ζήτηση, όταν εφαρμόζεται η προώθηση πωλήσεων κατά τη διάρκεια μιας περιόδου όπου και αναμένεται αύξηση της ζήτησης. Σε αυτή την χρονική περίοδο έχουμε μια επιπλέον αύξηση στη ζήτηση σαν αποτέλεσμα ενός συνδυασμού των ακόλουθων τριών παραγόντων<sup>147</sup>:

**1. Διεύρυνση της αγοράς (Market growth).** Μια αύξηση στην κατανάλωση του προϊόντος, είτε από νέους, είτε από υπάρχοντες πελάτες. Ένα παράδειγμα που εξετάζει η Red Tomato είναι αυτό της Toyota. Όταν η Toyota, στην προσπάθεια της να προωθήσει τις πωλήσεις του Camry πρόσφερε μια νέα μειωμένη τιμή είχε σαν στόχο να προσελκύσει αγοραστές που ενδιαφέρονταν για αγορά ενός μικρότερου αυτοκινήτου. Κατά συνέπεια, η προώθηση των πωλήσεων αυξάνει το μερίδιο της αγοράς για οικογενειακά αυτοκίνητα sedan, ενώ ταυτόχρονα, αυξάνει και τις πωλήσεις της Toyota.

**2. «Κλοπή» μεριδίου της αγοράς (Stealing share).** Είναι οι πελάτες που αντικαθιστούν το προϊόν της εταιρίας για το προϊόν ενός ανταγωνιστή. Παραδείγματος χάριν, όταν η Toyota κάνει μια προσφορά για το Camry, οι αγοραστές που πιθανόν σκόπευαν να αγοράσουν ένα

<sup>146</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 127

<sup>147</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 127

Honda Accord, ίσως τώρα αγοράσουν το Toyota Camry. Κατά συνέπεια, η προώθηση των πωλήσεων αυξάνει τις συνολικές πωλήσεις της Toyota, ενώ το μερίδιο της αγοράς για οικογενειακά αυτοκίνητα sedan διατηρείται στο ίδιο επίπεδο.

**3. Εμπρόθεσμες αγορές (Forward buying).** Οι πελάτες μεταθέτουν (μεταφέρουν) τις μελλοντικές αγορές τους στο παρόν (στο σήμερα). Η προώθηση των πωλήσεων, ίσως να ωθήσει μερικούς από τους πελάτες που ενδιαφερόταν για την αγορά του Camry να προβούν στην αγορά του αυτοκινήτου μερικούς μήνες νωρίτερα. Σε αυτή την περίπτωση, η προώθηση των πωλήσεων δεν αυξάνει μακροπρόθεσμα τις συνολικές πωλήσεις της Toyota, ενώ το μερίδιο αγοράς για οικογενειακά αυτοκίνητα sedan διατηρείται στο ίδιο επίπεδο.

Οι πρώτοι δύο παράγοντες αυξάνουν τις συνολικές πωλήσεις της Toyota, ενώ ο τρίτος παράγοντας απλά μετατοπίζει τη μελλοντική ζήτηση του προϊόντος στο παρόν. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την σχετική επίδραση των τριών παραγόντων ως προς το αποτέλεσμα της προώθησης των πωλήσεων, πριν λάβουμε την τελική μας απόφαση για τον προγραμματισμό της βέλτιστης χρονικό περιόδου κατά την οποία θα εφαρμοστεί η προώθηση των πωλήσεων. Γενικά, οι μέθοδοι προώθησης πωλήσεων όταν αυξάνεται η ζήτηση λόγω των εμπρόθεσμων αγορών κατά την αυξημένη περίοδο ζήτησης δεν αποφέρουν σημαντικά αποτελέσματα, καθώς δεν είναι ελκυστικοί<sup>148</sup>. Η προώθηση πωλήσεων κατά τη διάρκεια μιας περιόδου αυξημένης ζήτησης, η οποία οφείλεται σε εμπρόθεσμες αγορές, δημιουργεί ακόμη μεγαλύτερη μεταβλητότητα στη ζήτηση σε σχέση με αυτή που υπήρχε πριν από την προώθηση. Το προϊόν που θα απαιτούσε ο καταναλωτής κατά την χαμηλή περίοδο ζήτησης το απαιτεί πλέον κατά την αυξημένη περίοδο, με συνέπεια να καθιστά το σχεδιασμό για την ικανοποίηση της ζήτησης ακόμα πιο δαπανηρό, και συνεπώς να μην μπορεί να εξυπηρετηθεί.

Το τμήμα πωλήσεων της Red Tomato έχει υπολογίσει, ότι προβαίνοντας σε μια έκπτωση για τα εργαλεία κήπου και διαμορφώνοντας νέα τιμή πώλησης από €40 σε €39 (δηλαδή έκπτωση €1), θα έχει μια περιοδική αύξηση της ζήτησης περίπου 10% λόγω της αυξημένης κατανάλωσης ή της αντικατάστασης. Επιπλέον, θα έχει μια μείωση της τάξης του 20 % στη ζήτηση των δυο επόμενων μηνών επειδή, η ζήτηση αυτής της περιόδου (μέρος της ζήτησης των δυο επόμενων μηνών) θα πραγματοποιηθεί εμπρόθεσμα κατά το μήνα που πραγματοποιείται η προσφορά. Η διοίκηση της Red Tomato επιθυμεί να καθορίσει αν ο

---

<sup>148</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 127

Ιανουάριος ή ο Απρίλιος είναι η αποτελεσματικότερη χρονική περίοδος για την προσφορά της έκπτωσης.

Η Red Tomato αρχικά εξετάζει τον αντίκτυπο που θα έχει η εκπτωτική προσφοράς της τον μήνα Ιανουάριο. Εάν η έκπτωση για τα εργαλεία κήπου προσφερθεί τον Ιανουάριο, η πρόβλεψη της ζήτησης θα καθοριστεί στο ύψος των τιμών που δίνονται στον πίνακα 4.4.

**Πίνακας 4.4**

*Η ζήτηση όταν η τιμή μειώνεται τον Ιανουάριο σε €39*

Μήνας	Πρόβλεψη της ζήτησης
Ιανουάριος	3.000
Φεβρουάριος	2.400
Μάρτιος	2.560
Απρίλιος	3.800
Μάιος	2.200
Ιούνιος	2.200

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός παρουσιάζεται στον πίνακα 4.5. Πραγματοποιώντας την έκπτωση τον Ιανουάριο μήνα, η Red Tomato αποκομίζει τα εξής αποτελέσματα:

Συνολικό κόστος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €421.915

Έσοδα κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €643.400

Κέρδος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €221.485

**Πίνακας 4.5**

*Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την ζήτηση του πίνακα 4.4*

Period t	No. Hired $H_t$	No. Laid off $L_t$	Workforce Size $W_t$	Overtime $O_t$	Inventory $I_t$	Stock out $S_t$	Subcontract $C_t$	Total Production $P_t$
0	0	0	80		1.000	0	0	
1	0	15	65	0	610	0	0	2.610
2	0	0	65	0	820	0	0	2.610
3	0	0	65	0	870	0	0	2.610
4	0	0	65	0	0	320	0	2.610
5	0	0	65	0	90	0	0	2.610
6	0	0	65	0	500	0	0	2.610

Κατόπιν εξετάζει τον αντίκτυπο που θα έχει η προσφοράς της έκπτωσης τον Απρίλιο μήνα. Εάν η Red Tomato τελικά προσφέρει την έκπτωση της τον Απρίλιο, η πρόβλεψη της ζήτησης θα είναι αυτή που φαίνεται στον πίνακα 4.6.

**Πίνακας 4.6**

*Το προφίλ της ζήτησης όταν η τιμή μειώνεται τον Απρίλιο σε €39*

Μήνας	Πρόβλεψη της ζήτησης
Ιανουάριος	1.600
Φεβρουάριος	3.000
Μάρτιος	3.200
Απρίλιος	5.060
Μάιος	1.760
Ιούνιος	1.760

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός παρουσιάζεται στον πίνακα 4.7. Πραγματοποιώντας την έκπτωση τον Απρίλιο μήνα, έχουμε τα εξής αποτελέσματα:

Συνολικό κόστος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €438.857

Έσοδα κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €650.140

Κέρδος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €211.283

**Πίνακας 4.7**

*Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την ζήτηση του πίνακα 4.6*

Period $t$	No. Hired $H_t$	No. Laid off $L_t$	Workforce Size $W_t$	Overtime $O_t$	Inventory $I_t$	Stock out $S_t$	Subcontract $C_t$	Total Production $P_t$
0	0	0	80		1.000	0	0	
1	0	14	66	0	2.047	0	0	2.647
2	0	0	66	0	1.693	0	0	2.647
3	0	0	66	0	1.140	0	0	2.647
4	0	0	66	0	0	1.273	0	2.647
5	0	0	66	0	0	387	0	2.647
6	0	0	66	0	500	0	0	2.647

Παρατηρήστε ότι η διακύμανση της ζήτησης αυξήθηκε σχετικά με το σχεδιάγραμμα του πίνακα 4.1, επειδή η έκπτωση προσφέρθηκε κατά τον μήνα υψηλής ζήτησης. Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την αναμενόμενη ζήτηση παρουσιάζεται στον πίνακα 4.7. Ακόμα, παρατηρήστε ότι μια προώθηση των πωλήσεων, με μείωση τιμών τον Ιανουάριο, οδηγεί σε υψηλότερο κέρδος, για την επιχείρηση, σε σχέση με την μην πραγματοποίηση κάποιας έκπτωσης, ενώ μια προώθηση πωλήσεων, με μείωση τιμών τον Απρίλιο, οδηγεί σε χαμηλότερο κέρδος, σε σχέση με το αρχικά προβλεπόμενο, δηλαδή το αρχικό κέρδος χωρίς την πραγματοποίηση κάποιας έκπτωσης. Σαν αποτέλεσμα αυτής της παρατήρησης, Η Red Tomato θα πρέπει να προσφέρει την έκπτωση για τα εργαλεία κήπου κατά την περίοδο χαμηλής ζήτησης, δηλαδή τον Ιανουάριο μήνα. Αν και τα έσοδα της Red Tomato είναι υψηλότερα, όταν προσφέρεται η έκπτωση τον Απρίλιο μήνα, η αύξηση των λειτουργικών δαπανών της κάνει την επιλογή αυτή λιγότερο κερδοφόρα. Αυτό το συμπέρασμα, υποστηρίζει την προηγούμενη μας άποψη, ότι δηλαδή, μια επιχείρηση δεν πρέπει να εφαρμόζει την τιμολογιακή πολιτική και τον συνολικό προγραμματισμό της ύστερα μόνο από την καθοδήγηση του τμήματος μάρκετινγκ, ή ύστερα από τις υποδείξεις του τμήματος παραγωγής, καθώς το κάθε τμήμα έχει τις δικές του προβλέψεις. Στην αλυσίδα ανεφοδιασμού είναι σημαντικό να συντονίζονται οι προβλέψεις, η τιμολογιακή πολιτική και ο συνολικός προγραμματισμός.

Τα συμπεράσματα θα ήταν διαφορετικά εάν η Red tomato βρισκόταν σε μια περίοδο κατά την οποία η αύξησης της ζήτησης θα προερχόταν είτε από την διεύρυνση της αγοράς, είτε από την «κλοπή» μεριδίου της αγοράς, σε σχέση με τα αποτελέσματα των εμπρόθεσμων αγορών που εξετάσαμε τώρα.

Εξετάστε την περίπτωση κατά την οποία η Red Tomato μειώνοντας κατά €1 την τιμή πώλησης των εργαλείων κήπου, δηλαδή θέτοντας μια νέα τιμή πώλησης του προϊόντος της από €40 σε €39, πετυχαίνει μια αύξηση της ζήτησης 100% κατά την χρονική περίοδο εφαρμογής της έκπτωσης λόγω της αυξημένης κατανάλωσης, ή της αντικατάστασης. Επιπλέον, θα έχει μια μείωση 20% στη ζήτηση για τους επόμενους δυο μήνες επειδή αυτή η ζήτηση θα έχει πραγματοποιηθεί εμπρόθεσμα κατά την χρονική περίοδο της έκπτωσης. Η διοίκηση της Red Tomato επιθυμεί να καθορίσει αν ο Ιανουάριος ή ο Απρίλιος είναι η αποτελεσματικότερη χρονική περίοδος για να προσφέρει την έκπτωση στα εργαλεία κήπου. Αν η προσφορά της έκπτωσης πραγματοποιηθεί τον Ιανουάριο μήνα, τότε η πρόβλεψη της ζήτησης παρουσιάζεται στον πίνακα 4.8.

#### Πίνακας 4.8

Το προφίλ της ζήτησης όταν η τιμή μειώνεται τον Ιανουάριο σε €39 και έχουμε μια μεγάλη αύξηση της ζήτησης

Μήνας	Πρόβλεψη της ζήτησης
Ιανουάριος	4.440
Φεβρουάριος	2.400
Μάρτιος	2.560
Απρίλιος	3.800
Μάιος	2.200
Ιούνιος	2.200

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για αυτήν την περίπτωση παρουσιάζεται στον πίνακα 4.9. Με την πραγματοποίηση της έκπτωσης τον Ιανουάριο μήνα η Red tomato πετυχαίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Συνολικό κόστος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €456.750

Έσοδα κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €699.560

Κέρδος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €242.810

#### Πίνακας 4.9

Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την ζήτηση του πίνακα 4.8

Period $t$	No. Hired $H_t$	No. Laid off $L_t$	Workforce Size $W_t$	Overtime $O_t$	Inventory $I_t$	Stock out $S_t$	Subcontract $C_t$	Total Production $P_t$
0	0	0	80		1.000	0	0	
1	0	0	80	0	0	240	0	3.200
2	0	11	69	0	140	0	0	2.780
3	0	0	69	0	360	0	0	2.780
4	0	0	69	0	0	660	0	2.780
5	0	0	69	0	0	80	0	2.780
6	0	0	69	0	500	0	0	2.780

Εάν πάλι, η έκπτωση προσφερθεί τον Απρίλιο μήνα, η πρόβλεψη της ζήτησης είναι αυτή που φαίνεται στον πίνακα 4.10.



Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός σε αυτήν την περίπτωση παρουσιάζεται στον πίνακα 4.11. Με μια έκπτωση τον Απρίλιο μήνα η Red Tomato θα έχει τα εξής αποτελέσματα:

**Πίνακας 4.10**

*Το προφίλ της ζήτησης όταν η τιμή μειώνεται τον Απρίλιο σε €39 και έχουμε μια μεγάλη αύξηση της ζήτησης*

Μήνας	Πρόβλεψη της ζήτησης
Ιανουάριος	1.600
Φεβρουάριος	3.000
Μάρτιος	3.200
Απρίλιος	8.480
Μάιος	1.760
Ιούνιος	1.760

Συνολικό κόστος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €536.200

Έσοδα κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €783.520

Κέρδος κατά τον χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού = €247.320

**Πίνακας 4.11**

*Ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός για την ζήτηση του πίνακα 4.10*

Period t	No. Hired $H_t$	No. Laid off $L_t$	Workforce Size $W_t$	Overtime $O_t$	Inventory $I_t$	Stock out $S_t$	Subcontract $C_t$	Total Production $P_t$
0	0	0	80		1.000	0	0	
1	0	0	80	0	2.600	0	0	3.200
2	0	0	80	0	2.800	0	0	3.200
3	0	0	80	0	2.800	0	0	3.200
4	0	0	80	0	0	2.380	100	3.200
5	0	0	80	0	0	940	0	3.200
6	0	0	80	0	500	0	0	3.200

Όταν οι εμπρόθεσμες αγορές επηρεάζουν σε μικρό βαθμό την αύξηση της ζήτησης και προέρχονται από την μείωση των τιμών, είναι αποτελεσματικότερο για την Red Tomato να προσφέρει την έκπτωση της για τα εργαλεία κήπου τον Απρίλιο μήνα, όπου υπάρχει αυξημένη ζήτηση.

Ακριβώς όπως εξετάσαμε προηγουμένως, ο βέλτιστος συνολικός προγραμματισμός και η αποδοτικότητα της Red Tomato μπορούν να προσδιοριστούν επίσης και για την περίπτωση όπου η τιμή πώλησης (ανά μονάδα προϊόντος) είναι €31 και διαμορφώνεται έπειτα από μια σχετική μείωση στα €30. Τα αποτελέσματα των διαφορετικών περιπτώσεων συνοψίζονται στον πίνακα 4.12

**Πίνακας 4.12**  
*Οι αποδόσεις της Red Tomato για διαφορετικά σενάρια*

Κανονική Τιμή	Μειωμένη Τιμή	Περίοδος Προώθησης Πωλήσεων	Ποσοστιαία Αύξηση της Ζήτησης	Ποσοστό Αύξησης των Εμπρόθεσμων Αγορών	Κέρδος	Μέσο Απόθεμα
€40	€40	-	-	-	€217.725	895
€40	€39	Ιανουάριος	20%	20%	€221.485	523
€40	€39	Απρίλιος	20%	20%	€211.283	938
€40	€39	Ιανουάριος	100%	20%	€242.810	208
€40	€39	Απρίλιος	100%	20%	€247.320	1.492
€31	€31	-	-	-	€73.725	895
€31	€30	Ιανουάριος	100%	20%	€84.410	208
€31	€30	Απρίλιος	100%	20%	€69.120	1.492

Από τα αποτελέσματα που έχουμε για την Red tomato στον πίνακα 4.12, μπορούμε να συνάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τον αντίκτυπο της προώθησης των πωλήσεων:

1. Όπως φαίνεται στον πίνακα 4.12, ο μέσος όρος των αποθεμάτων αυξάνεται εάν εφαρμόσουμε την προώθηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια της αυξημένης περιόδου ζήτησης και μειώνεται εάν η προώθηση των πωλήσεων πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια της χαμηλής περιόδου ζήτησης.
2. Η προώθηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια ενός μήνα με αυξημένη ζήτησης, μπορεί να μειώσει το συνολικό κέρδος της επιχείρησης, εάν ένα σημαντικό μέρος, της νέας αυτής αυξημένης ζήτησης, οφείλεται στις εμπρόθεσμες αγορές. Στον πίνακα 4.12, παρατηρούμε ότι η εφαρμογή της προώθησης των πωλήσεων κατά τον Απρίλιο μήνα μειώνει το κέρδος της Red Tomato όταν οι εμπρόθεσμες αγορές είναι της τάξης του 20% και η αύξηση της ζήτησης για κατανάλωση και αντικατάσταση είναι επίσης της τάξης του 20%.
3. Όταν η αύξηση των πωλήσεων επηρεάζεται λιγότερο από τις εμπρόθεσμες αγορές κατά την χρονική περίοδο εφαρμογής της προώθησης των πωλήσεων, τότε η προώθηση των

πωλήσεων κατά την περίοδο της αυξημένης ζήτησης είναι πιο επικερδής για την επιχείρηση. Στον πίνακα 4.12 παρατηρούμε ότι όταν η τιμή πώλησης των εργαλείων κήπου είναι €40, η Red Tomato προβαίνει σε προώθηση πωλήσεων κατά τον Ιανουάριο μήνα, δηλαδή, όταν η ζήτηση είναι ακόμα χαμηλή. Οι εμπρόθεσμες αγορές είναι της τάξης του 20% και η αύξηση της κατανάλωσης κυμαίνεται επίσης στο 20%. Εντούτοις, όταν οι εμπρόθεσμες αγορές είναι της τάξης του 20% και η αύξηση της κατανάλωσης είναι της τάξης του 100%, η Red Tomato προβαίνει σε προώθηση των πωλήσεων κατά τον Απρίλιο μήνα όπου και η ζήτηση για τα εργαλεία κήπου είναι αυξημένη.

4. Καθώς μειώνονται τα περιθώρια παραγωγής προϊόντων, η προώθηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια της περιόδου αυξημένης ζήτησης, γίνεται ολοένα και λιγότερο κερδοφόρα. Στον πίνακα 4.12, παρατηρούμε ότι όταν η τιμή πώλησης των εργαλείων κήπου είναι €40, τότε η αποδοτικότερη επιλογή για την Red Tomato είναι να προβεί σε προώθηση των πωλήσεων κατά τον Απρίλιο μήνα όπου και υπάρχει αυξημένη ζήτηση επειδή οι εμπρόθεσμες αγορές είναι της τάξης του 20%, ενώ η αύξηση της κατανάλωσης κυμαίνεται στο 100%. Αντίθετα, εάν η τιμή πώλησης των προϊόντων της Red Tomato είναι €31, τότε η επιχείρηση πρέπει να προβεί στην προώθηση των πωλήσεων κατά τον Ιανουάριο μήνα όπου είναι και χαμηλή περίοδος ζήτησης.

Άλλοι παράγοντες, όπως το κόστος παρακρατήσεων (holding cost) και το κόστος αλλαγής παραγωγικής δυναμικότητας (cost of changing capacity) επηρεάζουν και αυτοί την χρονική περίοδο προγραμματισμού της προώθησης των πωλήσεων. Οι διάφοροι παράγοντες και οι επιδράσεις τους στο βέλτιστο χρονικό προγραμματισμό συνοψίζονται στον πίνακα 4.13.

#### Πίνακας 4.13

*Περίληψη του αντίκτυπου από την περίοδο προώθησης των πωλήσεων*

<b>Παράγοντες</b>	<b>Αντίκτυπος από την περίοδο προώθησης πωλήσεων</b>
Υψηλές εμπρόθεσμες αγορές	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η χαμηλή περίοδος ζήτησης
Υψηλή δυνατότητα «κλοπής» μεριδίου της αγοράς	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η υψηλή περίοδος ζήτησης
Υψηλή δυνατότητα αύξησης της συνολικής αγοράς	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η υψηλή περίοδος ζήτησης
Υψηλά περιθώρια	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η υψηλή περίοδος ζήτησης
Μικρά περιθώρια	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η χαμηλή περίοδος ζήτησης

Υψηλό κόστος παρακράτησης	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η χαμηλή περίοδος ζήτησης
Υψηλό κόστος αλλαγής δυναμικότητας	Η ευνοϊκότερη περίοδος προώθησης των πωλήσεων, είναι η χαμηλή περίοδος ζήτησης

Ένα βασικό συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε μετά από την εξέταση των παραδειγμάτων της Red Tomato, είναι ότι όταν μια επιχείρηση αντιμετωπίζει προβλήματα εποχιακής ζήτησης, μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν συνδυασμό τιμολογιακής πολιτικής (για να διαχειριστεί την ζήτηση), προγραμματισμού παραγωγής και αποθεμάτων (για να διαχειριστεί τον ανεφοδιασμό), για να βελτιώσει την αποδοτικότητα της (το κέρδος της). Η ακριβής χρήση της κάθε παραμέτρου ποικίλλει ανάλογα με την κατάσταση. Αυτό καθιστά σημαντικές τις προσπάθειες πρόβλεψης και προγραμματισμού του μάρκετινγκ και της παραγωγής. Μόνο τότε μεγιστοποιούνται τα κέρδη της επιχείρησης.

#### **4.4 Εφαρμογή λύσεων, για τις προβλέψιμες μεταβλητές στην πράξη**

Εξετάστε τα εξής κατά την εφαρμογή των λύσεων για την πρόβλεψη των μεταβλητών<sup>149</sup>:

- **Συντονισμός του μάρκετινγκ και της παραγωγής (Coordinate marketing and operations).** Μια επιχείρηση για να διαχειριστεί αποτελεσματικότερα τις προβλέψιμες μεταβλητές πρέπει να εργαστεί καθολικά προς αυτόν τον στόχο, που δεν είναι άλλος από την μεγιστοποίηση του κέρδους. Όλοι σε μια επιχείρηση, θα πρέπει να συμφωνήσουν με αυτές τις γενικές κατευθυντήριες γραμμές. Στην πραγματικότητα όμως, είναι δύσκολο να επιτευχθεί μια γενική συμφωνία των τμημάτων και των ατόμων ολόκληρης της επιχείρησης, σχετικά με το πώς θα μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της ίδιας, δηλαδή το κέρδος της. Το μάρκετινγκ, συχνά έχει κίνητρα τα οποία βασίζονται στα έσοδα ενώ τα κίνητρα της παραγωγής βασίζονται στο κόστος. Από τα παραδείγματα που εξετάζονται σε αυτό το κεφάλαιο, είναι σαφές ότι αυτά τα κίνητρα θα αποδώσουν ευνοϊκότερα αποτελέσματα (κέρδη) επειδή οι ενέργειες που μεγιστοποιούν τα έσοδα ή ελαχιστοποιούν τις δαπάνες μπορούν να μην μεγιστοποιήσουν αντίστοιχα τα κέρδη. Επομένως, οι εταιρίες πρέπει να αναπτύξουν διαδικασίες οι οποίες θα ενθαρρύνουν το μάρκετινγκ και την παραγωγή, για τον από κοινού συντονισμό τις προσπάθειές τους, έτσι ώστε η τιμολογιακή πολιτική και ο συνολικός προγραμματισμός να εκτελούνται πάντα συντονισμένα. Συχνά,

<sup>149</sup> Βλ. Sunil Chopra & Peter Meindl, Supply Chain Management, Prentice-Hall, New Jersey 2001, page 132

μπορεί να είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός ατόμου ή μιας ομάδας αρμοδίων ατόμων για αυτόν τον συντονισμό. Επίσης, θα απαιτηθεί η υψηλού επιπέδου συνεργασία μέσα στην επιχείρηση, συμπεριλαμβανομένης και της υποστήριξης της κεντρικής διοίκησης, επειδή συχνά αυτός ο συντονισμός απαιτεί τις εν λόγω ομάδες να ενεργήσουν αντίθετα από τις παραδοσιακές λειτουργικές διαδικασίες τους.

• **Ο συνυπολογισμός των προβλέψιμων μεταβλητών στη λήψη των στρατηγικών αποφάσεων (Take predictable variability into account when making strategic decisions).** Οι προβλέψιμες μεταβλητές ασκούν τεράστια επίδραση στις διαδικασίες μιας επιχείρησης. Μια επιχείρηση, πάντα κατά την λήψη των στρατηγικών αποφάσεων της, πρέπει να λαμβάνει υπόψη της αυτόν τον αντίκτυπο. Εντούτοις, οι προβλέψιμες μεταβλητές δεν λαμβάνονται πάντα υπόψη όταν προγραμματίζονται οι στρατηγικές αποφάσεις όπως παραδείγματος χάριν, ποιος τύπος προϊόντος πρέπει να παραχθεί, πότε θα πρέπει να δημιουργηθούν νέες εγκαταστάσεις και ποιά τιμολογιακή πολιτική πρέπει να ακολουθήσει η επιχείρηση για το προϊόν της. Όπως υποδεικνύεται σε αυτό το κεφάλαιο, το ύψος της αποδοτικότητας, (συνήθως, η μεγιστοποίηση του κέρδους για την επιχείρηση) επηρεάζεται άμεσα από τις προβλέψιμες μεταβλητές και επομένως, η επιτυχία, ή η αποτυχία των στρατηγικών αποφάσεων μπορεί να καθοριστεί από αυτές τις μεταβλητές.

• **Οι «Προτιμήσεις», δεν επηρεάζει μόνο τις προβλέψιμες μεταβλητές (Preempt, do not just react to, predictable variability).** Οι επιχειρήσεις, συχνά τείνουν να εστιάζονται στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αντιδράσουν αποτελεσματικά στις προβλέψιμες μεταβλητές. Ο στόχος αυτός αφορά συχνά την παραγωγή, η οποία και προσπαθεί να οργανώσει με τον βέλτιστο τρόπο τον ανεφοδιασμό της, χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές πρόβλεψης. Όπως συζητήθηκε σε αυτό το κεφάλαιο, η διοίκηση του ανεφοδιασμού καθώς επίσης και η πρόβλεψη της ζήτησης, δίνουν «τις καλύτερες» απαντήσεις για τις προβλέψιμες μεταβλητές. Ενέργειες όπου διαμορφώνουν την ζήτηση, όπως η εφαρμογή νέας τιμολογιακής πολιτικής και η προώθηση των πωλήσεων, προτιμούνται και χρησιμοποιούνται συχνά στον τομέα του μάρκετινγκ. Είναι σημαντικό, το τμήμα μάρκετινγκ και παραγωγή, να συντονίσουν τον προγραμματισμό και τις προσπάθειες τους για τον εντοπισμό των προβλέψιμων μεταβλητών, πολύ πριν την εμφάνιση της αυξημένης περιόδου ζήτησης. Αυτός ο συντονισμός επιτρέπει σε μια επιχείρηση να εντοπίζει και να προτιμάει τις προβλέψιμες μεταβλητές που θα την οδηγήσουν προς την μεγιστοποίηση του κέρδους της.

# Βιβλιογραφία

Διπλωματικής Εργασίας

## **Βιβλιογραφία**

### **Ελληνική**

- Προγραμματισμός Παραγωγής, Κώστα Παππή, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 1995
- Διοίκηση Παραγωγής, Σύγχρονες Προσεγγίσεις, Κώστα Ν. Δερβιτσιώτη, Αθήνα 1999
- Εισαγωγή στο Μάρκετινγκ, Γ΄ έκδοση, Πέτρος Γ. Μάλλιαρης, εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2001
- Ποσοτική Ανάλυση για την λήψη Διοικητικών Αποφάσεων, Γεωργίου Σ. Οικονόμου, Ανδρέα Κ. Γεωργίου, Τόμος Α΄, Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα 1999

### **Ξένη**

- Supply chain Management Strategy, Planning and Operation, Sunil Chopra & Peter Meindl, copyright by Prentice-Hall Inc., New York 2001
- Production & Operations management, Fourth Edition, Jay Heizer & Barry Render, copyright by Prentice-Hall Inc., New York 2001
- Production and Operations Analysis, Steven Nahmias, Fourth Edition, Mc Grawhill Irwin, Copyright 2001
- Operations Management, R. Dan Reid, Nada R. Sanders, Copyright 2002 John Wiley & Sons, Inc.

# Παραρτήματα



## Ασύρματο το μέλλον διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η πλειοψηφία των ελληνικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον ευρύτερο χώρο των μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας (είτε ως χρήστες είτε ως παροχείς λύσεων) έχει συνειδητοποιήσει μεν τα σημαντικά οφέλη από την εκμετάλλευση των κινητών και ασύρματων εφαρμογών, ακόμη όμως το ποσοστό διείσδυσης της χρήσης τέτοιων λύσεων παραμένει μικρό. Οι εταιρείες πάντως που τις χρησιμοποιούν αποκομίζουν ήδη σημαντικά οφέλη, ενώ αναμένεται να υπάρξει σημαντική ανάπτυξη του συγκεκριμένου κλάδου εντός της επόμενης τριετίας<sup>150</sup>.

Αυτά είναι ορισμένα από τα συμπεράσματα που περιλαμβάνονται στο τελικό πόρισμα της ομάδας εργασίας E4 του e-business forum, αντικείμενο της οποίας ήταν οι «Κινητές και Ασύρματες εφαρμογές στις Μεταφορές και στην Εφοδιαστική αλυσίδα». Στόχος της ομάδας εργασίας, στην οποία συμμετείχαν 85 άτομα, ήταν η αποτύπωση της τρέχουσας κατάστασης στην Ελλάδα και στο διεθνή χώρο, ο προσδιορισμός των ενεργειών και η διαμόρφωση ενός ευρύτερου πλαισίου στόχων για τη διαμόρφωση στρατηγικής στον τομέα της ανάπτυξης νέων τεχνικών στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στη χώρα μας. Συντονιστές της ομάδας ήταν οι δρ. Γ. Γιαγλής (επίκουρος καθηγητής του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών) και δρ. Ι. Μίνης (καθηγητής του Πανεπιστημίου Αιγαίου, ενώ υπεύθυνοι για τη σύνταξη του πορίσματος οι κ. Β. Ζεϊμπέκης (επιστημονικός συνεργάτης του ΟΠΑ) και δρ. Ν. Αμπαζής (ειδικός επιστήμονας του Πανεπιστημίου Αιγαίου)<sup>151</sup>.

**Τα οφέλη.** Όπως επισημαίνεται στο τελικό πόρισμα της ομάδας, η υιοθέτηση κινητών επικοινωνιών και τεχνολογιών ασύρματης δικτύωσης αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικά πλεονεκτήματα στις επιχειρήσεις που θα κάνουν τις απαραίτητες κινήσεις<sup>152</sup>. Τα κυριότερα προβλήματα βρίσκονται σε δυο βασικές διαδικασίες: Την αποθήκευση (και την εσωτερική διακίνηση) των προϊόντων, ιδίως όταν ο αριθμός είναι πολύ μεγάλος, και στη διανομή αυτών<sup>153</sup>. Στην πρώτη περίπτωση, οι ασύρματες τεχνολογίες (WLAN, RFID κ.ά.) μπορούν να προσφέρουν σημαντική βοήθεια, ενώ στη δεύτερη αντίστοιχο ρόλο ανα-

---

<sup>150</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

<sup>151</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

<sup>152</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

<sup>153</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

λαμβάνουν οι κινητές επικοινωνίες (GSM, GPRS, TERTRA κ.ά). Τα οφέλη, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν<sup>154</sup>:

>> Τη συντόμευση των διαδικασιών και τη μείωση του συνολικού κόστους προσφοράς και παραγγελίας.

>> Την καλύτερη ροή πληροφοριών.

>> Τη μείωση του κόστους συναλλαγών και του κόστους της διαδικασίας ανεύρεσης προϊόντων.

>> Τη δραστική μείωση των λαθών στις παραγγελίες.

>> Την ηλεκτρονική παρακολούθηση αποστολής παραγγελιών.

>> Τη βέλτιστη εκμετάλλευση των διαθέσιμων φορτηγών.

>> Την ακριβή καταμέτρηση των αποθεμάτων και πολλά ακόμη

**Case studies στην Ελλάδα**<sup>155</sup>, παρά το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις στη χώρα μας δεν έχουν ακόμη αξιοποιήσει στην πλειοψηφία τους τέτοιου είδους τεχνολογίες -εν μέρει και επειδή αγνοούν την ύπαρξη τους- υπάρχουν, αυτή τη στιγμή, αρκετά παραδείγματα εταιρειών -τα οποία παρουσιάζονται μέσα στο κείμενο του τελικού πορίσματος- που αποκομίζουν ήδη σημαντικά οφέλη από τη χρήση σχετικών συστημάτων και λύσεων.

Το πρόβλημα στη γνωστή εταιρεία ζυμαρικών Misko-Barilla ήταν η διαχείριση του αποθηκευτικού κυκλώματος, λόγω αχανών αποθηκευτικών χώρων, του όγκου των διακινούμενων προϊόντων και των ιδιομορφιών αυτών (ημερομηνίες λήξης, ιχνηλασία παρτίδων κ.λπ.). Η χρήση ασύρματων τεχνολογιών RF έδωσε στην εταιρεία πλήρη έλεγχο και μείωσε σημαντικά τα λάθη στην εκτέλεση παραγγελιών. Επίσης υπήρξε σημαντική μείωση στο κόστος διαχείρισης των υλικών και δεν υπάρχουν πλέον φαινόμενα υπέρ-αποθεματοποίησης.

Η Hellinic Logistics είναι μία εταιρεία που προσφέρει υπηρεσίες αποθήκευσης αυτοκινήτων σε πολλές μεγάλες εταιρείες, διαθέτοντας έναν αποθηκευτικό χώρο 200 στρεμμάτων, όπου υπήρχαν σημαντικές δυσκολίες και καθυστερήσεις στην ανεύρεση ενός συγκεκριμένου οχήματος. Η χρήση ασύρματων τεχνολογιών είχε ως αποτέλεσμα ο χρόνος εύρεσης και παράδοσης ενός αυτοκινήτου να μειωθεί στα 11 «ανθρωπολεπτά» ανά αριθμό πλαισίου, ενώ η εκμετάλλευση των αποθηκευτικών χώρων έφθασε στα 80 αυτοκίνητα ανά

---

<sup>154</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

<sup>155</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr

στρέμμα. Στην ΕΚΟ-ΕΛΔΑ, η χρήση ολοκληρωμένου συστήματος εντοπισμού και διαχείρισης στόλου οχημάτων, έδωσαν τη δυνατότητα στην εταιρεία να παρακολουθούν την εξέλιξη κάθε δρομολογίου, να αναπροσαρμόζουν τα δρομολόγια εν τη εξελίξει τους, καθώς και να ανταποκριθούν σε οποιοδήποτε επείγον αίτημα πελάτη για τροφοδότηση με καύσιμα.

Καλύτερη δρομολόγηση των φορτηγών, εξασφάλιση των σωστών συνθηκών και θερμοκρασιών διακίνησης και παράδοσης των προϊόντος και, φυσικά, καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, πέτυχε και η Νίκας χρησιμοποιώντας μία αντίστοιχη λύση διαχείρισης στόλου οχημάτων.

**Ημερίδα.** Τα αποτελέσματα της ομάδας εργασίας πρόκειται πάντως να παρουσιαστούν σε ειδική ημερίδα στις 5 Φεβρουαρίου στο αμφιθέατρο Δεριγνύ στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. ενώ ολόκληρο το κείμενο του τελικού πορίσματος βρίσκεται στην ιστοσελίδα της ομάδας εργασίας Ε4 στο site του e-business forum ([www.ebusinessforum.gr](http://www.ebusinessforum.gr)).

Μερικοί βασικοί συμμετέχοντες που θα πλαισιώσουν την ημερίδα (το πλήρες πρόγραμμα της οποίας είναι στην ιστοσελίδα [www.eltrun.gr/wrc](http://www.eltrun.gr/wrc)) είναι οι κ. Γ. Καλογήρου (Ειδικός Γραμματέας για την ΚτΠ), Ι. Κονταράτος (πρόεδρος Ελληνικής Εταιρείας Logistics) και Γ. Δουκίδης (πρόεδρος του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΟΠΑ).

[www.ebusinessforum.gr](http://www.ebusinessforum.gr), [www.eltrun.gr/wrc](http://www.eltrun.gr/wrc)

### **Τις υπηρεσίες τηλεματικής υιοθετούν οι περισσότερες εταιρείες**

Εκτός των συναντήσεων που πραγματοποίησαν τα μέλη, στο πλαίσιο της ομάδας εργασίας Ε4 πραγματοποιήθηκε και μία έρευνα για να αποτυπωθεί η υφιστάμενη κατάσταση της χρήσης κινητών και ασύρματων υπηρεσιών από εταιρείες του χώρου των logistics και να παρουσιαστούν οι τάσεις για το άμεσο μέλλον.

Στην έρευνα συμμετείχαν 73 εταιρείες, οι οποίες ήταν κυρίως εταιρείες μεταφορών, εταιρείες παροχής μεταφορών (*third party logistics*) και εταιρείες που εκτελούν μεταφορές σε ενδοεταιρικό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενδιαφέροντα<sup>156</sup>. Αν και το 45,21% εκτιμά ότι οι τηλεματικές υπηρεσίες θα είναι κρίσιμα σημαντικές τα επόμενα τρία χρόνια και αντίστοιχο ποσοστό ης χαρακτηρίζει ως πολύ σημαντικές, μόλις 20 εταιρείες τις χρησιμοποιούν στα οχήματα τους.

Μάλιστα από αυτές μόλις σε 5 έχουν εγκατασταθεί ανάλογα συστήματα στο 50%-75% του στόλου οχημάτων τους, σε 8 το ποσοστό είναι μεταξύ 25% και 50% και σε 7 κάτω από 25%. Από τις υπηρεσίες που αξιολογούν ως πολύ σημαντικές στο άμεσο μέλλον είναι η δυνατότητα επαναδρομολόγησης οχήματος σε πραγματικό χρόνο (69,86%) και η ασύρματη μετάδοση της απόδειξης παράδοσης (proof of delivery) στα κεντρικά γραφεία των εταιρειών διανομής (76,71%). Όσον αφορά την τεχνολογία για την επικοινωνία με το όχημα / οδηγό, αυτή τη στιγμή χρησιμοποιείται κυρίως το GSM (90,41%), το οποίο αναμένεται να αντικατασταθεί κυρίως από το GPRS (80,08%) και τα δορυφορικά συστήματα (69,86%).

Τέλος, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν υπηρεσίες τηλεματικής, κυρίως για τον εντοπισμό της θέσης των οχημάτων (94,74%), τον έλεγχο εξ αποστάσεων της οδηγικής συμπεριφοράς (63,16%) και τη συμμόρφωση με τις ώρες οδήγησης (57,89%).

---

<sup>156</sup> Βλ. Ημερησία, Net Economy, 24-25 Ιανουαρίου 2004, σελ 158, του Δημήτρη Μάλλα, e-mail:dmallas@hol.gr