



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΜΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

---

ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΑΝΟΥΣΙΑΔΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΥΛΟΣ ΕΙΡΗΝΑΚΗΣ

Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2024



## ΔΗΛΩΣΗ

Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου.

Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού ΜΔΕ ανήκουν στο μεταπτυχιακό φοιτητή και το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και τον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του μη συμμετέχοντα στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο.

## Περίληψη

Η εργασία αυτή αφορά στην διερεύνηση ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης της ζήτησης και των προσδιοριστικών της παραγόντων και τον αντίκτυπο των υπό επιλογή μεθόδων πρόβλεψης εφαρμοζόμενων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Στόχοι της εργασίας αυτής είναι τόσο η αποτύπωση των μεθόδων πρόβλεψης και η αξιολόγηση τους όσο και η ανάδειξη της χρήσης τους. Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη περιλαμβάνουν τον απλό κινητό μέσο, την εκθετική εξομάλυνση και την αυτοπαλινδρόμηση. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη αφορούν τρία προϊόντα, συγκεκριμένα το βόειο κρέας, το ρύζι και τον καφέ. Οι τρεις προαναφερθείσες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της τιμής των τριών αυτών προϊόντων, που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τον καθορισμό της τελικής ζήτησης των προϊόντων αυτών. Η σύγκρισή τους γίνεται ως προς την τιμή του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος που έχει η πρόβλεψη που παρέχεται από την κάθε μέθοδο. Η σύγκριση καταδεικνύει ότι η εκθετική εξομάλυνση αντιδρά πιο γρήγορα στις αλλαγές τιμών από τον απλό κινητό μέσο, ενώ και η χρήση της αυτοπαλινδρόμησης δείχνει ότι μπορεί να προσφέρει σημαντικά στην πρόβλεψη των σχετικών τιμών.

## **Abstract**

This work focuses on the investigation of quantitative demand forecasting methods and its determinants and the impact of the selected forecasting methods applied to the supply chain. The objectives of this work are both the presentation of such forecasting methods and their evaluation as well as the demonstration of their use. The methods applied in the present study include simple moving average, exponential smoothing and autoregression. The data used are related to three products, i.e., beef, rice and coffee. The three aforementioned methods are used to predict the price of these three products, which is an important factor in determining the final demand of these products. Their comparison is made in terms of the value of the Mean Square Error of the prediction provided by each method. The comparison shows that exponential smoothing reacts more quickly to price changes than the simple moving average, and the use of autoregression shows that it can make a significant contribution to predicting relative prices.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παύλο Ειρηνάκη για την βοήθεια του και τις πολύτιμες συμβουλές του για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τις θερμές ευχαριστίες θέλω να αναφέρω επίσης στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς που μέσω του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού προγράμματος μου έδωσαν την ευκαιρία να γνωρίσω και από θεωρητικής σκοπιάς την εφοδιαστική αλυσίδα, απαντώντας μου στα ερωτήματα που μου είχαν εγερθεί κατά το παρελθόν μέσω της επαγγελματικής μου εμπειρίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους καλούς μου φίλους και συμφοιτητές, που με στήριξαν ηθικά όλο το χρονικό διάστημα και που πάντα δείχνουν το ενδιαφέρον τους.

## Περιεχόμενα

<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u></b>	<b>8</b>
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ.....</u></b>	<b>10</b>
2.1 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	10
2.2 ΜΟΡΦΕΣ ΖΗΤΗΣΗΣ .....	11
2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	15
2.4 Η ΤΙΜΗ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	16
2.5 ΠΡΟΒΛΕΨΗ .....	17
2.5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	17
2.5.2 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ .....	18
2.5.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ .....	18
2.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ .....	18
2.6.1 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	18
2.6.2 ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	22
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ .....</u></b>	<b>34</b>
3.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ .....	34
3.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ .....	37
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....</u></b>	<b>42</b>
4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΔΕΙΓΜΑ .....	42
4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	43
4.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ Α – PRICE BEEF KILO .....	46
4.3.1 ΑΠΛΟΣ ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ.....	46
4.3.2 ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ.....	46
4.3.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ENVIWS.....	47
4.4 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ Β – PRICE RICE KILO.....	49
4.4.1 ΑΠΛΟΣ ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ.....	49
4.4.2 ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ.....	49
4.4.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ENVIWS .....	50
4.5 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ Γ – PRICE COFFEE KILO .....	52
4.5.1 ΑΠΛΟΣ ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ.....	52
4.5.2 ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ.....	52
4.5.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ENVIWS .....	53
4.6 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	55
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u></b>	<b>57</b>





## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η πρόβλεψη είναι ιδιαίτερα σημαντική σε οργανισμούς που βασίζονται στις πωλήσεις ανά μονάδα και στην έγκαιρη εκπλήρωση μιας κατηγορίας προϊόντων. Οι προβλέψεις δημιουργούνται συχνά από κατασκευαστές, διανομείς και λιανοπωλητές σε διάφορες περιόδους για τον προγραμματισμό της ζήτησης, των αποθεμάτων, της παραγωγής και των προμηθειών.

Η ομάδα προγραμματισμού αποθεμάτων πωλήσεων και λειτουργιών μιας επιχείρησης είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό μεταξύ των τμημάτων πωλήσεων, οικονομικών, προμηθειών, παραγωγής, εφοδιαστικής και τιμολόγησης για τη δημιουργία μιας ακριβούς πρόβλεψης ζήτησης που υποστηρίζει τις επόμενες λειτουργίες προγραμματισμού σε επίπεδο οργανισμού.

Σε μια εταιρεία διανομής, η πρόβλεψη της ζήτησης είναι εξαιρετικά σημαντική, δεδομένου ότι η κερδοφορία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη βελτιστοποίηση του περιθωρίου κέρδους, τη γρήγορη εξυπηρέτηση των πελατών με υψηλά ποσοστά πλήρωσης, τη μείωση των αποθεμάτων και τη μείωση της υπερφόρτωσης στα κέντρα διανομής.

Η πρόβλεψη της ζήτησης αποτελεί μια ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία, καθώς επηρεάζεται από μια πλειάδα προσδιοριστικών παραγόντων όπως η τιμή του ζητούμενου αγαθού, οι προτιμήσεις των καταναλωτών, το μέγεθος του πληθυσμού, η κατανομή του εισοδήματος μεταξύ των καταναλωτών, οι τιμές των υπολοίπων αγαθών, και άλλα. Η πρόβλεψη λοιπόν της ζήτησης μπορεί να απαιτεί και την πρόβλεψη κάποιων από τους προσδιοριστικούς αυτούς παράγοντες, όπως πχ. την πρόβλεψη της τιμής ενός προϊόντος.

Η πρόβλεψη μπορεί να πραγματοποιηθεί με επιτυχία χρησιμοποιώντας εμπειρική ποιοτική ανάλυση, γνωστή και ως ποιοτικές τεχνικές, ή μαθηματική ποσοτική ανάλυση, γνωστή και ως ποσοτικές μέθοδοι. Δεν υπάρχει τρόπος να προσδιοριστεί αν η προσέγγιση πρόβλεψης είναι τελικά το καλύτερο μοντέλο. Ένας προγνώστης πρέπει να είναι αρκετά ενημερωμένος ώστε να κατανοήσει τα οφέλη και τα μειονεκτήματα όλων των προσεγγίσεων και να επιλέξει την καλύτερη.

Παρά το γεγονός ότι ανακαλύψαμε στην βιβλιογραφική μας έρευνα σημαντικές μελέτες σχετικά με τα βασικά στοιχεία των χρονολογικών σειρών, επισημάναμε τέσσερις βασικές αρχές. Η υπόθεση ότι οι μελλοντικές τάσεις είναι συγκρίσιμες με τα προηγούμενα πρότυπα βρίσκεται στο επίκεντρο της ανάλυσης χρονοσειρών. Οι χρονολογικές σειρές

έχουν τέσσερις βασικές ιδιότητες: τάση, εποχικότητα, κύκλους και απρόβλεπτη συμπεριφορά. Ο όρος "τάση" αναφέρεται στη συνέπεια της αύξησης ή της μείωσης των συνολικών στατιστικών στοιχείων. Η τάση μπορεί να οριστεί ως η κατεύθυνση, που μπορεί να είναι γραμμική ή μη γραμμική. Η εποχικότητα αναφέρεται στα μοτίβα χρονοσειρών που παρατηρούνται σε τακτικές επαναλαμβανόμενες περιόδους.

Σκοπός της παρούσης εργασίας λοιπόν αποτελεί η ανάδειξη της χρησιμότητας των μοντέλων πρόβλεψης για την διοίκηση εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο απώτερος στόχος είναι η επιλογή του καλύτερου μοντέλου πρόβλεψης για δεδομένη εταιρεία, για τα προϊόντα που την αφορούν και τα μεγέθη που θέλει να προβλέψει, όπως πχ. η τιμή ενός προϊόντος.

Η διπλωματική εργασία οργανώνεται ως εξής. Στο Κεφάλαιο 2 πραγματοποιείται μια εννοιολογική αναφορά στη ζήτηση και στις εκφάνσεις της, ενώ παρουσιάζονται ποιοτικές και ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης. Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά στις διαδικασίες πρόβλεψης της ζήτησης στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το Κεφάλαιο 4 παρέχει την μεθοδολογία καθώς και την συγκριτική μελέτη των μεθόδων πρόβλεψης που εξετάζονται, ενώ το Κεφάλαιο 6 παρέχει τα συμπεράσματα της μελέτης.

## Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Αναφορά

### 2.1 Συστατικά Ζήτησης

Η ζήτηση της αγοράς είναι παρόμοια με τη ζήτηση του κλάδου. Είναι μια ευρύτερη έννοια και περιλαμβάνει τη συνολική ζήτηση ενός προϊόντος σε έναν κλάδο. Για παράδειγμα, η ζήτηση δίτροχων οχημάτων στην Ινδία συνεπάγεται τη ζήτηση των δίτροχων οχημάτων που παράγονται και διατίθενται στην αγορά από όλες τις εταιρείες. Αποκαλύπτει την ευρύτερη εικόνα της ζήτησης. Ο έμπορος πρέπει να έχει κατά νου το ευρύτερο σενάριο της ζήτησης στον κλάδο/στην αγορά για να δει τη θέση του, που συχνά ονομάζεται μερίδιο αγοράς της εταιρείας σε έναν κλάδο. Η ζήτηση της αγοράς παίζει ζωτικό ρόλο στη διαμόρφωση του ευρύτερου προγράμματος μάρκετινγκ.

Η ζήτηση στην αγορά για το προϊόν αποτελείται από τον συνολικό όγκο που θα αγοραστεί από μια καθορισμένη ομάδα πελατών σε μια καθορισμένη γεωγραφική περιοχή σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο σε ένα καθορισμένο περιβάλλον μάρκετινγκ υπό ένα καθορισμένο πρόγραμμα μάρκετινγκ.

Στοιχεία της ζήτησης της αγοράς:

Η συστηματική ανάλυση των παραπάνω ορισμών αποκαλύπτει αναγκαστικά τα ακόλουθα στοιχεία:

1. **Προϊόν:** Η ζήτηση στην αγορά δείχνει τη συνολική ζήτηση συγκεκριμένων προϊόντων σε έναν κλάδο. Πρέπει να προσδιοριστεί ο τόπος ή το πεδίο εφαρμογής του προϊόντος. Σε ποια κατηγορία ή κλάδο εμπίπτει το προϊόν της επιχείρησης. Μπορεί να αποφασιστεί με βάση το ποιοι είναι οι χρήστες και τον σκοπό χρήσης του προϊόντος. Έτσι, πρέπει να αναφέρουμε τη ζήτηση της αγοράς σε σχέση με το συγκεκριμένο προϊόν.
2. **Συνολικός όγκος:** Δείχνει τον συνολικό όγκο των πωλήσεων με τη μορφή μονάδας ή αξίας. Υποδηλώνει τις συνολικές πωλήσεις του προϊόντος στον κλάδο.
3. **Αγορά:** Μόνο η ποσότητα, που παραγγέλλεται και αγοράζεται, περιλαμβάνεται στη ζήτηση της αγοράς.
4. **Ομάδες πελατών:** Η ζήτηση της αγοράς εκφράζεται με όρους διαφορετικών χρηστών. Ο συνολικός όγκος που ζητείται από διάφορες ομάδες πελατών, όπως οι βιομηχανικοί πελάτες (χονδρικής), οι θεσμικοί πελάτες και οι μεμονωμένοι πελάτες λιανικής.

5. **Γεωγραφική περιοχή:** Η ζήτηση της αγοράς μπορεί να προσδιοριστεί με όρους διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών ή τόπων. Μπορεί να είναι σε όρους χώρας, πολιτείας, περιοχής, περιφέρειας ή οποιασδήποτε γεωγραφικής μονάδας.
6. **Σταθερή χρονική διάρκεια:** Η ζήτηση στην αγορά έχει νόημα μόνο αν εκφράζεται σε σχέση με το χρόνο.
7. **Περιβάλλον μάρκετινγκ:** Προφανώς, η ζήτηση στην αγορά επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί αποτελούν το περιβάλλον μάρκετινγκ. Έτσι, είναι απαραίτητο να αναφερθούν παραδοχές για το περιβάλλον μάρκετινγκ που περιλαμβάνει οικονομικές, πολιτιστικές, κοινωνικές, πολιτικές κ.λπ. δυνάμεις.
8. **Ορισμός του προγράμματος μάρκετινγκ:** Η ζήτηση στην αγορά επηρεάζεται από το πρόγραμμα/στρατηγική μάρκετινγκ. Έτσι, διευκρινίζεται με αναφορά σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα μάρκετινγκ που περιλαμβάνει προϊόν, τιμή, προώθηση και διανομή. Έτσι, η ζήτηση της αγοράς δηλώνεται στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος μάρκετινγκ.

Κατά την εκτίμηση της ζήτησης στην αγορά, τα παραπάνω στοιχεία δημιουργούν μια ουσιαστική εικόνα της συνολικής ζήτησης. Εδώ, πρέπει να διακρίνουμε τη ζήτηση της αγοράς από τη ζήτηση της επιχείρησης. Η ζήτηση της αγοράς είναι η συνολική ζήτηση του προϊόντος σε έναν κλάδο, ενώ η εταιρική ζήτηση σημαίνει τη ζήτηση των προϊόντων των επιμέρους επιχειρηματικών μονάδων. Η πρόβλεψη αγοράς σχετίζεται με τη ζήτηση της αγοράς και η πρόβλεψη πωλήσεων σχετίζεται με τη ζήτηση της εταιρείας. Ωστόσο, η πρόβλεψη της ζήτησης της αγοράς και η πρόβλεψη των πωλήσεων θεωρούνται λίγο-πολύ παρόμοιες.

## 2.2 Μορφές Ζήτησης

Η μελέτη μεθόδων πρόβλεψης ζήτησης έχει καταστεί απαραίτητη λόγω της αυξανόμενης απρόβλεπτης ικανότητας που χαρακτηρίζει τη ζήτηση των καταναλωτών για αγαθά και υπηρεσίες, καθώς και της αβεβαιότητας των απαιτήσεων για τους πόρους, το κεφάλαιο και το ανθρώπινο δυναμικό που θα χρησιμοποιηθούν για την ικανοποίηση της ζήτησης αυτής. Απαιτούνται εκτιμήσεις της ποσότητας και του χρόνου της παραγωγής ενός συστήματος παραγωγής, ιδιαίτερα για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση της παραγωγής. Η εταιρεία μπορεί να καθορίσει εάν είναι ή όχι στο καλύτερο πλεονέκτημα να προχωρήσει στην κατασκευή του προϊόντος με βάση αυτά τα ευρήματα.

Αυτές οι προβλέψεις θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη σχεδίων παραγωγής, την παροχή πρώτων υλών και την πρόσληψη ανθρώπινου δυναμικού. Όσο πιο ακριβείς είναι

οι προβλέψεις αυτές, τόσο πιο χρήσιμες είναι για την οργάνωση του συστήματος παραγωγής.

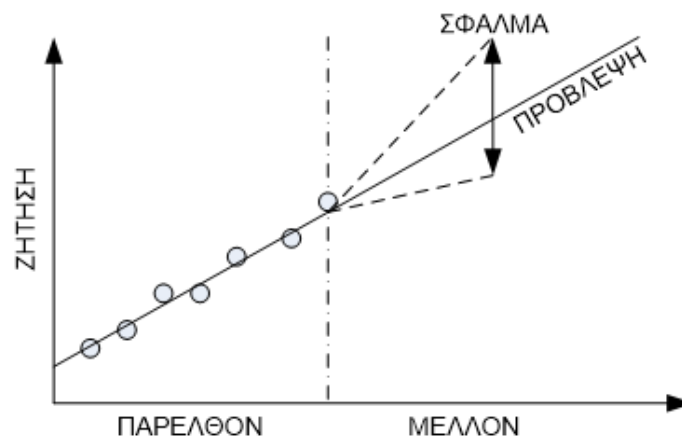
Η ζήτηση είναι μια βασική έννοια στη μικροοικονομική ανάλυση γιατί, μαζί με την προσφορά, παρέχει στον επιχειρηματία τα απαραίτητα εργαλεία που θα του επιτρέψουν να προσδιορίσει την ιδανική ποσότητα προσφοράς και ζήτησης που θα οδηγούσε σε ισορροπία της αγοράς.

Η ζήτηση επιτρέπει στην εταιρεία να κάνει κρίσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη συμπεριφορά των πελατών και τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνονται στις αλλαγές στην τιμολόγηση των προϊόντων. Η ζήτηση είναι η σχέση μεταξύ του ποσού ενός αντικειμένου που ενδιαφέρεται να αγοράσει ένα άτομο και της τιμής που είναι διατεθειμένο να πληρώσει για αυτό το πράγμα. Η ζήτηση δεν αντιπροσωπεύει πάντα πόσα αγοράζει ένας πελάτης, αλλά μάλλον τι θέλει και τι μπορεί. Δηλαδή, ένας πελάτης πρέπει να έχει την κατάλληλη αγοραστική δύναμη, ή με άλλα λόγια, τα χρήματα για να αγοράσει τα αγαθά, εκτός από το να θέλει απλώς να τα αγοράσει. Η επιθυμία για αυτό το πράγμα θα πρέπει να είναι μηδενική αν δεν έχει τα χρήματα να το αγοράσει.

Οι έγκυρες και σωστές προβλέψεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλούς τομείς, όπως η επιστήμη, η βιομηχανία, το εμπόριο και η οικονομία. Στο σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον με επίκεντρο τον καταναλωτή, οι εταιρείες επιδιώκουν υψηλές επιδόσεις στις πωλήσεις και συχνά πρέπει να διατηρούν ισορροπία μεταξύ της ικανοποίησης της ζήτησης των πελατών τους και του ελέγχου του κόστους των Logistics και των αποθεμάτων. Η διατήρηση μεγαλύτερου αποθέματος σε απόθεμα μας παρέχει τη δυνατότητα να ικανοποιούμε τη ζήτηση των πελατών ανά πάσα στιγμή, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε υπεραποθεματοποίηση, οδηγώντας σε ζητήματα όπως δεσμευμένο κεφάλαιο, τα αποθέματα και χαμηλότερα περιθώρια κέρδους. Συγκριτικά, το μικρότερο απόθεμα μπορεί να μειώσει το κόστος ενός προϊόντος, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε υπερβάσεις κόστους που προκύπτουν από ανύπαρκτες ευκαιρίες πωλήσεων, χαμηλότερη ικανοποίηση των πελατών και άλλα ζητήματα. Τα αποτελέσματα των προβλέψεων μπορούν να επηρεάσουν τον χρηματοοικονομικό σχεδιασμό της εταιρείας, το μάρκετινγκ, τη διαχείριση πελατών, τον προγραμματισμό της εφοδιαστικής και άλλους τομείς της εταιρείας. Κατά συνέπεια, η βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων ζήτησης γίνεται σημαντικό μέρος της απόδοσης της εταιρείας. Η πρόβλεψη της ζήτησης είναι μια παραδοσιακή αλλά πολύ αποτελεσματική μέθοδος που προβλέπει τις μελλοντικές τιμές χρονοσειρών.

## Μορφές Ζήτησης αναλυτικά

Ο απώτερος σκοπός των τεχνικών πρόβλεψης είναι ο εντοπισμός των μελλοντικών διακυμάνσεων της ζήτησης και η πρόβλεψη των τάσεων. Η ποσότητα και το διαμέτρημα των ιστορικών δεδομένων που είναι άμεσα προσβάσιμα καθώς και το προβλεπόμενο χρονικό διάστημα επηρεάζουν το πόσο ακριβής θα είναι η πρόβλεψη. Το σφάλμα πρόβλεψης αυξάνεται όσο αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε εξάρτηση από προβλέψεις της ζήτησης θα πρέπει να περιοριστεί στο ελάχιστο, δεδομένης της πολυπλοκότητας και των ανακρίβειων που προκαλούνται. Οι προβλέψεις έχουν συχνά ανακρίβειες. Υπάρχουν δύο είδη σφαλμάτων πρόβλεψης: τυχαία και στατιστικά. Οι απρόβλεπτες μεταβλητές που επηρεάζουν τη ζήτηση είναι η αιτία των τυχαίων λαθών. Αντίθετα, τα στατιστικά λάθη στο μοντέλο πρόβλεψης προκαλούνται από ανεπαρκή εκτίμηση ή παράλειψη στοιχείων που επηρεάζουν τη ζήτηση (π.χ. εποχικότητα).

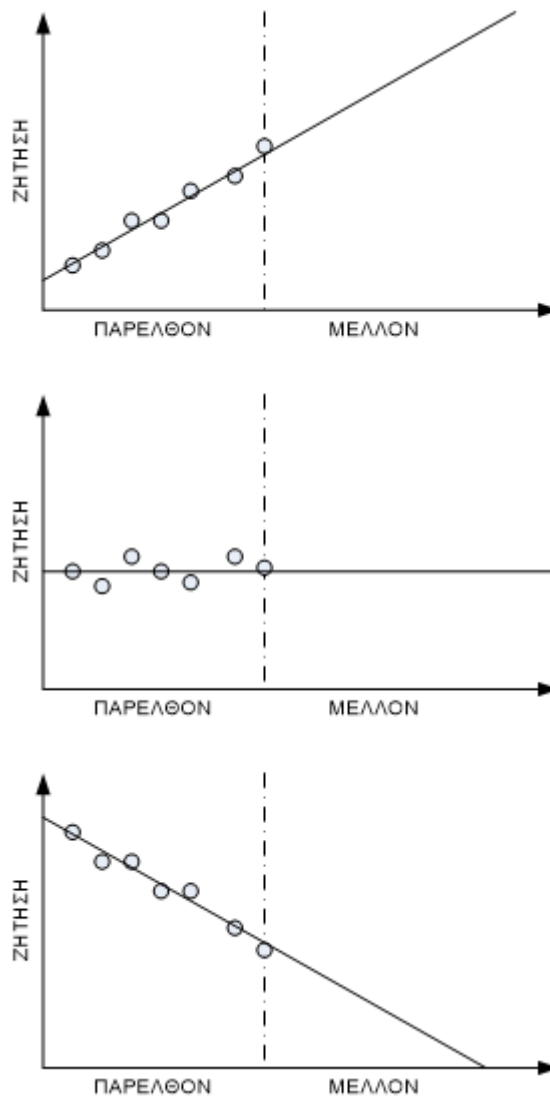


Σχήμα 1: Διαγραμματική απεικόνιση σφάλματος πρόβλεψης ζήτησης σε σχέση με την πραγματική ζήτηση και σε συνάρτηση με το χρόνο (Λάιος, 2010)

Το σύνολο των σφαλμάτων πρόβλεψης για κάθε περίοδο προσδιορίζεται για την αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης του μοντέλου πρόβλεψης σε ένα χρονικό ορίζοντα  $T$  που περιλαμβάνει πολλές περιόδους. Οι θετικές τιμές σφαλμάτων δείχνουν ότι η ζήτηση έχει υποτιμηθεί, ενώ οι αρνητικές δείχνουν ότι η ζήτηση έχει υπερεκτιμηθεί. Στο πλαίσιο αυτό, τα σφάλματα προβλέψεων εξισορροπούνται μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό, συχνά χρησιμοποιούνται μετρήσεις με απόλυτες τιμές σφάλματος και μέσες τιμές.

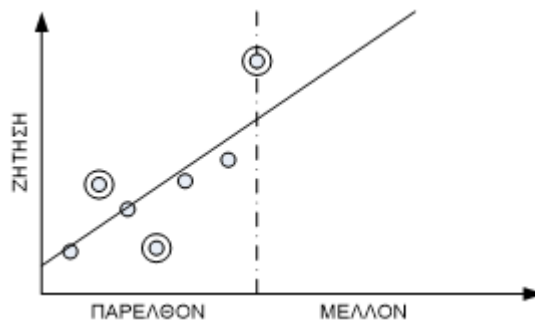
Το σχήμα ζήτησης (μοτίβο ζήτησης) παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της μεθόδου πρόβλεψης που θα χρησιμοποιηθεί. Σε γενικές γραμμές, τρεις ομάδες μπορούν να διαχωριστούν με βάση το γράφημα ζήτησης στο καρτεσιανό επίπεδο.

Όταν η διακύμανση της ζήτησης παρουσιάζει μια ορισμένη τάση, όπως ανοδική, πτωτική ή σταθερή.



Σχήμα 2: Διαγραμματική απεικόνιση ανοδική, σταθερή και πτωτική ζήτησης σε συνάρτηση με το χρόνο (Λάιος, 2010)

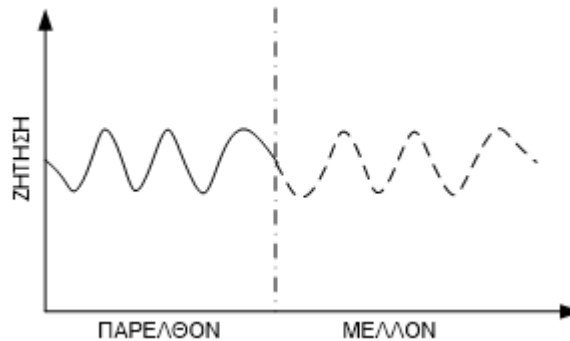
**Τυχαία Ζήτηση:** Η διακύμανση της ζήτησης που είναι τυχαία και αψηφά τους καθιερωμένους κανόνες αναφέρεται ως τυχαία ζήτηση. Δεδομένου ότι το προφίλ ζήτησης σε αυτήν την κατάσταση ποικίλλει από καιρό σε καιρό, καμία μαθηματική σύνδεση δεν μπορεί να το αποτυπώσει επαρκώς. Αυτές οι σποραδικές παραλλαγές προκαλούνται από ακανόνιστα, μεμονωμένα περιστατικά.



Σχήμα 3 : Διαγραμματική απεικόνιση τιμών ζήτησης που χαρακτηρίζονται τυχαίες σε συνάρτηση με το χρόνο (Λάιος, 2010)

**Εποχιακή ζήτηση** ορίζεται ως η διακύμανση της ζήτησης που παρουσιάζει περιοδικά скаμπανεβάσματα κατά τη διάρκεια ορισμένων περιόδων του έτους ή εποχών.

Για παράδειγμα, σε σύγκριση με όλους τους άλλους μήνες του χρόνου, η ζήτηση για πράγματα που σχετίζονται με τα Χριστούγεννα είναι συνήθως μεγαλύτερη τον **Δεκέμβριο**.



Σχήμα 4 : Διαγραμματική απεικόνιση εποχιακής ζήτησης σε συνάρτηση με το χρόνο (Λάιος, 2010)

### 2.3 Παράγοντες Ζήτησης

Ο νόμος της ζήτησης δηλώνει ότι οι αγοραστές θα προτιμήσουν να αγοράσουν μια μεγαλύτερη ποσότητα ενός προϊόντος σε χαμηλότερη τιμή με την πάροδο του χρόνου. Το ποσό που επιθυμούν οι καταναλωτές μειώνεται όταν αυξάνεται η τιμή ενός προϊόντος και αντίστροφα. Η ζήτηση μπορεί σταδιακά να αυξηθεί (να αυξηθεί) ή να μειωθεί (μειωθεί).

Οι ακόλουθοι είναι οι παράγοντες που καθορίζουν τη ζήτηση:

Το κόστος του επιθυμητού προϊόντος, οι προτιμήσεις των πελατών, η ποσότητα του εισοδήματος, το μέγεθος του πληθυσμού, η κατανομή των εισοδημάτων των καταναλωτών, το κόστος των υπόλοιπων εμπορευμάτων, τα καταναλωτικά περιουσιακά στοιχεία και η καταναλωτική πίστη, μεταξύ άλλων παραγόντων.

Η γεωμετρική θέση των σημείων όπου ένας πελάτης είναι πρόθυμος και ικανός να αγοράσει ορισμένες ποσότητες ενός συγκεκριμένου αγαθού σε διάφορες τιμές είναι γνωστή ως καμπύλη ζήτησης. Η εξήγηση του νόμου της φθίνουσας οριακής χρησιμότητας για την αντίστροφη σύνδεση μεταξύ τιμής και ζητούμενης ποσότητας εκφράζεται από την αρνητική κλίση της καμπύλης ζήτησης. Η απόλαυση που αποκομίζει



κάθε καταναλωτής από το προϊόν που καταναλώνει είναι γνωστή ως χρησιμότητα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε επιπλέον μονάδα που καταναλώνεται οδηγεί σε όλο και μικρότερο κέρδος στη συνολική χρησιμότητα, σύμφωνα με το νόμο της φθίνουσας οριακής χρησιμότητας.

## 2.4 Η τιμή ως βασικός παράγοντας στην διαμόρφωση της ζήτησης

Η τιμή αποτελεί βασικό παράγοντα διαμόρφωσης της ζήτησης. Στο πλαίσιο αυτό, η ελαστικότητα που παρουσιάζει η ζήτηση ως προς την τιμή εξετάζει την ευαισθησία της ζήτησης ενός αγαθού σε σχέση με την μεταβολή της τιμής του όταν όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες που διαμορφώνουν τη ζήτηση παραμένουν σταθεροί. Η ζητούμενη ποσότητα μπορεί να ανταποκρίνεται έντονα (ελαστική ζήτηση) ή ελάχιστα (ανελαστική ζήτηση) στις μεταβολές της τιμής.

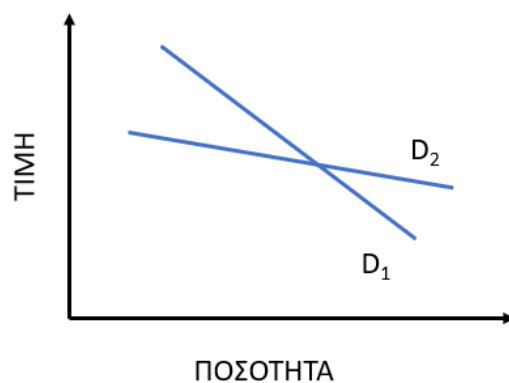
Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$E_{Q,P} = \frac{\text{ποσοστιαία μεταβολή της ζητούμενης ποσότητας}}{\text{ποσοστιαία μεταβολή της τιμής}} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \frac{Q}{P} < 0$$

Προσδιοριστικοί παράγοντες:

- Τα αγαθά μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, συγκεκριμένα αγαθά πρώτης ανάγκης και αγαθά πολυτελείας. Τα αγαθά πρώτης ανάγκης συνήθως έχουν ανελαστική ζήτηση. Αντίθετα, τα αγαθά πολυτελείας τείνουν να έχουν ελαστική ζήτηση.
- Στην περίπτωση που υπάρχουν υποκατάστατα για το ζητούμενο αγαθό η ζήτηση τείνει να είναι περισσότερο ελαστική.
- Οι αγορές που είναι στενά οριζόμενες τείνουν να έχουν πιο ελαστική ζήτηση, όπως για παράδειγμα τα τρόφιμα ή τα γαλακτοκομικά προϊόντα.
- Τα αγαθά συνήθως έχουν πιο ελαστική ζήτηση όταν εξετάζονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
- Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η αναλογία εισοδήματος που απαιτείται για το υπό εξέταση αγαθό.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η καμπύλη ζήτησης  $D_1$  να είναι πιο ελαστική από την καμπύλη ζήτησης  $D_2$ . (Salvatore D., 2012, Mankiw N. G., Taylor M. P. and Ashwin A., 2018)



Σχήμα 5: Διαγραμματική απεικόνιση της καμπύλης της ζήτησης (Salvatore D., 2012, Mankiw N. G., Taylor M. P. and Ashwin A., 2018)

## 2.5 Πρόβλεψη

### 2.5.1 Ορισμός Πρόβλεψης

Σύμφωνα με τον Armstrong (2001), η πρόβλεψη είναι η διαδικασία εκτίμησης της τιμής μιας μεταβλητής ή προσδιορισμού μιας συνθήκης στο μέλλον με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες. Οι δύο βασικές τεχνικές για την πρόβλεψη της ζήτησης είναι η ποιοτική και η ποσοτική.

Όταν χρησιμοποιείται ένα νέο προϊόν ή τεχνολογία, για παράδειγμα, ή όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα συγκεκριμένα δεδομένα, χρησιμοποιούνται ποιοτικές μέθοδοι. Αυτές οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται συνήθως από ειδικούς που έχουν γνώση και εμπειρία στην αξιολόγηση των παραγόντων της αγοράς που επηρεάζουν τις νέες πληροφορίες προϊόντα.

Αντίστοιχα, οι ποσοτικές προσεγγίσεις αφορούν καταστάσεις όπου οι πωλήσεις του υπό εξέταση προϊόντος είναι ήδη εδραιωμένες, καθιστώντας εφικτή τη χρήση στατιστικών και μαθηματικών μοντέλων (Χαλικιάς, 2017).

Αλλά στη σύγχρονη εποχή, οι εταιρείες είναι υπερφορτωμένες με πληροφορίες σχετικά με τις πωλήσεις των αγαθών και των υπηρεσιών που παρέχουν και τους πελάτες που εξυπηρετούν, καθιστώντας απαραίτητη την επεξεργασία και ανάλυση αυτών των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για να κάνουν τις καλύτερες κρίσεις. Η απαίτηση είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συστημάτων διαχείρισης δεδομένων.

### 2.5.2 Χρησιμότητα της πρόβλεψης

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης μεγάλων δεδομένων για την πρόβλεψη της ζήτησης είναι ότι οι προβλεπόμενες τιμές για τη μελλοντική ζήτηση θα αποκλίνουν ελάχιστα από την πραγματικότητα. Οι τιμές αυτές παράγονται σε πραγματικό χρόνο από τα κατάλληλα πληροφοριακά συστήματα και βασίζονται στην επεξεργασία σημαντικής ποσότητας δεδομένων που σχετίζονται με την αγοραστική διαδικασία του καταναλωτή (π. και τα λοιπά.).

Η εταιρεία μπορεί να επιλέξει την καλύτερη παραγωγή για να ικανοποιήσει τη ζήτηση των πελατών χρησιμοποιώντας την προκύπτουσα μελλοντική τιμολόγηση ζήτησης. Στην πραγματικότητα, η επιχείρηση μπορεί να προσαρμοστεί στη ζήτηση των πελατών σε περιόδους σημαντικών διακυμάνσεων (όπως αυτές που προκαλούνται από την εποχικότητα), διασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει πλεόνασμα αποθέματος στις αποθήκες ούτε έλλειψη αγαθών στους τόπους τελικής διανομής.

### 2.5.3 Κριτήρια επιλογής μοντέλου πρόβλεψης

Οι προβλέψεις είναι μια επικίνδυνη διαδικασία. Η διοίκηση θέλει να προβλέπει τη ζήτηση με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, πράγμα που γίνεται όλο και πιο δύσκολο. Στο σημερινό παγκόσμιο επιχειρηματικό κλίμα, οι καταναλωτές έχουν περισσότερες επιλογές προϊόντων και περισσότερες πληροφορίες βάσει των οποίων λαμβάνουν τις αποφάσεις τους. Θέλουν επίσης και παίρνουν μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων, η οποία καθίσταται δυνατή χάρη στις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις.

Η πρόβλεψη των προϊόντων και της ζήτησης γίνεται ως εκ τούτου πιο δύσκολη. Οι καταναλωτές και οι αγορές δεν ήταν ποτέ σταθεροί στόχοι, αλλά κινούνται ταχύτερα από ποτέ.

## 2.6 Μέθοδοι πρόβλεψης ζήτησης

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εξετάσουμε δύο είδη προσεγγίσεων πρόβλεψης: ποιοτικές μεθόδους και ποσοτικές μεθόδους.

### 2.6.1 Ποιοτικές Μέθοδοι

Σε αυτό το μέρος, θα επικεντρωθούμε στην ποιοτική πρόβλεψη. Για τη δημιουργία προβλέψεων, οι ποιοτικές τεχνικές βασίζονται στην κρίση, τη γνώση και τη γνώμη της διοίκησης. Αποτελούν την πιο συχνή μορφή εργαλείου πρόβλεψης για τη διαδικασία

μακροπρόθεσμου στρατηγικού σχεδιασμού και μερικές φορές αναφέρονται ως "η κριτική επιτροπή της γνώμης των στελεχών".

Οι ποιοτικές μέθοδοι ή μέθοδοι κρίσης είναι κατάλληλες στην περίπτωση που τα ιστορικά στοιχεία δεν επαρκούν για παράδειγμα ενός νέου προϊόντος ή αλλαγή της τεχνολογίας και για προβλέψεις μέσο – μακροπρόθεσμες. Δεν βασίζονται σε μαθηματικές εξισώσεις, οπότε είναι δύσκολη η τυποποίηση και η μέτρηση ακρίβειας. Μέσω της γνώσης, της εμπειρίας και των εκτιμήσεων ειδικών εξάγονται τα αποτελέσματα πρόβλεψης, άρα αποτελούν υποκειμενικές οι εκτιμήσεις αυτές και περιλαμβάνουν το στοιχείο της προκατάληψης (bias). Στα παρακάτω υποκεφάλαια παρουσιάζονται τύποι ποιοτικών μεθόδων. (Ballou, 2004), (Makridakis et al., 1998)

Οι κρίσεις και οι απόψεις των ατόμων ή των ομάδων μέσα σε έναν οργανισμό για το μέλλον είναι συνήθως εξίσου έγκυρες ή και περισσότερο έγκυρες από εκείνες των εξωτερικών ειδικών ή άλλων οργανωμένων τεχνικών. Η πρωταρχική ομάδα που εμπλέκεται στη διατύπωση προβλέψεων για τα στρατηγικά σχέδια είναι η ανώτατη διοίκηση.

Συνήθως είναι οι πιο γνώστες των δεξιοτήτων και των πόρων των εταιρειών τους, καθώς και των αγορών για τα αγαθά τους. Το προσωπικό πωλήσεων μιας εταιρείας αποτελεί άμεσο σημείο επαφής με τον καταναλωτή. Αυτή η αλληλεπίδραση προσφέρει μια γνώση των μελλοντικών προσδοκιών των πελατών που άλλοι μπορεί να μην έχουν.

#### **2.6.1.1 Ιστορική Αναλογία**

Η ιστορική αναλογία χρησιμοποιείται κυρίως σε νέα αγαθά που δεν είναι διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα και σαν λύση αυτής της έλλειψης μπορεί η πρόβλεψη ζήτησης να στηριχτεί σε στοιχεία παρεμφερών – συγγενικών αγαθών ή υπηρεσιών. Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ο τι υποθέτουμε ότι η ζήτηση θα ακολουθήσει ίδια συμπεριφορά με το παρόμοιο προϊόν, κάτι που μπορεί εύκολα να αμφισβητηθεί. (Naryan & Jaya, 2008)

#### **2.6.1.2 Grass roots**

Τα στοιχεία στα οποία στηρίζεται η πρόβλεψη της μεθόδου αυτής προέρχονται από άτομα που βρίσκονται σε άμεση επαφή με τους πελάτες, για παράδειγμα πωλητές. Καταθέτουν εκτιμήσεις που αφορούν συνήθως το επόμενο έτος. Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι λαμβάνεται υπόψη τη διαφοροποίηση της αγοραστικής τάσεις των πελατών/καταναλωτών ανά περιοχή. Μειονέκτημα αποτελεί η εξάρτηση από τις δυνατότητες των ατόμων. Μια τέτοια πρόβλεψη περιέχει προσωπικές απόψεις, διάθεση,

προκαταλήψεις και αμεροληψίες. Υπάρχει περίπτωση να κάνουν αισιόδοξες ή απαισιόδοξες προβλέψεις ανάλογα την εκπαίδευσή τους και την εμπειρία τους. Επίσης, χρειάζεται πλεονάζον χρόνο του ανθρώπινου δυναμικού. (Chase et al., 2005?)

#### **2.6.1.3 Συμβούλιο Στελεχών**

Η μέθοδος αυτή είναι ιδανική για στρατηγικές ή νεοεισερχόμενων προϊόντων. Αποτελεί μια συγκέντρωση στελεχών, για παράδειγμα από πωλητές μέχρι διευθυντές διαφόρων τμημάτων, που διατυπώνουν την γνώμη τους ενώπιον όλων των άλλων συμμετεχόντων με στόχο την κοινή πρόβλεψη μέσα από ανοιχτή συζήτηση. Μειονεκτεί, όμως, στην περίπτωση που δεν εκφράσει κάποιος τους προβληματισμούς του προκειμένου να παραμείνει αρεστός και να υπερισχύσουν πολλές φορές οι δυναμικοί χαρακτήρες και οι απόψεις τους. Επίσης, υπάρχει πιθανότητα να αποτελέσει ακριβή μέθοδο, αν συμμετέχουν πολλά διευθυντικά στελέχη και καταναλώνουν χρόνο στην διαδικασία. (Anbuvelan, 2007) (Chase et al., 2005)

#### **2.6.1.4 Μέθοδος Delphi**

Η μέθοδος Delphi είναι μια τεχνική για τη συγκέντρωση τεκμηριωμένων κρίσεων και απόψεων από αρμόδια πρόσωπα μέσω μιας σειράς ερωτήσεων, προκειμένου να παραχθεί μια πρόβλεψη συναίνεσης σχετικά με το τι θα συμβεί στο μέλλον. Δημιουργήθηκε λίγο μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο στην Rand Corporation για να εκτιμήσει τις συνέπειες ενός υποθετικού πυρηνικού πλήγματος στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Αν και η προσέγγιση της μεθόδου Delphi έχει χρησιμοποιηθεί για πολλές εφαρμογές, μια από τις σημαντικότερες χρήσεις της ήταν η πρόβλεψη. Ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική στην πρόβλεψη της τεχνολογικής ανάπτυξης και προόδου. Η τεχνολογική πρόβλεψη έχει γίνει ολοένα και πιο σημαντική προκειμένου να ανταγωνιστεί κανείς στο σημερινό παγκόσμιο οικονομικό κλίμα. Οι εταιρείες αποκτούν συνεχώς πρόσβαση σε νέα και βελτιωμένη τεχνολογία υπολογιστών, νέες διαδικασίες παραγωγής και σύγχρονα εργαλεία και εξοπλισμό. Εξαιτίας αυτών των εξελίξεων, είναι σε θέση να προωθούν περισσότερα νέα προϊόντα στην αγορά με ταχύτερο ρυθμό από ποτέ.

Ιδανική μέθοδος για μακροχρόνιες προβλέψεις και για προϊόντα που ο ρυθμός αλλαγής τους είναι γρήγορος. Για την αποφυγή να παίζει μεγαλύτερη βαρύτητα η άποψη ανώτερων στελεχών, η μέθοδος Delphi διατηρεί την ανωνυμία των ανθρώπων που συμμετέχουν. Σύμφωνα με τον Jarrett J. (1993), η διαδικασία ακολουθεί τα εξής βήματα:

1. Επιλογή οργανωτή και των συμμετεχόντων. Παρόμοια με την μέθοδο των στελεχών, απαιτείται σύνθεση μιας ομάδας από διάφορες θέσεις, πεδίο γνώσεων και υπόβαθρο, που ασχολούνται με την παρακολούθηση των τεχνολογικών εξελίξεων, των κοινωνικών αλλαγών, των κυβερνητικών κανονισμών και του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος.
2. Συλλογή προβλέψεων μέσω ερωτηματολογίου από όλα τα μέλη, διατηρώντας την ανωνυμία των συμμετεχόντων.
3. Συλλογή των απαντήσεων και ανατροφοδότηση (feedback) μαζί με νέες ερωτήσεις στην ομάδα ειδικών για τη βελτίωση και αιτιολόγηση της πρόβλεψής τους. Οι συμμετέχοντες είτε παραμένουν στις απόψεις τους τεκμηριώνοντας τις λογικά είτε τις μεταβάλλουν.
4. Επανάληψη του προηγούμενου βήματος για όσες φορές κρίνεται απαραίτητο με στόχο την σύγκλιση απόψεων. Σε τρεις ή τεσσερις γύρους μπορούν να επιτευχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα.
5. Έκδοση τελικών αποτελεσμάτων σε όλους τους συμμετέχοντες.

Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι σχετικά χρονοβόρα ανάλογα με τον αριθμό των συμμετεχόντων. (Chase et al., 2005)

#### **2.6.1.5 Έρευνα Αγοράς**

Η έρευνα αγοράς αποτελεί συλλογή δεδομένων σχετικά τις ανάγκες, προτιμήσεις και επιλογές των καταναλωτών, μέσω ερωτηματολογίων. Πραγματοποιείται συχνά από το τμήμα μάρκετινγκ ενός οργανισμού, από κλαδικές ενώσεις και ομάδες, καθώς και από ιδιωτικές επιχειρήσεις μάρκετινγκ ή συμβουλευτικές επιχειρήσεις.

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί το σημαντικό στοιχείο αυτή της μεθόδου. Για την διεξαγωγή μιας τέτοια έρευνας ακολουθούνται τα εξής βήματα (Naryan & Jaya, 2008):

1. Δημιουργία ενός ερωτηματολογίου με σκοπό την συλλογή οικονομικών και δημογραφικών στοιχείων για την ομάδα στόχου (καταναλωτές), καθώς και το ενδιαφέρον τους για το προϊόν ή την υπηρεσία.
2. Καθορισμό τρόπου διεξαγωγής της έρευνας μέσω προσωπικής συνέντευξης, τηλεφωνικής επικοινωνίας ή δια αλληλογραφίας.
3. Επιλογή της ομάδας εστίασης (target group) και αντιπροσωπευτικού δείγματος καταναλωτών ή νοικοκυριών που θα αποτελεί τυχαία επιλογή από το σύνολο της αγοράς.

4. Ανάλυση δεδομένων μέσω της χρήσης στατιστικών εργαλείων και της κρίσης για την ερμηνεία των απαντήσεων, την πληρότητα και τη συσχέτιση τους με δημογραφικούς, οικονομικούς ή ανταγωνιστικούς παράγοντες.

Συνήθως χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό νέων ιδεών, τη δημιουργία, τον σχεδιασμό και τη βελτίωση νέων προϊόντων. Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι το κόστος, η μικρή ανταπόκριση των ερωτηθέντων και δεν μπορεί να εκτιμήσει την μακροπρόθεσμη πορεία σε συνδυασμό με την εμφάνιση νέων ανταγωνιστών.

### **2.6.2 Ποσοτικές Μέθοδοι**

Σε τρεις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ποσοτικές προσεγγίσεις. Πρώτον, η εταιρεία πρέπει να έχει γνώση του παρελθόντος και της ιστορίας της μεταβλητής για την οποία αναζητείται πρόβλεψη. Δεύτερον, οι πληροφορίες πρέπει να είναι μετρήσιμες και, τρίτον, πρέπει να είναι λογικό να προβλεφθεί ότι το προηγούμενο πρότυπο συμπεριφοράς της ζήτησης θα συνεχιστεί στο μέλλον. Σε ένα τέτοιο σενάριο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποσοτικές προσεγγίσεις όπως η ανάλυση χρονοσειρών ή η αιτιώδης εξαγωγή συμπερασμάτων (περιστασιακή).

Η χρήση ποσοτικών προβλέψεων καθιστά αναγκαία μια προσέγγιση της πρόβλεψης της αλυσίδας εφοδιασμού με βάση τα δεδομένα. Εξαρτώνται από στατιστικά δεδομένα από προηγούμενες προσπάθειες ως εργαλεία για την πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο διάφορες πτυχές της επιχείρησης επηρεάζουν τη μελλοντική απόδοση. Όταν τα στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να αντλήσουν από τεράστια σύνολα δεδομένων, είναι γενικά πιο αξιόπιστα. Τα ακραία δεδομένα από μικρούς αριθμούς δειγμάτων ενδέχεται να αλλοιώσουν τα συμπεράσματα του μοντέλου. Οι ποσοτικές προβλέψεις, από την άλλη πλευρά, μπορεί να είναι ανακριβείς όταν τα δεδομένα είναι πολύ παλιά ή δεν αντικατοπτρίζουν σωστά τις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς.

Η ζήτηση (ή αντιστοίχως η τιμή ενός προϊόντος) ενδέχεται να ενεργεί ακανόνιστα κατά καιρούς. Ενίοτε, εμφανίζει προβλέψιμη συμπεριφορά, όπως τάσεις ή επαναλαμβανόμενα μοτίβα, τα οποία μπορεί να αντιπροσωπεύει η πρόβλεψη. Οι τάσεις, οι κύκλοι και τα εποχιακά μοτίβα είναι οι τρεις μορφές συμπεριφοράς της ζήτησης.

Οι προσεγγίσεις πρόβλεψης παλινδρόμησης (ή αιτιώδους πρόβλεψης) προσπαθούν να δημιουργήσουν μια μαθηματική σύνδεση (με τη μορφή ενός μοντέλου παλινδρόμησης) μεταξύ της ζήτησης και των μεταβλητών που την οδηγούν να συμπεριφέρεται όπως

συμπεριφέρεται. Το υπόλοιπο του παρόντος κεφαλαίου θα αφιερωθεί στις τεχνικές πρόβλεψης χρονοσειρών και παλινδρόμησης.

Η πρόβλεψη δεν είναι απλώς ο προσδιορισμός και η χρήση μιας μεθόδου για τον υπολογισμό μιας αριθμητικής εκτίμησης για το ποια θα είναι η ζήτηση ή κάποιος προσδιοριστικός της παράγοντας, όπως η τιμή, στο μέλλον. Είναι μια συνεχής διαδικασία που απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και προσαρμογή.

Οι μέθοδοι χρονοσειρών είναι στατιστικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν ιστορικά δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί διαχρονικά. Οι προσεγγίσεις χρονοσειρών υπονοούν ότι αυτό που συνέβη στο παρελθόν θα συμβεί ξανά στο μέλλον. Οι προσεγγίσεις αυτές, όπως υποδηλώνει και το όνομά τους, συνδέουν την πρόβλεψη με έναν μόνο παράγοντα: τον χρόνο. Περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τον κινητό μέσο όρο, την εκθετική εξομάλυνση και τη γραμμική παλινδρόμηση και είναι από τις πιο συνηθισμένες προσεγγίσεις για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις μεταξύ των επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών και των μεταποιητικών επιχειρήσεων. Οι τεχνικές αυτές βασίζονται στην υπόθεση ότι αναγνωρίσιμα ιστορικά πρότυπα ή τάσεις στη ζήτηση θα επαναληφθούν με την πάροδο του χρόνου.

Μια πρόβλεψη χρονοσειράς μπορεί να είναι τόσο βασική όσο η πρόβλεψη της ζήτησης ή της τιμής κατά την τρέχουσα περίοδο χρησιμοποιώντας τη ζήτηση ή αντιστοίχως την τιμή της προηγούμενης περιόδου. Αυτό αναφέρεται συχνά ως αφελής ή διαισθητική πρόβλεψη.

Η τεχνική του απλού κινητού μέσου όρου προβλέπει χρησιμοποιώντας διάφορα στοιχεία από το πρόσφατο παρελθόν. Αυτό τείνει να αμβλύνει, ή να εξομαλύνει, τις τυχαίες αυξήσεις και μειώσεις μιας πρόβλεψης μιας περιόδου. Ο απλός κινητός μέσος όρος είναι καλός για την πρόβλεψη σταθερής ζήτησης που δεν έχει σημαντική διαφοροποίηση στη συμπεριφορά, όπως τάση ή εποχιακό μοτίβο.

Οι κινητοί μέσοι όροι υπολογίζονται για συγκεκριμένες περιόδους ανάλογα με το πόσο επιθυμεί ο προγνώστης να "εξομαλύνει" τα δεδομένα της ζήτησης. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος του κινητού μέσου όρου, τόσο πιο ομαλή θα είναι.

Ένα άλλο εργαλείο ποσοτικής μεθόδου είναι η εκθετική εξομάλυνση, που αποτελεί μια άλλη προσέγγιση υπολογισμού του μέσου όρου που δίνει έμφαση στα πιο πρόσφατα δεδομένα. Ως αποτέλεσμα, η πρόβλεψη θα ανταποκρίνεται περισσότερο στις πρόσφατες μεταβολές της ζήτησης. Αυτό είναι επωφελές εάν οι πρόσφατες μεταβολές στα δεδομένα



είναι συνέπεια μιας αλλαγής, όπως μια εποχιακή τάση, και όχι απλώς τυχαίες ταλαντώσεις (για τις οποίες θα αρκούσε μια απλή πρόβλεψη κινητού μέσου όρου).

Για διάφορους λόγους, η εκθετική εξομάλυνση είναι μια από τις πιο δημοφιλείς και ευρέως χρησιμοποιούμενες προσεγγίσεις πρόβλεψης. Η εκθετική εξομάλυνση απαιτεί μικρό όγκο δεδομένων. Απαιτούνται μόνο η πρόβλεψη της τρέχουσας περιόδου, η πραγματική ζήτηση για την τρέχουσα περίοδο και ένας συντελεστής στάθμισης γνωστός ως σταθερά εξομάλυνσης.

Η μέθοδος αυτή είναι εύκολα κατανοητά από τη διοίκηση. Σχεδόν όλα τα πακέτα μ λογισμικού πρόβλεψης περιλαμβάνουν ενότητες για εκθετική εξομάλυνση. Το σημαντικότερο είναι ότι η εκθετική εξομάλυνση έχει καλό ιστορικό επιτυχίας. Έχει χρησιμοποιηθεί όλα αυτά τα χρόνια από πολλές εταιρείες που διαπίστωσαν ότι αποτελεί ακριβή μέθοδο πρόβλεψης.

### *2.6.2.1 Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονοσειρών*

#### *2.6.2.1.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naive)*

Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι η ζήτηση της επόμενης περιόδου θα είναι ίδια της τρέχουσας. Για την αποφυγή μεγάλου σφάλματος γίνεται χρήση της σε περίπτωση που είναι σταθερή η ζήτηση και για μικρό χρονικό ορίζοντα.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$F_{t+1} = D_t$$

όπου:

$F_{t+1}$ : η πρόβλεψη της ζήτησης για την επόμενη περίοδο

$D_t$ : η πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου

#### *2.6.2.1.2 Απλός Μέσος Όρος (Simple Mean)*

Ο Απλός Μέσος Όρος αποτελεί την πιο απλή μέθοδο πρόβλεψης ζήτησης, η οποία λαμβάνει ως δεδομένο ότι ο μέσος όρος της ζήτησης του παρελθόντος δείχνει την ζήτηση του μέλλοντος.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t D_i$$

όπου:

$F_{t+1}$  : η πρόβλεψη για το χρονικό διάστημα t+1

$D_i$ : οι παρελθούσες τιμές της μεταβλητής

t: το πλήθος των διαθέσιμων τιμών της μεταβλητής

Καθίσταται ιδανική μέθοδος όταν η χρονοσειρά της ζήτησης ακολουθεί επίπεδο μοτίβο. Μειονέκτημά της είναι ότι δεν υπολογίζονται η εποχιακή ζήτηση ή τυχαίες μεταβολές. Αυτό συμβαίνει διότι στο αποτέλεσμα συμμετέχουν ισοδύναμα όλες οι διαθέσιμες τιμές, οπότε δεν υπολογίζει εύκολα τις αλλαγές στο μοτίβο. (Λάμπρος Λάιος, 2010)

#### 2.6.2.1.3 Κινητός Μέσος Όρος (Moving Average)

Ο Κινητός Μέσος Όρος ή Moving Average (MA) είναι ιδανική μέθοδος πρόβλεψης όταν στην ζήτηση δεν εμφανίζονται διακυμάνσεις και εποχικότητα. Η διαφορά με τον απλό μέσο όρο είναι ότι αφαιρείται η παλαιότερη πρόβλεψη και προστίθεται η νέα πραγματική ζήτηση που έχει καταγραφεί. (Λάμπρος Λάιος, 2010)

Η ονομασία "κινητός" δίνεται γιατί γίνεται αντικατάσταση της παλαιότερης τιμής με την πιο πρόσφατη. Αυτό γίνεται γιατί θεωρούνται περισσότερο αντιπροσωπευτικές οι πρόσφατες τιμές από τις παλαιότερες.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t}^{t+n+1} D_i$$

όπου:

$F_{t+1}$  : η πρόβλεψη για το χρονικό διάστημα t+1

$D_i$ : οι πραγματικές τιμές της ζήτησης

t: η πιο πρόσφατη παρατήρηση

n: ο συνολικός αριθμός περιόδων που συμμετέχουν στο μέσο όρο

Είναι σημαντικό να γίνει επιλογή βέλτιστου αριθμού n που ελαχιστοποιεί το σφάλμα της πρόβλεψης. Στην περίπτωση που επιλεγεί μικρός αριθμός n, αυξάνεται η προσαρμοστικότητα των αποτελεσμάτων στην τάση αλλά παράλληλα επηρεάζεται εύκολα από ακραίες τιμές. Στην περίπτωση που επιλεγεί μεγάλος αριθμός n, εξομαλύνεται η δράση των ακραίων τιμών αλλά περιορίζεται η προσαρμογή στην τάση.

#### 2.6.2.1.4 Σταθμικός Μέσος Όρος (Weighted Moving Average)

Ο Σταθμικός Μέσος Όρος είναι ίδιος με τον κινητό μέσο όρο, με την μόνη διαφορά ότι προστίθενται συντελεστές βαρύτητας  $w$  σε κάθε χρονική περίοδο. Αυτό γίνεται δίνοντας χαμηλότερο βαθμό βαρύτητα σε προγενέστερες χρονικές περιόδους σε σχέση με τις πιο πρόσφατες περιόδους και έχει ως αποτέλεσμα την μη αλλοίωση της τάσης του πρόσφατου παρελθόντος.

Σχετικά με τους συντελεστές βαρύτητας που θα επιλεγούν στόχο θα πρέπει να έχουν την ελαχιστοποίηση του σφάλματος της πρόβλεψης με βάση την πραγματική ζήτηση και να αθροίζουν 1. Η χρήση ενός προγράμματος solver θα μπορούσε να βρει τους βέλτιστους συντελεστές. ( Λάιος, 2010), (Stevenson, 2007)

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$F_{t+1} = w_1 D_t + w_2 D_{t-1} + \dots + w_k D_{t-k+1}$$

όπου:

$F_{t+1}$  : η πρόβλεψη για το χρονικό διάστημα  $t+1$

$D_t$  : οι πραγματικές τιμές της ζήτησης

$t$ : το πλήθος των διαθέσιμων τιμών της μεταβλητής

$w_k$ : οι συντελεστές σταθμικής των  $k$  τιμών της χρονοσειράς, το άθροισμα των οποίων πρέπει να ισούται με την μονάδα

#### 2.6.2.1.5 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Single Exponential Smoothing)

Η μέθοδος της Εκθετικής Εξομάλυνσης συνιστά επέκταση του σταθμικού μέσου όρου με δεδομένο ότι οι συντελεστές βαρύτητας ακολουθούν εκθετική κατανομή, δίνει περισσότερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες περιόδους. Είναι μια μέθοδος πιο εύκολη και χρησιμοποιεί λιγότερα ιστορικά δεδομένα και καλή για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

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

όπου:

$F_{t+1}$  = η τιμή της πρόβλεψης για την επόμενη περίοδο

$D_t$  = η πραγματική ζήτηση για την περίοδο  $t$

$F_t$  = η προβλεπόμενη ζήτηση για την περίοδο  $t$

$t$ : το πλήθος των διαθέσιμων τιμών της μεταβλητής

$a$  = ένας σταθμισμένος παράγοντας ως σταθερά εξομάλυνσης

Η σταθερά εξομάλυνσης,  $a$ , κυμαίνεται μεταξύ 0,0 και 1,0. Αντικατοπτρίζει τη βαρύτητα που δίνεται στα πιο πρόσφατα στοιχεία ζήτησης.

Η δυσκολία αυτής της μεθόδου είναι η επιλογή της τιμής  $a$ . Συμπεραίνεται ότι αν  $a=1$ , η τιμή της πρόβλεψης της επόμενης περιόδου θα ισούται με την τιμή της πραγματικής ζήτησης της προηγούμενης περιόδου. Επίσης, μικρές τιμές για τον  $a$  οδηγούν σε συντηρητικές προβλέψεις και δίνουν περισσότερη βαρύτητα στις πρόσφατες περιόδους. Σε αντίθεση, μεγάλες τιμές για τον  $a$ , δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στις προβλέψεις και ευελιξία στις αλλαγές της ζήτησης. Ο βαθμός προκατάληψης της υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης της ζήτησης έχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση με τον συντελεστή ρυθμού  $a$ . (Λάμπρος Λάιος, 2010) (Reid and Sanders, 2002) (Makridakis et al., 1998)

#### 2.6.2.1.6 Εκθετική Εξομάλυνση με προσαρμογή στην τάση (Holt's Method)

Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης με προσαρμογή στην τάση (exponential smoothing adjusted for trend) ή διπλή εκθετική εξομάλυνση ή αλλιώς μέθοδος Holt, είναι ιδανική όταν υπάρχει τάση στις παρατηρήσεις της χρονοσειράς. Αύτη η μέθοδος έχει επιπλέον μια παράμετρο εξομάλυνσης σε σχέση με την απλή εκθετική εξομάλυνση. Έχει την παράμετρο  $a$  για την εξομάλυνση των τιμών της χρονοσειράς (επίπεδο) και την παράμετρο  $\beta$  για την εξομάλυνση της τάσης (κλίση). (Makridakis et al., 1998). Η πρόσθεση της ζήτησης  $S$  και της τάσης  $T$  ισούται με την πρόβλεψη της ζήτησης της επόμενης περιόδου.

Οι τύποι υπολογισμού είναι οι εξής:

$$F_{t+h} = S_t + hT_t$$

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Όπου:

$F_{t+h}$  : η πρόβλεψη της ζήτησης για το χρονικό διάστημα  $t$

$S_t$ : η εκτίμηση του επιπέδου για την περίοδο  $t$

$T_t$ : η εκτίμηση της τάσης της περιόδου  $t$

$D_t$ : η πραγματική τιμή της ζήτησης της προηγούμενης περιόδου  $t$

h: η χρονική περίοδος μετά την τελευταία παρατήρηση για την οποία θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη, λαμβάνει τιμές θετικές ακέραιες (συνήθως 1)

α: η παράμετρος εξομάλυνσης των τιμών της χρονοσειράς που λαμβάνει τιμές 0 έως 1

β: η παράμετρος εξομάλυνσης της τάσης που λαμβάνει τιμές 0 έως 1

Για  $t=1$  ορίζεται ως αρχική συνθήκη  $S_1 = D_1$  και  $T_1 = 0$ .

Οι τιμές των δύο παραμέτρων (α,β) επηρεάζουν τα αποτελέσματα των σφαλμάτων πρόβλεψης. Για την εύρεση των βέλτιστων τιμών για τις παραμέτρους μπορεί να εφαρμοστεί ανάλυση ευαισθησίας με τη χρήση προγράμματος solver. Οι μεγάλες τιμές των παραμέτρων δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στις πρόσφατες τιμές και αντιστρόφως. Αυτό μεταφράζεται σε μεγαλύτερη ευαισθησία σε αλλαγές που προκύπτουν σε S και T.

#### 2.6.2.1.7 Εκθετική Εξομάλυνση με προσαρμογή στην τάση και την Εποχικότητα (Holt Winter's Method)

Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης με προσαρμογή στην τάση και στην εποχικότητα (exponential smoothing adjusted for trend and seasonality) ή αλλιώς μέθοδος Winters,, είναι ιδανική όταν υπάρχει τάση και εποχικότητας στις παρατηρήσεις της χρονοσειράς. Αύτη η μέθοδος έχει επιπλέον μια παράμετρο εξομάλυνσης σε σχέση με την μέθοδο Holt. Έχει την παράμετρο α για την εξομάλυνση των τιμών της χρονοσειράς (επίπεδο) ,την παράμετρο β για την εξομάλυνση της τάσης (κλίση) και την παράμετρο γ για την εξομάλυνση της εποχικότητας. (Makridakis et al., 1998).

Οι τύποι υπολογισμού είναι οι εξής:

$$F_{t+h} = (S_t + hT_t)I_{t-s+h}$$

$$S_t = \alpha \frac{D_t}{I_{t-s}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \frac{D_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-s}$$

όπου:

$F_{t+h}$  : η πρόβλεψη της ζήτησης για h περιόδων

$S_t$ : η εκτίμηση της πρόβλεψης για την περίοδο t

$T_t$ : η εκτίμηση της τάσης για την περίοδο t

$I_t$ : η εκτίμηση του δείκτη εποχικότητας για την περίοδο  $t$

$D_t$ : η πραγματική τιμή της ζήτησης της περιόδου  $t$

$s$ : μήκος της εποχικότητας (π.χ. αριθμός μηνών ή τετραμήνων μέσα στο έτος)

$h$ : η χρονική περίοδος μετά την τελευταία παρατήρηση για την οποία θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη, λαμβάνει τιμές θετικές ακέραιες (συνήθως 1)

$\alpha$ : η παράμετρος εξομάλυνσης των τιμών της χρονοσειράς που λαμβάνει τιμές 0 έως 1

$\beta$ : η παράμετρος εξομάλυνσης της τάσης που λαμβάνει τιμές 0 έως 1

$\gamma$ : η παράμετρος εξομάλυνσης της εποχικότητας που λαμβάνει τιμές 0 έως 1

Για  $t=1$  ορίζεται ως αρχική συνθήκη  $S_1 = D_1$ ,  $T_1 = 0$  και  $I_1 = 1$

Για την επιλογή των τιμών των παραμέτρων ισχύουν ότι και στην προηγούμενη μέθοδο. Σημαντικό είναι, επίσης, ο δείκτης εποχικότητας να έχει υπολογιστεί από τα δεδομένα αρκετών ετών, αφού ο εποχικός κύκλος δεν επαναλαμβάνεται πανομοιότυπα κάθε χρόνο αλλά, αντιθέτως, υπόκειται σε διακυμάνσεις.

Ο λόγος  $\frac{D_t}{S_t}$  είναι ο δείκτης εποχικότητας (seasonal index) και χρησιμοποιείται πολλαπλασιαστικά με σκοπό να λαμβάνεται στην πρόβλεψη οι περιοδικές διακυμάνσεις, κορυφές και κοιλάδες (peaks and valleys).

#### 2.6.2.1.8 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (linear regression)

Η απλή ή ευθύγραμμη γραμμική παλινδρόμηση είναι ο πιο βασικός τύπος αιτιακής τεχνικής. Επειδή η σύνδεση μεταξύ των εξαρτημένων και των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι γραμμική, αυτή η τεχνική είναι κατάλληλη για ιστορικά δεδομένα που φαίνεται να ακολουθούν μια ευθεία γραμμή.

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$y = ax + b$$

όπου:

$y$ : η εξαρτημένη μεταβλητή (ζήτηση) προς πρόβλεψη

$x$ : ανεξάρτητη μεταβλητή (χρόνος) από δεδομένα

$a$ : κλίση της ευθείας που εκφράζει τη γραμμική σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής

$b$ : σταθερός όρος που ισούται με το  $y$  όταν το  $x$  ισούται με το μηδέν

Για να βρούμε την εξίσωση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης υποθέτουμε πως οι τιμές  $a, b$  πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων της κάθετης απόστασης μεταξύ των πραγματικών δεδομένων και των αντίστοιχων σημείων της ευθείας, δηλαδή των σφαλμάτων. (Reid and Sanders, 2002) (Makridakis et al., 1998)

#### 2.6.2.1.9 Αυτοπαλινδρόμηση (Autoregression)

Η αυτοπαλινδρόμηση εκφράζει μία μεταβλητή με γραμμικό τρόπο ως προς έναν αριθμό (υστέρηση) προηγούμενων εμφανίσεων της. Συγκεκριμένα, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$F_t = \sum_{i=1}^p a_i F_{t-i} + \varepsilon_t$$

όπου:

$F_t$ : η πρόβλεψη για το χρονικό διάστημα  $t$

$F_{t-i}$ : η πρόβλεψη για το χρονικό διάστημα  $t-i$

$a_i$ : ο συντελεστής (κλίση) της πρόβλεψης του χρονικού διαστήματος  $t-i$

$\varepsilon_t$ : θόρυβος

#### 2.6.2.2 Αξιολόγηση Μεθόδων μέσω των Σφαλμάτων Προβλέψεων

##### 2.6.2.2.1 MAD (Mean Absolute Deviation) - Μέση απόλυτη απόκλιση.

Η μέση απόλυτη απόκλιση ενός συνόλου δεδομένων είναι η μέση απόσταση μεταξύ κάθε σημείου δεδομένων και του μέσου όρου. Μας δίνει μια ιδέα για τη μεταβλητότητα ενός συνόλου δεδομένων.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

όπου:

$x_i$ : τιμή ζήτησης για την περίοδο  $i$

$\bar{x}$ : μέση τιμή

$n$ : αριθμός δεδομένων

#### 2.6.2.2.2 MSE (Mean Squared Error) - Μέση Τετραγωνικό Σφάλμα.

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) είναι επίσης γνωστό ως μέση τετραγωνική απόκλιση (MSD) - η αναλυτική του έκφραση μοιάζει πολύ με την διακύμανση SD με την έννοια ότι το MSE αναφέρεται σε N σημεία δεδομένων αντί για N-1..

$$MSE (units) = \sqrt{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right]}$$

όπου:

$n$ : ο αριθμός των παρατηρήσεων,

$y_i$ : η πραγματική τιμή,

$\hat{y}_i$ : η προβλεπόμενη τιμή.

Το MSE παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη βραχυπρόθεσμη απόδοση ενός μοντέλου, επιτρέποντας τη σύγκριση της πραγματικής διαφοράς μεταξύ της εκτιμώμενης και της μετρούμενης τιμής ανά περίοδο.

Όσο μικρότερη είναι η τιμή, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση του μοντέλου. Ένα μειονέκτημα αυτού του τεστ είναι ότι λίγα μεγάλα σφάλματα στο άθροισμα μπορεί να προκαλέσουν σημαντική αύξηση του MSE. Επιπλέον, η δοκιμή δεν κάνει διάκριση μεταξύ υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης.

#### 2.6.2.2.3 MAPE (Mean absolute percentage error) - Μέση εκατοστιαία απόλυτη απόκλιση.

Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) είναι ένα μέτρο του πόσο ακριβές είναι ένα σύστημα πρόβλεψης. Μετρά την ακρίβεια αυτή ως ποσοστό και μπορεί να υπολογιστεί ως το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα για κάθε χρονική περίοδο μείον τις πραγματικές τιμές διαιρούμενο με τις πραγματικές τιμές.

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

όπου:

$n$ : ο αριθμός των προσαρμοσμένων σημείων,

$A_t$ : η πραγματική τιμή,

$F_t$ : η προβλεπόμενη τιμή.



Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) είναι το πιο συνηθισμένο μέτρο που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη του σφάλματος και λειτουργεί καλύτερα εάν δεν υπάρχουν ακραίες τιμές στα δεδομένα (και μηδενικά).

#### 2.6.2.2.4 Τυπική απόκλιση

Μια στατιστική που ονομάζεται τυπική απόκλιση δείχνει πόσο ευρέως κατανεμημένη είναι μια συλλογή δεδομένων σε σχέση με τον μέσο όρο της. Μετρώντας την απόκλιση κάθε σημείου δεδομένων από τη μέση τιμή, η τυπική απόκλιση μπορεί να προσδιοριστεί ως η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Υπάρχει μεγαλύτερη διαφοροποίηση στο σύνολο δεδομένων εάν τα σημεία δεδομένων είναι πιο μακριά από τη μέση τιμή. Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση, τόσο πιο διασκορπισμένα είναι τα δεδομένα.

Η διαφορά μεταξύ κάθε αριθμού και του μέσου όρου είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση των τίτλων, υποδηλώνοντας ένα ευρύτερο φάσμα τιμών.

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

όπου:

$x_i$ : η τιμή του  $i$ -οστού σημείου στο σύνολο δεδομένων,

$\bar{x}$ : η μέση τιμή του συνόλου δεδομένων,

$n$ : ο αριθμός των σημείων στο σύνολο δεδομένων.

#### 2.6.2.2.5 Tracking Signal (TS) – Σήμα Παρακολούθησης

Το σήμα παρακολούθησης είναι μια μετρική που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί εάν η πραγματική ζήτηση ταιριάζει ή όχι με το προβλεπόμενο επίπεδο ή/και την τάση του προφίλ ζήτησης. Οι άνθρωποι διερευνούν τότε μια διεργασία είναι εκτός ελέγχου και χρειάζεται παρέμβαση στον Στατιστικό Έλεγχο Διεργασιών.

Ομοίως, το σήμα παρακολούθησης προσπαθεί να ανιχνεύσει αν υπάρχει μια τακτική τάση για τα πραγματικά να είναι υψηλότερα ή χαμηλότερα. Εάν η πρόβλεψη είναι συνεχώς χαμηλότερη από το πραγματικό ποσό ζήτησης, υπάρχει διαρκής υποπρόβλεψη και το σήμα παρακολούθησης είναι θετικό.

Το σήμα παρακολούθησης υπολογίζεται ως ο λόγος του αθροιστικού σφάλματος δια της μέσης απόλυτης απόκλισης. Το σωρευτικό σφάλμα μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό, οπότε και το TS μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό.

$$\textit{Tracking Signal} = \frac{\sum(\textit{Actual} - \textit{Forecast})_t}{\textit{MAD}}$$

## Κεφάλαιο 3: Πρόβλεψη ζήτησης στην εφοδιαστική αλυσίδα

### 3.1 Η έννοια της Διοίκησης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Οι προμηθευτές, οι πρώτες ύλες, τα κέντρα παραγωγής, οι αποθήκες, τα κέντρα διανομής, οι λιανοπωλητές, τα αποθέματα υπό επεξεργασία και τα τελικά αγαθά που φθάνουν στους πελάτες αποτελούν την αλυσίδα εφοδιασμού, γνωστή και ως δίκτυο εφοδιαστικής. Σε μια τυπική αλυσίδα εφοδιασμού, οι πρώτες ύλες λαμβάνονται, τα προϊόντα κατασκευάζονται σε ένα ή περισσότερα εργοστάσια, μεταφέρονται σε αποθήκες για ενδιάμεση αποθήκευση και, τέλος, μεταφέρονται στους εμπόρους ή στους καταναλωτές. Κατά συνέπεια, προκειμένου να μειωθεί το συνολικό κόστος και να βελτιωθεί η ποιότητα των υπηρεσιών, οι διάφορες τεχνικές διαχείρισης της αλυσίδας θα πρέπει να περιλαμβάνουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων φάσεων της αλυσίδας. (Simchi-Levi and Kaminsky, 2000).

Η παγκοσμιοποίηση της αγοράς και ο αυξημένος ανταγωνισμός στη παρούσα περίοδο έχουν ωθήσει τους προμηθευτές, τους κατασκευαστές και τους διανομείς να συγκεντρώσουν τις δραστηριότητές τους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία τεράστιων δικτύων που διαχειρίζονται όλους τους πόρους, τα αγαθά, τις πληροφορίες και το ζεστό κεφάλαιο. Κατά συνέπεια, κάθε στάδιο της παραγωγής και της διανομής, από τις πρώτες ύλες έως το ολοκληρωμένο προϊόν, μπορεί να ενσωματωθεί σε μια αλυσίδα εφοδιασμού (supply chain), συνδέοντας τους προμηθευτές υλικών, τους κατασκευαστές, τους διανομείς και τους πελάτες. (Agostino Villa, 2001)

Οι κύριες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού είναι οι αγορές από τους προμηθευτές, η μεταφορά ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων, η αποθήκευσή τους, η διαχείριση των αποθεμάτων και η διανομή των προϊόντων στους λιανοπωλητές ή στους τελικούς πελάτες.

Με βάση την απλή σύντομη περιγραφή της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού που παρατέθηκε παραπάνω, μπορούν να γίνουν διάφορες παρατηρήσεις. Αρχικά, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας εξετάζει κάθε στάδιο της παραγωγικής μονάδας (εγκατάστασης) που επηρεάζει το κόστος και επηρεάζει τη δημιουργία ενός προϊόντος που ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες του πελάτη. Δηλαδή, η επιτυχής διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας συνδέεται με τη διοίκηση των προμηθευτών, των εγκαταστάσεων παραγωγής, των χωρών αποθεμάτων, των κέντρων διανομής και των λιανοπωλητών.

Δεύτερον, στόχος της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί την αποτελεσματική και αποδοτική διαχείριση της όσον αφορά στο κόστος που δημιουργείται από τις διάφορες λειτουργίες του συνολικού συστήματος. Το συνολικό κόστος του συστήματος προκύπτει από τα διάφορα έξοδα των διαδικασιών, τα οποία κυμαίνονται από τη μεταφορά και τη διανομή των υλικών μέχρι τη διαχείριση των αποθεμάτων πρώτων υλών, ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων. Κατά συνέπεια, ο στόχος είναι να μειωθούν όλα αυτά τα ξεχωριστά έξοδα. Ως εκ τούτου, η έμφαση πρέπει να δοθεί στην αντιμετώπιση της αλυσίδας εφοδιασμού ως ολοκληρωμένου συστήματος και όχι απλώς στη μείωση του κόστους μεταφοράς ή των επιπέδων αποθεμάτων.

Η τρίτη παρατήρηση είναι ότι η διοίκησή της επικεντρώνεται στην επιτυχή ενσωμάτωση των προμηθευτών, των παραγωγών, των εθνών αποθηκών και των τελικών καταστημάτων όπου ο πελάτης θα αποκτήσει τα τελικά είδη.

Για δύο πρωταρχικούς λόγους, η ολοκλήρωση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι δύσκολο να εφαρμοστεί. Αρχικά, τα διάφορα τμήματα της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να έχουν ανταγωνιστικές ατζέντες. Οι προμηθευτές, για παράδειγμα, συχνά θέλουν οι παραγωγοί να δεσμευτούν για την αγορά μεγάλων ποσοτήτων σε σταθερές ποσότητες με μεταβλητές ημερομηνίες παράδοσης.

Ωστόσο, αν και οι περισσότεροι παραγωγοί θα ήθελαν να υλοποιήσουν μεγάλες παρτίδες παραγωγής, από την άλλη πλευρά πρέπει να είναι ευέλικτοι όσον αφορά τις ανάγκες των πελατών τους και τις αλλαγές στη ζήτηση.

Κατά συνέπεια, οι στόχοι των προμηθευτών έρχονται σε άμεση σύγκρουση με την απαίτηση των παραγωγών για ευελιξία. Ομοίως, ο στόχος των παραγωγών για μεγάλες παρτίδες παραγωγής συχνά συγκρούεται με τον στόχο τόσο των αποθηκών όσο και των κέντρων διανομής, που είναι η ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων. Ταυτόχρονα, το πρόβλημα επιδεινώνεται από το γεγονός ότι η προσπάθεια μείωσης των αποθεμάτων συνεπάγεται αύξηση του κόστους μεταφοράς.

Ο δεύτερος λόγος για τον οποίο η ολοκλήρωση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι δύσκολο να επιτευχθεί είναι ότι η αλυσίδα είναι ένα δυναμικό σύστημα που αναπτύσσεται συνεχώς. Στην πραγματικότητα, όχι μόνο η ζήτηση των καταναλωτών και η ικανότητα των προμηθευτών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, αλλά και οι συνδέσεις εντός της αλυσίδας εφοδιασμού.

Για παράδειγμα, όταν η δύναμη των καταναλωτών αυξάνεται, οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη πίεση για την παροχή μιας ευρείας γκάμας ειδών υψηλής ποιότητας και, τελικά, εξατομικευμένων προϊόντων.

Επίσης, ακόμη και όταν η ζήτηση των πελατών για συγκεκριμένα προϊόντα δεν μεταβάλλεται σε μεγάλο βαθμό, τα επίπεδα των αποθεμάτων και των παραγγελιών που επιστρέφονται πίσω στις εταιρείες παραγωγής ποικίλλουν σε ένα σημαντικό εύρος κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού (Simchi-Levi and Kaminsky,2000)

Στόχος κάθε αλυσίδας εφοδιασμού είναι η μεγιστοποίηση της συνολικής αξίας που παράγεται κατά μήκος της. Η αξία αυτή είναι η διαφορά μεταξύ της αξίας του τελικού προϊόντος για τον καταναλωτή και της προσπάθειας που επένδυσε η αλυσίδα για να ικανοποιήσει τη ζήτηση του πελάτη. Για τις περισσότερες εμπορικές αλυσίδες εφοδιασμού, η αξία είναι στενά συνδεδεμένη με την κερδοφορία της αλυσίδας, δηλαδή τη διαφορά μεταξύ των εσόδων του πελάτη και των συνολικών δαπανών που πραγματοποιούνται σε όλη την αλυσίδα.

Το συνολικό κέρδος που κατανέμεται σε όλες τις φάσεις της αλυσίδας εφοδιασμού είναι συνεπώς η κερδοφορία της αλυσίδας εφοδιασμού. Όσο μεγαλύτερη είναι η κερδοφορία, τόσο πιο επιτυχημένη θεωρείται η αλυσίδα εφοδιασμού. Είναι κρίσιμο να τονιστεί και να κατανοηθεί ότι η απόδοση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να μετράται συνολικά και όχι με βάση τα επιμέρους κέρδη που δημιουργούνται στις πολλές φάσεις που την απαρτίζουν. Συμπέρασμα, η εστίαση στην κερδοφορία ενός συγκεκριμένου σταδίου μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της συνολικής κερδοφορίας της αλυσίδας εφοδιασμού. (Alvarado και kotzab , 2001).

Κατά συνέπεια, η επιτυχία της αλυσίδας εφοδιασμού εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από την κερδοφορία της. Ο τελικός πελάτης είναι η μόνη πηγή εσόδων για κάθε αλυσίδα εφοδιασμού. Ο καταναλωτής είναι η μόνη πραγματική πηγή θετικών ταμειακών ροών σε μια αλυσίδα εφοδιασμού. Επειδή τα διάφορα στάδια έχουν ξεχωριστούς ιδιοκτήτες, όλες οι άλλες ταμειακές ροές είναι ουσιαστικά συναλλαγές κεφαλαίου που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος της. Εντός της αλυσίδας, όλες οι κινήσεις πληροφοριών, προϊόντων και κεφαλαίου δημιουργούν κόστος. Η επαρκής και αποτελεσματική διαχείριση αυτών των ροών είναι κρίσιμη για την επιτυχία της. Στη συνέχεια, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αναφέρεται ουσιαστικά στην αποτελεσματική διαχείριση των ροών μεταξύ των

διαφόρων σταδίων της εφοδιαστικής αλυσίδας για τη μεγιστοποίηση της συνολικής κερδοφορίας (Chopra and Meindl,2001).

Συνοψίζοντας, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένα σύνολο προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική συγκέντρωση σε μια ενιαία οντότητα προμηθευτών, παραγωγών, αποθηκών και αποθεμάτων, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να παράγεται και να διανέμεται στις σωστές ποσότητες, στους σωστούς προορισμούς και στον σωστό χρόνο, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα γενικά έξοδα του συστήματος και να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των πελατών. Οι πελάτες, οι λιανοπωλητές, οι χονδρέμποροι-διανομείς, οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές πρώτων υλών αποτελούν μέρος αυτής της αλυσίδας.

### **3.2 Ο ρόλος της ζήτησης και η σημασία της πρόβλεψής της στην Εφοδιαστική Αλυσίδα**

Το πρώτο βήμα στην διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού θα πρέπει να είναι η πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης. Στην περίπτωση της έλξης, απαιτείται πρόβλεψη ζήτησης για τον προσδιορισμό της ποσότητας της παραγωγής, αλλά στην περίπτωση της ώθησης, απαιτείται πρόβλεψη της δυναμικότητας για τον προγραμματισμό του επιπέδου δυναμικότητας που πρέπει να είναι διαθέσιμη.

Η πρόβλεψη έχει οριστεί με διάφορους τρόπους με την πάροδο των ετών. Αν και υπάρχουν διάφοροι ορισμοί της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, όλοι λειτουργούν στο ίδιο πλαίσιο και έχουν μια κοινή βάση.

Οι προβλέψεις έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να γνωρίζουν οι επιχειρήσεις και οι διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού προκειμένου να τις αξιοποιήσουν σωστά. Πρώτα απ' όλα, γνωστό θα πρέπει να είναι ότι οι προβλέψεις έχουν σημαντική πιθανότητα λάθους και συνεπώς θα πρέπει να περιλαμβάνουν τόσο την αναμενόμενη τιμή καθώς και ένα μέτρο σφάλματος πρόβλεψης.

Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζουν ότι οι μακροπρόθεσμες προβλέψεις είναι συχνά λιγότερο ακριβείς από τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις και ότι όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός συνάθροισης, τόσο ακριβέστερη είναι η πρόβλεψη.

Πριν αποφασίσει για μια προσέγγιση πρόβλεψης, μια επιχείρηση πρέπει να κατανοήσει το χρόνο αντίδρασης της αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς η πληροφορία αυτή καθορίζει το χρονικό σημείο για το οποίο πρέπει να δημιουργηθούν οι προβλέψεις.

Οι εταιρείες θεσπίζουν ένα σύνολο επιχειρησιακών πολιτικών για να διέπουν τις βραχυπρόθεσμες λειτουργίες. Ως αποτέλεσμα, οι εταιρείες ξεκινούν τη φάση του σχεδιασμού με την εκτίμηση της ζήτησης για τις διάφορες αγορές για τα επόμενα έτη. Στη συνέχεια, πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με το ποιες εγκαταστάσεις θα εξυπηρετούν ορισμένες αγορές, πού θα συγκεντρωθούν τα αποθέματα, τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων, το αν θα ανατεθούν τμήματα της παραγωγής σε υπεργολάβους, τη συχνότητα των προμηθειών και τελικά το χρόνο και το ποσό των εκστρατειών μάρκετινγκ. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι αποφάσεις που λαμβάνονται καθορίζουν το πλαίσιο βάσει του οποίου θα λειτουργεί η αλυσίδα εφοδιασμού για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο

Για τον χρονικό αυτό ορίζοντα, οι εταιρείες πρέπει πάντα να λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα της ζήτησης, τις διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών και τον ανταγωνισμό.

Μεταξύ των παραγόντων που πρέπει να λαμβάνει υπόψη της μια εταιρεία κατά την πρόβλεψη της ζήτησης για τα προϊόντα της είναι η ζήτηση του προηγούμενου έτους, οι προγραμματισμένες διαφημιστικές εκστρατείες, οι ενέργειες του τμήματος μάρκετινγκ, η θέση έκθεσης των προϊόντων της σε διάφορους καταλόγους, η κατάσταση της οικονομίας, οι προγραμματισμένες εκπτώσεις τιμών και οι ενέργειες των ανταγωνιστών. Συνεπώς, πριν αποφασίσει για μια προσέγγιση πρόβλεψης της ζήτησης, κάθε επιχείρηση πρέπει να διερευνήσει διεξοδικά όλες αυτές τις πτυχές. Για αυτόν το λόγο έχουν αναπτυχθεί τον τελευταίο καιρό αρκετές μέθοδοι πρόβλεψης (Anderson, Sweeney and Williams, 2003).

Οι προσεγγίσεις πρόβλεψης ταξινομούνται ως ποσοτικές ή ποιοτικές.

Τρεις είναι περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται οι ποσοτικές προσεγγίσεις. Αρχικά, η επιχείρηση πρέπει να έχει γνώση του παρελθόντος και του ιστορικού της μεταβλητής για την οποία δημιουργείται η πρόβλεψη. Δεύτερον, τα δεδομένα θα πρέπει να είναι μετρήσιμα και, τρίτον, θα πρέπει να γίνεται η υπόθεση ότι το προηγούμενο πρότυπο συμπεριφοράς της ζήτησης θα επαναληφθεί στο μέλλον. Σε αυτή την περίπτωση, οι ποσοτικές προσεγγίσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνουν κατα κόρον χρονοσειρές.

Η κρίση των εμπειρογνομώνων χρησιμοποιείται συνήθως σε ποιοτικές προσεγγίσεις πρόβλεψης. Αυτές οι προσεγγίσεις έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούνται όταν οι

πληροφορίες σχετικά με τη μεταβλητή που πρόκειται να προβλεφθεί δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν ή όταν δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα. Η μέθοδος Delphi, η μέθοδος της κρίσης εμπειρογνομόνων, η μέθοδος συγγραφής σεναρίων και η μέθοδος διαισθητικών προσεγγίσεων περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία. (Anderson, Sweeney and Williams,2003).

Μια απο τις ποικίλες προσεγγίσεις πρόβλεψης είναι γνωστή ως μέθοδος πρόβλεψης με την χρήση χρονοσειρών. Χρονοσειρές συνεπώς αποτελούν τα ιστορικά δεδομένα που περιορίζονται σε προηγούμενα επίπεδα ζήτησης, δηλαδή ιστορικά δεδομένα διαφόρων μεταβλητών. Ο στόχος αυτής της τεχνικής είναι να εντοπιστεί ένα ευρύ μοτίβο στη συμπεριφορά της ζήτησης με βάση τα δεδομένα του παρελθόντος και στη συνέχεια να προβλεφθεί πώς θα ενεργήσει η ζήτηση στο μέλλον. Ως αποτέλεσμα, η πρόβλεψη εξαρτάται μόνο από τις προηγούμενες τιμές της ζήτησης και μπορούν να διαχωριστούν τρεις τεχνικές χρονοσειρών. Πρώτον, υπάρχει η τεχνική εξομάλυνσης (κινητοί μέσοι όροι, σταθμισμένοι κινητοί μέσοι όροι και εκθετική εξομάλυνση), ακολουθούμενη από τη μέθοδο προβολής τάσεων και, τέλος, η μέθοδος προβολής τάσεων τροποποιημένη για την εποχικότητα.

Στις μεθοδολογίες αιτιώδους πρόβλεψης θεωρείται ότι η ζήτηση έχει σχέση αιτίου-αποτελέσματος με μία ή περισσότερες άλλες μεταβλητές. Οι αιτιώδεις μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στην ιδέα ότι οι προβλέψεις της ζήτησης συνδέονται σημαντικά με συγκεκριμένους εξωτερικούς παράγοντες, όπως η γενική κατάσταση της οικονομίας ή η κατεύθυνση των επιτοκίων. Αυτές οι προσεγγίσεις προσδιορίζουν τη σχέση μεταξύ της ζήτησης και των περιβαλλοντικών παραγόντων και στη συνέχεια προβλέπουν τη μελλοντική κατεύθυνση αυτών των στοιχείων για την πρόβλεψη της ζήτησης. Για παράδειγμα, όλοι κατανοούν ότι η τιμολόγηση ενός προϊόντος συνδέεται στενά με τη ζήτηση.

Συνεπώς, οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις προσεγγίσεις για να προβλέψουν τον αντίκτυπο μιας μελλοντικής αύξησης της τιμής ενός προϊόντος στη ζήτηση. Για παράδειγμα, η προσέγγιση της ανάλυσης παλινδρόμησης χρησιμοποιείται συνήθως ως αιτιώδες εργαλείο.

Οι τεχνικές εξομάλυνσης είναι ένας τύπος προσέγγισης χρονοσειρών. Οι προσεγγίσεις αυτές επιδιώκουν να εξομαλύνουν τις τυχαίες διακυμάνσεις που προκαλούνται από τη συνιστώσα αταξίας των μεθόδων χρονοσειρών. Οι μέθοδοι εξομάλυνσης είναι



κατάλληλες για μια σταθερή χρονοσειρά -δηλαδή μια χρονοσειρά που δεν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την τάση, την κυκλικότητα ή την εποχικότητα- καθώς ανταποκρίνονται αποτελεσματικά στις μεταβολές του επιπέδου της τελευταίας. Επιπλέον, οι μέθοδοι εξομάλυνσης είναι απλές στη χρήση και, σε γενικές γραμμές, παρέχουν υψηλό βαθμό ακρίβειας όταν πρόκειται για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, όπως οι προβλέψεις για τον επόμενο μήνα. Μία από τις μεθόδους εξομάλυνσης, η εκθετική μέθοδος, απαιτεί ελάχιστο όγκο δεδομένων και είναι επομένως μια καλή μέθοδος όταν οι προβλέψεις αφορούν μεγάλες ποσότητες προϊόντων. (Anderson, Sweeney και Williams,2003).

Μια άλλη προσέγγιση εξομάλυνσης είναι η μέθοδος του κινητού μέσου όρου, η οποία προβλέπει τη μελλοντική περίοδο λαμβάνοντας το μέσο όρο των τιμών των  $n$  πιο πρόσφατων σημείων δεδομένων της χρονοσειράς. Ο κινητός μέσος όρος είναι μαθηματικά ισοδύναμος με το ποσοστό του αθροίσματος των  $n$  πιο πρόσφατων δεδομένων τιμών προς τον αριθμό των  $n$  δεδομένων τιμών. Ο όρος κινούμενος αναφέρεται στο γεγονός ότι καθώς γίνονται νέες παρατηρήσεις της ζήτησης, τα νέα δεδομένα αντικαθιστούν τα παλαιότερα δεδομένα στην παραπάνω μαθηματική εξίσωση και υπολογίζεται ο νέος μέσος όρος. Ως αποτέλεσμα, ο μέσος όρος μετατοπίζεται σε ανταπόκριση στις νέες μετρήσεις της ζήτησης.

Κάθε παρατήρηση λαμβάνει την ίδια βαρύτητα στους υπολογισμούς όταν χρησιμοποιείται η τεχνική του κινητού μέσου όρου. Όταν χρησιμοποιείται η τεχνική του σταθμισμένου κινητού μέσου όρου, κάθε παρατήρηση λαμβάνει διαφορετικό βάρος και υπολογίζεται ο σταθμισμένος μέσος όρος των  $n$  πιο πρόσφατων τιμών ζήτησης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η πιο πρόσφατη τιμή έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα, ενώ η βαρύτητα των παλαιότερων δεδομένων μειώνεται (Anderson, Sweeney and Williams,2003).

Ο σταθμισμένος μέσος όρος των τιμών της χρονοσειράς κατά τη διάρκεια της προβλεπόμενης περιόδου χρησιμοποιείται στην εκθετική εξομάλυνση. Πρόκειται για μια παραλλαγή της προσέγγισης του σταθμισμένου κινητού μέσου όρου στην οποία χρησιμοποιείται μόνο ένα βάρος, αυτό της πιο πρόσφατης παρατήρησης.

Η πρόβλεψη τάσεων προσαρμοσμένη για την εποχικότητα είναι ένας τύπος τεχνικής χρονοσειρών. Τόσο η συνιστώσα της τάσης όσο και η συνιστώσα της εποχικότητας καλύπτονται σε αυτό το παράδειγμα πρόβλεψης.

Πολλές καταστάσεις στο εμπόριο και τα οικονομικά περιλαμβάνουν συγκρίσεις από περίοδο σε περίοδο. Παραδείγματος χάρη, μπορεί να είναι σημαντικός παράγοντας για εμάς το γεγονός ότι η ανεργία αυξήθηκε κατά 2% σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα ή ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκε κατά 3% σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα. (Anderson, Sweeney και Williams,2003).

Τέλος, οι προσεγγίσεις προσομοίωσης χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της ζήτησης με την προσομοίωση των επιλογών των καταναλωτών που δημιουργούν αύξηση της ζήτησης. Μια επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει την προσομοίωση για να συνδυάσει την τεχνική των χρονοσειρών με τη μέθοδο της αιτιώδους πρόβλεψης για να απαντήσει σε ζητήματα όπως ποια θα ήταν η επίπτωση μιας αύξησης των τιμών ή ποια θα ήταν η επίπτωση αν ένας ανταγωνιστής ίδρυε ένα κατάστημα κοντά στην επιχείρησή μας. (Chopra και Meindl,2001).

## Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία και Πρακτική Εφαρμογή των Μεθόδων Πρόβλεψης

### 4.1 Μεθοδολογία – Δείγμα

Στο Κεφάλαιο αυτό αναλύεται η εμπειρική μελέτη των δεδομένων που έχει ως στόχο την ανίχνευση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών, με γνώμονα πάντα, την ορθή αποτύπωση των μεθοδολογικών προτύπων και μεθόδων πρόβλεψης των δεδομένων.

Τα προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της παρούσας εργασίας και δει των μεθόδων πρόβλεψης είναι τα εξής<sup>1</sup>:

- Η Ζήτηση των προϊόντων η οποία ονομάζεται: `Order_Demand`, και αποτελεί τον σταθμισμένο όρο των δεδομένων ζήτησης προϊόντων της εφοδιαστική αλυσίδας.
- Το προϊόν Α το οποίο αποτελεί την τιμή του βόειου κρέατος και ονομάζεται: `Price_beef_kilo`
- Το προϊόν Β το οποίο αποτελεί την τιμή του ρυζιού και ονομάζεται: `Price_rice_kilo`
- Το προϊόν Γ το οποίο αποτελεί την τιμή του καφέ και ονομάζεται: `Price_coffee_kilo`

Όπως παρουσιάζεται και παραπάνω αναλύονται βασικά αγαθά και προσπαθούμε να προβλέψουμε την μελλοντική τους πορεία. Συγκεκριμένα, προσπαθούμε να προβλέψουμε την τιμή των παραπάνω προϊόντων, η οποία αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον προσδιορισμό της αντίστοιχης ζήτησης των προϊόντων αυτών. Σε ό,τι αφορά τις μεθόδους πρόβλεψης που θα χρησιμοποιηθούν, αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. Ένας απλός κινητός μέσος όρος (SMA), που υπολογίζει τον μέσο όρο ενός επιλεγμένου εύρους τιμών με τον αριθμό των περιόδων σε αυτό το εύρος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, επιλέγουμε απλό κινητό μέσο τριών (3) περιόδων.
2. Η απλή εκθετική εξομάλυνση για τιμή  $\alpha = 0,9$  των παραμέτρων εξομάλυνσης βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και με τη χρήση της μεθόδου δοκιμής και σφάλματος.
3. Τέλος χρησιμοποιείται η πρόβλεψη μέσω του οικονομετρικού προγράμματος Eviews, για την εφαρμογή μοντέλου πρόβλεψης αυτοπαλινδρόμησης με 5

---

<sup>1</sup> <https://www.kaggle.com/>

υστερήσεις. Επιλέχθηκε η χρήση 5 υστερήσεων λόγω εποχικότητας. Τα δεδομένα παρουσιάζουν εποχιακά μοτίβα, ο αριθμός των καθυστερήσεων που περιλαμβάνονται ενδέχεται να αντιστοιχεί στη διάρκεια του εποχιακού κύκλου και αφού τα δεδομένα έχουν έναν εποχιακό κύκλο που επαναλαμβάνεται κάθε πέντε περιόδους, αυτό θα μπορούσε να δικαιολογήσει τη χρήση πέντε καθυστερήσεων.

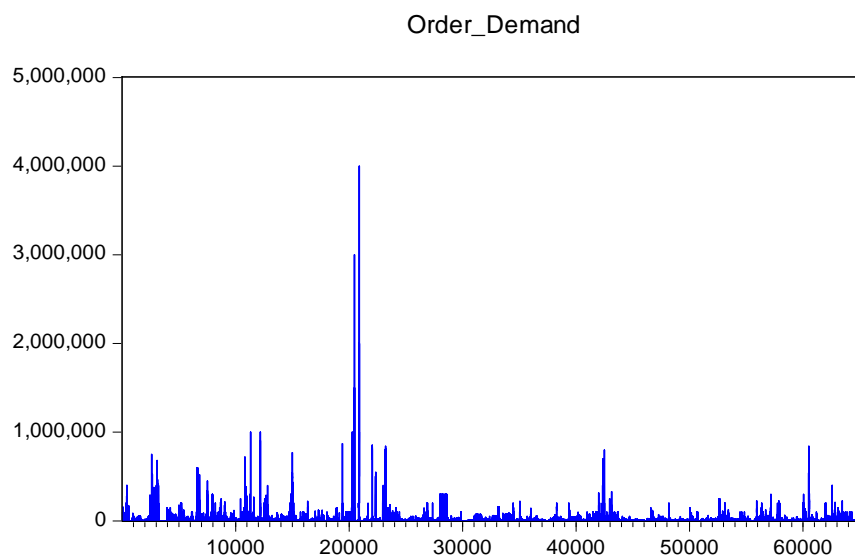
Η απόκτηση των δεδομένων από το βόειο κρέας, το ρύζι και τον καφέ είναι ένα πολύπλοκο έργο που απαιτεί εκτεταμένη έρευνα και συνεργασία σε διάφορους τομείς. Για τη συλλογή σχετικών πληροφοριών, χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές πηγές, αλλά κυρίως χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων World Bank. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων περιλάμβανε την παρακολούθηση των επιπέδων παραγωγής, των προτύπων κατανάλωσης, των τάσεων των τιμών, των στατιστικών εξαγωγών-εισαγωγών και του αντίκτυπου παραγόντων όπως η κλιματική αλλαγή και η παγκόσμια ζήτηση.

## 4.2 Περιγραφική Στατιστική

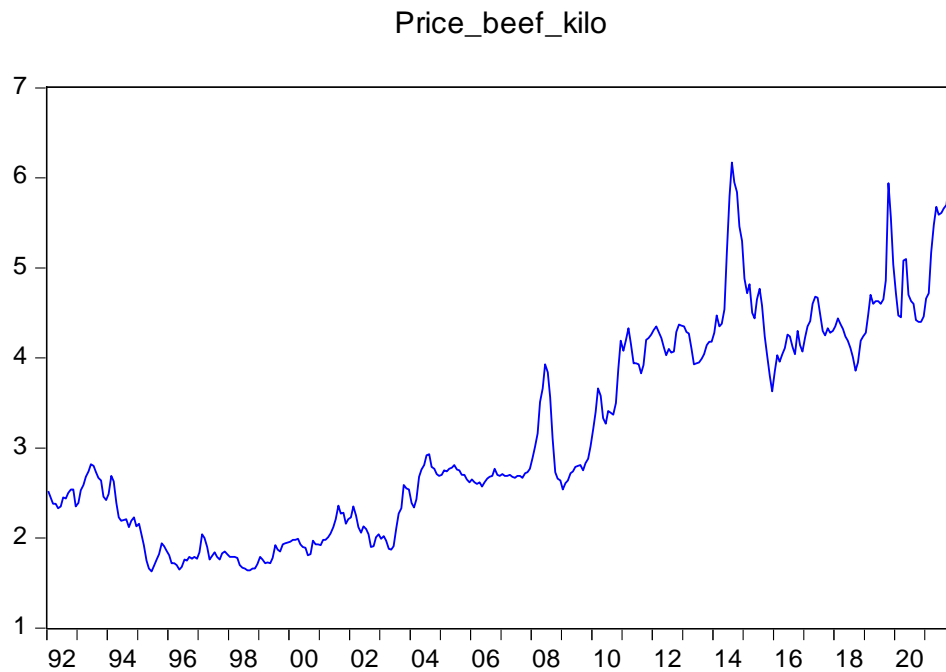
Ως πρώτο βήμα της ανάλυσης μας, παρουσιάζονται οι πίνακες, της περιγραφικής στατιστικής, οι οποίοι είναι σύντομες περιγραφικές μεταβλητές που συνοψίζουν ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων.

Πρώτο βήμα αποτελεί η ανάλυση των διαγραμμάτων των τριών μας μεταβλητών. Από τα διαγράμματα 1 έως 4 παρουσιάζονται οι γραφικές παραστάσεις των μεταβλητών.

### Διάγραμμα 1: Διάγραμμα της μεταβλητής: order demand



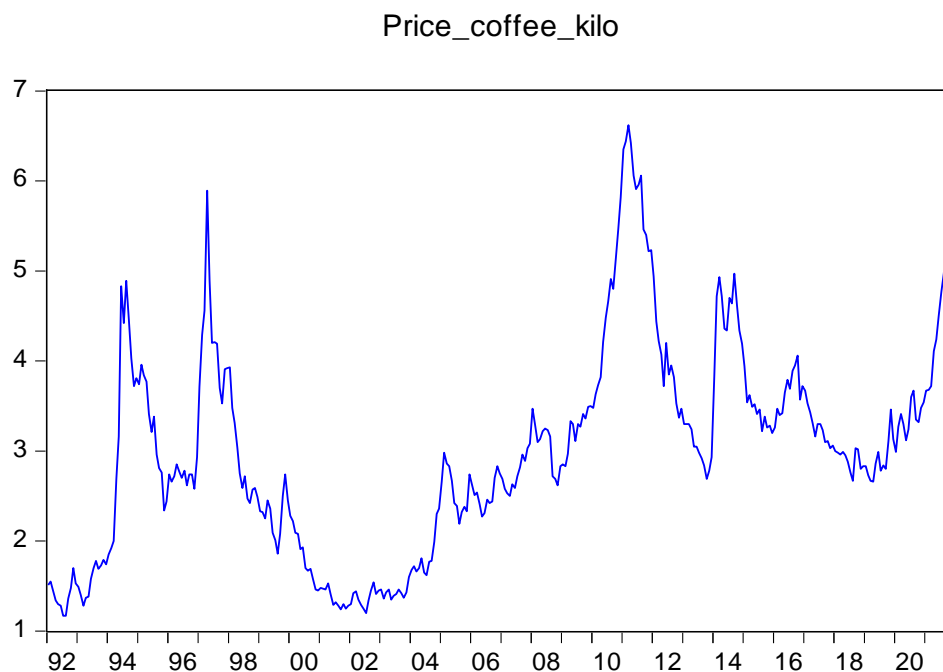
**Διάγραμμα 2: Διάγραμμα της μεταβλητής: Price\_beef\_kilo σε συνάρτηση με τον χρόνο**



**Διάγραμμα 3: Διάγραμμα της μεταβλητής: Price\_rice\_kilo σε συνάρτηση με τον χρόνο**



**Διάγραμμα 4: Διάγραμμα της μεταβλητής: Price\_coffee\_kilo σε συνάρτηση με τον χρόνο**



Αφού παρουσιάστηκαν οι γραφικές παραστάσεις των υπό εξέταση μεταβλητών, επόμενο βήμα είναι η αποτύπωση των πινάκων περιγραφικής στατιστικής.

**Πίνακας 1: Περιγραφική Στατιστική**

	<b>PRICE_COFFEE_KI</b>		
	<b>LO</b>	<b>PRICE_BEEF_KILO</b>	<b>PRICE_RICE_KILO</b>
<b>Mean</b>	2.999722	3.152056	0.364083
<b>Median</b>	2.940000	2.730000	0.345000
<b>Maximum</b>	6.620000	6.170000	0.910000
<b>Minimum</b>	1.170000	1.630000	0.160000
<b>Std. Dev.</b>	1.164001	1.167673	0.131201
<b>Skewness</b>	0.611301	0.513954	0.701815
<b>Kurtosis</b>	3.272348	2.138981	3.610842
<b>Jarque-Bera</b>	23.53394	26.96922	35.14955
<b>Probability</b>	0.000008	0.000001	0.000000

<b>Sum</b>	1079.900	1134.740	131.0700
<b>Sum Sq. Dev.</b>	486.4084	489.4825	6.179697
<b>Observations</b>	360	360	360

Επόμενο βήμα είναι η ανάλυση της πρόβλεψης για κάθε ένα προϊόν, το οποίο θα εξετάσει την αναμενόμενη πρόβλεψη, μέσα από διαφορετικές μεθόδους.

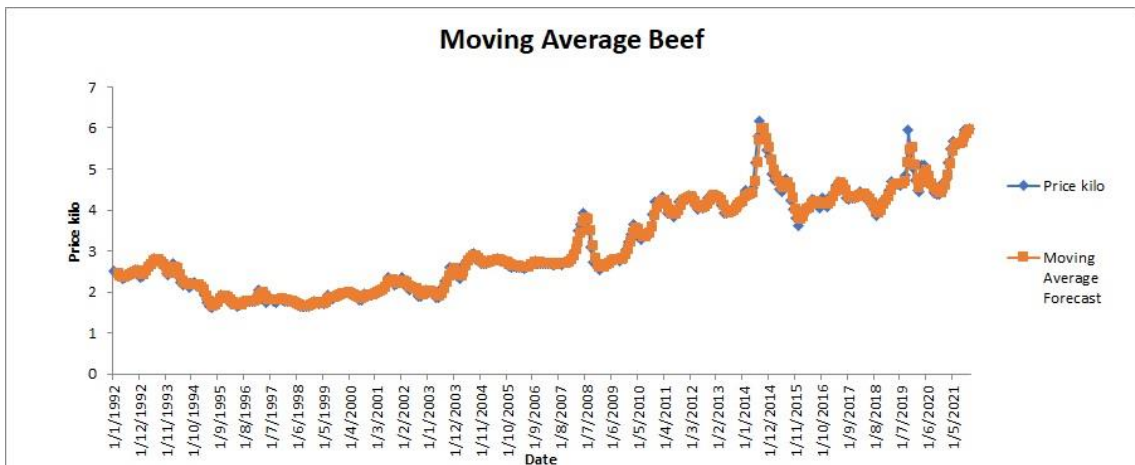
### 4.3 Πρόβλεψη για το Προϊόν Α – Price Beef Kilo

Η πρώτη υπό εξέταση μεταβλητή περιλαμβάνει την τιμή του κρέατος ως πρώτου προϊόντος Α, και θα ακολουθηθούν οι τρεις διαφορετικοί τρόποι πρόβλεψης της ζήτησης για το εν λόγω προϊόν.

#### 4.3.1 Απλός Κινητός Μέσος

Το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει τον Απλό Κινητό Μέσο του προϊόντος Α, όπως αυτός έχει διαμορφωθεί από το σύνολο των 360 παρατηρήσεων. Το παράρτημα περιλαμβάνει και ένα δείγμα (50 στο σύνολο) των παρατηρήσεων για τον υπολογισμό του κινητού μέσου.

**Διάγραμμα 5: Moving Average: Price beef kilo**



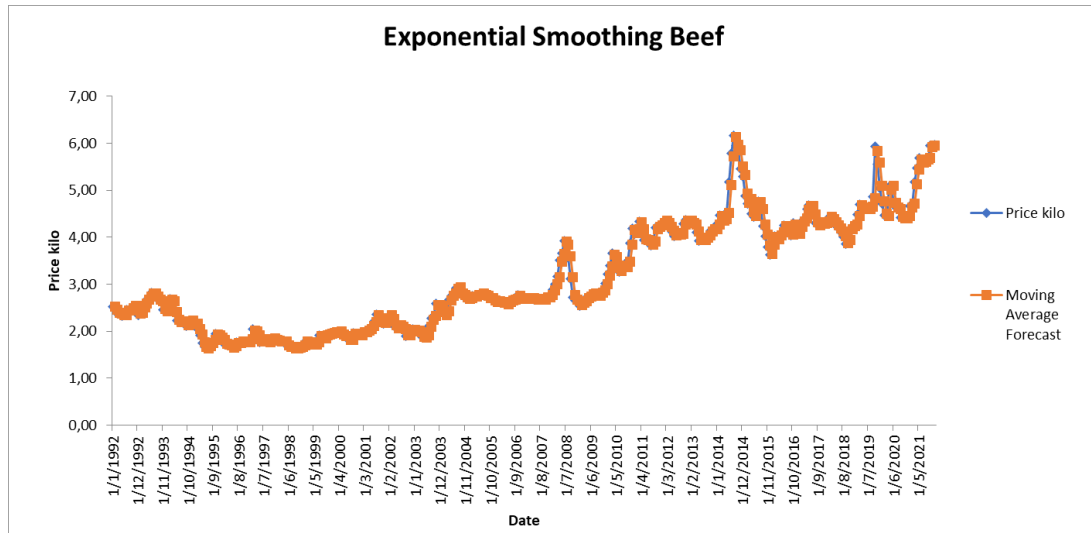
Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,97.

#### 4.3.2 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση

Εν συνεχεία, το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει το αποτέλεσμα της απλής εκθετικής εξομάλυνσης του προϊόντος Α, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί από το σύνολο των 360 παρατηρήσεων. Για τον υπολογισμό πήραμε ως σφάλμα συντελεστή

απόσβεσης (Damping Factor) το 0.9, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και τη χρήση δοκιμής και σφάλματος.

#### Διάγραμμα 6: Exponential Smoothing: Price beef kilo



Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,64.

#### 4.3.3 Πρόβλεψη Eviews

Μέσα από την εφαρμογή του οικονομετρικού προγράμματος του Eviews με αυτοπαλινδρόμηση, υπολογίζονται οι πέντε συντελεστές και η σταθερά για το προτεινόμενο μοντέλο πρόβλεψης 5 υστερήσεων για το Προϊόν Α.

**Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε είναι :**

$$price\_beef\_kil = c(1) + c(2) * price\_beef\_kilo(-1) + c(3) * price\_beef\_kilo(-2) + c(4) * price\_beef\_kilo(-3) + c(5) * price\_beef\_kilo(-4) + c(6) * price\_beef\_kilo(-5)$$



## Πίνακας 2: Αυτοπαλινδρόμηση Eviews: Price beef kilo

Dependent Variable: PRICE\_BEEF\_KILO

Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)

Date: 04/11/22 Time: 16:51

Sample (adjusted): 1992M06 2021M12

Included observations: 355 after adjustments

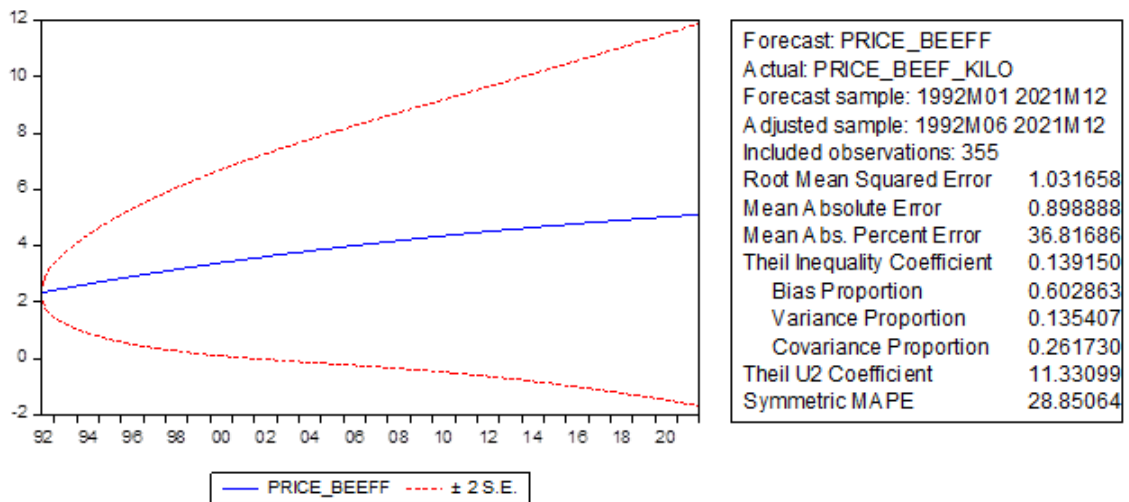
PRICE\_BEEF\_KILO=C(1)+C(2)\*PRICE\_BEEF\_KILO(-1)+C(3)  
 \*PRICE\_BEEF\_KILO(-2)+C(4)\*PRICE\_BEEF\_KILO(-3)+C(5)  
 \*PRICE\_BEEF\_KILO(-4)+C(6)\*PRICE\_BEEF\_KILO(-5)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.016091	0.021831	0.737052	0.4616
C(2)	1.410134	0.053281	26.46616	0.0000
C(3)	-0.573400	0.092236	-6.216664	0.0000
C(4)	0.178125	0.097066	1.835093	0.0673
C(5)	-0.113391	0.092749	-1.222564	0.2223
C(6)	0.096097	0.053880	1.783545	0.0754
R-squared	0.986062	Mean dependent var		3.162479
Adjusted R-squared	0.985863	S.D. dependent var		1.172524
S.E. of regression	0.139414	Akaike info criterion		-1.085982
Sum squared resid	6.783250	Schwarz criterion		-1.020537
Log likelihood	198.7617	Hannan-Quinn criter.		-1.059946
F-statistic	4938.200	Durbin-Watson stat		2.025232
Prob(F-statistic)	0.000000			

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι έχουμε  $t - statistic = 26,46$  και  $p - value = 0,000$  για την μεταβλητή C(2),  $t - statistic = -6,21$  και  $p - value = 0,000$  για την μεταβλητή C(3),  $t - statistic = 1,783$  και  $p - value = 0,0754$  για την μεταβλητή C(6),  $t - statistic = 1,83$  και  $p - value = 0,0673$  για την μεταβλητή C(4) άρα έχουμε στατιστική σημαντικότητα και μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση.

Εν συνεχεία προχωράμε στην πρόβλεψη forecast μέσω Eviews, με τη χρήση αυτοπαλινδρόμησης. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το  $R^2$  είναι 0.986062, που σημαίνει ότι η αυτοπαλινδρόμηση αυτή ερμηνεύει το 98.6% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της τιμή του βόειου κρέατος.

### Πίνακας 3: Forecast Views: Price beef kilo



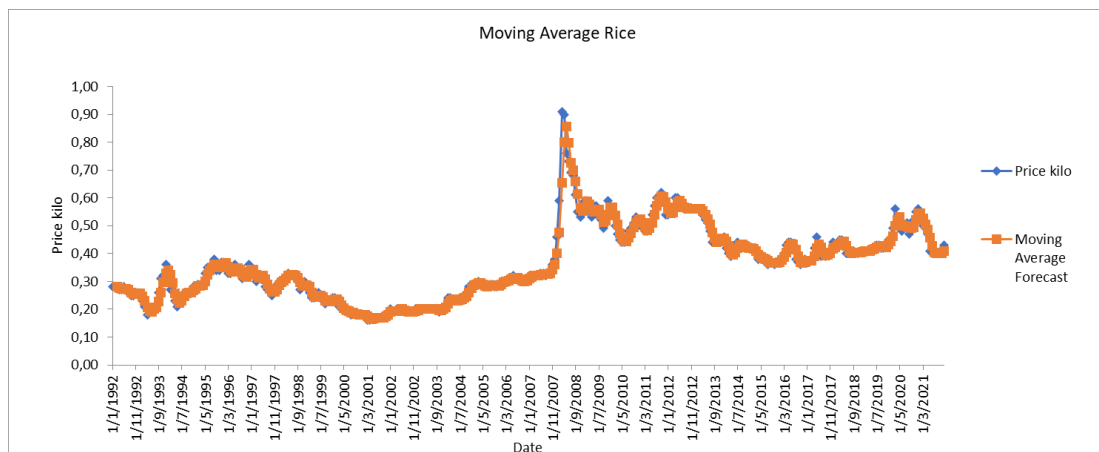
### 4.4 Πρόβλεψη για το Προϊόν Β – Price Rice Kilo

Η δεύτερη υπό εξέταση μεταβλητή περιλαμβάνει την τιμή του ρυζιού ως δεύτερου προϊόντος Β, και θα ακολουθηθούν οι τρεις διαφορετικοί τρόποι πρόβλεψης της ζήτησης για το εν λόγω προϊόν.

#### 4.4.1 Απλός Κινητός Μέσος

Το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει τον Απλό Κινητό Μέσο του προϊόντος Β, όπως αυτός έχει διαμορφωθεί από το σύνολο των 360 παρατηρήσεων.

#### Διάγραμμα 7 : Moving Average: Price rice kilo



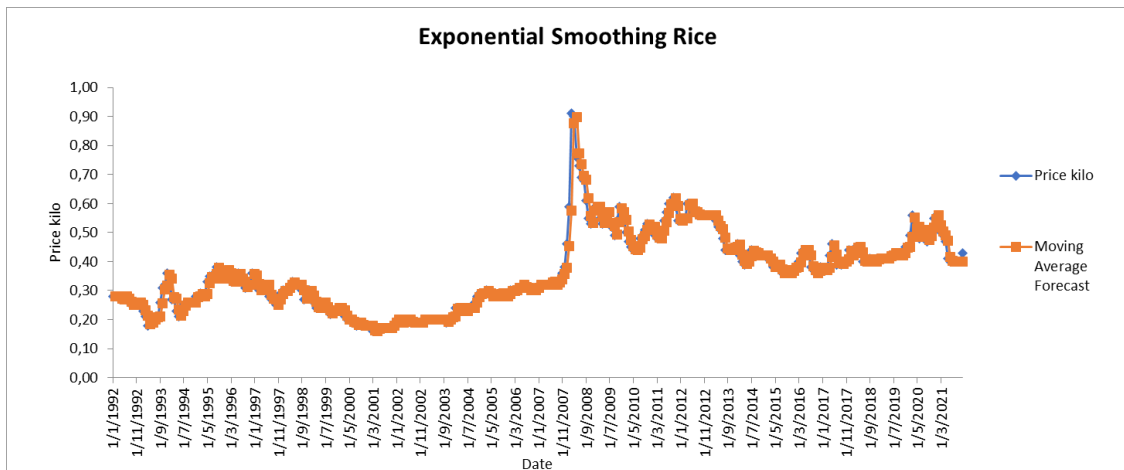
Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,94.

#### 4.4.2 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση

Εν συνεχεία το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει το αποτέλεσμα της απλής εκθετικής εξομάλυνσης του προϊόντος Β, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί από το σύνολο

των 360 παρατηρήσεων. Για τον υπολογισμό πήραμε ως σφάλμα Damping Factor 0.9 σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Adhikari 2005) και τη χρήση δοκιμής και σφάλματος.

#### Διάγραμμα 8 : Exponential Smoothing: Price rice kilo



Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,53.

#### 4.4.3 Πρόβλεψη Eviews

Μέσα από την εφαρμογή του οικονομετρικού προγράμματος του Eviews με αυτοπαλινδρόμηση, υπολογίζονται οι πέντε συντελεστές και η σταθερά για το προτεινόμενο μοντέλο πρόβλεψης 5 υστερήσεων για το Προϊόν Β.

**Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε είναι :**

$$price\_rice\_kil = c(1) + c(2) * price\_rice\_kilo(-1) + c(3) * price\_rice\_kilo(-2) + c(4) * price\_rice\_kilo(-3) + c(5) * price\_rice\_kilo(-4) + c(6) * price\_rice\_kilo(-5)$$

### Πίνακας 3: Αυτοπαλινδρόμηση Eviews: Price rice kilo

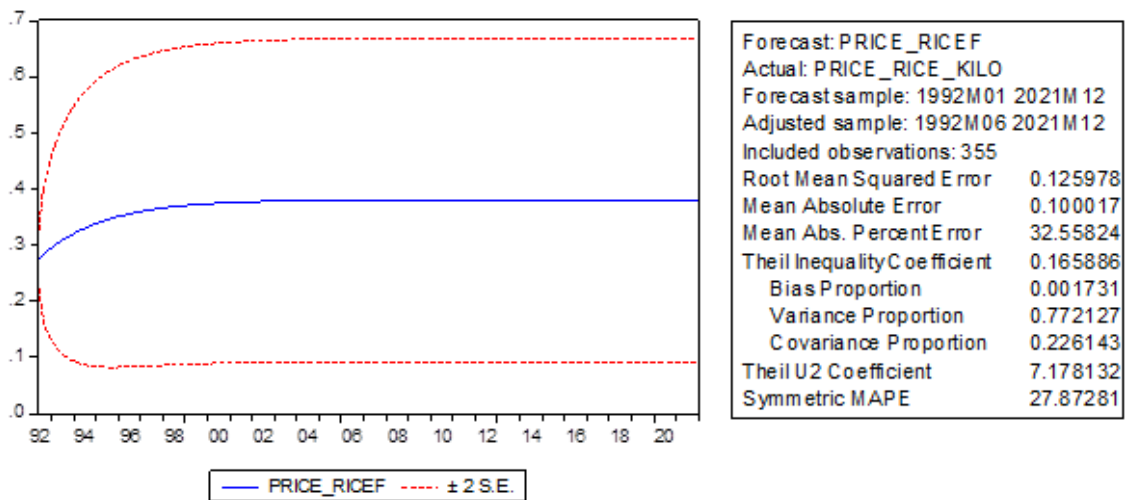
Dependent Variable: PRICE\_RICE\_KILO  
 Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)  
 Date: 04/11/22 Time: 18:43  
 Sample (adjusted): 1992M06 2021M12  
 Included observations: 355 after adjustments  
 PRICE\_RICE\_KILO=C(1)+C(2)\*PRICE\_RICE\_KILO(-1)+C(3)  
 \*PRICE\_RICE\_KILO(-2)+C(4)\*PRICE\_RICE\_KILO(-3)+C(5)  
 \*PRICE\_RICE\_KILO(-4)+C(6)\*PRICE\_RICE\_KILO(-5)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.009149	0.004170	2.194230	0.0289
C(2)	1.367547	0.053558	25.53375	0.0000
C(3)	-0.567069	0.090730	-6.250050	0.0000
C(4)	0.190388	0.095131	2.001326	0.0461
C(5)	-0.068408	0.090714	-0.754103	0.4513
C(6)	0.053509	0.053515	0.999883	0.3181
R-squared	0.961722	Mean dependent var		0.365324
Adjusted R-squared	0.961173	S.D. dependent var		0.131702
S.E. of regression	0.025951	Akaike info criterion		-4.448449
Sum squared resid	0.235037	Schwarz criterion		-4.383004
Log likelihood	795.5996	Hannan-Quinn criter.		-4.422413
F-statistic	1753.691	Durbin-Watson stat		1.992099
Prob(F-statistic)	0.000000			

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι έχουμε  $t - statistic = 2,19$  και  $p - value = 0,028$  για την μεταβλητή C(1),  $t - statistic = 25,53$  και  $p - value = 0,000$  για την μεταβλητή C(2),  $t - statistic = -6,25$  και  $p - value = 0,00$  για την μεταβλητή C(3),  $t - statistic = 2,00$  και  $p - value = 0,04$  για την μεταβλητή C(4) άρα έχουμε στατιστική σημαντικότητα και μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το  $R^2$  είναι 0.961722, που σημαίνει ότι η αυτοπαλινδρόμηση αυτή ερμηνεύει το 96,17% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της τιμή του ριζιού.

Εν συνεχεία προχωράμε στην πρόβλεψη forecast μέσω Eviews.

#### Πίνακας 4: Forecast Views: Price rice kilo



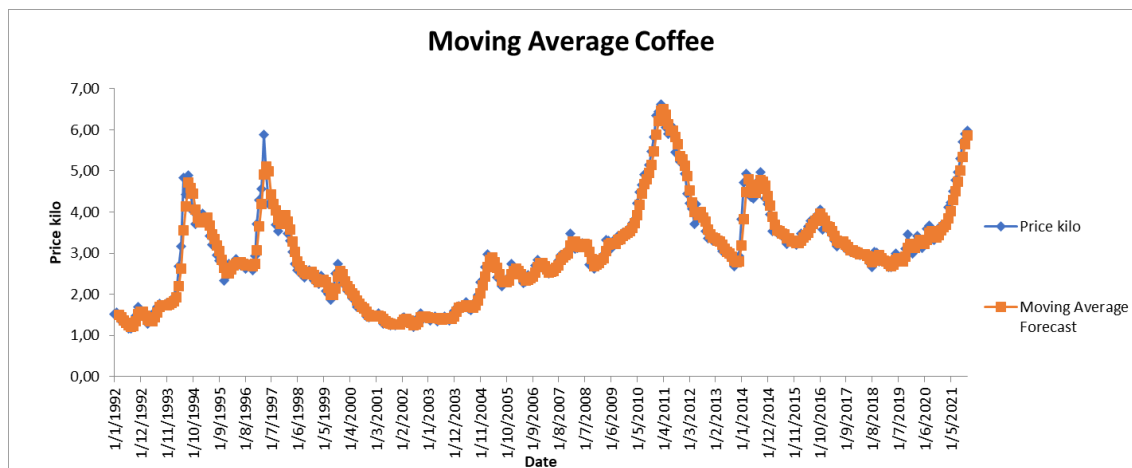
#### 4.5 Πρόβλεψη για το Προϊόν Γ – Price Coffee Kilo

Η τρίτη υπό εξέταση μεταβλητή περιλαμβάνει την τιμή του καφέ ως τρίτου προϊόντος Γ, και θα ακολουθηθούν οι τρεις διαφορετικοί τρόποι πρόβλεψης της ζήτησης για το εν λόγω προϊόν.

##### 4.5.1 Απλός Κινητός Μέσος

Το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει τον Απλό Κινητό Μέσο του προϊόντος Γ, όπως αυτός έχει διαμορφωθεί από το σύνολο των 360 παρατηρήσεων.

#### Διάγραμμα 9 : Moving Average: Price coffee kilo



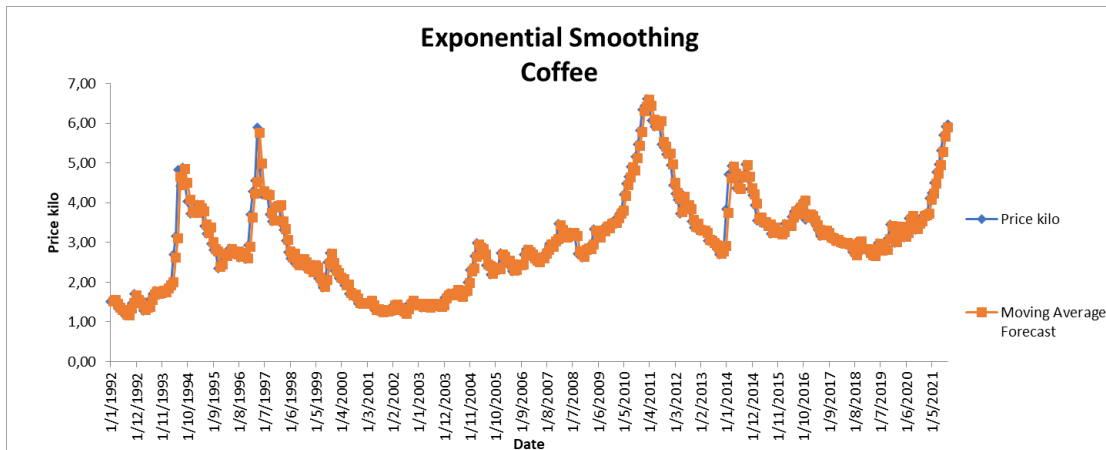
Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,68.

##### 4.5.2 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση

Εν συνεχεία το παρακάτω διάγραμμα μας φανερώνει το αποτέλεσμα της απλής εκθετικής εξομάλυνσης του προϊόντος Γ, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί από το σύνολο

των 360 παρατηρήσεων. Το παράρτημα περιλαμβάνει και ένα δείγμα (50 στο σύνολο) των παρατηρήσεων για τον υπολογισμό του κινητού μέσου. Για τον υπολογισμό πήραμε ως σφάλμα Damping Factor 0.9 σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Adhikari 2005) και τη χρήση δοκιμής και σφάλματος.

#### Διάγραμμα 10 : Exponential Smoothing: Price\_Coffee\_kilo



Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) υπολογίζεται 0,61.

#### 4.5.3 Πρόβλεψη Eviews

Μέσα από την εφαρμογή του οικονομετρικού προγράμματος του Eviews με αυτοπαλινδρόμηση, υπολογίζονται οι πέντε συντελεστές και η σταθερά για το προτεινόμενο μοντέλο πρόβλεψης 5 υστερήσεων για το Προϊόν Γ.

**Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε είναι :**

$$\begin{aligned}
 price\_coffee\_kilo &= c(1) + c(2) * price\_coffee\_kilo(-1) + c(3) * price\_coffee\_kilo(-2) \\
 &+ c(4) * price\_coffee\_kilo(-3) + c(5) * price\_coffee\_kilo(-4) + c(6) \\
 &* price\_coffee\_kilo(-5)
 \end{aligned}$$

## Πίνακας 5: Αυτοπαλινδρόμηση Eviews: Price coffee kilo

Dependent Variable: PRICE\_COFFEE\_KILO

Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)

Date: 04/11/22 Time: 18:50

Sample (adjusted): 1992M06 2021M12

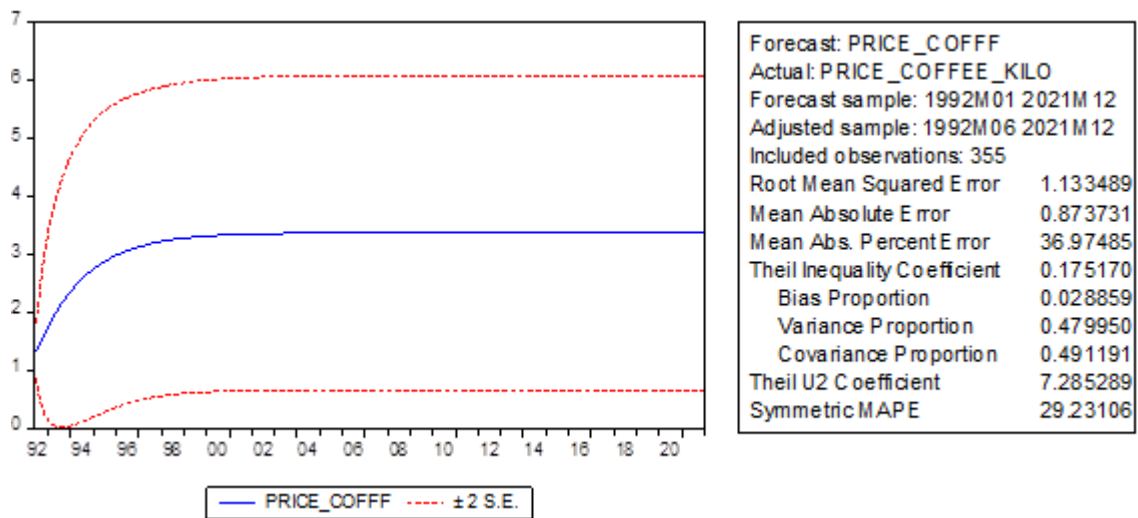
Included observations: 355 after adjustments

PRICE\_COFFEE\_KILO=C(1)+C(2)\*PRICE\_COFFEE\_KILO(-1)+C(3)  
 \*PRICE\_COFFEE\_KILO(-2)+C(4)\*PRICE\_COFFEE\_KILO(-3)  
 +C(5)\*PRICE\_COFFEE\_KILO(-4)+C(6)\*PRICE\_COFFEE\_KILO(-5)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.088327	0.036774	2.401866	0.0168
C(2)	1.150707	0.053523	21.49916	0.0000
C(3)	-0.053796	0.081592	-0.659327	0.5101
C(4)	-0.107140	0.081489	-1.314787	0.1894
C(5)	-0.027416	0.081631	-0.335860	0.7372
C(6)	0.011401	0.053974	0.211236	0.8328
R-squared	0.957810	Mean dependent var		3.021831
Adjusted R-squared	0.957206	S.D. dependent var		1.156984
S.E. of regression	0.239343	Akaike info criterion		-0.005083
Sum squared resid	19.99246	Schwarz criterion		0.060361
Log likelihood	6.902206	Hannan-Quinn criter.		0.020953
F-statistic	1584.625	Durbin-Watson stat		2.001311
Prob(F-statistic)	0.000000			

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι έχουμε  $t - statistic = 2,4$  και  $p - value = 0,0168$  για την μεταβλητή C(1),  $t - statistic = 21,49$  και  $p - value = 0,000$  για την μεταβλητή C(2). Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το  $R^2$  είναι 0.957810, που σημαίνει ότι η αυτοπαλινδρόμηση αυτή ερμηνεύει το 95.78% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της τιμή του καφέ. Εν συνεχεία προχωράμε στην πρόβλεψη forecast μέσω Eviews.

**Πίνακας 6: Forecast Eviews: Price rice kilo**



#### 4.6 Συγκριτική ανάλυση αποτελεσμάτων

Τέλος, εξετάζουμε συγκριτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεδομένων για τις διάφορες μεθόδους πρόβλεψης της μελλοντικής ζήτησης των προϊόντων που χρησιμοποιήσαμε. Για τη σύγκριση χρησιμοποιούμε ως κοινή βάση το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE). Στο πλαίσιο αυτό, εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα.

Συγκεκριμένα, για το Προϊόν Α, διαπιστώσαμε ότι η εκθετική εξομάλυνση με συντελεστή απόσβεσης 0,9 έχει MSE 0,64 και υπερτερεί των υπολοίπων μεθόδων. Συγκεκριμένα, η μέθοδος του απλού κινούμενου μέσου έχει MSE 0,97. Επιπλέον, η πρόβλεψη του Eviews μέσω αυτοπαλινδρόμησης έχει με MSE 0,89. Συνολικά, φαίνεται ότι η πρόβλεψη με εκθετική εξομάλυνση, η οποία δίνει έμφαση σε πιο πρόσφατες παρατηρήσεις, αποτυπώνει πιο αποτελεσματικά τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις της ζήτησης.

Ομοίως, για το Προϊόν Β, η εκθετική εξομάλυνση με τον ίδιο συντελεστή απόσβεσης (0,9) έχει MSE 0,53 και αποδεικνύεται ανώτερη από τον απλό κινητό μέσο όρο με MSE 0,94. Η εστίαση αυτής της μεθόδου σε πρόσφατα σημεία δεδομένων είναι ιδιαίτερα επωφελής για την παρακολούθηση των γρήγορων αλλαγών στη ζήτηση. Η πρόβλεψη του EViews, χρησιμοποιώντας αυτοπαλινδρόμηση με μεταβλητές υστέρησης, υπογραμμίζει περαιτέρω τη σημασία των προηγούμενων δεδομένων για την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης για το προϊόν Β, και παρουσιάζεται ως καλύτερη των παραπάνω δύο μεθόδων, καθώς εμφανίζει MSE 0,1.



Τέλος, για το προϊόν C, η εκθετική εξομάλυνση, πάλι με συντελεστή απόσβεσης 0,9, έχει MSE 0,61 και προσδιορίζεται ως πιο αποτελεσματική προγνωστική μέθοδος από ότι ο απλός κινητός μέσος όρος με MSE 0,68, ιδιαίτερα σημαντικός για προϊόντα όπως ο καφές όπου τα πρότυπα ζήτησης υπόκεινται σε συχνές αλλαγές. Η πρόβλεψη του Eviews, που μέσω αυτοπαλινδρόμησης προσφέρει διορατικές συσχετίσεις μεταξύ της προηγούμενης και της παρούσας ζήτησης για το προϊόν Γ, έχει MSE 0,87. Αρα καλύτερη πρόβλεψη προσφέρει η εκθετική εξομάλυνση.

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Η κλασική μέθοδος ανάλυσης των χρονοσειρών ξεκίνησε τη δεκαετία του 1920 και χρησιμοποιήθηκε ευρέως μέχρι τη δεκαετία του 1950. Εξακολουθεί ακόμα να αποτελεί τη βάση πολλών μεθόδων πρόβλεψης των χρονοσειρών, και είναι επομένως σημαντικό εργαλείο στην χρηματοοικονομική ανάλυση. Το πρώτο βήμα σε μια κλασική ανάλυση είναι η χρήση μιας μεθόδου κινητού μέσου όρου για την εκτίμηση του κύκλου τάσης, καθώς και εν συνεχεία η ανάλυση του εκθετικού μέσου όρου. Η παρούσα εργασία πέραν των δύο παραπάνω μεθόδων προχωράει και στην πρόβλεψη μέσω αυτοπαλινδρόμησης με την χρήση του στατιστικού προγράμματος Eviews.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα διπλωματική ασχολείται με την ανάλυση και πρόβλεψη της τιμής των προϊόντων Α, Β και Γ, δηλαδή του βόειου κρέατος, του ρυζιού και του καφέ αντίστοιχα. Η τιμή των προϊόντων αποτελεί βασικό παράγοντα πρόβλεψης της ζήτησης καθενός από αυτά τα προϊόντα. Για να επιτευχθεί η πρόβλεψη αυτή, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης, όπως ο απλός κινητός μέσος (Simple Moving Average) και η απλή εκθετική εξομάλυνση.

- Ειδικότερα, η μέθοδος του απλού κινητού μέσου όρου χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο μέσος όρος των επιλεγμένων τιμών για ένα επιλεγμένο εύρος περιόδων, στη συγκεκριμένη περίπτωση τριών (3) περιόδων.
- Η απλή εκθετική εξομάλυνση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση των δεδομένων, καθώς λαμβάνει υπόψη τον παράγοντα εξομάλυνσης  $\alpha$ . Οι τιμές αυτού του παράγοντα επιλέγονται με βάση τη βιβλιογραφία ή με μέθοδο δοκιμής και σφάλματος, στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η τιμή 0.9.
- Επίσης, για την πρόβλεψη χρησιμοποιήθηκε το οικονομετρικό πρόγραμμα Eviews. Η μέθοδος πρόβλεψης μέσω αυτοπαλινδρόμησης εφαρμόζεται με χρήση υστερήσεων των μεταβλητών, συγκεκριμένα με 5 υστερήσεις.

Κατά τη διεξοδική ανάλυση δεδομένων και την άσκηση πρόβλεψης, έχουμε βγάλει αρκετά σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την πρόβλεψη ζήτησης για διαφορετικά προϊόντα.

Σε ό,τι αφορά το προϊόν Α, η εκθετική εξομάλυνση, με συντελεστή απόσβεσης 0,9, φαίνεται να είναι σχετικά καλύτερος προγνωστικός δείκτης από τον απλό κινούμενο μέσο όρο. Λαμβάνει περισσότερο υπόψη τις πρόσφατες παρατηρήσεις και μπορεί να συλλάβει

καλύτερα τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις. Η πρόβλεψη Eviews μέσω αυτοπαλινδρόμησης παρέχει περισσότερες πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ της προηγούμενης και της τρέχουσας ζήτησης. Ορισμένες από τις μεταβλητές με καθυστέρηση έχουν σημαντικούς συντελεστές, υποδεικνύοντας τη σημασία τους για την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιλογή του καλύτερου προγνωστικού παράγοντα μπορεί να εξαρτάται από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των δεδομένων και τις υποκείμενες τάσεις και μοτίβα.

Συμπερασματικά, για το ισχύον σύνολο δεδομένων και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, η εκθετική εξομάλυνση και η πρόβλεψη βάσει αυτοπαλινδρόμησης του Eviews με μεταβλητές με υστέρηση φαίνεται να είναι πιο αξιόπιστοι προγνωστικοί παράγοντες σε σύγκριση με τον απλό κινούμενο μέσο όρο για το προϊόν Α.

Σε ό,τι αφορά το προϊόν Β, για ακόμα μια φορά, η εκθετική εξομάλυνση, με τον συντελεστή απόσβεσης 0,9, φαίνεται να είναι καλύτερος προγνωστικός δείκτης από τον απλό κινούμενο μέσο όρο για το προϊόν Β. Λαμβάνει υπόψη πρόσφατες παρατηρήσεις, οι οποίες μπορεί να είναι πολύτιμες για την καταγραφή βραχυπρόθεσμων αλλαγών. Η πρόβλεψη Eviews χρησιμοποιώντας αυτοπαλινδρόμηση με μεταβλητές με καθυστέρηση παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ της προηγούμενης και της τρέχουσας ζήτησης για το Προϊόν Β. Ορισμένες από τις μεταβλητές με καθυστέρηση είναι στατιστικά σημαντικές, υποστηρίζοντας τη χρησιμότητά τους στο μοντέλο πρόβλεψης. Όπως και στο προηγούμενο συμπέρασμα, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά των δεδομένων και οι υποκείμενες τάσεις κατά την επιλογή του καλύτερου προγνωστικού παράγοντα.

Συμπερασματικά, για το δεδομένο σύνολο δεδομένων και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, η εκθετική εξομάλυνση και η πρόβλεψη βάσει αυτοπαλινδρόμησης μέσω του Eviews με μεταβλητές με καθυστέρηση φαίνεται να είναι πιο αξιόπιστοι προγνωστικοί παράγοντες σε σύγκριση με τον απλό κινούμενο μέσο όρο για τη ζήτηση του προϊόντος Β.

Σε ό,τι αφορά το προϊόν Γ, η μέθοδος Εκθετικής εξομάλυνσης με συντελεστή απόσβεσης 0,9 φαίνεται να είναι καλύτερος προγνωστικός δείκτης (Τιμή\_καφές\_κιλό) σε σύγκριση με τον απλό κινούμενο μέσο όρο. Λαμβάνει υπόψη τις πρόσφατες παρατηρήσεις και προσαρμόζεται καλύτερα στις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις, οι οποίες μπορεί να είναι κρίσιμες για προϊόντα όπως ο καφές, όπου τα πρότυπα ζήτησης μπορούν να αλλάζουν

συχνά. Η πρόβλεψη Enviews που χρησιμοποιεί αυτοπαλινδρόμηση με μεταβλητές με καθυστέρηση παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ της προηγούμενης και της τρέχουσας ζήτησης για το προϊόν Γ. Όπως και πριν, ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας εξαρτάται από τα ειδικά χαρακτηριστικά των δεδομένων και τα υποκείμενα πρότυπα ζήτησης.

Συμπερασματικά, για το δεδομένο σύνολο δεδομένων και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, η εκθετική εξομάλυνση με συντελεστή απόσβεσης 0,9 φαίνεται να είναι ο πιο αξιόπιστος προγνωστικός παράγοντας για το Προϊόν Γ (Τιμή\_καφέ\_κιλό).

Αναφορικά με τις τρεις μεθόδους πρόβλεψης που εξετάστηκαν, ο υπολογισμός κάνει την εκθετική εξομάλυνση να αντιδρά πιο γρήγορα στις αλλαγές τιμών και τον απλό κινούμενο μέσο να αντιδρά πιο αργά. Αυτή είναι η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο. Το ένα φυσικά δεν είναι απαραίτητα καλύτερο από το άλλο. Όσον αφορά την πρόβλεψη μέσω της παλινδρόμησης το μυστικό βρίσκεται στα κατάλοιπα και ειδικότερα στην διακύμανση τους.

Μερικές φορές η εκθετική εξομάλυνση αντιδρά γρήγορα, αναγκάζοντας μια πρόβλεψη να πέσει εκτός της αγοράς, ενώ η πιο αργή αντίδραση του απλού μέσου όρου κρατά το την πρόβλεψη «ζωντανή», με αποτέλεσμα μεγαλύτερο κέρδος μετά την ολοκλήρωση και πραγματοποίηση του γεγονότος. Άλλες φορές μπορεί να συμβεί το αντίθετο. Η ταχύτερα εναλλασσόμενη εκθετική εξομάλυνση αντιλαμβάνεται τις αλλαγές πιο γρήγορα από τον απλό κινούμενο μέσο, και έτσι η πρόβλεψη ξεφεύγει από τη ζημιά πιο γρήγορα, εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα σε αυτόν που την πραγματοποιεί.

Ως μια γενική οδηγία, όταν η τιμή είναι πάνω από ένα κινητό μέσο όρο, τότε η τάση είναι ανοδική και όταν η τιμή είναι κάτω από αυτόν, η τάση είναι πτωτική. Για να είναι χρήσιμη αυτή η κατευθυντήρια γραμμή, ο κινητός μέσος όρος θα πρέπει να έχει δώσει πληροφορίες για τάσεις και αλλαγές τάσεων στο παρελθόν.

## **Βιβλιογραφία**

Adhikari, 2005, On the dynamics of duffing oscillator with an exponential non viscous damping model, University of Bristol p 1/15

Armstrong, M , 2001, A handbook of human resources management practices, Book Power/ELST, London

Anbuvelan, K 2007, Principles of Management. MG 1351, University Science Press, New Delhi.

Alvarado Ursula Y. and Kotzab Herbet, (2001) “Supply chain management: The integration of logistics in marketing”, Industrial Marketing Management 30,σελ. 183-198.

Anderson David R., Sweeney Dennis J., Williams Thomas A., (2003), An introduction to Management Science, Quantitative Approaches to Decision Making, 10th Edition, South Western.

Ballou, RH 2004, Business logistics. Planning, organizing, and controlling the supply chain / Ronald H. Ballou, Pearson/Prentice Hall.

Bourlakis Michael and Bourlakis Constantine, (2001) “Deliberate and emergent logistics strategies in food retailing: a case study of the Greek multiple food retail sector”, Supply Chain Management: An international Journal, Vol. 6 No. 4,σελ.189-200.

Chase, RB, Aquilano, NJ & Jacobs, FR 2007, Operations management for competitive advantage. [with global cases], McGraw-Hill-Irwin, Boston.

Chopra, S. and Meindl, P. (2001) Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Jarrett, J 1993, Μέθοδοι προβλέψεων για οικονομικές και επιχειρηματικές αποφάσεις, Gutenberg.

Makridakis, S, Wheelwright, SC & Hyndman, RJ 1998, Forecasting. Methods and applications, Wiley, New York, Chichester.

Mankiw N. G., Taylor M. P. and Ashwin A., 2018, “Οικονομικά των Επιχειρήσεων”, Εκδόσεις Τζιόλα, 2η έκδοση, κεφάλαιο 5. Naryan P, Subramanian Jaya, (2008) , Inventory Management: Principles & Practices, Excel Books, New Delhi

Papadakis Vasilios, (2002) Στρατηγική των επιχειρήσεων: Ελληνική και Διεθνής εμπειρία, Τόμος Α', 4η Έκδοση, Εκδόσεις Μπένου.

R. Dan Reid, Nada R. Sanders, 2002, Operations Management, Wiley, Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια

Richard B Chase;F. Robert Jacobs;Nicholas J Aquilano;Richard Chase;Nicholas Aquilano., 2005, Operations Management for Competitive Advantage , McGraw-Hill Higher Education; 11 edition

Salvatore D., 2012, “Επιχειρησιακή Οικονομική στο Διεθνές Οικονομικό Περιβάλλον”, Gutenberg, κεφάλαιο 3. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E. (2000) Designing

and Managing the Supply Chain-Concepts, Strategies, and Case Studies. McGraw-Hill, Irwin, Boston.

William J. Stevenson, 2007, Operations Management, McGraw-Hill Education, Singapore

Λάμπρος Λάιος 2010, Διοίκηση Εφοδιασμού, Εκδόσεις Humantec, Πειραιάς.

Χαλικιάς Γιάννης, 2017, Στατιστική – Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις, Βασικές Αρχές – Εφαρμογές – Παραδείγματα με Χρήση Υπολογιστή, Rosili