



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ  
ΔΙΟΙΚΗΣΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»**

**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ  
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ**

**ΤΣΙΚΟ ΤΖΕΝΕΤΑ /L1303**

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2015**

---

*Αφιερώνεται στους γονείς μου, που τόσο με στηρίζουν πάντα*

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κύριο Γιάννη Γιαννατσή για την βοήθεια του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω τον κύριο Άρη Οικονομόπουλο, Demand Planning Manager της επιχείρησης, της οποίας τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία καθώς και τον κύριο Νίκο Μαυροφόρο, Logistics Manager της εταιρείας, για τη μαθήτευση δίπλα του. Θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους αγαπημένους μου, κύριο Γιώργο Αδάμ και τη κυρία Ελένη Αδάμ, για τη μεγάλη τους στήριξη σε όλα μου τα φοιτητικά χρόνια . Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω την οικογένεια μου, και τους καλούς μου φίλους και συμφοιτητές , που με στήριζαν ηθικά όλο το χρονικό διάστημα και που πάντα δείχνουν το ενδιαφέρον τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ .....	10
2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2 Έλεγχος Αποθεμάτων.....	12
2.3 Συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων.....	14
2.3.1 Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας (Fixed quantity model).....	14
2.3.2 Σύστημα Σταθερής Περιόδου παραγγελίας ( Fixed period model) .....	18
2.3.3 Συστήματα Επιλεκτικής Αναπλήρωσης .....	19
2.3.4 Συστήματα προγραμματισμού απαίτησης υλικών (MRP).....	20
2.4 Στοχαστικά Μοντέλα και αποθέματα ασφαλείας.....	20
2.4.1 Σύστημα σταθερής ποσότητας με αβέβαιη ζήτηση .....	21
2.4.2 Σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας με αβέβαιη ζήτηση .....	22
2.4.3 Υλικά με πολύ αργή κίνηση .....	22
3. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ .....	24
3.1 Εισαγωγή.....	24
3.2 Προγραμματισμός της ζήτησης και σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον.....	25
3.3 Αξία και σκοπός της πρόβλεψης.....	28
3.4 Δομή και τρόπος επιλογής των μεθόδων πρόβλεψης.....	30
3.5 Μέθοδοι προβλέψεων.....	32
3.5.1 Τα χαρακτηριστικά της ζήτησης .....	33
3.5.2 Ποιοτικές ή αξιολογικές μέθοδοι (Quality or judgment methods .....	34
3.5.3 Ποσοτικές Μέθοδοι (Quantitative Forecasting).....	37
3.6 Αξιολόγηση σφαλμάτων.....	41
3.7 Η διαδικασία πρόβλεψης.....	42
3.7 Βασικοί δείκτες εφοδιασμού .....	44
4 .ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ - ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	
.....	46
4.1 Εισαγωγή.....	46
4.2 Μεθοδολογία- Επιλογή προϊόντων.....	47
4.2.1 Product1.....	48
4.2.2 Product2.....	64
4.2.3 Product3.....	72
4.2.4 Product4.....	79
4.2.5 Product5.....	85

4.3 Feedback – Προσδιορισμός των αιτιών που οδήγησαν σε μη ακριβείς προβλέψεις.....	91
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	92
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	94

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο σύγχρονο οικονομικό περιβάλλον οι εταιρείες μετακινούν τις παραγωγικές τους μονάδες σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία, όπου το κόστος παραγωγής είναι χαμηλό. Η διαδικασία αυτή ενισχύει την ανταγωνιστικότητα και αυξάνει τις απαιτήσεις όσον αφορά τη ποιότητα και τον χρονικό ορίζοντα διεκπεραίωσης των εργασιών σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε ένα περιβάλλον το οποίο τείνει να υιοθετήσει τα χαρακτηριστικά μιας πλήρως ανταγωνιστικής αγοράς η ανάγκη της κάθε εταιρείας για σωστό και ακριβή προγραμματισμό της ζήτησης, σε συνθήκες αβεβαιότητας, είναι καίριας σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία της.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως τα μαθηματικά και οικονομικά μοντέλα έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίσουν σε σημαντικό βαθμό τη τάση της ζήτησης σε ένα αγαθό και κατά πόσο αυτό παρουσιάζει χαρακτηριστικά όπως είναι η εποχικότητα ή κυκλικότητα, αλλά παράλληλα μέσα από αυτή τη διαδικασία αναδεικνύεται ο ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα και η ανάγκη ύπαρξης διορατικότητας και εμπειρίας.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά παρουσιάζονται τα συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων και στη συνέχεια μελετάται η διαδικασία πρόβλεψης πέντε προϊόντων μιας εμπορικής εταιρείας ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Με βάση τη συνολική εικόνα και μελέτη των υλικών, αφού διαπιστώθηκαν κάποια βασικά χαρακτηριστικά, επιλέχτηκαν τρεις μέθοδοι προσδιορισμού της ζήτησης των υλικών αυτών. Στη συνέχεια αναφέρεται η μέθοδος η οποία παρουσιάζει τα μικρότερα περιθώρια λάθους.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο χώρος που καταλαμβάνει ο κλάδος της εφοδιαστικής αλυσίδας (supply chain) τόσο στον τομέα της έρευνας όσο και στο επιχειρησιακό περιβάλλον συνεχώς αυξάνεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Στο γεγονός αυτό συμβάλουν οι πολυσύνθετες πτυχές του κλάδου και οι απαιτητικοί στόχοι αυτού οι οποίοι αποτελούν μια συνεχή προσπάθεια βελτίωσης της μονάδας τόσο σε επίπεδο εσωτερικού περιβάλλοντος όσο και εξωτερικού. Αυτό σημαίνει πως χρειάζεται να καλλιεργείται μια μακροπρόθεσμη πολιτική ανάπτυξης του τομέα και όχι με πρόγραμμα μικρής ή μεγάλης διάρκειας. Γενικά είναι δύσκολο να δοθεί κάποιος σαφής ορισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας ή να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι αρμοδιότητες του κλάδου της διοίκησης της εφοδιαστικής αλυσίδας, ο Ballou (2004) αναφέρει πως η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα σύνολο λειτουργικών διαδικασιών (μεταφορά, έλεγχος αποθέματος κλπ) οι οποίες επαναλαμβάνονται πολλές φορές καθ' όλη την έκταση του δικτύου, όπου οι πρώτες ύλες μετατρέπονται σε τελικά προϊόντα και όπου έχει ενταχθεί η προστιθέμενη αξία. Ένας πιο απλός, όσον αφορά την έκφραση, ορισμός δίνεται στο βιβλίο των Παπαδημητρίου - Σχινά (2004) όπου «ως αλυσίδα εφοδιασμού ορίζεται η κλασική σύνδεση της παραγωγής με τη διαδρομή και περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες, όπως η αγορά, η διανομή, η μεταφορά, η αποθήκευση κλπ του φυσικού προϊόντος». Η διοίκηση εφοδιασμού ορίζεται ως «ένα σύνολο ενοποιημένων δραστηριοτήτων που καθιστούν δυνατή την απόκτηση υλικών, εξοπλισμού και υπηρεσιών που απαιτούνται για την εκπλήρωση της αποστολής κάθε οικονομικής μονάδας» (Λαΐος, 2010). Οι σύγχρονες έρευνες που έχουν γίνει τοποθετούν στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων της επιχείρησης την αλυσίδα εφοδιασμού.

Ο ρόλος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Η σύγχρονη αντίληψη την καθιστά στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης και προάγει τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων τμημάτων της και προϋποθέτει τη δημιουργία διαλειτουργικών ομάδων στη λήψη αποφάσεων για μια σειρά δραστηριοτήτων και επιχειρησιακών λειτουργιών. Το κόστος των υλικών στις περισσότερες βιομηχανικές επιχειρήσεις αντιπροσωπεύει πάνω από το 60% των συνολικών εσόδων των πωλήσεων (Λαΐος, 2010).

Ένας από τους σημαντικότερους συντελεστές επιτυχίας της διοίκησης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί ο προσδιορισμός της ζήτησης (demand planning) . Η σωστή διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αποτέλεσμα ενός καλού προγραμματισμού της ζήτησης. Βέβαια στο συγκεκριμένο αντικείμενο υπάρχουν πολλά περιθώρια απόκλισης των πραγματικών δεδομένων. Η στατιστική ουσιαστικά προσπαθεί να ποσοτικοποιήσει τα αποτελέσματα ώστε να τα κάνει συγκρίσιμα και να μικρύνει το περιθώριο λάθους με μια σειρά από στατιστικά εργαλεία και εφαρμόζοντας τις κατάλληλες μεθόδους πρόβλεψης. Στο βιβλίο του Jeffrey Jarrett (2002) γίνεται αναλυτική παρουσίαση της σημαντικότητας και της εφαρμογής των εργαλείων και μεθόδων αυτών, όπως επίσης και στα βιβλία του Γ. Χάλκου (2005, 2011) όπου γίνεται εκτενής αναφορά στα οικονομικά μοντέλα πρόβλεψης οι πληροφορίες των οποίων χρησιμοποιούνται στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής

Οι προβλέψεις αποτελούν αριθμητικούς υπολογισμούς των μελλοντικών επιπέδων των πωλήσεων, της ζήτησης, των επενδύσεων, του κόστους, των εξαγωγών, των τιμών, ανάμεσα σε άλλα , για μια εταιρεία, μια βιομηχανία, ένα φορέα της οικονομίας ή τη συνολική οικονομία (Jeffrey Jarrett, 2002) . Μια οικονομική μονάδα χρειάζεται να είναι σε θέση να προβλέπει με ακρίβεια της επιχειρηματικές ευκαιρίες που της παρουσιάζονται και στη συνέχεια να οργανώνει την εφοδιαστική της αλυσίδα. Πολλές φορές οι εταιρείες- οργανισμοί δεν αντιλαμβάνονται την τη σημασία του προσδιορισμού της ζήτησης και το αντίκτυπο που έχει στις πωλήσεις και τα καθαρά έσοδα. Οι πωλήσεις επηρεάζονται καθώς παρουσιάζεται αδυναμία στη πρόβλεψη της ζήτησης, και κατ' επέκταση αποτυγχάνουν να δημιουργήσουν κατάλληλο πρόγραμμα ικανοποίησής της. Όσον αφορά τα καθαρά έσοδα, ο αποτελεσματικός προσδιορισμός της ζήτησης επιτρέπει σε μια εταιρεία να μειώσει τα κόστη της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς της δίνει τη δυνατότητα να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση του κόστους αποθήκευσης, αγοράς και μεταφοράς των αγαθών. Βέβαια η κάθε επιχείρηση ανάλογα με τη φύση του αγαθού ή υπηρεσίας που προσφέρει και την οικονομία στην οποία απευθύνεται διαθέτει διαφορετικά εργαλεία υπολογισμού της ζήτησης των αγαθών, είτε υλικών είτε άυλων.

Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των μοντέλων πρόβλεψης της ζήτησης και η εφαρμογή των πλέον κατάλληλων μεθόδων για την πρόβλεψη της ζήτησης σε



συγκεκριμένες κατηγορίες υλικών μιας εταιρείας ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Ουσιαστικά γίνεται προσπάθεια κατηγοριοποίησης ενός μεγάλου χαρτοφυλακίου προϊόντων με βάση τις πωλήσεις, και τη συμπεριφορά τους τα τελευταία τρία χρόνια. Έχοντας στη διάθεση μας τις πωλήσεις και τα έσοδα των προϊόντων της συγκεκριμένης εμπορικής επιχείρησης αρχικά έγινε διαχωρισμός των στοιχείων που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Μετά από την ταξινόμηση αυτών των προϊόντων χρησιμοποιώντας την ABC ανάλυση, ακολούθησε η επιλογή πέντε προϊόντων προς μελέτη.

Στη διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν τρία μοντέλα πρόβλεψης τα οποία πληρούσαν τα κριτήρια εφαρμογής στις πωλήσεις των αγαθών. Έγινε προσπάθεια επιλογής προϊόντων με διαφορετικά χαρακτηριστικά της ζήτησης ώστε να καλυφθεί να ευρύ φάσμα υπολογισμού.

Η δομή της εργασίας είναι ως εξής : Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα συστήματα διαχείρισης και τα βασικά μοντέλα που διέπουν τον τομέα. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται εκτενώς τα μοντέλα της ζήτησης. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η επιλογή των προϊόντων που θα αναλυθούν μέσω ABC ανάλυσης και παρουσιάζονται οι τρεις μέθοδοι προσδιορισμού της ζήτησης μέσω Excel. Τέλος , στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και οι μελλοντικές επεκτάσεις του θέματος.

## 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

### 2.1 Εισαγωγή

Η διαχείριση των αποθεμάτων αποτελεί έναν βασικό πυλώνα της διοίκησης της αλυσίδας εφοδιασμού και η μείωση του κόστους ένας από τους σημαντικότερους στόχους κάθε οικονομικής μονάδας. Όπως αναφέρεται και στις σημειώσεις του κυρίου Παπαδόπουλου Χ. (2000) , ο προσδιορισμός της ζήτησης και η μείωση του κόστους αποθήκευσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες.

Η διαχείριση αποθέματος αποτελεί μια ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία. Ουσιαστικά το απόθεμα μπορεί να τοποθετηθεί ως «άεργος» πόρος. Αποθήκευση ( warehousing) καλείται η διαδικασία φύλαξης προϊόντων (πρώτων υλών , ημιτελειωμένων και τελειωμένων) σε διαφορετικό χρόνο και χώρο καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επίσης προσφέρει την απαραίτητη πληροφορία στη διοίκηση για τη ποσότητα και τη κατάσταση των προϊόντων που φυλάσσονται. Αποτελεί μέρος της διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας (Παπαδημητρίνυ – Σχινάς, 2004). Ως απόθεμα μπορούν α οριστούν πρώτες ύλες, έτοιμα ή ημικατεργασμένα προϊόντα, κεφάλαια και έτοιμα προϊόντα τα οποία είναι μέρος της παραγωγικής διαδικασίας και του δικτύου διανομής τα οποία φυλάσσονται σε αποθήκες για μελλοντική χρήση (Ballou,2004). Τα αποθέματα μπορούν να αντιπροσωπεύουν ως το 50% του επενδυμένου κεφαλαίου μιας επιχείρησης. Η διατήρηση του αποθέματος γίνεται κυρίως λόγω της αβεβαιότητας που υπάρχει στην αγορά είτε αυτή παρουσιάζεται με τη μορφή μη σταθερής ζήτησης των προϊόντων είτε ως πιθανή μελλοντική κρίση από φυσικά αίτια ή από δυσκαμψίες της αγοράς.

Ουσιαστικά η επιχείρηση καλείται να απαντήσει πότε θα χρειαστεί να παραγγείλει ή να παράγει και πόσο πρέπει να είναι το μέγεθος της παραγγελίας ή της παραγωγής. Το απόθεμα διαχωρίζεται σε κάποιες κατηγορίες, όπως αναφέρεται στο βιβλίο των Παπαδημητρίνυ – Σχινάς (2004) , όπως είναι το κυκλικό απόθεμα ( cycle inventory - είναι η ποσότητα του αποθέματος που προσδιορίζεται άμεσα από τη ζήτηση του προϊόντος), το εποχιακό απόθεμα (όταν η ζήτηση για ένα προϊόν μεταβάλλεται ανάλογα με τη χρονική περίοδο), το απόθεμα ασφαλείας (safety stock inventory- η ύπαρξη μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντος σε κάποια είδη όταν πιθανόν η ποσότητα που διακινείται δεν είναι εξασφαλισμένη ότι θα πληροί τον χρονικό ορίζοντα παραλαβής ή η διατήρησή του προϊόντος είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας για την ομαλή λειτουργία της εταιρείας) , το απόθεμα αναμονής ( anticipation inventory- παρουσιάζεται συνήθως όταν υπάρχει αβεβαιότητα στην αγορά σχετικά με ένα προϊόν)

, τα αποθέματα σε κίνηση ( pipe line inventory- είναι η παραγγελίες που έχουν γίνει αλλά δεν έχουν παραληφθεί ακόμα (in transit), μπορούν να υπολογιστούν ως η μέση ζήτηση κατά το χρόνο μεταξύ της παραλαβής δύο διαδοχικών παραγγελιών). Επίσης είναι και το νεκρό απόθεμα (dead inventory ), όταν δεν υπάρχει ζήτηση για αυτό το προϊόν για κάποιο χρονικό διάστημα. Βέβαια οι λόγοι διατήρησης αποθέματος είναι πολλοί , όπως για ευκαιρίες, οι εκπτώσεις στη τιμή ή τη ποσότητα κλπ.

Ουσιαστικά η διαχείριση των αποθεμάτων εστιάζει στην εξισορρόπηση ανάμεσα στο κόστος έλλειψης και το κόστος υπερ-αποθεματοποίησης υπό συνθήκες αβέβαιης ζήτησης, στοχεύοντας στην εξοικονόμηση πόρων, τη καλύτερη διανομή των προϊόντων και σαφώς την αύξηση των δεικτών που αφορούν την εξυπηρέτηση του πελάτη.

Οι επιχειρήσεις χρειάζεται να λαμβάνουν συνεχώς αποφάσεις οι οποίες αφορούν το ύψος αποθέματος που χρειάζονται. Τα κόστη τα οποία η εταιρεία θα πρέπει να λάβει υπόψη είναι το κόστος προμήθειας ή παραγωγής ( το οποίο αποτελείται από το σταθερό και το μεταβλητό κόστος , το σταθερό κόστος το οποίο είναι ανεξάρτητο της από τη ποσότητα που παράγεται ή παραγγέλλεται, και το μεταβλητό το οποίο είναι ανάλογο της ποσότητας που παράγεται ή παραγγέλλεται), το κόστος διατήρησης αποθεμάτων ( το κόστος αποθεμάτων μεταβάλλεται ανάλογα με τη ποσότητα που αποθηκεύεται) και το κόστος έλλειψης. Το κόστος έλλειψης παρουσιάζεται όταν οι ποσότητες ενός προϊόντος που υπάρχουν ως απόθεμα δεν είναι επαρκείς για την ικανοποίηση της ζήτησης. Το κόστος αυτό είναι μεγάλης σημασίας καθώς έχει παροντικό και μελλοντικό χαρακτήρα. Εάν υπάρξουν ελλείψεις σε πρώτες ύλες θα χρειαστεί να γίνει παύση των μηχανών και να σταματήσει ολόκληρη η παραγωγική διαδικασία το οποίο συνεπάγεται πολύ μεγάλο κόστος για την εταιρεία. Επίσης και στη περίπτωση των ανεκτέλεστων παραγγελιών δημιουργείται μεγάλο κόστος καθώς ενώ ήταν δυνατή η πώληση προϊόντων αυτή η πώληση δεν πραγματοποιήθηκε, και πιθανή δυσαρέσκεια του πελάτη .

## 2.2 Έλεγχος Αποθεμάτων

Σε πολλές εταιρείες ο όγκος των προϊόντων που καλούνται να διαχειριστούν είναι μεγάλος και για το λόγο αυτό χρειάζεται να ταξινομηθούν με βάση κάποια κριτήρια (αξία, κύκλος ζωής προϊόντος) ώστε να μπορούν να ελέγχονται ευκολότερα. Πρακτικά

, πολλά προϊόντα ενώ καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο στην αποθήκη η αξία τους είναι μικρότερη από άλλα αγαθά τα οποία συγκριτικά με τα πρώτα είναι μεγαλύτερης αξίας και μικρότερης ποσότητας-όγκου ( pareto analysis) . Οι τρεις βασικοί πυλώνες ταξινόμησης και ελέγχου των αποθεμάτων είναι η ανάλυση ABC, η ανάλυση VED analysis και η ανάλυση FSN.

Η πιο γνωστή και ευρέως διαδεδομένη είναι η ανάλυση ABC. Όπως αναφέρεται στο βιβλίο του Μπασάρα (2012) «σε κάθε αποθήκη υπάρχουν λίγα είδη μεγάλης αξίας και πολλά είδη μικρής αξίας». Είναι εύλογο ότι τα είδη της μεγάλης αξίας πρέπει να έχουν πολύ περισσότερη προσοχή στη διαχείρισή τους (Μπασάρας, 2012). Τα προϊόντα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες , τη κατηγορία Α, όπου βρίσκεται το 5%-10% των ειδών το οποίο αντιστοιχεί στο 75%-80% της συνολικής αξίας του αποθέματος, τη κατηγορία Β, όπου 15%-20% των ειδών αντιπροσωπεύει το 15%-20% της αξίας του συνολικού αποθέματος και τέλος η κατηγορία Γ, όπου η αναλογία είναι 70%-80% των ειδών αντιπροσωπεύουν το 15%-20% της συνολικής αξίας του αποθέματος. Τα είδη της κατηγορίας Α συνήθως παρακολουθούνται συνεχώς από την εταιρεία, σε αυτούς τους κωδικούς η εταιρεία πρέπει να κρατάει απόθεμα. Τέλος, είναι καλό οι κωδικοί αυτοί να βρίσκονται σε χώρο όπου είναι εύκολη η προσβασιμότητα καθώς παρουσιάζουν μεγαλύτερη κινητικότητα- καλό είναι να υπάρχει ημερήσιος ή εβδομαδιαίος έλεγχος ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Τα είδη της κατηγορίας Β χρειάζονται πιο ήπιο έλεγχο ενώ ο χειρισμός της κατηγορίας Γ γίνεται κυρίως εμπειρικά.

Η ανάλυση VED στηρίζεται στη κρισιμότητα των αγαθών , πως δηλαδή επηρεάζουν τη διαδικασία παραγωγής ή λειτουργίας του οργανισμού. Τα αρχικά δηλώνουν το ρόλο του αγαθού στην επιχείρηση ,V εάν είναι ζωτικής σημασίας (vital), E για τα απαραίτητα (essential) και D για τα προϊόντα που είναι επιθυμητά (desirable). Η πρώτη κατηγορία απαιτεί υψηλού επιπέδου εξυπηρέτηση, η δεύτερη μεσαίου τύπου και η τρίτη συγκριτικά με τις προηγούμενες κατηγορίες χαμηλού-ανεκτού επιπέδου εξυπηρέτησης . Ουσιαστικά εάν συνοψίσουμε τις δύο πιο πάνω αναλύσεις θα μπορούσαμε να πάρουμε τις πιο κάτω τρεις ομάδες προϊόντων οι οποίες μπορούν να έχουν τους εξής συνδυασμούς :

Ομάδα I : AV + BV + CV + AE + AD

Ομάδα II: BE + CE + BD

### Ομάδα III: CD

Στη πρώτη ομάδα είναι τα προϊόντα που είναι κρίσιμα και ανήκουν στην Α κατηγορία, τα οποία είναι σε προτεραιότητα και χρειάζονται μεγάλη προσοχή. Στη δεύτερη τα απαραίτητα που είναι στη Β κατηγορία και στη τρίτη τα υπόλοιπα.

Στη συνέχεια είναι η ανάλυση FSN, η οποία βασίζεται στη συχνότητα χρήσης. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες προϊόντων, τα ταχέως διακινούμενα στη κατηγορία F (fast moving), τα αποθέματα που κινούνται αργά στη κατηγορία S (slow moving) και τα αποθέματα που δεν διακινούνται στη κατηγορία N (non moving) . Οι εταιρείες προσπαθούν η πληθώρα των προϊόντων τους να ανήκουν στη πρώτη κατηγορία. Στη δεύτερη συνήθως ανήκουν εταιρείες που ασχολούνται στη διαχείριση ανταλλακτικών και στη τρίτη προϊόντα τα οποία δεν κινούνται κατά ένα χρονικό ορίζοντα το οποίο ορίζει η εταιρεία. Συνήθως ο χρονικός ορίζοντας είναι ένα έτος αλλά αυτό εξαρτάται αποκλειστικά από την εταιρεία και το προϊόν που παράγει. Συνήθως τα προϊόντα της τρίτης κατηγορίας πωλούνται είτε σε χαμηλότερες τιμές, είτε μέσω προωθητικών κινήσεων και εάν κριθεί απαραίτητο μπορεί να πάνε για ανακύκλωση και καταστροφή.

### 2.3 Συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων

Μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις που χρειάζεται να λάβει το τμήμα προμηθειών είναι το πότε θα παραγγείλει και πόσο. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι αυτή ή απόφαση θα είναι καίριας σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης ο υπεύθυνος του τμήματος προμηθειών χρειάζεται να πάρει τις λιγότερο ανακριβείς αποφάσεις.

Έχοντας ως δεδομένο ότι η ζήτηση κάθε είδους είναι ανεξάρτητη των άλλων ειδών και πως οι παραγγελίες είναι επαναλαμβανόμενες διακρίνονται τέσσερα μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων , το σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας (fixed period model), σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας (fixed quantity model), μικτό σύστημα επιλεκτικής αναπλήρωσης και το σύστημα προγραμματισμού υλικών (MRP- Materials Requirement Planning).

#### 2.3.1 Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας (Fixed quantity model)

Στο μοντέλο αυτό όπου η ποσότητα παραγγελίας παραμένει σταθερή , οι εντολές στο σύστημα ενεργοποιούνται όταν το απόθεμα φτάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο. Το συγκεκριμένο μοντέλο προτιμάτε στα ακριβά υλικά ή στα κρίσιμα υλικά, που

χρησιμοποιείται κυρίως κατά τη παραγωγική διαδικασία καθώς πραγματοποιείται συνεχής έλεγχος του αποθέματος.

Οι βασικοί παράγοντες του μοντέλου είναι :

- Το επίπεδο αποθέματος R και
- Η ποσότητα της παραγγελίας Q.

Το σημείο αναπαραγγελίας (Reorder Point-ROP), είναι ένα σημείο το οποίο είναι καθορισμένο και αναφέρεται σε κάποιες μονάδες του αγαθού, οι οποίες χρειάζεται να επαρκούν κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στη παραγγελία και στη παραλαβή του υλικού.

Σύμφωνα με το βιβλίο του Μπασάρα (2012) οι γενικές παραδοχές του μοντέλου εστιάζουν σε επτά σημεία, πρώτον ότι η ζήτηση του προϊόντος είναι σταθερή, γνωστή και συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου (χωρίς να παρουσιάζει τάση ή εποχικότητα) , δεύτερον ότι ο χρόνος παράδοσης μιας παραγγελίας είναι γνωστός και σταθερός (συνήθως μηδενικός), υπάρχει στιγμιαία αναπλήρωση του αποθέματος, το κόστος αγοράς ή παραγωγής είναι σταθερό ανεξάρτητα από τη ποσότητα παραγωγής, τα τρία κόστη αγοράς, διατήρησης και διαχείρισης παραγγελιών(ή αναπλήρωσης αποθεμάτων) είναι σταθερά μοναδιαία (ανά μονάδα παραγγελίας) μεγέθη και η ποσότητα που παραλαμβάνεται είναι ίση με αυτή που έχει παραγγελθεί. Επιπλέον, δεν μπορούν να γίνουν εκπτώσεις στις ποσότητες παραγγελίας και οι ελλείψεις αποθέματος είναι μηδενικές. Όταν ισχύουν οι πιο πάνω υποθέσεις μπορεί να προσδιοριστεί η Οικονομική Ποσότητα Παραγγελίας (ΟΠΠ) – Economic Order Quantity (EOQ) – ώστε να βρεθεί εκείνη η ποσότητα παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το Ολικό Κόστος Αποθέματος (ΟΚΑ). Το ΟΚΑ σε ετήσια βάση υπολογίζεται συναθροίζοντας το κόστος αγοράς ,το κόστος αποθήκευσης των αποθεμάτων και το κόστος διαχείριση της κάθε παραγγελίας. Το ΟΚΑ υπολογίζεται ως εξής:

$$OKA = p * D + \frac{Q}{2} * Ch + \frac{D}{Q} * Cp$$

Όπου :

p : κόστος αγοράς μιας μονάδας προϊόντος/ unit purchase cost

D: ετήσια ζήτηση του προϊόντος/ annual demand

Q : ποσότητα κάθε παραγγελίας/ order quantity

$C_h$ : κόστος διατήρησης μιας μονάδας προϊόντος στην αποθήκη για ένα έτος/ holding cost per unit per unit time period

$C_p$  : μοναδιαίο κόστος παραγγελίας/ ordering cost per order

Όπου το συνολικό κόστος αγοράς ισούται με το γινόμενο της ζήτησης των αγαθών επί της τιμής αγοράς, το κόστος διατήρησης αποθεμάτων ισούται με το γινόμενο του μέσου ετησίου επιπέδου αποθέματος και του ετήσιου κόστους διατήρησης αποθέματος και τέλος το συνολικό ετήσιο κόστος διαχείρισης της παραγγελίας αποτελείται από το γινόμενο του ετησίου αριθμού παραγγελιών και το κόστος ανά παραγγελία.

Όπου, για να προσδιοριστεί η ποσότητα που χρειάζεται να παραγγελθεί χρησιμοποιούμε το πιο κάτω μοντέλο :

$$OOP = \sqrt{\frac{2C_p * D}{C_h}}$$

Ουσιαστικά η πιο πάνω εξίσωση δείχνει πως η ποσότητα παραγγελίας επηρεάζει άμεσα το κόστος διατήρησης αποθέματος και το κόστος παραγγελίας και πως όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ζήτησης και το κόστος κάθε παραγγελίας τόσο μικρότερο είναι το κόστος αποθεματοποίησης. Η ίδια ισότητα προκύπτει εάν εξισώσουμε το συνολικό κόστος διατήρησης αποθέματος με το συνολικό κόστος παραγγελίας.

Και το σημείο αναπαραγγελίας (ROP) R υπολογίζεται από το πιο κάτω τύπο :

$$R = d * L$$

Όπου L είναι ο χρόνος μεταξύ της τοποθέτησης της παραγγελίας και της εκτέλεσής της ( Leadtime) και d η μέση ημερήσια ζήτηση (  $d = R /$  (αριθμός εργασιμων ημερών ετησίως) ).

Ο αριθμός των παραγγελιών ανά έτος υπολογίζεται από τη πιο κάτω ισότητα :

$$N = \frac{D}{OOP}$$

Το διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές παραγγελίες υπολογίζεται ως εξής :

$$T = \frac{1}{N}$$

Και τέλος το ολικό κόστος της ΟΠΠ είναι το ακόλουθο :

$$OKA_{min} = \sqrt{2 * Ch * Cp * D} + p * D$$

### 2.3.1.1 Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας με εκπτώσεις ( Calculating EOQ with quantity discounts)

Πολύ συχνά οι προμηθευτές κάνουν εκπτώσεις ώστε να αυξήσουν τον όγκο των παραγγελιών τους, στην περίπτωση αυτή για να προσδιοριστεί το βέλτιστο ύψος παραγγελίας χρειάζεται να συνυπολογιστούν οι τιμές της αγοράς και τις προσφερόμενες εκπτώσεις.

Ουσιαστικά στην συνάρτηση του συνολικού κόστους παραγγελίας περιλαμβάνεται εκτός από το κόστος αποθέματος και του κόστους παραγγελίας και το κόστος αγοράς το οποίο είναι κλιμακούμενο. Η πιο κάτω εξίσωση εκφράζει το συνολικό κόστος αποθέματος αν οι παραγγελίες αφορούν ποσότητα με τιμή  $p_i$  :

$$OKA_{min} = p_i * R + \frac{Q}{2} * Ch + \frac{R}{Q} * Cp$$

Από τη πιο πάνω εξίσωση φαίνεται πως όταν αυξάνεται η ποσότητα προϊόντων , το μοναδιαίο κόστος αγοράς μειώνεται και αυξάνεται το κόστος διατήρησης αποθέματος όπως είναι φυσικό.

### 2.3.1.2 Συστήματα σταθερής ποσότητας παραγγελίας με καθυστερημένη ικανοποίηση της ζήτησης

Πολλές φορές λόγω πιθανής έλλειψης προϊόντων στην αγορά ή βλαβών κατά τη παραγωγική διαδικασία η εταιρεία αδυνατεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση . Στο μοντέλο αυτό παρουσιάζεται ένα διάστημα όπου το απόθεμα αδυνατεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των πελατών και η ζήτηση ικανοποιείται όταν έρχεται το νέο απόθεμα- παραγγελία. Ουσιαστικά στον υπολογισμό του συνολικού κόστους προστίθεται ένα επιπλέον κόστος, το κόστος έλλειψης αποθέματος  $c_b$  το οποίο σχετίζεται άμεσα με το χρονικό ορίζοντα κατά το οποίο το απόθεμα αδυνατεί να ικανοποιήσει τη ζήτηση. Το μέγιστο επίπεδο αποθέματος  $Q_{max}$  είναι μικρότερο από τη ποσότητα  $Q$  (η οποία είναι η βέλτιστη ποσότητα αναπαραγγελίας) και η διαφορά  $Q - Q_{max}$  είναι η ποσότητα που λείπει. Τις πιο πάνω μεταβλητές τις υπολογίζουμε ως εξής:



Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας είναι :

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C_p * D}{C_h}} * \sqrt{\frac{C_b + C_h}{C_b}}$$

Το μέγιστο επίπεδο αποθέματος είναι :

$$Q_{max} = \sqrt{\frac{2 * C_p * D}{C_h}} * \sqrt{\frac{C_b}{C_p + C_h}}$$

Από τη πιο πάνω συνάρτηση φαίνεται ότι η μονάδα έλλειψης αποθέματος είναι ανάλογο του χρόνου που η ζήτηση μένει ανικανοποίητη και εκφράζει κόστος απώλειας.

### 2.3.2 Σύστημα Σταθερής Περιόδου παραγγελίας ( Fixed period model)

Σε αυτή τη περίπτωση μοντέλου σταθερή παραμένει η περίοδος τοποθέτησης παραγγελίας και όχι η ποσότητα που παραγγέλλετε κάθε φορά. Γίνεται καταμέτρηση του αποθέματος μόνο σε συγκεκριμένες περιόδους. Το ύψος των αποθεμάτων επιθεωρείτε περιοδικά και παραγγέλλεται σε χρόνους που απέχουν μεταξύ τους σταθερό διάστημα  $T$ , ποσότητα αναπλήρωσης του αποθέματος μέχρι ενός μέγιστου σημείου  $Q_{max}$ . Η συγκεκριμένη μέθοδος ευνοεί τις μεγάλες παραγγελίες, όπου οι πελάτες ζητάνε μεγάλες ποσότητες για να μειώσουν τα κόστη μεταφοράς ή σε εταιρείες όπου οι πωλητές επισκέπτονται τακτικά του πελάτες τους και τους παρέχεται πρόγραμμα αγοράς από τους πελάτες τους για μια σειρά προϊόντων. Γενικά το μέσο ύψος του αποθέματος είναι υψηλότερο από την αντίστοιχη του συστήματος σταθερού επιπέδου παραγγελίας.

Ουσιαστικά μετά τη καταμέτρηση του αποθέματος παραγγέλλεται η ποσότητα αναπλήρωσης του αποθέματος μέχρι να φτάσει το  $Q_{max}$  το οποίο είναι το μέγιστο επίπεδο προϊόντος που μπορεί να αποθηκευτεί. Η ποσότητα που παραγγέλλεται είναι η διαφορά του  $Q_{max}$  και του  $I$  το οποίο είναι η ποσότητα του προϊόντος κατά τη πραγματοποίηση της επιθεώρησης.

Η ελαχιστοποίηση του κόστους επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας τις πιο κάτω εξισώσεις – οι συμβολισμοί παραμένουν οι ίδιοι με το μοντέλο σταθερής ποσότητας παραγγελίας - :

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει το συνολικό το ετήσιο κόστος αποθεμάτων ισούται με την ετήσια αγορά και αποθήκευση των αποθεμάτων και κυρίως με τη διαχείριση των παραγγελιών στον υπολογισμό της οποίας συμπεριλαμβάνεται και η έννοια του χρόνου αναπαραγγελίας  $T$ .

$$OKA = p * D + \frac{QT}{2} * Ch + \frac{1}{T} * Cp - p * Q + \frac{D}{2n} Ch + n * Cp \text{ ή}$$

$$OKA = p * D + \frac{D * T}{2} * Ch + \frac{1}{T} * Cp$$

Όπου :

$$\frac{D * T}{2} : \text{το μέσο επίπεδο αποθέματος}$$

$$\frac{1}{T} : \text{ετήσιος αριθμός παραγγελιών}$$

Το συνολικό κόστος αποθέματος ή αλλιώς ο βέλτιστος αριθμός παραγγελιών υπολογίζεται από τον πιο κάτω τύπο :

$$T_{optimum} = \sqrt{\frac{2 * Cp}{Ch * D}}$$

Ο αριθμός παραγγελιών ανα έτος υπολογίζεται από τον πιο κάτω τύπο :

$$N = \frac{1}{T} = \sqrt{\frac{Ch * D}{2 * Cp}}$$

Και το ελάχιστο ολικό κόστος ισούται με :

$$OKA_{min} = p * D + \sqrt{2Ch * Cp * D}$$

### 2.3.3 Συστήματα Επιλεκτικής Αναπλήρωσης

Το σύστημα επιλεκτικής αναπλήρωσης συνδυάζει τις ιδιότητες των δύο πιο πάνω βασικών κατηγοριών συστημάτων αποθήκευσης. Η επιθεώρηση των αποθεμάτων γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ενώ η παραγγελία γίνεται εάν το απόθεμα πέσει κάτω από το καθορισμένο με ποσότητα που θα καλύψει την επόμενη περίοδο (η οποία θεωρείτε σταθερή). Επιπλέον θα αναπληρώνεται (με τη ποσότητα της ίδιας παραγγελίας) και το απόθεμα ασφαλείας. Ουσιαστικά έχουμε τρεις παραμέτρους, τη περίοδο, τη ποσότητα παραγγελίας και το απόθεμα ασφαλείας εκ των οποίων τα δύο πρώτα παραμένουν σταθερά (σταθερή ποσότητα παραγγελίας και σταθερή περίοδος επιθεώρησης). Όταν τα προϊόντα δεν είναι τελικά και πρόκειται για πρώτες ύλες ή ανταλλακτικά τότε αναφερόμαστε σε συστήματα προγραμματισμού απαιτούμενων υλικών. Ο χρόνος, η ποσότητα και οι άλλες παράμετροι αυτών των συστημάτων εξαρτώνται από τα συστήματα διαχείρισης των τελικών προϊόντων.

#### 2.3.4 Συστήματα προγραμματισμού απαίτησης υλικών (MRP)

Το μοντέλο προγραμματισμού της απαίτησης των υλικών (MRP, Materials Requirement Planning) είναι ένα σύστημα προγραμματισμού παραγωγής και διαχείρισης των αποθεμάτων βασισμένο στη πληροφορική (Μπασάρας, 2012). Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα συστήματα προγραμματισμού απαίτησης υλικών εφαρμόζονται στην περίπτωση αποθεμάτων υλικών που αποτελούν ανταλλακτικά ή πρώτη ύλη άλλων υλικών και η διαχείρισή τους βασίζεται στο πρόγραμμα παραγωγής.

#### 2.4 Στοχαστικά Μοντέλα και αποθέματα ασφαλείας

Τα πιο πάνω ‘καθοριστικά’ μοντέλα αποτελούν μια οικονομική προσέγγιση ιδεατών καταστάσεων. Στη πραγματικότητα μια εταιρεία έρχεται αντιμέτωπη καθημερινά με μια σειρά γεγονότων τα οποία αποκλίνουν σημαντικά από τα μοντέλα που ήδη εξετάσαμε, τα οποία όμως μπορούν να δώσουν σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα και αποδώσουν μια γενική εικόνα της λειτουργίας του συστήματος αποθήκευσης. Ουσιαστικά μπορούν κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες, στο α) Σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας με αβέβαιη ζήτηση και β) Σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας με αβέβαιη ζήτηση και γ) Υλικά με πολύ αργή κίνηση.

### 2.4.1 Σύστημα σταθερής ποσότητας με αβέβαιη ζήτηση

Σε μια πραγματική οικονομία η ζήτηση είναι αβέβαιη , οπότε οι παραγγελίες του αποθέματος επαναλαμβάνονται .Ο οργάνωση της διαχείρισης του αποθέματος χρειάζεται να διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στους κινδύνους που μπορεί να υπάρξουν λόγω της έλλειψης προϊόντων. Ουσιαστικά ο υπεύθυνος του τμήματος προμηθειών καλείτε να προσδιορίσει τη ποσότητα αποθέματος που θα παραγγέλλεται κάθε φορά ( Q ) και το επίπεδο αποθέματος ( R ) όπου γίνεται η παραγγελία η οποία βγαίνει αυτομάτως από το σύστημα που χρησιμοποιεί η εταιρεία .

Βέβαια πολλές φορές οι εταιρείες έρχονται σε επαφή με ελλείψεις ή πλεόνασμα αποθέματος, γεγονός που δεν μπορεί να ελέγχεται απόλυτα αλλά μπορεί να περιοριστεί σημαντικά και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ο στόχος της εταιρείας είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους μέσω της εύρεσης της καλύτερης τιμής του R και Q .

Το ετήσιο ολικό κόστος εξάγεται από τον τύπο

$$EKA(Q, R) = \rho * \mu + Cp * \frac{\mu}{Q} + Ch * \left( R - \mu * L + \frac{Q}{2} \right) + Cu * B(R) * \frac{\mu}{Q}$$

Όπου  $\mu$  είναι η μέση ετήσια ζήτηση του προϊόντος και  $\rho * \mu$  είναι το ετήσιο κόστος αγοράς αποθέματος,  $\mu L$  είναι η αναμενόμενη μέση ζήτηση κατά το χρονικό ορίζοντα L, B( R ) είναι ο μέσος αριθμός των τεμαχίων που παραμένουν ανεκτέλεστες ( backorders ),  $c_p * (\mu/Q)$  είναι το μέσο ετήσιο κόστος τοποθέτησης και διαχείρισης όλων των παραγγελιών, το  $c_h(R - \mu L + Q/2)$  είναι το μέσο ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος και  $c_u * B( R ) * \mu/Q$  το μέσο ετήσιο κόστος έλλειψης αποθέματος.

Και τέλος, οι τιμές Q , R που ελαχιστοποιούν το OKA δίνονται από τις πιο κάτω εξισώσεις :

$$Q = \sqrt{\frac{2\mu(Cp + Cu * B(R))}{Ch}}$$

$$SL(R) = 1 - \frac{Ch * Q}{Cu * \mu}$$

Όπου  $SL(R)$  είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης (service level )

#### 2.4.2 Σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας με αβέβαιη ζήτηση

Σε αυτό το μοντέλο η περίοδος αναπαραγγελίας παραμένει σταθερή και μεταβάλλεται η ποσότητα. Η ποσότητα που παραγγέλλεται κάθε φορά είναι όσο απαιτείται για να συμπληρωθεί η ποσότητα  $S$  ( order up to level ) και το χρονικό διάστημα παραγγελίας είναι ίσο με την περίοδο αναθεώρησης  $T$ .

Ουσιαστικά χρειάζεται να βρίσκουμε τη μέγιστη ποσότητα  $S$  που ισοδυναμεί με :

$$S = \mu * (T + L) + z_a * \sigma * \sqrt{(T + L)}$$

Όπου  $T$  η χρονική περίοδος μεταξύ των αποθεμάτων,  $L$  ο χρόνος ικανοποίησης της παραγγελίας,  $\mu$  η μέση ετήσια ζήτηση κατά τη περίοδο  $T+L$ , και  $\sigma$  η τυπική απόκλιση της ετήσιας ζήτησης  $z_a$  το πλήθος των τυπικών αποκλίσεων για το επίπεδο εξυπηρέτησης που έχει οριστεί.

#### 2.4.3 Υλικά με πολύ αργή κίνηση

Η κινητικότητα που παρουσιάζουν τα υλικά εξαρτάται από τη φύση τους, τη ζήτηση και τις συνεχείς αλλαγές της αγοράς. Κάθε εταιρεία έχει το δικό της τρόπο προγραμματισμού των αναγκών σε υλικά (material requirements planning) . Ο χρονικός ορίζοντας ο οποίος καθιστά κάποια προϊόντα αργής κίνησης (slow –movers) διαφέρει ανάλογα με την εταιρεία αλλά γενικά έχει κάποια βασικά χαρακτηριστικά όπως είναι η ζήτηση, η οποία διαμορφώνεται με τυχαίο τρόπο και σε αραιά ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.

Η διαχείριση αυτής της κατηγορίας υλικών είναι σημαντική και για τη λήψη αποφάσεων χρειάζεται να ληφθούν αποφάσεις με βάση το κόστος της παραγγελίας, την αξία του υλικού, τη μέση χρονική περίοδο ανάμεσα σε διαδοχικές παραγγελίες του υλικού, μέση τιμή και τυπική απόκλιση του χρόνου παράδοσης, το κόστος αποθεματοποίησης και το βασικότερο ίσως, το οποίο είναι το κόστος έλλειψης

αποθέματος. Επίσης η ABC ανάλυση είναι απαραίτητη καθώς χρειάζεται μια ολοκληρωμένη εικόνα των υλικών σε επίπεδο αξίας του υλικού.

### 3. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

#### 3.1 Εισαγωγή

Η χρηματοπιστωτική κρίση του 2007 αποτέλεσε ένα κομβικό σημείο στη διεθνή και εγχώρια οικονομία. Ο κλάδος της εφοδιαστικής αλυσίδας επηρεάστηκε σημαντικά από αυτές τις αλλαγές, κυρίως με τη μετακίνηση επιχειρήσεων και παραγωγικών μονάδων, σηματοδοτώντας έτσι τη μετάβαση από μια περίοδο αφθονίας όσον αφορά τα παραγόμενα προϊόντα, σε μια περίοδο αυστηρά προγραμματισμένης παραγωγικής διαδικασίας και από μια ακριβή διακίνηση προϊόντων. Ο σωστός και έγκαιρος εφοδιασμός των εταιριών με τα προϊόντα που χρειάζονται είναι καθοριστικής σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία τους και για τον λόγο αυτό ο τομέας των Logistics αναπτύσσεται συνεχώς. Σε περιόδους οικονομικής δυσχέρειας όμως αναδεικνύεται ακόμα περισσότερο ο ρόλος του σωστού προγραμματισμού. Οι εταιρείες είναι πρόθυμες να δαπανήσουν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για τον άμεσο εφοδιασμό της εταιρείας τους και την κάλυψη των αναγκών τους όταν η συνολική εικόνα της αγοράς το ευνοεί. Όταν, αντίθετα, η αγορά βρίσκεται αντιμέτωπη με περιόδους ύφεσης οι επιχειρήσεις αποφεύγουν τις μεγάλες αλλαγές, όπως είναι η αλλαγή προμηθευτών, καθώς και τις μεγάλες επενδύσεις, όπως τα χρηματικά ποσά που δαπανούνται για την έρευνα και ανάπτυξη ενός προϊόντος. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να υπάρχει πολύ καλός προγραμματισμός της ζήτησης.

Ο προσδιορισμός των αγοραστικών διαδικασιών έχει σχέση αλληλεξάρτησης με τον προγραμματισμό της ζήτησης. Ο ακριβής προσδιορισμός της αποτελεί κύριο άξονα στην διαπραγμάτευση με τους προμηθευτές και κύριο δείκτη αξιολόγησης της ικανοποίησης των πελατών. Σε ιδεατές συνθήκες όπου η ζήτηση των προϊόντων θα ήταν σταθερή, οι τιμές των πρώτων υλών θα ήταν επίσης σταθερές, οι επιθυμητές ποσότητες πάντα διαθέσιμες, και τέλος ο χρονικός ορίζοντας παράδοσης δεν θα μεταβάλλονταν και ο προγραμματισμός της ζήτησης θα γινόταν με ακρίβεια. Σε μια πραγματική οικονομία όμως, τα δεδομένα της αγοράς μεταβάλλονται συνεχώς προκαλώντας συνεχείς αλλαγές και οδηγώντας σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση της ζήτησης. Η υπερεκτίμηση έχει ως αποτέλεσμα να διατηρούνται μεγάλες ποσότητες προϊόντων (αυξάνοντας το κόστος τους) και στη μη ορθή διαχείριση των ταμειακών .

Στην αντίθετη περίπτωση, της υποεκτίμησης, υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης ανεκπλήρωτων παραγγελιών και δυσαρεστημένων πελατών (κόστος έλλειψης προϊόντων).

Στην περίπτωση που υπάρχει ένα προϊόν στην αγορά και ένας πελάτης η πρόβλεψη της ζήτησης θα ήταν εύκολη. Η πραγματική οικονομία όμως διαφέρει αισθητά. Συνήθως υπάρχουν περισσότεροι από έναν πελάτες και εκατοντάδες ή χιλιάδες προϊόντα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μια σειρά από ενέργειες, μεγαλώνει τα περιθώρια σφάλματος και το εύρος απόκλισης της προγραμματισμένης ζήτησης από τις πραγματικές πωλήσεις. Για το λόγο αυτό γίνεται μια συνεχής προσπάθεια μέσα από την συνεργασία των εκάστοτε τμημάτων (πωλήσεις, logistics, marketing) για να υπάρξει το μικρότερο δυνατό ποσοστό λαθών και να ισορροπηθεί η ζήτηση με τον εφοδιασμό. Πολλές επιχειρήσεις λειτουργούν με βάση κάποιες ποσοτικές μεθόδους και την εμπειρία ενώ κάποιες άλλες μόνο βάση εμπειρίας. Και στις δύο περιπτώσεις χρειάζεται συνεχής παρακολούθησή ανάλογα με τη συμπεριφορά της ευρύτερης οικονομίας.

### 3.2 Προγραμματισμός της ζήτησης και σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον

Η πολυπλοκότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας την τελευταία δεκαετία συνεχώς αυξάνεται. Ουσιαστικά η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από ένα πεπερασμένο σύνολο ενεργειών και συνδυασμών τα οποία διαφέρουν σε κάθε οικονομική μονάδα και μπορούν να της προσφέρουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που χρειάζεται. Και αυτό το πλεονέκτημα μπορεί να το αποκομίσει από τον προσδιορισμό της ζήτησης. Όσο αυξάνεται ο διαχωρισμός των εργασιών εντός της αλυσίδας και οι γεωγραφικές αποστάσεις γίνονται μεγαλύτερες, τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για ύπαρξη του προγραμματισμού της ζήτησης.

Στις περισσότερες επιχειρήσεις ο προγραμματισμός της ζήτησης αποτελεί μια ιδιάζουσα και απαιτητική εργασία. Ο αξιόπιστος προγραμματισμός της ζήτησης απαιτεί ικανότητες, διορατικότητα, γνώση του υλικού και της αγοράς όπου απευθύνεται. Η σωστή διαχείριση των ιστορικών δεδομένων του προϊόντος, η συνεχή παρακολούθησή του και η εφαρμογή προγραμμάτων όπου αυτό είναι εφικτό είναι από τις βασικές αρμοδιότητες του υπεύθυνου του συγκεκριμένου κλάδου όπως και η



προσεχτική εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Συνήθως οι επιχειρήσεις είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικές ως προς τις προβλέψεις και κατά πόσο προσεγγίζονται οι πραγματικοί αριθμοί. Όμως αποτελεί ένα απαραίτητο «μέσο» οργάνωσης και λειτουργίας των εργασιών της εκάστοτε εταιρείας.

Όπως αναφέρεται στο άρθρο των Yin S.& Nishi T. (2014), ο προγραμματισμός της ζήτησης στο τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει είκοσι χρόνια που είναι στη σημερινή του μορφή και η σημασία του συνεχώς αυξάνεται λόγω κυρίως της αποκεντρωμένης οργάνωσης που έχουν οι επιχειρήσεις (πολλές εταιρείες έχουν τα κέντρα πώλησής τους στην Ευρώπη ενώ τα εργοστάσια παραγωγής στην Ασία). Ο προγραμματισμός της ζήτησης στην εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain) συνήθως καταλαμβάνει ιδιαίτερα μεγάλο χρονικό διάστημα και οι δείκτες με βάση τους οποίους αξιολογείται η επίτευξή τους ( Key Performance Indicators/KPIs) έχουν τα μικρότερα ποσοστά επιτυχίας σε μια εταιρεία. Τα KPIs είναι ένας λογικός συνδυασμός δεικτών απόδοσης. Ο συμβολισμός των συστημάτων μέτρησης της απόδοσης ξεκίνησε κατά την δεκαετία του 80' (K.Trachta, A. Niesteggeb & P. Schuha, 2013).

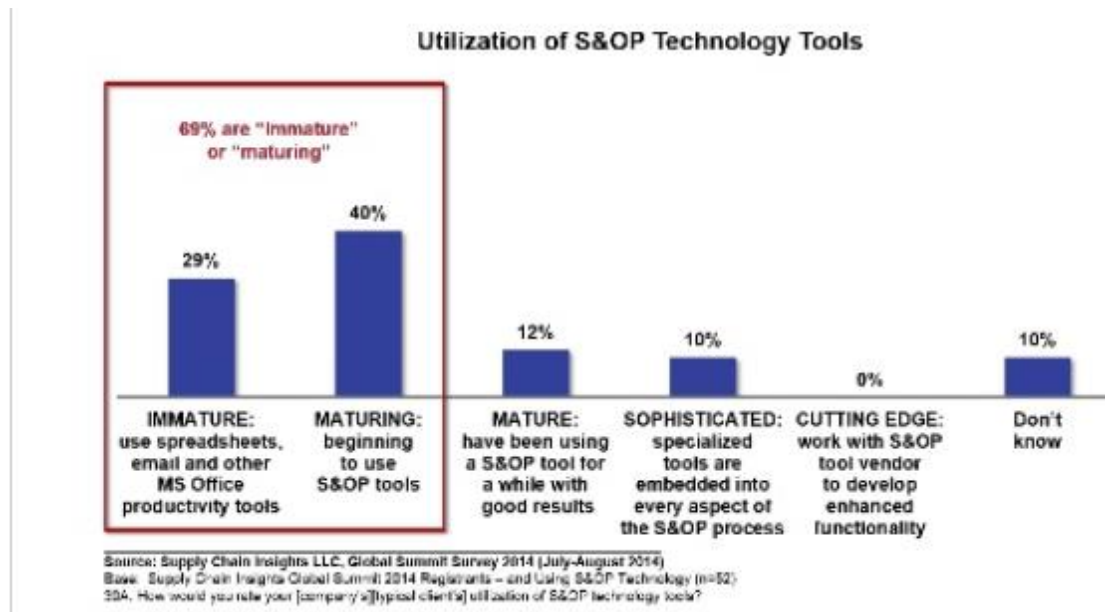
Ιδιαίτερης σημασίας είναι επίσης η βαρύτητα που δίνουν οι επιχειρήσεις στις πωλήσεις και στον προγραμματισμό της ζήτησης (Sales & Operations Planning / S&OP). Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε η εταιρεία Supply Chain Insights, διαπιστώθηκε ότι επιχειρήσεις όπου υπήρχε ισορροπία ανάμεσα στη σημασία που έδιναν στον προγραμματισμό της ζήτησης όσο και στις Excel, το 40% είναι σε διαδικασία ένταξης εργαλείων του S&OP για τον προγραμματισμό της ζήτησης (Εικόνα 1) . Μόλις το 12% των επιχειρήσεων χρησιμοποιούν εργαλεία S&OP και είναι ικανοποιημένοι (Εικόνα 2).

Εικόνα 1

### Ability to Balance the "S" and the "OP" in the S&OP Process



Εικόνα 2



Σύμφωνα με σύγχρονες έρευνες σχετικά με τον καλύτερο προσδιορισμό της ζήτησης, έχει διαπιστωθεί πως χρειάζεται να υπάρχει συνεχής παρακολούθηση του κάθε προϊόντος ή της κάθε ομάδας προϊόντων, έχοντας ως σημείο αναφοράς μια ομάδα προϊόντων ή ένα προϊόν το οποίο ανταποκρίνεται στο μέγιστο στις προσδοκίες της εταιρείας. Επιπλέον έχει ενδιαφέρον να επισημανθούν τα σημεία που οι επιχειρηματίες θεωρούν κρίσιμα στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης εικόνας της ζήτησης. Ένα από τα βασικά προβλήματα, που λειτουργούν ως τροχοπέδη στον καλύτερο προγραμματισμό της ζήτησης, είναι η δυσκαμψία και η πολυπλοκότητα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας όπου η παραδοσιακή δομή και λειτουργία του συστήματος

βασίζεται στο να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του οργανισμού και όχι να εκφέρει το ίδιο άποψη ή να διαμορφώνει αγορά και σε πολλές περιπτώσεις δεν δίνει τα περιθώρια ευλυγισίας που χρειάζεται (όπως είναι κάποιο σύστημα διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων το οποίο μπορεί να προσφέρει καλύτερα επίπεδα πρόβλεψης). Ιδιαίτερα σημαντική, επίσης, είναι η μεταβλητότητα που παρουσιάζει η ζήτηση, η οποία εξαρτάται από ένα μεγάλο εύρος παραγόντων όπως είναι η οικονομία, οι καταναλωτές, κατά πόσο είναι εφικτή η διαμόρφωση καταναλωτικής συμπεριφοράς κλπ.

### 3.3 Αξία και σκοπός της πρόβλεψης

Το κύριο χαρακτηριστικό της ζήτησης είναι η αβεβαιότητα και την ανάληψη κινδύνου. Όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο χρειάζεται να προσδιοριστεί η ζήτηση τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος που υπάρχει να γίνουν λάθη. Οι προβλέψεις που απαιτούνται είναι από μια μέρα ως και χρόνια. Πολλές εταιρείες λόγω της διάρθρωσής και της δομής τους χρειάζεται να γνωρίζουν τη συνολική ποσότητα που θα πουλήσουν τον επόμενο χρόνο διότι πρέπει να προμηθευτούν πρώτες ύλες, να το παράγουν και να το μεταφέρουν. Λόγω της μετακίνησης πολλών εργοστασίων τον τελευταίο καιρό στην Ασία ο χρονικός ορίζοντας μεταφοράς των προϊόντων έχει αυξηθεί σημαντικά κάνοντας ακόμα πιο επιτακτική την ανάγκη ακριβής πρόβλεψης και μείωσης των περιθωρίων λάθους.

Σκοπός της πρόβλεψης είναι η ικανοποίηση της ζήτησης. Οι αποφάσεις σχετικά με τη ποσότητα που θα παραχθεί, καθώς και ο αποθηκευτικός χώρος που θα χρειαστεί, θα ληφθούν πριν πραγματοποιηθούν οι πωλήσεις. Η διαδικασία για την προετοιμασία μιας συναινετικής πρόβλεψης της μελλοντικής ζήτησης που ικανοποιεί τις ανάγκες των πελατών ονομάζεται προγραμματισμός ζήτησης (Λάιος, 2010).

Πολλές φορές θεωρείται ότι δεν υπάρχει αναγκαιότητα της πρόβλεψης λόγω της αβεβαιότητας ή της σταθερότητας που πιθανόν να υπάρχει στις πωλήσεις μιας εταιρείας. Ενώ η πρόβλεψη είναι σημαντικός παράγοντας, παρατηρείται ότι υπάρχει αμφισβήτηση κατά πόσο βοηθάει στην εύρυθμη λειτουργία μιας οικονομικής μονάδας ή αποτελεί απλά μια κοστοβόρα διαδικασία. Το ερώτημα αυτό ανακύπτει λόγω της συχνής απόκλισης που παρατηρείται. Εδώ είναι σημαντικό να επισημανθεί όμως ο

ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα και η άμεση αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον της εταιρείας. Όλοι οι οργανισμοί λειτουργούν υπό καθεστώς αβεβαιότητας όσον αφορά τη μελλοντική υπόσταση των αποφάσεών τους, αλλά είναι υποχρεωμένοι να παίρνουν αποφάσεις έχοντας ως δεδομένο τον παράγοντα αβεβαιότητα. Γενικά, οι επιλογές που στηρίζονται σε επιστημονικές αναλύσεις αναφορικά με τα μελλοντικά γεγονότα προσεγγίζουν περισσότερο τη πραγματικότητα. Πέρα από τα μαθηματικά μοντέλα όμως, χρειάζεται ο υπεύθυνος προβλέψεων να είναι σε συνεχή επαφή με το γενικότερο εργασιακό και ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον. Η μελλοντική ζήτηση επηρεάζεται από διάφορους βραχυπρόθεσμους ή μακροπρόθεσμους παράγοντες. Μια προωθητική ενέργεια ενός υλικού θα οδηγήσει πιθανόν σε αύξηση πωλήσεων ενώ η έλλειψη μιας πρώτης ύλης για κάποιο χρονικό διάστημα θα οδηγήσει σε μείωση της ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος και κατ' επέκταση σε μείωση της ποσότητας πώλησής του αυτό το καιρό. Προκειμένου να προκύψουν βελτιώσεις και προσαρμογές στις προβλέψεις της ζήτησης είναι απαραίτητη η συνεργασία ανάμεσα στα εκάστοτε τμήματα της κάθε επιχείρησης ώστε να εξασφαλιστεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τέλος, ιδιαίτερης σημασίας είναι και η συνεργασία της εταιρείας με τους πελάτες της για την ικανοποίηση και των δύο μερών. Όταν, για παράδειγμα, πρόκειται για κάποια μεγάλη ποσότητα που πιθανόν να χρειαστεί ο πελάτης, η άμεση ενημέρωση του προμηθευτή θα οδηγήσει σε καλύτερη εξυπηρέτηση του πρώτου καθώς θα είναι δυνατή η εν καιρώ απόκτησή της. Έτσι οι σχέσεις ανάμεσα στις δύο πλευρές γίνονται πιο ασφαλείς, δημιουργείται κλίμα συνεργασίας και μειώνεται ο κίνδυνος.

Ένα επίσης σημαντικό αποτέλεσμα που απορρέει από τον προγραμματισμό της ζήτησης είναι η σωστή διαχείριση του χώρου όσον αφορά την αποθήκευση των προϊόντων. Οι κατάλληλες μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης μπορούν να αποφέρουν σημαντική μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων ακόμη και ταυτόχρονη αύξηση του επιπέδου διαθεσιμότητας.

Εν συντομία, σκοπός της πρόβλεψης είναι να βοηθήσει τη διεύθυνση, να προγραμματίσει τις απαιτήσεις σε πρώτες ύλες και κατ' επέκταση τη παραγωγή στο σύνολό της καθώς και τη δημιουργία ή ενοικίαση του κατάλληλου αποθηκευτικού χώρου. Κατά τη διάρκεια της λήψης των αποφάσεων σχετικά με τον προσδιορισμό της χρειάζεται να υπάρχει συνεχής ενημέρωση από τα υπόλοιπα τμήματα που εμπλέκονται

στην διαδικασία στο εσωτερικό της εταιρείας όσο και ανάμεσα στον πελάτη και τον προμηθευτή.

### 3.4 Δομή και τρόπος επιλογής των μεθόδων πρόβλεψης

Ο προγραμματισμός της ζήτησης αποτελεί μια ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία. Περιλαμβάνει προβλέψεις πωλήσεων για ένα μεμονωμένο αγαθό ή ένα σύνολο προϊόντων, που μπορεί να περιλαμβάνει εκατοντάδες ή χιλιάδες είδη (κωδικούς) και ανάλογο αριθμό πιθανών πελατών. Για κάθε προϊόν (όταν αυτό υπάρχει ήδη στην αγορά) υπάρχει μια σειρά από δεδομένα (ιστορικά στοιχεία) και με βάση τα οποία υπολογίζονται οι μελλοντικές προβλέψεις, παρατηρείται, δηλαδή, εάν υπάρχει τάση και διαπιστώνονται πιθανά σφάλματα. Δύο βασικοί παράγοντες επιλογής μεθόδου για τη πραγματοποίηση της πρόβλεψης είναι ο χρονικός ορίζοντας και το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας.

Επίσης, ένας σημαντικός παράγοντας προσδιορισμού είναι η πληροφόρηση. Χρειάζεται να υπάρχουν ενσωματωμένες στη ζήτηση πιο συγκεκριμένες πληροφορίες, όπως οι επιλογές κάθε πελάτη, πιθανόν ιδιαιτερότητες που μπορεί να υπάρχουν κατά την μεταφορά των προϊόντων διαμέσου της αλυσίδας εφοδιασμού, ειδικές συνθήκες που μπορεί να υπάρχουν στα εκάστοτε κέντρα κόστους κλπ. Ουσιαστικά χρειάζεται να υπάρχει συγκέντρωση των πληροφοριών ώστε να επιτευχθεί ο καλύτερη δυνατή προσέγγιση. Η βάση πληροφοριών του προγράμματος ζήτησης πρέπει να υποστηρίζει κατά ελάχιστο τρεις διαστάσεις με διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης τα οποία είναι α) τη διάσταση Προϊόν : Χαρακτηριστικά Προϊόντος- Ομάδα Προϊόντων-Οικογένεια Προϊόντων-Σειρά Προϊόντων, β) τη διάσταση Γεωγραφία : Πελάτης –Περιοχή Πωλήσεων-Περιφέρεια Κέντρου Διανομής και γ) τη διάσταση χρόνος : Χρονικός ορίζοντας σε ημέρες, εβδομάδες, μήνες ή και έτη. (Λάιος, 2010)

Η διάσταση «προϊόν» πρακτικά περιλαμβάνει ένα σύνολο ενεργειών οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα συγκέντρωσης πληροφοριών είτε συσχετίζοντας μεμονωμένα προϊόντα με ομάδες προϊόντων, είτε δημιουργώντας ομάδες με συναφή προϊόντα είτε με τις γραμμές προϊόντων ανάλογα με τις απαιτήσεις και ανάγκες της κάθε εταιρείας.

Η διάσταση γεωγραφία είναι καίριας σημασίας για τον σωστό προσδιορισμό της ζήτησης . Ουσιαστικά αναφέρεται στην ιεράρχηση με βάση τις περιφέρειες, τις ηπείρους ή τα κέντρα διανομής ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή που κάθε εταιρεία χρειάζεται να εξυπηρετήσει και τις ανάγκες που έχει ή τα προβλήματα που θέλει να αντιμετωπίσει.

Η βασική μονάδα χρόνου στον προγραμματισμό της ζήτησης ονομάζεται «δοχείο χρόνου» (time bucket) και μπορεί να αφορά μια μέρα , μια εβδομάδα , ένα μήνα ή ένα έτος. Ουσιαστικά το «δοχείο χρόνου» είναι η ελάχιστη διακριτή μονάδα χρόνου εντός του οποίου συλλέγονται και αθροίζονται τα δεδομένα του προγραμματισμού (π.χ. ποσότητες προβλέψεων, πραγματικά και υπολογιστικά στοιχεία). Από την άλλη πλευρά, ο χρονικός ορίζοντας του προγραμματισμού της ζήτησης περιλαμβάνει ένα πεπερασμένο αριθμό «δοχείο χρόνου». (Λάιος,2010). Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι το «δοχείο χρόνου» χρειάζεται να είναι τόσο όσο να γίνεται δυνατό να συμπεριληφθούν εποχιακές αλλαγές και πιθανόν αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες. Γίνεται κατανοητό ότι μικραίνοντας το «δοχείο χρόνου» μεγαλώνει ο όγκος της πληροφορίας.

Η επιλογή των μεθόδων πρόβλεψης που θα χρειαστεί είναι μια σύνθετη διαδικασία που βασικό γνώμονα έχει την απόφαση που χρειάζεται να ληφθεί από τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν. Είναι μια πολυδιάστατη διαδικασία η οποία συμπεριλαμβάνει μια σειρά από παραμέτρους , όπως η περίοδος της πρόβλεψης, το κόστος της μεθόδου, η επιζητούμενη ακρίβεια, η απλότητα και η ευκολία εφαρμογής, τα διαθέσιμα στοιχεία και η ζητούμενη μορφή της πρόβλεψης. Χρονικός ορίζοντας (lead time) της πρόβλεψης ονομάζεται η χρονική απόσταση ανάμεσα στο σημείο στο οποίο γίνεται η πρόβλεψη και το χρονικό σημείο στο οποίο αυτή αναφέρεται. Ο χρόνος αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση στην ταξινόμηση των προβλέψεων . (Jeffrey Jarrett, 2002)

Ο χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμος, μεσοπρόθεσμος ή μακροπρόθεσμος. Η ταξινόμηση της πρόβλεψης περιλαμβάνει δύο διαστάσεις, τον ρυθμό μεταβολής των χρονοσειρών και το χρονικό ορίζοντας της πρόβλεψης. Αυτό σημαίνει πως για διαφορετικά προϊόντα με βάση το χρόνο ζωής του κάθε προϊόντος ορίζεται διαφορετικά το κατά πόσο η πρόβλεψη που γίνεται ανήκει σε μια από τις τρεις πιο πάνω κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, για το αγαθό «φρέσκο γάλα» για παράδειγμα, η πρόβλεψη ωρών είναι βραχυπρόθεσμη, ενώ δύο ή τριών ημερών

μεσοπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη. Ενώ για το αγαθό “ηλεκτρική κουζίνα” βραχυπρόθεσμη είναι η περίοδος ενός μήνα , μεσοπρόθεσμη ενός εξαμήνου, και μακροπρόθεσμη άνω του ενός έτους. Γενικά αναφερόμενοι σε αυτές τις τρεις έννοιες μπορούμε να πούμε πως μια πρόβλεψη μπορεί να ταξινομηθεί ως βραχυπρόθεσμη όταν επηρεάζει το παρόν και το άμεσο μέλλον. Αφορούν τρέχουσες αποφάσεις και λειτουργίες της παραγωγής και διανομής, όπως είναι οι αποφάσεις για τις απαιτήσεις σε προσωπικό , υλικό ,μηχανήματα. Συνήθως για τις προβλέψεις αυτές χρησιμοποιείται η μέθοδος των χρονολογικών σειρών ή προεκβολής (extrapolation) όπου η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών μιας μεταβλητής εξαρτάται από τις τιμές της ίδιας μεταβλητής και μόνο. Μακροπρόθεσμη, για ζητήματα που έχουν να κάνουν με τη συνολική δυναμικότητα ενός συστήματος σε ορίζοντα (ανάλογα με το προϊόν) συνήθως ετών. Η μεσοπρόθεσμη βρίσκεται συνήθως στο ενδιάμεσο των άλλων δύο. Στις μεσοπρόθεσμες προβλέψεις χρησιμοποιούνται συνήθως αιτιοκρατικές μέθοδοι (η οποίες προσπαθούν να εξηγήσουν τη συμπεριφορά μιας μεταβλητής συσχετίζοντάς την με άλλες) ή προεκβολής. Ενώ τέλος για τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις χρησιμοποιούνται συνήθως οι ποιοτικές μέθοδοι (όπου γίνεται προσπάθεια μέσω της αξιολογικής κρίσης να πραγματοποιηθεί η ανάλυση και πρόβλεψη των μελλοντικών γεγονότων) ή οι αιτιοκρατικές μέθοδοι.

Ιδιαίτερης δυσκολίας υπολογισμού αλλά και σημασίας είναι ο υπολογισμός του κόστους της κάθε τεχνικής πρόβλεψης , πρέπει να ισχύει η πιο κάτω ισότητα

$$\text{Ολικό κόστος χρήσης} = \text{κόστος λειτουργίας μεθόδου} + \text{κόστος από τα λάθη της πρόβλεψης}$$

### 3.5 Μέθοδοι προβλέψεων

Η ανάγκη για έλεγχο και σχεδιασμό είναι ιδιαίτερα σημαντική στη διοίκηση και τη διαχείριση των επιχειρήσεων και των οικονομικών οργανισμών. Και για τον λόγο αυτόν, όπως αναφέρεται και στο βιβλίο του Jaffrey Jarrett (2002) , πληροφορίες που προέρχονται από προβλέψεις αναφορικά με μελλοντικά στοιχεία αποτελούν ίσως μια από τις σημαντικότερες και κρίσιμότερες εισροές στην οικονομική μονάδα. Οι στατιστικές μέθοδοι πρόβλεψης είναι η βάση όπου στηρίζεται ο προγραμματισμός της ζήτησης των προϊόντων . Ουσιαστικά η χρήση των μεθόδων πρόβλεψης γίνεται για να

εντοπιστεί η τάση που πιθανόν να υπάρχει σε ένα προϊόν και να σκιαγραφηθεί η διακύμανση της ζήτησης. Η επιλογή της μεθόδου πρόβλεψης πρακτικά εξαρτάται από την διαδικασία εγκατάστασης (κατά πόσο μπορεί να υποστηριχτεί το πρόγραμμα από το υπόλοιπο σύστημα και πόσο ευέλικτο είναι) και χρήσης της εκάστοτε μεθόδου και κυρίως τις γνώσεις που διαθέτουν οι εργαζόμενοι για τον σωστό τρόπο λειτουργίας του. Επίσης η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αποτελεί βασικό γνώμονα επιλογής, η εξαγωγή αποτελεσμάτων τα οποία δεν μπορούν να ερμηνευτούν σωστά καταστούν ολόκληρη τη μέθοδο δύσχρηστη (Χάλκος Γ,2011). Τέλος, ο συνδυασμός πρακτικής εμπειρίας και ποσοτικών ή ποιοτικών μεθόδων αποτελεί μια καίριας σημασίας διαδικασία η οποία στην πραγματικότητα είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί αλλά οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της συνολικής εικόνας των προβλέψεων σε ένα σημαντικό ποσοστό.

Οι μέθοδοι που ασχολούνται με την εξαγωγή αριθμητικών εκτιμήσεων ποικίλλουν από σχετικά απλές μέχρι και πολύ σύνθετες. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει έχουμε τρεις κατηγορίες, οι μέθοδοι προεκβολής, οι αιτιατές μέθοδοι και ποιοτικές μέθοδοι. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι χρονοσειρών χρησιμοποιούν ποσοτικά δεδομένα, με βάση τα στατιστικά δεδομένα και τη ζήτηση στο παρελθόν γίνεται πρόβλεψη για το μέλλον. Εφόσον ο χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης είναι μικρός αυτές οι μέθοδοι δίνουν αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα. Στις αιτιατές μεθόδους οι προβλέψεις βασίζονται στην υπόθεση ότι η μεταβλητή που πρέπει να προβλεφθεί (εξαρτημένη) είναι συνάρτηση μιας σειράς ανεξάρτητων μεταβλητών (όπως τιμή, διαφήμιση, οικονομία). Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα δύσκολη διότι χρειάζεται να υπάρχουν μελλοντικές προβλέψεις για τις ανεξάρτητες μεταβλητές και να προσδιοριστεί ο βαθμός συσχέτισής τους με την εξαρτημένη. Τέλος, οι ποιοτικές τα αποτελέσματα της οποίας είναι απόρροια έρευνας και προσωπικής κρίσης των ερωτηθέντων. Συνήθως γίνεται η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

### 3.5.1 Τα χαρακτηριστικά της ζήτησης

Πριν γίνει εκτενής αναφορά στις μεθόδους πρόβλεψης χρειάζεται να αναφερθούν τα συστατικά της ζήτησης και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Οι επανειλημμένες παρατηρήσεις της ζήτησης για ένα αγαθό με τη σειρά εμφανίσεως τους δημιουργούν



μια χρονολογική σειρά. Τα πέντε βασικά συστατικά που συνθέτουν τις χρονολογικές σειρές είναι ο μέσος όρος, η τάση, η εποχικότητα, η κυκλικότητα και οι τυχαίες διακυμάνσεις. Ο μέσος όρος είναι ένα μέτρο έκφρασης της κεντρικής τάσης των τιμών της μεταβλητής (Αγιάκλογλου, 2004). Τάση είναι η συνεχής κίνηση της χρονοσειράς κατά μήκος μιας χρονικής περιόδου (Jeffrey Jarrett, 2002). Η τάση μπορεί να είναι είτε ευθεία γραμμή είτε καμπυλόγραμμη ανάλογα με τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί. Η εποχικότητα αναφέρεται σε δεδομένα μικρότερα του έτους (τρίμηνα ή εξάμηνα συνήθως) τα οποία επαναλαμβάνονται από χρόνο σε χρόνο. Η κυκλικότητα αναφέρεται σε κυματοειδείς διακυμάνσεις (συχνά μη κανονικές) που καλύπτουν χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του έτους και προέρχονται από μεταβολές της γενικής οικονομικής δραστηριότητας (Jeffrey Jarrett, 2002).

Μη κανονικές διακυμάνσεις θεωρούνται εκείνες που απομένουν όταν όλα τα υπόλοιπα συστατικά στοιχεία της χρονοσειράς (τάση, εποχικότητα, κυκλικότητα) έχουν απομονωθεί. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια εντελώς τυχαία μεταβλητή που εκφράζει τον τυχαίο παράγοντα μιας στοχαστικής διαδικασίας (όπου θεωρείται δεδομένο ότι η χρονοσειρά είναι μια τυχαία σειρά αριθμών που προκύπτουν τυχαία).

Η ζήτηση μπορεί να προκύψει ως :

$$\text{Ζήτηση} = \text{Τάση} * \text{Εποχικότητα}$$

$$\text{Ζήτηση} = \text{Τάση} * \text{Εποχικότητα} * \text{Κυκλικότητα} * \text{Μη κανονικές διακυμάνσεις}$$

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση είναι εξωτερικοί ή εσωτερικοί. Οι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση δεν μπορούν να ελεγχθούν (καταναλωτικές συνήθειες, οικονομικές αλλαγές). Οι εσωτερικοί παράγοντες περιλαμβάνουν εσωτερικές αποφάσεις σχετικές με το σχεδιασμό του προϊόντος, της συσκευασίας, τεχνικές προώθησης κλπ. Είναι επιθυμητό η ζήτηση να είναι όσο το δυνατόν πιο εξαπλωμένη και να μην συσσωρεύεται σε ορισμένες χρονικές στιγμές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σε ένα σημαντικό βαθμό είτε μέσω μεταβολών στη τιμή είτε με κατάλληλες τεχνικές marketing. Επίσης ιδιαίτερα καλή τεχνική είναι η παραγωγή δύο προϊόντων που έχουν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους ζήτηση.

### 3.5.2 Ποιοτικές ή αξιολογικές μέθοδοι (Quality or judgment methods)

Οι κριτικές μέθοδοι έχουν ως κυρίαρχο στον προγραμματισμό της ζήτησης τον ανθρώπινο παράγοντα. Όταν δεν υπάρχουν χρονοσειρές ή παρεμφερή δεδομένα για ένα αγαθό στην αγορά χρειάζεται να ληφθούν αποφάσεις χωρίς μαθηματικές μεθόδους με γνώμονα την οξυδέρκεια των στελεχών συνήθως καθώς είναι εκείνοι που θα δώσουν την τελική έγκριση. Οι πιο ευρέως διαδεδομένες μέθοδοι είναι οι «Εκτιμήσεις δυναμικού πωλήσεων», «Απόψεις διευθυντικών στελεχών», «Έρευνα Αγοράς», και η «Μέθοδος Delphi». Για την αναφορά στις μεθόδους πρόβλεψης έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως αναφορές από το βιβλίο του κυρίου Λάιου (2010) καθώς και του Jeffrey Jarrett (2002) .

#### *3.5.2.1 Εκτιμήσεις δυναμικού πωλήσεων*

Οι εκτιμήσεις του δυναμικού πωλήσεων (Sales Force Estimates) είναι προβλέψεις εξαγόμενες από εκτιμήσεις της μελλοντικής ζήτησης που γίνονται περιοδικά από μέλη του τομέα πωλήσεων. Το τμήμα πωλήσεων είναι εκείνο που έρχεται σε άμεση επαφή με τους πελάτες και τις καταναλωτικές συνήθειες οπότε είναι οι πλέον αρμόδιοι να διαμορφώσουν άποψη για τη ζήτηση των αγαθών. Επειδή οι καταναλωτικές συνήθειες διαφέρουν ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή οι πωλητές στις περιοχές αυτές γνωρίζουν τις γενικότερες τάσεις που υπάρχουν. Όμως ή μέθοδος αυτή εξαρτάται από τους πωλητές και τις δυνατότητές τους. Πολλοί πωλητές μπορεί να είναι αισιόδοξοι ή άλλοι απαισιόδοξοι, μπορεί να μην είναι καλά εκπαιδευμένο ή να μην έχει την εμπειρία που χρειάζεται για να κάνει σωστή προσέγγιση των αναγκών της αγοράς.

#### *3.5.2.2 Απόψεις διευθυντικών στελεχών (Executive Opinion)*

Είναι η πιο «ακριβή» μέθοδος καθώς πραγματοποιείται δαπάνη «διευθυντικού χρόνου». Όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για τη πορεία ενός προϊόντος στην αγορά και οι πωλητές αδυνατούν να λάβουν τις ευθύνες που φέρει ο προγραμματισμός της ζήτησης για αυτό το αγαθό, τότε χρειάζεται τα ανώτερα στελέχη να λάβουν τις αποφάσεις. Πρακτικά η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εμπειρία ενός ή περισσοτέρων διευθυντικών στελεχών, οι οποίοι μετά από συνεννόηση καταλήγουν σε κάποια απόφαση σχετικά με ένα καινούργιο προϊόν ή στη τροποποίηση της υπάρχουσας ζήτησης ενός προϊόντος λόγω κάποιου έκτακτου γεγονότος (πχ εκλογές).

#### *3.5.2.3 Έρευνα Αγοράς*

Η έρευνα αγοράς είναι μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος πρόβλεψης. Συνήθως έχει πολλά στάδια και γίνεται πριν εισέλθει ένα προϊόν στην αγορά. Αρχικά καταρτίζεται ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο πρέπει να είναι άμεσο και όσο γίνεται λιγότερο

χρονοβόρο το οποίο θα δίνει τη δυνατότητα η εταιρεία να μπορεί να αποκτήσει ολοκληρωμένη εικόνα για τη συμπεριφορά του στην αγορά, να αποφασίσει εάν θα το κάνει μέσω συνεντεύξεων, τηλεφωνικά ή ταχυδρομικά. Να αποφασίσει ποια θα είναι η ομάδα εστίασης (target group), να φροντίσει το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό και να υπάρχει ανταπόκριση όσον αφορά τη συμπλήρωσή τους. Είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία και δεν είναι εύκολο να γίνει αντιληπτό κατά πόσο ένα προϊόν το οποίο αποτελεί καινοτομία θα έχει αποδεχτό από το αγοραστικό κοινό καθώς είναι πιο αποτελεσματική στην εξαγωγή μιμητικών τάσεων.

#### *3.5.2.4 Μέθοδος Delphi*

Όταν πρόκειται για μακροκροχόνιες προβλέψεις και δεν είναι δυνατή η χρήση χρονοσειρών είτε επειδή είναι μεγάλος ο χρονικός ορίζοντας είτε επειδή δεν υπάρχουν δεδομένα πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν τη μέθοδο των Δελφών και ιδιαίτερα σε τεχνολογικές προβλέψεις όπου οι ρυθμός αλλαγής είναι πολύ γρήγορος. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη προσωπική κρίση και συνίσταται στην οργάνωση μιας ομάδας ειδικών σε ένα συγκεκριμένο θέμα οι οποίοι εκφράζουν την άποψή τους συμπληρώνοντας ανώνυμα ένα ερωτηματολόγιο. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατό να εκφραστούν όλες οι απόψεις έχοντας την ίδια βαρύτητα. Υπάρχει ένας συντονιστής ο οποίος αναλαμβάνει να συλλέγει τα ερωτηματολόγια να τα αναδιαμορφώνει και να τα στέλνει ξανά μέχρι να επέλθει η συμφωνία. Βέβαια η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα, μπορεί και άνω του έτους και ακριβή. Συνήθως αναλαμβάνονται από Ιδρύματα όπως Πανεπιστήμια. Επίσης τα ερωτηματολόγια χρειάζεται να είναι καλά διαμορφωμένα και τα άτομα που συντονίζουν την έρευνα έμπειρα στο αντικείμενό τους. Γενικά δεν έχει αποδεχθεί πως η μέθοδος των Δελφών προσφέρει υψηλό βαθμό ακρίβειας.

Βέβαια υπάρχουν μια σειρά ακόμα από μεθόδους πρόβλεψης της ζήτησης όπως η «Κυκλική Συνιστώσα» και η «Χρονολόγηση των Επιχειρηματικών κύκλων» κλπ τα οποία βασίζονται περισσότερο σε δείκτες που βασίζονται στις μεταβολές της οικονομίας και δεν χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες. Επίσης γνωστή είναι η μέθοδος «Πάνελ» όπου ακολουθείται η ίδια μέθοδος όπως η Delphi αλλά σε με τη πραγματοποίηση ανοιχτών συζητήσεων και συνήθως η υφιστάμενοι δεν μπορούν να εκφέρουν ανεπηρέαστα την άποψή τους. Τέλος μελέτες έχουν δείξει πως οι κριτικές μέθοδοι που προέρχονται από άτομα με εμπειρία υπερτερούν εκείνων των στατιστικών δεδομένων. Βέβαια οι μέθοδοι των χρονολογικών σειρών προσεγγίζουν τις

πραγματικές πωλήσεις αισθητά καλύτερα όταν δεν επέρχεται μεγάλη μεταβολή στη ζήτηση του προϊόντος.

### 3.5.3 Ποσοτικές Μέθοδοι (Quantitative Forecasting)

#### 3.5.3.1 Μοντέλα Χρονοσειρών

Οι ποσοτικές μέθοδοι μπορούν να διακριθούν σε μοντέλα χρονοσειρών (time series models) και σε αιτιατά μοντέλα (causal models). Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται σε δεδομένα – χρονοσειρές και με βάση μαθηματικά μοντέλα γίνεται δυνατή να εξαχθούν αποτελέσματα τα οποία είναι αντικειμενικά (το γεγονός αυτό δεν σημαίνει ότι προσεγγίζουν απαραίτητα τη πραγματικότητα) και επαναλήψεις (στην περίπτωση που εισάγονται τα ίδια δεδομένα εξάγονται επίσης και τα ίδια αποτελέσματα). Η ανάλυση χρονοσειράς προϋποθέτει την ύπαρξη μιας σειράς μοτίβων (patterns) δεδομένων βάσει των οποίων ζητείται να εντοπιστεί η τάση ή/και η κυκλικότητα/περιοδικότητα έτσι ώστε να προβλεφθούν τα μελλοντικά γεγονότα. Ενώ τα αιτιατά μοντέλα βασίζονται στην εύρεση παραγόντων που επηρεάζουν τη μεταβλητή μας και του επιπέδου στο οποίο αυτές τη μεταβάλλουν. Ουσιαστικά το προϊόν του οποίου τη ζήτηση θέλουμε να προβλέψουμε αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή, και γίνεται προσπάθεια ανεύρεσης της σχέσης της με τις παραμέτρους που την επηρεάζουν. Χρειάζεται να δημιουργηθεί ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο να συμπεριλαμβάνει όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση ενός αγαθού στο επίπεδο που η κάθε μια συμβάλει στο τελικό αποτέλεσμα. Οι πιο γνωστές μέθοδοι όσο αφορά την ανάλυση χρονοσειρών είναι ο απλός μέσος όρος (simple averages), κινητός μέσος όρος (simple moving averages), σταθμισμένος κινητός μέσος (weighted moving averages), εκθετική μέθοδος (exponential smoothing), προσαρμοσμένη εκθετική μέθοδος (adjusted exponential smoothing) και η εποχική μέθοδος (trend&seasonal methods). Γενικά, όταν η τάση δεν είναι εμφανής οι περισσότερο κατάλληλες μέθοδοι πρόβλεψης είναι ο κινούμενος μέσος όρος, ο σταθμικός κινούμενος μέσος όρος και η απλή εκθετική εξομάλυνση, ενώ για χρονοσειρές που παρουσιάζουν εμφανή τάση είναι οι μέθοδοι παλινδρόμησης και διπλής εκθετικής εξομάλυνσης.

#### **Απλός Μέσος όρος**

Πρόκειται για την πιο απλή μέθοδο η οποία θεωρεί ότι η προβλεπόμενη ποσότητα της επόμενης περιόδου είναι ίση με τον μέσο όρο της προηγούμενης μεθόδου. Αν και είναι ιδιαίτερα επίφοβη μέθοδος και δεν συνυπολογίζει κάποιες ιδιαίτερες περιπτώσεις του εσωτερικού ή εξωτερικού περιβάλλοντος χρησιμοποιείται ευρέως από τις επιχειρήσεις καθώς δίνει μια σφαιρική εικόνα της ζήτησης. Έχει καλή εφαρμογή σε στάσιμα δεδομένα .

### **Απλός κινούμενος μέσος**

Η μέθοδος του απλού κινητού μέσου βασίζεται σε δύο βασικές αρχές, ότι δεν υπάρχει εποχικότητα και η ζήτηση δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις. Γενικά είναι από τις βασικότερες μεθόδους πρόβλεψης. Ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι καθορισμένος από την αρχή της διαδικασίας και βασίζεται στον υπολογισμό του μέσου όρου του δείγματος των παρατηρήσεων καθώς κάθε νέα παρατήρηση γίνεται διαθέσιμη στο δείγμα, υπολογίζεται ένας νέος μέσος όρος απορρίπτοντας την παλαιότερη παρατήρηση του δείγματος από το μέσο όρο και συμπεριλαμβάνοντας τη νεότερη. Για τον υπολογισμό της πρόβλεψης της επόμενης περιόδου υπολογίζεται ο μέσος όρος της ζήτησης των προηγούμενων περιόδων  $t$  συνυπολογίζοντας την πρόβλεψη της προηγούμενης περιόδου. Η εξίσωση που εξηγεί τη πιο πάνω σχέση είναι η :

$$F_{t+1} = \frac{(D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1})}{n}$$

Όπου  $F_{t+1}$  είναι η ζήτηση για την επόμενη περίοδο  $t+1$ , όπου  $D_t$  η πραγματική ζήτηση στο παρόν, τη περίοδο  $t$ , και  $n$  ο συνολικός αριθμός των περιόδων του δείγματος.

### **Σταθμισμένος κινητός μέσος**

Ο μέσος σταθμικός όρος δίνει τη δυνατότητα να αποκτήσουν μεγαλύτερη «βαρύτητα» οι πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Πιο συγκεκριμένα δίνεται χαμηλότερη βαρύτητα στις σε προγενέστερες παρατηρήσεις, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο προοδευτικά αυξομειώσεις του πρόσφατου παρελθόντος. Αυτή είναι και η βασική διαφορά της μεθόδου με τη μέθοδο κινητού μέσου όρου.

$$F_t = \sum_{i=1}^n w_i D_{t-i} = w_1 * D_{t-1} + w_2 * D_{t-2} + \dots + w_n * D_{t-n}$$

όπου,  $n$  = ο αριθμός των περιόδων στην πρόβλεψη,  $D_{t-i}$  = πραγματική ζήτηση της περιόδου  $t-i$ ,  $W_i$  = το βάρος για την περίοδο  $t-i$ , και το άθροισμα των βαρών θα πρέπει να ισούται με 1, δηλαδή  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

### **Απλή Εκθετική Εξομάλυνση**

Το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται όταν τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν τάση, κυκλικότητα ή εποχικότητα. Είναι το απλούστερο από τα μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης και ουσιαστικά αποτελεί μια εξέλιξη της μεθόδου του κινούμενου μέσου καθώς οι μέθοδοι εξομάλυνσης ομαλοποιούν τις παρατηρήσεις από το παρελθόν με σκοπό να αντιμετωπίσουν την τυχαιότητα η οποία είναι υπαίτια για τις διακυμάνσεις των τιμών της μεταβλητής.

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

όπου,  $F_t$  = η πρόβλεψη της προηγούμενης περιόδου,  $D_t$  = η πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου και  $a$  = η σταθερά εξομάλυνσης

Βέβαια σπάνια τα μοντέλα να αντιπροσωπεύονται από τον συγκεκριμένο μοντέλο πρόβλεψης καθώς παρουσιάζουν τάση ( το οποίο στοιχείο μπορεί να είναι γραμμικό ή πολλαπλασιαστικό ) ή εποχικότητα ( το εποχικό στοιχείο μπορεί επίσης να είναι γραμμικό ή πολλαπλασιαστικό ) τις περισσότερες φορές. Η εποχικότητα εκφράζεται με τον δείκτη εποχικότητας που μεταβάλλεται από περίοδο σε περίοδο.

### **Εκθετική εξομάλυνση με γραμμική τάση**

Η διπλή εκθετική εξομάλυνση ή μέθοδος Holt ή αλλιώς εκθετική εξομάλυνση με τάση χρησιμοποιείται όταν παρατηρείται τάση (trend) στις παρατηρήσεις της χρονοσειράς. Ουσιαστικά η μέθοδος αυτή ενσωματώνει τις εκτιμήσεις της ζήτησης που παρατηρούνται από περίοδο σε περίοδο. Έχει δύο παραμέτρους εξομάλυνσης, την παράμετρο  $a$  για την εξομάλυνση των τιμών της χρονοσειράς και τη παράμετρο  $b$  για την εξομάλυνση της τάσης. Ουσιαστικά η πρόβλεψη της ζήτησης της επόμενης περιόδου είναι αποτέλεσμα της άθροισης της ζήτησης  $S$  και της τάσης  $T$  :

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

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

$$T_{t+1} = b * (S_{t+1} - S_t) + (1 - b) * T_t$$

Συνήθως οι τιμές που παίρνει το  $a$  είναι από 0,02 έως 0,5 ενώ το  $b$  μεταξύ 0,005 έως 0,17. Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές των παραμέτρων τόσο μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στις πρόσφατες τιμές και αυτό μεταφράζεται σε μεγαλύτερη ευαισθησία σε αλλαγές που προκύπτουν σε  $S$  και  $T$ . Συνήθως πρώτα υπολογίζεται το  $S_t$  και  $T_t$ , μετά το  $S_{t+1}$  και ύστερα το  $T_{t+1}$ . Για την πραγματοποίηση της διαδικασίας χρειάζεται αρχικοποίηση του  $S_1$  και  $T_1$ .

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

#### Αρχικοποίηση

$$S_1 = \frac{6}{n(n+1)} * \sum_{t=0}^{-n+1} tDt + \frac{2(2n-1)}{n(n+1)} * \sum_{t=0}^{-n+1} Dt$$

$$T_1 = \frac{12}{n(n^2-1)} * \sum_{t=0}^{-n+1} tDt + \frac{6}{n(n+1)} * \sum_{t=0}^{-n+1} Dt$$

#### **Εκθετική Εξομάλυνση με Εποχικότητα**

Για τη πραγματοποίηση πρόβλεψης των τιμών μιας μεταβλητής της οποίας η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται, εκτός από το οριζόντιο στοιχείο, από εποχικές διακυμάνσεις (χωρίς τάση) χρησιμοποιείται το μοντέλο της εποχικότητας. Βασικός παράγοντας προγραμματισμού της ζήτησης αποτελεί ο δείκτης εποχικότητας  $I$  ο οποίος υπολογίζεται εάν διαιρεθεί η μηνιαία ζήτηση για παράδειγμα λαμπτήρων φωτισμού μιας εμπορικής εταιρείας με τον μέσο όρο της συνολικής ετήσιας ζήτησης της σε αυτό το προϊόν της εταιρείας. Οι τιμές διαχωρίζονται σε άνω της μονάδας (αύξηση της ζήτησης) και κάτω (μειωμένη ζήτηση). Ο δείκτης όπως είναι φυσικό παρουσιάζει διακυμάνσεις για το λόγο αυτό χρειάζεται να γίνει εξομάλυνση των δεδομένων της χρονοσειράς από το στοιχείο της εποχικότητας και του οριζόντιου στοιχείου.

Το οριζόντιο στοιχείο υπολογίζεται ως εξής :

$$St = a * \frac{Dt}{It - L} + (1 - a) * St - 1$$

$$Ft + 1 = St * It - L - 1$$

Απαιτείται αρχικοποίηση για  $S_0$  (συνήθως είναι ο μέσος όρος όλων των προηγούμενων εποχών ή η ο μέσος όρος της ζήτησης για παράδειγμα του προηγούμενη ημερολογιακού έτους )

Όπου  $S_{t-1}$  το οριζόντιο στοιχείο της προηγούμενης περιόδου και  $L$  ο αριθμός των περιόδων. Το  $a$  παίρνει τιμές από 0,01 μέχρι 0,3.

### 3.6 Αξιολόγηση σφαλμάτων

Οι προβλέψεις πολλές φορές εμπεριέχουν σφάλματα. Τα σφάλματα των προβλέψεων διακρίνονται σε στατιστικά και τυχαία. Τα τυχαία σφάλματα οφείλονται σε μη προβλέψιμους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση .Αντίθετα τα στατιστικά σφάλματα αφορούν στο μοντέλο πρόβλεψης και οφείλονται στη κακή εκτίμηση ή παράλειψη παραγόντων που επηρεάζουν τη ζήτηση (Λάιος,2010). Ουσιαστικά βρίσκονται οι αποκλίσεις των πραγματικών τιμών της ζήτησης και των προβλεπόμενων τιμών της .Οι μικρότερες αποκλίσεις είναι το κριτήριο αξιολόγησης βάση του οποίου προσδιορίζεται και τη βέλτιστη διαδικασία. Για μια μεταβλητή  $X$  , η απόκλιση της προβλεπόμενης τιμής της  $F_t$  από τη πραγματική τιμή της  $X_t$  στο χρονικό διάστημα  $t$ , όπου  $t = 1, 2, \dots$ , αποτελεί το σφάλμα της πρόβλεψης και συμβολίζεται με  $e_t$  (forecast error).

$$e_t = X_t - F_t$$

Υπάρχουν τέσσερα κριτήρια αξιολόγησης σφαλμάτων τα οποία προσδιορίζουν την αξιοπιστία της κάθε μιας μεθόδου πρόβλεψης μελετώντας ουσιαστικά τη διαχρονική συμπεριφορά των τιμών των σφαλμάτων της πρόβλεψης. Αυτές είναι οι : η Μέση απόλυτη απόκλιση, το Μέσο σφάλμα τετραγώνου, το Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα και το Μέσο ποσοστιαίο σφάλμα . Σύμφωνα με τα βιβλία των Λάιος (2010) και Jaffrey (2002) οι τέσσερις μέθοδοι πρόβλεψης αναφέρονται ως εξής :



### Μέση απόλυτη απόκλιση

Είναι ένα σχετικά απλοϊκό κριτήριο υπολογισμού. Η μέση απόλυτη απόκλιση (MAD- Mean Absolute Deviation) ορίζεται ως το άθροισμα των απόλυτων τιμών του σφάλματος της πρόβλεψης διαιρούμενο με τον αριθμό των περιόδων  $n$ , όπου πραγματοποιήθηκαν οι προβλέψεις. Υπολογίζεται από την πιο κάτω εξίσωση :

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

Όπου  $x$  είναι ο μέσος όρος

Έχει τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά, πρώτον, βασίζεται στην υπόθεση ότι η σοβαρότητα του σφάλματος πρόβλεψης συνδέεται γραμμικά με το μέγεθός του, δεύτερον η μονάδα μέτρησης είναι ίδια με εκείνη των χρονοσειρών που χρησιμοποιήθηκαν κάνοντας περισσότερο εύκολη την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τρίτον πως οι τιμές που εξάγονται είναι πάντα θετικές ανεξαρτήτου εάν οι πραγματικές τιμές είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από εκείνες που έχουν προβλεφθεί.

### Μέσο σφάλμα τετραγώνου

Το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE- Mean Squared Error ) είναι η μέση τιμή των τετραγώνων των αποκλίσεων των προβλεπόμενων τιμών της χρονοσειράς από τις αντίστοιχες πραγματικές τιμές. Είναι περισσότερο αξιόπιστη από τη προηγούμενη μέθοδο. Ορίζεται ως :

$$MSE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2$$

### Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα

Το Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα ( Mean Absolute Percentage Error - MAPE ) παρουσιάζει το σφάλμα ως ποσοστό της ζήτησης .

$$MAPE = 100 * \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \right\} / n$$

### 3.7 Η διαδικασία πρόβλεψης

Η όλη διαδικασία μπορεί να οργανωθεί μέσα από τρία ερωτήματα που χρειάζεται να θέσει ο υπεύθυνος, α) τι θα προβλέψει, β) τι είδους τεχνικής πρόβλεψης θα χρησιμοποιηθεί και γ) τι είδους εξοπλισμό και λογισμικό θα χρησιμοποιηθεί. Σίγουρα η επιλογή και εγκατάσταση κάποιου λογισμικού είναι δαπανηρή και δύσκολη καθώς απαιτείται να προσαρμοστεί στα δεδομένα και τις ανάγκες των κατόχων όμως συμβάλλει αποφασιστικά στη μείωση του κόστους αποθεμάτων, στη μείωση των αλλαγών σχεδιασμού παραγωγής, στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου για την υλοποίηση της πρόβλεψης καθώς πιθανόν και σε μείωση των ατόμων που ασχολούνται με τη πρόβλεψη. Τα πακέτα λογισμικών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τα μη αυτόματα (manual) συστήματα, όπου ο χρήστης επιλέγει την τεχνική πρόβλεψης και προσδιορίζει τις απαιτούμενες παραμέτρους για το μοντέλο, τα ημιαυτόνομα, όπου ο χρήστης επιλέγει την τεχνική πρόβλεψης, αλλά το λογισμικό καθορίζει τις παραμέτρους για το μοντέλο για να γίνει δώσει τη καλύτερη δυνατή πρόβλεψη και τα εντελώς αυτόνομα λογισμικά, όπου πέρα από τη καλύτερη τεχνική το λογισμικό προτείνει και τις παραμέτρους που χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν.

Αρχικά χρειάζεται να γίνει πλήρης ενημέρωση της λίστας των προϊόντων ( προϊόντα που έχουν καταργηθεί ή άλλα που εισάγονται, νέες αγορές). Η διαδικασία αυτή χρειάζεται να λαμβάνει χώρα τουλάχιστον μια φορά το μήνα ή όποτε παραστεί ανάγκη. Όσο αυξάνεται ο όγκος των δεδομένων τόσο μειώνεται το περιθώριο λάθους όταν δεν παρουσιάζονται στρεβλώσεις στα ίδια ή στην αγορά. Μετά με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και το επίπεδο λεπτομέρειας επιλέγεται εκείνη η μέθοδος που ταιριάζει περισσότερο (best forecasting fit) με τα χαρακτηριστικά της ζήτησης. Ακολουθεί η συλλογή και ομαδοποίηση της πληροφορίας, όπως είναι μια μεγάλη παραγγελία που πιθανόν να υπάρχει για ένα προϊόν, ή κάποια προωθητική κίνηση για κάποια χρονική περίοδο που πιθανόν να μεταβάλλει τα δεδομένα που θα εξαχθούν. Χρειάζεται να υπάρξει συνδυασμός της εμπειρίας και των μεθόδων πρόβλεψης για να υπάρξει η καλύτερη δυνατή προσέγγιση. Η φάση αυτή της ενοποίησης και της προσαρμογής γίνεται πιο αποτελεσματική όταν ακολουθούνται δομημένες διαδικασίες και δίνεται μεγάλη βαρύτητα στην θέση και άποψη των στελεχών οι οποίοι είχαν εξάγει περισσότερο ακριβή στοιχεία. Όταν προσδιοριστούν οι ποσότητες που απαιτούνται χρειάζεται να διαπιστωθεί η διαθεσιμότητα είτε σε έτοιμα υλικά είτε στα υλικά από τα οποία τα τελικά προϊόντα αποτελούνται. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς παρατηρείται κατά πόσο υπάρχει επάρκεια σε ένα προϊόν ή χρειάζεται να

αντικατασταθεί λόγω έλλειψης ή υψηλής τιμής. Στο σημείο αυτό στις μεγάλες εταιρείες υπάρχει μονάδα έρευνας και καινοτομίας οι οποίες προσπαθούν να βρουν εναλλακτικές αγορές και υποκατάστατα αγαθά ώστε να κάνουν το τελικό προϊόν τους περισσότερο ανταγωνιστικό. Οι Helmut Haberleitner, Herbert Meyr και Alfred Taudes (2010) αναφέρουν πως πέρα από τον εντοπισμό των εκάστοτε στοιχείων της ζήτησης, όπως είναι η εποχικότητα, η χρήση κάποιου αλγόριθμου ή η χρήση προηγμένων πληροφοριακών συστημάτων συμβάλει στην επίτευξη μεγαλύτερης ακρίβειας στη πρόβλεψη. Ο προγραμματισμός της ζήτησης χρειάζεται να εγκριθεί από τα ανώτερα στελέχη τα οποία χρειάζεται χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες (KPIs) να ακολουθούν τη πορεία της ζήτησης και να είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις διάφορες μεταβολές. Είναι σημαντικό να υπάρχει χρονικό περιθώριο αντίδρασης της διοίκησης στις εκάστοτε αλλαγές και μεταβολές της παραγωγής ή εφοδιασμού της εταιρείας. Η αξιολόγηση του αποτελέσματος είναι αυτή που θα αναδείξει πιθανά σφάλματα που έγιναν, καθώς και γιατί έγιναν και σε ποιο προϊόν, έτσι ώστε να εντοπιστούν τα λάθη και να προταθούν πιθανές λύσεις επίλυσης του προβλήματος. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται αισθητά ο τρόπος προγραμματισμού καθώς υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα των κινήσεων που πραγματοποιήθηκαν και κατά πόσο οι αποφάσεις των στελεχών αιτιολογούνται και ανταποκρίνονται στην πραγματική ζήτηση. Αδιαμφισβήτητα η συνεργασία ανάμεσα στα εκάστοτε τμήματα είναι απαραίτητη για τη μείωση του κινδύνου που προκαλεί η μερική πληροφόρηση και η αβεβαιότητα.

### 3.7 Βασικοί δείκτες εφοδιασμού

Οι δείκτες στις επιχειρήσεις είναι ιδιαίτερης σημασίας καθώς κατά αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατός ο έλεγχος της πορείας των εργασιών και η βελτίωση των διαδικασιών που πιθανόν να μην ανταποκρίνονται στους της εταιρείας. Κάθε εταιρεία θέτει διαφορετικούς στόχους και πιθανόν να δίνει βαρύτητα σε διαφορετικούς δείκτες όμως γενικότερα είναι ένας κοινός τρόπος παρακολούθησης των ενεργειών που γίνονται σε έναν οργανισμό. Οι δείκτες αυτοί αποτελούν μέτρο σύγκρισης της εταιρείας αρχικά, μετά του συνόλου της οικονομίας και τέλος κάνουν εφικτή τη σύγκριση ανάμεσα στις οικονομίες. Βέβαια οι κατατάξεις με βάση τους δείκτες δεν είναι πάντα απόλυτα αξιόπιστες (κυρίως λόγω ελλείψεων που πιθανόν να υπάρχουν στο μοντέλο βάση του οποίου έχουν εξαχθεί τα αποτελέσματα). Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα κάποιοι από τους πιο ευρέως γνωστούς δείκτες, όπως αναφέρεται

στο βιβλίο του κ. Λάιου (2010) είναι ο PMI (Purchasing Managers Index–Δείκτης Υπευθύνων Προμηθειών) και επικεντρώνεται στις συνθήκες λειτουργίας των εταιρειών που απασχολούνται στη μεταποίηση. Οι επιχειρήσεις κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης Industrial Classification (SIC) . Δείκτες που είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τον PMI είναι ο δείκτης Παραγωγής, ο δείκτης Νέων Παραγγελιών, Δείκτης Εξαγωγών, δείκτης αγορών, δείκτης τιμών , δείκτης εξυπηρέτησης πελατών κλπ. Ο PMI όπως υπολογίζεται στο βιβλίο του κ Λάιου (2010) :

$$PMI = 0.3 * \text{νέες παραγγελίες} + 0,25 * \text{παραγωγής} + 0,2 * \text{απασχόληση εργαζομένων} \\ + 0,15 * \text{χρόνος παράδοσης προμηθειών} + 0,1 \\ * \text{αποθέματα προμηθειών}$$

Παρεμφερείς δείκτες που χρησιμοποιούνται από τους οικονομολόγους είναι ο δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Consumer Price Index –CPI), Τιμών Παραγωγού ( Producer Price Index -PPI), Βιομηχανικής Παραγωγής ( Manufacturing Out put Index ) και άλλοι.

## 4 .ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ - ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

### 4.1 Εισαγωγή

Η υπό εξέταση εταιρεία αποτελεί το Ελληνικό παράρτημα μεγάλης εταιρείας παραγωγής ηλεκτρικού/ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, η οποία στηρίζεται σε τρεις βασικούς πυλώνες-τομείς: τον τομέα παραγωγής προϊόντων φωτισμού (Lighting), όπως λάμπες , λαμπτήρες κλπ, τον τομέα παραγωγής προϊόντων υγείας (Healthcare), όπως μαγνητικούς τομογράφους και τον τομέα καταναλωτικών προϊόντων (Consumer Lifestyle). Η παρούσα μελέτη εστιάζει στον τομέα του φωτισμού, η παραγωγή των οποίων πραγματοποιείται στην Κίνα. Από την Κίνα τα προϊόντα οδηγούνται στη Γαλλία και από εκεί διανέμονται στην υπόλοιπη Ευρώπη. Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως ο χρονικός ορίζοντας παραγωγής και διανομής των προϊόντων είναι αρκετά μεγάλος και για τον λόγο αυτό ο προγραμματισμός της ζήτησης είναι καίριας σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία της εταιρείας. Κάθε έτος ζητείται από τον υπεύθυνο του τμήματος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain) να προγραμματίσει τη ζήτηση των προϊόντων για τους επόμενους 18 μήνες περίπου ώστε η παραγωγή να διαμορφώσει μια ολοκληρωμένη – αν και διατηρώντας κάθε επιφύλαξη για τυχόν μεγάλες ή μικρές αποκλίσεις σχετικά με τη πραγματική ζήτηση- εικόνα. Η διαδικασία αυτή ουσιαστικά δίνει μια γενική εικόνα παραγωγής στα κεντρικά εργοστάσια και επιπλέον λειτουργεί ως τρόπος προγραμματισμού της διανομής των προϊόντων όταν παρουσιάζονται ελλείψεις στη παραγωγή. Είναι δυνατός ο αναπροσδιορισμός της ζήτησης σε κάποια χρονικά διαστήματα τα οποία προσδιορίζονται από την εταιρεία.

Βέβαια σε περιόδους έλλειψης προϊόντων η διαδικασία πρόβλεψης γίνεται ακόμα πιο περίπλοκη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο πρόβλημα που παρουσιάζεται όσον αφορά τον προσδιορισμό της ζήτησης. Η πιθανότητα κάποια πρόβλεψη να μην ήταν σωστή πέρα από τον αντίκτυπο που έχει τους δείκτες βάση των οποίων γίνεται η πρόβλεψη έχει ως απόρροια τη δημιουργία μη αληθών χρονολογικών σειρών καθιστώντας δύσκολο τον σωστό προγραμματισμό για τις επόμενες περιόδους. Για το λόγο αυτό η εταιρεία θεωρεί ιδιαίτερα σημαντικό τον ορισμό του λόγου ύπαρξης της απόκλισης. Ο

προσδιορισμός αυτός γίνεται μέσω της ανάλυσης Pareto στα προϊόντα όπου υπήρξαν οι μεγαλύτερες αποκλίσεις και το μεγαλύτερο κόστος απώλειας .

Την πολυπλοκότητα της ζήτησης που όπως είναι φυσικό υπάρχει σε μια πολυεθνική όπως είναι η εταιρεία που εξετάζουμε ενισχύει το γεγονός ότι υπάρχει μια συνεχής διαδικασία βελτίωσης και αντικατάστασης των προϊόντων στην αγορά. Πιο συγκεκριμένα, ανά τακτικά χρονικά διαστήματα η εταιρεία δίνοντας έμφαση στη καινοτομία εισάγει νέα προϊόντα στην αγορά τα οποία είτε αντικαθιστούν είτε παίρνουν ένα μερίδιο της αγοράς .

Το MS Excel είναι ένα ιδιαίτερα εύχρηστο και ευρέως διαδεδομένο εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται συστηματικά από τις επιχειρήσεις . Όπως αναφέρεται σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Supply Chain Insights , το 92% των εταιρειών συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό MS Excel ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα προσδιορισμού της ζήτησης (Mong, 2015). Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο βασικούς παράγοντες, οι οποίοι είναι το χαμηλό κόστος και η οικειότητα των των χρηστών με το πρόγραμμα (Mong, 2015). Όπως αναφέρεται στο άρθρο του Μαριδάκη Σ. (2009) «Οι απλές στατιστικές μέθοδοι στις αναλύσεις χρονολογικών σειρών έχουν τουλάχιστον όση επιτυχία έχουν και οι αντίστοιχες πολύπλοκες» . Για το λόγο αυτό και υπό το πρίσμα μιας ρευστής οικονομίας οι εταιρείες προτιμούν να χρησιμοποιούν ένα οικονομικό και αποτελεσματικό εργαλείο όπως είναι το MS Excel.

#### 4.2 Μεθοδολογία- Επιλογή προϊόντων

Ο τομέας προϊόντων φωτισμού χωρίζεται οργανωτικά σε τρεις επιχειρησιακές μονάδες (Business Groups), την μονάδα πηγών φωτισμού και ηλεκτρονικών (Lighting Source & Electronics - LS&E), την μονάδα επαγγελματικών προϊόντων φωτισμού (Professional Lighting) και η μονάδα καταναλωτικών προϊόντων φωτισμού (Consumer Luminaires). Η παρούσα εργασία θα ασχοληθεί με προϊόντα της πρώτης κατηγορίας, LS&E. Με βάση τον χρονικό ορίζοντα ο οποίος εκτείνεται από τον Ιανουάριο του 2012 έως τον Μάιο του 2015 θα γίνει προσπάθεια ανάλυσης των δεδομένων και εύρεσης του καλύτερου δυνατού τρόπου πρόβλεψης. Αρχικά επιλέγονται τα προϊόντα που θα εξεταστούν. Επειδή οι κωδικοί είναι πολλοί χρειάζεται να γίνει ταξινόμηση με βάση τις ομάδες- υποκατηγορίες όπου ανήκουν. Έτσι εφαρμόζοντας την ABC ανάλυση βλέπουμε πως οι πιο προσοδοφόρες ομάδες σε αυτή τη κατηγορία είναι οι *Group1*, *Group2* και η *Group3* . Η επιλογή των προϊόντων έγινε με βάση τις πωλήσεις του κάθε

προϊόντος (επιλέχθηκαν προϊόντα των οποίων οι πωλήσεις ήταν σημαντικές όσον αφορά τη συνολική οικονομική εικόνα της εταιρείας) και παρουσίαζαν ενδιαφέρον όσον αφορά τον προσδιορισμό της ζήτησης. Στη περίπτωση που υπήρχαν δύο προϊόντα με μεγάλο όγκο πωλήσεων και παρεμφερή συμπεριφορά όσον αφορά τις μεθόδους πρόβλεψης, επιλέχτηκε το ένα από τα δύο. Η παρούσα εργασία θα εστιάσει σε προϊόντα της πρώτης και τρίτης κατηγορίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα προϊόντα της δεύτερης κατηγορίας τα οποία παρουσιάζουν ένα σχετικά σημαντικό αριθμό πωλήσεων, σταδιακά αποσύρονται από την αγορά και αντικαθιστούνται με παρόμοια, πιο βελτιωμένα, προϊόντα, οπότε δεν υπάρχει ο απαιτούμενος αριθμός χρονοσειρών για να εξαχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Όπως παρατηρείται από την ανάλυση ABC τα προϊόντα και το συνολικό ποσό των εσόδων είναι ανάλογα. Που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν κάποιες ομάδες με λίγα προϊόντα που συμβάλουν στο μεγαλύτερο ποσοστό στην γενικότερη οικονομική εικόνα της εταιρείας. Σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρείας τα περισσότερα προσοδοφόρα προϊόντα των κατηγοριών αυτών είναι στο Group1 τα Product1 Product2, Product3 και Product4 και από το Group3 το Product5.

	K	L	M	N	O	P
2	ABC analysis					
3		Qty	Net Sales	Acc Amount	%	ABC Class
4	Group1	7.895.185	6.510.375	6.510.375	0,31	A
5	Group2	5.164.265	6.359.259	12.869.634	0,30	A
6	Group3	2.045.057	2.448.159	15.317.793	0,12	A
7	Group4	622.511	2.365.273	17.683.065	0,11	B
8	Group5	703.470	1.926.280	19.609.345	0,09	B
9	Group6	682.258	827.656	20.437.001	0,04	B
10	Group7	513.606	389.702	20.826.703	0,02	C
11	Group8	1.091.259	251.538	21.078.241	0,01	C
12	Group9	190.913	50.652	21.128.892	0,00	C
13	Group10	13.040	46.455	21.175.348	0,00	C
14	Group11	107	1	21.175.349	0,00	C

#### 4.2.1 Product1

Η ζήτηση για τα Product1 τον από τον Ιανουάριο του 2012 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2014 παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα. Για να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη της ζήτησης χρειάζεται αρχικά να γίνει γραφική απεικόνιση των δεδομένων ώστε να υπάρχει σαφής εικόνα της ζήτησης τα προηγούμενα έτη και να διαπιστωθεί εάν υπάρχει κάποιο στοιχείο τάσης , εποχικότητας , περιοδικότητας κλπ.

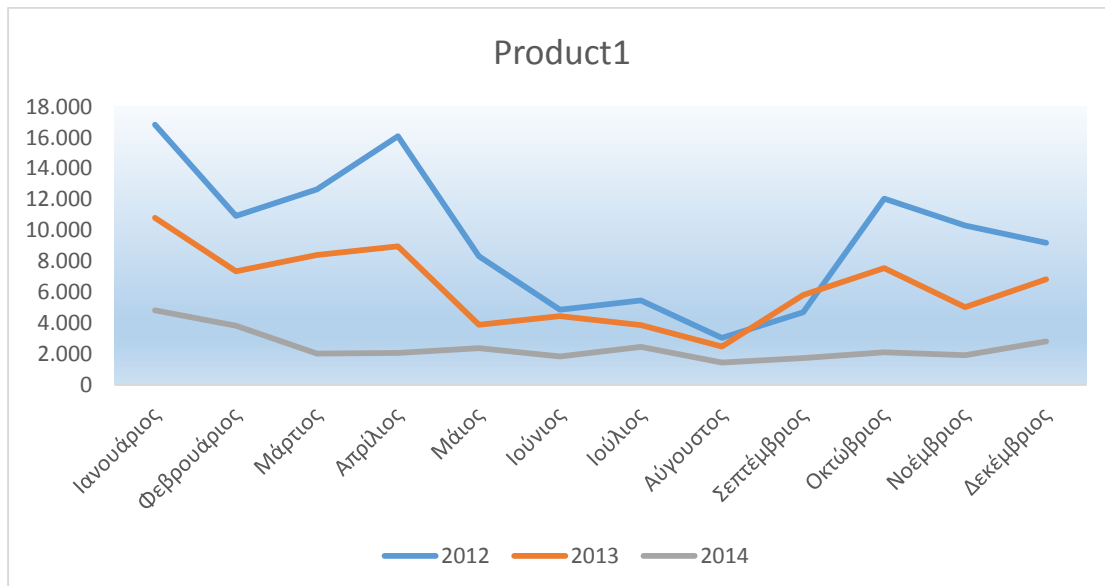
	2012	2013	2014
Ιανουάριος	16.840	10.815	4.819
Φεβρουάριος	10.942	7.343	3.830
Μάρτιος	12.652	8.400	2.025
Απρίλιος	16.090	8.970	2.060
Μάϊος	8.330	3.880	2.370
Ιούνιος	4.860	4.447	1.830
Ιούλιος	5.460	3.870	2.450
Αύγουστος	3.030	2.470	1.440
Σεπτέμβριος	4.690	5.826	1.726
Οκτώβριος	12.058	7.560	2.100
Νοέμβριος	10.307	5.030	1.920
Δεκέμβριος	9.187	6.830	2.810

Όπως βλέπουμε στο πιο κάτω διάγραμμα, το δείγμα μας παρουσιάζει τάση (αρνητική κλίση) και εποχικότητα. Βλέπουμε πως η ζήτηση συνεχώς μειώνεται. Για να γίνει περισσότερο εμφανής η εποχικότητα συγκρίνουμε τα δεδομένα των τριών ετών μεταξύ τους.





Όπως παρατηρείται στο πιο κάτω διάγραμμα η ζήτηση για το προϊόν παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του έτους, οπότε παρατηρείται ότι όντως υπάρχει το στοιχείο της εποχικότητας. Βάσει των δεδομένων για να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη χρειάζεται να συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς αυτά τα δύο στοιχεία.



#### 4.2.1.1 Product1-Με Τάση και Εποχικότητα

Για να αφαιρεθεί το στοιχείο της εποχικότητας χρειάζεται να βρεθεί ο εποχικός συντελεστής. Για να προσδιοριστεί ο εποχικός συντελεστής, κατ' αρχήν υπολογίζεται ο μέσος όρος της ζήτησης κάθε έτους. Στο συγκεκριμένο προϊόν η ζήτηση ο μέσος όρος

της ζήτησης για το 2012 είναι 9.537, για το 2013 είναι 6.287 και για το 2014 είναι 2.448. Στη συνέχεια διαιρούμε τα στοιχεία κάθε μήνα με το μέσο όρο του ίδιου έτους.

Για παράδειγμα , για το 2012 διαιρούμε όλα τα δεδομένα των δώδεκα μηνών το κάθε ένα χωριστά με το 9.537 που είναι ο μέσος όρος για το 2012. Οι μήνες είναι σε αριθμούς (Ιανουάριος= 1<sup>ος</sup> ) για να γίνει πιο εύκολος ο υπολογισμός και η αντικατάσταση των δεδομένων.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t	Year	Months	Sales	It	Deseasonalize	Trend	Forecast
2	1	2012	1	16840	1,82	9262	10486	19065
3	2		2	10942	1,29	8461	10232	13232
4	3		3	12652	1,16	10876	9978	11608
5	4		4	16090	1,32	12204	9724	12821
6	5		5	8330	0,82	10164	9471	7761
7	6		6	4860	0,65	7422	9217	6035
8	7		7	5460	0,73	7484	8963	6539
9	8		8	3030	0,43	6999	8709	3770
10	9		9	4690	0,71	6626	8455	5985
11	10		10	12058	1,11	10881	8201	9088
12	11		11	10307	0,89	11603	7947	7060
13	12		12	9187	1,07	8620	7693	8200
14	13	2013	1	10815	1,82	5949	7439	13526
15	14		2	7343	1,29	5678	7186	9293
16	15		3	8400	1,16	7221	6932	8064
17	16		4	8970	1,32	6804	6678	8804
18	17		5	3880	0,82	4734	6424	5265
19	18		6	4447	0,65	6791	6170	4040
20	19		7	3870	0,73	5304	5916	4316
21	20		8	2470	0,43	5705	5662	2451
22	21		9	5826	0,71	8231	5408	3828
23	22		10	7560	1,11	6822	5155	5712
24	23		11	5030	0,89	5662	4901	4353
25	24		12	6830	1,07	6408	4647	4953
26	25	2014	1	4819	1,82	2651	4393	7987
27	26		2	3830	1,29	2962	4139	5353
28	27		3	2025	1,16	1741	3885	4519
29	28		4	2060	1,32	1562	3631	4788
30	29		5	2370	0,82	2892	3377	2768
31	30		6	1830	0,65	2795	3123	2045
32	31		7	2450	0,73	3358	2870	2094
33	32		8	1440	0,43	3326	2616	1132
34	33		9	1726	0,71	2438	2362	1672
35	34		10	2100	1,11	1895	2108	2336
36	35		11	1920	0,89	2161	1854	1647
37	36		12	2810	1,07	2637	1600	1705

		2012	2013	2014
1		16.840	10.815	4.819
2		10.942	7.343	3.830
3		12.652	8.400	2.025
4		16.090	8.970	2.060
5		8.330	3.880	2.370
6		4.860	4.447	1.830
7		5.460	3.870	2.450
8		3.030	2.470	1.440
9		4.690	5.826	1.726
10		12.058	7.560	2.100
11		10.307	5.030	1.920
12		9.187	6.830	2.810
Average		9.537	6.287	2.448

Από τη διαδικασία που αναφέραμε πιο πάνω εξάγεται ο πιο κάτω πίνακας :

Months/Years	2012	2013	2014
1	1,77	1,72	1,97
2	1,15	1,17	1,56
3	1,33	1,34	0,83
4	1,69	1,43	0,84
5	0,87	0,62	0,97
6	0,51	0,71	0,75
7	0,57	0,62	1,00
8	0,32	0,39	0,59
9	0,49	0,93	0,70
10	1,26	1,20	0,86
11	1,08	0,80	0,78
12	0,96	1,09	1,15

Στη συνέχεια χρειάζεται να βρούμε τον μέσο όρο ανά μήνα ώστε να έχουμε μια περισσότερο ικανοποιητική τιμή του δείκτη. Χρειάζεται να αθροίσουμε τις τιμές και των τριών ετών ανά μήνα. Πιο συγκεκριμένα για τον Ιανουάριο ο δείκτης εποχικότητας είναι το άθροισμα των τριών ετών και ισούνται με 1,82 ή εναλλακτικά μέσω της εφαρμογής Average .

	P	Q
17	Months	$I_t$
18	1	1,82
19	2	1,29
20	3	1,16
21	4	1,32
22	5	0,82
23	6	0,65
24	7	0,73
25	8	0,43
26	9	0,71
27	10	1,11
28	11	0,89
29	12	1,07

Ουσιαστικά οι πάνω δείκτες θα αφαιρέσουν την εποχικότητα από τα στοιχεία της ζήτησης. Για το λόγο αυτό τα αντικαθιστούμε στον πρώτο πίνακα και επαναλαμβάνονται ανά δώδεκα μήνες. Πιο συγκεκριμένα, επειδή εκφράζουν το σύνολο των δεδομένων, ανά μήνα θα είναι ίδιος ο συντελεστής. Η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε βάζοντας μία μια τις τιμές είτε μέσω της εφαρμογής VLOOKUP:

E2    :    ✕    ✓    fx    =VLOOKUP(C2;\$P\$18:\$Q\$29;2;)

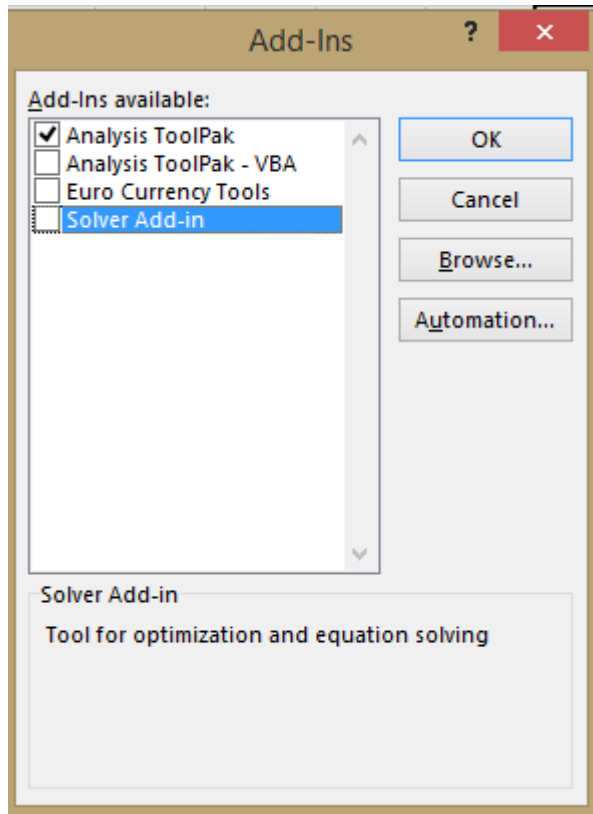
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t	Year	Months	Sales	$I_t$	Deseasonalize	Trend	Forecast
2	1	2012	1	16840	1,82	9262	10486	19065
3	2		2	10942	1,29	8461	10232	13232
4	3		3	12652	1,16	10876	9978	11608
5	4		4	16090	1,32	12204	9724	12821
6	5		5	8330	0,82	10164	9471	7761
7	6		6	4860	0,65	7422	9217	6035
8	7		7	5460	0,73	7484	8963	6539
9	8		8	3030	0,43	6999	8709	3770
10	9		9	4690	0,71	6626	8455	5985

Ουσιαστικά εισάγουμε στην εφαρμογή τον μήνα του οποίου τα δεδομένα χρειαζόμαστε, και ζητάμε να πάει στο πίνακα όπου είναι οι τιμές του εποχικού συντελεστή ( $I_t$ ) και ανά μήνα να μας επιστρέψει τις τιμές.

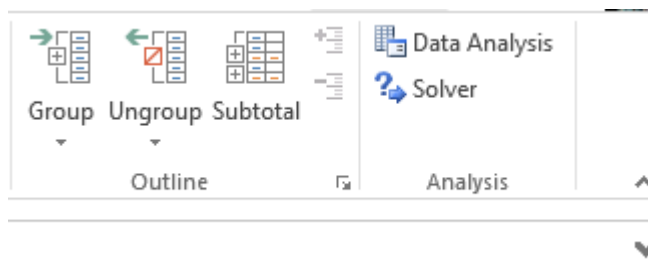
Στη συνέχεια διαιρούμε τα στοιχεία του πίνακα Sales με τον εποχικό συντελεστή και έχουμε τη στήλη F.

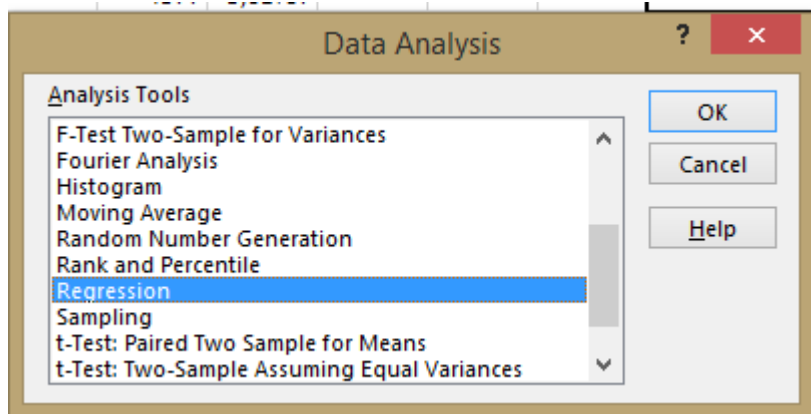
Στη συνέχεια χρειάζεται να βρεθεί η τάση των δεδομένων. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω της χρήσης του Analysis ToolPak στο Excel. Για να ενεργοποιηθεί το

συγκεκριμένο εργαλείο επιλέγουμε File→Options→Add Ins→Analysis ToolPak, μετά Go, επιλέγεται η εφαρμογή και μετά επιλέγεται το Ok:

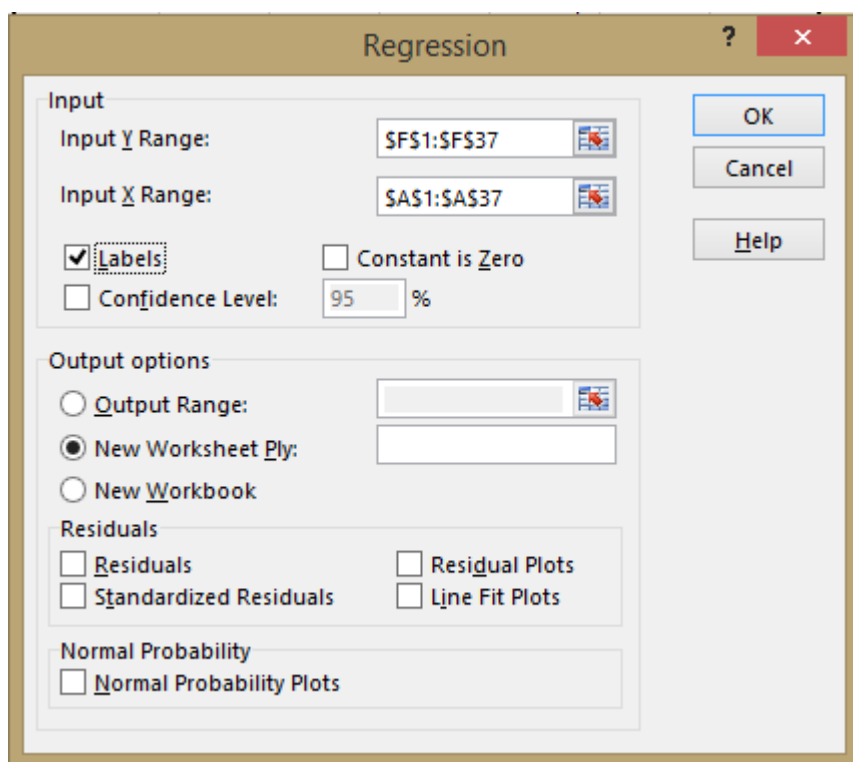


Στη συνέχεια επιλέγεται μέσω του Data→Data Analysis→Regression





Επιλέγουμε την εφαρμογή Regression, και εισάγουμε στο παράθυρο Input Y Range τις πωλήσεις από τις οποίες έχουμε αφαιρέσει την εποχικότητα (στήλη F) και στο παράθυρο Input X Range τα στοιχεία του χρονικού ορίζοντα t (στήλη A) και επιλέγουμε Labels.



Όπως έχει ήδη παρατηρηθεί η κλίση της τάσης είναι αρνητική. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε και από τα πιο κάτω συμπεράσματα. Ουσιαστικά η εξίσωση είναι γραμμική της μορφής :  $y = a + b * x + e$  όπου a είναι η κλίση, b είναι ο σταθερός όρος και όπου x θα βάλουμε τα δεδομένα της στήλης A.

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης δίνουν μια ικανοποιητική προσέγγιση . Στον πρώτο πίνακα, ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης Multiple R ή Pearson (r) είναι ικανοποιητικός. Δηλώνει ότι το 86% της συμπεριφοράς των πωλήσεων εξηγείται από τη παράμετρο χρόνο. Ουσιαστικά υπάρχει αρνητική ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους ( το r μπορεί να πάρει τιμές από -1 μέχρι 1, όπου αν  $0 < r < 0,5$  υπάρχει ασθενής σχέση, αν  $0,5 < r < 0,7$  η σχέση μπορεί να χαρακτηριστεί από μέτρια ως ικανοποιητική και αν προσεγγίζει τη μονάδα  $0,7 < r < 1$  είναι πολύ ισχυρή, όπου r σε απόλυτες τιμές) . Ο δείκτης R-square ( $R^2 = 0,737$ ) εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής το οποίο ερμηνεύεται από τη διακύμανση των τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής. Δηλαδή, το 73,7% της διακύμανσης των προβλέψεων ερμηνεύεται από τη διακύμανση της χρονικής περιόδου.

Στον δεύτερο πίνακα, (πίνακας ανάλυσης της διακύμανσης- ANOVA) παρατηρείται ότι το επίπεδο σημαντικότητας είναι μικρότερο του  $\text{sig.} = 4,13396\text{E-}11 < 0,05$ , γεγονός που δηλώνει ότι η γραμμική παλινδρόμηση που έχει εκτιμηθεί θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντική.

Τέλος, στον τρίτο πίνακα γίνεται ο έλεγχος του συντελεστή παλινδρόμησης b :

$$H_0 : b=0 \quad H_1 : b \neq 0$$

Επειδή το t Statistics είναι σημαντικό σε απόλυτες τιμές (  $253,89 > 2$  ) και το P-value  $< 0.05$  (όταν  $P < \alpha$  ,όπου  $\alpha$  επίπεδο σημαντικότητας για 95% διαστήματα εμπιστοσύνης, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση. Ουσιαστικά δηλώνει πως όταν αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας ανά μια περίοδο η ζητούμενη ποσότητα μειώνεται ανά 254 τεμάχια περίπου.

	P	Q	R	S	T	U	V	W
32	SUMMARY OUTPUT							
33								
34	<i>Regression Statistics</i>							
35	Multiple R	0,85878799						
36	R Square	0,73751681						
37	Adjusted R Square	0,72956277						
38	Standard Error	1575,35562						
39	Observations	35						
40								
41	ANOVA							
42		<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>gnificance F</i>			
43	Regression	1	2,3E+08	92,7223	4,1E-11			
44	Residual	33	2481745					
45	Total	34						
46								
47		<i>Coefficients</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>pper 95%</i>	<i>ower 95,0%</i>	<i>pper 95,0%</i>
48	Intercept	10740,0261	18,9309	2,7E-19	9585,79	11894,3	9585,79	11894,3
49	1	-253,88479	-9,6292	4,1E-11	-307,53	-200,24	-307,53	-200,24

G2 :

	A	B	C	D	E	F	G
1	t	Year	Months	Sales	It	Deseasonalize	Trend
2	1	2012	1	16840	1,82	9262	10486
3	2		2	10942	1,29	8461	10232
4	3		3	12652	1,16	10876	9978
5	4		4	16090	1,32	12204	9724
6	5		5	8330	0,82	10164	9471
7	6		6	4860	0,65	7422	9217

Τέλος η πρόβλεψη γίνεται εφικτή με τον πολλαπλασιασμό της στήλης E (του συντελεστή εποχικότητας) και G (της τάσης) .

Υπολογίζουμε τα σφάλματα :



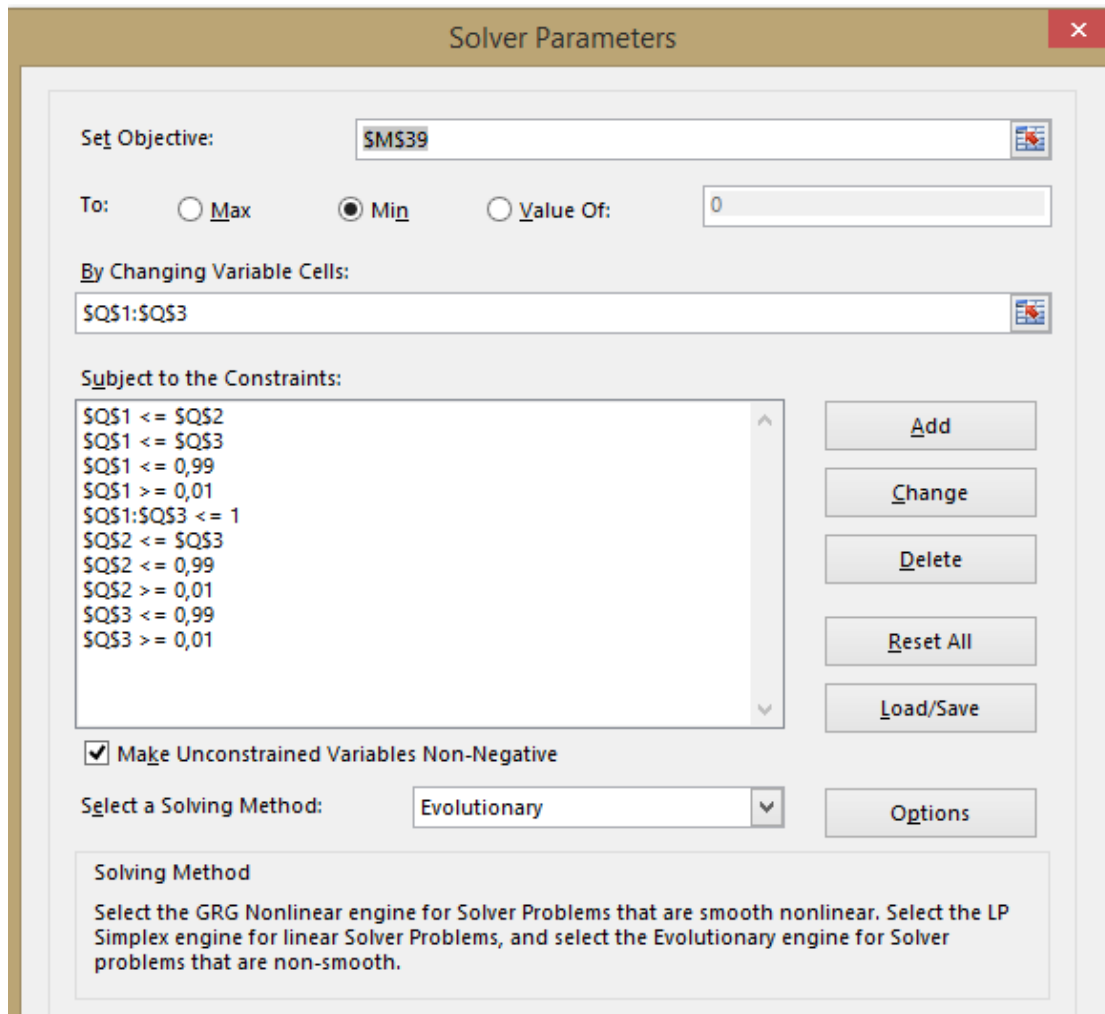
I2 : *fx* =POWER(D2-H2;2)

	A	B	C	D	H	I	J	K
	t	Year	Months	Sales	Forecast	power(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> /ŷ <sub>t</sub> )
2	1	2012	1	16840	19065	4949545	2225	0,13
3	2		2	10942	13232	5246231	2290	0,21
4	3		3	12652	11608	1090777	1044	0,08
5	4		4	16090	12821	10686374	3269	0,20
6	5		5	8330	7761	323241	569	0,07
7	6		6	4860	6035	1380787	1175	0,24
8	7		7	5460	6539	1164540	1079	0,20
9	8		8	3030	3770	547949	740	0,24
10	9		9	4690	5985	1675962	1295	0,28
11	10		10	12058	9088	8818281	2970	0,25
12	11		11	10307	7060	10543789	3247	0,32
13	12		12	9187	8200	974867	987	0,11
14	13	2013	1	10815	13526	7347983	2711	0,25
15	14		2	7343	9293	3800692	1950	0,27
16	15		3	8400	8064	113211	336	0,04
17	16		4	8970	8804	27472	166	0,02
18	17		5	3880	5265	1917260	1385	0,36
19	18		6	4447	4040	165527	407	0,09
20	19		7	3870	4316	199245	446	0,12
21	20		8	2470	2451	350	19	0,01
22	21		9	5826	3828	3991395	1998	0,34
23	22		10	7560	5712	3414336	1848	0,24
24	23		11	5030	4353	457725	677	0,13
25	24		12	6830	4953	3524833	1877	0,27
26	25	2014	1	4819	7987	10034166	3168	0,66
27	26		2	3830	5353	2318334	1523	0,40
28	27		3	2025	4519	6222364	2494	1,23
29	28		4	2060	4788	7439303	2728	1,32
30	29		5	2370	2768	158281	398	0,17
31	30		6	1830	2045	46325	215	0,12
32	31		7	2450	2094	127021	356	0,15
33	32		8	1440	1132	94634	308	0,21
34	33		9	1726	1672	2947	54	0,03
35	34		10	2100	2336	55684	236	0,11
36	35		11	1920	1647	74522	273	0,14
37	36		12	2810	1705	1220040	1105	0,39
38						MSE	MSD	MAPE
39						2782111	1321	0,26

#### 4.2.1.2 Product1-Weighted Moving Average (WMA)

Εφαρμόζοντας τη μέθοδο WMA παίρνουμε τον πιο κάτω πίνακα :

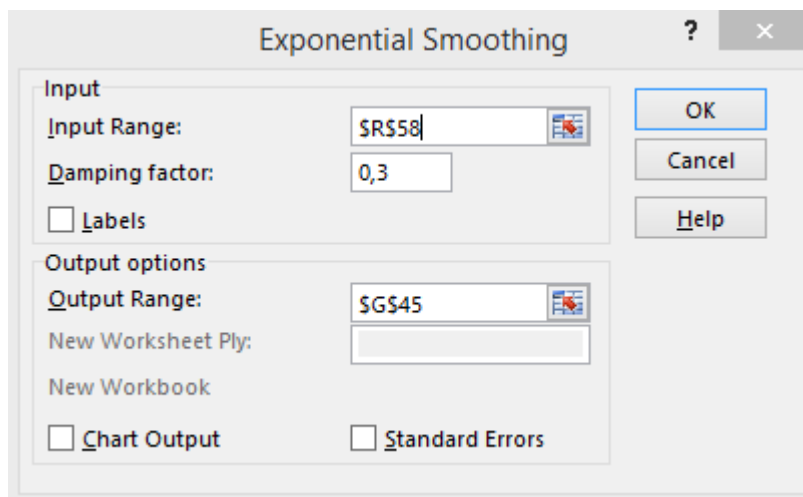
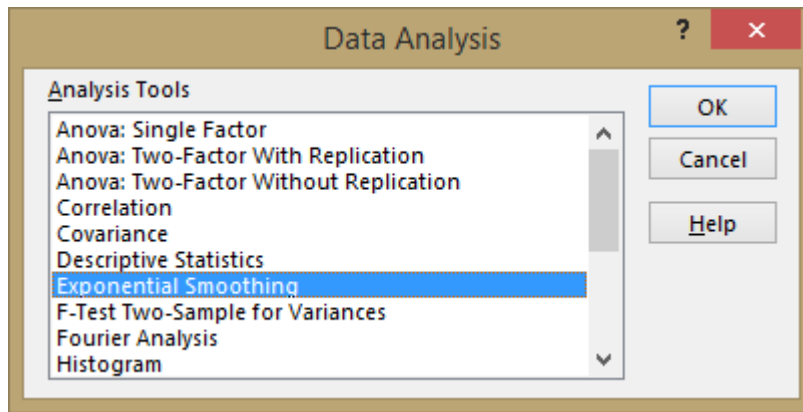
	C	D	L	M	N	O	P	Q
1	Months	Sales	WMA	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )	a	0,11742121
2	1	16840					b	0,12
3	2	10942					c	0,643402835
4	3	12652						
5	4	16090	11402,52	21972484	4687	0,29		
6	5	8330	13122,78	22970699	4793	0,58		
7	6	4860	8734,451	15011370	3874	0,80		
8	7	5460	5994,356	285536	534	0,10		
9	8	3030	5061,761	4128051	2032	0,67		
10	9	4690	3161,292	2336947	1529	0,33		
11	10	12058	4014,463	64698495	8044	0,67		
12	11	10307	8664,639	2697351	1642	0,16		
13	12	9187	8598,112	346789	589	0,06		
14	1	10815	8537,057	5189022	2278	0,21		
15	2	7343	9247,402	3626747	1904	0,26		
16	3	8400	7073,156	1760515	1327	0,16		
17	4	8970	7536,711	2054317	1433	0,16		
18	5	3880	7619,878	13986685	3740	0,96		
19	6	4447	4536,001	7921	89	0,02		
20	7	3870	4370,071	250071	500	0,13		
21	8	2470	3467,731	995468	998	0,40		
22	9	5826	2565,794	10628946	3260	0,56		
23	10	7560	4492,913	9407022	3067	0,41		
24	11	5030	5838,246	653262	808	0,16		
25	12	6830	4808,109	4088041	2022	0,30		
26	1	4819	5872,77	1110430	1054	0,22		
27	2	3830	4493,167	439791	663	0,17		
28	3	2025	3832,068	3265495	1807	0,89		
29	4	2060	2318,463	66803	258	0,13		
30	5	2370	2012,909	127514	357	0,15		
31	6	1830	2004,528	30460	175	0,10		
32	7	2450	1697,601	566104	752	0,31		
33	8	1440	2069,504	396276	630	0,44		
34	9	1726	1429,061	88173	297	0,17		
35	10	2100	1567,28	283790	533	0,25		
36	11	1920	1722,9	38848	197	0,10		
37	12	2810	1684,585	1266559	1125	0,40		
38				MSE	MSD	MAPE		
39				5902303	1727	0,32		



Αρχικά για να υπολογίσουμε τις αναμενόμενες τιμές βάζουμε  $a=0,2$   $b=0,3$  και  $c=0,5$ , δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στα πιο πρόσφατα δεδομένα. Όταν υπολογίζουμε τις προβλεπόμενες τιμές υπολογίζουμε το MSE όπως έχουμε αναφέρει στη θεωρία και μετά με την εφαρμογή της επιλογής Solver μπορούμε να υπολογίσουμε εκείνους τους συντελεστές βαρύτητας οι οποίοι μπορούν να ελαχιστοποιήσουν το σφάλμα. Μέσω του Solver οι βέλτιστες τιμές των συντελεστών είναι οι  $a=0.117$ ,  $b=0.12$  και  $c=0,64$ .

#### 4.2.1.3 Product1 Exponential Smoothing

Η πρόβλεψη μέσω αυτής της μεθόδου μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε εφαρμόζοντας τον τύπο που έχουμε ήδη αναφέρει στη θεωρία είτε μέσω των εργαλείων excel όπως φαίνεται πιο κάτω . Αρχικά επιλέγεται το DATA→Data Analysis→Exponential Smoothing όπως δείχνουν και οι πιο κάτω πίνακες :



Βάζοντας τιμές από  $0 < \text{damping factor} < 1$ , όπου ο damping factor είναι το  $1-\alpha$ , επιλέγεται η τιμή εκείνη όπου παρουσιάζεται το μικρότερο δυνατό σφάλμα. Η ίδια διαδικασία μπορεί να απλοποιηθεί εάν γίνει χρήση του Solver. Πιο συγκεκριμένα, εάν στην στήλη Forecasting αντικατασταθεί η σταθερά εξομάλυνσης με ένα άδειο κελί μπορούμε επιλέγοντας min του MSE να βγάλει τη βέλτιστη τιμή. Όπως φαίνεται και στον πιο κάτω πίνακα η βέλτιστη τιμή για την εκθετική εξομάλυνση είναι το 0,21 :

G74		$=(1-\$G\$81)*F73+\$G\$81*G73$				
	F	G	H	I	J	K
1	Sales	Forecast	$e_t$	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
70	3830	5185,87	1356	1838380	1356	0,35
71	2025	4119,38	2094	4386427	2094	1,03
72	2060	2472,00	412	169743	412	0,20
73	2370	2147,93	-222	49314	222	0,09
74	1830	2322,60	493	242659	493	0,27
75	2450	1935,14	-515	265086	515	0,21
76	1440	2340,11	900	810205	900	0,63
77	1726	1632,11	-94	8816	94	0,05
78	2100	1705,96	-394	155267	394	0,19
79	1920	2015,90	96	9197	96	0,05
80	2810	1940,47		<b>MSE</b>	<b>MSD</b>	<b>MAPE</b>
81	<b>a</b>	0,21		7650703	1917	0,36

### Solver Parameters

Set Objective:

To:  Max  Min  Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

\$G\$81 <= 1  
 \$G\$81 >= 0

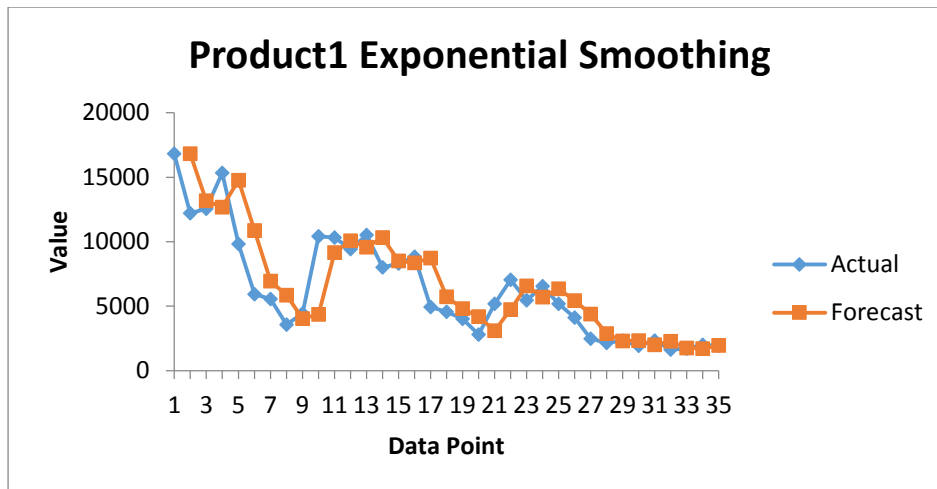
Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Τέλος, εξάγεται ο πιο κάτω πίνακας .

	F	G	H	I	J	K
1	Sales	Forecast	$e_t$	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
45	16840					
46	10942	16840,00	5898	34786404	5898	0,54
47	12652	12200,80	-451	203585	451	0,04
48	16090	12555,70	-3534	12491273	3534	0,22
49	8330	15335,68	7006	49079596	7006	0,84
50	4860	9825,21	4965	24653268	4965	1,02
51	5460	5919,71	460	211335	460	0,08
52	3030	5558,12	2528	6391366	2528	0,83
53	4690	3569,57	-1120	1255365	1120	0,24
54	12058	4450,87	-7607	57868438	7607	0,63
55	10307	10434,43	127	16238	127	0,01
56	9187	10334,20	1147	1316061	1147	0,12
57	10815	9431,84	-1383	1913122	1383	0,13
58	7343	10519,80	3177	10092035	3177	0,43
59	8400	8021,02	-379	143629	379	0,05
60	8970	8319,11	-651	423652	651	0,07
61	3880	8831,08	4951	24513224	4951	1,28
62	4447	4936,70	490	239804	490	0,11
63	3870	4551,51	682	464463	682	0,18
64	2470	4015,45	1545	2388428	1545	0,63
65	5826	2799,84	-3026	9157629	3026	0,52
66	7560	5180,13	-2380	5663759	2380	0,31
67	5030	7052,07	2022	4088772	2022	0,40
68	6830	5461,57	-1368	1872612	1368	0,20
69	4819	6537,94	1719	2954749	1719	0,36
70	3830	5185,87	1356	1838380	1356	0,35
71	2025	4119,38	2094	4386427	2094	1,03
72	2060	2472,00	412	169743	412	0,20
73	2370	2147,93	-222	49314	222	0,09
74	1830	2322,60	493	242659	493	0,27
75	2450	1935,14	-515	265086	515	0,21
76	1440	2340,11	900	810205	900	0,63
77	1726	1632,11	-94	8816	94	0,05
78	2100	1705,96	-394	155267	394	0,19
79	1920	2015,90	96	9197	96	0,05
80	2810	1940,47		MSE	MSD	MAPE
81	<b>a</b>	0,21		7650703	1917	0,36

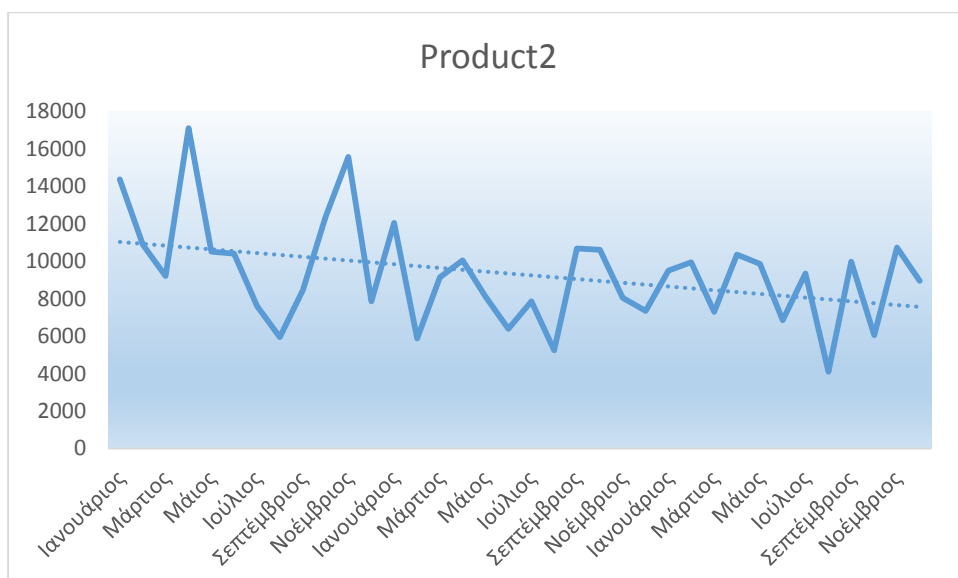
Το α ισούνται με 0.21. Πιο κάτω παρουσιάζεται η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων :

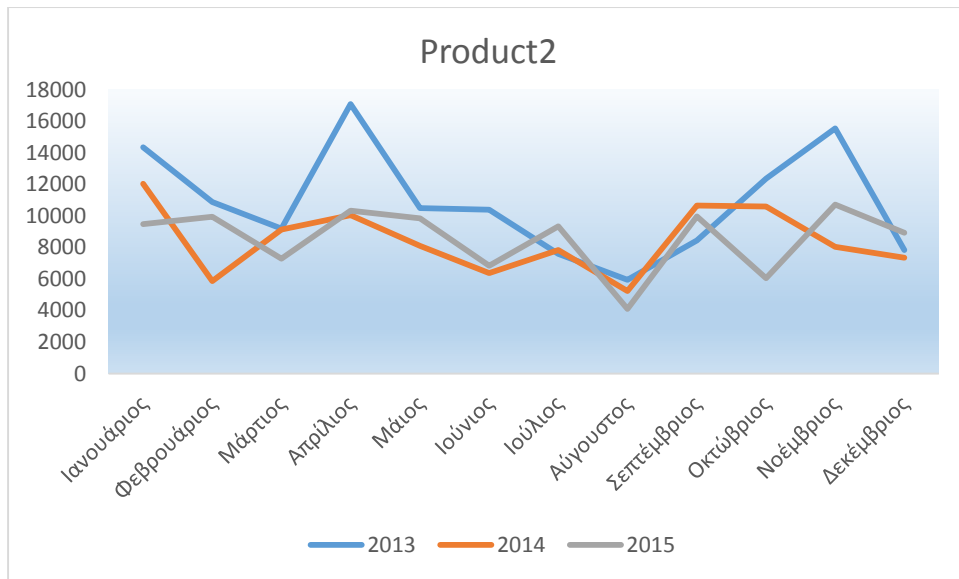


Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και από τις τρεις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν επιβεβαιώνεται το θεωρητικό συμπέρασμα το οποίο αναφέρει ότι σε μοντέλα όπου η τάση είναι ισχυρή η μέθοδος της παλινδρόμησης είναι η πλέον κατάλληλη, και στη συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζει το μικρότερο περιθώριο λάθους.

#### 4.2.2 Product2

Η ζήτηση για το δεύτερο προϊόν παρουσιάζεται στη στήλη Sales του πίνακα. Κάνοντας τα αντίστοιχα διαγράμματα όπως και για το πρώτο προϊόν παρατηρείται ότι και αυτό το προϊόν δεν παρουσιάζει έντονα το στοιχείο της εποχικότητας και η τάση είναι σχετικά ασθενής και αρνητική ( οι πωλήσεις το 2012 είναι σχετικά αυξημένες συγκριτικά με τα επόμενα χρόνια).







#### 4.2.2.1 Product2-Με Τάση και Εποχικότητα

Ακολουθώντας τη πιο πάνω διαδικασία διαμορφώνεται ο πιο κάτω πίνακας :

F2		= \$M\$51*A2+\$M\$50							
	A	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Sales	It	Deseasonalize	Trend	Forecast	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
2	1	14362	1,285771	11169,9499	10625,97	13662,57	489198,8	699,4275	0,05
3	2	10888	0,952669	11428,94677	10548,49	10049,22	703550,9	838,7794	0,08
4	3	9200	0,926904	9925,511574	10471,01	9705,629	255660,3	505,6286	0,05
5	4	17100	1,323968	12915,72276	10393,53	13760,7	11150905	3339,297	0,20
6	5	10500	1,024869	10245,21071	10316,05	10572,6	5271,378	72,60426	0,01
7	6	10400	0,837359	12419,99685	10238,57	8573,364	3336598	1826,636	0,18
8	7	7600	0,906503	8383,864484	10161,09	9211,063	2595523	1611,063	0,21
9	8	5950	0,549237	10833,21948	10083,61	5538,288	169506,7	411,7119	0,07
10	9	8450	1,067987	7912,083364	10006,13	10686,42	5001555	2236,416	0,26
11	10	12370	1,03332	11971,12552	9928,651	10259,47	4454333	2110,529	0,17
12	11	15560	1,212505	12832,94058	9851,171	11944,59	13071188	3615,41	0,23
13	12	7850	0,878909	8931,530153	9773,69	8590,182	547869,2	740,1819	0,09
14	13	12050	1,285771	9371,807291	9696,21	12467,11	173978,6	417,1075	0,03
15	14	5870	0,952669	6161,638273	9618,729	9163,463	10846896	3293,463	0,56
16	15	9140	0,926904	9860,779977	9541,249	8843,825	87719,43	296,1747	0,03
17	16	10050	1,323968	7590,819518	9463,769	12529,72	6149032	2479,724	0,25
18	17	8100	1,024869	7903,448265	9386,288	9619,717	2309539	1519,717	0,19
19	18	6380	0,837359	7619,190378	9308,808	7794,817	2001707	1414,817	0,22
20	19	7850	0,906503	8659,649499	9231,327	8368,228	268560	518,2278	0,07
21	20	5250	0,549237	9558,723068	9153,847	5027,627	49449,65	222,3728	0,04
22	21	10670	1,067987	9990,760886	9076,366	9693,439	953671,5	976,5611	0,09
23	22	10600	1,03332	10258,19972	8998,886	9298,726	1693313	1301,274	0,12
24	23	8050	1,212505	6639,149851	8921,406	10817,25	7657649	2767,246	0,34
25	24	7350	0,878909	8362,642882	8843,925	7773,003	178931,8	423,0033	0,06
26	25	9500	1,285771	7388,561764	8766,445	11271,64	3138717	1771,642	0,19
27	26	9950	0,952669	10444,34426	8688,964	8277,705	2796572	1672,295	0,17
28	27	7300	0,926904	7875,677662	8611,484	7982,022	465154,1	682,0221	0,09
29	28	10350	1,323968	7817,411146	8534,004	11298,75	900117,5	948,7452	0,09
30	29	9850	1,024869	9610,983384	8456,523	8666,829	1399893	1183,171	0,12
31	30	6850	0,837359	8180,478697	8379,043	7016,269	27645,53	166,2694	0,02
32	31	9350	0,906503	10314,35959	8301,562	7525,393	3329191	1824,607	0,20
33	32	4100	0,549237	7464,907539	8224,082	4516,966	173860,9	416,9663	0,10
34	33	9970	1,067987	9335,322028	8146,601	8700,462	1611726	1269,538	0,13
35	34	6050	1,03332	5854,915877	8069,121	8337,982	5234861	2287,982	0,38
36	35	10730	1,212505	8849,450671	7991,641	9689,901	1081805	1040,099	0,10
37	36	8950	0,878909	10183,08215	7914,16	6955,825	3976735	1994,175	0,22
38							<b>MSE</b>	<b>MSD</b>	<b>MAPE</b>
39							2730219	1358,191	0,150443

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα του προϊόντος η κλίση της τάσης είναι αρνητική. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε και από τα πιο κάτω αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης. Ουσιαστικά η εξίσωση είναι γραμμική της μορφής :

$$y = a + b * x + e$$

όπου  $a$  είναι η κλίση,  $b$  είναι ο σταθερός όρος και όπου  $x$  θα βάλουμε τα δεδομένα της στήλης A.

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης δίνουν μια ικανοποιητική προσέγγιση . Στον πρώτο πίνακα, ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης Multiple R ή Pearson ( $r$ ) δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικός. Μόλις το 44% της συμπεριφοράς των πωλήσεων εξηγείται από την ανεξάρτητη μεταβλητή χρόνο. Ουσιαστικά υπάρχει αρνητική μη ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους ( το  $r$  μπορεί να πάρει τιμές από -1 μέχρι 1, όπου αν  $0 < r < 0,5$  υπάρχει ασθενής σχέση, αν  $0,5 < r < 0,7$  η σχέση μπορεί να χαρακτηριστεί από μέτρια ως ικανοποιητική και αν προσεγγίζει τη μονάδα  $0,7 < r < 1$  είναι πολύ ισχυρή, όπου  $r$  σε απόλυτες τιμές) . Ο δείκτης R-square ( $R^2 = 0,2$ ) εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής το οποίο ερμηνεύεται από τη διακύμανση των τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής. Δηλαδή, το μόλις το 20% της διακύμανσης των προβλέψεων ερμηνεύεται από τη διακύμανση της χρονικής περιόδου.

Στον δεύτερο πίνακα, (πίνακας ανάλυσης της διακύμανσης- ANOVA) παρατηρείται ότι το επίπεδο σημαντικότητας είναι μικρότερο του  $\text{sig.} = 0,007574 < 0,05$ , γεγονός που δηλώνει ότι η γραμμική παλινδρόμηση που έχει εκτιμηθεί θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντική.

Τέλος, στον τρίτο πίνακα γίνεται ο έλεγχος του συντελεστή παλινδρόμησης  $b$  :

$$H_0 : b=0 \quad H_1 : b \neq 0$$

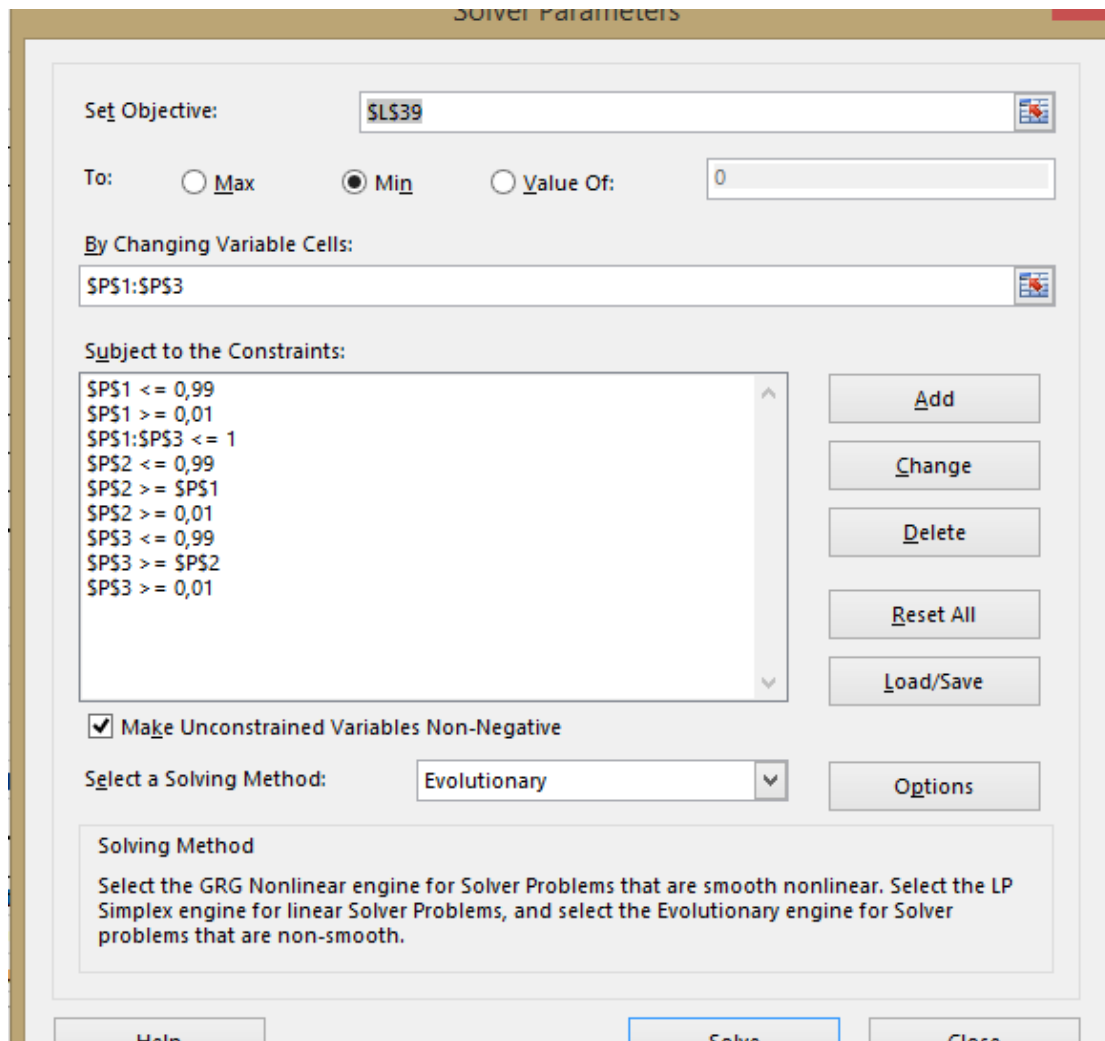
Σε ένα κακό μοντέλο το  $b$  προσεγγίζει το 0. Επειδή το  $t$  Statistics είναι σχετικά σημαντικό σε απόλυτες τιμές (  $2,84 > 2$  ) αλλά όχι ικανοποιητικό και το  $P\text{-value} < 0.05$  (όταν  $P < \alpha$  , όπου  $\alpha$  είναι η στατιστική απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση. Ουσιαστικά δηλώνει πως όταν αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας ανά μια περίοδο η ζητούμενη ποσότητα μειώνεται ανά 77 τεμάχια περίπου. Η  $P\text{-value}$  ουσιαστικά είναι η πιθανότητα του λάθους που περιλαμβάνεται στην αποδοχή του αποτελέσματος που παρατηρήθηκε. Ουσιαστικά είναι το αποδεκτό επίπεδο λάθους. Επίσης παρουσιάζονται τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης των παραμέτρων του παραδείγματος.

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0,44379535							
R Square	0,196954313							
Adjusted R Squ	0,172619595							
Standard Error	1627,258213							
Observations	35							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>gnificance F</i>			
Regression	1	21431478	21431478	8,093552	0,007574			
Residual	33	87382987	2647969					
Total	34	1,09E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>andard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>lower 95,0%</i>	<i>pper 95,0%</i>
Intercept	10703,45527	586,0206	18,26464	8,04E-19	9511,187	11895,72	9511,187	11895,72
1	-77,48041793	27,23469	-2,84492	0,007574	-132,89	-22,071	-132,89	-22,071

#### 4.2.2.2 Product2-Weighted Moving Average (WMA)

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως και με το πρώτο προϊόν και διαμορφώνεται ο πιο κάτω πίνακας :

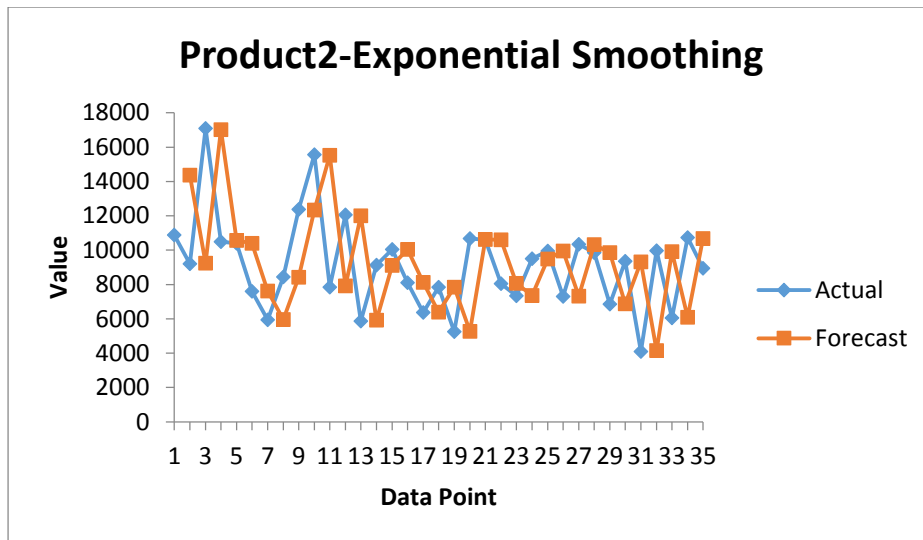
		=C2*\$P\$1+C3*\$P\$2+C4*\$P\$3							
	A	C	K	L	M	N	O	P	
1	Months	Sales	WMA	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )	a	0,185714	
2	1	14362					b	0,48	
3	2	10888					c	0,300844	
4	3	9200							
5	4	17100	10649,13	41613666,21	6450,87	0,38			
6	5	10500	11572,27	1149754,85	1072,27	0,10			
7	6	10400	13056,43	7056639,25	2656,43	0,26			
8	7	7600	11332,82	13933972,35	3732,82	0,49			
9	8	5950	9216,86	10672362,70	3266,86	0,55			
10	9	8450	7361,01	1185909,89	1088,99	0,13			
11	10	12370	6802,95	30992061,73	5567,05	0,45			
12	11	15560	8873,05	44715286,52	6686,95	0,43			
13	12	7850	12174,27	18699341,31	4324,27	0,55			
14	13	12050	12110,42	3650,80	60,42	0,01			
15	14	5870	10274,16	19396630,36	4404,16	0,75			
16	15	9140	8994,42	21192,81	145,58	0,02			
17	16	10050	7798,65	5068586,92	2251,35	0,22			
18	17	8100	8490,67	152622,50	390,67	0,05			
19	18	6380	8947,10	6589991,22	2567,10	0,40			
20	19	7850	7664,81	34294,39	185,19	0,02			
21	20	5250	6921,22	2792981,38	1671,22	0,32			
22	21	10670	6523,57	17192917,58	4146,43	0,39			
23	22	10600	7182,03	11682529,77	3417,97	0,32			
24	23	8050	9273,69	1497419,31	1223,69	0,15			
25	24	7350	9479,59	4535141,72	2129,59	0,29			
26	25	9500	8034,83	2146724,50	1465,17	0,15			
27	26	9950	7872,85	4314549,30	2077,15	0,21			
28	27	7300	8907,84	2585155,52	1607,84	0,22			
29	28	10350	8725,39	2639354,91	1624,61	0,16			
30	29	9850	8457,48	1939110,58	1392,52	0,14			
31	30	6850	9275,53	5883183,26	2425,53	0,35			
32	31	9350	8699,98	422527,06	650,02	0,07			
33	32	4100	7922,57	14612003,67	3822,57	0,93			
34	33	9970	6983,21	8920889,11	2986,79	0,30			
35	34	6050	6699,29	421573,00	649,29	0,11			
36	35	10730	7356,06	11383489,75	3373,94	0,31			
37	36	8950	7976,90	946915,35	973,10	0,11			
38				MSE	MSD	MAPE			
39				8945528,17	2439,043	0,283112			



Μέσω του Solver οι βέλτιστες τιμές των συντελεστών είναι οι  $a=0.19$ ,  $b=0.48$  και  $c=0,30$ . Όπου σύμφωνα με το Solver καλύτερα αποτελέσματα εξάγονται όταν δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στο δεύτερο συντελεστή.

#### 4.2.2.3 Product2 Exponential Smoothing

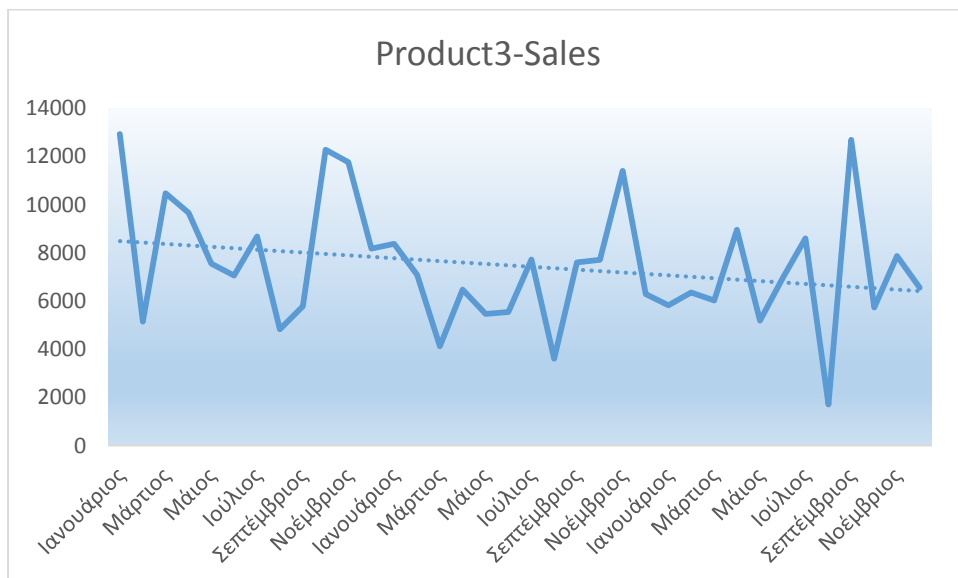
	B	C	Q	R	S	T
1		<b>Sales</b>	Forecast	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
2	1	14362				
3	2	10888	14362	12068676	3474	0,32
4	3	9200	13515,09	18620035,8	4315,094	0,47
5	4	17100	12463,14	21500447,03	4636,857	0,27
6	5	10500	13593,53	9569957,459	3093,535	0,29
7	6	10400	12839,38	5950575,34	2439,38	0,23
8	7	7600	12244,7	21573219,21	4644,698	0,61
9	8	5950	11112,39	26650315,3	5162,394	0,87
10	9	8450	9853,885	1970891,835	1403,885	0,17
11	10	12370	9511,64	8170223,119	2858,36	0,23
12	11	15560	10208,46	28638952,24	5351,537	0,34
13	12	7850	11513,08	13418173,28	3663,082	0,47
14	1	12050	10620,08	2044667,987	1429,919	0,12
15	2	5870	10968,67	25996462,76	5098,673	0,87
16	3	9140	9725,697	343041,2075	585,6972	0,06
17	4	10050	9582,914	218169,7807	467,0865	0,05
18	5	8100	9696,782	2549712,079	1596,782	0,20
19	6	6380	9307,512	8570324,971	2927,512	0,46
20	7	7850	8593,831	553284,3337	743,8309	0,09
21	8	5250	8412,497	10001385,36	3162,497	0,60
22	9	10670	7641,53	9171629,284	3028,47	0,28
23	10	10600	8379,823	4929185,62	2220,177	0,21
24	11	8050	8921,067	758757,643	871,067	0,11
25	12	7350	8708,715	1846105,53	1358,715	0,18
26	1	9500	8377,482	1260047,567	1122,518	0,12
27	2	9950	8651,134	1687053,502	1298,866	0,13
28	3	7300	8967,777	2781479,228	1667,777	0,23
29	4	10350	8561,199	3199808,156	1788,801	0,17
30	5	9850	8997,28	727130,5993	852,7195	0,09
31	6	6850	9205,16	5546778,406	2355,16	0,34
32	7	9350	8631,009	516947,5619	718,9907	0,08
33	8	4100	8806,288	22149145,35	4706,288	1,15
34	9	9970	7658,97	5340861,57	2311,03	0,23
35	10	6050	8222,362	4719157,154	2172,362	0,36
36	11	10730	7692,775	9224737,42	3037,225	0,28
37	12	8950	8433,202	267080,1473	516,798	0,06
38		<b>a</b>	<b>0,756216</b>	<b>MSE</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE</b>
39				8358126,28	2488,05	0,31

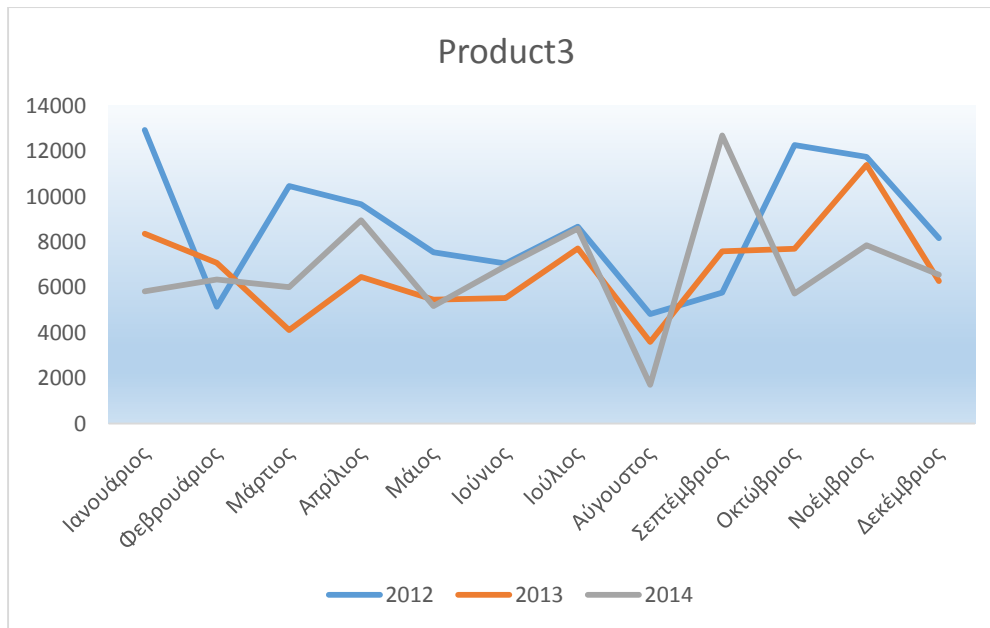


Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και από τις τρεις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν επιλέγεται η πρώτη η οποία παρουσιάζει το μικρότερο περιθώριο λάθους.

#### 4.2.3 Product3

Στο παρακάτω διάγραμμα έντονο το στοιχείο της εποχικότητας . Η τάση είναι μη ισχυρή και έχει αρνητική κλίση.





#### 4.2.3.1 Product3-Με Τάση και Εποχικότητα



	A	C	D	E	F	G	H	I	J
1	t	Sales	It	Deseasonalize	Trend	Forecast	power(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> )
2	1	12940	1,328162	9742,787326	8528,581	4411	19460613,90	8528,58142	0,659087
3	2	5150	0,853746	6032,240455	8461,794	-3312	10967978,97	8461,79392	1,643067
4	3	10470	0,896934	11673,09435	8395,006	2075	4305598,35	8395,00642	0,801815
5	4	9670	1,124689	8597,929322	8328,219	1342	1800376,46	8328,21892	0,861243
6	5	7550	0,809693	9324,526421	8261,431	-711	506134,67	8261,43142	1,094229
7	6	7060	0,88078	8015,619979	8194,644	-1135	1287416,84	8194,64392	1,160714
8	7	8680	1,130158	7680,34427	8127,856	552	304862,53	8127,85643	0,936389
9	8	4830	0,444238	10872,54908	8061,069	-3231	10439806,41	8061,06893	1,668958
10	9	5780	1,214138	4760,578264	7994,281	-2214	4903042,24	7994,28143	1,383094
11	10	12280	1,12617	10904,21277	7927,494	4353	18944309,09	7927,49393	0,645561
12	11	11760	1,390822	8455,434087	7860,706	3899	15204490,34	7860,70643	0,668427
13	12	8180	0,940923	8693,592156	7793,919	386	149058,59	7793,91893	0,952802
14	13	8370	1,328162	6301,942034	7727,131	643	413279,99	7727,13143	0,923194
15	14	7090	0,853746	8304,579577	7660,344	-570	325292,20	7660,34393	1,080443
16	15	4120	0,896934	4593,423946	7593,556	-3474	12065594,31	7593,55644	1,843096
17	16	6470	1,124689	5752,69935	7526,769	-1057	1116760,59	7526,76894	1,163334
18	17	5470	0,809693	6755,650268	7459,981	-1990	3960026,12	7459,98144	1,363799
19	18	5540	0,88078	6289,877434	7393,194	-1853	3434327,78	7393,19394	1,334512
20	19	7730	1,130158	6839,753595	7326,406	404	162887,76	7326,40644	0,947789
21	20	3610	0,444238	8126,273741	7259,619	-3650	13319718,42	7259,61894	2,010975
22	21	7600	1,214138	6259,583876	7192,831	407	165786,23	7192,83144	0,946425
23	22	7710	1,12617	6846,211766	7126,044	584	341004,68	7126,04394	0,92426
24	23	11410	1,390822	8203,784263	7059,256	4351	18928969,48	7059,25645	0,61869
25	24	6290	0,940923	6684,925998	6992,469	-702	493462,62	6992,46895	1,11168
26	25	5830	1,328162	4389,524738	6925,681	-1096	1200517,83	6925,68145	1,187938
27	26	6360	0,853746	7449,524134	6858,894	-499	248895,17	6858,89395	1,078442
28	27	6020	0,896934	6711,750523	6792,106	-772	596148,37	6792,10645	1,128257
29	28	8960	1,124689	7966,643922	6725,319	2235	4993799,39	6725,31895	0,750594
30	29	5190	0,809693	6409,840017	6658,531	-1469	2156584,63	6658,53145	1,282954
31	30	6950	0,88078	7890,730716	6591,744	358	128347,39	6591,74395	0,948452
32	31	8600	1,130158	7609,557687	6524,956	2075	4305805,71	6524,95645	0,758716
33	32	1710	0,444238	3849,287561	6458,169	-4748	22545108,43	6458,16896	3,776707
34	33	12700	1,214138	10460,09411	6391,381	6309	39798667,92	6391,38146	0,503258
35	34	5730	1,12617	5088,040651	6324,594	-595	353541,98	6324,59396	1,103769
36	35	7870	1,390822	5658,526043	6257,806	1612	2599168,01	6257,80646	0,795147
37	36	6560	0,940923	6971,878306	6191,019	369	136147,0072	6191,01896	0,943753
38							<b>MSE</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE</b>
39							6168431,40	7359,80	1,14

SUMMARY OUTPUT								
<b>Regression Statistics</b>								
Multiple R	0,152656							
R Square	0,023304							
Adjusted R Squ	-0,00629							
Standard Error	2457,462							
Observations	35							
<b>ANOVA</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	4755038	4755038	0,787372	0,381318			
Residual	33	1,99E+08	6039122					
Total	34	2,04E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	7987,706	885	9,025656	1,98E-10	6187,16	9788,252	6187,16	9788,252
1	-36,4958	41,12944	-0,88734	0,381318	-120,174	47,18267	-120,174	47,18267

Ανάλυση παλινδρόμησης : Η εξίσωση παλινδρόμησης είναι γραμμική και της μορφής  $y = a - b * x + et$ . Το b όπως είχε παρατηρηθεί και στο διάγραμμα είναι αρνητικό και ίσο με 36 μονάδες περίπου. Ουσιαστικά σημαίνει πως εάν η χρονική περίοδος μεταβληθεί κατά μια μονάδα (ένα μήνα) οι πωλήσεις μειώνονται 36 τεμάχια περίπου. Σε ένα κακό μοντέλο το b προσεγγίζει το μηδέν. Για να ελέγξουμε αν η τιμή του b είναι σημαντικά διαφορετική του μηδέν χρησιμοποιούμε το έλεγχο t και πραγματοποιείται η ακόλουθη υπόθεση :  $H_0 : b=0$   $H_1: b \neq 0$ , εάν Significance F (Sig.) = 0.38 > 0.05 αποδεχόμαστε την  $H_0$ . Επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση Sig. = 0,38 < 0,05 συμπεραίνουμε ότι η τιμή του b είναι στατιστικά μη σημαντική. Η τιμή F δίνεται στον πίνακα της ANOVA και αφορά τον έλεγχο της συνολικής στατιστικής σημαντικότητας του υποδείγματος. Σε διμεταβλητά υποδείγματα ισχύει  $F = t^2$  οπότε έτσι έχουμε το  $t = 0,617$ . Επίσης, στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε καθώς  $P\text{-Value} < F$  γεγονός που δηλώνει πως αποδεχόμαστε την  $H_0$ , άρα το b είναι στατιστικά μη σημαντικό. Η τιμή t-stat δίνεται στον τρίτο πίνακα και δηλώνει κατά πόσο οι μεταβλητές του υποδείγματος είναι στατιστικά σημαντικές, επειδή η τιμή του b προσεγγίζει το 2 (σε απόλυτες τιμές) δεν θεωρείται σημαντικό ενώ ο a είναι σημαντικό. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι R-square ( $R^2 = 0,023$ ) παρουσιάζει μια κακή εικόνα της παλινδρόμησης. Μόλις το 2,3% της διακύμανσης των πωλήσεων εξηγείται από τα μεταβολή του χρόνου. Ενώ το 15% της συμπεριφορά των πωλήσεων επηρεάζεται από τη παράμετρο χρόνο.

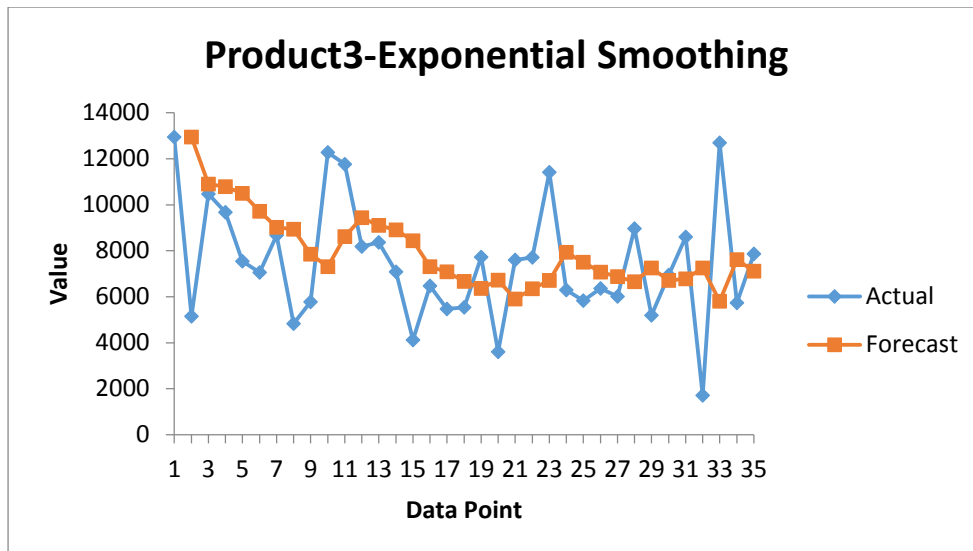
#### *4.2.3.2 Product3-Weighted Moving Average (WMA)*

Ακολουθούμε τη διαδικασία που πραγματοποιήθηκε και για τα δύο προηγούμενα προϊόντα. Παρατηρείτε ότι τα περιθώρια λάθους είναι συγκριτικά με τη πρώτη μέθοδο αισθητά πιο χαμηλά. Για  $a=0,3$ ,  $b= 0,32$  και  $c =0,324$  επιτυγχάνεται το βέλτιστο αποτέλεσμα.

		=C2*\$P\$1+C3*\$P\$2+C4*\$P\$3					
	C	K	L	M	N	O	P
1	Sales	WMA	power(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> )	a	0,30754036
2	12940					b	0,32
3	5150					c	0,32474057
4	10470						
5	9670	9051,726	382262,128	618,2735	0,063937		
6	7550	8123,511	328915,097	573,5112	0,075962		
7	7060	8811,429	3067503,78	1751,429	0,248078		
8	8680	7717,945	925550,352	962,0553	0,110836		
9	4830	7432,944	6775317,1	2602,944	0,538912		
10	5780	6557,985	605261,182	777,9853	0,1346		
11	12280	6114,673	38011263	6165,327	0,502062		
12	11760	7349,905	19448935,9	4410,095	0,375008		
13	8180	9583,647	1970224,03	1403,647	0,171595		
14	8370	10251,25	3539110,42	1881,252	0,224761		
15	7090	8990,665	3612527,01	1900,665	0,268077		
16	4120	7535,692	11666954,1	3415,692	0,829052		
17	6470	6214,051	65510,1324	255,9495	0,039559		
18	5470	5619,229	22269,2936	149,229	0,027281		
19	5540	5144,1	156736,86	395,9001	0,071462		
20	7730	5564,868	4687796,31	2165,132	0,280095		
21	3610	5991,237	5670291,55	2381,237	0,659623		
22	7600	5385,891	4902278,26	2214,109	0,29133		
23	7710	6017,423	2864816,72	1692,577	0,21953		
24	11410	6081,566	28392212,4	5328,434	0,466997		
25	6290	8545,907	5089116,53	2255,907	0,35865		
26	5830	8118,394	5236746,91	2288,394	0,39252		
27	6360	7444,533	1176211,3	1084,533	0,170524		
28	6020	5892,684	16209,3255	127,3158	0,021149		
29	8960	5812,886	9904326,02	3147,114	0,35124		
30	5190	6820,227	2657641,18	1630,227	0,314109		
31	6950	6445,961	254054,948	504,0386	0,072524		
32	8600	6697,616	3619063,46	1902,384	0,221207		
33	1710	6645,454	24358708,5	4935,454	2,886231		
34	12700	5484,991	52056360,3	7215,009	0,568111		
35	5730	7324,261	2541669,1	1594,261	0,278231		
36	7870	6510,139	1849222,32	1359,861	0,17279		
37	6560	8321,908	3104319,07	1761,908	0,268584		
38			MSE	MAD	MAPE		
39			7544223,77	2147,03	0,35		

#### 4.2.3.3 Product3 Exponential Smoothing

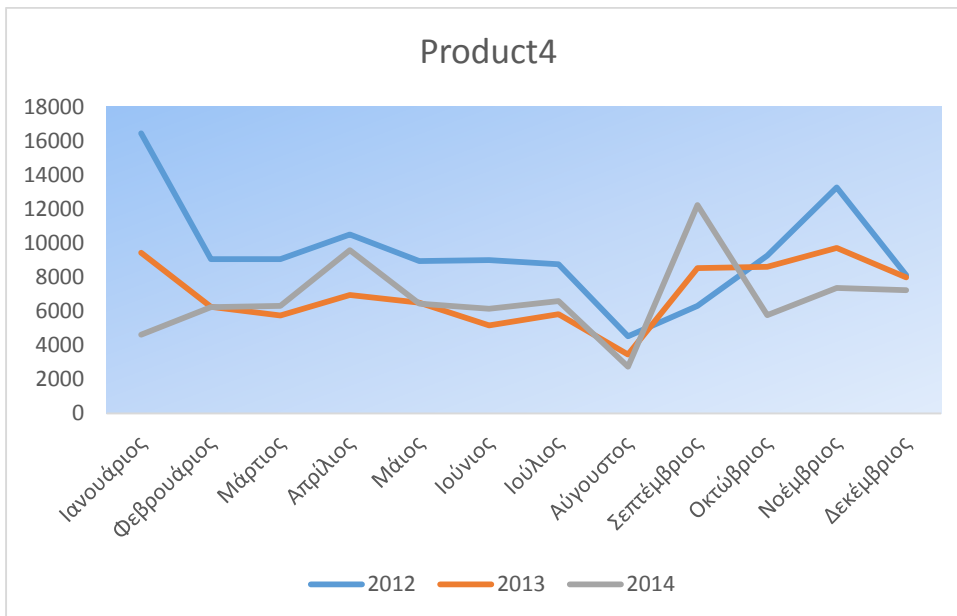
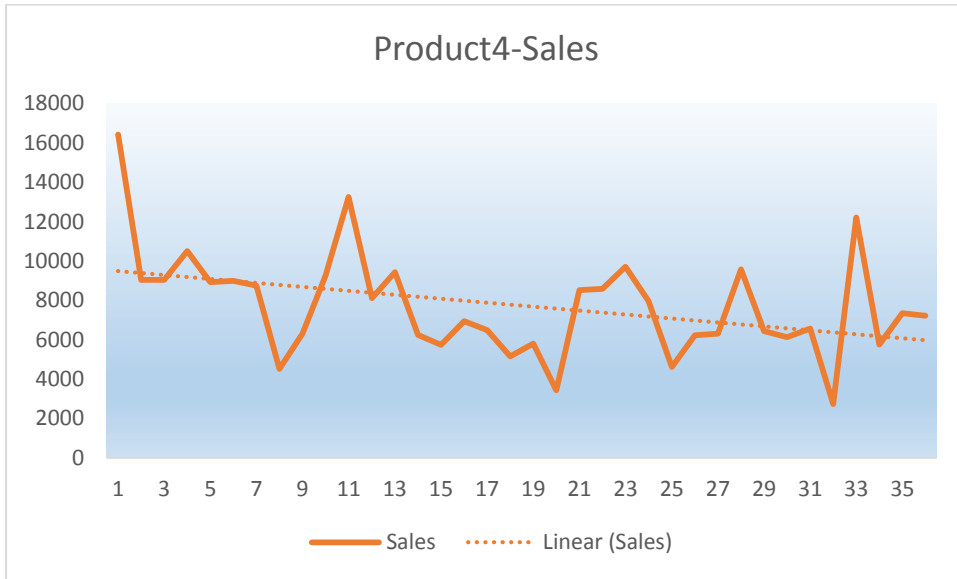
Q4		=(1-\$Q\$38)*C3+\$Q\$38*Q3			
	C	Q	R	S	T
1	Sales	Forecast	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
2	12940				
3	5150	12940,00	60684100	7790	1,51
4	10470	10898,87	183932,77	428,873839	0,04
5	9670	10786,50	1246574,14	1116,50085	0,12
6	7550	10493,96	8666880,91	2943,95668	0,39
7	7060	9722,58	7089357,77	2662,58479	0,38
8	8680	9024,94	118981,96	344,937618	0,04
9	4830	8934,56	16847392,2	4104,55749	0,85
10	5780	7859,09	4322600,32	2079,08642	0,36
11	12280	7314,33	24657910,7	4965,67323	0,40
12	11760	8615,43	9888343,62	3144,57368	0,27
13	8180	9439,36	1585996,74	1259,36363	0,15
14	8370	9109,39	546692,732	739,386727	0,09
15	7090	8915,65	3333010,82	1825,65353	0,26
16	4120	8437,30	18639062,5	4317,29805	1,05
17	6470	7306,08	699038,058	836,084959	0,13
18	5470	7087,02	2614737,55	1617,01501	0,30
19	5540	6663,33	1261862,96	1123,32674	0,20
20	7730	6368,99	1852337,18	1361,00594	0,18
21	3610	6725,60	9706982,99	3115,60315	0,86
22	7600	5909,26	2858613,02	1690,74333	0,22
23	7710	6352,26	1843449,37	1357,73686	0,18
24	11410	6708,02	22108656,6	4701,98433	0,41
25	6290	7940,02	2722578,51	1650,02379	0,26
26	5830	7507,69	2814632,32	1677,6866	0,29
27	6360	7068,10	501407,354	708,101231	0,11
28	6020	6882,57	744019,109	862,565423	0,14
29	8960	6656,56	5305849,2	2303,4429	0,26
30	5190	7260,10	4285323,77	2070,10236	0,40
31	6950	6717,70	53964,8237	232,303301	0,03
32	8600	6778,56	3317627,2	1821,43548	0,21
33	1710	7255,81	30756061,7	5545,81479	3,24
34	12700	5802,71	47572647,1	6897,29274	0,54
35	5730	7609,93	3534126,92	1879,92737	0,33
36	7870	7117,35	566480,325	752,648872	0,10
37	6560	7314,56	569359,668	754,559254	0,12
38	a	0,74	MSE	MAD	MAPE
39			8671445,51	2305,19574	0,41



- Τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζουν μια καθαρή εικόνα επιλογής μεθόδου. Εάν λάβουμε υπόψιν τη τιμή του MSE, η βέλτιστη μέθοδος είναι η πρώτη (Εποχική μέθοδος), οι άλλοι δύο δείκτες όμως (MAD / MAPE) δείχνουν πως το μικρότερο περιθώριο λάθους παρουσιάζεται στη δεύτερη μέθοδο πρόβλεψης (WMA). Επίσης, η δεύτερη μέθοδος δεν έχει μεγάλη απόκλιση σε σύγκριση με τη πρώτη όσον αφορά το MSE. Τέλος, η μη καλή προσαρμοστικότητα της παλινδρόμησης ενισχύει την επιλογή της δεύτερης μεθόδου WMA για τη πραγματοποίηση των προβλέψεων.

#### 4.2.4 Product4

Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει αρνητική τάση και κατά διαστήματα επαναλαμβανόμενες ποσότητες πωλήσεις όπως φαίνεται και στο δεύτερο σχήμα.



#### 4.2.4.1 Product4-Με Τάση και Εποχικότητα

Όπως φαίνεται και από τα πιο πάνω διαγράμματα και σε αυτό το προϊόν ( όπως και στο τρίτο προϊόν) δεν παρατηρείται έντονα το στοιχείο της τάσης αλλά παρουσιάζει εποχικότητα οπότε ακολουθώντας τη διαδικασία που έχουμε αναφέρει πιο πάνω εξάγεται ο πιο κάτω πίνακας :

1	t	Sales	It	Deseasonalize	Trend	Forecast	power(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> )
2	1	16430	1,26	13068,83	9540,91	11994,74	19671549,01	4435,26	0,27
3	2	9050	0,92	9791,60	9437,79	8722,99	106937,84	327,01	0,04
4	3	9040	0,90	9999,35	9334,68	8439,10	361083,12	600,90	0,07
5	4	10500	1,17	8948,45	9231,56	10832,20	110359,36	332,20	0,03
6	5	8930	0,94	9482,02	9128,44	8597,01	110883,37	332,99	0,04
7	6	8990	0,87	10382,93	9025,33	7814,53	1381726,61	1175,47	0,13
8	7	8750	0,91	9615,80	8922,21	8118,86	398334,40	631,14	0,07
9	8	4520	0,46	9869,53	8819,09	4038,93	231430,30	481,07	0,11
10	9	6310	1,23	5126,56	8715,98	10728,02	19518900,11	4418,02	0,70
11	10	9250	1,02	9072,94	8612,86	8780,94	220013,62	469,06	0,05
12	11	13250	1,29	10247,06	8509,75	11003,56	5046489,09	2246,44	0,17
13	12	8110	1,02	7934,46	8406,63	8592,62	232919,18	482,62	0,06
14	13	9430	1,26	7500,85	8303,51	10439,09	1018270,90	1009,09	0,11
15	14	6250	0,92	6762,16	8200,40	7579,31	1767059,76	1329,31	0,21
16	15	5750	0,90	6360,20	8097,28	7320,42	2466212,26	1570,42	0,27
17	16	6940	1,17	5914,50	7994,16	9380,26	5954850,67	2440,26	0,35
18	17	6490	0,94	6891,19	7891,05	7431,65	886703,28	941,65	0,15
19	18	5160	0,87	5959,50	7787,93	6743,14	2506324,03	1583,14	0,31
20	19	5810	0,91	6384,89	7684,81	6992,88	1399203,70	1182,88	0,20
21	20	3440	0,46	7511,32	7581,70	3472,23	1038,80	32,23	0,01
22	21	8530	1,23	6930,20	7478,58	9204,98	455591,55	674,98	0,08
23	22	8590	1,02	8425,57	7375,46	7519,40	1146187,92	1070,60	0,12
24	23	9710	1,29	7509,35	7272,35	9403,54	93918,35	306,46	0,03
25	24	7970	1,02	7797,49	7169,23	7327,84	412365,10	642,16	0,08
26	25	4620	1,26	3674,86	7066,12	8883,45	18177007,60	4263,45	0,92
27	26	6230	0,92	6740,52	6963,00	6435,63	42283,50	205,63	0,03
28	27	6310	0,90	6979,63	6859,88	6201,74	11720,74	108,26	0,02
29	28	9580	1,17	8164,39	6756,77	7928,31	2728083,97	1651,69	0,17
30	29	6440	0,94	6838,10	6653,65	6266,29	30175,16	173,71	0,03
31	30	6140	0,87	7091,34	6550,53	5671,74	219264,17	468,26	0,08
32	31	6580	0,91	7231,08	6447,42	5866,90	508517,03	713,10	0,11
33	32	2730	0,46	5961,02	6344,30	2905,53	30811,80	175,53	0,06
34	33	12218	1,23	9926,51	6241,18	7681,93	20575926,39	4536,07	0,37
35	34	5760	1,02	5649,74	6138,07	6257,85	247857,38	497,85	0,09
36	35	7360	1,29	5691,95	6034,95	7803,52	196707,49	443,52	0,06
37	36	7230	1,02	7073,51	5931,83	6063,07	1361726,14	1166,93	0,16
38							<b>MSE</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE</b>
39							3045234,27	1197,76	0,16



SUMMARY OUTPUT								
<b>Regression Statistics</b>								
Multiple R	0,581623							
R Square	0,338285							
Adjusted R Square	0,318823							
Standard Error	1541,623							
Observations	36							
<b>ANOVA</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	41309219	41309219	17,38164	0,000199			
Residual	34	80804429	2376601					
Total	35	1,22E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	9644,026	524,7703	18,37761	3,12E-19	8577,565	10710,49	8577,565	10710,49
t	-103,116	24,73333	-4,16913	0,000199	-153,381	-52,8523	-153,381	-52,8523

Ανάλυση παλινδρόμησης : Η εξίσωση παλινδρόμησης είναι γραμμική και της μορφής  $y=a-b*x+e_i$ , όπου εάν αντικαταστήσουμε τις τιμές παίρνουμε την ακόλουθη εξίσωση  $y=9644-103*x+e_i$ . Το b όπως είχε παρατηρηθεί και στο διάγραμμα είναι αρνητικό και ίσο με 103 μονάδες περίπου. Ουσιαστικά σημαίνει πως εάν η χρονική περίοδος μεταβληθεί κατά μια μονάδα (ένα μήνα) οι πωλήσεις μειώνονται 103 τεμάχια περίπου. Σε ένα κακό μοντέλο το b προσεγγίζει το μηδέν. Για να ελέγξουμε αν η τιμή του b είναι σημαντικά διαφορετική του μηδέν χρησιμοποιούμε τον έλεγχο t και πραγματοποιείται η ακόλουθη υπόθεση :  $H_0 : b=0$   $H_1 : b \neq 0$ , εάν Significance (Sig.) < 0.05 απορρίπτουμε την  $H_0$ . Επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση Sig. = 0,014 < 0,05 συμπεραίνουμε ότι η τιμή του b είναι στατιστικά σημαντική. Η τιμή F δίνεται στον πίνακα της ANOVA και αφορά τον έλεγχο της συνολικής στατιστικής σημαντικότητας του υποδείγματος. Σε διμεταβλητά υποδείγματα ισχύει  $F= t^2$  οπότε έτσι έχουμε το  $t= 0,014$ . Η τιμή t-stat δίνεται στον τρίτο πίνακα και δηλώνει κατά πόσο οι μεταβλητές του υποδείγματος είναι στατιστικά σημαντικές, επειδή η τιμή του b =4 σημαίνει ότι οι μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι R-square ( $R^2 = 0,33$ ) δηλώνει πως το 33% της διακύμανσης των πωλήσεων εξηγείται από τα μεταβολή του χρόνου.

#### 4.2.4.2 Product4-Weighted Moving Average (WMA)

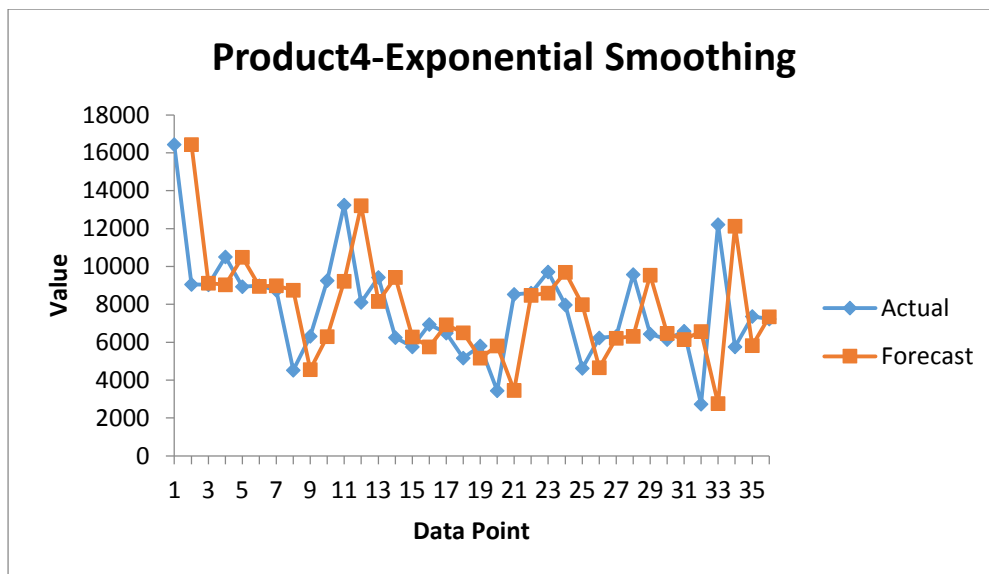
Εφαρμόζοντας Solver οι βέλτιστες τιμές για τους συντελεστές είναι  $a=0.3$   $b=0.32$  και  $c=0.324$ .

	A	C	K	L	M	N	O	P
1	t	Sales	WMA	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )	a	0,30754
2	1	16430					b	0,32
3	2	9050					c	0,324741
4	3	9040						
5	4	10500	10926,929	182268,6075	426,9293	0,040659931		
6	5	8930	9128,1558	39265,71637	198,1558	0,022189898		
7	6	8990	9089,2757	9855,66489	99,2757	0,011042903		
8	7	8750	9048,0159	88813,45276	298,0159	0,034058955		
9	8	4520	8506,7208	15893942,46	3986,721	0,882017868		
10	9	6310	7073,5965	583079,6317	763,5965	0,12101371		
11	10	9250	6207,6609	9255826,962	3042,339	0,32890152		
12	11	13250	6442,6861	46339522,9	6807,314	0,513759542		
13	12	8110	9246,7153	1292121,702	1136,715	0,140162184		
14	13	9430	9780,4517	122816,4159	350,4517	0,037163492		
15	14	6250	9770,3972	12393196,34	3520,397	0,563263549		
16	15	5750	7585,547	3369232,821	1835,547	0,319225567		
17	16	6940	6796,6362	20553,16612	143,3638	0,020657602		
18	17	6490	6042,7574	200025,9595	447,2426	0,068912576		
19	18	5160	6129,2274	939401,7388	969,2274	0,187834766		
20	19	5810	5917,1879	11489,23699	107,1879	0,018448857		
21	20	3440	5558,0469	4486122,738	2118,047	0,615711313		
22	21	8530	4590,4274	15520232,29	3939,573	0,461849074		
23	22	8590	5673,7581	8504466,935	2916,242	0,339492657		
24	23	9710	6617,0112	9566579,524	3092,989	0,318536433		
25	24	7970	8565,5821	354718,0852	595,5821	0,074727997		
26	25	4620	8382,6316	14157396,31	3762,632	0,814422417		
27	26	6230	7074,2464	712752,0592	844,2464	0,135513073		
28	27	6310	5974,2686	112715,5956	335,7314	0,053206249		
29	28	9580	5492,7281	16705791,24	4087,272	0,426646332		
30	29	6440	7075,7445	404171,0493	635,7445	0,098718088		
31	30	6140	7142,3776	1004760,848	1002,378	0,16325368		
32	31	6580	7031,106	203496,6248	451,106	0,068557143		
33	32	2730	6110,91	11430552,69	3380,91	1,238428585		
34	33	12218	4911,2575	53388485,98	7306,743	0,598030979		
35	34	5760	6877,6821	1249213,173	1117,682	0,194042023		
36	35	7360	6677,0748	466386,8742	682,9252	0,092788755		
37	36	7230	8017,7962	620622,7761	787,7962	0,108962123		
38				MSE	MAD	MAPE		
39				6958481,14	1854,24	0,28		

#### 4.2.4.3 Product4 Exponential Smoothing

	A	C	Q	R	S	T
1	t	Sales	Forecast	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
2	1	16430				
3	2	9050	16430	54464400	7380	0,81547
4	3	9040	9123,8	7022,44	83,8	0,00927
5	4	10500	9040,838	2129153,742	1459,162	0,138968
6	5	8930	10485,41	2419295,229	1555,408	0,174178
7	6	8990	8945,554	1975,439467	44,44592	0,004944
8	7	8750	8989,556	57386,85715	239,5555	0,027378
9	8	4520	8752,396	17913172,14	4232,396	0,936371
10	9	6310	4562,324	3054371,556	1747,676	0,276969
11	10	9250	6292,523	8746668,789	2957,477	0,319727
12	11	13250	9220,425	16237472,81	4029,575	0,304119
13	12	8110	13209,7	26006983,46	5099,704	0,628817
14	13	9430	8160,997	1610368,506	1269,003	0,134571
15	14	6250	9417,31	10031852,45	3167,31	0,50677
16	15	5750	6281,673	282676,2849	531,6731	0,092465
17	16	6940	5755,317	1403474,448	1184,683	0,170704
18	17	6490	6928,153	191978,198	438,1532	0,067512
19	18	5160	6494,382	1780574,072	1334,382	0,258601
20	19	5810	5173,344	405331,0975	636,6562	0,109579
21	20	3440	5803,633	5586763,03	2363,633	0,687103
22	21	8530	3463,636	25668040,79	5066,364	0,593947
23	22	8590	8479,336	12246,44048	110,6636	0,012883
24	23	9710	8588,893	1256880,09	1121,107	0,115459
25	24	7970	9698,789	2988711,177	1728,789	0,216912
26	25	4620	7987,288	11338627,73	3367,288	0,72885
27	26	6230	4653,673	2484807,193	1576,327	0,253022
28	27	6310	6214,237	9170,604113	95,76327	0,015176
29	28	9580	6309,042	10699163,83	3270,958	0,341436
30	29	6440	9547,29	9655253,777	3107,29	0,482499
31	30	6140	6471,073	109609,2679	331,0729	0,053921
32	31	6580	6143,311	190697,5194	436,6893	0,066366
33	32	2730	6575,633	14788894	3845,633	1,408657
34	33	12218	2768,456	89293875,55	9449,544	0,773412
35	34	5760	12123,5	40494190,33	6363,505	1,104775
36	35	7360	5823,635	2360417,273	1536,365	0,208745
37	36	7230	7344,636	13141,49285	114,6364	0,015856
38				MSE	MAD	MAPE
39		a	0,01	10391275,65	2322,19	0,34

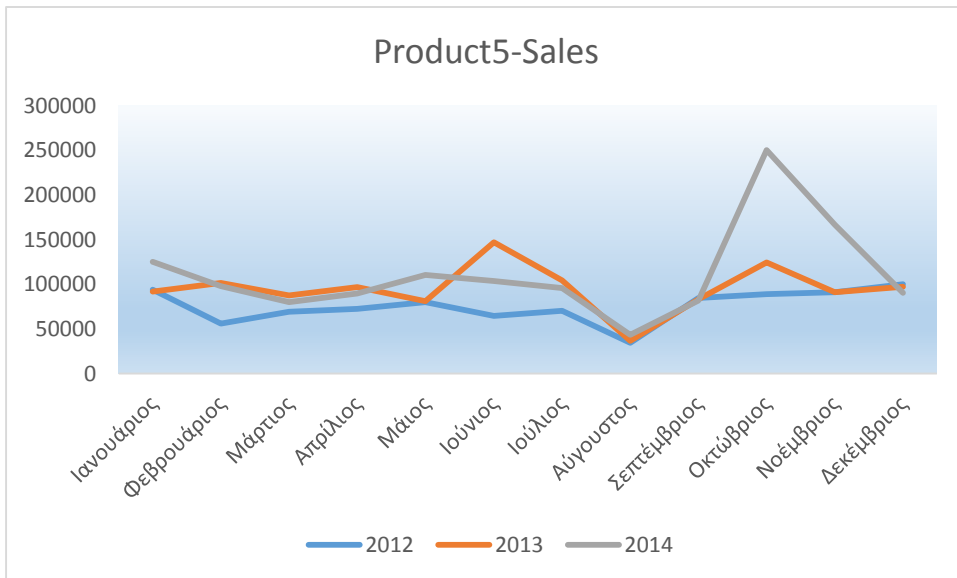
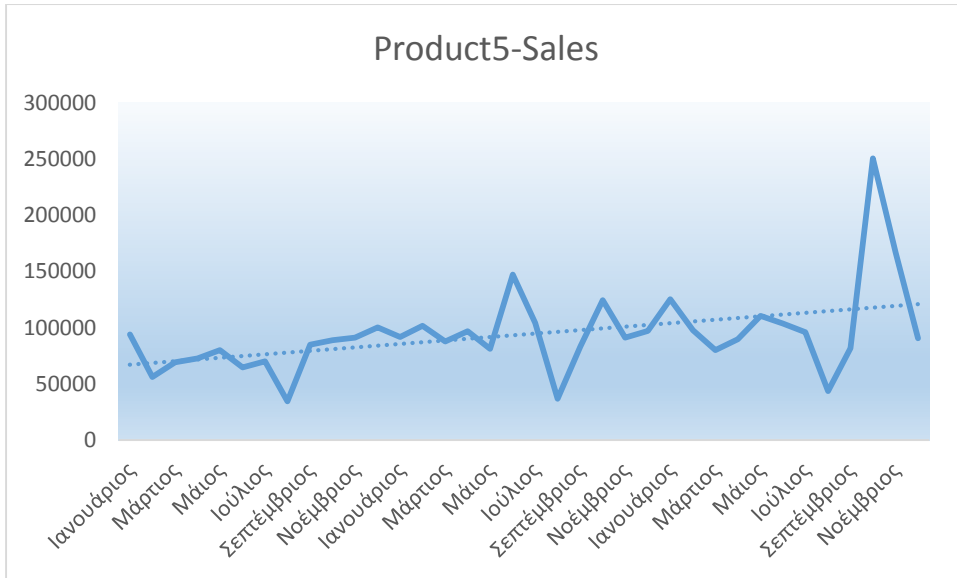
Όπου το  $\alpha$  ισούται με 0,01.



Από τις τρεις μεθόδους η περισσότερο αποτελεσματική για το συγκεκριμένο προϊόν είναι η πρώτη μέθοδος πρόβλεψης όπου τα αποτελέσματα εξάγονται με βάση τον υπολογισμό της τάσης και της εποχικότητας όπου το MSE είναι αισθητά μικρότερο, γεγονός που συνεπάγεται και μικρότερο περιθώριο λάθους.

#### 4.2.5 Product5

Παρατηρείται πως η ζήτηση για το προϊόν αυτό είναι σχετικά σταθερή με μια μικρή αυξητική τάση.



#### 4.2.5.1 Product5-Με Τάση και Εποχικότητα

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	t	Sales	It	Deseasonalize	Trend	Forecast	power(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> )	abs(e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> )
2	1	94000	1,003244957	93695,96066	73529	73767	409354445	20232,50961	0,22
3	2	56112	0,873637575	64228,00552	74712	65271	83893860,19	9159,359158	0,16
4	3	69210	0,889477172	77809,75407	75895	67507	2899301,773	1702,733618	0,02
5	4	72724	0,948027681	76710,84028	77079	73073	121635,2092	348,7623965	0,00
6	5	80213	1,03901781	77200,79411	78262	81316	1215750,618	1102,610819	0,01
7	6	64707	1,035793622	62470,9398	79445	82289	309123520,1	17581,90889	0,27
8	7	70307	0,687084116	102326,6269	80629	55399	222260459,6	14908,40232	0,21
9	8	34705	0,660837197	52516,71689	81812	54064	374782490,1	19359,29983	0,56
10	9	84858	1,243711782	68229,63427	82995	103222	337236160,2	18363,99086	0,22
11	10	89042	1,399621321	63618,63647	84178	117818	828050049,9	28775,8588	0,32
12	11	91274	1,137464164	80243,40715	85362	97096	33893683,52	5821,828194	0,06
13	12	100386	1,053594639	95279,52808	86545	91183	84690047,99	9202,719598	0,09
14	1	91962	1,003244957	91664,55249	87728	88013	15595495,52	3949,113257	0,04
15	2	101830	0,873637575	116558,6313	88911	77676	583395533,1	24153,5822	0,24
16	3	87827	0,889477172	98740,02703	90095	80137	59132446,84	7689,76247	0,09
17	4	96974	0,948027681	102290,2622	91278	86534	108991283	10439,88903	0,11
18	5	81200	1,03901781	78150,7297	92461	96069	221085893	14868,95736	0,18
19	6	147239	1,035793622	142150,9043	93645	96996	2524311303	50242,52484	0,34
20	7	104480	0,687084116	152062,8952	94828	65155	1546477251	39325,27496	0,38
21	8	36810	0,660837197	55702,07027	96011	63448	709569127,3	26637,73878	0,72
22	9	83260	1,243711782	66944,77067	97194	120882	1415403796	37621,85264	0,45
23	10	124681	1,399621321	89081,9525	98378	137692	169273892,2	13010,53005	0,10
24	11	91390	1,137464164	80345,38839	99561	113247	477730461,3	21857,04603	0,24
25	12	97370	1,053594639	92416,94708	100744	106144	76976197,54	8773,608012	0,09
26	1	125389	1,003244957	124983,4342	101928	102258	535030064,6	23130,71691	0,18
27	2	97927	0,873637575	112091,1037	103111	90081	61552224,2	7845,522557	0,08
28	3	80080	0,889477172	90030,41621	104294	92767	160965264	12687,20868	0,16
29	4	89710	0,948027681	94628,03863	105477	99995	105790677,9	10285,45954	0,11
30	5	110760	1,03901781	106600,6751	106661	110822	3881,776111	62,30390125	0,00
31	6	103660	1,035793622	100077,8512	107844	111704	64706586,34	8044,040424	0,08
32	7	96010	0,687084116	139735,4381	109027	74911	445174029,9	21099,14761	0,22
33	8	43670	0,660837197	66082,84185	110210	72831	850374286,2	29161,17772	0,67
34	9	81800	1,243711782	65770,86525	111394	138542	3219622156	56741,71443	0,69
35	10	250740	1,399621321	179148,457	112577	157565	8681543113	93174,7987	0,37
36	11	167110	1,137464164	146914,5186	113760	129398	1422175042	37711,73613	0,23
37	12	90610	1,053594639	86000,81724	114944	121104	929880109,7	30493,93562	0,34
38							MSE	MAD	MAPE
39							752007820	20432,43405	0,23

SUMMARY OUTPUT								
<b>Regression Statistics</b>								
Multiple R	0,422105							
R Square	0,178173							
Adjusted R Square	0,154001							
Standard Error	27165,16							
Observations	36							
<b>ANOVA</b>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	5,44E+09	5,44E+09	7,371215	0,010337			
Residual	34	2,51E+10	7,38E+08					
Total	35	3,05E+10						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	72345,62	9247,055	7,823639	4,17E-09	53553,34	91137,89	53553,34	91137,89
	1183,277	435,8296	2,714998	0,010337	297,5643	2068,989	297,5643	2068,989

Ανάλυση παλινδρόμησης : Η εξίσωση παλινδρόμησης είναι γραμμική και της μορφής  $y=a-b*x+e_i$ , όπου εάν αντικαταστήσουμε τις τιμές παίρνουμε την ακόλουθη εξίσωση  $y=72345+1183*x+e_i$ . Το b όπως είχε παρατηρηθεί και στο διάγραμμα είναι θετικό και ίσο με 1183 μονάδες περίπου. Ουσιαστικά σημαίνει πως εάν η χρονική περίοδος μεταβληθεί κατά μια μονάδα (ένα μήνα) οι πωλήσεις αυξάνονται κατά τεμάχια περίπου. Επιπλέον εάν η μεταβλητή χρόνος είναι μηδέν σημαίνει ότι η εταιρεία πουλάει 72.345 τεμάχια. Σε ένα κακό μοντέλο το b προσεγγίζει το μηδέν. Για να ελέγξουμε αν η τιμή του b είναι σημαντικά διαφορετική του μηδέν χρησιμοποιούμε το ttest και πραγματοποιείται η ακόλουθη υπόθεση :  $H_0 : b=0$   $H_1 : b \neq 0$  , εάν Significance (Sig.) < 0.05 απορρίπτουμε την  $H_0$ . Επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση Sig. = 3 > 0,05 συμπεραίνουμε ότι η τιμή του b είναι στατιστικά μη σημαντική. Η τιμή F δίνεται στον πίνακα της ANOVA και αφορά τον έλεγχο της συνολικής στατιστικής σημαντικότητας του υποδείγματος. Σε διμεταβλητά υποδείγματα ισχύει  $F= t^2$  οπότε έτσι έχουμε το  $t=3$ . Στο ίδιο αποτέλεσμα όσον αφορά τη κλίση της εξίσωσης καταλήγουμε εάν συμβουλευτούμε το t –stat, η οποία δίνεται στον τρίτο πίνακα και δηλώνει κατά πόσο οι μεταβλητές του υποδείγματος είναι στατιστικά σημαντικές , επειδή η τιμή του  $b =2,71$  προσεγγίζει το 2 σημαίνει ότι η κλίση στατιστικά όχι ιδιαίτερα ικανοποιητική.. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι R-square ( $R^2 = 0,17$ ) δηλώνει πως μόλις το 17% των πωλήσεων εξηγείται από τα μεταβολή του χρόνου.

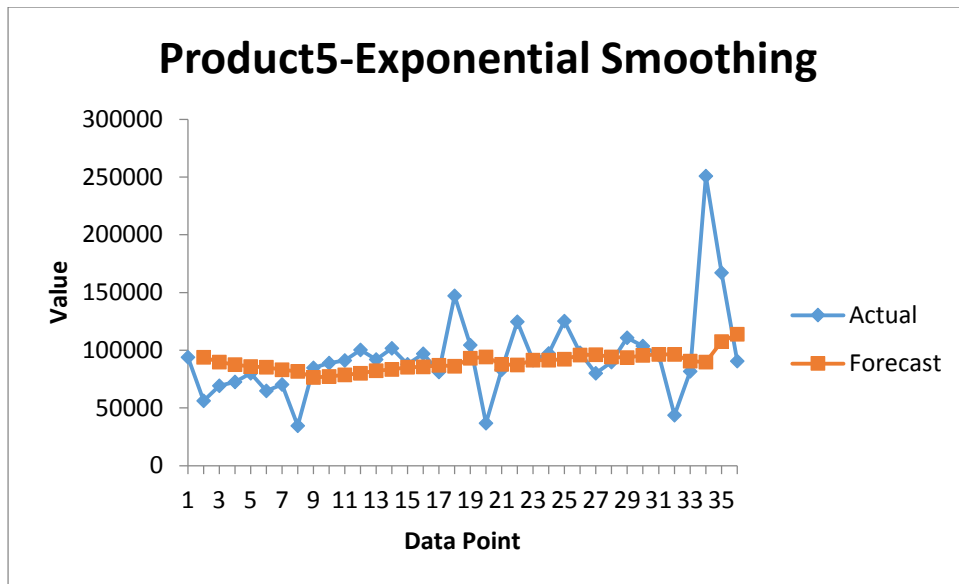
#### 4.2.5.2 Product5-Weighted Moving Average (WMA)

	B	C	K	L	M	N	O	P
1	t	Sales	WMA	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )	a	0,22
2	1	94000					b	0,22
3	2	56112					c	0,54
4	3	69210						
5	4	72724	70664,32388	4242265,715	2059,676119	0,028321821		
6	5	80213	67126,34065	171260652,9	13086,65935	0,163148858		
7	6	64707	74853,81337	102957801,2	10146,81237	0,156811662		
8	7	70307	68834,87522	2167151,376	1472,124783	0,020938524		
9	8	34705	70119,76404	1254205512	35414,76404	1,020451348		
10	9	84858	48568,26065	1316945182	36289,73935	0,427652541		
11	10	89042	69264,30595	391157181,8	19777,69405	0,222116462		
12	11	91274	74739,93284	273375376,9	16534,06716	0,181147612		
13	12	100386	87900,61376	155884869,5	12485,38624	0,12437378		
14	1	91962	94269,67109	5325345,842	2307,671086	0,025093746		
15	2	101830	92179,52107	93131743,66	9650,478934	0,094770489		
16	3	87827	97700,71412	97490230,45	9873,714116	0,112422309		
17	4	96974	90398,08653	43242637,93	6575,913468	0,067811099		
18	5	81200	94466,613	176003020,6	13266,613	0,163381934		
19	6	147239	84815,19119	3896731906	62423,80881	0,423962461		
20	7	104480	119294,8993	219481242,5	14814,89934	0,14179651		
21	8	36810	107077,1713	4937475356	70267,17125	1,908915274		
22	9	83260	75371,41989	62229696,09	7888,580106	0,094746338		
23	10	124681	76370,50684	2333903749	48310,49316	0,387472776		
24	11	91390	94245,15887	8151932,191	2855,158873	0,03124148		
25	12	97370	95447,54302	3695840,823	1922,456976	0,019743833		
26	1	125389	100489,2634	619996883,7	24899,73662	0,198579912		
27	2	97927	109732,009	139358238	11805,00902	0,120549072		
28	3	80080	102262,5632	492066110,5	22182,56321	0,277005035		
29	4	89710	92673,32177	8781275,914	2963,32177	0,033032235		
30	5	110760	87952,50786	520181697,6	22807,49214	0,205918131		
31	6	103660	97600,75698	36714425,98	6059,243021	0,058453049		
32	7	96010	100482,0918	19999605,13	4472,091807	0,046579438		
33	8	43670	99386,14976	3104289344	55716,14976	1,275844968		
34	9	81800	67661,39657	199900107,1	14138,60343	0,172843563		
35	10	250740	75222,01791	30806562038	175517,9821	0,699999929		
36	11	167110	164030,1706	9485349,224	3079,829415	0,018429953		
37	12	90610	164044,9768	5392695811	73434,97676	0,810451129		
38				MSE	MAD	MAPE		
39				1724214836	24681,8449	0,29		



#### 4.2.5.3 Product5 Exponential Smoothing

	B	C	Q	R	S	T
1	t	Sales	Forecast	power( $e_t$ )	abs( $e_t$ )	abs( $e_t/Y_t$ )
2	1	94000				
3	2	56112	94000	1435500620	37888	0,675221
4	3	69210	89828,96	425141450	20618,96	0,297919
5	4	72724	87559,04	220078524	14835,04	0,203991
6	5	80213	85925,87	32636915,9	5712,873	0,071221
7	6	64707	85296,95	423945999	20589,95	0,318203
8	7	70307	83030,23	161880553	12723,23	0,180967
9	8	34705	81629,54	2201912914	46924,54	1,352098
10	9	84858	76463,68	70464576,8	8394,318	0,098922
11	10	89042	77387,8	135820340	11654,2	0,130884
12	11	91274	78670,8	158840717	12603,2	0,138081
13	12	100386	80058,27	413216696	20327,73	0,202496
14	1	91962	82296,12	93429201,4	9665,878	0,105107
15	2	101830	83360,23	341132554	18469,77	0,181379
16	3	87827	85393,54	5921729	2433,46	0,027707
17	4	96974	85661,44	127974099	11312,56	0,116656
18	5	81200	86906,82	32567816	5706,822	0,070281
19	6	147239	86278,57	3716174614	60960,43	0,414024
20	7	104480	92989,62	132028802	11490,38	0,109977
21	8	36810	94254,58	3299880048	57444,58	1,56057
22	9	83260	87930,58	21814335,5	4670,582	0,056096
23	10	124681	87416,4	1388650149	37264,6	0,29888
24	11	91390	91518,82	16593,3632	128,8152	0,00141
25	12	97370	91504,63	34402516,8	5865,366	0,060238
26	1	125389	92150,34	1104808204	33238,66	0,265084
27	2	97927	95809,55	4483612,66	2117,454	0,021623
28	3	80080	96042,65	254806308	15962,65	0,199334
29	4	89710	94285,35	20933786,1	4575,345	0,051002
30	5	110760	93781,65	288264316	16978,35	0,15329
31	6	103660	95650,78	64147666,3	8009,224	0,077264
32	7	96010	96532,5	273007,675	522,5014	0,005442
33	8	43670	96474,98	2788365898	52804,98	1,209182
34	9	81800	90661,75	78530564,8	8861,747	0,108334
35	10	250740	89686,17	2,5938E+10	161053,8	0,642314
36	11	167110	107416,4	3563328411	59693,62	0,357212
37	12	90610	113988	546529626	23377,97	0,258007
38			a	MSE	MAD	MAPE
39			0,889911	1415035420	23568,05	0,29



Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και παρά το γεγονός ότι το υπόδειγμα της παλινδρόμησης δεν είχε καλή εφαρμογή η πρώτη μέθοδος στην οποία λαμβάνεται υπόψιν η τάση και η εποχικότητα είναι εκείνη με τα μικρότερα περιθώρια λάθους.

#### 4.3 Feedback – Προσδιορισμός των αιτιών που οδήγησαν σε μη ακριβείς προβλέψεις

Μετά από τη πραγματοποίηση των προβλέψεων και των πωλήσεων η εταιρεία εξάγει κάποιους δείκτες αποτελεσματικότητας της πρόβλεψης. Ουσιαστικά εξάγονται σε μηνιαία βάση κάποιοι δείκτες οι οποίοι προσδιορίζουν το ποσοστό επιτυχίας των προβλέψεων είτε στο σύνολο είτε στη κάθε ομάδα προϊόντων χωριστά. Πέρα από τη διαδικασία αυτή ακόμα πιο σημαντικός είναι ο προσδιορισμός της αιτίας λόγω της οποίας οι πωλήσεις και οι προβλέψεις είχαν απόκλιση. Για το λόγο αυτό στην συγκεκριμένη εταιρεία γίνεται εφαρμογή της ανάλυσης Pareto. Η ανάλυση Pareto εστιάζει στις αποκλίσεις ανάμεσα στις πωλήσεις και τις προβλέψεις σε χρηματικές μονάδες. Μετά μετατρέπονται σε επί της εκατό αναλογικά του συνόλου. Έτσι χρειάζεται να εξεταστεί το 20% των προβλέψεων του συνόλου το οποίο ευθύνεται για το 80% των αποκλίσεων. Παρατηρούνται όπου υπήρχαν οι μεγαλύτερες αποκλείσεις και αναγράφεται από δίπλα η αιτία. Έτσι γίνεται εφικτός ο αποτελεσματικός έλεγχος και η διόρθωση τυχόν λαθών που έχουν γίνει από τον υπεύθυνο προγραμματισμού.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αδιαμφισβήτητα ο προγραμματισμός της ζήτησης αποτελεί μια αναγκαία και με ιδιαίτερο ενδιαφέρον διαδικασία, στην οποία οι εταιρείες χρειάζεται να δίνουν έμφαση, καθώς ακόμα αποτελεί ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο εργαλείο το οποίο έχει σημαντικά περιθώρια βελτίωσης και κατ' επέκταση μπορεί να τους προσφέρει ένα σημαντικό πλεονέκτημα για να υπερισχύσουν στην αγορά.

Στο άρθρο του ο κύριος Μακρινδάκης ( 2009 ) αναφέρει «το μέλλον δεν είναι πια αυτό που ήταν , ή εναλλακτικά η ιστορία δεν επαναλαμβάνεται ποτέ με την ίδια ακρίβεια» και καταλήγει στο ότι « Οι ειδικοί δεν φαίνεται να προβλέπουν με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' όσο οι γνώστες του αντικειμένου». Αυτές οι δύο διαπιστώσεις ήταν δύο βασικά σημεία - συμπεράσματα της παρούσας εργασίας. Σε περιόδους οικονομικής δυσκαμψίας όπως αυτή που διανύουν οι επιχειρήσεις τα τελευταία επτά χρόνια τα προγράμματα προσδιορισμού της ζήτησης αδυνατούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των χρηστών τους καθώς οι συχνές μεταβολές δημιουργεί κενά όσον αφορά τον προσδιορισμό των παραμέτρων που χρειάζεται το σύστημα . Σε αυτό το σημείο δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην εμπειρία και στη χρήση απλών φύλλων εργασίας τα οποία πολλές φορές οδηγούν σε περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως μετά την μελέτη των πέντε πιο πάνω προϊόντων μπορούν να εξαχθούν κάποια γενικά συμπεράσματα . Το πρώτο είναι ότι κάθε ομάδα προϊόντων ή ακόμα και κάθε προϊόν έχει τη δική του συμπεριφορά στο χρόνο και δέχεται διαφορετικά τα εσωτερικά ή εξωτερικά ερεθίσματα είτε αυτά διοχετεύονται από την αγορά , είτε από το εσωτερικό περιβάλλον της εταιρείας και για το λόγο αυτό χρειάζεται διαφορετικό μοντέλο πρόβλεψης, διαδικασία όμως που είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και κατ' επέκταση κοστοβόρα. Όλες οι επιχειρήσεις , από μικρές οικογενειακές μέχρι τις μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες των οποίων οι μονάδες παραγωγής βρίσκονται μακριά από τα εμπορικά τους καταστήματα, και ανεξαρτήτου παραγόμενου προϊόντος (είτε αυτά τα προϊόντα είναι πρώτης ανάγκης – τα οποία δεν επηρεάζονται σημαντικά από εξωτερικούς παράγοντες- είτε πολυτελείας) ο κλάδος των προβλέψεων είναι απολύτως αναγκαίος . Δεύτερον, παρά τη μεγάλη πρόοδο όσον αφορά τη μοντελοποίηση και τα ειδικά προγράμματα πρόβλεψης , το Excel συνεχίζει

να είναι ένα δυνατό εργαλείο το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο, χάρις στην απλότητα κατά τη χρήση του, το χαμηλό τους κόστος και κυρίως τα ικανοποιητικά αποτελέσματα που εξάγονται μέσω αυτού.

Η χρήση εφαρμογών υπολογιστικών φύλλων κάνει εύκολη και αποτελεσματική την εφαρμογή οικονομικών και μαθηματικών μοντέλων για τη διαμόρφωση της καλύτερης δυνατής εικόνας της ζήτησης και κατ' επέκταση του ακριβέστερου προσδιορισμού της. Πέρα όμως από τα οικονομικά μοντέλα που αποτελούν τη βάση του προσδιορισμού της ζήτησης κάθε εταιρεία αναπτύσσει τα δικά της μοντέλα τα οποία ανταποκρίνονται στους δικούς της στόχους και εξάγονται χάρη στη διορατικότητα και την εμπειρία των ατόμων που απασχολεί.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ashayeri, J.& Lemmes, L. 2006 , Economic value added of supply chain demand planning. A system dynamics simulation, Elsevier, 550-556

Ballou, R. 2004, Business Logistics, Supply Chain Management , Planning Organizing and Controlling the Supply Chain, Pearson Education, New Jersey

Helmut Haberleitner, Herbert Meyr και Alfred Taudes , 2010, Implementation of a demand planning system using advance order information, Elsevier , 518-526

Jeffrey , J. 2002, Μέθοδοι Προβλέψεων για Οικονομικές – Επιχειρηματικές Αποφάσεις, Gutenberg, Αθήνα  
K. Trachta, A. Niesteggeb & P. Schuha, 2013, Demand planning based on performance measurement systems in closed loop supply chains, Elsevier, 324-329

Makridakis S & Nassim Taleb , 2009, Living in a world of low levels of predictability, ScienceDirect, 840-844

Mong M , (2015) Demand Planning in Excel? When to Move to a Central System, Available from : <http://johngalt.com/2015/09/demand-planning-in-excel-when-to-move-to-a-central-system/>, [Online] 22<sup>th</sup> September 2015

Moon, M. , Mentzer, J. & Dwight, E. 2000 , Customer Demand Planning at Lucent Technologies A Case Study in Continuous Improvement through Sales Forecast Auditing, North Holland

Sisi, Y. & Tatsushi N. 2014, A Supply Chain Planning Model with Supplier Selection under Uncertain Demands and Asymmetric Information, Elsevier, 639-644

Λαΐος, Α. 2010, Διοίκηση Εφοδιασμού, HUMANTEC, Πειραιάς

Μπασάρας Α., 2012, Logistics Management & Engineering, Σταμούλη, Αθήνα

Εαρχάκος Κ& Καρολίδης Δ, 2008, Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή, Άβακας, Αθήνα

Παπαδημητρίου Στράτος & Ορέστης Σχινάς, 2004, Εισαγωγή στα Logistics, Σταμούλη, Αθήνα

Παπαδόπουλος Χ & Λάιος Λ., (2000) ,Διαχείριση Αποθεμάτων στην Πράξη-Τρόποι για τη μείωση των αποθεμάτων, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Προμηθειών & Διαχείρισης Υλικών «Προμήθειες 2000- Η μεταφόρτωση μιας δραστηριότητας»

Χάλκος, Γ. 2007, 'Στατιστική, Θεωρία, Εφαρμογές & Χρήση Στατιστικών Προγραμμάτων σε Η/Υ', Τυπωθήτω, Αθήνα

Χάλκος, Γ. 2011, Οικονομετρία 'Θεωρία, εφαρμογές, & χρήση προγραμμάτων σε Η/Υ', Gutenberg, Αθήνα

<http://supplychaininsights.com/research-in-review-2014>

[http://www.supplychain247.com/article/a\\_practitioners\\_guide\\_to\\_demand\\_planning](http://www.supplychain247.com/article/a_practitioners_guide_to_demand_planning)