Κεφάλαιο 6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ

Περιεχόμενα

6.1. Εισαγωγή 3

6.2. Στοιχεία και Διαχείριση Ζήτησης 4

6.2.1 Διαχείριση Ζήτησης 4

6.2.2 Στοιχεία Ζήτησης 5

6.3. Μέθοδοι Πρόβλεψης 8

6.3.1 Ποιοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης 10

6.3.2 Ποσοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης 12

6.3.2.1 Ανάλυση Χρονοσειρών 12

6.3.2.2 Σφάλματα Πρόβλεψης 16

6.3.2.3 Γραμμική Παλινδρόμηση 17

6.3.2.4 Αιτιακή Μέθοδος Πρόβλεψης 21

6.4. Ερωτήσεις 22

6.5. Παραδείγματα 23

6.1. Εισαγωγή

Ως πρόβλεψη θεωρείτε η εκτίμηση μελλοντικών γεγονότων που θα χρησιμοποιήσει μια επιχείρηση για τον προγραμματισμό των σχεδίων της. Οι διαρκώς μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές συνθήκες ως αποτέλεσμα του παγκόσμιου ανταγωνισμού και των ραγδαίων τεχνολογικών αλλαγών ασκούν πιέσεις στις επιχειρήσεις για όσο το δυνατόν πιο ακριβείς προβλέψεις. Οι προβλέψεις χρειάζονται προκειμένου να καθορίζει μια επιχείρηση τις πηγές που θα χρειαστεί, να προγραμματίσει τις υπάρχουσες πηγές και να αποκτήσει τις υπόλοιπες που θα χρειαστούν για την παραγωγή. Οι ακριβείς προβλέψεις επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις δυνατότητες των μηχανημάτων, να μειώνουν τους χρόνους παραγωγής και τα αποθέματα. Για παράδειγμα, ο διευθυντής μια εταιρείας fast-food πρέπει να προβλέψει των αριθμό των πελατών σε όλες τις περιόδους της μέρας καθώς και τα προϊόντα που θα ζητηθούν προκειμένου να προγραμματίσεις των αριθμό των εργαζομένων που θα χρειαστεί. Οι επιχειρήσεις επίσης θα πρέπει να προβλέπουν αλλαγές στις τιμές ή τα κόστη καθώς και να προετοιμάζονται για αλλαγές στη νομοθεσία και τους κανονισμούς, στους ανταγωνιστές τους ή στην τεχνολογία.

Οι μέθοδοι πρόβλεψης μπορούν να βασιστούν είτε σε μαθηματικά μοντέλα με τη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων ιστορικών στοιχείων, είτε σε ποιοτικές μεθόδους βασισμένες στην διοικητική εμπειρία των στελεχών της, είτε σε συνδυασμό και των δύο. Στη συνέχεια, θα αναπτυχθούν διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης που χρησιμοποιούνται ευρέως καθώς και τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί τους. Επίσης θα αναλυθούν οι αποφάσεις που θα πρέπει να λαμβάνουν οι επιχειρήσεις για τον σχεδιασμό ενός συστήματος πρόβλεψης.

6.2. Στοιχεία και Διαχείριση Ζήτησης

Η πρόβλεψη της ζήτησης αποτελεί τη βάση πολλών επιχειρηματικών αποφάσεων. Είναι ένα δύσκολο έργο καθώς η ζήτηση για τα αγαθά και τις υπηρεσίες μπορεί να ποικίλει σημαντικά. Για παράδειγμα, η ζήτηση για αδιάβροχα είναι ιδιαίτερα αυξημένη τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες. Η ζήτηση όμως αυτή ποικίλει από εβδομάδα σε εβδομάδα ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιο εύκολα να προβλεφθεί το υπόδειγμα που ακολουθεί η ζήτηση. Για παράδειγμα, η εβδομαδιαία ζήτηση σε ένα κομμωτήριο είναι σχετικά σταθερή τις καθημερινές και αυξημένη το Σάββατο. Για την πρόβλεψη της ζήτησης σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να βρεθεί κάποιο υπόδειγμα που ακολουθεί η ζήτηση με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση.

6.2.1 Διαχείριση Ζήτησης

Ο κύριος στόχος της Διαχείρισης της Ζήτησης είναι ο συντονισμός και ο έλεγχος όλον των πηγών της ζήτησης με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα του παραγωγικού συστήματος και η παράδοση του προϊόντος να εκτελείται χωρίς καθυστέρηση.

Υπάρχουν δύο βασικές πηγές ζήτησης: η εξαρτημένη και η ανεξάρτητη ζήτηση. Εξαρτημένη ζήτηση είναι η ζήτηση για ένα προϊόν ή υπηρεσία που προκαλείται από την ζήτηση για άλλα προϊόντα ή υπηρεσίες. Για παράδειγμα, εάν μία εταιρία πουλήσει 1,000 αυτοκίνητα τότε χρειάζονται 4,000 λάστιχα για την παραγωγή τους. Αυτού του είδους η εσωτερική ζήτηση δεν απαιτεί την ύπαρξη πρόβλεψης, απλώς έναν υπολογισμό. Σχετικά όμως με τον αριθμό των αυτοκινήτων που θα πουληθούν, αυτό αποτελεί ανεξάρτητη ζήτηση για την εταιρεία, διότι η ζήτηση δεν προέρχεται άμεσα από την ζήτηση άλλων προϊόντων.

Η εξαρτημένη ζήτηση δεν αφήνει πολλά περιθώρια επιλογής στην εταιρεία αφού πρέπει να οπωσδήποτε ικανοποιηθεί είτε με εσωτερική παραγωγή είτε με αγορά των υποπροϊόντων. Αντίθετα, η ανεξάρτητη ζήτηση μπορεί να επηρεαστεί από τις ενέργειες της εταιρείας. Αυτές υπάγονται σε δύο κατηγορίες ή στάσεις που μπορεί να υιοθετήσει μία εταιρεία:

α) **Ενεργή Αντιμετώπιση** – Λήψη μέτρων για επιρροή της ζήτησης: Η αντιμετώπιση αυτή περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που μπορεί να πάρει μία επιχείρηση για να επηρεάσει την ζήτηση. Αν το ζητούμενο είναι ή αύξηση της ζήτησης οι αντίστοιχες ενέργειες στις οποίες μπορεί να προβεί είναι : άσκηση πίεσης στο τμήμα πωλήσεων, παροχή κινήτρων τόσο στους πελάτες όσο και στο προσωπικό, αύξηση της διαφήμισης των προϊόντων της καθώς και μείωση των τιμών τους. Αντίστοιχα, η μείωση της ζήτησης επιτυγχάνεται είτε με αύξηση των τιμών είτε με έλλειψη ενεργειών για αύξηση των πωλήσεων.

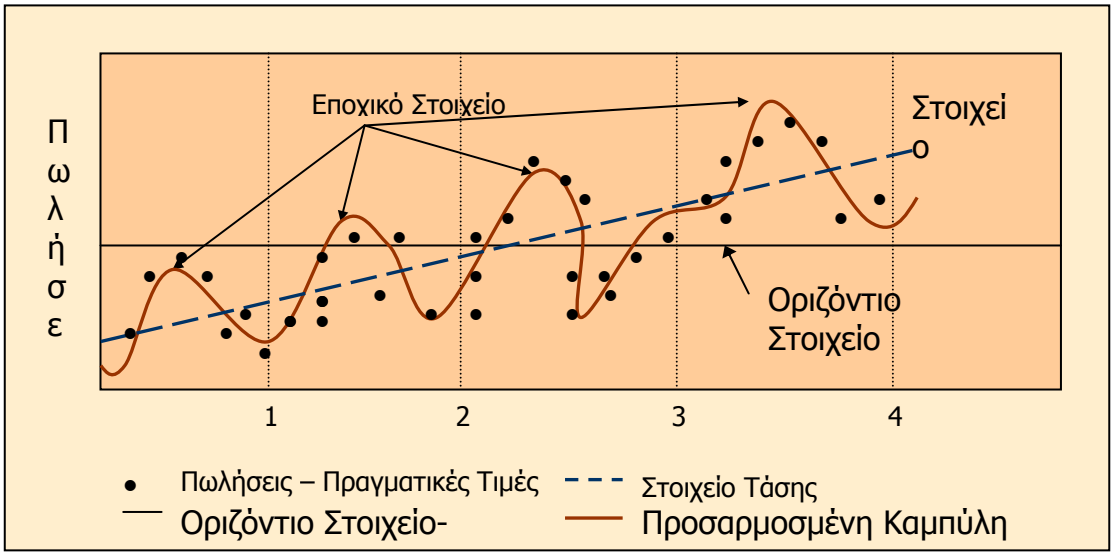
β) **Παθητική Αντιμετώπιση** – Λήψη μέτρων για αντιμετώπιση της ζήτησης: Η αντιμετώπιση αυτή συνίσταται μόνο στην ικανοποίηση της ζήτησης από την

εταιρεία και όχι στην χειραγώγηση της. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους μία εταιρεία μπορεί να μην επιθυμεί να μεταβάλλει την ζήτηση των προϊόντων της. Η εταιρεία μπορεί ήδη να εξαντλεί όλους τους πόρους της για την ικανοποίηση της υπάρχουσας ζήτησης, να μην διαθέτει κεφάλαια για αποδοτικότερη διαφήμιση, η αγορά μπορεί να είναι σταθερή σε μέγεθος ή στατική είτε εκτός του έλεγχου της (σε περίπτωση ενός μοναδικού προμηθευτή). Υπάρχουν και άλλοι ανταγωνιστικοί, νομοθετικοί, περιβαλλοντικοί, καθώς και ηθικοί λόγοι που μπορεί να κάνουν την ζήτηση της αγοράς παθητικά αποδεκτή.

Η διαχείριση της ζήτησης (ανεξάρτητη και εξαρτημένη) καθώς και η επιλογή μεταξύ ενεργητικής και παθητικής αντιμετώπισης αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες της αγοράς στην οποία δρα μία επιχείρηση. Οι μέθοδοι πρόβλεψης που αναλύονται σε αυτό το κεφάλαιο αφορούν την ανεξάρτητη ζήτηση.

6.2.2 Στοιχεία Ζήτησης

Η ζήτηση για προϊόντα ή υπηρεσίες αναλύεται σε έξι βασικά στοιχεία: η μέση ζήτηση για μία περίοδο, η τάση, η εποχικότητα, η κυκλικότητα, η τυχαία μεταβλητότητα και η αυτοσυσχέτιση. Στο σχήμα 6.1 απεικονίζεται η ζήτηση ενός προϊόντος σε μια περίοδο τεσσάρων ετών, μαζί με τον μέσο όρο, την τάση, το εποχικό στοιχείο καθώς και την τυχαιότητα ως η κατανομή των πραγματικών πωλήσεων γύρω από την προσαρμοσμένη καμπύλη ζήτησης.



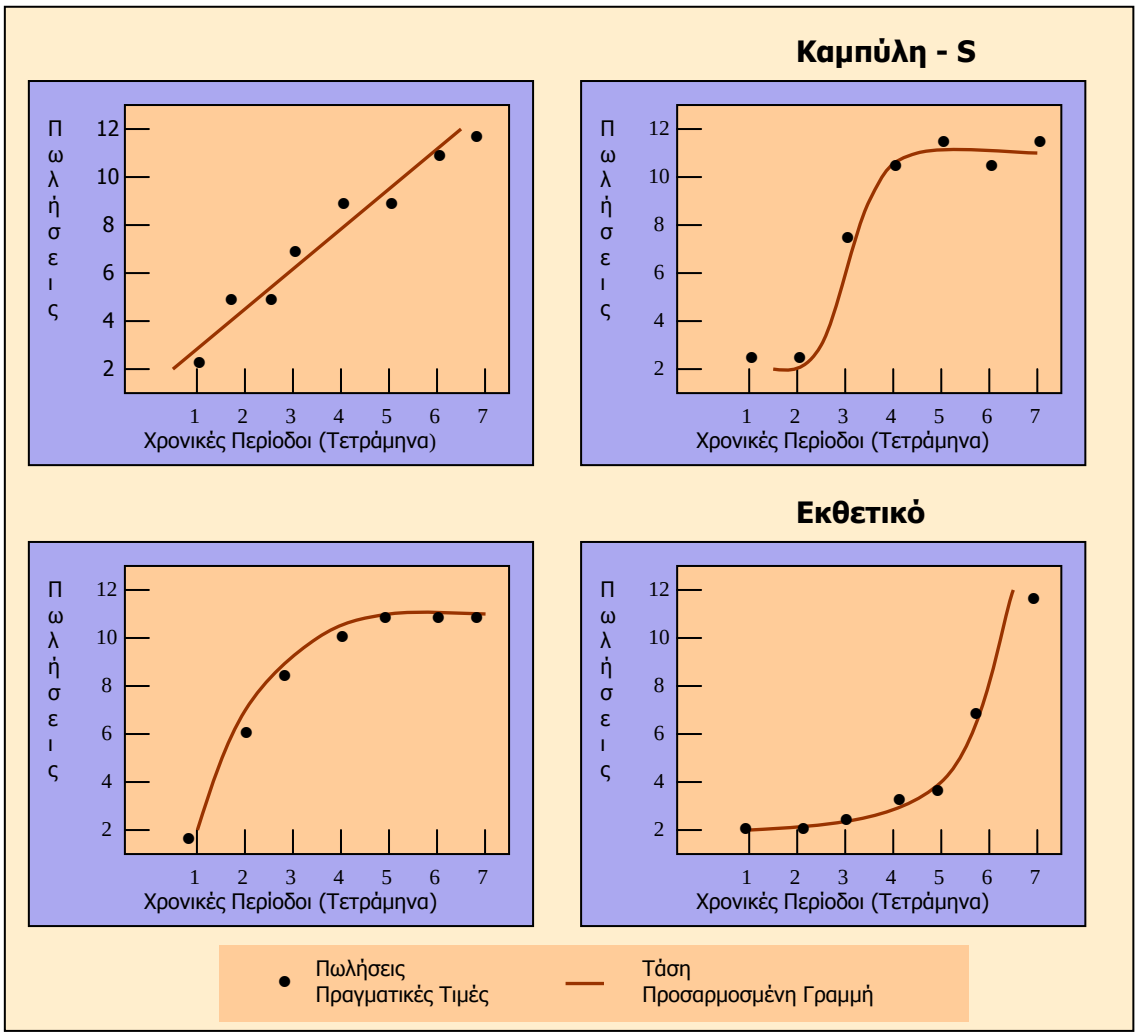
Σχήμα 6.1 - Στοιχεία Ζήτησης

Το στοιχείο της κυκλικότητας είναι δυσκολότερο να εντοπιστεί διότι η περίοδος επανάληψης του κύκλου και η αιτία της κυκλικότητας των παρατηρήσεων είναι άγνωστες. Το στοιχείο της κυκλικότητας στην ζήτηση οφείλεται συνήθως σε γεγονότα όπως πολιτικές εκλογές, πολέμους, οικονομικές συνθήκες ή κοινωνικές αλλαγές. Το στοιχείο της τυχαιότητας στην ζήτηση ενός προϊόντος αναφέρεται στις μεταβολές που δεν μπορούν να εξηγηθούν από κάποιο παράγοντα και οφείλονται κυρίως σε κάποιο τυχαίο γεγονός. Η τυχαία μεταβλητότητα ενός μεγέθους εκφράζεται στατιστικά ως η μεταβλητότητα του μεγέθους αν από αυτό

αφαιρέσουμε όλους τους γνωστούς παράγοντες που το επηρεάζουν, δηλαδή τον μέσο, τη τάση, την εποχικότητα, την κυκλικότητα και την αυτοσυσχέτιση. Στην περίπτωση που το υπόλοιπο δεν μπορεί να εξηγηθεί από κάποιο παράγοντα ή γεγονότα, θεωρείται ως τυχαία μεταβλητότητα.

Η αυτοσυσχέτιση αναφέρεται στην εξάρτηση μίας παρατήρησης από τις προηγούμενες. Όταν η τιμή ενός μεγέθους συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις ιστορικές τιμές τότε υπάρχει αυτοσυσχέτιση. Όταν η ζήτηση θεωρείται ότι είναι τυχαία τότε μπορεί να μεταβληθεί σε μεγάλο βαθμό από την μία εβδομάδα στην άλλη. Αντίθετα, στην περίπτωση που έχει παρατηρηθεί ύπαρξη μεγάλης αυτοσυσχέτισης των τιμών της, δεν αναμένεται μεγάλη μεταβολή από την μία παρατήρηση στην επόμενη.

Ο εντοπισμός της ύπαρξης τάσης είναι συνήθως το πρώτο βήμα στην διαδικασία μίας πρόβλεψης. Η τάση αναφέρεται στην προσαρμογή μίας γραμμής ή καμπύλης στα δεδομένα που φανερώνει την γενική πορεία του μεγέθους. Η γραμμή αυτή (ή καμπύλη) προσαρμόζεται στην συνέχεια για εποχικότητα, κυκλικότητα και οποιοδήποτε άλλο παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει μία πρόβλεψη. Στο Σχήμα 6.2, απεικονίζονται οι τέσσερις βασικοί τύποι τάσης.



Σχήμα 6.2 - Τύποι Στοιχείου Τάσης

Η γραμμική τάση αντιπροσωπεύει μία συνεχής ευθύς σχέση μεταξύ χρόνου και ζήτησης του προϊόντος. Η Καμπύλη – S στην τάση είναι χαρακτηριστική ενός προϊόντος που αναπτύσσεται με μεγάλο ρυθμό όταν εισέρχεται στην αγορά και σταθεροποιείται τελικά σε κάποιο επίπεδο. Η ασυμπτωτική τάση ξεκινά με μεγάλη αύξηση της ζήτησης η οποία σταδιακά εξασθενεί και παρατηρείται όταν μία εταιρεία εισέρχεται δυναμικά σε μία αγορά για να καταλάβει ένα μεγάλο μερίδιο της. Η εκθετική τάση αναφέρεται σε προϊόντα που παρουσιάζουν εκρηκτική ανάπτυξη σε κάποιο σημείο στο χρόνο. Η τάση αυτή συνιστά ότι η αύξηση των πωλήσεων θα συνεχίσει να υφίσταται στο μέλλον.

Μία απλή και κοινή μέθοδος πρόβλεψης είναι η γραφική απεικόνιση των δεδομένων και η προσαρμογή ενός τύπου τάσης. Λύνοντας στην συνέχεια την συνάρτηση της καμπύλης που προσαρμόζει καλύτερα στα δεδομένα για μελλοντικές χρονικές στιγμές, παρέχεται μία γρήγορη και εύκολη πρόβλεψη. Η δυσκολία αυτής της μεθόδου συνίσταται στο γεγονός ότι μπορεί καμία από τις τυπικές καμπύλες να προσαρμόζεται στα δεδομένα μας και οφείλεται σε ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που θα επηρεάζουν συγχρόνως τα δεδομένα.

Γενικότερα, η κατανόηση των δεδομένων μέσω της γραφικής απεικόνιση των δεδομένων είναι πάντα ένα πολύ χρήσιμο πρώτο βήμα στην διαδικασία μίας πρόβλεψης.

6.3. Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι μέθοδοι πρόβλεψης κατηγοριοποιούνται σε ποιοτικές και ποσοτικές. Οι Ποιοτικές θεωρούνται υποκειμενικές και βασίζονται σε εκτιμήσεις και γνώμες. Οι Ποσοτικές διακρίνονται σε μεθόδους προεκβολής (ανάλυση χρονοσειρών), αιτιακές μεθόδους και προσομοίωση. Η ανάλυση χρονοσειρών που αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ενότητας, είναι βασισμένη στην ιδέα ότι οι ιστορικές παρατηρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη μελλοντικών παρατηρήσεων και ασχολείται με την ανάλυση των ιστορικών δεδομένων σε παράγοντες όπως η τάση, η εποχικότητα, κλπ που αναφέραμε παραπάνω. Οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης θεωρεί ότι η ζήτηση εξαρτάται από ορισμένους εξωτερικούς (μακροοικονομικούς) παράγοντες και παρουσιάζονται παρακάτω με την χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης. Η μέθοδος της προσομοίωσης παρέχει την δυνατότητα εισαγωγής ορισμένων υποθέσεων σχετικά με την πρόβλεψη.

Στον Πίνακα 6.1 συνοψίζονται οι υπάρχουσες τεχνικές και μοντέλα πρόβλεψης.

I. Ποιοτικές	**Υποκειμενικές και βασισμένες σε εκτιμήσεις και γνώμες**
Grass Roots	Η πρόβλεψη πραγματοποιείται από δεδομένα που προέρχονται από εκείνους που έρχονται σε άμεση επαφή με το αντικείμενο της πρόβλεψης, όπως πωλητές στην περίπτωση πρόβλεψης πωλήσεων ενός προϊόντος.
Έρευνα Αγοράς	Συλλογή δεδομένων με διάφορους τρόπους (συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια, ...) με στόχο τον έλεγχο συνθηκών της αγοράς. Θεωρείται μακροπρόθεσμη μέθοδος πρόβλεψης κυρίως για νέα προϊόντα.
Συμβούλιο Στελεχών	Ελεύθερη ανταλλαγή απόψεων σε συνελεύσεις. Οι συμμετέχοντες μπορεί να είναι στελέχη, πωλητές και πελάτες.
Ιστορική Αναλογία	Σύνδεση του αντικειμένου πρόβλεψης με ένα παρόμοιο μέγεθος. Χρήσιμη για τον σχεδιασμό νέων προϊόντων όπου η πρόβλεψη πραγματοποιείται σύμφωνα με το ιστορικό ενός παρόμοιου προϊόντος.
Μέθοδος Delphi	Μία ομάδα ειδικών απαντάει σε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο τροποποιείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα και αποστέλλεται ξανά με στόχο να δημιουργηθεί μια διαδικασία μάθησης για τα μέλη της ομάδας χωρίς πίεση από προϊστάμενους.
II. Ποσοτικές	**Ανάλυση Χρονοσειρών, Αιτιακές Μέθοδοι και Προσομοίωση**
Μέθοδοι Προεκβολής (Ανάλυση Χρονοσειρών)	Θεωρεί ότι οι ιστορικές παρατηρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη μελλοντικών παρατηρήσεων
Απλός Κινητός Μέσος	Απλός μέσος όρος των n τελευταίων παρατηρήσεων όπου κάθε σημείο έχει την ίδια βαρύτητα.

Σταθμισμένος Κινητός Μέσος	Ορισμένα σημεία (συνήθως τα πιο πρόσφατα) έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα στον υπολογισμό του μέσου όρου.
Εκθετική Εξομάλυνση	Η στάθμιση των δεδομένων μειώνεται εκθετικά σε σχέση με τον χρόνο δίνοντας μεγαλύτερη στάθμιση στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις.
Παλινδρόμηση	Προσαρμογή γραμμικής σχέσης σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η μέθοδος των ελάχιστων τετραγώνων είναι η πιο συνηθισμένη τέτοια μέθοδος γραμμικής προσαρμογής.
Box – Jenkins	Περίπλοκη και ακριβής στατιστική μέθοδος που σχετίζει στατιστικά μοντέλα με τα δεδομένα και προσαρμόζει το μοντέλο στην χρονοσειρά με την χρήση Μπειζιανών κατανομών.
Χρονοσειρές Shinskin	Αποτελεσματική μέθοδος ανάλυσης χρονοσειρών σε εποχικότητα, τάση και τυχαιότητα. Απαιτεί δεδομένα τουλάχιστον τριών ετών και είναι πολύ αποτελεσματική στον εντοπισμών σημείων αλλαγής
Εφαρμογή Τάσεων	Προσαρμογή μαθηματικών γραμμών τάσης στα δεδομένα και προεκβολή στο μέλλον.
Αιτιακές Μέθοδοι	Προσπαθούν να εντοπίσουν τους παράγοντες και τον τρόπο που επηρεάζουν το αντικείμενο πρόβλεψης. Για παράδειγμα οι πωλήσεις μπορούν να επηρεάζονται από την διαφήμιση, την ποιότητα και τους ανταγωνιστές
Παλινδρόμηση	Πολυμεταβλητή ανάλυση παλινδρόμησης παρόμοια με εκείνη των χρονοσειρών, που λαμβάνει υπόψη και εξωτερικές μεταβλητές.
Οικονομετρικά Μοντέλα	Εφαρμογή εξαρτημένων εξισώσεων με σκοπό την περιγραφή ενός τομέα της οικονομίας.
Μοντέλα Εισόδου/Εξόδου	Εστιάζεται στις πωλήσεις κάθε βιομηχανίας προς άλλες εταιρείες και Κυβερνήσεις προβλέπει αλλαγές στις πωλήσεις μιας βιομηχανίες σύμφωνα με επικείμενες αλλαγές στις αγορές από άλλες βιομηχανίες.
Leading Indicators	Εντοπισμός προϊόντων ή μεγεθών που έχουν την ίδια πορεία αλλά προηγούνται του μεγέθους πρόβλεψης.
Προσομοίωση	Δυναμικά Μοντέλα που παρέχουν την δυνατότητα εισαγωγής υποθέσεων σχετικά με εσωτερικές μεταβλητές και εξωτερικούς παράγοντες. Για Παράδειγμα, ο αναλυτής μπορεί να τρέξει το μοντέλο λαμβάνοντας υπόψη πιθανή μείωση των τιμών κατά 10%.

Πίνακας 6.1 - Τεχνικές Πρόβλεψης και Μοντέλα

6.3.1 Ποιοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Έρευνα Αγοράς

Η έρευνα αγοράς αποτελεί μία συστηματική προσπάθεια για την συλλογή δεδομένων σχετικά με το ενδιαφέρον των καταναλωτών σε ένα προϊόν ή υπηρεσία και τον έλεγχο υποθέσεων στην αγορά. Η διεξαγωγή μίας έρευνας αγοράς συνήθως περιλαμβάνει:

1. Σχεδιασμό ενός ερωτηματολογίου με στόχο να συλλέξει οικονομικά και δημογραφικά στοιχεία για τον καταναλωτή καθώς και το ενδιαφέρον του για το προϊόν ή την υπηρεσία.
2. Απόφαση σχετικά με τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας ανάμεσα σε τηλεφωνική συνδιάλεξη, ταχυδρομική αποστολή ερωτηματολογίου ή προσωπική συνέντευξη.
3. Επιλογή ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος καταναλωτών ή νοικοκυριών που θα αποτελεί μία τυχαία επιλογή από το σύνολο της αγοράς του προϊόντος ή υπηρεσίας προς έρευνα.
4. Ανάλυση πληροφοριών με την χρήση στατιστικών εργαλείων και κρίσης για την ερμηνεία των απαντήσεων, την πληρότητα τους και την συσχέτιση τους με δημογραφικούς, οικονομικούς ή ανταγωνιστικούς παράγοντες.

Η έρευνα αγοράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη πρόβλεψη ζήτησης σε μικρό διάστημα, μεσοπρόθεσμα και πιο μακροπρόθεσμα. Η ακρίβεια όμως θα είναι καλύτερη όσο μικρότερο θα είναι το διάστημα της πρόβλεψης. Παρά την μεγάλη σημασία των πληροφοριών που συλλέγει, η πρόβλεψη δεν μπορεί να εκτιμήσει με ακρίβεια την μακροπρόθεσμη πορεία του προϊόντος σε συνδυασμό με την εμφάνιση άλλων ανταγωνιστικών προϊόντων. Άλλα μειονεκτήματα είναι η μικρή ανταπόκριση των ερωτηθέντων (συνήθως σε ερωτηματολόγια μέσω ταχυδρομείου) και η μεγάλη πιθανότητα να αποτύχει να εκφράσει τις απόψεις της αγοράς. Η έρευνα αγοράς χρησιμοποιείται συνήθως για τον εντοπισμό νέων ιδεών για τον σχεδιασμό προϊόντων.

Συμβούλιο Στελεχών

Στο συμβούλιο στελεχών, τα μέλη μιας ομάδας ειδικών συζητάνε ανοιχτά τις απόψεις τους με σκοπό να φτάσουν σε μία κοινή πρόβλεψη για το μελλοντικό επίπεδο του προβλεπόμενου μεγέθους. Η ομάδα μπορεί να περιλαμβάνει στελέχη από όλα τα επίπεδα της επιχείρησης, από τον πωλητή μέχρι τον γενικό διευθυντή της εταιρείας. Ένα βασικό μειονέκτημα βέβαια είναι ότι η άποψη ορισμένων στελεχών που μπορεί να βρίσκονται πιο κοντά στον καταναλωτή και το αντικείμενο πρόβλεψης (όπως είναι οι πωλητές) είναι πιθανό να μην υπερισχύσει εκείνων των υψηλότερων στελεχών ή ακόμα και να εκφραστεί από φόβο προς τους προϊστάμενους. Όταν το αντικείμενο πρόβλεψης αποτελεί η τεχνολογική εξέλιξη ή η πορεία ενός νέου προϊόντος τότε το συμβούλιο απαρτίζεται μόνο από ανώτερα στελέχη και ειδικούς.

Μέθοδος Delphi

Όπως αναφέραμε στο συμβούλιο στελεχών, η δήλωση ή η άποψη ενός ανώτερου ιεραρχικά υπαλλήλου αναμένεται να έχει μεγαλύτερη βαρύτητα στην διαμόρφωση της πρόβλεψης. Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος, η μέθοδος Delphi κρύβει την ταυτότητα των ατόμων που συμμετέχουν, οπότε όλοι έχουν την ίδια συμμετοχή στην διαδικασία της πρόβλεψης. Ο οργανωτής αυτής της διαδικασίας δημιουργεί ένα ερωτηματολόγιο και το διανέμει στους συμμετέχοντες. Στην συνέχεια συνοψίζονται όλες οι απαντήσεις και διανέμονται πίσω σε όλη την ομάδα μαζί με ένα νέο ερωτηματολόγιο. Αναλυτικά τα βήματα αυτής της διαδικασίας είναι:

1. Επιλογή ομάδας ειδικών που θα συμμετέχουν. Απαιτείται σύνθεση ομάδας με ευρύ πεδίο γνώσεων.
2. Συλλογή προβλέψεων μέσω ερωτηματολογίου (ή email) από όλα τα μέλη της ομάδας.
3. Σύνοψη των απαντήσεων και επανατροφοδότηση μαζί με νέες ερωτήσεις στην ομάδα ειδικών για βελτίωση και αιτιολόγηση της πρόβλεψης τους. Οι ειδικοί είτε εμμένουν στις απόψεις τους τεκμηριώνοντας τις λογικά είτε τις μεταβάλλουν ανάλογα.
4. Επανάληψη του προηγούμενου βήματος μέχρι να επιτευχθεί σύγκλιση απόψεων.
5. Διανομή των τελικών αποτελεσμάτων σε όλους τους συμμετέχοντες.

Η μέθοδος Delphi μπορεί να πετύχει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε τρεις γύρους. Ο χρόνος που απαιτείται εξαρτάται από τον αριθμό των συμμετεχόντων, τον χρόνο και την δουλειά που χρειάζεται για να διαμορφώσουν τις προβλέψεις τους για να απαντήσουν.

6.3.2 Ποσοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

6.3.2.1 Ανάλυση Χρονοσειρών

Τα μοντέλα πρόβλεψης με βάση χρονοσειρές αποσκοπούν στην πρόβλεψη του μέλλοντος με τη χρήση δεδομένων του παρελθόντος. Για παράδειγμα, μια εταιρεία μπορεί να χρησιμοποιήσει στοιχεία των ετήσιων πωλήσεων της για τα τελευταία πέντε χρόνια προκειμένου να προβλέψει τις μελλοντικές πωλήσεις της τον επόμενο χρόνο. Τα μοντέλα πρόβλεψης με βάση χρονοσειρές υποθέτουν ότι η υπό εξέταση μεταβλητή θα ακολουθήσει το ίδιο υπόδειγμα κίνησης όπως και στο παρελθόν.

Για την πρόβλεψη της μελλοντική τιμής μιας μεταβλητής μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι μέθοδοι όπως ο απλός μέσος, ο σταθμισμένος μέσος, η εκθετική εξομάλυνση, η γραμμική παλινδρόμηση κ.α. Ο Πίνακας 6.2 δείχνει τα ποσοστά στα οποία οι εταιρείες χρησιμοποιούν τις διάφορες ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης.

	Εταιρείες	
Μέθοδος	**Μικρού Μεγέθους**	**Μεγάλου Μεγέθους**
Κινούμενου Μέσου	29.6 %	29.2 %
Ευθείας Προβολής	14.8 %	14.6 %
Εκθετικής Εξομάλυνσης	14.8 %	20.8 %
Παλινδρόμηση	22.2 %	27.1 %
Κλασσικής Αποσύνθεσης	3.7 %	8.3 %
Box Jenkins	3.7 %	6.3 %
Προσομοίωση	3.7 %	10.4 %
Σύνολο Εταιρειών	27	48

Πίνακας 6.2 - Χρήση μεθόδων πρόβλεψης από εταιρείες

Πηγή: "Practitioners Continue to rely on Judgmental Forecasting Methods instead of Quantitative Methods", Sanders &l Mandrodt (1994)

Η επιλογή των μοντέλων από την εταιρεία γίνεται βάσει των εξής κριτηρίων:

- Περίοδος και ορίζοντας πρόβλεψης
- Επάρκεια δεδομένων
- Επιζητούμενη ακρίβεια
- Κόστος Μεθόδου
- Διαθεσιμότητα έμπειρου προσωπικού
- Απλότητα και ευκολία εφαρμογής

Απλός Κινητός Μέσος

Ο απλός κινητός μέσος είναι ο μέσος όρος των τελευταίων n παρατηρήσεων, όπως φαίνεται στον παρακάτω τύπο:

$$F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + D_{t-3} + \ldots + D_{t-n}}{n} \qquad (6.1)$$

όπου, Ft = η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο

n = ο αριθμός των παρατηρήσεων

Dt-1 = πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου

Dt-2, Dt-3, και Dt-n = πραγματική ζήτηση πριν δύο περιόδους, πριν τρεις περιόδους και μέχρι πριν n περιόδους

Το σχήμα 6.3 δείχνει πως υπολογίζεται ο μέσος κινητός παίρνοντας σαν διάστημα (n=4) τις τελευταίες 4 εβδομάδες.

Εβδομάδα	Παρατηρήσεις Ζήτησης	Πρόβλεψη
1	D_1	
2	D_2	
3	D_3	$F_7 = \frac{D_3 + D_4 + D_5 + D_6}{4}$
4	D_4	
5	D_5	
6	D_6	
7	?	F_7
8	D_8	F_8
9	D_9	F_9
10	D_{10}	F_{10}
11	D_{11}	F_{11}
12	D_{12}	F_{12}

Σχήμα 6.3 - Μέθοδος Κινητού Μέσου

Ο απλός κινητός μέσος είναι πολύ χρήσιμος για να απομακρύνει την τυχαία μεταβλητότητα στην πρόβλεψη, όταν η ζήτηση δεν έχει τάση και εποχικότητα. Είναι πολύ σημαντικό να επιλεγεί το κατάλληλο διάστημα για τον κινητό μέσο. Όσο μεγαλύτερο είναι το επιλεγμένο διάστημα τόσο περισσότερο εξομαλύνεται το τυχαίο στοιχείο στην πρόβλεψη. Όταν όμως υπάρχει τάση στην ζήτηση, δηλαδή αυξάνεται ή μειώνεται σε συνάρτηση με το χρόνο, ο κινητός μέσος ενός μεγάλου διαστήματος θα εξομαλύνει και την τάση. Επομένως, ένα μικρότερο χρονικό διάστημα αν και θα παρουσιάζει μεγαλύτερη διακύμανση ακολουθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια την τάση της ζήτησης.

Σταθμισμένος Κινητός Μέσος

Σε αντίθεση με το απλό κινητό μέσο που δίνει το ίδιο βάρος σε κάθε παρατήρηση, ο σταθμισμένος κινητός μέσος παρέχει την δυνατότητα στάθμισης κάθε ιστορικού στοιχείου με διαφορετικό βάρος. Το άθροισμα όλων των σταθμίσεων (βάρη) θα πρέπει να ισούται με 1. Ο κινητός μέσος με βάρη υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$F_t = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot D_{t-i} = w_1 \cdot D_{t-1} + w_2 \cdot D_{t-2} + w_3 \cdot D_{t-3} + \ldots + w_n \cdot D_{t-n} \qquad (6.2)$$

όπου, n = ο αριθμός των περιόδων στην πρόβλεψη

Dt-i = πραγματική ζήτηση της περιόδου t-i

Wi = το βάρος για την περίοδο t-i

Και το άθροισμα των βαρών θα πρέπει να ισούται με 1,

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Εκθετική Εξομάλυνση

Η εκθετική εξομάλυνση είναι ένας από τις πιο γνωστές και εφαρμοσμένες τεχνικές πρόβλεψης. Υποθέτει ότι οι πιο πρόσφατες παρατηρήσεις είναι πιθανό να έχουν μεγαλύτερη αξία και απαιτείται επομένως να δίνεται μεγαλύτερο βάρος σε αυτές κατά την διαδικασία της πρόβλεψης.

Η πρόβλεψη της εκθετικής εξομάλυνσης προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$F_t = F_{t-1} + a \cdot (D_{t-1} - F_{t-1}) \qquad (6.3)$$

όπου, Ft-1 = η πρόβλεψη της προηγούμενης περιόδου

Dt-1 = η πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου

a = η σταθερά εξομάλυνσης

Ο όρος εξομάλυνση δηλώνει ότι η συμμετοχή κάθε προηγούμενης παρατήρησης μειώνεται κατά (1-a). Αυτό φαίνεται αν προεκτείνουμε τον τύπο (6.3) θέτοντας:

$$F_{t-1} = F_{t-2} + a \cdot (D_{t-2} - F_{t-2}) \Rightarrow F_{t-1} = a \cdot D_{t-2} + (1-a) F_{t-2}$$

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

Επομένως,

Ft = a Dt-1+(1-a) Ft-1 =

= a Dt-1+(1-a) (a Dt-2+(1-a) Ft-2) = a Dt-1+ a (1-a) Dt-2 + (1-a)2 Ft-2 =

= a Dt-1+ a (1-a) Dt-2 + (1-a)2 (a Dt-3+(1-a) Ft-3) =

= a Dt-1+ a (1-a) Dt-2 + a (1-a)2 Dt-3 + (1-a)3 Ft-3

Γενικά,

$$F_t = aD_{t-1} + a(1-a)D_{t-2} + a(1-a)^2 D_{t-3} + ... + a(1-a)^m D_{t-m-1} + (1-a)^m F_{t-m-1} \qquad (4.4)$$

Όπως φαίνεται από τον τύπο (6.4) όλες οι προηγούμενες παρατηρήσεις συμμετέχουν στην πρόβλεψη και τα βάρη που αντιστοιχούν σε κάθε περίοδο μειώνονται εκθετικά σε συνάρτηση με το χρόνο. Εάν για παράδειγμα το α=0.05 τα βάρη που αντιστοιχούν σε κάθε περίοδο θα είναι:

	Στάθμιση με α = 0.05
Πιο πρόσφατη παρατήρηση = α(1 –α)0	0.0500
Δύο περιόδους πριν = α(1 –α)1	0.0475
Πριν τρεις περιόδους = α(1 –α)2	0.0451
Πριμ τέσσερις περιόδους = α (1 –α)3	0.0429

Πίνακας 6.3

Σύμφωνα με τον αρχικό τύπο (6.3), στην εκθετική εξομάλυνση χρειάζονται μόνο τρία στοιχεία για να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη. Η πραγματική ζήτηση της πιο πρόσφατης περιόδου, η πρόβλεψη της τελευταίας περιόδου και η σταθερά εξομάλυνσης α. Η νέα πρόβλεψη ισούται με την προηγούμενη πρόβλεψη συν ένα μέρος του λάθους, δηλαδή της διαφοράς μεταξύ της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου και της πραγματικής ζήτησης. Η σταθερά εξομάλυνσης α καθορίζει τον βαθμό εξομάλυνσης και την επίδραση που θα έχουν οι διαφορές μεταξύ προβλέψεων και πραγματικών παρατηρήσεων στην πρόβλεψη. Η τιμή της εξαρτάται συνήθως είτε από την φύση του προϊόντος είτε από το τι θα θεωρήσει η διοίκηση σαν ασφαλές ποσοστό, σύμφωνα με την τάση στην αγορά. Αν για παράδειγμα, το προϊόν μιας εταιρείας είχε σχετικά σταθερή ζήτηση τότε και η επίδραση της διαφοράς μεταξύ πραγματικής ζήτησης και προβλέψεων θα ήταν μικρή, πιθανώς μεταξύ 5 και 10 ποσοστιαίων μονάδων. Όταν όμως μια εταιρεία έχει μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης, ο βαθμός επίδρασης της διαφοράς αυτής στην πρόβλεψη θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος, πιθανώς μεταξύ 15 και 30 ποσοστιαίων μονάδων. Γενικά όσο μεγαλύτερος ο ρυθμός ανάπτυξης τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι και η σταθερά εξομάλυνσης. Στο παρακάτω παράδειγμα, φαίνεται η σημασία της σταθεράς εξομάλυνσης στην πρόβλεψη.

Γενικά, οι τεχνικές που χρησιμοποιούν εκθετική εξομάλυνση είναι ευρέως αποδεκτές για τους εξής λόγους:

1. Τα εκθετικά μοντέλα είναι ακριβή

2. Η εφαρμογή ενός εκθετικού μοντέλου είναι σχετικά εύκολη

3. Τα μοντέλα γίνονται κατανοητά από τους χρήστες

4. Οι ανάγκες σε υπολογιστική ισχύ είναι μικρές

5. Δεν απαιτείται χώρος αποθήκευσης δεδομένων λόγω μικρής χρήσης ιστορικών δεδομένων

6. Οι έλεγχοι αποτελεσματικότητας του μοντέλου υπολογίζονται εύκολα

6.3.2.2 Σφάλματα Πρόβλεψης

Για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για την πρόβλεψη χρονοσειρών, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να λάβουν διάφορα στοιχεία υπ' όψιν. Ένα σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν είναι η απόδοση των προβλέψεων, όπως αυτή καθορίζεται με βάση τα σφάλματα πρόβλεψης. Οι επιχειρήσεις, λοιπόν, θα πρέπει να γνωρίζουν πώς να υπολογίζουν τα σφάλματα πρόβλεψης και πώς να εντοπίζουν τυχόν λάθη στις μεθόδους πρόβλεψης.

Οι προβλέψεις πάντα εμπεριέχουν κάποιο σφάλμα. Τα σφάλμα πρόβλεψης διακρίνονται σε συστηματικά (bias errors) και τυχαία (random errors). Τα συστηματικά σφάλματα οφείλονται σε συστηματικά λάθη του μοντέλου δηλαδή η πρόβλεψη είναι πάντα μεγαλύτερη ή πάντα μικρότερη από την πραγματική. Τα λάθη αυτά συχνά οφείλονται στην παράβλεψη ή στην μη ακριβή εκτίμηση του υποδείγματος της μεταβλητής. Τα τυχαία λάθη είναι αποτέλεσμα μη προβλέψιμων παραγόντων που προκαλούν απόκλιση της πρόβλεψης από την πραγματική τιμή.

Με τον όρο σφάλμα πρόβλεψης αναφερόμαστε στη διαφορά μεταξύ της προβλεπόμενης και της πραγματικής τιμής για μία δεδομένη περίοδο. Στη στατιστική, τα λάθη αυτά αποκαλούνται κατάλοιπα και είναι αποδεκτά μέσα σε κάποια όρια εμπιστοσύνης. Η ζήτηση για ένα προϊόν δημιουργείται από την αλληλεπίδραση διαφόρων παραγόντων αρκετά πολύπλοκων για να περιγραφούν επαρκώς από ένα μοντέλο. Συνεπώς, όλες οι προβλέψεις της ζήτησης περιέχουν κάποιο σφάλμα.

$$e_t = D_t - F_t \qquad (6.5)$$

όπου Dt = πραγματική ζήτηση της περιόδου t

Ft = προβλεπόμενη ζήτηση της περιόδου t

et = σφάλμα πρόβλεψης ζήτησης

Για την μέτρηση των σφαλμάτων πρόβλεψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα μέτρα όπως η μέση απόλυτη απόκλιση (mean absolute deviation), το

μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error) και η τυπική απόκλιση σφαλμάτων (error standard deviation).

$$\text{Μέση Απόλυτη Απόκλιση} = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|e_t\right|$$

$$\text{Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα} = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}e_t^2 \qquad (6.6)$$

$$\text{Τυπική Απόκλιση Σφαλμάτων} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N}e_t^2}{N-1}}$$

Αν αυτά τα μέτρα διασποράς είναι μικρά, η προβλεπόμενη τιμή βρίσκεται κοντά στην πραγματική. Τα μέτρα διαφέρουν στον τρόπο που δίνουν βαρύτητα στα σφάλματα. Μεγάλα σφάλματα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα στο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και την τυπική απόκλιση γιατί υψώνονται στο τετράγωνο. Η μέση τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται ευρέως στις επιχειρήσεις καθ' ότι είναι πιο κατανοητή στους εργαζόμενους. Είναι ο μέσος όρος των σφαλμάτων πρόβλεψης σε μία σειρά περιόδων χωρίς να λαμβάνει υπ' όψιν αν το σφάλμα ήταν υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση της πραγματικής τιμής.

6.3.2.3 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η παλινδρόμηση ορίζεται ως η συναρτησιακή σχέση μεταξύ δύο συσχετισμένων μεταβλητών. Χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της μίας μεταβλητής δεδομένου των τιμών της άλλης. Η γραμμική παλινδρόμηση αναφέρεται στην ειδική περίπτωση της παλινδρόμησης όπου η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών (στη συγκεκριμένη περίπτωση χρόνος και ζήτηση) είναι γραμμική. Τα δεδομένα πρέπει πρώτα να απεικονιστούν γραφικά για να διαπιστωθεί αν η σχέση των μεταβλητών παρουσιάζεται γραμμική.

Η ευθεία της γραμμικής παλινδρόμησης έχει τον τύπο

$$Y = a + bX, \qquad (6.7)$$

όπου, Y = εξαρτημένη μεταβλητή (Ζήτηση)

a = σταθερά (αρχή της ευθείας)

b = η κλίση της ευθείας

X = η ανεξάρτητη μεταβλητή (Χρόνος)

Η γραμμική παλινδρόμηση ενδείκνυται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις και ολικό προγραμματισμό. Για παράδειγμα, η γραμμική παλινδρόμηση είναι πολύ χρήσιμη για την πρόβλεψη της ζήτησης μιας ομάδας προϊόντων. Παρ' ότι η ζήτηση για τα επιμέρους προϊόντα μπορεί να ποικίλει μέσα στην καθορισμένη χρονική περίοδο, η ζήτηση για τη συνολική ομάδα προϊόντων θα είναι ομαλή. Ο κύριος περιορισμός της μεθόδου αυτής είναι ότι υποθέτουμε πως τα δεδομένα του παρελθόντος και οι

προβλέψεις βρίσκονται σε μια ευθεία γραμμή. Παρ' όλο που το γεγονός αυτό περιορίζει την εφαρμογή της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης, ορισμένες φορές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη χρήση μικρών χρονικών περιόδων.

Η γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται και για προβλέψεις με ανάλυση χρονοσειρών και για προβλέψεις με αιτιακές σχέσεις. Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή μεταβάλλεται με το χρόνο, τότε είναι ανάλυση χρονοσειρών. Αν μια μεταβλητή κινείται εξαιτίας της κίνησης μια άλλης μεταβλητής, τότε είναι αιτιακή σχέση.

<u>Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων</u>

Η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων εφαρμόζει μία γραμμή στα δεδομένα που ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων της κάθετης απόστασης μεταξύ των πραγματικών δεδομένων και των αντίστοιχων σημείων της ευθείας. Έστω ότι yi είναι η i παρατήρηση της πραγματικής ζήτησης ενώ Yi είναι η τιμή της προβλεπόμενης ζήτησης που προκύπτει από την ευθεία της παλινδρόμησης. Η συνάρτηση προς ελαχιστοποίηση είναι:

$$\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y_i)^2 = (y_1 - Y_1)^2 + (y_2 - Y_2)^2 + \ldots + (y_n - Y_n)^2 \qquad (6.8)$$

Για να βρούμε τους εκτιμητές a, b που ελαχιστοποιούν την παραπάνω συνάρτηση την παραγωγίζουμε ως προς a, b και θέτουμε τις παραγώγους ίσο με το 0.

$$\frac{\partial\sum_{i=1}^{n}(y - (a+bX_i))^2}{\partial a} = -2\sum_{i-1}^{n}(y_i - (a+bX_i)) = 0 \Rightarrow a = \frac{\sum_{i-1}^{n} y_i - b\sum_{i-1}^{n} X_i}{n} \qquad (6.9)$$

$$\frac{\partial\sum_{i=1}^{n}(y_i - (a+bX_i))^2}{\partial b} = -2\sum_{i-1}^{n}(y_i - (a+bX_i))X_i = 0 \Rightarrow b = \frac{\sum_{i-1}^{n} y_i X_i - a\sum_{i-1}^{n} X_i}{\sum_{i-1}^{n} X^2_i}$$

Λύνοντας τις δύο εξισώσεις προκύπτουν οι παρακάτω τύποι υπολογισμού των δύο παραμέτρων:

$$a = \bar{y} - b\bar{X} \qquad (6.10)$$

$$b = \frac{\sum_{i-1}^{n} y_i X_i - n \cdot \overline{X} \cdot \overline{y}}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n \cdot \overline{X}^2} \qquad (6.11)$$

όπου , $\overline{X}$ = ο μέσος του χρόνου των Xi

$\overline{y}$ = ο μέσων της πραγματικής ζήτησης των yi

n = ο αριθμός των παρατηρήσεων

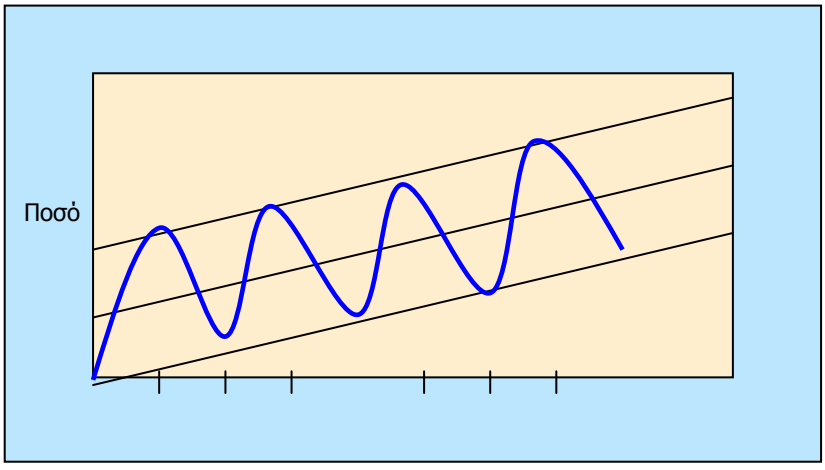
Ανάλυση Χρονοσειράς (decomposition of a time series)

Ως χρονοσειρά ορίζεται ένα σύνολο δεδομένων, με χρονολογική σειρά, που μπορεί να περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα στοιχεία της ζήτησης όπως τάση, εποχικότητας, κυκλικότητα, αυτοσυσχέτιση και τυχαιότητα. Με τον όρο ανάλυση χρονοσειράς εννοεί κανεί τον διαχωρισμό μιας χρονοσειράς στα επιμέρους στοιχεία της. Στην πράξη, είναι σχετικά απλό να βρεθεί η τάση και η εποχικότητα μιας χρονοσειράς αλλά πιο δύσκολο να αναγνωριστούν οι κύκλοι, η αυτοσυσχέτιση και τα τυχαία στοιχεία.

Όταν η ζήτηση περιλαμβάνει και στοιχεία τάσης και εποχικότητας, το ερώτημα είναι πώς τα στοιχεία αυτά σχετίζονται μεταξύ τους. Υπάρχουν δύο είδη εποχικής διακύμανσης, η προσθετική και η πολλαπλασιαστική. Η εποχική διακύμανση υποθέτει ότι το ποσό της εποχικότητας είναι σταθερό ανεξαρτήτως της τάσης ή του μέσου ποσού.

Πρόβλεψη = Τάση + Εποχικότητα

Το Γράφημα 6.1 δείχνει ένα παράδειγμα αυξανόμενης τάσης με σταθερά ποσά εποχικότητας.

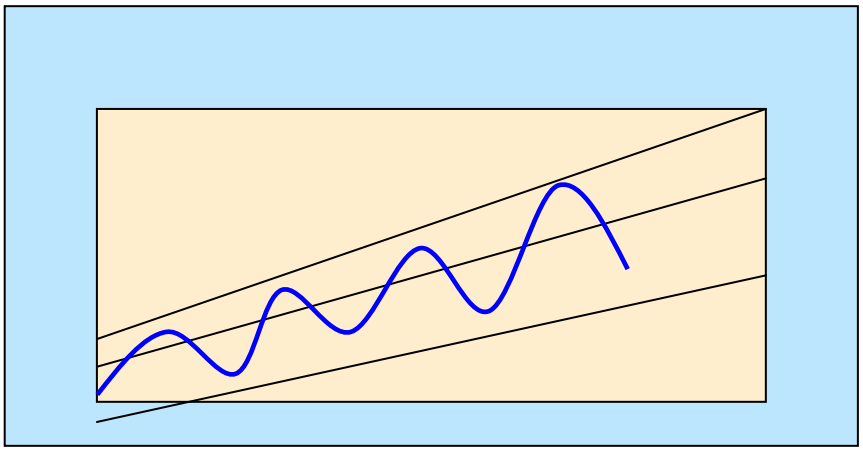


Γράφημα 6.1 - Προσθετική Εποχική Μεταβλητότητα

Στην περίπτωση της πολλαπλασιαστικής εποχικής μεταβλητότητας, η τάση πολλαπλασιάζεται με τους παράγοντες εποχικότητας.

Πρόβλεψη = Τάση * Παράγοντας Εποχικότητας

Το Γράφημα 6.2 δείχνει ένα παράδειγμα αυξανόμενης εποχικής διακύμανσης καθώς αυξάνεται η τάση.



Γράφημα 6.2 - Πολλαπλασιαστική Εποχική Μεταβλητότητα

Με την ανάλυση μιας χρονοσειράς βρίσκονται τα βασικά στοιχεία της σειράς όπως η τάση, η εποχικότητα και η κυκλικότητα. Υπολογίζονται δείκτες για την εποχικότητα και της κυκλικότητα. Στη συνέχεια η διαδικασία πρόβλεψης βρίσκει την τάση και την προσαρμόσει με βάση τους δείκτες εποχικότητας και κυκλικότητας, οι οποίοι έχουν καθοριστεί από την ανάλυση της χρονοσειράς. Πιο αναλυτικά, η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

Ανάλυση της χρονοσειράς στα στοιχεία της

α) Εύρεση του στοιχείου εποχικότητας

β) Αφαίρεση του στοιχείου εποχικότητας (deseasonalize) από τη ζήτηση

γ) Εύρεση του στοιχείου τάσης

Πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών του κάθε στοιχείου

α) Πρόβλεψη του στοιχείου τάσης στο μέλλον

β) Πολλαπλασιασμός του στοιχείου τάσης με το στοιχείο εποχικότητας

6.3.2.4 Αιτιακή Μέθοδος Πρόβλεψης

Οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης χρησιμοποιούνται όταν είναι διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία και όταν μπορεί να αναγνωριστεί μια σχέση μεταξύ του παράγοντα που θέλουμε να προβλέψουμε και άλλων παραγόντων. Οι σχέσεις αυτές εκφράζονται σε μαθηματικούς όρους και μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκες.

Οι αιτιακές μέθοδοι είναι το πιο ανεπτυγμένο εργαλείο πρόβλεψης. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης αλλά μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι η γραμμική παλινδρόμηση.

Στη γραμμική παλινδρόμηση η μια μεταβλητή, που ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή, εξαρτάται από κάποια άλλη, την ανεξάρτητη μεταβλητή, μέσω μιας γραμμικής εξίσωσης. Η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να είναι η ζήτηση του προϊόντος που παράγει μια επιχείρηση. Η ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να είναι τα διαφημιστικά έξοδα, η ετήσια κατανάλωση κα. Μια άλλη μέθοδος είναι η πολυμεταβλητή γραμμική παλινδρόμηση, η οποία χρησιμοποιεί παραπάνω από μία ανεξάρτητες μεταβλητές για να ερμηνεύσει την εξαρτημένη μεταβλητή.

Η ανάλυση παλινδρόμησης αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για σημαντικές επιχειρηματικές αποφάσεις όπως η διαχείριση των αποθεμάτων, ο σχεδιασμός των διαδικασιών κα. Για παράδειγμα, οι πωλήσεις επίπλων μπορεί να επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως ο αριθμός των γάμων, το διαθέσιμο εισόδημα, τα δάνεια κατοικίας.

6.4. Ερωτήσεις

1. Τι ορίζεται ως πρόβλεψη και γιατί είναι αναγκαία;
2. Που βασίζονται οι μέθοδοι πρόβλεψης;
3. Ποιος είναι ο κύριος στόχος της διαχείρισης της ζήτησης και ποιες οι βασικές πηγές της ζήτησης;
4. Ποιες οι διαφορές εξαρτημένης και ανεξάρτητης ζήτησης;
5. Πως κατηγοριοποιούνται οι ενέργειες που επηρεάζουν την ανεξάρτητη ζήτηση;
6. Σε ποια στοιχεία αναλύεται η ζήτηση για προϊόντα και υπηρεσίες και σε τι αναφέρεται το καθένα από αυτά;
7. Πως κατηγοριοποιούνται οι μέθοδοι πρόβλεψης; Αναφέρετε 3 παραδείγματα από κάθε κατηγορία.
8. ΤΙ είναι η έρευνα αγοράς και τι περιλαμβάνει;
9. Πως γίνεται η πρόβλεψη στο συμβούλιο στελεχών και ποιο είναι το βασικό της μειονέκτημα;
10. Γιατί η μέθοδος Delphi υπερτερεί έναντι του συμβουλίου στελεχών και ποια είναι τα βήματα που ακολουθούνται;
11. Πως γίνεται η ανάλθυση χρονοσειρών και με πια κριτήρια επιλέγεται το μοντέλο που χρησιμοποιείται;
12. Γιατί χρησιμοποιείται ευρέως η εκθετική εξομάλυνση;
13. Τι εννοούμε με τον όρο σφάλμα πρόβλεψης και σε τι οφείλονται τα σφάλματα αυτά; Πως μετρούνται τα σφάλματα; Δώστε σχετικό παράδειγμα.
14. Που χρησιμοποιείται η γραμμική παλινδρόμηση και ποιος είναι ο κύριος περιορισμός της;
15. Τι είναι η χρονοσειρά και ποια στοιχεία υπολογίζονται από αυτήν;
16. Πότε χρησιμοποιούνται οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης;

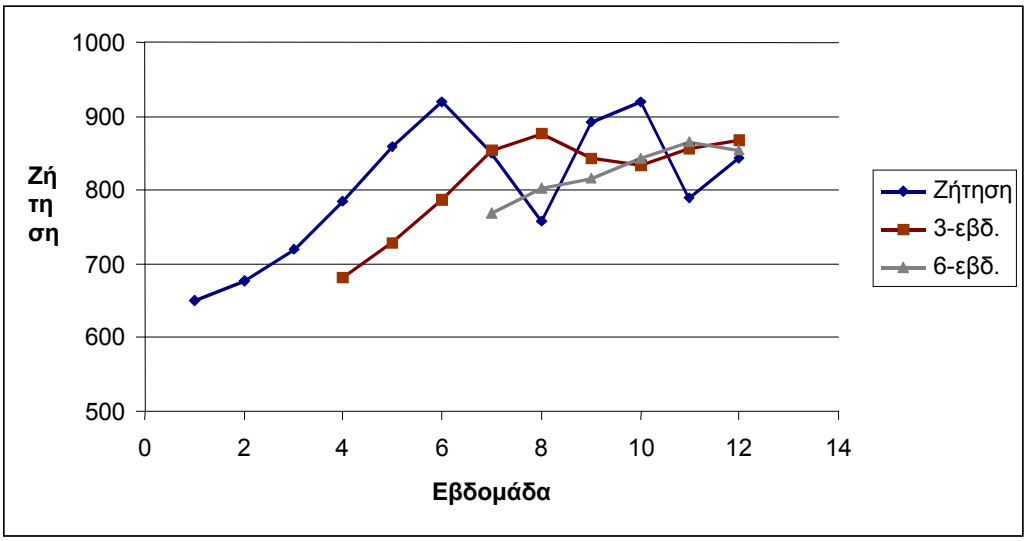
6.5. Παραδείγματα

Παράδειγμα 6.1 Απλώς Κινητός Μέσος

Στον Πίνακα 6.4 υπολογίζεται ο κινητός μέσος της ζήτησης ενός προϊόντος για 3 και 6 εβδομάδες. Στο Γράφημα 6.3 συγκρίνεται την επίδραση που έχει στον κινητό μέσο το διαφορετικό χρονικό διάστημα στην πρόβλεψη.

Εβδομάδα	Ζήτηση	3-εβδ.	6-εβδ.
1	650		
2	678		
3	720		
4	785	682.67	
5	859	727.67	
6	920	788.00	
7	850	854.67	768.67
8	758	876.33	802.00
9	892	842.67	815.33
10	920	833.33	844.00
11	789	856.67	866.50
12	844	867.00	854.83

Πίνακας 6.4 - Κινητός Μέσος 3 και 6 εβδομάδων



Γράφημα 6.3 - Κινητός Μέσος 3 και 6 εβδομάδων

Η ζήτηση εμφανίζει συνεχής αύξηση (τάση) μέχρι την 6 εβδομάδα την οποία ακολουθεί ο κινητός μέσος των 3 εβδομάδων. Ο κινητός μέσος των 6 εβδομάδων εξομαλύνει περισσότερο την ζήτηση από ότι εκείνος των 3 εβδομάδων. Σε περιπτώσεις μεγάλων σχετικά αυξομειώσεων, όπως συμβαίνει από την έκτη εβδομάδα και μετά οι δύο μέσοι εμφανίζουν μικρές διαφορές με το μέσο των 3 εβδομάδων να ακολουθεί με λίγο μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματική ζήτηση.

Παράδειγμα 6.2 Σταθμισμένος Κινητός Μέσος

Έστω ότι ένα πολυκατάστημα θέλει να προβλέψει τις πωλήσεις που θα έχει την τέταρτη εβδομάδα και σύμφωνα με προηγούμενες προβλέψεις έχει βρει ότι ή καλύτερη πρόβλεψη θα πρέπει να χρησιμοποιεί το 50% της πιο πρόσφατης περιόδου, το 30% των πωλήσεων πριν δύο περιόδους και το 20% πριν 3 περιόδους.

Εβδομάδα	**1**	**2**	**3**	**4**
Πωλήσεις	650	678	720	?
Βάρη	0.2	0.3	0.5	

Πίνακας 6.5

Η πρόβλεψη για την τέταρτη εβδομάδα θα είναι:

$$F_4 = 0.5 \cdot 720 + 0.3 \cdot 678 + 0.2 \cdot 650 = 360 + 203.4 + 130 = 693{,}4$$

Επιλογή Βαρών: Η εμπειρία καθώς και οι δοκιμές διαφόρων βαρών στο παρελθόν είναι πιο απλοί τρόποι για την επιλογή των καταλληλότερων στην πρόβλεψη. Γενικά, οι πιο πρόσφατες παρατηρήσεις είναι πιθανό είναι καλύτεροι δείκτες του μέλλοντος και επομένως πρέπει να έχουν μεγαλύτερη βαρύτητας στον υπολογισμό του μέσου. Φυσικά κανένα σχέδιο βαρών δεν αποκλείεται. Όταν, για παράδειγμα, υπάρχει εποχικότητα τα βάρη θα πρέπει να επιλέγονται ανάλογα με τη ζήτηση που έχει τους αντίστοιχους μήνες το προϊόν.

Ο σταθμισμένος κινητός μέσος θεωρείται πιο ακριβείς και αξιόπιστο μέσο πρόβλεψης από τον απλό κινητό μέσο όσο αφορά την επίδραση των προηγούμενων δεδομένων στην πρόβλεψη.

Παράδειγμα 6.3 Εκθετική Εξομάλυνση

Στον επόμενο πίνακα υπάρχει την ζήτηση μίας εταιρίας για 19 εβδομάδες. Να υπολογιστούν οι προβλέψεις για τις περιόδους 2 έως 20 με α=0.10, α=0.30 και α = 0.5.

Έστω ότι αρχή ότι F1 = D1 . Η πρόβλεψη, για παράδειγμα, της πέμπτης εβδομάδας, υπολογίζεται ως εξής:

α=0.1, F5 = a · D4+(1-a) · F4 = 0.1 · 710 +(1-0.1) · 814.15 = 803.74

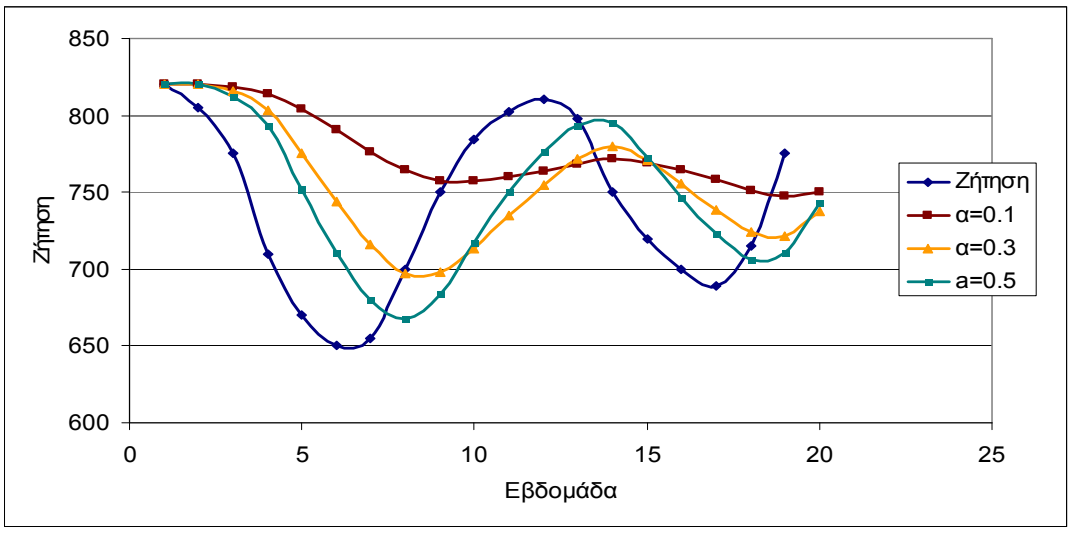
α=0.3, F5 = 0.3 · 710 +(1-0.3) · 803.35 = 775.35

α=0.5, F5 = 0.5 · 710 +(1-0.5) · 793.75 = 751.88

Εβδ.	Ζήτηση	α=0.1	α=0.3	α=0.5	Εβδ.	Ζήτηση	α=0.1	α=0.3	α=0.5
1	820	820.00	820.00	820.00	**11**	802	759.70	734.82	750.47
2	805	820.00	820.00	820.00	**12**	810	763.93	754.97	776.23
3	775	818.50	815.50	812.50	**13**	798	768.53	771.48	793.12
4	710	814.15	803.35	793.75	**14**	750	771.48	779.44	795.56
5	670	803.74	775.35	751.88	**15**	720	769.33	770.61	772.78
6	650	790.36	743.74	710.94	**16**	700	764.40	755.42	746.39
7	655	776.33	715.62	680.47	**17**	689	757.96	738.80	723.19
8	700	764.19	697.43	667.73	**18**	715	751.06	723.86	706.10
9	750	757.77	698.20	683.87	**19**	775	747.46	721.20	710.55
10	784	757.00	713.74	716.93	**20**		750.21	737.34	742.77

Πίνακας 6.6

Στο γράφημα 6.4, συγκρίνεται η επίδραση που έχει η σταθερά εξομάλυνσης α στην πρόβλεψη.



Γράφημα 6.4 - Εκθετική Εξομάλυνση Ζήτησης με α=0.1, 0.3 και 0.5

Όλες οι προβλέψεις υπολείπονται της ζήτησης όταν αυξάνεται ή μειώνεται ενώ σε περίπτωση αλλαγής κατεύθυνσης καθυστερούν κατά μία χρονική περίοδο. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης τόσο πιο πιστά ακολουθεί η πρόβλεψη την καμπύλη της πραγματικής ζήτησης. Η βελτίωση της προβλεψιμότητας του μοντέλου μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

1. Προσθήκη ενός νέου παράγοντα τάσης για την διόρθωση της καθυστέρησης σε περίπτωση ανοδικής ή καθοδικής πορείας της ζήτησης.

2. Προσαρμογή της σταθεράς εξομάλυνσης κατά περιόδους, που ονομάζεται και προσαρμογή πρόβλεψης (adaptive forecasting).

Παράδειγμα 6.4 Σφάλματα Πρόβλεψης

Ο πίνακας 6.7 δείχνει στοιχεία για τις πραγμοτοποιηθήσες μηνιαίες πωλήσεις μιας εταιρείας και τις προβλέψεις που είχε κάνει για τις μηνιαίες πωλήσεις της.

Μήνας	Πωλήσεις	Προβλέψεις	Απόλυτο Σφάλμα	Τετράγωνο Σφάλματος
1	220	-	-	-
2	250	255	5	25
3	210	205	5	25
4	300	320	20	400
5	325	315	10	100
6	340	320	20	400
7	350	340	10	100
8	310	350	40	1600
9	300	290	10	100
10	250	260	10	100
		Άθροισμα =	130	2850

Πίνακας 6.7

Προκειμένου να υπολογίσει την απόδοση του μοντέλου πρόβλεψης που χρησιμοποιεί η εταιρεία, έγιναν οι παρακάτω υπολογισμοί.

Μέση Απόλυτη Απόκλιση $= \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|e_t\right| = \frac{1}{9}\cdot 130 \quad = 14\ .4$

Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα = $\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} e_t^2 = \frac{1}{9}\cdot 2850 = 316.66$

Τυπική Απόκλιση Σφαλμάτων = $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N} e_t^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{2850}{9-1}} = 18.87$

Παράδειγμα 6.5 Γραμμική Παλινδρόμηση

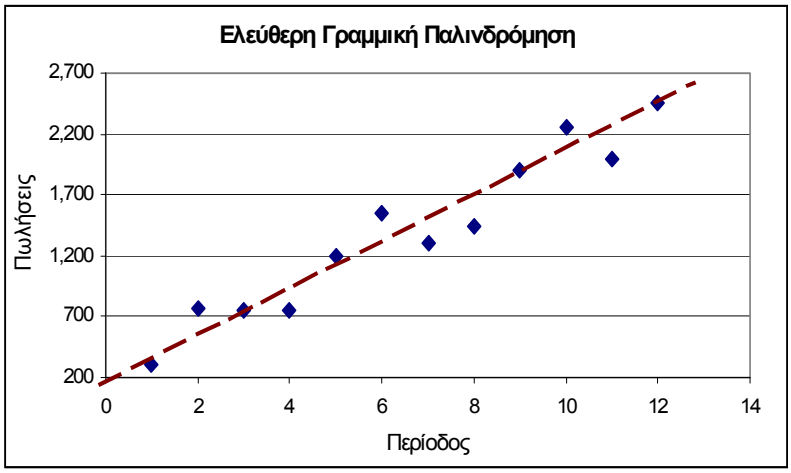
Οι πωλήσεις μιας εταιρείας ανά τετράμηνο για τρία έτη δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Η εταιρεία θέλει να προβλέψει την ζήτηση για το επόμενο έτος. Στο παράδειγμα εφαρμόζεται η μέθοδος της ελευθέρας προσαρμογής (Hand Fit Regression), προσαρμόζοντας μία γραμμή στα δεδομένα. Παρακάτω αναφέρεται ο τρόπος εκτίμησης των παραμέτρων της ευθείας με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Πρώτα απεικονίζονται γραφικά τα δεδομένα. Στην συνέχεια προσαρμόζεται με την μέθοδο της ελεύθερης προσαρμογής μία γραμμή στα δεδομένα, βρίσκοντας δύο σημεία από τα οποία θα περνάει όσο πιο κοντά γίνεται η ευθεία. Επιλέγουμε τα σημεία της τρίτης και της ένατης περιόδου. Η κλίση της ευθείας, δηλαδή ο συντελεστής β υπολογίζεται ως εξής:

$$b = \frac{y_9 - y_3}{9-3} = \frac{1900-750}{9-3} = 191.6$$

Προεκτείνοντας την ευθεία που διέρχεται από τα δύο αυτά σημεία, όπως φαίνεται από το γράφημα, θα τέμνει τον άξονα των Υ περίπου στην τιμή 200. Επομένως, η σταθερά α=200. Η ευθεία που προκύπτει θα είναι

$$Y=200 + 191.6\ X$$

Περίοδος	Πωλήσεις
1	300
2	775
3	750
4	750
5	1,200
6	1,550
7	1,300
8	1,450
9	1,900
10	2,250
11	2,000
12	2,450



Γράφημα 6.5 - Ελεύθερη Γραμμική Παλινδρόμηση

Οι προβλέψεις για τα τετράμηνα 13 ως 16 θα είναι οι ακόλουθες που φαίνονται στον πίνακα 6.8

Περίοδος	Πρόβλεψη	
13	200 + 191.6 * 13=	2691.667
14	200 + 191.6 * 14=	2883.333
15	200 + 191.6 * 15=	3075
16	200 + 191.6 * 16=	3266.667

Πίνακας 6.8

Παράδειγμα 6.6 Μέθοδος Ελάχιστων Τετραγώνων

Με βάση το παράδειγμα 6.5 θα εκτιμηθεί η ευθεία με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, υπολογίζοντας τους εκτιμητές α, β από τους τύπους 5, 6. Αρχικά υπολογίζεται το γινόμενο X*y, το τετράγωνο της μεταβλητής X, τα αθροίσματα της ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής καθώς και τους μέσους όρους, όπως φαίνεται στον πίνακα 6.9.

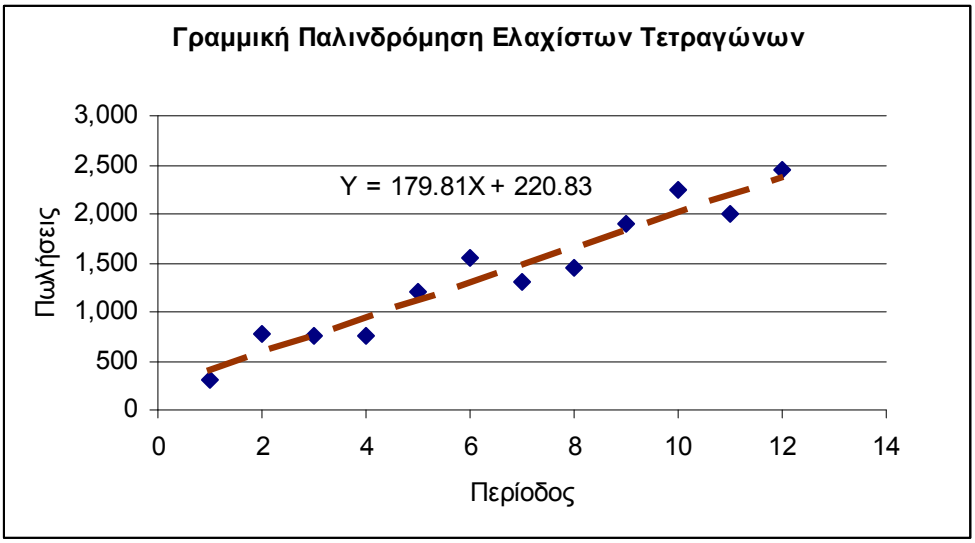
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Περίοδος (Xi)	**Πωλήσεις (yi)**	**Xi*yi**	**Xi2**	**Y**	**(yi-YI)2**
	1	300	300	1	400.641026	10128.62
	2	775	1550	4	580.448718	37850.2
	3	750	2250	9	760.25641	105.194
	4	750	3000	16	940.064103	36124.36
	5	1,200	6000	25	1119.87179	6420.529
	6	1,550	9300	36	1299.67949	62660.36
	7	1,300	9100	49	1479.48718	32215.65
	8	1,450	11600	64	1659.29487	43804.34
	9	1,900	17100	81	1839.10256	3708.498
	10	2,250	22500	100	2018.91026	53402.47
	11	2,000	22000	121	2198.71795	39488.82
	12	2,450	29400	144	2378.52564	5108.584
Άθροισμα	78	16675	134100	650		331017.6
Μέσος	6.5	1389.58				

Πίνακας 6.9

$$a = \bar{y} - b\overline{X} = 1389.6 - 220.83 \cdot 6.5 = 220.83$$

$$b = \frac{\sum_{i-1}^{n} y_i X_i - n \cdot \overline{X} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n \cdot \overline{X}^2} = \frac{134100 - 12 \cdot 6.5 \cdot 1389.6}{650 - 12 \cdot 6.5^2} = 179.81$$

Η ευθεία που προκύπτει είναι Y = 220,83 +179,81 X



Γράφημα 6.6 - Γραμμική Παλινδρόμηση Ελαχίστων Τετραγώνων

Οι προβλέψεις για τα τετράμηνα 13 ως 16 θα είναι

Περίοδος	**Πρόβλεψη**	
13	220.83 + 179.81 * 13=	2558.333
14	220.83 + 179.81 * 14=	2738.141
15	220.83 + 179.81 * 15=	2917.949
16	220.83 + 179.81 * 16=	3097.756

Πίνακας 6.10

Η τυπική απόκλιση του σφάλματος της εκτίμησης της πρόβλεψης, ως μέτρο προσαρμογής της ευθείας στα δεδομένα, είναι:

Τυπική Απόκλιση Σφαλμάτων =

$$\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N} e_t^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{(300 - 400.64)^2 + 3785.2 + ... + 5108,58}{12-1}} = \sqrt{\frac{331017.6}{12-1}} = 173.47$$

Το τετράγωνο της απόκλισης της πρόβλεψης από τις πραγματικές πωλήσεις υπολογίζεται στην στήλη 6 του πίνακα 6.9.

Παράδειγμα 6.7 Ανάλυση Χρονοσειράς

Έστω ότι τα τελευταία χρόνια, μια εταιρεία πούλησε κατά μέσο όρο 1000 κομμάτια ενός συγκεκριμένου προϊόντος ετησίως. Κατά μέσο όρο, 200 κομμάτια πουλήθηκαν την άνοιξη, 350 το καλοκαίρι, 300 το φθινόπωρο και 150 το χειμώνα. Ο εποχικός παράγοντας είναι ο λόγος του ποσού που πουλήθηκε κάθε εποχή δια το μέσο όρος πωλήσεων της εποχής.

	Πωλήσεις	**Μέσος Όρος**	**Εποχικός Παράγοντας**	
Άνοιξη	200	250	200/250=	0,8
Καλοκαίρι	350	250	350/250=	1,4
Φθινόπωρο	300	250	300/250=	1,2
Χειμώνας	150	250	150/250=	0,6
Άθροισμα	1000			

Πίνακας 6.11

Με βάση τα στοιχεία αυτά, αν η αναμενόμενη ζήτηση για τον επόμενο χρόνο είναι 1100 κομμάτια, προβλέπουμε ότι η ζήτηση κάθε εποχή για τον επόμενο χρόνο θα είναι ως εξής:

	Πωλήσεις	**Μέσος Όρος**	**Εποχικός Παράγοντας**	**Πρόβλεψη**
Άνοιξη		275	0,8	220
Φθινόπωρο		275	1,4	385
Καλοκαίρι		275	1,2	330
Χειμώνας		275	0,6	165
Άθροισμα	1100			

Πίνακας 6.12

Ο εποχικός παράγοντας είναι δυνατόν να ανανεώνεται περιοδικά καθώς θα γίνονται διαθέσιμα καινούρια στοιχεία.

Παράδειγμα 6.8 Ανάλυση Χρονοσειράς

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	Περίοδος (χ)	**Τρίμηνο**	**Πραγματική Ζήτηση (y)**	**Μέση Τριμηνιαία Ζήτηση**	**Εποχικός Παράγοντας [4] / 2779,79**	**Ζήτηση χωρίς εποχικό στοιχείο Yd=[3]/[5]**	**x^2=[1]^2**	**x*Yd=[1]*[6]**
	1	I	270	990,00	0,81	334,74	1	334,74
	2	II	698	1333,50	1,09	641,99	4	1283,98
	3	III	675	1176,00	0,96	704,49	9	2113,46
	4	IV	675	1410,00	1,15	587,57	16	2350,29
	5	I	990		0,82	1213,84	25	6069,21
	6	II	1278		1,10	1164,52	36	6987,10
	7	III	1107		0,97	1139,46	49	7976,21
	8	IV	1350		1,12	1210,28	64	9682,26
	9	I	1710		0,82	2096,64	81	18869,72
	10	II	2025		1,10	1845,18	100	18451,84
	11	III	1746		0,97	1797,19	121	19769,14
	12	IV	2205		1,12	1976,79	144	23721,53
Σ	78		14728,5			14712,70	650,00	117609,49
Μ	6,50		1227,38					

Πίνακας 6.13

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει όλους τους απαιτούμενους υπολογισμούς για το πρώτο βήμα που είναι ο υπολογισμός του στοιχείου εποχικότητας και η αφαίρεση της επίδρασης του στοιχείου εποχικότητας στη ζήτηση. Το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία μιας γραμμής παλινδρόμησης από επεξεργασμένα στοιχεία.

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

όπου Y είναι η ζήτηση

X είναι το τρίμηνο

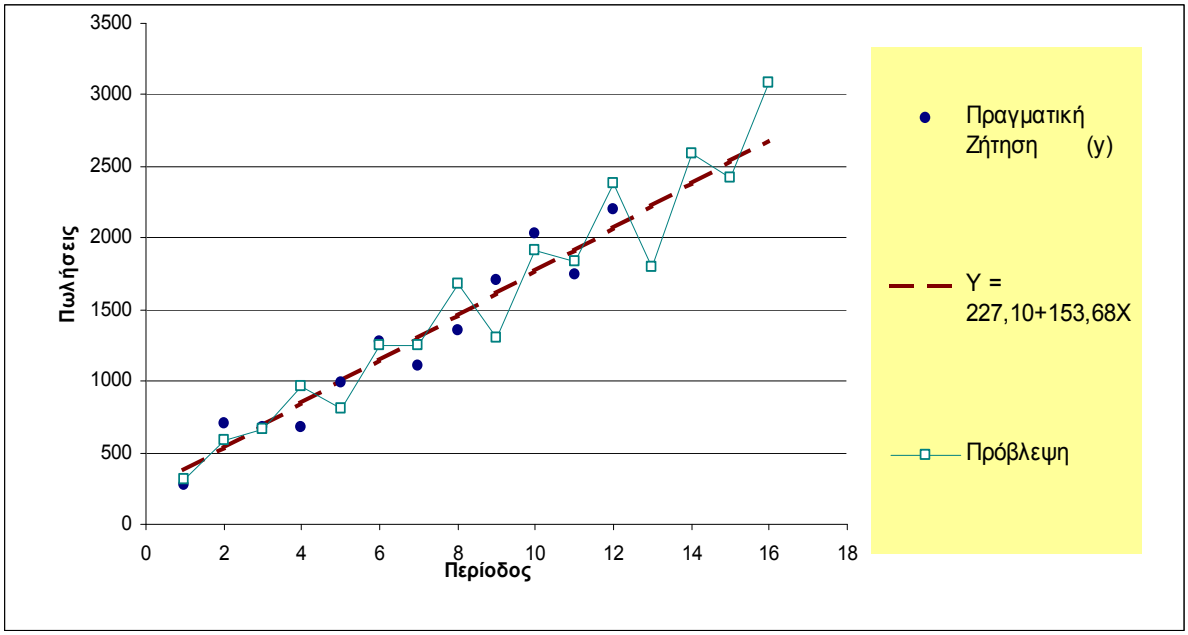
α είναι η σταθερά

β είναι η κλίση της ευθείας

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι τα ακόλουθα:

$$Y = 227,10 + 153,68\ X$$

Στη συνέχεια, με τη χρήση της εξίσωσης παλινδρόμησης μπορούν να προβληθεί η μελλοντική ζήτηση για επόμενες περιόδους. Η γραμμή παλινδρόμησης φαίνεται στο παρακάτω γραφήμα.



Γράφημα 6.7

Το τελευταίο βήμα είναι να πολλαπλασιαστούν οι προβλεπόμενες μελλοντικές τιμές της ζήτησης με το στοιχείο εποχικότητας.

Περίοδος (χ)	Τρίμηνο	Εποχικός Παράγοντας	Y = 227,10+153,68X	Πρόβλεψη
13	I	0,81	2224,94	1794,64
14	II	1,09	2378,62	2584,29
15	III	0,96	2532,30	2426,30
16	IV	1,15	2685,98	3085,64

Πίνακας 6.13

Παράδειγμα 6.8

Μια εταιρεία παρασκευής αρτοσκευασμάτων διαθέτει αλυσίδα καταστημάτων και υποφέρει από υπερ- ή υποεκτίμηση των απαιτήσεων της αγοράς σε κομμάτια προϊόντων. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα στοιχεία που αφορούν τη ζήτηση τις τελευταίες τέσσερις εβδομάδες. Τα προϊόντα παρασκευάζονται για την επόμενη μέρα και επειδή το εργαστήριο παρασκευής είναι κλειστό το Σαββάτο, η παραγωγή της Παρασκευής πρέπει να ικανοποιεί και την ζήτηση του Σαββάτου.

Ημέρα	Πριν 4 εβδομάδες	Πριν 2 εβδομάδες	Πριν 3 εβδομάδες	Πριν 1 εβδομάδα
Δευτέρα	2200	2400	2300	2400
Τρίτη	2000	2100	2200	2200
Τετάρτη	2300	2400	2300	2500
Πέμπτη	1800	1900	1800	2000
Παρασκευή	1900	1800	2100	2000
Σάββατο				
Κυριακή	2800	2700	3000	2900

Να προβλεφθούν:

1. Η καθημερινή ζήτηση χρησιμοποιώντας τον απλό κινούμενο μέσο όρο των τεσσάρων εβδομάδων.
2. Η καθημερινή ζήτηση χρησιμοποιώντας σταθμισμένο μέσο όρο με 0.4, 0.3, 0.2 και 0.1 για τις τέσσερις περασμένες εβδομάδες.
3. Η εταιρεία επίσης σχεδιάζει τις προμήθειες της σε πρώτες ύλες για την παραγωγή ψωμιού. Αν η εταιρεία προέβλεπε ζήτηση 22.000 κομματιών και μόνο 21.000 ζητήθηκαν τελικά ποια πρέπει να είναι η πρόβλεψη της εταιρείας για αυτή την εβδομάδα χρησιμοποιώντας εκθετική εξομάλυνση με α=0.1;
4. Αν, υποθέσουμε ότι με την πρόβλεψη στο προηγούμενο ερώτημα, η πραγματική ζήτηση είναι 22.500 κομμάτια. Ποια πρέπει να είναι η πρόβλεψη για την επόμενη εβδομάδα;

1. Ο απλός κινούμενος μέσος όρος για κάθε μέρα είναι:
   Δευτέρα: (2400+2300+2400+2200)/4 = 9300/4 =2325
   Τρίτη: 8500/4 =2125
   Τετάρτη: 9500/4 = 2375
   Πέμπτη: 7500/4 = 1875
   Παρασκευή: 7800/4 =1950
   Σαββάτο και Κυριακή: 11400/4 = 2850

2. Ο Σταθμισμένος Μέσος Όρος με βάρη 0.4, 0.3, 0.2 και 0.1 είναι:

	(0.1)	(0.2)	(0.3)	(0.4)	
Δευτέρα	**220 +**	**480 +**	**690 +**	**960 =**	**2350**
Τρίτη	**200 +**	**420 +**	**660 +**	**880 =**	**2160**
Τετάρτη	**230 +**	**480 +**	**690 +**	**1000 =**	**2400**
Πέμπτη	**180 +**	**380 +**	**540 +**	**800 =**	**1900**
Παρασκευή	**190 +**	**360 +**	**630 +**	**800 =**	**1980**
Σάββατο					
Κυριακή	**280 +**	**540 +**	**900 +**	**1160 =**	**2880**
	1300	**2660**	**4110**	**5600 =**	**13670**

3. Η πρόβλεψη της εταιρείας για αυτή την εβδομάδα με την Εκθετική εξομάλυνση προκύπτει ως:

Ft = Ft-1 + a (At–1 – Ft–1) =
= 22000 + 0.10 (21000 – 22000) =
= 22000 – 100 = 21900 κομμάτια

4. Η πρόβλεψη της εταιρείας για την επόμενη εβδομάδα με την Εκθετική εξομάλυνση προκύπτει ως:

Ft+1 = 21900 + 0.10 (22500 –21900) =
= 21900 + 0.10 (600) = 21960 κομμάτια

Παράδειγμα 6.9

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται δεδομένα σχετικά με τις πωλήσεις μιας εταιρείας, για τα προηγούμενα δύο χρόνια, ανά τρίμηνο.

Περίοδος	Τρίμηνο	Ζήτηση
1	I	300
2	II	540
3	III	885
4	IV	580
5	I	416
6	II	760
7	III	1191
8	IV	760

Α. Με βάση τα δεδομένα αυτά να γίνουν οι προβλέψεις για το επόμενο έτος (ανά τρίμηνο) σύμφωνα με τη μέθοδο της παλινδρόμησης.
Β. Ποιες άλλες ποσοτικές μεθόδους προβλέψεων γνωρίζετε;
Γ. Με ποια κριτήρια επιλέγεται κάθε φορά η καταλληλότερη μέθοδος πρόβλεψης;

Για την εφαρμογή της μεθόδου της παλινδρόμησης δίνονται οι παρακάτω τύποι:

$Y_t = a + bx,$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n(\bar{y})(\bar{x})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

όπου x η τιμή της περιόδου και y η ζήτηση.

Α. Οι προβλέψεις για το επόμενο έτος γίνονται ως εξής:

Περίοδος (Χ)	**Υ**	**Μέση τριμηνιαία ζήτηση**	**Εποχικός παράγοντας**	**Ζήτηση χωρίς εποχικό παράγοντα**	**X^2**	**$X(Y_d)$**
1	300	358	0,53	566,50	1	566,04
2	540	650	0,96	562,50	4	1125,00
3	885	1038	1,53	578,43	9	1735,29
4	580	670	0,99	585,86	16	2343,44
5	416		0,53	784,90	25	3924,50
6	760		0,96	791,67	36	4750,02
7	1191		1,53	778,43	49	5449,01
8	760		0,99	767,68	64	6141,44
Σ 36	5432			5415,51	204	26034,70
Μ 4,5	679					

$$\bar{x} = 4{,}5$$

$$\bar{Y}_d = \frac{5415{,}51}{8} = 676{,}94$$

$$b = \frac{26034{,}7 - 8676{,}94 \cdot 4{,}5}{204 - 8 \cdot (4{,}5)^2} = 39{,}64$$

$$a = \bar{Y}_d - b\bar{x} = 676{,}94 - 39{,}64 \cdot 4{,}5 = 498{,}56$$

$$\Rightarrow y = 498{,}56 + 39{,}64x$$

Περίοδος	**Τρίμηνο**	**Υ**	**Εποχ. Παράγ.**	**Πρόβλεψη**
9	I	855,32	0,53	453,32
10	II	894,96	0,96	859,16
11	III	934,60	1,53	1429,94
12	IV	974,24	0,99	964,50