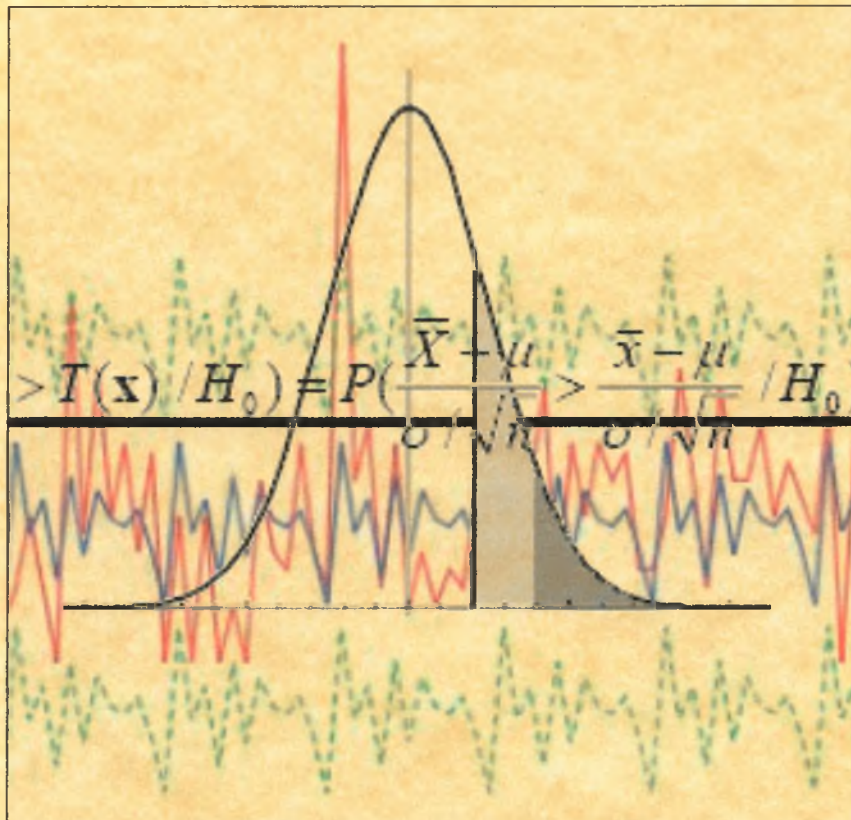


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΝΔΡΕΑΣ



ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΥΒΑ

Επιβλέπων :

Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος

Επιτροπή παρουσίασης :

Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος

Δρ. Παντελής Δημήτριος

Δρ. Κοζανίδης Γεώργιος

ΒΟΛΟΣ 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9378/1
Ημερ. Εισ.: 16-03-2011
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜ
2009
ΔΗΜ

**Εγκρίθηκε εν Βόλω την Δευτέρα μηνός Μαρτίου εν έτει 2011 εκ τριμελούς επιτροπής
απαρτιζομένης από τους κάτωθι εξεταστές.**

Πρώτος εξεταστής : Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος ,
(Επιβλέπων) Καθηγητής , Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δεύτερος εξεταστής : Δρ. Παντελής Δημήτριος ,
Επίκουρος Καθηγητής , Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τρίτος εξεταστής : Δρ. Κοζανίδης Γεώργιος ,
Λέκτορας , Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ευχαριστώ τον κύριο Γιώργο Λυμπεροπουλο επιβλέποντα της παρούσης διπλωματικής εργασίας για την καθοδήγηση και πολύτιμη συμβολή του στο πέρας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ τη διεύθυνση της χαλυβουργίας SOVEL S.A. για την ανάθεση του προβλήματος και ειδικά τον προϊστάμενο του τμήματος μηχανολογικής συντήρησης Μηχανολόγο Μηχανικό κύριο Νεκτάριο Κοτσόκολο. Ωσαύτως ευχαριστώ τους κυρίους Χρίστο Κρασιάνα και Αθανάσιο Πέλλα για τη σημαντική βοήθεια τους τόσο για τη διαρκή πρόσβαση και συλλογή δεδομένων όσο και για τις υποδείξεις τους κατά τη διαδικασία της παράγωγης σε πραγματικό περιβάλλον. Ομοίως είμαι ευγνώμων σε όλους ανεξαιρέτως τους εργαζομένους για την καλοδιάθετη αντιμετώπιση της παρουσίας μου στην εταιρία.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την ευαρέσκεια μου προς όλους αυτούς που οι δρόμοι μας συναντήθηκαν στον Βόλο ετούτα τα χρόνια προς αλίευση γνώσεων και αποταμίευση εμπειριών...

Στους γονείς μου Νίκο και Νίκη...

Περιεχόμενα

<u>ΠΙΝΑΚΕΣ.....</u>	<u>5</u>
<u>ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....</u>	<u>7</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>9</u>
1.1 ΚΙΝΗΤΡΟ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	10
1.2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	11
1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	12
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΥΒΑ SOVEL Α.Ε.</u>	<u>13</u>
2.1 Το Ελασματοουργείο SOVEL Α.Ε. και η Παραγωγή Χαλύβα.....	14
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ.....</u>	<u>17</u>
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	17
3.1.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση.....	18
3.1.2 Μέθοδος Εκθετικής Εξομαλύνσης (EXPONENTIAL SMOOTHING).....	19
3.1.2.1 Μοντέλο Simple Seasonal.....	20
3.1.2.2 Winters Additive.....	21
3.1.3 ARIMA (AUTO-REGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE).....	22
3.2 Έλεγχος Αποθεμάτων.....	22

3.2.1 ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ.....	23
------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ ΖΗΤΗΣΗΣ..... 24

4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΩΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ.....	25
---	-----------

4.2 ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	26
--	-----------

4.2.1 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ.....	29
--	----

4.2.2 ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	30
--	----

4.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΡΟΩΝ (WALD-WOLFOWITZ). 31	
--	--

4.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	33
---------------------------------------	-----------

4.4.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΟΛΜΟΓΟΡΟV-SMIRNOV.....	33
--	----

4.4.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΤΑ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	35
--	----

4.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	37
--------------------------------------	-----------

4.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΣΗΣ.....	39
-------------------------------	-----------

4.6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ.....	40
--	----

4.6.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	41
---	----

4.6.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΥΘΕΙΑΣ.....	42
--------------------------------	----

4.6.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ.....	44
----------------------------------	----

4.7 ΕΠΟΧΙΚΗ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ (SEASONAL DECOMPOSITION).....	45
--	-----------

4.7.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΕΙΡΑΣ SEASONALLY ADJUSTED SERIES (SAS). 47	
---	--

4.7.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	48
---	----

4.7.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΥΘΕΙΑΣ SAS.....	49
------------------------------------	----

4.7.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ SAS.....	49
--------------------------------------	----

4.8 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ.....	50
----------------------------	-----------

4.8.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	52
---	----

4.8.2 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΤΙΜΩΝ ΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	52
--------------------------------------	----

4.8.3	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	54
4.9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u> <u>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΖΗΤΗΣΗΣ.....</u>		56
5.1	ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	56
5.1.1	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ.....	57
5.1.2	ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	57
5.2	ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΡΟΩΝ (WALD-WOLFOWITZ)..	59
5.3	ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΓΝΩΣΤΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ.....	59
5.3.1	KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST.....	59
5.3.2	ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	61
5.4	ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ X_T ΚΑΙ X_{LD}	63
5.4.1	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	65
5.4.2	ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	65
5.5	ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΡΟΩΝ (WALD-WOLFOWITZ).	67
5.6	ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΓΝΩΣΤΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ.....	68
5.6.1	KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST.....	68
5.6.2	ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	70
5.7	ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	73
5.7.1	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ (NORMAL).....	73
5.7.2	ΚΑΤΑΝΟΜΗ GAMMA.....	73
5.7.3	ΚΑΤΑΝΟΜΗ WEIBULL.....	74
5.7.4	ΚΑΤΑΝΟΜΗ STUDENT.....	74
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</u> <u>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ.....</u>		75
6.1	ΠΡΟΤΥΠΟ (s,Q).....	76

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</u>	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	<u>80</u>
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>		<u>82</u>
<u>ΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....</u>		<u>84</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</u>		<u>85</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι</u>	<u>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΩΝ (SAP).....</u>	<u>86</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ</u>	<u>ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ ΖΗΤΗΣΗΣ.....</u>	<u>96</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ</u>	<u>ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ.....</u>	<u>106</u>

Πίνακες

Πίνακας 4-1 Πίνακας υλικών.....	25
Πίνακας 4-2 Στατιστικά μετρά μηνιαίων - τριμηνιαίων αναλώσεων.	27
Πίνακας 4-3 Έλεγχος τυχαιότητας.....	32
Πίνακας 4-4 Έλεγχος κανονικότητας.....	34
Πίνακας 4-5 Αυτοσυσχέτιση.....	39
Πίνακας 4-6 Παράμετροι μοντέλου.	42
Πίνακας 4-7 Συντελεστές ευθείας.....	43
Πίνακας 4-8 Παράμετροι μοντέλου SAS.....	48
Πίνακας 4-9 Συντελεστές ευθείας SAS.....	49
Πίνακας 4-10 Μοντέλα πρόβλεψης.	50
Πίνακας 4-11 Δείκτες σφάλματος.....	51
Πίνακας 4-12 Παράμετροι μοντέλου πρόβλεψης.	52
Πίνακας 4-13 Πρόβλεψη ζήτησης.	53
Πίνακας 5-1 Στατιστικά μετρά αναλώσεων.....	57
Πίνακας 5-2 Έλεγχος τυχαιότητας.....	59
Πίνακας 5-3 Έλεγχος καλής προσαρμογής.....	60

Πίνακας 5-4 Παράμετροι κατανομής.	63
Πίνακας 5-5 Στατιστικά μέτρα μεταβλητής X_i	64
Πίνακας 5-6 Στατιστικά μέτρα μεταβλητής X_{LD}	65
Πίνακας 5-7 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_i	67
Πίνακας 5-8 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_{LD}	67
Πίνακας 5-9 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_i	68
Πίνακας 5-10 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_{LD}	69
Πίνακας 5-11 Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_i	70
Πίνακας 5-12 Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_{LD}	70
Πίνακας 5-13 Κατανομές μεταβλητών.	73
Πίνακας 6-1 Διαχείριση αποθεμάτων.	79

Γραφήματα

Γράφημα 2-1 Ο Όμιλος ΣΙΔΕΝΟΡ.	14
Γράφημα 2-2 Η διαδικασία παραγωγής προϊόντων χάλυβα.	16
Γράφημα 4-1 Ύψος αναλώσεων.	26
Γράφημα 4-2 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων.	31
Γράφημα 4-3 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα.	36
Γράφημα 4-4 Γραφήματα αυτοσυσχέτισης.	38
Γράφημα 4-5 Διαγράμματα διασποράς.	41
Γράφημα 4-6 Γραφήματα χρονοσειράς.	44
Γράφημα 4-7 Ανάλυση παλινδρόμησης SAS.	48
Γράφημα 4-8 Χρονοσειρά SAS.	50
Γράφημα 4-9 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά μηνά.	54
Γράφημα 4-10 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά τρίμηνο.	55
Γράφημα 5-1 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων.	58
Γράφημα 5-2 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα.	62
Γράφημα 5-3 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων μεταβλητής X_i και X_{LD}	66
Γράφημα 5-4 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα.	72

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο έλεγχος και η διαχείριση του αποθέματος εξαρτημάτων συντήρησης σε βιομηχανία παραγωγής χάλυβα για τις ανάγκες του τμήματος μηχανολογικής συντήρησης του ελασματοουργείου της βιομηχανίας κατεργασίας χάλυβα SOVEL A.E., θυγατρικής της εταιρίας ΣΗΔΕΝΟΡ Α.Ε. του Ομίλου ΒΙΟΧΑΛΚΟ.

Το τμήμα έχει την ευθύνη διασφάλισης της ομαλής λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού κατά το τελευταίο στάδιο της παραγωγής όπου ο χάλυβας βρίσκεται αρχικά υπό μορφή πρίσματος (μπιγέτα) μέχρι το τελικό προϊόν. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την εισαγωγή της μπιγέτας σε κλίβανο για αναθέρμανση που ακολούθως φορτώνεται σε συνεχή έλαστρα δύο γραμμών όπου εν μέσω θερμής έλασης θα εξέλθουν οι επιθυμητές διαστάσεις του τελικού προϊόντος.

Η παραγωγική αλυσίδα αποτελείται από τέσσερις λειτουργικές περιοχές. Τον κλίβανο, το θερμό έλαστρο, το μπλοκ τελικής έλασης και την ψυκτική τράπεζα. Ακολούθως είναι τοποθετημένες αυτόματες εγκαταστάσεις όπου γίνεται το δέσιμο και η συσκευασία των προϊόντων.

Κάθε κομμάτι της αλυσίδας, αποτελείται από πολλά μεμονωμένα εξαρτήματα και ανταλλακτικά που συνθέτουν το κάθε μηχάνημα ή μηχανισμό. Κάθε φορά που κρίνεται σκόπιμο κατά τη συντήρηση να απομακρυνθεί ένα υλικό δημιουργείται μια εντολή συντήρησης από το τμήμα προς το τμήμα προμηθειών για εξασφάλιση του.

Το τμήμα προμηθειών πρέπει να διατηρεί απόθεμα ασφαλείας ώστε να μπορεί να ικανοποιεί τη ζήτηση ανά πασά στιγμή και να παραγγέλνει στους προμηθευτές τις ανάλογες ποσότητες για να διασφαλίζεται η συνεχής λειτουργία της γραμμής.

Η δραστηριότητα της ζήτησης κάθε υλικού καταγράφεται στο λογισμικό *SAP* το οποίο αρχειοθετεί την κάθε κίνηση του από την εντολή συντήρησης και παραγγελίας μέχρι την παραλαβή του.

1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο

Ο έλεγχος και η διαχείριση των αποθεμάτων αποσκοπεί στη πρόβλεψη και αναπροσαρμογή του αποθέματος ασφαλείας ως επίσης και του σημείου αναπαραγγελίας και του ελάχιστου μεγέθους παρτίδας.

Πρόκειται για σημαντικές παραμέτρους σε μια αλυσίδα παραγωγής ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής ροή παραγωγής και να εξαλείφονται αβεβαιότητες που έχουν να κάνουν με τη ζήτηση ή τον χρόνο που μεσολαβεί για να ικανοποιηθεί η παραγγελία μιας παρτίδας προϊόντων.

Συνεπώς η διατήρηση αποθεμάτων εξασφαλίζει την ομαλή και συνεχή λειτουργία. Εντούτοις συνοδεύονται με κόστη από τη δέσμευση κεφαλαίων κίνησης και την αποθήκευση ενώ ίσως δημιουργεί και χωροταξικά ή άλλα προβλήματα.

Σε περιπτώσεις όπου η φύση της εταιρίας δεν επιτρέπει ελλείψεις ο έλεγχος των αποθεμάτων αναζητεί τις κατάλληλες ποσότητες για τις παραμέτρους με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους που συνοδεύει τη διατήρηση αποθεμάτων.

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Υπάρχουν αρκετές μελέτες και συγγράμματα σχετικά με τη διαχείριση αποθεμάτων ωστόσο οι ιδιαιτερότητες που υπάρχουν σε κάθε επιχείρηση ή οποιοδήποτε άλλο σημείο εφαρμογής του ελέγχου κάνει το κάθε σύστημα ξεχωριστό. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αντλήθηκαν στοιχεία θεωρητικού και υπολογιστικού περιεχομένου από διαφορετικά συγγράμματα.

Όσο αφορά τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτή έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Όλες οι διαδικασίες του πακέτου περιγράφονται πλήρως από το [2] Norusis M.J. (2005) “Οδηγός Ανάλυσης Δεδομένων με το SPSS 12.0,” Κλειδάριθμος. και [7] Τσάντας Ν., Μουσιάδης Χ., Μπαγιάτης Ν. και Χατζηπαντελής Θ., “Ανάλυση Δεδομένων με τη Βοήθεια Στατιστικών Πακέτων,” Τσάντας Ν., Μουσιάδης Χ., Μπαγιάτης Ν. και Χατζηπαντελής Θ., Εκδόσεις Ζήτη. ενώ η περιγραφή των στατιστικών μεγεθών και στοιχεία θεωρίας υπάρχουν αναλυτικά στο [8] Ψωινός Δ.Π., (1999) “Στατιστική,” Ψωινός Δ.Π., Εκδόσεις Ζήτη.

Για τη Διαχείριση και Έλεγχο των αποθεμάτων καθώς και για τις μεθόδους Πρόβλεψης υπάρχει πληθώρα συγγραμμάτων στα οποία αναλύονται. Η μελέτη αυτή καρπώνεται στοιχεία από τα παρακάτω: [1] Makridakis S. και S.C. Wheelwright, (1989) “Forecasting Methods for Management,” John Wiley & Sons, Inc.(5). [3] Smith J.K. και J.G. Siegel, (1999) “Διοίκηση Εκμετάλλευσης,” Barron’s Educational series, Inc. [4] Silver E.A., D.F. Pyke και R. Peterson, (1998) “Inventory Management and Production Planning and Scheduling,” John Wiley & Sons, Inc.(3). [5] Λυμπερόπουλος Γ., (2000) “Σχεδιασμός και Προγραμματισμός της Παραγωγής,” Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Στοιχεία που αναφέρονται στην εταιρία καταγράφονται στο [6] Παπαγεωργίου Β.Θ., (2003) “Προγραμματισμός Συντήρησης με Μεθόδους Διαχείρισης Έργου,” Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας. και στην ιστοσελίδα της εταιρίας στο διαδίκτυο.

1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από επτά (7) θεματικές ενότητες που τις καταλαμβάνουν ισόποσα κεφάλαια.

Τα δυο επόμενα κεφάλαια Κεφάλαιο 2-Κεφάλαιο 3 αποτελούν το θεωρητικό τμήμα με τη συνοπτική περιγραφή στην παραγωγή χάλυβα και την εταιρία στο πρώτο και αναφορά στη θεωρία Προβλέψεων και του Ελέγχου Αποθεμάτων στο δεύτερο.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται ανάλυση των δεδομένων που αποκομίσαμε. Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται η ανάλυση τάσης της χρονοσειράς της μεταβλητής ανάλωσης ώστε να προβλεφθεί η συμπεριφορά της ζήτησης σε μελλοντικό χρόνο.

Στο Κεφάλαιο 5 πραγματοποιείται ανάλυση των μεταβλητών ανάλωσης, του χρόνου μεταξύ διαδοχικών αναλώσεων και του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελιάς από τον προμηθευτή με σκοπό την ερμηνεία της συμπεριφοράς των πληθυσμών και την κατάταξη τους σε θεωρητικές κατανομές.

Στο Κεφάλαιο 6, μέσω των στοιχείων που παρατηρήθηκαν στο Κεφάλαιο 5 γίνεται πρόβλεψη των αποθεμάτων ασφαλείας του σημείου αναπαραγγελίας και του ελάχιστου μεγέθους παρτίδας.

Τελικά συμπεράσματα και παρατηρήσεις παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 7.

Κεφάλαιο 2 Η Βιομηχανία Παραγωγής Χάλυβα SOVEL A.E.

Η χαλυβουργική εταιρία SOVEL A.E. αποτελεί θυγατρική της ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε. της μεγαλύτερης ελληνικής βιομηχανίας παραγωγής προϊόντων χάλυβα, με ηγετική θέση τόσο στην Ελλάδα όσο και στα Βαλκάνια και ανήκει στον ευρύτερο Όμιλο ΒΙΟΧΑΛΚΟ, συνθέτοντας ένα Όμιλο εταιριών με θυγατρικές εταιρίες

Γράφημα 2-1 του οποίου προΐσταται.

Η SOVEL A.E. εδρεύει στον Αλμυρό Μαγνησίας όπου δραστηριοποιείται έπειτα από την απόκτηση των περιουσιακών στοιχείων της εταιρίας ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΧΑΛΥΨ το 1996. Κατέχει σημαντική εδαφική έκταση 1200 στρεμμάτων όπου τοποθετούνται οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις με το χαλυβουργείο, το ελασματοουργείο, τη μονάδα παραγωγής δομικού πλέγματος, το σωληνουργείο και άλλες βοηθητικές μονάδες και απασχολεί γύρω στους 500 εργαζομένους. Στο συγκρότημα υπάρχουν και λιμενικές εγκαταστάσεις για τη διακίνηση των πρώτων υλών και των τελικών προϊόντων.

Η εταιρία στο πλαίσιο της πολιτικής της για εξασφάλιση σταθερά υψηλής ποιότητας ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα ποιότητας, παράγοντας ένα ευρύ φάσμα προϊόντων χάλυβα που υπόκεινται σε αυστηρούς ελέγχους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής. Το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας είναι πιστοποιημένο κατά *ΕΛΟΤ EN ISO 9001:2000* ενώ εφαρμόζει και Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης πιστοποιημένο κατά *ΕΛΟΤ EN ISO 14001:2004*.

Στη παρούσα φάση η SOVEL A.E. έχει μεγάλη παραγωγική δυναμικότητα με 600.000 τόνους χάλυβα ετησίως να παράγονται στο χαλυβουργείο και συγχρόνως δυναμικότητα να παράγει τελικά προϊόντα 530.000 τόνων στο έλαστρο, 130.000 τόνων στο εργοστάσιο πλέγματος και 135.000 τόνων στο σωληνουργείο.

Τα προϊόντα που παράγονται στο συγκρότημα SOVEL A.E. είναι: πρίσματα χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος υψηλής αντοχής και ολκιμότητας σε ράβδους με σήμανση ποιότητας SD, πλέγματα SD, ειδικά πλέγματα SIDEFIT, δομικά πλέγματα, ετοιμούς Κλωβούς SIDEFOR, κοίλες δοκούς τετράγωνες, κοίλες δοκούς ορθογώνιες και σωλήνες.



Γράφημα 2-1 Ο Όμιλος ΣΙΑΕΝΟΡ.

2.1 Το Ελασματοουργείο SOVEL A.E. και η Παραγωγή Χάλυβα

Το Ελασματοουργείο αποτελείται από τέσσερις λειτουργικές περιοχές κατά τις οποίες ο χάλυβας υφίσταται τις αντίστοιχες διαδικασίες για τη παραγωγή του τελικού προϊόντος. Σε προηγούμενο στάδιο Γράφημα 2-2 ο χάλυβας με χύτευση, έχει πλέον πάρει τη μορφή πρίσματος αφού έχει ήδη επιτευχθεί η κατάλληλη χημική σύσταση και ποιότητα του, σε Κλίβανο Τελικής Επεξεργασίας έπειτα από τη ρευστοποίηση

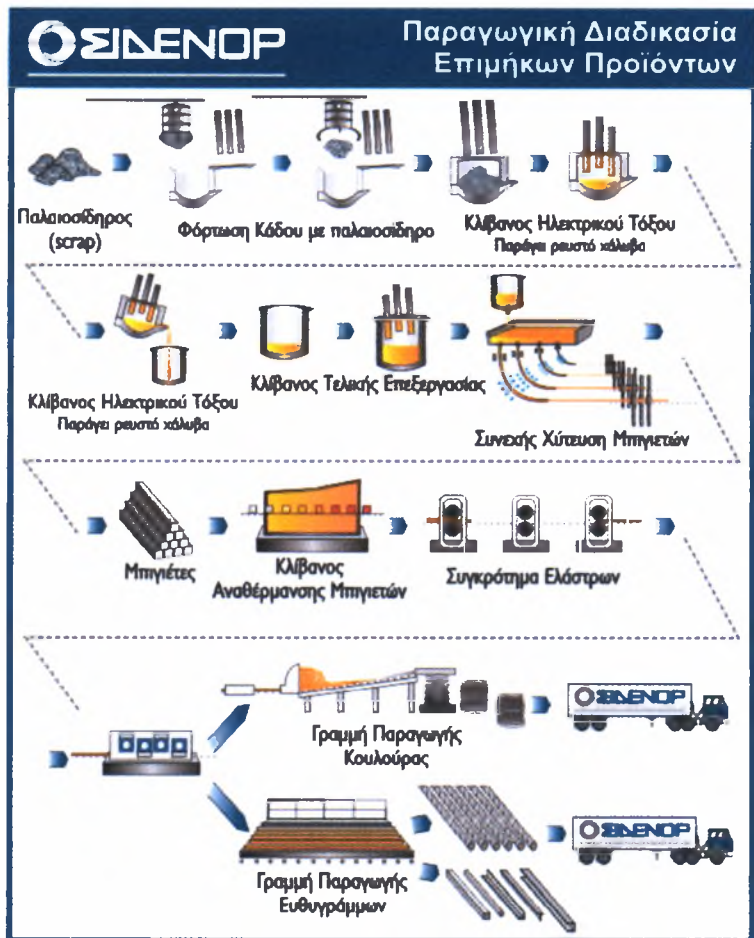
του παλαιό-σίδηρου σε Κλίβανο Ηλεκτρικού Τόξου.

Στη πρώτη λειτουργική περιοχή που αποτελεί ο Κλίβανος Αναθέρμανσης με παραγωγική ικανότητα 120 τόνων ανά ώρα το πρίσμα μέσω υδραυλικών μηχανισμών οδηγεί το πρίσμα στα ενδότερα για αναθέρμανση σε θερμοκρασία που επιτρέπει στην επόμενη κατεργασία να είναι εφικτή.

Εν συνεχεία, στη λειτουργική περιοχή του Θερμού Ελάστρου λαμβάνει χώρα διεργασία ελάσεως του πρίσματος σε Γραμμή Έλασης δεκαεννέα Έλαστρο-μειωτήρων για εκχόνδισμα και φινίρισμα.

Το τελικό προϊόν λαμβάνει τις επιθυμητές διαστάσεις διατομής ($\Phi 8$ - $\Phi 16$) στη λειτουργική περιοχή του Μπλοκ Τελικής Έλασης όπου αναπτύσσονται ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν τα 120 m/sec .

Τέλος στη λειτουργική περιοχή της Ψυκτικής Τράπεζας λαμβάνει χώρα θερμική επεξεργασία (ψύξη), κοπή και δεμματοποίηση του προϊόντος για εμπορική εκμετάλλευση.



Γράφημα 2-2Η διαδικασία παραγωγής προϊόντων χάλυβα.

Κεφάλαιο 3 Προβλέψεις και Έλεγχος Αποθεμάτων

Η Πρόβλεψη αποτελεί το τμήμα λειτουργίας το οποίο κάθε επιχείρηση επιδιώκει να εκμεταλλευτεί στη λήψη κρίσιμων αποφάσεων προς αποφυγή αβεβαιοτήτων στον προγραμματισμό.

Μέρος του προγραμματισμού της επιχείρησης με βάση την πρόβλεψη είναι ο προγραμματισμός της παραγωγής συναρτήσει του εφοδιασμού πρώτων υλών και του επιπέδου αποθεμάτων ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία χωρίς ελλείψεις σε ελάχιστο κόστος και να ανταποκρίνεται στη ζήτηση ανελλιπώς.

3.1 Μέθοδοι Πρόβλεψης της Ζήτησης

Η ζήτηση είναι καθοριστικό μέγεθος για τον προγραμματισμό εντούτοις αποτελείται μόνο από μια ακολουθία παρατηρήσεων (χρονοσειρά) που εμφανίζονται σε παρελθόντα χρόνο. Ο προγραμματισμός δια μέσω συγκεκριμένης μεθοδολογίας πρόβλεψης, επιχειρεί με αφετηρία τα ιστορικά δεδομένα να επεκτείνει την ακολουθία σε μέλλοντα χρόνο.

Μέρος του παρόντος προβλήματος είναι οι Ποσοτικές Μέθοδοι κατά τις οποίες χρησιμοποιούνται τα ιστορικά δεδομένα στην πρόβλεψη ενώ διακρίνονται επίσης σε Ποιοτικές που βασίζονται στην κρίση και σε Αιτιακές όταν η ζήτηση εξαρτάται από άλλους παράγοντες όπως η διαφήμιση, το κόστος αγοράς κ.α. Οι Ποσοτικές Μέθοδοι χρησιμοποιούν πληθώρα μοντέλων-μεθόδων πρόβλεψης.

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε επόμενα στάδια της ανάλυσης είναι: η *Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση*, η *Εκθετική Εξομάλυνση* και το μοντέλο *ARIMA*. Η ανίχνευση τους γίνεται από τη διαδικασία *Expert Modeler (SPSS)*. Η διαδικασία αυτή ανήκει στη κατηγορία *Expert Methods* και είναι ενσωματωμένη στα στατιστικά πακέτα πρόβλεψης και βασίζονται στην ελαχιστοποίηση των δεικτών σφάλματος του μοντέλου.

Με την διαδικασία *Expert Modeler* ανιχνεύθηκαν τρία διαφορετικά μοντέλα πρόβλεψης Πίνακας 4-10, εκ των οποίων ένα εμφανίζει μόνο εποχικότητα, ένα τάση και εποχικότητα και ένα που δεν εμφανίζει ούτε τάση ούτε εποχικότητα. Τρία από τα υλικά προβλέπονται με τη τεχνική εκθετικής εξομάλυνσης και τα άλλα δύο με *ARIMA*.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιηθήκαν.

3.1.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Η ανάλυση παλινδρόμησης αποτελεί μια στατιστική διαδικασία ώστε να καταλήξουμε στη γραμμική μαθηματική σχέση $Y=a+\beta X+e$ που συνδέει την εξαρτημένη (ζήτηση) μεταβλητή και την ανεξάρτητη (χρόνος). Σε γνωστή ακολουθία παρατηρήσεων οι συντελεστές α (σταθερός όρος) και β (κλίση) παίρνουν κατάλληλες τιμές για να δημιουργήσουν ευθεία με βέλτιστη προσαρμογή. Το σφάλμα e αναφέρεται στο γενικό σφάλμα πρόβλεψης.

Η τεχνική μέσω της οποίας επιτυγχάνεται είναι η μέθοδος ελάχιστων τετραγώνων η οποία επιχειρεί την προσαρμογή της ευθείας γραμμής εν μέσω του συνόλου των διάσπαρτων σημείων με τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων των σημείων από τη γραμμή

προσθαιρώντας τις αποκλίνουσες αποστάσεις. Έτσι το κάθε σημείο Y_i σε χρόνο X_i βρίσκεται από τη σχέση $Y_i = a + \beta X_i + e_i$.

Στην ανάλυση η παλινδρόμηση πραγματοποιείται για ανίχνευση τάσης και δεν προβλέπονται νέες τιμές. Εξετάζεται δηλαδή μόνο αν ο συντελεστής β λαμβάνει σημαντικές τιμές.

3.1.2 Μέθοδος Εκθετικής Εξομάλυνσης (Exponential Smoothing)

Η μέθοδος Εκθετικής Εξομάλυνσης προβλέπει τις νέες τιμές εξομαλύνοντας τα ιστορικά δεδομένα υπολογίζοντας τον μέσο όρο των δεδομένων, με την χρήση συντελεστών βαρύτητας. Έτσι, τα πιο πρόσφατα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα από τα προηγούμενα.

Οι συντελεστές βαρύτητας μειώνονται εκθετικά για τα παλαιότερα δεδομένα έτσι ώστε να απομονώνονται οι ακραίες τιμές από τις τυχαίες διακυμάνσεις.

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης αναπτύχθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 50 και χρησιμοποιήθηκαν ευρέως χάριν της ευκολίας στην εφαρμογή τους, και την δυνατότητα να παράγουν προβλέψεις από μικρό αριθμό παρατηρήσεων.

Οι μέθοδοι εξομάλυνσης είναι κατάλληλες για βραχυπρόθεσμες και αποδίδουν καλύτερα σε δεδομένα που παρουσιάζουν στασιμότητα ή μικρό ρυθμό ανάπτυξης ή μείωσης ως προς το χρόνο.

Κυριότερες μέθοδοι εξομάλυνσης είναι οι *Simple Exponential Smoothing*, *Holt*, *Damped* και *Winters*.

Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή α (*Alpha*) που είναι η κύρια παράμετρος εξομάλυνσης κυμαίνεται μεταξύ του διαστήματος $[0,1]$ και καθορίζεται από την

ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων όπως του μέσου τετραγωνικού σφάλματος *MSE*, του μέσου απόλυτου εκατοστιαίου σφάλματος *MAPE*, του μέγιστου απόλυτου εκατοστιαίου σφάλματος *MaxAPE* ή άλλων.

Στην εξομάλυνση λαμβάνουν επίσης μέρος και συντελεστές βαρύτητας για την εποχικότητα και τη τάση με τις παρακάτω παραμέτρους:

α Alpha: Είναι η παράμετρος εξομάλυνσης που ορίζει τι βαρύτητα έχει η προηγούμενη τιμή στη νέα και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 με 1 όταν η παλαιότερη τιμή έχει ίδιο βάρος με την τρέχουσα και 0 όταν η τρέχουσα χρησιμοποιείται αποκλειστικά.

δ Delta: Είναι η παράμετρος που επιδρά στην εκτίμηση της εποχικότητας και εμφανίζεται μόνο όταν παρουσιάζεται περιοδικότητα. Οι τιμές του δέλτα είναι κοντά στο 0 όταν όλα τα σημεία σταθμίζονται εξίσου, ενώ όταν είναι κοντά στο 1 υπολογίζεται η εποχικότητα σταθμίζοντας πρώτιστα τις πρόσφατες παρατηρήσεις.

γ Gamma: Είναι η παράμετρος που επιδρά στην εκτίμηση της τάσης και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 με 0 όταν όλα τα σημεία σταθμίζονται εξίσου και 1 όταν η τάση βασίζεται μόνο στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Το γ εμφανίζεται μόνο εάν υπάρχει τάση στη σειρά.

φ Phi: Είναι η παράμετρος που επιδρά στην εκτίμηση απόσβεσης και χρησιμοποιείται αντί του γ όταν η σειρά αποσβένει. Όταν το ϕ είναι κοντά στο 1 βασίζεται σε όλα τα σημεία για να εκτιμήσει οποιαδήποτε τάση απόσβεσης ενώ όταν είναι κοντά στο 0 έχει πιο γρήγορη απόκριση στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις.

3.1.2.1 Μοντέλο Simple Seasonal

Το απλό εποχικό μοντέλο είναι κατάλληλο για σειρές χωρίς τάση με παρουσία

εποχιακής επίδρασης που είναι σταθερή στον χρόνο. Οι παράμετροι εξομάλυνσης είναι οι *Alpha* και *Delta* και η σχέση που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της επόμενης τιμής είναι η $F_{t+1} = S_t = aX_t + (1-a)S_{t-1}$.

Στο μοντέλο *Simple Seasonal* που είναι και προσθετικό ισχύει ότι η πρόβλεψη είναι $F_t = S_t + I_{t-p}$ με S_t το εκθετικά εξομαλυμένο στοιχείο της σειράς σε χρόνο t και I_{t-p} την εποχικότητα σειράς σε χρόνο $t-p$. Όπου p το μήκος εποχής.

Η πρόβλεψη ενισχύεται με την προσθήκη σε αυτή τη περίπτωση του προβλεπόμενου εξομαλυμένου στοιχείου εποχικότητας. I_t , με $I_t = I_{t-p} + \delta(1-a) + e_t$.

Η επιλογή της παραμέτρου εξομάλυνσης *Alpha* γίνεται με υπολογισμό του αθροίσματος των τετραγώνων των σφαλμάτων και επιλέγεται το *Alpha* για το οποίο γίνεται ελάχιστο.

3.1.2.2 Winters Additive

Όπως και το απλό εποχικό μοντέλο το *Winters' Additive* είναι μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης. Οι παράμετροι εξομάλυνσης είναι οι *Alpha*, *Delta* και *Gamma*. Το μοντέλο είναι κατάλληλο σειρές με γραμμική τάση και εποχιακή επίδραση που δεν εξαρτάται από το επίπεδο (*Alpha*) της σειράς.

Η μέθοδος απαιτεί τουλάχιστον δύο έτη στοιχείων για να υπολογίσει την πρόβλεψη $F_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-p+m}$ και αυτό γίνεται εν μέσω επαναλήψεων από τις κάτωθι σχέσεις:

$$S_t = a \frac{X_t}{I_{t-s}} + (1-a)(S_{t-1} + T_t)$$

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

$$I_t = \delta \frac{X_t}{S_t} + (1-\delta)I_{t-p}$$

Όπου p ο αριθμός των περιόδων ανά έτος και στη προκειμένη αναφέρεται σε υλικό τριμηνιαίας ανάλωσης και λαμβάνει τιμή $s=4$.

Το *Winters' Additive* είναι όμοιο με ένα $ARIMA(0, 1, p+1)(0, 1, 0)$.

3.1.3 ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average)

Το $ARIMA(p, d, q)$ (sp, sd, sq) είναι ένα μοντέλο για εκτιμήσεις χρονολογικών σειρών χρησιμοποιώντας το μοντέλο *Box-Jenkins* μέσα από έξι παραμέτρους με τιμές 0 ή κάποιο ακέραιο αριθμό που συνήθως παίρνει τη τιμή 1 .

Οι παράμετροι του μοντέλου στη πρώτη παρένθεση είναι η παράμετρος αυτό-παλινδρόμησης (p), ο βαθμός διαφορικού μετασχηματισμού με τον οποίο ολοκληρώνεται (d) που είναι στην ουσία ο αριθμός των επαναλήψεων που απαιτούνται για να μετατρέψουν τη σειρά σε στάσιμη, και η τάξη του κινούμενου μέσου όρου (q) με τον οποίο εξομαλύνεται. Στη δεύτερη παρένθεση επαναλαμβάνονται οι ίδιοι παράμετροι με επίδραση εποχικών παραγόντων.

Ένα μοντέλο που έχει παράγοντα αυτό-παλινδρόμησης μη μηδενικό διαθέτει μνήμη. Έτσι η τιμή που λαμβάνεται σε χρόνο t είναι εξαρτημένη από τις προηγούμενες p τιμές.

Γενικά το μοντέλο παρατηρεί το Q στο *Box-Ljung* που αναφέρεται στο 374.5.

3.2 Έλεγχος Αποθεμάτων

Η διατήρηση αποθεμάτων είναι υψίστης σημασίας για μια επιχείρηση καθώς εκχωρεί σε αυτήν το πλεονέκτημα της εκμετάλλευσης της μεγαλύτερης βέλτιστης

παραγωγικής δυναμικότητας ώστε να ανταποκρίνεται σε μέγιστο βαθμό στην τοποθέτηση της στην αγορά.

Ως απόθεμα καλείται κάθε αποθηκεύσιμο αγαθό που διατηρείται με σκοπό τη μελλοντική μεταπώληση ή εκμετάλλευση προς ικανοποίηση της μελλοντικής ζήτησης. Πέραν της σημαίνουσας σταθερότητας που απολαμβάνει η επιχείρηση με τη διατήρησή τους, τα αποθέματα εκδηλώνουν την εμφάνιση πρόσθετων κόστων που είναι άφευκτα πλην όμως για αυτά, είναι κατορθωτό η αρνητική συνεισφορά τους να είναι η ελάχιστη.

3.2.1 Κόστος Αποθεμάτων

Το κόστος αποθεμάτων σχετίζεται με τα κόστη για την προετοιμασία της παραγγελίας μιας παρτίδας προϊόντων και τα κόστη που προκύπτουν από την διατήρηση συμπεριλαμβάνοντας το κόστος αποθήκευσης και το κόστος που δεσμεύεται από τα αποθέματα. Ωσαύτως κόστη δημιουργούνται και από την έλλειψη ή εξάντληση των αποθεμάτων καθώς μπορούν να δημιουργήσουν διακοπή της αλυσίδας παραγωγής και συνεπώς να μειώνουν το επίπεδο της παραγωγικής δυναμικότητας μειώνοντας συνάμα το περιθώριο κέρδους. Το ίδιο συμβαίνει και σε περίπτωση μεταπώλησης των προϊόντων επί των χαμένων πωλήσεων .

Κεφάλαιο 4 Ανάλυση της χρονοσειράς ζήτησης

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση της χρονοσειράς της μεταβλητής ζήτησης X_d των υλικών τα οποία αναλώνονται κατά τη συντήρηση ώστε να διαπιστωθεί η τυχόν ύπαρξη τάσης ή περιοδικότητας. Η μεταβλητή X_{d_m} είναι η μηνιαία ποσότητα των τεμαχίων που αναλώνονται για τους δυο τύπους μαχαιριών, ενώ για τα υπόλοιπα η τριμηνιαία ποσότητα.

Η συλλογή των δεδομένων γίνεται από το λογισμικό *SAP* το οποίο χρησιμοποιεί η εταιρία και αφού καταχωρηθούν σε φύλλα *Excel* για κωδικοποίηση εισάγονται στο στατιστικό πακέτο *SPSS* για την περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

Τα αρχικά δεδομένα που λαμβάνονται από το *SAP* παρουσιάζονται στο Παράρτημα I και οι ανοιγμένες σε μηνιαίες και τριμηνιαίες ποσότητες παρουσιάζονται στο Παράρτημα II. Στο Παράρτημα I παρουσιάζεται ο χρόνος ανάλωσης και παραλαβής υλικών, οι ημερομηνίες αίτησης και εντολής προς την αποθήκη και τον προμηθευτή αντίστοιχα και το κόστος παραγγελίας. Για το MAXAIPI 639628 παρουσιάζονται επίσης οι μονάδες παραγγελίας.

Τα δεδομένα που καταγράφονται αναφέρονται στη χρονική περίοδο από έτος 2002 έως και το έτος 2007. Για το υλικό MAXAIPIA 639628 τα δεδομένα αρχίζουν από του 6 τελευταίους μήνες του 2002. Στη παρούσα ανάλυση (Ανάλυση της χρονοσειράς ζήτησης) τα δεδομένα αυτά όπως φαίνεται και από το Παράρτημα έχουν παραληφθεί. Στον Πίνακα 4-1 Πίνακας υλικών, παρουσιάζονται τα υλικά που

εξετάζονται.

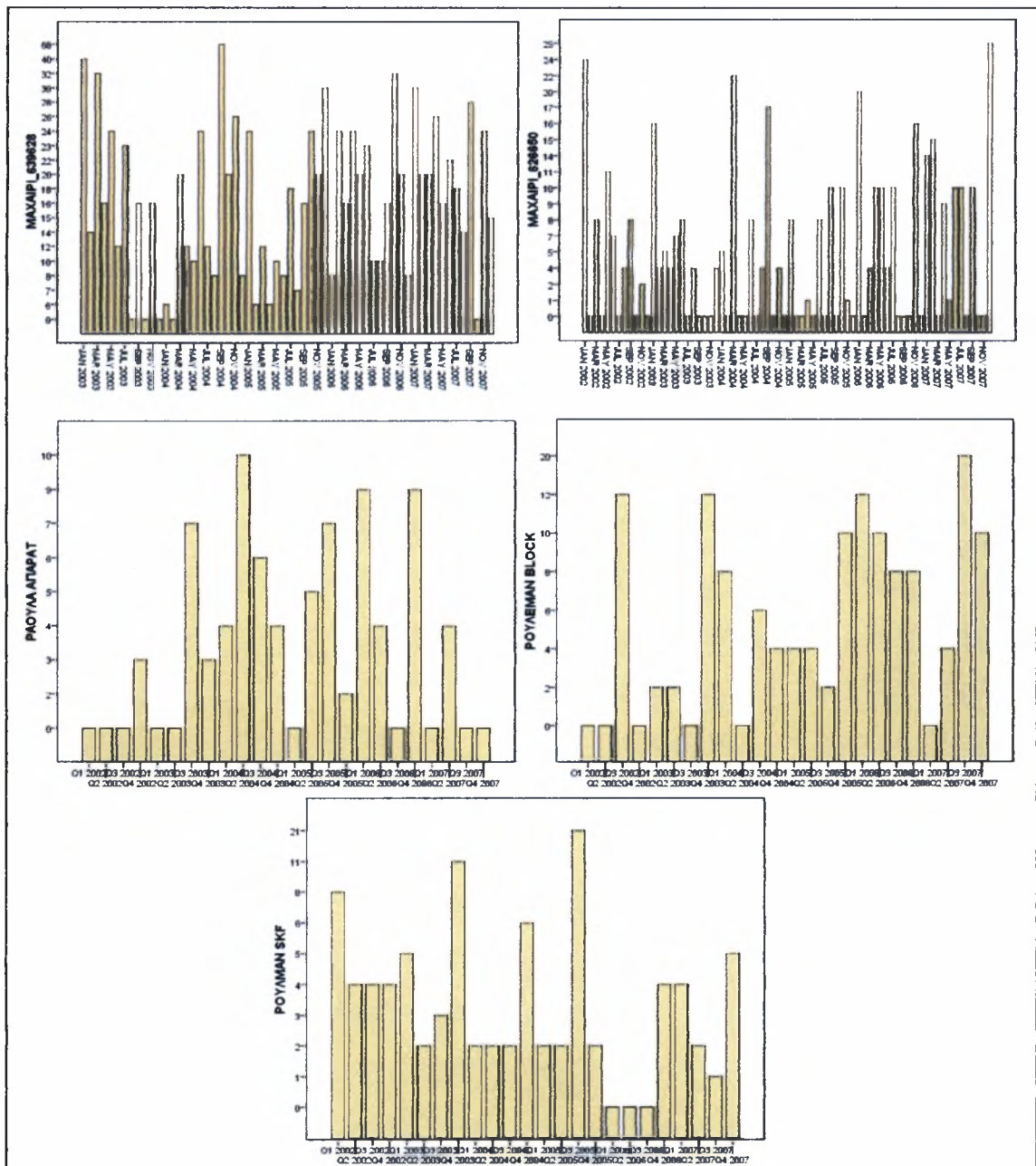
Πίνακας υλικών.	
Κωδικός	Υλικό
639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 4.565075.W ΥΛΙΚΟ 1.2631 ΒΑΦΗ 56-58
626650	ΜΑΧΑΙΡΙ (CS4-Lh) ΣΧ.4.873626.X
625369	ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ ΣΧ.4.04.1572.E ITEM 1 625405
625405	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK E 255/07/C/E/33/FF/M 0.197258.Q
606575	ΡΟΥΛΕΜΑΝ "SKF" NU 2217 ECMA

Πίνακας 4-1 Πίνακας υλικών.

4.1 Παρουσίαση Γραφημάτων Ανάλωσης Υλικών

Το Γράφημα 4-1 παρουσιάζει το ύψος ανάλωσης για κάθε υλικό. Το υλικό ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 δείχνει να έχει υψηλότερες και συχνότερες μηνιαίες αναλώσεις από το ΜΑΧΑΙΡΙ 639625 το οποίο παρουσιάζει αρκετούς μήνες με μηδενική ανάλωση.

Για τα υλικά τριμηνιαίων αναλώσεων συχνότερες αναλώσεις παρουσιάζει το υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF με τις λιγότερες μηδενικές αναλώσεις. Τα άλλα δυο υλικά έχουν περισσότερες μηδενικές αναλώσεις με το ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ να κατανέμει σχεδόν συμμετρικά τόσο τους μήνες κατά τους οποίους παρουσιάζεται ανάλωση προς το κέντρο όσο τους και μήνες κατά τους οποίους δεν παρουσιάζεται προς τις δυο άκρες της περιόδου. Αντίστοιχα το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK δείχνει τους μήνες κατά τους οποίους δεν παρουσιάζεται ανάλωση στην αρχή σε αντίθεση με αυτούς που παρουσιάζεται να βρίσκονται προς το τέλος. Παρουσιάζει δηλαδή μια αυξητική τάση.



Γράφημα 4-1 Ύψος αναλώσεων.

4.2 Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά ζήτησης

Πρώτο στάδιο επεξεργασίας αποτελεί η διαδικασία περιγραφικής στατιστική (*descriptive statistics*) και πιο συγκεκριμένα οι υπό διαδικασίες *frequencies* και *descriptives*. Με τις διαδικασίες αυτές λαμβάνουμε μια περιληπτική παρουσίαση των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των δεδομένων με τρόπο ώστε να έχουμε

μία πρώτη εκτίμηση για τη συμπεριφορά του πληθυσμού που εξετάζεται.

Στατιστικά μετρά μηνιαίων - τριμηνιαίων αναλώσεων.					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N	60	72	24	24	24
Mean	17,20	5,31	3,21	5,75	4,00
Std. Error of Mean	1,440	,762	,686	1,079	,903
Median	16,00	4,00	3,00	4,00	2,50
Mode	16	0	0	0	2
Std. Deviation	11,155	6,463	3,362	5,285	4,423
Variance	124,434	41,764	11,303	27,935	19,565
Skewness	1,546	1,290	,634	,826	2,766
Std. Error of Skewness	,309	,283	,472	,472	,472
Kurtosis	6,135	1,146	-,816	,476	9,424
Std. Error of Kurtosis	,608	,559	,918	,918	,918
Range	68	25	10	20	21
Minimum	0	0	0	0	0
Maximum	68	25	10	20	21

Πίνακας 4-2 Στατιστικά μετρά μηνιαίων - τριμηνιαίων αναλώσεων.

Όπως λοιπόν φαίνεται στον Πίνακα 4-2 Στατιστικά μετρά μηνιαίων - τριμηνιαίων αναλώσεων. οι πληθυσμοί έχουν μέγεθος n 60,72 και 24. Ο λόγος που καταγράφεται η τιμή 60 είναι γιατί στο ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 έχουν αφαιρεθεί 6 μήνες και υπολείπεται ενός έτους από το ΜΑΧΑΙΡΙ 639650. Καταγράφονται τα μέτρα κεντρικής θέσης (μέσες τιμές, διάμεσος, επικρατούσα τιμή) τα μέτρα μεταβλητότητας (τυπική απόκλιση, διασπορά, λοξότητα, κύρτωση και εύρος των τιμών που εμφανίζονται).

Το εύρος τιμών για κάθε υλικό αποτελεί τη διαφορά μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής. Παρατηρούμε ότι το ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 έχει μεγαλύτερο εύρος από το ΜΑΧΑΙΡΙ 626650 για μικρότερο n και αυτό οφείλεται στο μεγαλύτερο ρυθμό ανάλωσης.

Για τα υλικά μηνιαίων αναλώσεων το MAXAIPI 639628 παρουσιάζει μέση μηνιαία ανάλωση 17,20 μονάδες ενώ το MAXAIPI 626650 μόλις 5,31 με το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα για κάθε περίπτωση. Τα άλλα υλικά βρίσκονται περίπου στο ίδιο επίπεδο.

Η διάμεσος που βρίσκεται για όλα τα υλικά κάτω από τη μέση τιμή είναι ένα άλλο μέτρο κεντρικής θέσης προκύπτει ως η κεντρική τιμή όταν διατάξουμε τα δεδομένα σε αύξουσα σειρά. Όταν το μέγεθος των δεδομένων n είναι περιττό η διάμεσος παίρνει τη τιμή της θέσης $\frac{n+1}{2}$ και όταν αυτό είναι άρτιο παίρνει τη μέση τιμή των θέσεων $\frac{n}{2}$ και $\frac{n}{2}+1$.

Κατά την χρονική περίοδο στην οποία εξετάζεται φαίνεται τα υλικά MAXAIPI 639628 και ROYLEMAN SKF να αναλώνονται τις περισσότερες φορές 16 μονάδες ανά μήνα και 2 μονάδες για κάθε τρεις μήνες αντίστοιχα. Τα υπόλοιπα εμφανίζουν ως συχνότερη τη μηδενική ανάλωση. Οι τιμές αυτές αναφέρονται στις τιμές τις οποίες καταγράφονται και δεν έχουν να κάνουν με μέσες τιμές.

Η διασπορά ή διακύμανση (*Variance*) είναι το μέτρο της μεταβλητότητας των παρατηρήσεων από την μέση τιμή. Δηλώνει δηλαδή πόσο συγκεντρωμένες είναι γύρω από αυτή αλλά δεν έχει ίδιας τάξης μονάδες με τις αρχικές τιμές και έτσι ως μέτρο μεταβλητότητας λαμβάνεται η τυπική απόκλιση (*Std. Deviation*). Η τυπική απόκλιση είναι το μέτρο της απόκλισης των τιμών από τη μέση τιμή και όσο αυτή αυξάνεται αυξάνει τη διασπορά των τιμών. Το MAXAIPI 639628 καταγράφει τη μεγαλύτερη (11,155 μονάδες απόκλιση από τη μέση τιμή). Η τυπική απόκλιση για κάθε ένα από τα υλικά θα μπορούσε να ήταν μικρότερη ωστόσο αυτή αυξάνεται ανάλογα με τη συχνότητα των μηδενικών αναλώσεων.

Η απόκλιση των παρατηρήσεων γύρω από τη κεντρική τιμή φαίνεται και από τη κύρτωση (*Kurtosis*). Η κύρτωση είναι μέτρο το οποίο δείχνει το βαθμό που οι παρατηρήσεις συγκεντρώνονται γύρω από ένα κεντρικό σημείο. Για μια κανονική κατανομή η κύρτωση είναι 0. Η θετική κύρτωση δείχνει ότι οι παρατηρήσεις είναι πιο συγκεντρωμένες και έχουν τις μακρύτερες ουρές από ότι στην κανονική κατανομή και η αρνητική ότι οι παρατηρήσεις συγκεντρώνονται λιγότερο και έχουν τις κοντύτερες ουρές.

Μπορούμε να διακρίνουμε ότι όλες οι κατανομές συχνοτήτων είναι θετικά λοξές καθώς παρουσιάζει λοξότητα λ (*Skewness*) μεγαλύτερη του μηδέν για όλα τα υλικά. Παρουσιάζεται δηλαδή ουρά της μεταβλητής προς τα δεξιά και ασυμμετρία της κατανομής συχνοτήτων ως προς την κεντρική τιμή. Αυτό αναμένεται να επιβεβαιωθεί και από τα ιστογράμματα συχνοτήτων.

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα μας δίνουν τη πληροφορία ότι η κατανομή των μεταβλητών αποκλίνει από τη κανονική η οποία παρουσιάζει μηδενικές τιμές κύρτωσης και λοξότητας χωρίς όμως να μπορεί να θεωρηθεί ως σωστή υπόθεση.

4.2.1 Στατιστικοί Πίνακες Κατανομής Συχνοτήτων Μεταβλητής

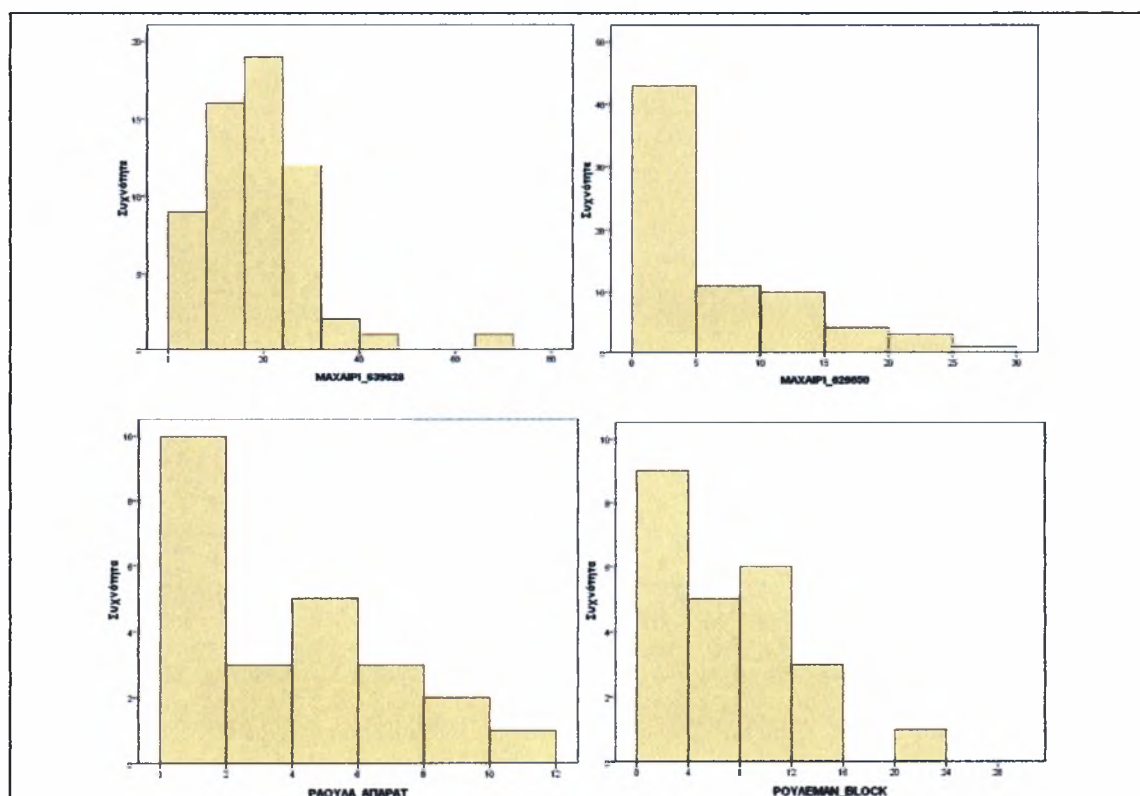
Οι πίνακες κατανομής συχνοτήτων παρουσιάζουν όλες τις παρατηρούμενες τιμές X_i με συχνότητα f_i και το αντίστοιχο ποσοστό εμφάνισης επί του συνόλου των παρατηρήσεων $p_i = \frac{f_i}{n}$. Ορίζεται επίσης το αθροιστικό ποσοστό εμφάνισης $\sum p_i$.

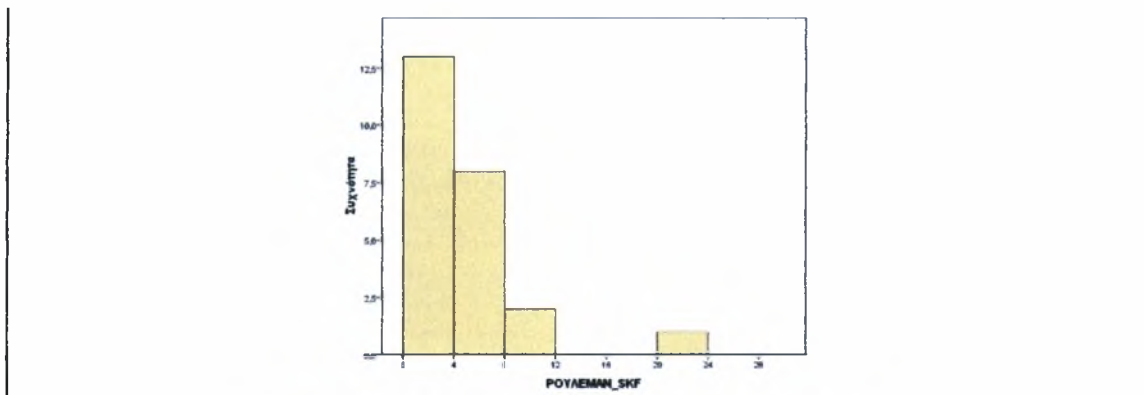
Οι στατιστικοί πίνακες κατανομής συχνοτήτων της μεταβλητής για το κάθε υλικό παρουσιάζονται στο Παράρτημα II.

4.2.2 Ιστογράμματα Κατανομής Συχνοτήτων

Τα ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων στο Γράφημα 4-2 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων. ομαδοποιούν τις κατανομές συχνοτήτων σε κλάσεις.

Από τα παρακάτω μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το υλικό MAXAIPI 639628 ίσως να προσεγγίζει περισσότερο από τα άλλα τη κανονική κατανομή παρουσιάζοντας όμως μικρή ασυμμετρία προς τα δεξιά. Στα υλικά MAXAIPI 626650 και ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ παρουσιάζεται μεγάλη ουρά προς τα δεξιά όπως επίσης και στα ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF στα οποία όμως η ουρά είναι μικρή και ελαττώνεται απότομα θυμίζοντας εκθετική κατανομή. Το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK αποκλίνει από τις γνωστές κατανομές καθώς παρουσιάζει ασυμμετρία προς τα δεξιά με υψηλή συχνότητα σε χαμηλές αναλώσεις (0 έως 4) και καμπύλη από 8 έως 12. Ωστόσο αυτό δεν αποτελεί κριτήριο γιατί τόσο σε αυτό όσο και στα υπόλοιπα τα ιστογράμματα επηρεάζονται από το εύρος κλάσης.





Γράφημα 4-2 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων.

4.3 Έλεγχος Τυχειότητας Μεταβλητής-Κριτήριο Ροών (Wald-Wolfowitz)

Ο έλεγχος τυχειότητας δίνει τη πληροφορία αν οι τιμές προέρχονται από τυχαίο δείγμα ή όχι. Μη τυχαίο μπορεί να θεωρηθεί ένα δείγμα στο οποίο οι τιμές που παρατηρούνται είναι συγκεκριμένες. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί σε περιπτώσεις όπου οι αναλώσεις κατά τη συντήρηση σε δεδομένο υλικό λαμβάνουν τις ίδιες τιμές κάθε φορά με μεγάλη συχνότητα σε ένα σχετικά μικρό εύρος τιμών.

Γενικά το κριτήριο ελέγχει αν οι τιμές του δείγματος μπορούν να θεωρηθούν ως οι τιμές μιας τυχαίας μεταβλητής με μηδενική υπόθεση H_0 : τυχαίο δείγμα και εναλλακτική H_1 : όχι τυχαίο δείγμα.

Οι τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή a_1, a_2, \dots, a_n αποτελούν μια ακολουθία πραγματικών αριθμών όπου για κάθε τιμή αντιστοιχεί ένα πρόσημο, (-) αν είναι μικρότερο της μέσης τιμής ($Cases < Test Value$) ή (+) αν είναι μεγαλύτερο ($Cases > Test Value$). Τιμές οι οποίες συμπίπτουν με τη μέση τιμή παραλείπονται. Για $n_1, n_2 < 10$ το δείγμα είναι τυχαίο όταν: $k_1 < n < k_2$ με k_1, k_2 τη συνάρτηση της πιθανότητας για την οποία $P(n > k_1) = P(n < k_2) = \frac{\alpha}{2}$.

Για $n_1, n_2 > 10$ το δείγμα είναι τυχαίο όταν: $Z^{\frac{\alpha}{2}} < \frac{n-m_n}{s_n} < Z^{\frac{\alpha}{2}}$ με $m_n = \frac{2n_1n_2}{n+1}$

$$\text{και } s_n = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n+1)^2(n_1+n_2-1)}$$

Για το ίδιο έλεγχο ως μεταβλητή ελέγχου (Test Value) μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η διάμεσος την οποία και επιλεγούμε. Ο Πίνακας 4-3 Έλεγχος τυχειότητας, παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου.

Έλεγχος τυχειότητας.						
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Test Value a		16	4	3	4	2
Cases < Test Value	n1	25	34	11	9	12
Cases >= Test Value	n2	35	38	13	15	12
Total Cases	n	60	72	24	24	24
Number of Runs		32	45	13	10	11
Z		,491	1,931	,000	-,782	-,626
Asymp. Sig. (2-tailed)	α	,623	,053	1,000	,434	,531
a :Median						

Πίνακας 4-3 Έλεγχος τυχειότητας.

Το επίπεδο σημαντικότητας α που δίνει το κριτήριο ροών είναι ($\alpha > 0,05$) μεγαλύτερο του επιπέδου σημαντικότητας για όλα τα υλικά άρα οι τιμές είναι τυχαίες. Στο ΜΑΧΑΙΡΙ 626650 όπου η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης γίνεται οριακά αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι μερικές τιμές εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα. Δηλαδή σε 72 μήνες υπάρχουν 30 με μηδενική ανάλωση, 9 με τέσσερις μονάδες ανάλωση, 6 με οκτώ μονάδες και 8 με δέκα μονάδες και υπολείπονται άλλοι 19 μήνες με διάφορες αναλώσεις.

Οι αριθμός των ροών είναι οι φορές που αλλάζει το πρόσημο αυξημένες κατά μια. Το επίπεδο σημαντικότητας (Asymp. Sig.) είναι η πιθανότητα να αποκομίσουμε

μια τιμή όσο η Z ή πιο ακραία κατά απόλυτη τιμή.

Η τιμή Z είναι μια αναλογία μεταξύ του αριθμού των ροών και του n . Το υλικό ROULEMAN BLOCK (και ROULEMAN SKF) παίρνει αρνητική τιμή Z γιατί για $n=24$ θα περιμέναμε 13 ροές. Αντί αυτού πραγματοποιούνται 10. Για τον ίδιο λόγο το ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ έχει $Z=0$ για $n=24$ και οι του τιμές είναι τυχαίες με πιθανότητα 1. Αυτό δηλώνει ότι η ακολουθία των τιμών εναλλάσσεται συνεχώς πάνω και κάτω από τη μεταβλητή ελέγχου.

4.4 Έλεγχος Κανονικότητας

Ο έλεγχος κανονικότητας και τα πιθανοθεωρητικά γραφήματα επιχειρούν να επιβεβαιώσουν τη κανονικότητα των δεδομένων. Ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο *Kolmogorov-Smirnov* και τα γραφήματα κανονικής πιθανότητας *Q-Q Plots* και είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν το ύψος αναλώσεων παρουσιάζει τιμές που προέρχονται από κανονικό πληθυσμό.

4.4.1 Έλεγχος με το Κριτήριο Kolmogorov-Smirnov

Ο έλεγχος *Kolmogorov-Smirnov* είναι μη παραμετρικός έλεγχος της διαφοράς δύο αθροιστικών συχνοτήτων, όπως και η X^2 , που αναφέρεται όμως μόνο σε ποσοτικές μεταβλητές. Το κριτήριο που χρησιμοποιείται στον έλεγχο αυτόν είναι η μέγιστη διαφορά μεταξύ των αθροιστικών πιθανοτήτων δύο κατανομών.

Στον έλεγχο οι δειγματικές τιμές ταξινομούνται κατά μέγεθος (από τη μικρότερη στη μεγαλύτερη) και εν συνεχεία αθροίζονται και υπολογίζονται οι αναλογίες και για τις δύο κατανομές (δειγματική και αναμενόμενη).

Η μηδενική υπόθεση διατυπώνεται ως εξής: $H_0 : F(x) = F_0(x)$:Το δείγμα

προέρχεται από πληθυσμό με συνάρτηση αθροιστικής κατανομής $F_0(x)$.

Υπολογίζεται το κριτήριο $D = \max(X) |F_n(X_i) - F_0(X_i)|$ (Kolmogorov-Smirnov statistic). Όπου $F_n(x)$ είναι η δειγματική αθροιστική συνάρτηση κατανομής και $F_0(x)$ η θεωρητική (αναμενόμενη) αθροιστική συνάρτηση κατανομής. Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται για ένα επίπεδο σημαντικότητας α , μικρότερο του 0,05.

Οι θεωρητικές κατανομές που λαμβάνουν μέρος στον έλεγχο είναι οι: Κανονική, Uniform, Poisson και Εκθετική. Στη προκειμένη περίπτωση πρόκειται για έλεγχο κανονικότητας και εξετάζεται μόνο η υπόθεση κανονικού πληθυσμού.

Για τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov ο Πίνακας 4-4 Έλεγχος κανονικότητας, καταγράφει το επίπεδο σημαντικότητας (Sig.). Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό πέραν του επιπέδου σημαντικότητας που ορίζεται για τον έλεγχο, τόσο πιο λογική φαίνεται η υπόθεση ότι το δείγμα προέρχεται από κανονικό πληθυσμό.

Ο έλεγχος δίνει επίπεδο σημαντικότητας ($\alpha > 0,05$) μόνο για τα ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK και μας επιτρέπει να αποδεχτούμε τη κανονικότητα των δεδομένων μόνο για αυτή τη περίπτωση.

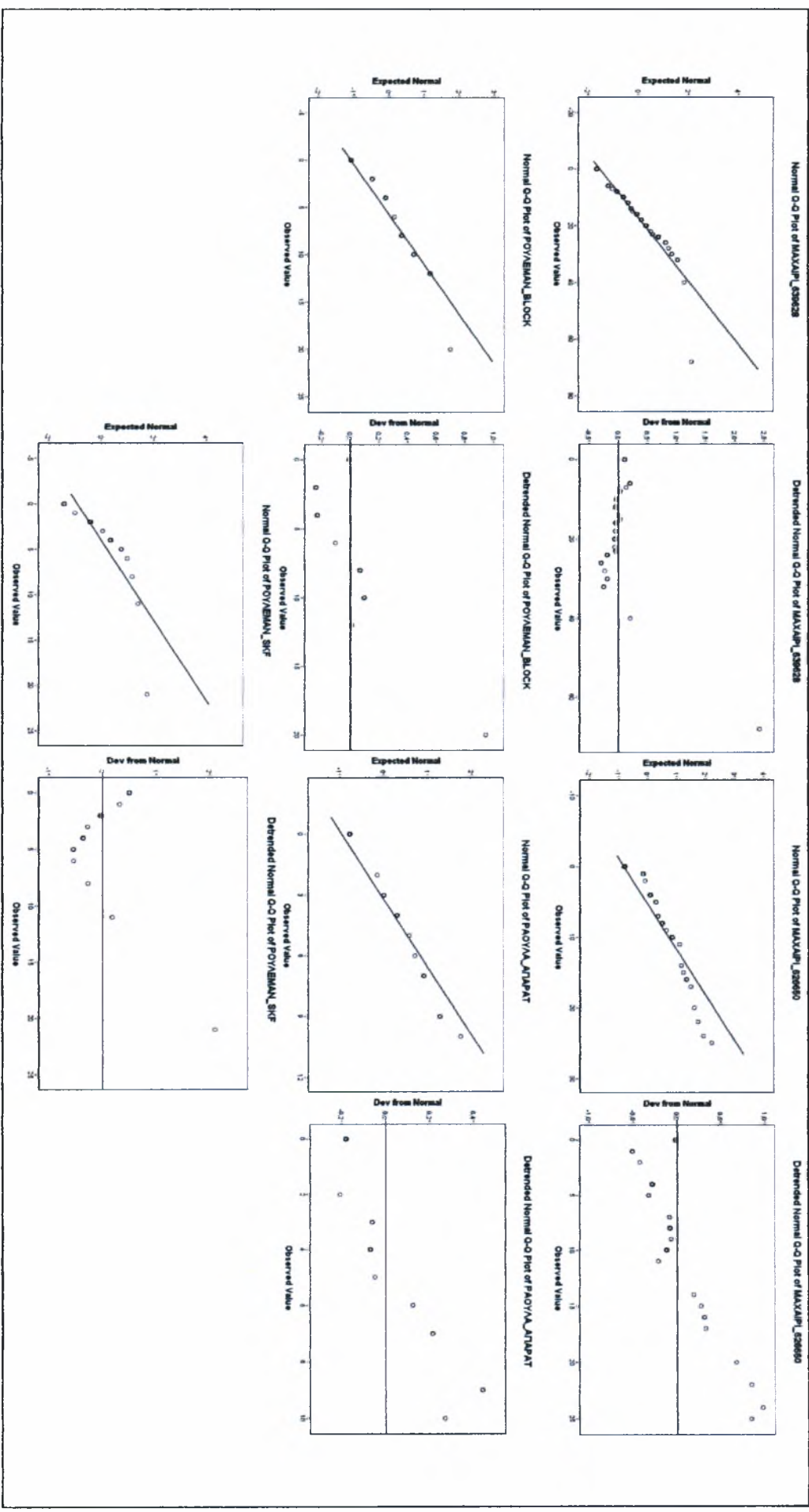
Έλεγχος κανονικότητας.			
Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	,121	60	,029
ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	,211	72	,000
ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	,247	24	,001
ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	,171	24	,066
ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF	,250	24	,000

Πίνακας 4-4 Έλεγχος κανονικότητας.

4.4.2 Έλεγχος με τα Πιθανοθεωρητικά Γραφήματα

Έπειτα από τον έλεγχο αυτό και μέσω των πιθανοθεωρητικών γραφημάτων προσαρμογής στην κανονική κατανομή $Q-Q$ *plot* όπου απεικονίζονται οι αποκλίσεις από τη διχοτόμο της πιθανότητας της παρατηρούμενης τιμής από την αναμενόμενη της κανονικής αναμένουμε να επιβεβαιώσουμε τα παραπάνω. Αν αυτά συγκεντρώνονται κατά μήκος της διχοτόμου τότε τα δεδομένα προέρχονται από κανονικό πληθυσμό ενώ όσο αποκλίνουν απομακρυνόμαστε από την υπόθεση αυτή.

Από τα πιο κάτω γραφήματα Γράφημα 4-3 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα. που ακολουθεί παρατηρείται ότι το υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK βρίσκεται κοντά στην διχοτόμο χωρίς οι αποκλίσεις να είναι σημαντικές. Καλή προσαρμογή δείχνει να έχει και το υλικό ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 παρ' όλα αυτά η απόκλιση της ακραίας τιμής που εντοπίστηκε ίσως είναι σημαντική και αυτό να δημιουργεί προβλήματα. Τα άλλα τρία υλικά είτε δεν έχουν καλή προσαρμογή είτε οι αποκλίσεις είναι σημαντικές.



Γράφημα 4-3 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα.

4.5 Ανάλυση Εποχικότητας

Μία από τις πιο σημαντικές ιδιότητες μιας χρονοσειράς είναι να επαναλαμβάνεται περιοδικά στη γραμμή του χρόνου. Αυτό είναι σημαντικό γιατί δίνει πληροφορίες για τη μελλοντική ζήτηση και τις περιόδους κατά τις οποίες αυτή θα κινηθεί σε υψηλά ή χαμηλά επίπεδα καθώς η τιμή που λαμβάνει εκφράζει τη θετική ή αρνητική διαφορά της ζήτησης για δεδομένο μήνα (περίοδος) από τον μέσο ορό του έτους (εποχή). Με τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (*ACF*) ανιχνεύεται η τυχόν ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ περιόδων.

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει τη σχέση μεταξύ του συντελεστή αυτοσυσχέτισης και της χρονικής υστέρησης k (χρονικό διάστημα). Η αυτοσυσχέτιση αποτελεί το συντελεστή συσχετισμού (αυτοσυσχέτισης) μονό που δεν γίνεται συσχετισμός μεταξύ δύο διαφορετικών μεταβλητών, αλλά μεταξύ δύο τιμών της ίδιας μεταβλητής κατά περιόδους X_t και X_{t+k} που ονομάζονται χρονικές υστερήσεις (*Lags*). Απέχουν δηλαδή k χρονικές περιόδους μεταξύ τους. Λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρούμενες τιμές, Y_1, Y_2, \dots, Y_n στο χρόνο X_1, X_2, \dots, X_n , η σχέση

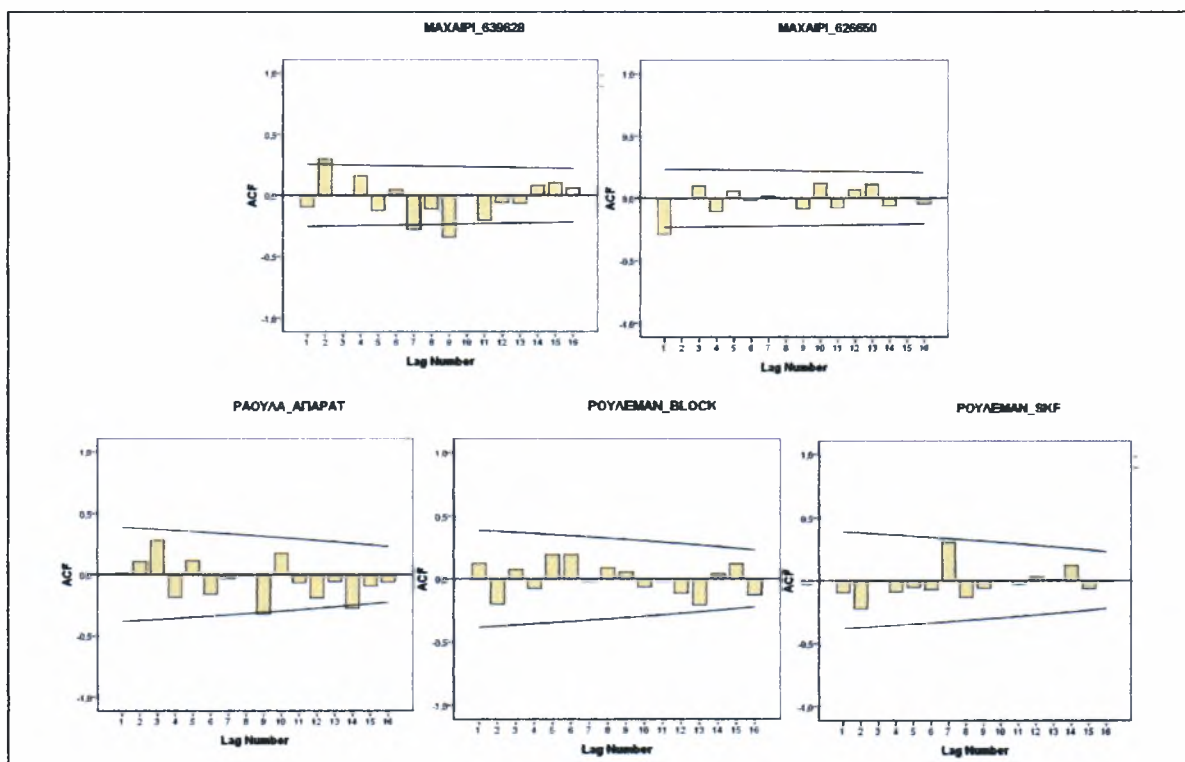
αυτοσυσχέτισης των χρονικών καθυστερήσεων k ορίζεται ως :

$$\hat{\rho}_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} .$$

Η χρονική μεταβλητή X , δεν χρησιμοποιείται στον τύπο αυτοσυσχέτισης διότι οι παρατηρήσεις χωρίζονται σε ίσα διαστήματα.

Από τα γραφήματα αυτοσυσχέτισης δεν ανιχνεύεται επίδραση εποχικού στοιχείου για κανένα από τα υλικά αν και καταγράφονται αιχμές πέραν του άνω και κάτω σημείου . Στο Γράφημα 4-4 για τα υλικά μηνιαίας ανάλωσης η ανάλυση

αυτοσυσχέτισης παρουσιάζει μια σημαντική αιχμή θετική αυτοσυσχέτιση με χρονική υστέρηση 2 και δυο σημαντικές αρνητικές αυτοσυσχετήσεις με χρονική υστέρηση 7 και 9 για το υλικό MAXAIPI 639628. Η σημαντική αιχμή με καθυστέρηση 2, 7, 9 δεν παραπέμπει στην επίδραση ενός ετήσιου εποχιακού στοιχείου αλλά ότι υπάρχει συσχέτιση της ανάλωσης με διαφορά 2,7 και 9 μήνες. Για το υλικό MAXAIPI 626650 υπάρχει συσχέτιση της ανάλωσης με διαφορά 1 μήνα το οποίο επίσης δεν παραπέμπει στην επίδραση ετήσιου εποχιακού στοιχείου.



Γράφημα 4-4 Γραφήματα αυτοσυσχέτισης.

Οι πίνακες αυτοσυσχέτισης παρουσιάζονται στο Παράρτημα II. Ενδεικτικά παρουσιάζεται ο Πίνακας 4-5 Αυτοσυσχέτιση. για το ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF όπου σε χρονική υστέρηση $k=7$ η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης λαμβάνει τη μέγιστη τιμή $\rho_k=0,3$.

Η στατιστική Box-Ljung δίνεται από τη σχέση $Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left[\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \right]$ σε χρονική

υστέρηση k . Το Q ακολουθεί κατανομή χ^2 με m βαθμούς ελευθερίας. Η μηδενική

υπόθεση περί τυχαίου δείγματος απορρίπτεται όταν $Q > \chi^2_{1-\alpha, m}$. Η ποσότητα $\chi^2_{1-\alpha, m}$ αποτελεί τη πιθανότητα να λάβουμε τη τιμή Q και προέρχεται από τη κατανομή χ^2 με m βαθμούς ελευθερίας. Στα μοντέλα *ARIMA* $m=(k-p-q)$ με p την παράμετρο αυτό-παλινδρόμησης και q τη τάξη του κινούμενου μέσου όρου με τον οποίο εξομαλύνεται η σειρά.

Series: ΠΟΥΛΕΜΑΝ SKF					
Αυτοσυσχέτιση.					
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. b
1	-,093	,192	,236	1	,627
2	-,229	,188	1,722	2	,423
3	-,007	,183	1,724	3	,632
4	-,089	,179	1,970	4	,741
5	-,053	,174	2,064	5	,840
6	-,071	,170	2,239	6	,896
7	,300	,165	5,542	7	,594
8	-,138	,160	6,283	8	,616
9	-,060	,155	6,432	9	,696
10	-,007	,150	6,434	10	,778
11	-,031	,144	6,481	11	,839
12	,027	,139	6,518	12	,888
13	,009	,133	6,522	13	,925
14	,120	,127	7,421	14	,917
15	-,064	,120	7,709	15	,935
16	-,004	,113	7,710	16	,957

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

Πίνακας 4-5 Αυτοσυσχέτιση.

4.6 Ανάλυση Τάσης.

Με την παραδοχή ότι οι μεταβλητές έχουν γραμμική τάση η οποία αποτελεί μια γραμμική σχέση που περνά μέσα από τα διάσπαρτα σημεία, γίνεται ανάλυση τάσης ώστε να βρεθεί η βέλτιστη ευθεία που θα αντιπροσωπεύει το πλήθος των σημείων και παράλληλα θα ελαχιστοποιεί το σύνολο των σφαλμάτων. Η γραμμική αυτή σχέση είναι η

$Y = a + \beta X_i + e$, με σταθερό όρο a και βήμα τάσης (κλίση) β .

Η εξίσωση αυτή είναι υποθετική γιατί σε πραγματικά δεδομένα ζήτησης είναι αδύνατο το σύνολο των σημείων να βρίσκεται πάνω στην ευθεία. Έτσι προσαρμόζουμε όλα τα σημεία πάνω στην ευθεία προσθέτοντας ή αφαιρώντας στο κάθε ένα από αυτά την απόσταση (σφάλμα) για την οποία αποκλίνει.

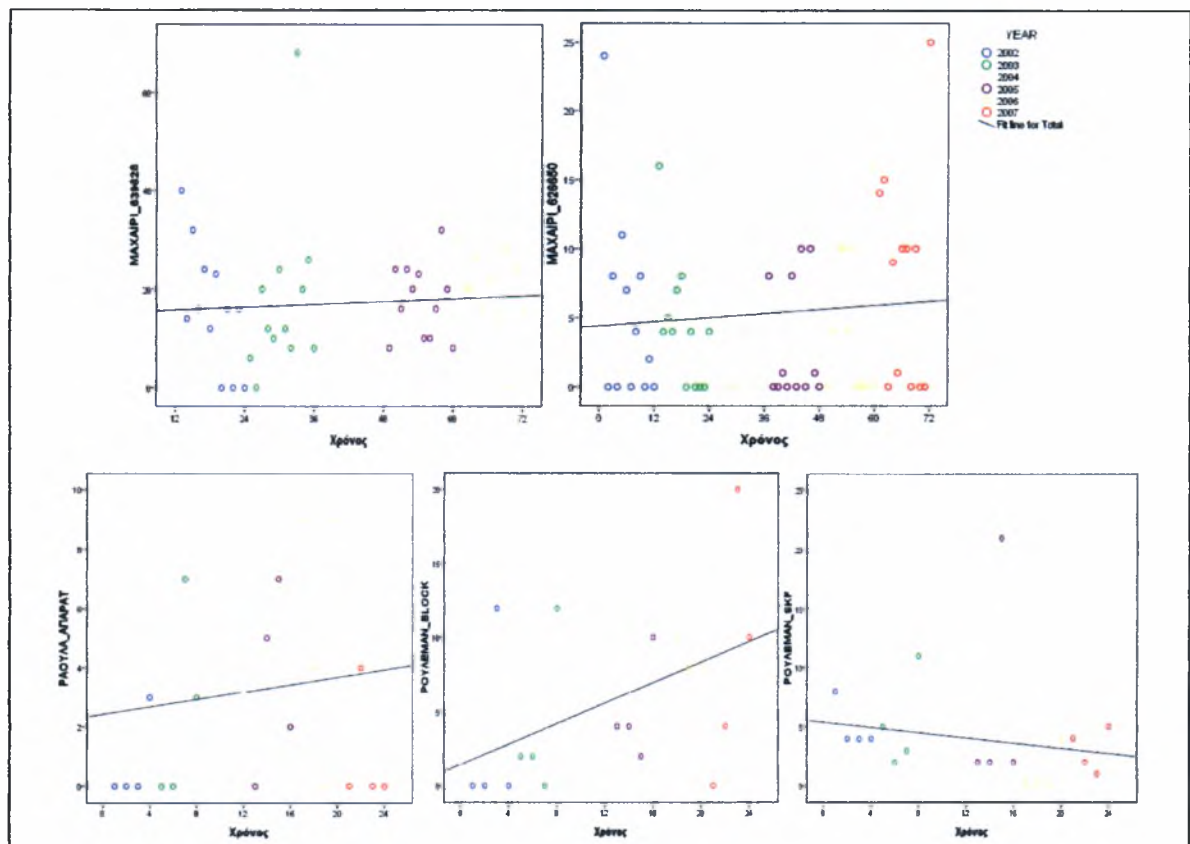
4.6.1 Ανάλυση Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης-Μέθοδος Ελάχιστων Τετραγώνων

Μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης και της μεθόδου ελάχιστων τετραγώνων παρατηρείται η ευθεία κατά την οποία ταξινομούνται οι παρατηρήσεις. Η ευθεία επιχειρεί την προσαρμογή της ώστε οι αποστάσεις των σημείων να γίνονται ελάχιστες.

Στα γραφήματα διασποράς που εμφανίζονται στο Γράφημα 4-5 φαίνονται οι αποκλίσεις των παρατηρούμενων σημείων από την ευθεία. Η απόσταση αυτή αποτελεί το σφάλμα για κάθε τιμή και ισούται με τη διαφορά του παρατηρούμενου Y_i από το Y'_i οποίο βρίσκεται πάνω στην ευθεία.

Φαίνεται οι αποκλίσεις να είναι σημαντικές για όλα τα υλικά και να διακρίνεται θετική τάση με αύξηση της τάξης των 10 μονάδων για το ROYLEMAN BLOCK σε διάστημα 24 χρονικών σημείων. Στο ROYLEMAN SKF όπου διακρίνεται αρνητική τάση για το ίδιο διάστημα η μείωση της τάξης των 3 περίπου μονάδων δεν αποτελεί σημαντική μεταβολή. Στα άλλα υλικά η μεταβολή είναι μικρή αν συνυπολογίσουμε ότι τα χρονικά σημεία είναι κατά τρεις φορές περισσότερα.

Αυτό μας κάνει να υποθέτουμε ότι για την ώρα μόνο το ROYLEMAN BLOCK έχει τάση, πράγμα όμως που θα διαπιστωθεί στους επόμενους ελέγχους.



Γράφημα 4-5 Διαγράμματα διασποράς.

4.6.2 Εκτίμηση Παραμέτρων Μοντέλου

Ο Πίνακας 4-6 παρουσιάζει τις παραμέτρους για τη μέθοδο ελάχιστων τετραγώνων. Ο συντελεστής συσχέτισης R βρίσκεται πάντα στο διάστημα $[-1,1]$ και είναι μέτρο της ισχυρότητας της γραμμικής εξάρτησης ανάμεσα στο X και το Y . Στη περίπτωση που $|R| < 0,3$ φανερώνει πολύ ασθενή συσχέτιση όπως συμβαίνει για όλα τα υλικά πλην του ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΒΛΟΚ που εμφανίζει μέτρια συσχέτιση. Ο θετικός συντελεστής υποδηλώνει ότι οι μεταβλητές μεταβάλλονται ομότροπα.

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 ορίζεται στο $[0,1]$ και είναι ένα μέτρο καλής προσαρμογής της εξίσωσης παλινδρόμησης. Πιο συγκεκριμένα εκφράζει τη ποσοστιαία αναλογία της συνολικής απόκλισης του Y που περιγράφεται από την ευθεία παλινδρόμησης.

Ο τυποποιημένος συντελεστής *Adjusted R Square* προκύπτει από τον *R Square* συντελεστή όταν τα σφάλματα e_i διαιρούνται με $n-2$ και το ολικό σφάλμα με $n-1$ βαθμούς ελευθερίας.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπόθεση για ύπαρξη τάσης μπορεί να γίνει μόνο για το υλικό ROULEMAN BLOCK που δείχνει να έχει εξάρτηση αναλώσεων και χρόνου και η ευθεία προσαρμόζεται στο 21,3% των σημείων με στατιστικό λάθος 4,793 μονάδες.

Για τα άλλα υλικά η ευθεία δεν είναι αντιπροσωπευτική ενώ για το υλικό MAXAIPI 639628 και 626650 είναι σχεδόν σίγουρο ότι δεν υπάρχει τάση καθώς $R^2=0.006$ που δείχνει ότι μόνο το 0,06% της συνολικής διακύμανσης των αναλώσεων αιτιολογείται με την ευθεία παλινδρόμησης κάτι που δεν είναι επιθυμητό αφού φανερώνει κακή προσαρμογή της ευθείας. Το ίδιο συμβαίνει και με τα άλλα δυο υλικά.

Παράμετροι μοντέλου.				
Υλικό	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
MAXAIPI 639628	,074	,006	-,012	11,220
MAXAIPI 626650	,080	,006	-,008	6,488
ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	,133	,018	,027	3,407
ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	,462	,213	,178	4,793
ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF	,175	,031	-,013	4,453

Πίνακας 4-6 Παράμετροι μοντέλου.

4.6.3 Συντελεστές Ευθείας

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4-7 οι σημειακές εκτιμήσεις α και β για το υλικό ROULEMAN BLOCK είναι 1,435 και 0,345 με τη στάθμη σημαντικότητας της εκτίμησης του σημείου β (κλίση) να είναι ίση με 0,023 ($<0,05$) που καταδεικνύει στην ύπαρξη τάσης με ευθεία παλινδρόμησης $Y=1,435+0,345X+e$.

Το σημείο $\alpha=1,435$ είναι η τιμή που λαμβάνει η ευθεία και συνεπώς η ανάλωση στη θέση $X=0$. Για τα άλλα υλικά όπου η στάθμη σημαντικότητας μεγαλύτερη του $0,05$ απορρίπτεται η υπόθεση περί ύπαρξης τάσης.

Οι μη κανονικοποιημένες τιμές (Unstandardized Coefficients) είναι αυτές που το μοντέλο προβλέπει ως βέλτιστες ενώ οι κανονικοποιημένες (Standardized Coefficients) προκύπτουν από διαίρεση της διαφοράς της κάθε τιμής με τη μέση προβλεπόμενη και της τυπικής απόκλισης των προβλεπόμενων τιμών έχοντας πλέον μέση τιμή 0 και τυπική απόκλιση 1. Ακολουθούν δηλαδή κανονική κατανομή.

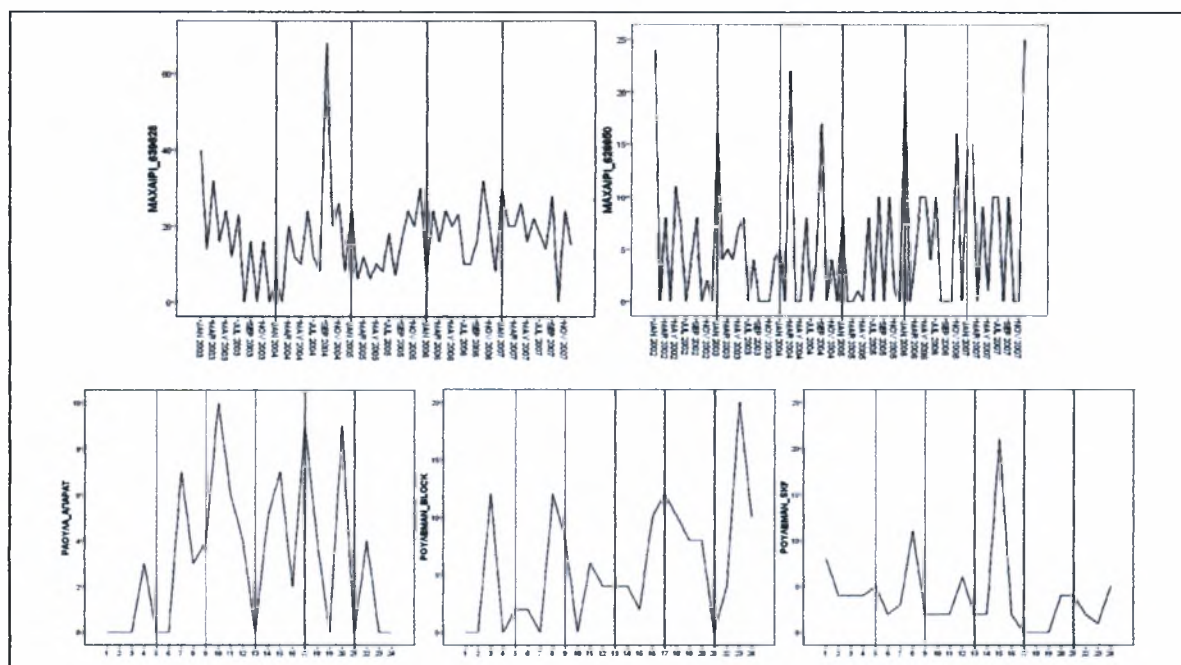
Ο τυποποιημένος συντελεστής Beta θα ήταν η τιμή β αν εφαρμόζαμε στο μοντέλο τις κανονικοποιημένες τιμές της μεταβλητής για πολλαπλό μοντέλο. Στη προκειμένη όμως περίπτωση αυτό δεν ισχύει.

Συντελεστές ευθείας.						
	Υλικό	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
Case Sequence	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	,048	,084	,074	,568	,572
(Constant)		15,181	3,838		3,955	,000
Case Sequence	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	,025	,037	,080	,670	,505
(Constant)		4,406	1,545		2,852	,006
Case Sequence	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	,063	,100	,133	,627	,537
(Constant)		2,420	1,436		1,686	,106
Case Sequence	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	,345	,141	,462	2,442	,023
(Constant)		1,435	2,020		,710	,485
Case Sequence	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF	-,110	,131	-,175	-,834	,413
(Constant)		5,370	1,876		2,862	,009

Πίνακας 4-7 Συντελεστές ευθείας.

4.6.4 Γραφήματα Χρονοσειράς

Τα γραφήματα της χρονικής σειράς είναι σημαντικά ώστε να ανιχνεύσουμε αν διακρίνεται τάση.



Γράφημα 4-6 Γραφήματα χρονοσειράς.

Όπως διακρίνεται στο Γράφημα 4-6 οι σειρές παρουσιάζουν διάφορες αιχμές, αλλά δεν εμφανίζονται να είναι ίσες μεταξύ τους. Αυτό δείχνει ότι εάν στη σειρά επιδρά ένας περιοδικός παράγοντας, επιδρούν επίσης και τυχαίες διακυμάνσεις που δεν είναι περιοδικές (κυκλικά στοιχεία). Επίσης εκτός από τις μικρής κλίμακας διακυμάνσεις, εμφανίζονται αιχμές με σημαντικές διακυμάνσεις να έχουν διαφορά μεταξύ τους μερικούς μήνες ή τρίμηνα.

Είναι εμφανές ότι εκτός του υλικού ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK οι εποχιακές μεταβολές εμφανίζονται να μην αυξάνονται (τάση) ή να μειώνονται με την πάροδο του χρόνου κάτι που παραπέμπει στο ότι οι εποχιακές μεταβολές ακολουθούν ένα αθροιστικό παρά ένα πολλαπλασιαστικό μοντέλο.

Το εξαιρετέο υλικό δείχνει μια αυξητική τάση μετά το 2004 με άνισες αιχμές και γι' αυτό θα χρησιμοποιήσουμε ένα πολλαπλασιαστικό μοντέλο.

Αν υποθέσουμε ότι επιδρά κάποιος εποχικός παράγοντας με περιόδους υψηλής ή χαμηλής ανάλωσης και συνυπολογίζοντας το ότι πραγματοποιούνται και προγραμματισμένες συντηρήσεις θα αναμέναμε η χρονοσειρά να επαναλαμβάνεται περιοδικά και να βρίσκεται κατά το χρόνο X_t και X_{t+p} στο ίδιο επίπεδο σε μοντέλα χωρίς τάση και επίπεδο ανάλογο της τάσης σε μοντέλα με τάση. Όπου p η περίοδος του μοντέλου με $p = 12$ για μηνιαίες αναλώσεις και $p = 4$ για τριμηνιαίες.

4.7 Εποχική Αποδόμηση (Seasonal Decomposition)

Η εποχική αποδόμηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ως εργαλείο ανάλυσης της τάσης σε μια χρονοσειρά αφαιρώντας απ' αυτήν τις εποχικές διακυμάνσεις, αποδομώντας την ως άθροισμα (αθροιστικό) ή γινόμενο (πολλαπλασιαστικό) τεσσάρων συστατικών παραγόντων της.

Αυτοί οι παράγοντες είναι το στοιχείο τάσης T_t , το κυκλικό στοιχείο CT_t , το εποχικό στοιχείο S_t και τα κατάλοιπα. Η διαφορά μεταξύ ενός κυκλικού και εποχιακού στοιχείου είναι ότι το εποχιακό εμφανίζεται σε κανονικά (εποχιακά) διαστήματα, ενώ τα κυκλικά στοιχεία έχουν συνήθως μια πιο μακροχρόνια διάρκεια που ποικίλει από κύκλο σε κύκλο. Στην ανάλυση η τάση και τα κυκλικά στοιχεία εμφανίζονται συνδυασμένα (STC).

Σκοπός της μεθόδου είναι η δημιουργία μιας νέας χρονοσειράς η οποία δεν θα περιέχει εποχικούς παράγοντες ώστε να μπορέσουμε να διακρίνουμε τυχόν ύπαρξη τάσης ενώ παράγονται συνολικά οι τέσσερις παρακάτω νέες χρονολογικές σειρές.

SAF: Seasonal adjustment factors: Τυποποιημένοι εποχικοί παράγοντες. Η

απουσία εποχικών παραγόντων για το πολλαπλασιαστικό μοντέλο παίρνει τιμή 1 και για το αθροιστικό 0.

SAS: Seasonally adjusted series: Νέα χρονοσειρά ίδια με την αρχική απαλλαγμένη εποχικών παραγόντων ώστε να απομονώνεται η τάση.

STC: Smoothed trend-cycle component: Εξομαλυμένο κυκλικό στοιχείο και στοιχείο τάσης, το οποίο παρουσιάζει την τάση και τα κυκλικά στοιχεία.

ERR: Τα κατάλοιπα συστατικά της σειράς (σφάλματα).

Η μέθοδος όπως προαναφέρθηκε αναλύει τη χρονοσειρά με δύο μοντέλα. Το πολλαπλασιαστικό και το αθροιστικό. Στο πολλαπλασιαστικό η χρονοσειρά ακολουθεί τη σχέση: $X_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t$. Το εποχιακό I_t στοιχείο είναι ένας παράγοντας ο οποίος πολλαπλασιάζεται με τη νέα χρονοσειρά (*SAS*) για να παραγάγει την αρχική. Οι τάσεις υπολογίζουν τα εποχιακά συστατικά που είναι ανάλογα προς το γενικό επίπεδο τάσης της σειράς. Οι παρατηρήσεις χωρίς εποχιακή επίδραση έχουν εποχιακό στοιχείο 1.

Στο αθροιστικό τα εποχιακά στοιχεία προστίθενται στην νέα χρονοσειρά (*SAS*) για να παραγάγει την αρχική $X_t = T_t + C_t \times S_t \times I_t$. Η τροποποίηση αυτή εξαλείφει την εποχιακή επίδραση σε μια σειρά προκειμένου να εξετάσει άλλα χαρακτηριστικά που μπορεί να εμπεριέχονται στο εποχιακό στοιχείο. Οι τάσεις υπολογίζουν τα εποχιακά συστατικά που δεν εξαρτώνται από το γενικό επίπεδο τάσης της σειράς. Οι παρατηρήσεις χωρίς εποχιακή επίδραση έχουν εποχιακό στοιχείο 0.

Το υλικό *POYLEMEN BLOCK* αναλύεται με το πολλαπλασιαστικό μοντέλο ενώ τα υπόλοιπα με το αθροιστικό.

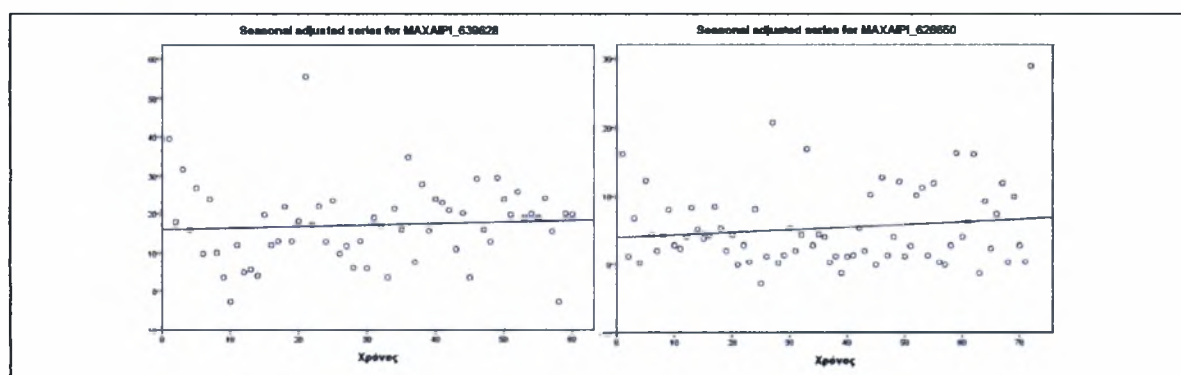
Οι πίνακες ανάλυσης της εποχικής αποδόμησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα II. Στον πίνακα αυτό καταγράφονται τα συστατικά στοιχεία της χρονοσειράς και η νέα

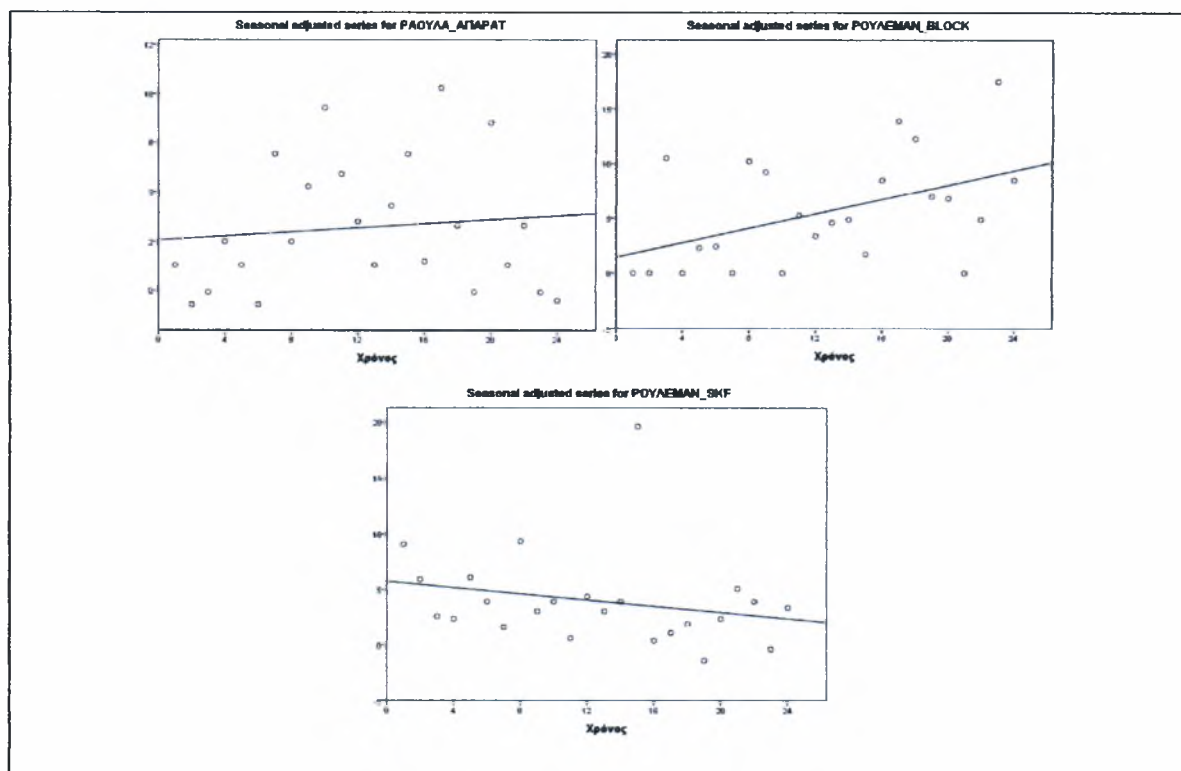
χρονοσειρά. Η νέα χρονοσειρά είναι απαλλαγμένη εποχικών παραγόντων και σε μια ανάλυση παλινδρόμησης θα μπορούσαμε τελικά να υποθέσουμε αν υπάρχει τάση η όχι. Στα υλικά που αναλύονται με το αθροιστικό μοντέλο εμφανίζονται και αρνητικές τιμές εποχικών παραγόντων.

4.7.1 Ανάλυση Παλινδρόμησης Χρονολογικής Σειράς *Seasonally adjusted series (SAS)*

Με την ίδια μέθοδο που ακολουθήθηκε στο 4.6.1 αναζητούμε τη νέα γραμμική μαθηματική σχέση της νέας χρονοσειράς (*Seasonally adjusted series*) που είναι απαλλαγμένη εποχικών παραγόντων ώστε να απομονώνεται η τάση όπως προαναφέρθηκε.

Τα νέα γραφήματα διασποράς Γράφημα 4-7 εμφανίζουν και πάλι τόσο το υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK όσο και το υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF να συνεχίζουν να εμφανίζουν μια ευθεία τάσης με κλίση ισχυρότερη έναντι των υπολοίπων με το δεύτερο να είναι και πάλι ασθενές.





Γράφημα 4-7 Ανάλυση παλινδρόμησης SAS.

4.7.2 Εκτίμηση Παραμέτρων Μοντέλου

Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται στον Πίνακα 4-8 δείχνουν ότι ο συντελεστής συσχέτισης R ασθενεί ακόμα περισσότερο για τα υλικά με εξαίρεση τα υλικά ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 και ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ για τα οποία ασθενεί ο συντελεστής προσαρμογής της εξίσωσης παλινδρόμησης ενώ το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK παραμένει σχεδόν σταθερό.

Παράμετροι μοντέλου SAS.				
Υλικό	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	,066	,004	-,013	10,15767206
ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	,142	,020	,006	5,76750860
ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	,108	,012	-,033	3,359
ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	,469	,220	,184	4,47148416
ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF	,234	,055	,012	4,190

Πίνακας 4-8 Παράμετροι μοντέλου SAS.

4.7.3 Συντελεστές Ευθείας SAS

Στον Πίνακα 4-9 οι νέες σημειακές εκτιμήσεις για την κλίση έχουν στάθμη σημαντικότητας μικρότερη του 0,05 μονό για τα υλικά ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK όπως αναμενόταν. Έτσι υποθέτουμε ότι το υλικό αυτό έχει τάση και αναμένουμε ένα μοντέλο πρόβλεψης με τάση. Αντίθετα για τα ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF και τα υπόλοιπα υλικά η υπόθεση απορρίπτεται.

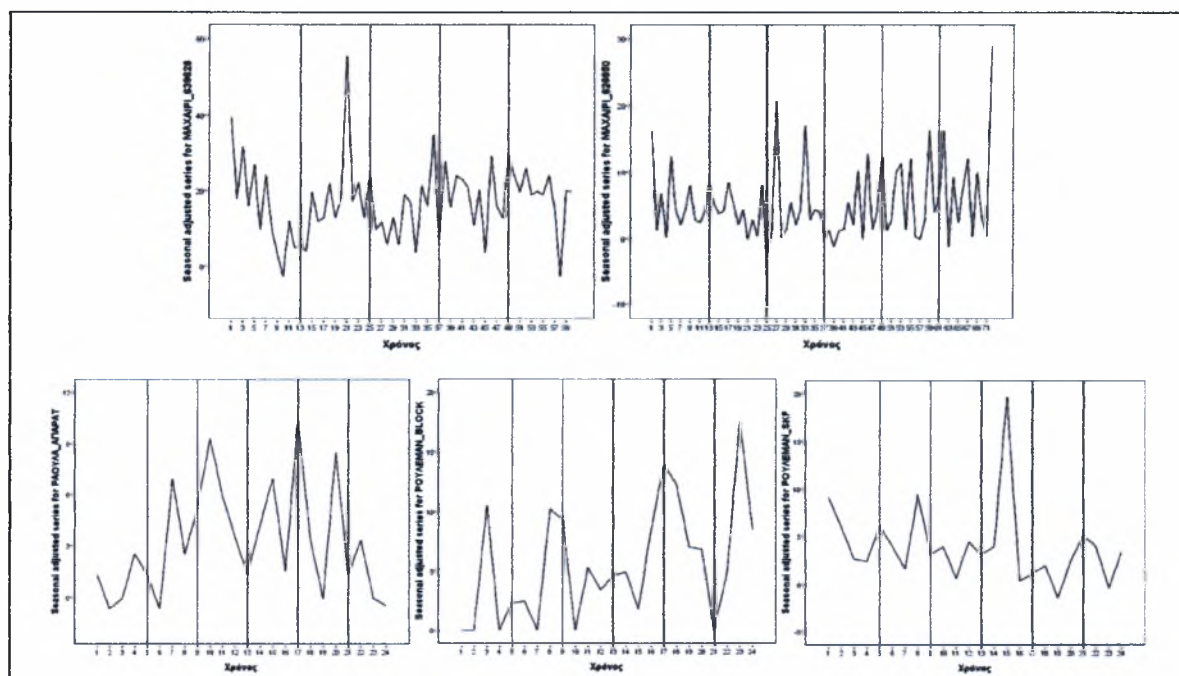
Συντελεστές ευθείας SAS.						
	Υλικό	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
Case Sequence	MAXAIPI	,038	,076	,066	,503	,617
(Constant)	639628	16,038	2,656		6,039	,000
Case Sequence	MAXAIPI	,039	,033	,142	1,197	,236
(Constant)	626650	3,877	1,374		2,822	,006
Case Sequence	ΡΑΟΥΛΑ	,051	,099	,108	,511	,615
(Constant)	ΑΠΑΡΑΤ	2,576	1,415		1,820	,082
Case Sequence	ΡΟΥΛΕΜΑΝ	,328	,132	,469	2,489	,021
(Constant)	BLOCK	1,480	1,884		,786	,440
Case Sequence	ΡΟΥΛΕΜΑΝ	-,139	,124	-,234	-1,128	,272
(Constant)	SKF	5,742	1,765		3,253	,004

Πίνακας 4-9 Συντελεστές ευθείας SAS.

4.7.4 Γραφήματα Χρονοσειράς SAS

Όπως φαίνεται και από το Γράφημα 4-8 επιβεβαιώνεται η υπόθεση ότι δεν υπάρχει τάση για τα υλικά που προαναφέρθηκαν. Στο υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK υπάρχει θετική τάση κατά τα τέσσερα τελευταία χρόνια. Αντίστοιχα αρνητική τάση διακρίνεται και στα ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF, ωστόσο η στάθμη σημαντικότητας δεν μας επιτρέπει να το δεχθούμε και επαφίεται στη διαδικασία *Expert Modeler* αν θα επιλέξει

ως βέλτιστο μοντέλο με τάση.



Γράφημα 4-8 Χρονοσειρά SAS.

4.8 Προβλέψεις.

Από την μέχρι τώρα ανάλυση υποθέτουμε ότι υπάρχει τάση μόνο για ένα υλικό γίνεται αναζήτηση του κατάλληλου μοντέλου πρόβλεψης με τη διαδικασία *Expert Modeler* (SPSS). Η διαδικασία αυτή βασίζεται στην ελαχιστοποίηση ενός δείκτη σφάλματος στο μοντέλο πρόβλεψης, επιλέγοντας από ένα συνδυασμό μοντέλων *ARIMA* μοντέλων εκθετικής εξομάλυνσης επιλέγοντας το βέλτιστο. Εκτελώντας τη διαδικασία λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα του Πίνακα 4-10 για το μοντέλο πρόβλεψης που αντιπροσωπεύει το κάθε υλικό.

Μοντέλα πρόβλεψης.		
		Model Type
Model ID	MAXAIPI 639628	Simple Seasonal
	MAXAIPI 626650	Simple Seasonal
	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ARIMA(0,0,0)(0,0,0)
	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	Winters' Additive
	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF	ARIMA(0,0,0)(0,0,0)

Πίνακας 4-10 Μοντέλα πρόβλεψης.

Η επιλογή των βέλτιστων μοντέλων πρόβλεψης έγινε με την ελαχιστοποίηση των δεικτών σφάλματος του Πίνακας 4-11. Για κάθε ένα από τα μοντέλα πρόβλεψης και επιλέγεται ο συνδυασμός εκείνος για τον οποίο έχουμε μέγιστη συνεισφορά.

Ο συντελεστής *R-squared* είναι η εκτίμηση της αναλογίας των αποκλίσεων στις οποίες μπορεί να ανταποκριθεί το κάθε μοντέλο πρόβλεψης ενώ ο *Stationary R-squared* αποτελεί μια σύγκριση μεταξύ ενός στατικού μέρους της σειράς στο μοντέλο από ένα απλό μέσο μοντέλο και χρησιμοποιείται έναντι του *R-squared* όταν στη σειρά υπάρχει τάση ή εποχικότητα.

Ο συντελεστής *Normalized BIC* αποτελεί ένα μέτρο της συνολικής προσαρμογής του μοντέλου που επιχειρεί να ερμηνεύσει την πολυπλοκότητα του προβλήματος. Η τιμή που λαμβάνει είναι βασισμένη στο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και εμπεριέχει ένα επιτίμιο για το πλήθος των παραμέτρων του μοντέλου και το μήκος της σειράς.

Δείκτες σφάλματος.											
Model	Model Fit statistics								Ljung-Box Q(18)		
	Stationary R-squared	R squared	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	Normalized BIC	Statistics	DF	Sig.
MAX 639628	,806	,183	10,170	43,028	7,621	225,910	41,269	4,775	44,337	16	,000
MAX 626650	,794	,203	5,811	62,798	4,303	474,122	19,810	3,638	19,167	16	,260
P/ΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	1,257E-16	1,257E-16	3,362	38,628	2,809	67,917	6,792	2,557	19,829	18	,343
P/MAN BLOCK	,816	,317	4,572	53,802	3,424	345,112	8,564	3,437	25,161	15	,048
P/MAN SKF	4,738E-17	4,738E-17	4,423	66,726	2,667	300,000	17,000	3,106	8,011	18	,978

Πίνακας 4-11 Δείκτες σφάλματος.

Τα σφάλματα που παρουσιάζει ο πίνακας είναι: *RMSE*: Η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος, *MAPE*: Μέσο απόλυτο εκατοστιαίο σφάλμα, *MAE*: Μέσο

απόλυτο σφάλμα, *MaxAPE*: Μέγιστο απόλυτο εκατοστιαίο σφάλμα και *MaxAE*: Μέγιστο απόλυτο σφάλμα.

4.8.1 Εκτίμηση Παραμέτρων Μοντέλου

Στον Πίνακα 4-12 εμφανίζονται οι παράμετροι με τις οποίες εξομαλύνονται οι τιμές για το κάθε μοντέλο και αναφέρονται αναλυτικά σε επόμενο στάδιο.

		Παράμετροι μοντέλου.				
Model		Estimate	SE	t	Sig.	
MAX 639628	Alpha (Level)	,099	,087	1,136	,260	Simple Seasonal
	Delta (Season)	5,606E-6	,076	7,361E-5	1,000	
MAX 626650	Alpha (Level)	,001	,014	,079	,937	Simple Seasonal
	Delta (Season)	3,560E-6	,156	2,286E-5	1,000	
ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	Alpha (Level)	,001	,112	,008	,994	Winters' Additive
	Gamma (Trend)	,001	34,231	2,921E-5	1,000	
	Delta (Season)	5,509E-5	,276	,000	1,000	
ARIMA Model Parameters						
Model		Estimate	SE	t	Sig.	
ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ		3,208	,686	4,675	,000	ARIMA (0,0,0)(0,0,0)
ΡΑΟΥΛΑ SKF		4,000	,903	4,430	,000	ARIMA (0,0,0)(0,0,0)

Πίνακας 4-12 Παράμετροι μοντέλου πρόβλεψης.

4.8.2 Προβλέψεις Τιμών Ανάλωσης

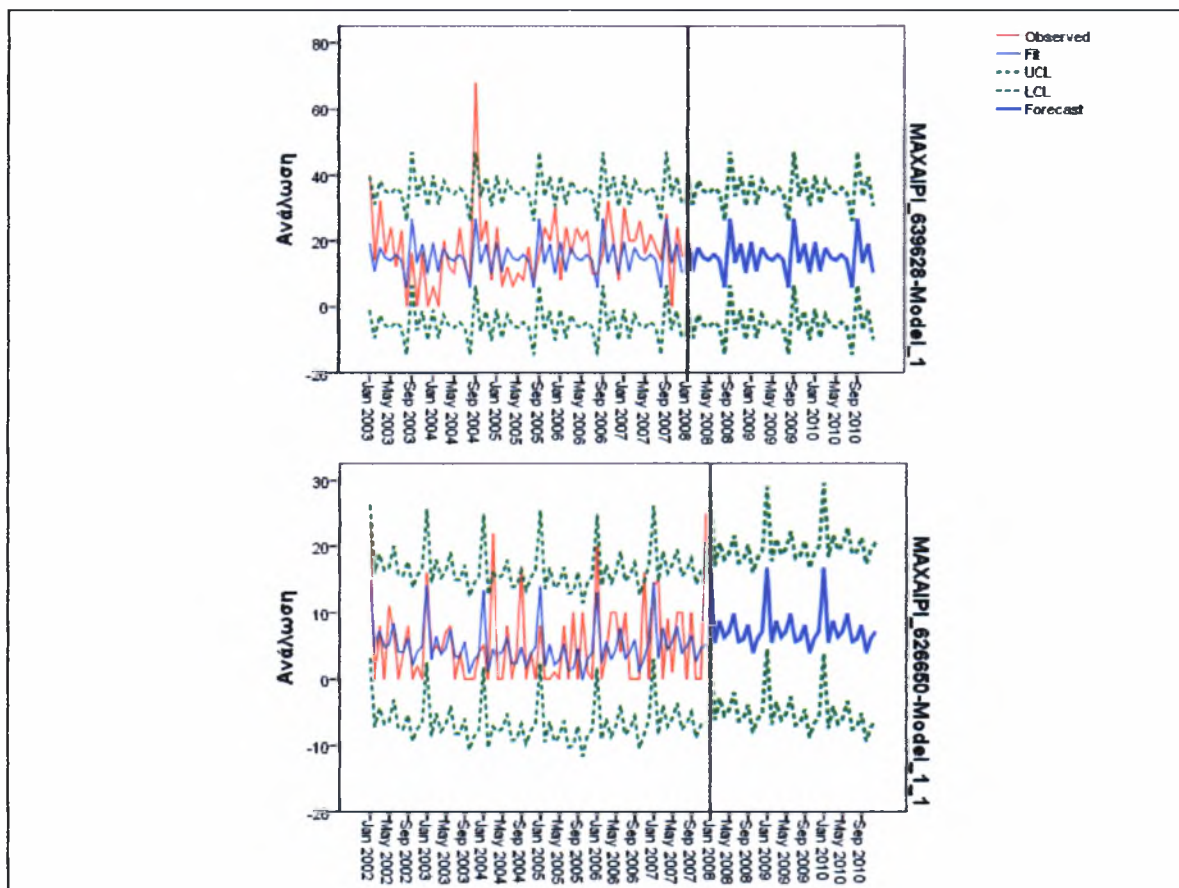
Στον Πίνακα 4-13 Πρόβλεψη ζήτησης. αναφέρονται οι τιμές πρόβλεψης της ζήτηση σε μηνιαίο και τριμηνιαίο επίπεδο. Προβλέπονται επίσης και τα διαστήματα μέσα στα οποία αναμένεται να κυμανθεί η ζήτηση. Όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τον πίνακα τα υλικά MAXAIPI 639628 και MAXAIPI 626650 για τα επόμενα χρόνια επαναλαμβάνονται με ετήσια εποχικότητα, τα υλικά ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ και ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF έχουν σταθερή ζήτηση και το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK έχει ζήτηση με αυξητική τάση.

		2008												2009												2010											
Ετος																																					
Model	Μήνας	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MAXXAIPI 639628	Forecast	20	11	18	15	14	16	14	6	27	13	19	10	20	11	18	15	14	16	14	6	27	13	19	10	20	11	18	15	14	16	14	6	27	13	19	10
	UCL	40	31	38	35	34	36	35	26	47	34	40	31	40	31	38	35	34	36	35	26	47	34	40	31	40	31	38	35	34	36	35	26	47	34	40	31
	LCL	0	-9	-2	-5	-6	-4	-6	-14	7	-7	-1	-10	0	-9	-2	-5	-6	-4	-6	-14	7	-7	-1	-10	0	-9	-2	-5	-6	-4	-6	-14	7	-7	-1	-10
MAXXAIPI 626650	Forecast	17	5	9	6	7	10	6	6	8	4	6	7	17	5	9	6	7	10	6	6	8	4	6	7	17	5	9	6	7	10	6	6	8	4	6	7
	UCL	28	17	21	18	19	22	18	18	20	16	18	19	29	18	21	19	20	22	18	19	21	17	19	20	30	18	22	19	20	23	19	19	21	17	20	21
	LCL	5	-6	-3	-5	-5	-2	-6	-6	-4	-8	-6	-5	5	-7	-4	-6	-5	-3	-7	-7	-5	-9	-7	-6	4	-7	-4	-7	-6	-3	-8	-7	-5	-9	-7	-6
Model ΠΑΟΥΛΑ ΑΤΙΑΡΑΤ	Τμήτριο	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4																				
	Forecast	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																				
	UCL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10																				
POYAE MAN BLOCK	Forecast	9	8	13	12	10	9	14	13	12	11	15	15	12	11	15	15																				
	UCL	19	18	22	22	20	19	23	23	21	20	25	24	21	20	25	24																				
	LCL	0	-1	3	3	1	0	4	4	2	1	6	5	2	1	6	5																				
POYAE MAN SKF	Forecast	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																				
	UCL	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13																				
	LCL	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5																				

Πίνακας 4-13 Πρόβλεψη ζήτησης.

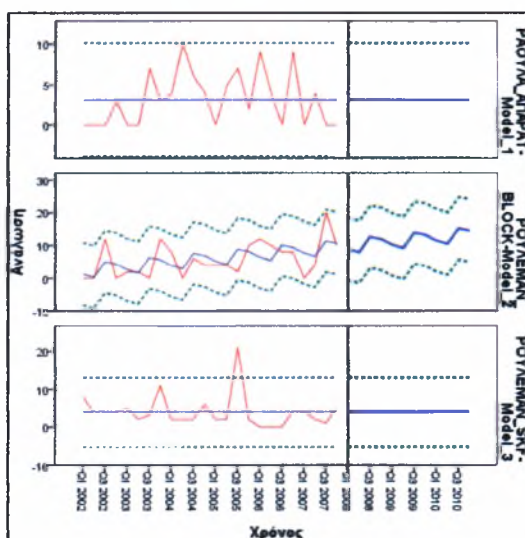
4.8.3 Παρουσίαση Γραφημάτων Πρόβλεψης της Ζήτησης

Το Γράφημα 4-9 απεικονίζει τις τιμές ανάλωσης που παρατηρήθηκαν σε περίοδο ενός μήνα και προσαρμόζει ένα μοντέλο με περιοδικότητα ενός έτους χωρίς τάση.



Γράφημα 4-9 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά μηνά.

Για τα υλικά τριμηνιαίας ανάλωσης το Γράφημα 4-10 παρουσιάζει τα υλικά ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ και ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF να έχουν σταθερή ανάλωση τριών και τεσσάρων μονάδων με 14 και 18 μονάδες εύρος στο περιθώριο ασφαλείας. Αντίθετα για το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK διακρίνεται η τάση που ήδη προαναφέρθηκε.



Γράφημα 4-10 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά τρίμηνο.

4.9 Συμπεράσματα

Οι χρονοσειρές της μεταβλητής ζήτησης των υλικών παρουσιάζουν τρεις διαφορετικές συμπεριφορές.

Το υλικό ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK παρουσιάζει τάση και η ζήτηση του αναμένεται να αυξηθεί στα επόμενα χρόνια. Η αύξηση αυτή ίσως οφείλεται σε φυσική φθορά του μηχανισμού στον οποίο εφαρμόζεται.

Στα υλικά MAXAIPI 639628 και MAXAIPI 626650 η ζήτηση αυξομειώνεται σε μοναδιαίο χρονικό διάστημα. Παρουσιάζουν δηλαδή εποχικότητα που είναι δυνατό να επηρεάζεται από τις προγραμματισμένες συντηρήσεις αν θεωρήσουμε ότι η παραγωγική δυναμικότητα εκμεταλλεύεται πλήρως και δεν επηρεάζεται η παραγωγή των τελικών προϊόντων από εποχικότητες.

Τα υλικά ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ και ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF παρουσιάζουν σταθερή ζήτηση στο χρόνο ωστόσο αναμένεται να λαμβάνουν διάφορες τιμές εντός του περιθωρίου πρόβλεψης.

Κεφάλαιο 5 Ανάλυση Δεδομένων Ζήτησης

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση της μεταβλητής ζήτησης X_d (Υψος αναλώσεων) των υλικών. Η μεταβλητή X_d αποτελεί την ημερησία ποσότητα των τεμαχίων που αναλώνονται. Τα δεδομένα αυτά βρίσκονται στο Παράρτημα Ι. Όπως και στο 4.2 αποτελεί το πρώτο στάδιο επεξεργασίας της μεταβλητής. Οι νέες τιμές που λαμβάνονται αντιστοιχούν σε ημερήσιες ζητήσεις για όλα τα υλικά. Στην ανάλυση λαμβάνουν μέρος μόνο τα χρονικά σημεία για οποία παρουσιάζεται ανάλωση. Για το λόγο αυτό δεν παρουσιάζονται μηδενικές τιμές.

5.1 Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Ζήτησης

Στον παρακάτω Πίνακα 5-1 παρουσιάζονται ποσοτικά και ποιοτικά μέτρα της μεταβλητής για κάθε υλικό ημερησίως.

Αν παρατηρήσουμε το υλικό ROYLEMAN SKF βλέπουμε ότι στο διάστημα του χρόνου που εξετάζεται παρουσιάστηκαν 37 αναλώσεις κατά τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν 2,59 τεμάχια κάθε φορά με τυπική απόκλιση 3,244. Το ίδιο συμβαίνει και για τα άλλα υλικά με τα αντίστοιχα μέτρα. Το υλικό MAXAIPI 639628 είναι υψηλότερης ανάλωσης συγκρινόμενο με τα άλλα. Σε αυτό παρουσιάζεται ως μέγιστη τιμή 52 τεμάχια που καταγράφονται την 30/9/2004 η οποία ίσως να είναι παράτυπη με αποτέλεσμα να ανεβάζει τη μέση ανάλωση του υλικού.

Η κύρτωση που καταγράφεται για το MAXAIPI 639628 και ROYLEMAN

SKF είναι αρκετά μεγάλη και δίνουν τη πληροφορία ότι οι τιμές είναι ασύμμετρες προς τη κεντρική.

Σε αντίθεση το ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ καταγράφει μικρή και σε συνδυασμό με το τυπικό σφάλμα κύρτωσης και τη μικρή λοξότητα θα ήταν πιθανή η κανονική κατανομή. Γενικά όμως όλα τα υλικά παρουσιάζουν ασυμμετρία προς τα δεξιά.

Στατιστικά μετρά αναλώσεων.					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N	96	55	21	31	37
Mean	10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
Median	10,00	8,00	4,00	4,00	2,00
Std. Deviation	6,438	3,851	1,797	2,377	3,244
Variance	41,453	14,832	3,229	5,652	10,526
Skewness	3,118	,697	,464	2,319	5,375
Std. Error of Skewness	,246	,322	,501	,421	,388
Kurtosis	16,786	1,268	,307	7,535	30,784
Std. Error of Kurtosis	,488	,634	,972	,821	,759
Range	50	19	7	12	20
Minimum	2	1	1	2	1
Maximum	52	20	8	14	21

Πίνακας 5-1 Στατιστικά μετρά αναλώσεων.

5.1.1 Στατιστικοί Πίνακες Κατανομής Συχνοτήτων Μεταβλητής

Οι στατιστικοί πίνακες κατανομής συχνοτήτων παρουσιάζονται στο Παράρτημα II.

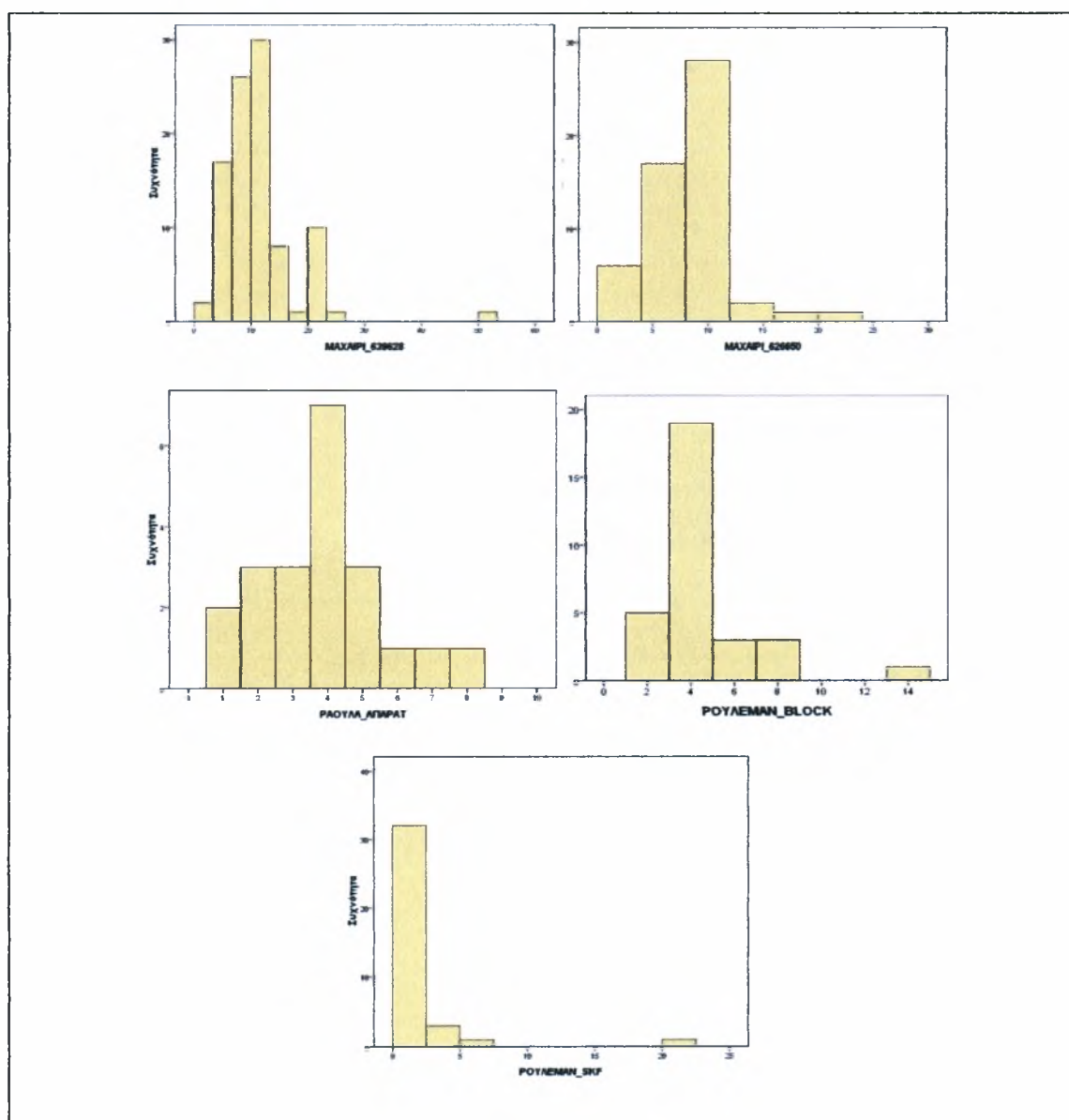
5.1.2 Ιστογράμματα Κατανομής Συχνοτήτων

Από τα ιστογράμματα στο Γράφημα 5-1 παρατηρήσουμε ότι τα υλικά ΜΑΧΑΙΡΙ 626650 ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ και ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK προσεγγίζουν τη κανονική κατανομή με το πρώτο όμως να παρουσιάζει μεγάλη ασυμμετρία ως προς

την κατανομή των τιμών γύρω από τη μέση τιμή και το τελευταίο να παρουσιάζει με μεγάλη συχνότητα τη τιμή 4 και τις υπόλοιπες με σχετικά μικρή.

Το MAXAIPI 639628 είναι κατανομημένο αριστερά της μέσης τιμής δείχνοντας έτσι ότι οι μεγαλύτερες από αυτή τιμές είναι κατά πολύ λιγότερες με αποτέλεσμα να οδηγούν τη μέση τιμή προς τα δεξιά και να δημιουργούν ασυμμετρία.

Στο ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF παρατηρείται μεγάλη συχνότητα σε τιμές από 2 και κάτω και θυμίζει εκθετική κατανομή.



Γράφημα 5-1 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων

5.2 Έλεγχος Τυχαιότητας Μεταβλητής-Κριτήριο Ρωών (Wald-Wolfowitz)

Από τον έλεγχο στον Πίνακα 5-2 παίρνουμε τη πληροφορία ότι οι τιμές πλην του υλικού ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ όπου $\alpha = ,036 < 0,05$ προέρχονται από τυχαίο δείγμα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο μικρό εύρος τιμών με ίδιες περίπου συχνότητες εκ των οποίων η μια με τιμή 4 προσεγγίζει τη μέση. Εμφανίζονται επίσης αρνητικές τιμές Z.

Έλεγχος τυχαιότητας.						
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Test Value a		10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
Cases < Test Value	n1	69	23	8	24	32
Cases >= Test Value	n2	27	32	13	7	5
Total Cases	n	96	55	21	31	37
Number of Runs		35	27	6	14	10
Z		-1,224	-,214	-2,098	,881	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	α	,221	,831	,036	,378	1,000
a. Mean						

Πίνακας 5-2 Έλεγχος τυχαιότητας.

5.3 Έλεγχος Καλής Προσαρμογής σε Γνωστές Κατανομές

5.3.1 Kolmogorov-Smirnov Test.

Διακρίνεται από τα αποτελέσματα στον Πίνακα 5-3 ότι για τα υλικά ΜΑΧΑΙΡΙ 626650 και ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ η κατανομή θα μπορούσε να ήταν Κανονική με τα ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ να δείχνουν προσαρμογή και στις *Uniform* και *Poisson* ενώ τα άλλα δεν παρουσιάζουν καλή προσαρμογή σε καμιά από τις παραπάνω. Στον έλεγχο αυτό λαμβάνονται η μέγιστη αρνητική και η μέγιστη θετική απόκλιση που θα είχαν οι τιμές αν ακολουθούσαν τη συγκεκριμένη κατανομή. Από αυτές επικρατεί η μέγιστη κατ' απόλυτη τιμή D_n και υπολογίζεται το Z με πιθανότητα

εμφάνιση α (Asymp. Sig. (2-tailed)) από τη σχέση : $Z_n = D_n \sqrt{n}$.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov.						
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N		96	55	21	31	37
a. Test distribution is Normal						
Normal Parameters a	Mean	10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
	Std. Deviation	6,438	3,851	1,797	2,377	3,244
Most Extreme Differences	Absolute	,265	,167	,183	,371	,438
	Positive	,265	,167	,183	,371	,438
	Negative	-,126	-,157	-,151	-,242	-,312
Kolmogorov-Smirnov Z		2,598	1,236	,837	2,064	2,662
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,094	,486	,000	,000
a. Test distribution is Uniform.						
Uniform Parameters a	Minimum	2	1	1	2	1
	Maximum	52	20	8	14	21
Most Extreme Differences	Absolute	,609	,454	,286	,608	,815
	Positive	,609	,454	,286	,608	,815
	Negative	-,019	-,049	-,048	-,032	-,027
Kolmogorov-Smirnov Z		5,965	3,364	1,309	3,383	4,957
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000	,065	,000	,000
a. Test distribution is Poisson						
Poisson Parameter a	Mean	10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
Most Extreme Differences	Absolute	,229	,196	,081	,257	,345
	Positive	,229	,196	,058	,257	,345
	Negative	-,118	-,140	-,081	-,168	-,106
Kolmogorov-Smirnov Z		2,241	1,453	,371	1,433	2,099
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,029	,999	,033	,000
a. Test Distribution is Exponential.						
Expon. Parameter a	Mean	10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
Most Extreme Differences	Absolute	,324	,314	,309	,421	,375
	Positive	,124	,180	,131	,192	,327
	Negative	-,324	-,314	-,309	-,421	-,375
Kolmogorov-Smirnov Z		3,170	2,328	1,418	2,345	2,282
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000	,036	,000	,000

Πίνακας 5-3 Έλεγχος καλής προσαρμογής.

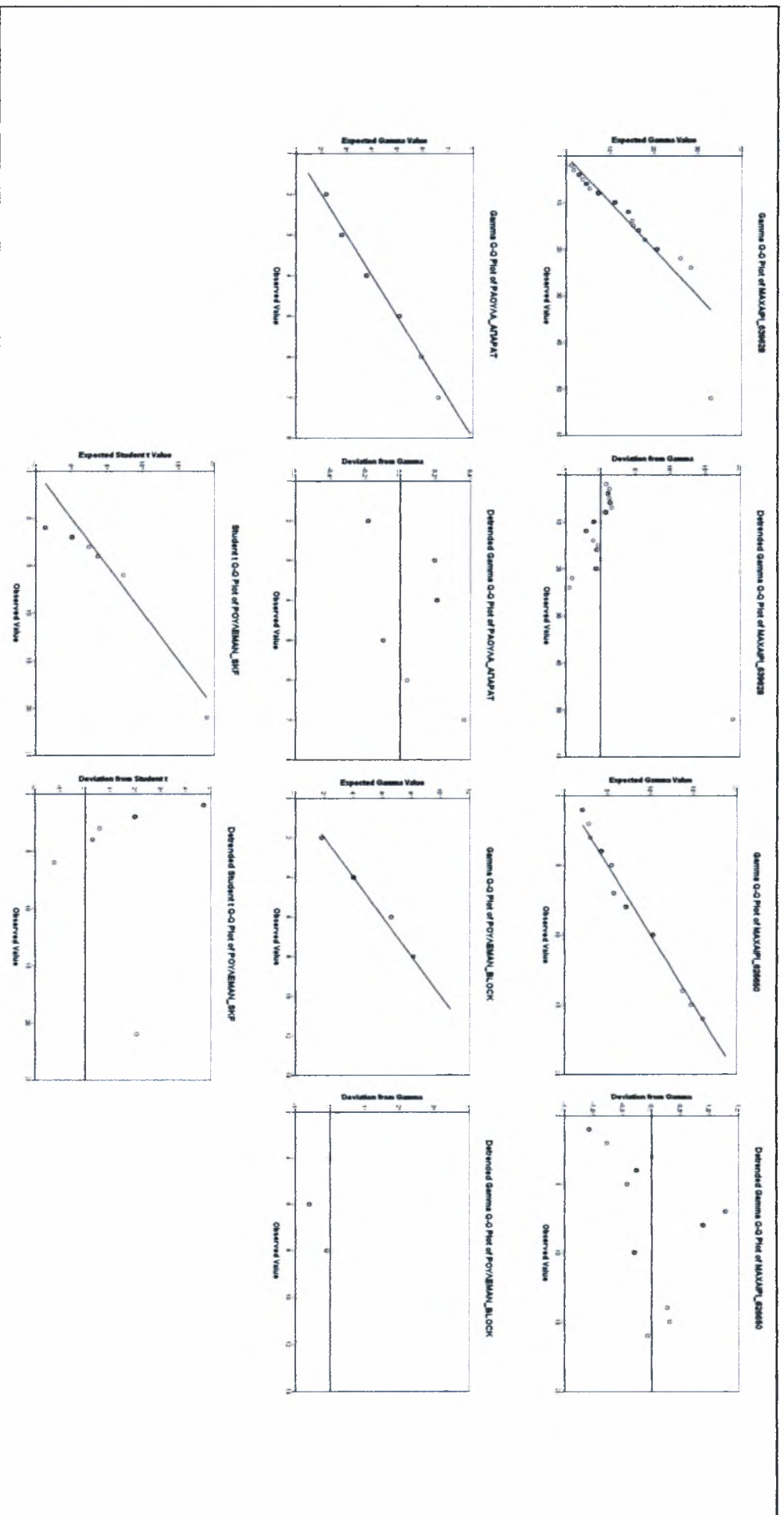
5.3.2 Πιθανοθεωρητικά Γραφήματα

Για την εξαγωγή καλύτερων συμπερασμάτων ακολουθούμε τη διαδικασία χάραξης των πιθανοθεωρητικών γραφημάτων. Τα πιθανοθεωρητικά γραφήματα $Q-Q$ plots όπου απεικονίζονται τα εκατοστημόρια της παρατηρούμενης (άξονας Y) κατανομής ως προς την αναμενόμενη (άξονας X) φαίνονται οι αποκλίσεις των σημείων από τη διχοτόμο της πιθανότητας της παρατηρούμενης τιμής από την αναμενόμενη της κάθε κατανομής και μπορούμε να δούμε την προσαρμογή στην ευθεία και την τάξη απόκλισης. Η διχοτόμος αντιστοιχεί στο θ .

Στο Γράφημα 5-2 και τον Πίνακα 5-4 που ακολουθούν παρουσιάζονται οι κατανομές που επιλέγονται για το κάθε υλικό και παράμετροι τους. Η επιλογή έγινε από την προσαρμογή στην ευθεία, συναρτήσει της απόκλισης των παρατηρήσεων.

Από τα πιο κάτω παρατηρείται ότι τα υλικά προσαρμόζονται καλύτερα στη κατανομή *Gamma* πλην του ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF που ακολουθεί κατανομή *Student*.





Γράφημα 5-2 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα.

Παράμετροι κατανομής.						
Κατανομή		Gamma				Student
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑ N BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
GammaDistribution	Shape	2,788	3,566	4,608	3,713	
	Scale	,259	,490	1,195	,811	
Student's t Distribution	df					1

Πίνακας 5-4 Παράμετροι κατανομής.

Για τη κατανομή *Gamma* χρησιμοποιούνται οι παράμετροι σχήματος και κλίμακας και για τη *Student* οι βαθμοί ελευθερίας.

Ανάλογη διαδικασία ακολουθείται και για τις μεταβλητές του χρόνου μεταξύ διαδοχικών αναλώσεων X_i και του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας από τον προμηθευτή X_{LD} .

5.4 Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά X_i και X_{LD}

Η μεταβλητή του χρόνου μεταξύ διαδοχικών αναλώσεων X_i προκύπτει από την αφαίρεση της ημερομηνίας κάθε ανάλωσης από αυτή της αμέσως προηγούμενης ενώ η μεταβλητή X_{LD} από αφαίρεση της ημερομηνίας που παραγγέλλεται στον προμηθευτή (ημ. εντολής) από την ημερομηνία παράδοσης (ημ. καταχώρησης) σταθμισμένο με το ποσοστό παράδοσης όταν τα υλικά είναι λιγότερα από αυτά που παραγγέλθηκαν και εμφανίζονται στο Παράρτημα Ι.

Αυτό γίνεται μόνο για το υλικό ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 του οποίου οι παραδόσεις γίνονται σταδιακά και έτσι για κάθε υλικό έχουμε μια ή περισσότερες παραδόσεις. Ο υπολογισμός γίνεται για κάθε διπλή και άνω παράδοση από την παλαιότερη στη νεότερη με τη τελευταία να προσμετρώνται μόνο τα κομμάτια που συμπληρώνουν τη παραγγελία σε περίπτωση που αυτή τα ξεπερνά αθροιστικά.

Τα στατιστικά μέτρα της μεταβλητής X_i όπως αυτά παρουσιάζονται στον

Πίνακας 5-5 αντίστοιχα παρουσιάζουν μεγάλες τυπικές αποκλίσεις με μέσες τιμές που ξεπερνούν τον ένα μήνα και φτάνουν μέχρι και τρεις στο υλικό ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ για το οποίο μεσολαμβάνουν 85,05 μέρες για κάθε επόμενη ανάλωση. Για όλα τα υλικά παρουσιάζεται ασυμμετρία και έχουν κατανομές συχνοτήτων θετικά λοξές

Οι μέσες τιμές δείχνουν ότι για κάποια από τα υλικά απαιτείται περισσότερο από ένας μήνας για την επόμενη ανάλωση.

Στατιστικά μέτρα X_i					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N	100	52	20	26	21
Mean	19,34	41,40	85,05	62,19	75,05
Median	17,00	35,50	78,00	54,50	59,00
Std. Deviation	14,187	29,311	66,521	50,350	73,100
Variance	201,277	859,147	4424,997	2535,122	5343,548
Skewness	1,108	,985	1,205	1,294	2,611
Std. Error of Skewness	,241	,330	,512	,456	,501
Kurtosis	1,278	1,201	1,790	1,798	9,153
Std. Error of Kurtosis	,478	,650	,992	,887	,972
Range	70	135	266	194	342

Πίνακας 5-5 Στατιστικά μέτρα μεταβλητής X_i .

Για τη μεταβλητή X_{LD} τα στατιστικά μέτρα του Πίνακας 5-6 καταγράφουν το μικρότερο πλήθος δεδομένων. Το ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK καταγράφει μόλις δέκα παραδόσεις με 68,20 μέρες για να ικανοποιηθεί η κάθε μια από αυτές.

Το ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 παρουσιάζει αρνητική λοξότητα που φανερώνει ουρά προς τα αριστερά ενώ στο ΜΑΧΑΙΡΙ 626650 είναι πολύ μικρή και αναμένεται συμμετρία.

Στατιστικά μέτρα. X_{LD}					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N	24	24	16	10	11
Mean	83,25	96,58	32,19	68,20	93,78
Std. Error of Mean	16,317	10,869	3,513	12,205	16,007
Median	99,50	92,50	32,00	56,50	43,00
Std. Deviation	46,151	53,249	14,053	38,594	90,552
Variance	2129,929	2835,471	197,496	1489,511	8199,660
Skewness	-,770	,050	,576	1,704	,898
Std. Error of Skewness	,752	,472	,564	,687	,414
Kurtosis	-,792	-,350	1,977	3,770	-,613
Std. Error of Kurtosis	1,481	,918	1,091	1,334	,809
Range	124	212	63	137	294

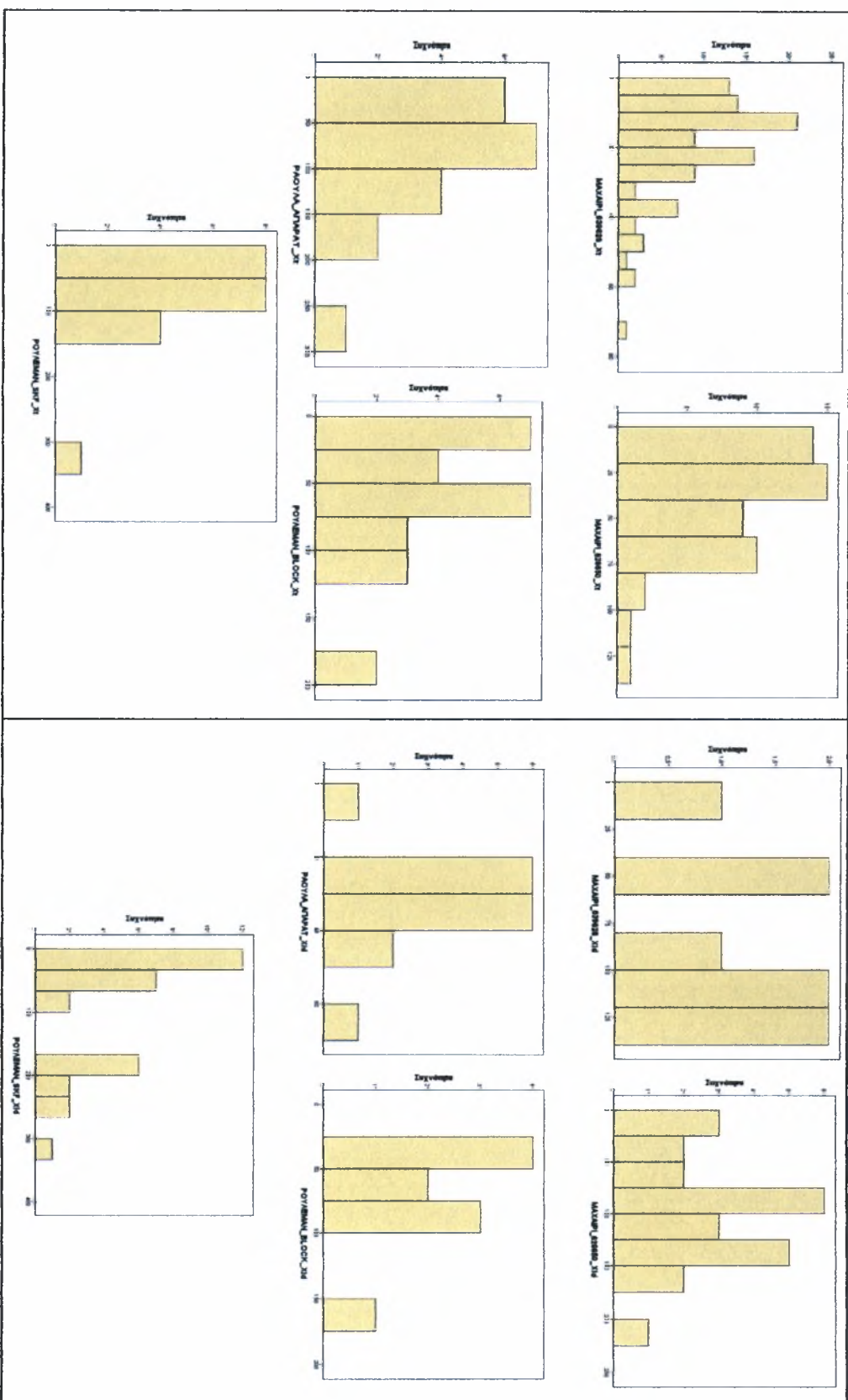
Πίνακας 5-6 Στατιστικά μέτρα μεταβλητής X_{LD} .

5.4.1 Στατιστικοί Πίνακες Κατανομής Συχνοτήτων Μεταβλητών

Οι στατιστικοί πίνακες κατανομής συχνοτήτων παρουσιάζονται στο Παράρτημα III.

5.4.2 Ιστογράμματα Κατανομής Συχνοτήτων

Τα ιστογράμματα της μεταβλητής του χρόνου μεταξύ διαδοχικών αναλώσεων και της μεταβλητής του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας στο Γράφημα 5-3 παρουσιάζουν μεγάλη ασυμμετρία και δεν δείχνουν καλή προσέγγιση σε καμιά από τις γνωστές κατανομές. Φαίνονται να υπάρχουν περισσότερες από μια κορυφές και πολλές ενδιάμεσες τιμές με μηδενική συχνότητα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο μικρό πλήθος δεδομένων για κάποια υλικά και στο εύρος κλάσης.



Γράφημα 5-3 Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων μεταβλητής X₁ και X₂.

5.5 Έλεγχος Τυχειότητας Μεταβλητών-Κριτήριο Ροών (Wald-Wolfowitz)

Στα αποτελέσματα του ελέγχου οι δυο μεταβλητές για όλα τα υλικά έχουν $\alpha > 0.05$ που παραπέμπει σε τυχαία δείγματα. Αυτό φαίνεται στον Πίνακας 5-7 και Πίνακας 5-8.

Έλεγχος τυχειότητας μεταβλητής X_i .					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Test Value a	19,34	41,40	85,05	62,19	75,05
Cases < Test Value	57	29	10	16	13
Cases >= Test Value	43	23	10	10	8
Total Cases	100	52	20	26	21
Number of Runs	55	23	12	12	11
Z	1,021	-1,038	,230	-,342	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,307	,299	,818	,732	1,000
a. Mean					

Πίνακας 5-7 Έλεγχος τυχειότητας μεταβλητής X_i

Έλεγχος τυχειότητας μεταβλητής X_{LD} .					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Test Value a	83,25	96,58	32,19	68,20	93,78
Cases < Test Value	3	13	8	6	21
Cases >= Test Value	5	11	8	4	11
Total Cases	8	24	16	10	32
Number of Runs	6	13	11	7	12
Z	,618	,000	,776	,492	-1,174
Asymp. Sig. (2-tailed)	,537	1,000	,438	,623	,240
a. Mean					

Πίνακας 5-8 Έλεγχος τυχειότητας μεταβλητής X_{LD}

5.6 Έλεγχος Καλής Προσαρμογής σε Γνωστές Κατανομές

5.6.1 Kolmogorov-Smirnov Test

Ο έλεγχος όπως φαίνεται στον Πίνακα 5-9 για τη μεταβλητή X_i όλα τα υλικά μπορούν να ανήκουν σε κανονικό πληθυσμό όπως επίσης και σε εκθετικό εκτός από το ΜΑΧΑΙΡΙ 639628. Στον ίδιο έλεγχο για τις κατανομές *Uniform* και *Poisson* δεν παρουσιάστηκε κανένα από τα υλικά να έχει $\alpha > 0,05$.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov X_i						
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N		100	52	20	26	21
a. Test distribution is Normal						
Normal Param.	Mean	19,34	41,40	85,05	62,19	75,05
	Std. Deviation	14,187	29,311	66,521	50,350	73,100
Most Extreme Differences	Absolute	,127	,119	,154	,147	,183
	Positive	,127	,119	,154	,147	,183
	Negative	-,098	-,084	-,106	-,116	-,159
Kolmogorov-Smirnov Z		1,267	,855	,688	,752	,839
Asymp. Sig. (2-tailed)		,081	,458	,731	,624	,482
a. Test Distribution is Exponential.						
Exp Par.a	Mean	19,34	41,40	85,05	62,19	75,05
Most Extreme Differences	Absolute	,164	,155	,157	,152	,183
	Positive	,055	,084	,094	,086	,112
	Negative	-,164	-,155	-,157	-,152	-,183
Kolmogorov-Smirnov Z		1,637	1,121	,704	,775	,838
Asymp. Sig. (2-tailed)		,009	,162	,705	,586	,484

Πίνακας 5-9 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_i

Για τη μεταβλητή X_{LD} το ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF θα μπορούσε να ακολουθεί μόνο εκθετική κατανομή την οποία ακολουθούν και τα άλλα πλην του ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ που ακολουθεί όλες τις υπόλοιπες.

Όλα τα υπόλοιπα θα μπορούσαν να ακολουθούν *Κανονική* κατανομή ενώ στη

κατανομή *Uniform* προσαρμόζονται μόνο το MAXAIPI 639628 και το MAXAIPI 626650. Όλα τα παραπάνω βρίσκονται στον Πίνακα 5-10.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov X_{LD} .						
		MAXAIPI 639628	MAXAIPI 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N		8	24	16	10	32
a. Test distribution is Normal						
Normal Param.	Mean	83,25	96,58	32,19	68,20	93,78
	Std. Deviation	46,151	53,249	14,053	38,594	90,552
Most Extreme Differences	Absolute	,204	,107	,150	,204	,283
	Positive	,172	,088	,126	,204	,283
	Negative	-,204	-,107	-,150	-,131	-,169
Kolmogorov-Smirnov Z			,523	,602	,645	1,603
Asymp. Sig. (2-tailed)			,947	,862	,800	,012
a. Test distribution is Uniform.						
Uniform Para	Minimum	3	3	4	25	7
	Maximum	127	215	67	162	301
Most Extreme Differences	Absolute	,347	,210	,257	,440	,451
	Positive	,125	,210	,257	,440	,451
	Negative	-,347	-,067	-,207	-,100	-,031
Kolmogorov-Smirnov Z		,981	1,028	1,028	1,392	2,551
Asymp. Sig. (2-tailed)		,291	,241	,241	,042	,000
a. Test distribution is Poisson.						
Poisson Par.a	Mean	83,25	96,58	32,19	68,20	93,78
Most Extreme Differences	Absolute	,495	,411	,280	,487	,594
	Positive	,375	,295	,280	,487	,594
	Negative	-,495	-,411	-,148	-,255	-,344
Kolmogorov-Smirnov Z		1,399	2,015	1,119	1,540	3,359
Asymp. Sig. (2-tailed)		,040	,001	,163	,017	,000
a. Test Distribution is Exponential.						
Exp Par.a	Mean	83,25	96,58	32,19	68,20	93,78
Most Extreme Differences	Absolute	,293	,267	,417	,319	,188
	Positive	,218	,138	,163	,175	,188
	Negative	-,293	-,267	-,417	-,319	-,177
Kolmogorov-Smirnov Z		,828	1,308	1,667	1,008	1,064
Asymp. Sig. (2-tailed)		,500	,065	,008	,262	,208

Πίνακας 5-10 Έλεγχος τυχαιότητας μεταβλητής X_{LD} .

5.6.2 Πιθανοθεωρητικά Γραφήματα

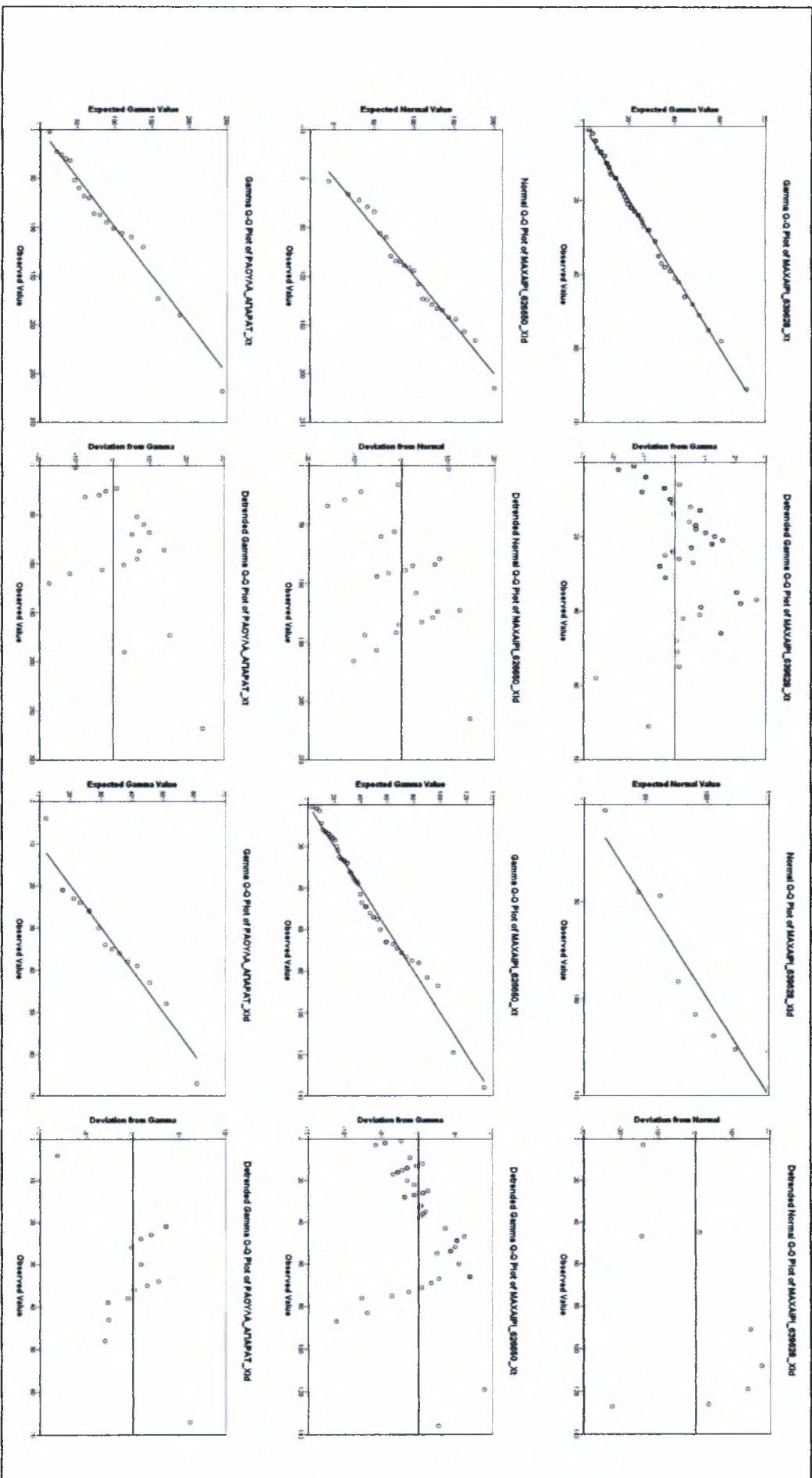
Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι πολλά υλικά δεν προσαρμόζονται καλά στις κατανομές με μεγάλες αποκλίσεις. Ωστόσο είναι οι βέλτιστες δυνατές που καταγράφονται και εμφανίζονται στο Γράφημα 5-4 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα ενώ στους Πίνακας 5-11 και Πίνακας 5-12 παρουσιάζονται οι παράμετροι τους.

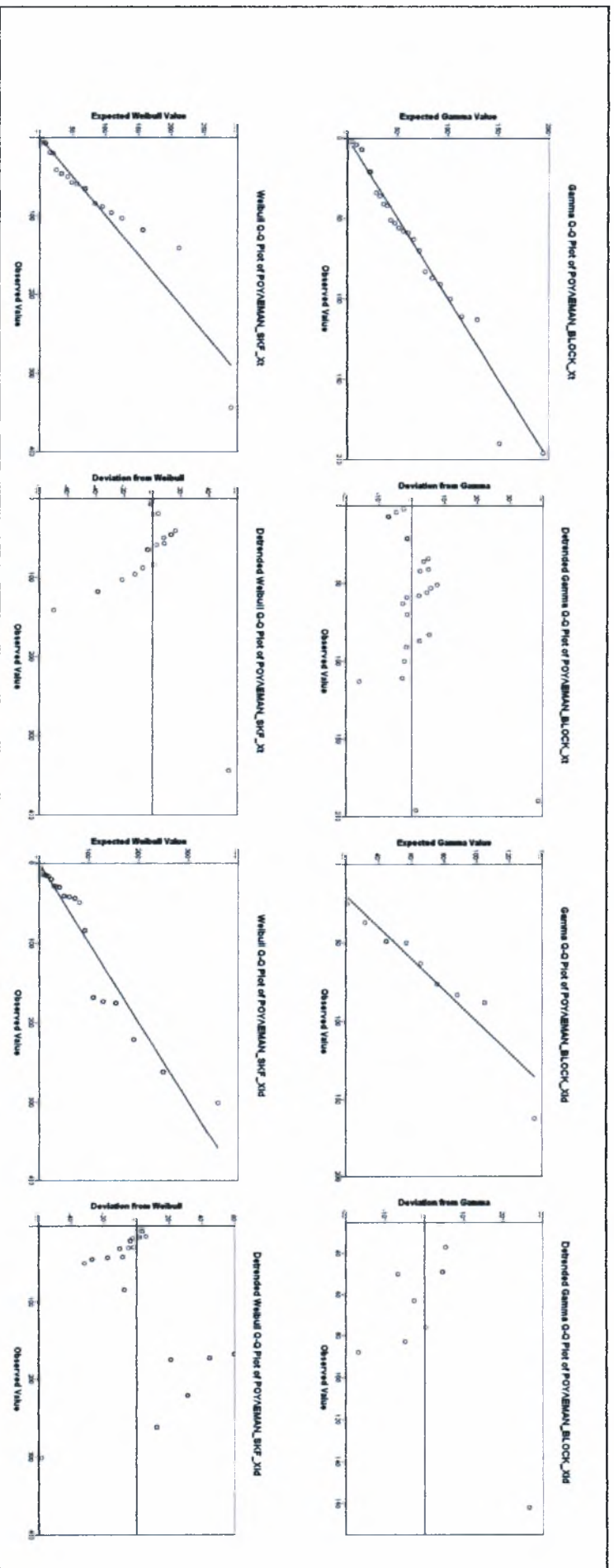
Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_t					
	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Parameters	Gamma	Normal	Gamma	Gamma	Weibull
Shape	1,858		1,635	1,526	81,280
Scale	,096	29,311	,019	,025	,991
Location		41,40			

Πίνακας 5-11 Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_t

Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_{LD}					
	ΜΑΧΑΙΡΙ I 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ N BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Parameters	Normal	Gamma	Gamma	Gamma	Weibull
Shape		3,290	5,246	3,123	93,664
Scale	46,151	,034	,163	,046	1,021
Location	83,25				

Πίνακας 5-12 Παράμετροι κατανομής μεταβλητής X_{LD}





Γράφημα 5-4 Πιθανοθεωρητικά γραφήματα

5.7 Κατανομές Μεταβλητών

Ο Πίνακας 5-13 συνοψίζει τις κατανομές των μεταβλητών.

Παράμετροι κατανομής.					
Parameters	ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
X _d					
Κατανομή	Gamma				Student
Shape	2,788	3,566	4,608	3,713	
Scale	,259	,490	1,195	,811	
df					1
X _t					
Κατανομή	Gamma	Normal	Gamma		Weibull
Shape	1,858		1,635	1,526	81,280
Scale	,096	29,311	,019	,025	,991
Location		41,40			
X _{LD}					
Κατανομή	Normal	Gamma			Weibull
Shape		3,290	5,246	3,123	93,664
Scale	46,151	,034	,163	,046	1,021
Location	83,25				

Πίνακας 5-13 Κατανομές μεταβλητών.

5.7.1 Κανονική Κατανομή (Normal)

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής κατανομής

είναι: $f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ με παραμέτρους θέσης μ (Location) και κλίμακας σ^2

(Scale) τη μέση τιμή και τη διασπορά αντίστοιχα. Όπου $\sigma > 0$.

5.7.2 Κατανομή Gamma.

Στην κατανομή Γ (Gamma) η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας ορίζεται για $\sigma > 0$

από τη σχέση: $f(X) = X^{k-1} \frac{e^{-\frac{X}{\theta}}}{\theta^k \Gamma(k)}$, για $X > 0$ και $k, \theta > 0$. Έτσι η μεταβλητή ακολουθεί κατανομή Γ , $X \sim (k, \theta)$ με παράμετρο κλίμακας θ και σχήματος (Shape) k . Η μέση τιμή της κατανομής είναι $\mu = k\theta$ και η διασπορά $\sigma^2 = k\theta^2$.

5.7.3 Κατανομή Weibull

Η κατανομή Weibull με παράμετρο κλίμακας λ ($\lambda > 0$) και σχήματος k ($k > 0$)

έχει μέση τιμή $\lambda \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)$, διασπορά $\lambda^2 \Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \mu^2$ και συνάρτηση πυκνότητας

πιθανότητας $f(X) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{X}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(X/\lambda)^k}$ όταν $X \geq 0$ και $f(X) = 0$ για $X < 0$.

5.7.4 Κατανομή Student

Η κατανομή Student με παράμετρο (ν) τους βαθμούς ελευθερίας (df) ορίζεται

για $\nu > 0$ και έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\sqrt{\nu\pi} \Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} \left(1 + \frac{t^2}{\nu}\right)^{-\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}$

μέση τιμή 0 για $\nu > 1$ και η διασπορά $\frac{\nu}{\nu-2}$ για $\nu > 2$. Για $\nu = 1$ η κατανομή γίνεται

κανονική με συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(X) = \frac{1}{\pi(1+X^2)}$.

Κεφάλαιο 6 Διαχείριση Αποθεμάτων

Σκοπός στη Διαχείριση Αποθεμάτων είναι η διασφάλιση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε τέτοιο επίπεδο ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία της γραμμής παραγωγής. Η πραγματική ζήτηση των υλικών και ο χρόνος ικανοποίησης μιας παραγγελίας αποτελούν καθοριστικά μεγέθη.

Τα μεγέθη αυτά συνεταιρίζονται για αποφυγή του κινδύνου έλλειψης αποθεμάτων κατά τη διάρκεια του χρόνου ανεφοδιασμού. Έτσι προκύπτει ότι το απόθεμα θα πρέπει να ξεπερνά την ανηγμένη, σε χρόνο ικανοποίησης, ζήτηση.

Αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος ικανοποίησης της παραγγελιάς X_{LD} και η ζήτηση X_d είναι δυο ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές τότε συνάγονται από τις σχέσεις: $E(X) = E(X_{LD})E(X_d)$ και $\sigma_x = \sqrt{E(X_{LD})var(X_d) + [E(X_d)]^2 var(X_{LD})}$.

Όπου X η τιμή που λαμβάνει η ζήτηση του υλικού σε τεμάχια στην περίοδο X_{LD} που απαιτείται για ικανοποιηθεί η παραγγελιά με μέση τιμή μ_x ή $E(X)$ και τυπική απόκλιση σ_x . Τα μεγέθη $E(X_{LD})$ και $var(X_{LD})$ είναι ο μέσος χρόνος ικανοποίησης και η διασπορά του ενώ η μέση τιμή $E(X_d)$ και η διασπορά $var(X_d)$ αντιστοιχούν στην πραγματική ζήτηση στη συγκεκριμένη περίοδο.

Θεωρώντας ως περίοδο τον ένα μήνα ανάγουμε ή κατάγουμε αντίστοιχα τα μεγέθη.

Παρατηρώντας ενδεικτικά το υλικό ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ στον Πίνακας 5-1

και Πίνακας 5-6 διακρίνουμε ότι όταν παρουσιάζεται ζήτηση αυτή ανέρχεται σε 3,86 τεμάχια ανά ημέρα ενώ χρειάζονται 32,19 ημέρες για να ικανοποιηθεί μια παραγγελία. Συνεπώς κατά το χρόνο υστέρησης αναμένεται να ζητηθούν $E(X)=E(X_{LD})E(Xd)=124,25 \approx 125$ τεμάχια σε περίπτωση που παρουσιάζεται ανάλωση σε καθημερινή βάση στο διάστημα αυτό. Ωστόσο αυτό το γεγονός αποκλείεται από τη μεταβλητή του χρόνου μεταξύ διαδοχικών αναλώσεων

Λαμβάνοντας υπόψιν τις κατανομές που ακολουθούν οι μεταβλητές για το ίδιο υλικό, η ζήτηση ακολουθεί κατανομή Γ με μέση τιμή $E(Xd)=k\theta=5.51 \approx 6$ τεμάχια με διασπορά $var(Xd)=\sigma^2=k\theta^2=6.58 \approx 7$ τεμάχια και χρόνο υστέρησης που ακολουθεί επίσης κατανομή Γ με μέση τιμή $E(X_{LD})=k\theta=0.31 \approx 1$ ημέρες με διασπορά $var(X_{LD})=\sigma^2=k\theta^2=0.06 \approx 1$ ημέρες, αναμένεται να ζητηθούν $E(X)=E(X_{LD})E(Xd)=6$ τεμάχια κατά το χρόνο υστέρησης με διασπορά $\sigma_x = \sqrt{E(X_{LD})var(Xd) + [E(Xd)]^2 var(X_{LD})} = 6.56 \approx 7$ τεμάχια.

Ωστόσο η ανάλυση αυτή δεν δύναται να εντοπίσει τιμές αποθεμάτων για τον λόγο ότι περιορίζεται σε χρονική περίοδο στην οποία εμφανίζεται ζήτηση και γι' αυτό ακολουθείται το πρότυπο (s, Q) .

6.1 Πρότυπο (s, Q)

Υποθέτοντας ότι το επίπεδο αποθεμάτων ακολουθεί το πρότυπο (s, Q) πραγματοποιείται παραγγελία μιας πατρίδας Q υλικών όταν το απόθεμα πέφτει κάτω από το σημείο αναπαραγγελίας s ώστε να αναπληρώνεται το απόθεμα σε επίπεδο $S=s+Q$.

Το επίπεδο S είναι το μέγιστο απόθεμα ωστόσο δεν μπορεί να επιτευχθεί γιατί

όταν τα υλικά αναλώνονται και πέφτουν κάτω από το σημείο αναπαραγγελίας, αν και παραγγέλνεται η ποσότητα Q που υπολείπεται το επίπεδο S , στο χρόνο X_{LD} που απαιτείται για την αναπλήρωση τα υλικά συνεχίζουν να αναλώνονται.

Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας ανά έτος ορίζεται ως η μέση ετήσια ζήτηση διαιρούμενη με τη συχνότητα των παραγγελιών που έγιναν στο διάστημα αυτό. Συνεπώς $Q^* = \frac{D_i}{N_i}$. Όπου D_i η μέση ετήσια ζήτηση του υλικού και N_i ο αριθμός των παραγγελιών ανά έτος.

Η μέση ετήσια ζήτηση του κάθε υλικού υπολογίζεται από τη σχέση $D_i = \frac{X_{dy}}{t} \times 12$ με X_{dy} το γινόμενο της μέσης ζήτησης-ανάλωσης επί του αριθμού των αναλώσεων n και t το διάστημα παρατήρησης σε μήνες. Ομοίως ο ετήσιος αριθμός των παραγγελιών μπορεί να υπολογιστεί από τη $N_i = \frac{N}{t} \times 12$.

Ο μέσος χρόνος υστέρησης X_{LD} των παραγγελιών για το κάθε υλικό δίνεται από τη σχέση $X_{LD} = \frac{t_1 X_{LD}^1 + X_{LD}^2 + \dots + X_{LD}^n}{n}$. Για το υλικό ΜΑΧΑΙΡΙ 639628 όπου

οι παραδόσεις των παραγγελιών είναι σπαστές ο μέσος χρόνος υστέρησης δίνεται από

τη σχέση $X_{LD} = \frac{X_{LD}^1 \frac{X_i}{D_{j=1}} + X_{LD}^2 \frac{X_i}{D_{j=2}} + \dots + X_{LD}^n \frac{X_i}{D_{j=n}}}{n}$. Το X_i αποτελεί το πλήθος

των υλικών που παραδίδονται σε κάθε σπαστή παράδοση όταν το πλήθος της παραγγελίας είναι D_j και αντιστοιχεί στο σύνολο των παραγγελιών.

Ο χρόνος υστέρησης αποτελεί βαρυσήμαντη μεταβλητή στον υπολογισμό καθώς συνδέεται με την μείωση του κινδύνου έλλειψης υλικών κατά τη διάρκεια του

χρόνου ανεφοδιασμού. Η τιμή που δίνεται από τις πιο πάνω σχέσεις αναφέρεται σε ημέρες και γ'αυτο διαιρείται με το 365 και πολλαπλασιάζεται με το 12. Έτσι στο διάστημα αυτό αναμένεται να ζητηθούν $Z=X_{LD} \times X_d$ υλικά.

Η ημερήσια ζήτηση των υλικών X παίρνει τιμή $X = \begin{cases} Y & \text{με πιθανότητα } p \\ 0 & \text{με πιθανότητα } 1-p \end{cases}$. Η

πιθανότητα p εκφράζει το ποσοστό εμφάνισης ζήτησης στο σύνολο του χρόνου που καταγράφουν τα δεδομένα με μέση τιμή μ_Y μ και τυπική απόκλιση σ_Y όπως αυτές ανιχνεύθηκαν στο Κεφάλαιο 5. Η πιθανότητα $1-p$ ορίζεται ως $1-p = \frac{\text{ημέρες που παρουσίασαν ζήτηση}}{\text{σύνολο ημερών}}$ και εκφράζει την πιθανότητα να εμφανιστεί μηδενική ζήτηση.

Από τις πιο κάτω σχέσεις εξάγονται τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 6-1.

$$\mu_X = E[X] = 0(1-p) + \mu_Y(p) = \mu_Y(p)$$

$$\mu_Z = E[Z] = Z = X_{LD} \times \mu_X = X_{LD} \times \mu_Y(p)$$

$$\sigma_Y^2 = \mu_X = E[Y^2] - E[Y]^2$$

$$E[X^2] = 0^2(1-p) + E[Y^2](p) = (\sigma_Y^2 + \mu_Y^2)(p)$$

$$\sigma_X^2 = E[X^2] - E[X]^2 = \sigma_Y^2 + \mu_Y^2(p) - \mu_Y^2(p) = \sigma_Y^2(p)$$

$$\sigma_Z^2 = \sigma_{X1}^2 + \sigma_{X2}^2 + \dots + \sigma_{Xn}^2 = X_{LD} \times \sigma_X^2 = X_{LD} \times \sigma_Y^2(p) + \mu_X \times \sigma_\lambda^2$$

$$s^* = \mu_Z + 1,96\sigma_Z$$

Διαχείριση αποθεμάτων.						
		ΜΑΧΑΙΡΙ 639628	ΜΑΧΑΙΡΙ 626650	ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
Περίοδος		08/02-12/07	01/02- 12/07	10/02-06/07	08/02-11/07	01/02-12/07
Μήνες (t)		65	72	63	64	72
N (αρ αναλώσεων)		96	55	21	31	37
Mean	μ _γ	10,75	7,27	3,86	4,58	2,59
Std. Dev.	σ _γ	6,438	3,851	1,797	2,377	3,244
N _i (ανά έτος)		2,21	2,16	2,09	2,81	2,5
D _i		190,5231	66,64167	15,44	26,62125	15,97167
Q*		86,169585	30,85262	8,168731	9,323681	6,388667
X _{LD}		3.380712329	0.89852055	1.05830137	2.24219178	3.0739726
Z		36,342658	6,532244	4,085043	10,26924	7,961589
P		0,048533873	0,0251142	0,012117715	0,015672396	0,016895
1-p		0,951466127	0,9748858	0,987882285	0,984327604	0,983105
μ _x		0,52173913	0,18257990	0,04677438	0,07177957	0,04375799
μ _z		1,763849911	0,1640518	0,04950139	0,160943574	0,134510865
E[x ²]		0,8342002	0,279295	0,06855	0,109033	0,098565
σ _x ²		39,43621962	14,457753	3,190078366	5,561577939	10,345741
σ _z ²		1118,0689	518,0347	9,651846	108,9026	359,3473
s*		67,301422	44,77439	6,138716	20,6148	37,28917

Πίνακας 6-1 Διαχείριση αποθεμάτων.

Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν στα παραπάνω κεφάλαια για τα υλικά MAXAIPI 639628 και MAXAIPI 626650 οι προβλέψεις είναι πιο ασφαλείς από τα άλλα υλικά για τα οποία η μικρή σχετικά ανάλωση ως προς το χρόνο παρατήρησης δεν μας επιτρέπει να εντοπίσουμε ασφαλή χαρακτηριστικά ζήτησης.

Από τα αποτελέσματα στο Κεφάλαιο 6 μπορούμε να υποθέσουμε ότι αν η εταιρία ακολουθήσει την πιο πάνω πολιτική που υπαγορεύει την παραγγελία υλικών μεγέθους παρτίδας Q^* όταν το απόθεμα φτάσει σε επίπεδο αποθέματος ασφαλείας s^* τότε ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος έλλειψης. Οι τιμές των πιο πάνω παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-1 Διαχείριση αποθεμάτων. και θα πρέπει να είναι ακέραιες και στρογγυλοποιούνται στον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο.

Βιβλιογραφία.

- [1] Makridakis S. και S.C. Wheelwright, (1989) “Forecasting Methods for Management,” John Wiley & Sons, Inc.(5).
- [2] Norusis M.J. (2005) “Οδηγός Ανάλυσης Δεδομένων με το SPSS 12.0,” Κλειδάριθμος.
- [3] Smith J.K. και J.G. Siegel, (1999) “Διοίκηση Εκμετάλλευσης,” Barron’s Educational series, Inc.
- [4] Silver E.A., D.F. Pyke και R. Peterson, (1998) “Inventory Management and Production Planning and Scheduling,” John Wiley & Sons, Inc.(3).
- [5] Λυμπερόπουλος Γ., (2000) “Σχεδιασμός και Προγραμματισμός της Παραγωγής,” Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- [6] Παπαγεωργίου Β.Θ., (2003) “Προγραμματισμός Συντήρησης με Μεθόδους Διαχείρισης Έργου,” Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας.
- [7] Τσάντας Ν., Μουσιάδης Χ., Μπαγιάτης Ν. και Χατζηπαντελής Θ., “Ανάλυση Δεδομένων με τη Βοήθεια Στατιστικών Πακέτων,” Τσάντας Ν., Μουσιάδης Χ., Μπαγιάτης Ν. και Χατζηπαντελής Θ., Εκδόσεις Ζήτη.
- [8] Ψωινός Δ.Π., (1999) “Στατιστική,” Ψωινός Δ.Π., Εκδόσεις Ζήτη.

Ιστοσελίδες.

[1] <http://www.sidenor.gr/home.aspx>

Παράρτημα.

Παράρτημα Ι Δεδομένα Υλικών (SAP).

ΜΑΧΑΙΡΙ 4.565075.W ΥΛΙΚΟ 1.2631 ΒΑΦΗ 56-58 (639628)

Ημ/ν Καταχ.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΗ/ ΤΜΧ	ΠΑΡ/ΛΙΑ	ΑΙΤΗΣΗ		ΕΝΤΟΛΗ	
				ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ
29/7/2002	200	98	200	1020000895	16/1/2002	4502003077	13/2/2002
31/8/2002	-4						
4/9/2002	-8						
22/10/2002	-16						
14/11/2002	-8						
11/1/2003	-8						
21/1/2003	-8						
22/1/2003	-4						
28/1/2003	-20						
21/2/2003	-6						
21/2/2003	-8						
14/3/2003	-8						
18/3/2003	-8						
20/3/2003	-8						
27/3/2003	-8						
10/4/2003	-8						
11/4/2003	-8						
5/5/2003	-4						
6/5/2003	-8						
13/5/2003	-12						
24/6/2003	-12						
14/7/2003	-8						
22/7/2003	-15						
31/8/2003	39	66,91	40	1030015437	2/8/2003	4503016195	28/8/2003
15/9/2003	-6						
16/9/2003	-10						
6/11/2003	-16						
4/12/2003	7	77,8	50	1030017584	28/8/2003	4503017464	16/9/2003
10/12/2003	50	55	50	1030017584	28/8/2003	4503017463	16/9/2003
31/12/2003	50						
16/1/2004	-6						
29/1/2004	53	77,8	50	1030017584	28/8/2003	4503017464	16/9/2003
20/2/2004	50	98	50	1030017584	28/8/2003	4503017465	16/9/2003
2/3/2004	-12						
29/3/2004	-8						
29/4/2004	-12						
12/5/2004	-10						
4/6/2004	-8						
5/6/2004	-8						
22/6/2004	-8						
20/7/2004	-12						
3/8/2004	-8						
7/9/2004	-16						
30/9/2004	-52						
4/10/2004	-20						
12/11/2004	-16						
23/11/2004	-10						
6/12/2004	-8						

ΑΠΟΓΡΑΦΗ

13/1/2005	-6						
17/1/2005	32	93,8	80	1040034801	1/12/2004	4504031641	14/12/2004
20/1/2005	-10						
28/1/2005	-8						
8/2/2005	53	93,8	80	1040034801	1/12/2004	4504031641	14/12/2004
25/2/2005	-6						
18/3/2005	-2						
28/3/2005	-10						
11/4/2005	-6						
20/5/2005	-10						
17/6/2005	-8						
12/7/2005	-8						
19/7/2005	-10						
5/8/2005	-7						
25/8/2005	10	120	10			4505021382	9/8/2005
5/9/2005	22	99,8	70	150013612	3/6/2005	4505014621	3/6/2005
9/9/2005	-8						
16/9/2005	-8						
6/10/2005	-16						
10/10/2005	27	99,8	70	150013612	3/6/2005	4505014621	3/6/2005
14/10/2005	47	99,8	70	150013612	3/6/2005	4505014621	3/6/2005
14/10/2005	-8						
10/11/2005	-20						
2/12/2005	-10						
21/12/2005	-20						
27/1/2006	-8						
3/2/2006	-4						
13/2/2006	40	99,8	140	1050032408	5/12/2005	4506000363	4/1/2006
17/2/2006	-4						
24/2/2006	-16						
24/3/2006	-6						
31/3/2006	-10						
4/4/2006	-4						
5/4/2006	60	99,8	140	1050032408	5/12/2005	4506000363	4/1/2006
26/4/2006	-20						
10/5/2006	-20						
26/5/2006	70	99,8	140	1050032408	5/12/2005	4506000363	4/1/2006
1/6/2006	-3						
19/6/2006	-10						
29/6/2006	-10						
18/7/2006	-10						
3/8/2006	-10						
13/9/2006	-6						
15/9/2006	-10						
22/9/2006	68	105,4	70	1060016174	5/6/2006	4506017129	6/6/2006
2/10/2006	-10						
13/10/2006	-6						
27/10/2006	-16						
14/11/2006	-20						
8/12/2006	-8						
5/1/2007	-10						
17/1/2007	-10						
18/1/2007	-10						
7/2/2007	44	105,4	70	1070000239	9/1/2007	4507001565	16/1/2007

13/2/2007	-20						
13/3/2007	-20						
10/4/2007	26	105,4	70	1070000239	9/1/2007	4507001565	16/1/2007
20/4/2007	29	105,4	70	1070008733	19/3/2007	4507011303	22/3/2007
20/4/2007	-16						
30/4/2007	-10						
22/5/2007	-10						
29/5/2007	-6						
5/6/2007	-12						
19/6/2007	-10						
3/7/2007	-8						
23/7/2007	10	105,4	70	1070008733	19/3/2007	4507011303	22/3/2007
24/7/2007	21	105,4	70	1070008733	19/3/2007	4507011303	22/3/2007
25/7/2007	-10						
7/8/2007	-4						
31/8/2007	-10						
14/9/2007	-4						
24/9/2007	30	111	100	1070022822	20/7/2007	4507027259	26/7/2007
24/9/2007	-24						
23/10/2007	20	111	100	1070022822	20/7/2007	4507027259	26/7/2007
23/10/2007	10	105,4	70	1070008733	19/3/2007	4507011303	22/3/2007
9/11/2007	-8						
9/11/2007	-10						
26/11/2007	-6						
4/12/2007	-10						
17/12/2007	20	111	100	1070022822	20/7/2007	4507027259	26/7/2007
17/12/2007	-5						

ΜΑΧΑΙΡΙ (CS4-Lh) ΣΧ.4.873626.X (626650)

Ημ/νΚαταχ.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΗ / ΤΜΧ	ΑΙΤΗΣΗ		ΕΝΤΟΛΗ	
			ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ
15/12/2001	50					
24/01/2002	-8					
26/01/2002	-8					
29/01/2002	-8					
02/03/2002	-8					
28/05/2002	-8					
30/05/2002	-3					
12/06/2002	-7					
10/7/2002	20	46,96	1020009616	28/5/2002	4502010284	3/6/2002
27/08/2002	-4					
12/09/2002	-8					
24/9/2002	30	46,96	1020012141	4/7/2002	4502012799	8/7/2002
06/11/2002	-2					
20/01/2003	-4					
21/01/2003	-4					
30/01/2003	-8					
14/02/2003	-4					
11/03/2003	-1					
27/03/2003	-4					
10/04/2003	-4					
06/05/2003	-7					
9/5/2003	21	46,84	1030005578	20/3/2003	4503005395	24/3/2003
24/06/2003	-8					
06/08/2003	-4					
20/12/2003	-4					
26/01/2004	-5					
31/01/2004	13	46,84	1040001655	21/1/2004	4504001423	22/1/2004
09/02/2004	9	46,84	1040001655	21/1/2004	4504001423	22/1/2004
02/03/2004	-8					
30/03/2004	-14					
18/05/2004	30	46,96	1040010083	29/4/2004	4504010569	29/4/2004
04/06/2004	-8					
19/07/2004	10	46,96	1040014907	19/6/2004	4504015838	24/6/2004
03/08/2004	-4					
10/09/2004	-8					
30/09/2004	-10					
04/10/2004	-8					
08/11/2004	10	46,96	1040023751	29/9/2004	4504025087	7/10/2004
16/11/2004	8					
16/11/2004	1					
23/11/2004	-4					
28/01/2005	-8					
28/02/2005	10	46,96	1050002788	31/1/2005	4505002984	2/2/2005
28/02/2005	10	46,96	1040033805	19/11/2004	4504030003	26/11/2004
28/03/2005	-8					
30/03/2005	8					
11/04/2005	-1					
18/05/2005	10	46,96	105008427	29/3/2005	4505008673	5/4/2005
17/06/2005	-8					
05/08/2005	-10					
26/09/2005	10	46,96	1050020496	5/8/2005	4505022655	27/8/2005

27/10/2005	-10						
22/11/2005	-1						
08/12/2005	10	46,96	1050028185	27/10/2005	4055029695	1/11/2005	
10/01/2006	-10						
27/01/2006	-10						
03/03/2006	-4						
10/03/2006	10	46,96	1060002932	2/2/2006	4506004289	9/2/2006	
10/03/2006	20	46,96	1060001299	16/1/2006	4506001507	17/1/2006	
26/04/2006	-10						
10/05/2006	-10						
26/05/2006	10	46,96	1060011962	27/4/2006	4506012970	3/5/2006	
01/06/2006	-4						
18/07/2006	-10						
07/08/2006	10	46,96	1060013179	11/5/2006	4506014491	15/5/2007	
07/08/2006	10	46,96	1060021214	19/7/2006	4506022411	21/7/2006	
14/11/2006	-16						
05/01/2007	-10						
11/01/2007	20	46,96	1060034305	16/11/2006	4506036189	21/11/2006	
17/01/2007	-4						
05/02/2007	10	46,96	1070000239	9/1/2007	4507001170	12/1/2007	
13/02/2007	-15						
03/04/2007	20	46,96	1070005377	15/2/2007	4507006155	16/2/2007	
03/04/2007	10	46,96	1070000239	9/1/2007	4507001170	12/1/2007	
20/04/2007	-10						
10/05/2007	1						
			ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ				
23/05/2007	-1						
19/06/2007	-10						
17/07/2007	-10						
24/09/2007	-10						
16/10/2007	10	46,96	1070029593	27/9/2007	4507035104	2/10/2007	
16/10/2007	20	46,96	1070019803	25/6/2007	4507024060	2/7/2007	
04/12/2007	-5						
17/12/2007	-20						
28/01/2008	20	46,96	1080000010	2/1/2008	4508001357	12/1/2008	
01/02/2008	-4						
20/03/2008	10	46,96	1080000010	2/1/2008	4508001357	12/1/2008	
20/03/2008	30	46,96	1080003118	4/2/2008	4508004557	5/2/2008	
03/06/2008	-16						

ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ ΣΧ.4.04.1572.Ε ΙΤΕΜ 1 625405 (625369)

Ημ/νΚαταχ.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΗ / ΤΜΧ	ΑΙΤΗΣΗ		ΕΝΤΟΛΗ		
			ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	
			ΑΠΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗ				
15/12/2001	10						
24/10/2002	-1						
26/10/2002	-2						
21/07/2003	-4						
23/07/2003	-3						
13/08/2003	3	123,26	1030013643	21/7/2003	4503013946	23/7/2003	
17/10/2003	-3						
28/10/2003	3	123,26	1030017215	18/9/2003	4503017918	22/9/2003	
03/12/2003	3	123,26	1030019111	18/10/2003	4503020752	3/11/2003	
04/02/2004	-3						
27/02/2004	-1						
20/04/2004	8	123,26	1040003204	7/2/2004	4504003751	13/2/2004	
27/04/2004	-2						
27/05/2004	-4						
22/06/2004	-4						
02/08/2004	6	123,26	1040013672	5/6/2004	4504014931	15/6/2004	
17/09/2004	-2						
17/09/2004	-4						
15/11/2004	6	123,26	1040022864	20/9/2004	4504025151	8/10/2004	
24/11/2004	-4						
04/03/2005	6	123,26	1050003932	9/2/2005	4505004014	11/2/2005	
16/05/2005	-5						
13/06/2005	6	123,26	1050012999	17/5/2005	4505013007	18/5/2005	
30/08/2005	-7						
05/10/2005	4	123,26	1050022380	31/8/2005	4505023299	1/9/2005	
09/12/2005	-2						
10/01/2006	-4						
19/01/2006	2	123,26	1050033003	12/12/2005	4505034619	15/12/2005	
13/02/2006	4	123,26	1060001312	16/1/2006	4506001603	18/1/2006	
03/03/2006	-5						
31/03/2006	6	123,26	1060006258	7/3/2006	4506007112	8/3/2006	
06/06/2006	-4						
25/07/2006	6	123,26	1060016555	8/6/2006	4506017757	12/6/2006	
04/10/2006	-8						
05/10/2006	4			ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ			
21/10/2006	2	123,26	1060029931	6/10/2006	4506032059	17/10/2006	
13/12/2006	-5						
23/01/2007	6	123,26	1060037232	14/12/2006	4506039151	15/12/2006	
21/06/2007	-4						
30/07/2007	4	123,26	1070019805	25/6/2007	4507024960	6/7/2007	
11/03/2008	-4						
29/03/2008	2	123,26	1080007463	17/3/2008	4508010810	19/3/2008	

ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK E 255/07/C/E/33/FF/M 0.197258.Q (625405)

Ημ/νΚαταχ.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΗ / ΤΜΧ	ΑΙΤΗΣΗ		ΕΝΤΟΛΗ	
			ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ
15/12/2001	16					
04/08/2002	-4					
07/08/2002	-8					
08/01/2003	-2					
24/06/2003	-2					
25/06/2003	6	92	1030000311	8/1/2003	4503000603	14/1/2003
02/10/2003	-4					
08/11/2003	6	97	1030017973	1/10/2003	4503019547	14/10/2003
12/11/2003	-4					
03/12/2003	-4					
10/02/2004	24	79	1030019668	29/10/2003	4503021850	14/11/2003
11/02/2004	-8					
04/05/2004	10	79	1040003894	17/2/2004	4504006718	16/3/2004
25/08/2004	-2					
01/09/2004	-4					
23/11/2004	-4					
18/01/2005	-4					
21/01/2005	10	79	1040034192	24/11/2004	4504030499	2/12/2004
11/05/2005	-4					
27/07/2005	6	89	1050012603	12/5/2005	4505013578	25/5/2005
30/08/2005	-4					
01/09/2005	2		ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ			
27/10/2005	-6					
19/12/2005	-4					
23/01/2006	6	89	1050028595	1/11/2005	4505030626	8/11/2005
16/02/2006	-4					
24/03/2006	-4					
31/03/2006	-4					
04/04/2006	-6					
18/05/2006	28	93	1060009939	7/4/2006	4506011125	11/4/2006
25/05/2006	-4					
30/05/2006	4		ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ			
30/05/2006	-4					
24/08/2006	-4					
14/09/2006	-4					
10/11/2006	12	93	1060028172	21/9/2006	4506029277	22/9/2006
16/11/2006	-4					
16/11/2006	-2					
16/11/2006	-2					
13/02/2007	20	93	1060034878	22/11/2006	4506036463	22/11/2006
25/05/2007	-4					
20/08/2007	-2					
10/09/2007	-4					
12/09/2007	-14					
24/10/2007	-2					
27/11/2007	-8					
10/01/2008	-2					
01/02/2008	-4					

ΡΟΥΛΕΜΑΝ "SKF" NU 2217 ECMA (606575)

Ημ/νΚαταχ.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΗ / ΤΜΧ	ΑΙΤΗΣΗ		ΕΝΤΟΛΗ	
			ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΜ/ΝΙΑ
25/1/2008	3	95,25 €	1080000677	9/1/2008	4508000841	9/1/2008
14/12/2007	-3					
07/12/2007	-2					
12/9/2007	5	95,25 €	1070023234	24/7/2007	4507027206	25/7/2007
19/07/2007	-1					
29/6/2007	4	95,25 €	1070016848	31/5/2007	4507020265	31/5/2007
23/05/2007	-2					
09/02/2007	-2					
09/02/2007	-2					
23/1/2007	4	95,25 €	1070000543	8/1/2007	4507000706	9/1/2007
12/12/2006	-2					
01/11/2006	-2					
7/9/2006	7	95,25 €	1050029397	7/11/2005	4505030863	10/11/2005
8/12/2005	1	95,25 €	1050029397	7/11/2005	4505030863	10/11/2005
22/11/2005	-2					
27/07/2005	-3					
27/07/2005	-18					
16/6/2005	18	50,00 €	1040023206	23/9/2004	4504024043	27/9/2004
23/05/2005	-2					
19/5/2005	3	93,30 €	1040033021	11/11/2004	4504029753	25/11/2004
17/2/2005	2	93,30 €	1040033021	11/11/2004	4504029753	25/11/2004
25/01/2005	-2					
11/11/2004	4	80,00 €	1040026893	27/10/2004	4504027722	4/11/2004
29/10/2004	-2					
27/10/2004	-2					
08/10/2004	-2					
04/08/2004	-2					
30/04/2004	-2					
06/02/2004	-2					
4/2/2004	10	84,00 €	1030022868	16/12/2003	4503024586	22/12/2003
31/12/2003	2	110,80 €	1030022907	16/12/2003	4504000114	5/1/2004
22/12/2003	-2					
15/12/2003	-2					
25/11/2003	-2					
25/11/2003	-2					
25/11/2003	-2					
12/11/2003	8	84,00 €	1030006663	4/4/2003	4503006346	5/4/2003
10/10/2003	-1					
25/9/2003	1	84,00 €	1030006663	4/4/2003	4503006346	5/4/2003
21/08/2003	-1					
22/07/2003	-2					
16/5/2003	1	84,00 €	1030006663	4/4/2003	4503006346	5/4/2003
30/4/2003	4	84,00 €	1030005101	13/3/2003	4503005158	19/3/2003
18/04/2003	-1					
8/4/2003	1	84,00 €	1030005101	13/3/2003	4503005158	19/3/2003
04/04/2003	-1					
28/03/2003	-2					
13/03/2003	-1					
28/02/2003	-2					
08/11/2002	-2					
29/10/2002	-2					

30/09/2002	-2					
12/9/2002	12	86,52 €	1020013476	24/7/2002	4502015273	13/8/2002
23/08/2002	-2					
20/7/2002	2	80,72 €	1020004183	7/3/2002	4502006202	2/2/2002
20/04/2002	-4					
27/02/2002	-2					
13/02/2002	-2					
30/01/2002	-2					
09/01/2002	-2					
15/12/2001	12					

ΑΠΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗ

Παράρτημα II Χρονοσειρά Ζήτησης.

Έτος Μήνας	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	639628	626650	639628	626650	639628	626650	639628	626650	639628	626650	639628	626650
Jan	1	24	40	16	6	5	37	24	8	49	8	14
Feb	2	0	14	4	0	0	38	6	24	50	24	15
Mar	3	8	32	5	20	22	39	12	16	51	4	0
Apr	4	0	16	4	12	0	40	6	24	52	10	9
May	5	11	24	7	10	0	41	10	20	53	10	1
Jun	6	7	12	8	10	8	42	8	23	54	4	10
Jul	7	0	23	0	24	0	43	18	10	55	10	10
Aug	8	4	0	4	8	4	44	7	10	56	0	0
Sep	9	8	16	0	68	17	45	16	16	57	0	10
Oct	10	0	0	0	20	0	46	24	32	58	0	0
Nov	11	2	16	0	26	4	47	20	20	59	15	0
Dec	12	0	0	4	8	0	48	30	8	60	0	25

Πίνακας αναδόσεων δακτύων (ΜΑΧΑΛΙΠΙΑ 639628 και 626650)

Πίνακας δακτύων μηνιαίων αναδόσεων.

Πίνακας υλικών τριμηνιαίων αναλώσεων

Τρίμηνο	Έτος	N	ΡΑΟΥΛΟ ΑΠΑΡΑΤ	ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF
1	2002	1	0	0	8
2		2	0	0	4
3		3	0	12	4
4		4	3	0	4
1	2003	5	0	2	5
2		6	0	2	2
3		7	7	0	3
4		8	3	12	11
1	2004	9	4	8	2
2		10	10	0	2
3		11	6	6	2
4		12	4	4	6
1	2005	13	0	4	2
2		14	5	4	2
3		15	7	2	21
4		16	2	10	2
1	2006	17	9	12	0
2		18	4	10	0
3		19	0	8	0
4		20	9	8	4
1	2007	21	0	0	4
2		22	4	4	2
3		23	0	20	1
4		24	0	10	5

Πίνακας υλικών τριμηνιαίων αναλώσεων.

MAXAIPI 639628				MAXAIPI 626650			
Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent	Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
0	5	8,3	8,3	0	30	41,7	41,7
6	3	5,0	13,3	1	3	4,2	45,8
7	1	1,7	15,0	2	1	1,4	47,2
8	5	8,3	23,3	4	9	12,5	59,7
10	4	6,7	30,0	5	2	2,8	62,5
12	4	6,7	36,7	7	2	2,8	65,3
14	2	3,3	40,0	8	6	8,3	73,6
15	1	1,7	41,7	9	1	1,4	75,0
16	7	11,7	53,3	10	8	11,1	86,1
18	2	3,3	56,7	11	1	1,4	87,5
20	7	11,7	68,3	14	1	1,4	88,9
22	1	1,7	70,0	15	1	1,4	90,3
23	2	3,3	73,3	16	2	2,8	93,1
24	7	11,7	85,0	17	1	1,4	94,4
26	2	3,3	88,3	20	1	1,4	95,8
28	1	1,7	90,0	22	1	1,4	97,2
30	2	3,3	93,3	24	1	1,4	98,6
32	2	3,3	96,7	25	1	1,4	100,0
40	1	1,7	98,3				
68	1	1,7	100,0				
Total	60	100,0		Total	72	100,0	

ΡΟΥΛΕΜΑΝ SKF				ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ				ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK			
Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent	Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent	Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
0	3	12,5	12,5	0	10	41,7	41,7	0	6	25,0	25,0
1	1	4,2	16,7	2	1	4,2	45,8	2	3	12,5	37,5
2	8	33,3	50,0	3	2	8,3	54,2	4	4	16,7	54,2
3	1	4,2	54,2	4	4	16,7	70,8	6	1	4,2	58,3
4	5	20,8	75,0	5	1	4,2	75,0	8	3	12,5	70,8
5	2	8,3	83,3	6	1	4,2	79,2	10	3	12,5	83,3
6	1	4,2	87,5	7	2	8,3	87,5	12	3	12,5	95,8
8	1	4,2	91,7	9	2	8,3	95,8	20	1	4,2	100,0
11	1	4,2	95,8	10	1	4,2	100,0	Total	24	100,0	
21	1	4,2	100,0	Total	24	100,0					
Total	24	100,0									

Autocorrelations

Lag	Series: MAXAIPI_639628					Series: MAXAIPI_626650				
	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic			Autocorrelation	Std. Error	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b			Value	df	Sig. ^b
1	-,093	,126	,541	1	,462	-,287	,115	6,179	1	,013
2	,300	,125	6,298	2	,043	-,001	,115	6,179	2	,046
3	,000	,124	6,298	3	,098	,099	,114	6,940	3	,074
4	,160	,123	7,988	4	,092	-,106	,113	7,817	4	,099
5	-,123	,122	9,017	5	,108	,057	,112	8,074	5	,152
6	,049	,120	9,181	6	,164	-,019	,111	8,102	6	,231
7	-,277	,119	14,563	7	,042	,016	,110	8,124	7	,322
8	-,109	,118	15,416	8	,052	,000	,110	8,124	8	,421
9	-,344	,117	24,057	9	,004	-,086	,109	8,751	9	,461
10	,005	,116	24,059	10	,007	,120	,108	9,979	10	,442
11	-,204	,115	27,209	11	,004	-,077	,107	10,502	11	,486
12	-,057	,114	27,459	12	,007	,068	,106	10,917	12	,536
13	-,063	,112	27,770	13	,010	,110	,105	12,012	13	,527
14	,082	,111	28,317	14	,013	-,064	,104	12,391	14	,575
15	,104	,110	29,204	15	,015	,004	,103	12,393	15	,649
16	,061	,109	29,522	16	,021	-,046	,103	12,591	16	,702

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

Lag	Series: PAOYNA AΠIAPAT				Series: POYAEEMAN BLOCK				Series: POYAEEMAN SKF						
	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic	df	Sig. ^b	Autocorrelation	Std. Error	Box-Ljung Statistic	df	Sig. ^b	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic	df	Sig. ^b
1	,010	,192	,003	1	,957	,123	,192	,410	1	,522	-,093	,192	,236	1	,627
2	,105	,188	,317	2	,853	-,204	,188	1,591	2	,451	-,229	,188	1,722	2	,423
3	,277	,183	2,591	3	,459	,074	,183	1,755	3	,625	-,007	,183	1,724	3	,632
4	-,188	,179	3,689	4	,450	-,077	,179	1,939	4	,747	-,089	,179	1,970	4	,741
5	,115	,174	4,121	5	,532	,192	,174	3,146	5	,677	-,053	,174	2,064	5	,840
6	-,160	,170	5,003	6	,543	,192	,170	4,430	6	,619	-,071	,170	2,239	6	,896
7	-,033	,165	5,042	7	,655	-,025	,165	4,452	7	,726	,300	,165	5,542	7	,594
8	-,020	,160	5,058	8	,751	,089	,160	4,759	8	,783	-,138	,160	6,283	8	,616
9	-,324	,155	9,433	9	,398	,055	,155	4,886	9	,844	-,060	,155	6,432	9	,696
10	,173	,150	10,766	10	,376	-,066	,150	5,077	10	,886	-,007	,150	6,434	10	,778
11	-,066	,144	10,972	11	,446	-,021	,144	5,099	11	,926	-,031	,144	6,481	11	,839
12	-,194	,139	12,936	12	,374	-,113	,139	5,766	12	,927	,027	,139	6,518	12	,888
13	-,058	,133	13,125	13	,438	-,211	,133	8,300	13	,823	,009	,133	6,522	13	,925
14	-,277	,127	17,909	14	,211	,038	,127	8,392	14	,868	,120	,127	7,421	14	,917
15	-,091	,120	18,487	15	,238	,117	,120	9,338	15	,859	-,064	,120	7,709	15	,935
16	-,061	,113	18,774	16	,281	-,135	,113	10,752	16	,825					

a. The underlying process assumed is independence (white noise).
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

Seasonal Decomposition							
Series Name: MAXAIPI 639628							
DATE	Original Series	Moving Average Series	Difference of Original Series from Moving Average Series	Seasonal Factor	Seasonally Adjusted Series	Smoothed Trend-Cycle Series	Irregular (Error) Component
JAN 2003	40,000	.	.	,531	39,469	31,779	7,690
FEB 2003	14,000	.	.	-3,865	17,865	29,663	-11,799
MAR 2003	32,000	.	.	,344	31,656	25,432	6,225
APR 2003	16,000	.	.	,094	15,906	21,392	-5,486
MAY 2003	24,000	.	.	-2,906	26,906	20,860	6,046
JUN 2003	12,000	.	.	2,177	9,823	17,455	-7,632
JUL 2003	23,000	16,08	6,917	-,906	23,906	15,770	8,137
AUG 2003	,000	13,25	-13,250	-10,094	10,094	10,230	-,137
SEP 2003	16,000	12,08	3,917	12,531	3,469	6,763	-3,294
OCT 2003	,000	11,08	-11,083	2,781	-2,781	4,145	-6,926
NOV 2003	16,000	10,75	5,250	4,073	11,927	5,409	6,519
DEC 2003	,000	9,58	-9,583	-4,760	4,760	5,573	-,812
JAN 2004	6,000	10,58	-4,583	,531	5,469	7,249	-1,780
FEB 2004	,000	9,67	-9,667	-3,865	3,865	8,723	-4,859
MAR 2004	20,000	10,33	9,667	,344	19,656	12,098	7,558
APR 2004	12,000	14,67	-2,667	,094	11,906	14,059	-2,153
MAY 2004	10,000	16,33	-6,333	-2,906	12,906	15,416	-2,509
JUN 2004	24,000	17,17	6,833	2,177	21,823	16,344	5,479
JUL 2004	12,000	17,83	-5,833	-,906	12,906	20,770	-7,863
AUG 2004	8,000	19,33	-11,333	-10,094	18,094	25,564	-7,470
SEP 2004	68,000	19,83	48,167	12,531	55,469	30,207	25,262
OCT 2004	20,000	19,17	,833	2,781	17,219	26,367	-9,148
NOV 2004	26,000	18,67	7,333	4,073	21,927	22,742	-,815
DEC 2004	8,000	18,67	-10,667	-4,760	12,760	17,351	-4,590
JAN 2005	24,000	17,33	6,667	,531	23,469	16,582	6,887
FEB 2005	6,000	17,83	-11,833	-3,865	9,865	13,168	-3,303
MAR 2005	12,000	17,75	-5,750	,344	11,656	11,432	,225
APR 2005	6,000	13,42	-7,417	,094	5,906	9,170	-3,264
MAY 2005	10,000	13,75	-3,750	-2,906	12,906	10,304	2,602
JUN 2005	8,000	13,25	-5,250	2,177	5,823	11,566	-5,743
JUL 2005	18,000	15,08	2,917	-,906	18,906	13,214	5,692
AUG 2005	7,000	13,75	-6,750	-10,094	17,094	13,675	3,419
SEP 2005	16,000	15,25	,750	12,531	3,469	13,541	-10,072
OCT 2005	24,000	15,58	8,417	2,781	21,219	17,145	4,074
NOV 2005	20,000	17,08	2,917	4,073	15,927	18,964	-3,037
DEC 2005	30,000	17,92	12,083	-4,760	34,760	22,240	12,521
JAN 2006	8,000	19,17	-11,167	,531	7,469	19,916	-12,447
FEB 2006	24,000	18,50	5,500	-3,865	27,865	20,946	6,919
MAR 2006	16,000	18,75	-2,750	,344	15,656	20,098	-4,442
APR 2006	24,000	18,75	5,250	,094	23,906	21,948	1,958
MAY 2006	20,000	19,42	,583	-2,906	22,906	20,527	2,380
JUN 2006	23,000	19,42	3,583	2,177	20,823	19,344	1,479
JUL 2006	10,000	17,58	-7,583	-,906	10,906	15,659	-4,752
AUG 2006	10,000	19,42	-9,417	-10,094	20,094	15,453	4,641
SEP 2006	16,000	19,08	-3,083	12,531	3,469	15,096	-11,627
OCT 2006	32,000	19,42	12,583	2,781	29,219	17,700	11,519
NOV 2006	20,000	19,58	,417	4,073	15,927	18,297	-2,370
DEC 2006	8,000	19,25	-11,250	-4,760	12,760	20,240	-7,479
JAN 2007	30,000	19,17	10,833	,531	29,469	21,916	7,553
FEB 2007	20,000	19,83	,167	-3,865	23,865	23,168	,697
MAR 2007	20,000	20,17	-,167	,344	19,656	22,987	-3,331
APR 2007	26,000	21,17	4,833	,094	25,906	22,059	3,847

MAY 2007	16,000	18,50	-2,500	-2,906	18,906	20,749	-1,843
JUN 2007	22,000	18,83	3,167	2,177	19,823	20,566	-,743
JUL 2007	18,000	19,42	-1,417	-,906	18,906	19,881	-,975
AUG 2007	14,000	.	.	-10,094	24,094	17,564	6,530
SEP 2007	28,000	.	.	12,531	15,469	14,207	1,262
OCT 2007	,000	.	.	2,781	-2,781	11,811	-14,593
NOV 2007	24,000	.	.	4,073	19,927	12,302	7,625
DEC 2007	15,000	.	.	-4,760	19,760	12,547	7,213

Seasonal Decomposition
Series Name:MAXAIPI_626650

DATE	Original Series	Moving Average Series	Difference of Original Series from Moving Average Series	Seasonal Factor	Seasonally Adjusted Series	Smoothed Trend-Cycle Series	Irregular (Error) Component
JAN 2002	24,000	.	.	7,800	16,200	9,187	7,013
FEB 2002	,000	.	.	-1,166	1,166	8,022	-6,856
MAR 2002	8,000	.	.	1,300	6,700	5,692	1,007
APR 2002	,000	.	.	-,133	,133	4,881	-4,748
MAY 2002	11,000	.	.	-1,333	12,333	6,061	6,272
JUN 2002	7,000	.	.	2,700	4,300	5,103	-,803
JUL 2002	,000	5,33	-5,333	-1,988	1,988	4,811	-2,822
AUG 2002	4,000	4,67	-,667	-,250	4,250	4,399	-,149
SEP 2002	8,000	5,00	3,000	,100	7,900	4,671	3,229
OCT 2002	,000	4,75	-4,750	-2,766	2,766	4,103	-1,337
NOV 2002	2,000	5,08	-3,083	-,316	2,316	4,053	-1,737
DEC 2002	,000	4,75	-4,750	-3,950	3,950	4,535	-,585
JAN 2003	16,000	4,83	11,167	7,800	8,200	5,427	2,772
FEB 2003	4,000	4,83	-,833	-1,166	5,166	5,264	-,098
MAR 2003	5,000	4,83	,167	1,300	3,700	5,137	-1,437
APR 2003	4,000	4,17	-,167	-,133	4,133	5,214	-1,081
MAY 2003	7,000	4,17	2,833	-1,333	8,333	5,506	2,827
JUN 2003	8,000	4,00	4,000	2,700	5,300	4,992	,308
JUL 2003	,000	4,33	-4,333	-1,988	1,988	3,700	-1,711
AUG 2003	4,000	3,42	,583	-,250	4,250	2,732	1,517
SEP 2003	,000	3,08	-3,083	,100	-,100	1,782	-1,882
OCT 2003	,000	4,50	-4,500	-2,766	2,766	2,325	,441
NOV 2003	,000	4,17	-4,167	-,316	,316	2,164	-1,848
DEC 2003	4,000	3,58	,417	-3,950	7,950	2,535	5,415
JAN 2004	5,000	3,58	1,417	7,800	-2,800	3,427	-6,228
FEB 2004	,000	3,58	-3,583	-1,166	1,166	5,264	-4,098
MAR 2004	22,000	3,58	18,417	1,300	20,700	7,025	13,674
APR 2004	,000	5,00	-5,000	-,133	,133	5,659	-5,526
MAY 2004	,000	5,00	-5,000	-1,333	1,333	4,172	-2,840
JUN 2004	8,000	5,33	2,667	2,700	5,300	2,992	2,308
JUL 2004	,000	5,00	-5,000	-1,988	1,988	4,811	-2,822
AUG 2004	4,000	5,25	-1,250	-,250	4,250	6,510	-2,260
SEP 2004	17,000	5,25	11,750	,100	16,900	7,893	9,007
OCT 2004	,000	3,42	-3,417	-2,766	2,766	6,548	-3,781
NOV 2004	4,000	3,50	,500	-,316	4,316	4,831	-,515
DEC 2004	,000	3,50	-3,500	-3,950	3,950	2,757	1,193
JAN 2005	8,000	3,50	4,500	7,800	,200	1,538	-1,339
FEB 2005	,000	3,50	-3,500	-1,166	1,166	,709	,457
MAR 2005	,000	4,00	-4,000	1,300	-1,300	,248	-1,548

APR 2005	1,000	2,58	-1,583	-,133	1,133	1,103	,030
MAY 2005	,000	3,42	-3,417	-1,333	1,333	1,950	-,617
JUN 2005	8,000	3,17	4,833	2,700	5,300	3,769	1,530
JUL 2005	,000	3,17	-3,167	-1,988	1,988	4,255	-2,267
AUG 2005	10,000	4,17	5,833	-,250	10,250	5,843	4,406
SEP 2005	,000	4,17	-4,167	,100	-,100	5,448	-5,549
OCT 2005	10,000	4,50	5,500	-2,766	12,766	6,103	6,663
NOV 2005	1,000	5,25	-4,250	-,316	1,316	5,498	-4,181
DEC 2005	,000	6,08	-6,083	-3,950	3,950	5,868	-1,919
JAN 2006	20,000	5,75	14,250	7,800	12,200	5,650	6,550
FEB 2006	,000	6,58	-6,583	-1,166	1,166	5,264	-4,098
MAR 2006	4,000	5,75	-1,750	1,300	2,700	6,025	-3,326
APR 2006	10,000	5,75	4,250	-,133	10,133	6,770	3,363
MAY 2006	10,000	4,92	5,083	-1,333	11,333	7,950	3,383
JUN 2006	4,000	6,17	-2,167	2,700	1,300	6,769	-5,470
JUL 2006	10,000	6,17	3,833	-1,988	11,988	5,588	6,400
AUG 2006	,000	5,67	-5,667	-,250	,250	3,177	-2,927
SEP 2006	,000	6,92	-6,917	,100	-,100	3,782	-3,882
OCT 2006	,000	6,58	-6,583	-2,766	2,766	4,992	-2,226
NOV 2006	16,000	6,50	9,500	-,316	16,316	7,609	8,707
DEC 2006	,000	5,75	-5,750	-3,950	3,950	8,424	-4,474
JAN 2007	14,000	6,25	7,750	7,800	6,200	8,205	-2,006
FEB 2007	15,000	6,25	8,750	-1,166	16,166	7,931	8,235
MAR 2007	,000	6,25	-6,250	1,300	-1,300	6,137	-7,437
APR 2007	9,000	7,08	1,917	-,133	9,133	5,881	3,252
MAY 2007	1,000	7,08	-6,083	-1,333	2,333	5,617	-3,284
JUN 2007	10,000	5,75	4,250	2,700	7,300	6,658	,641
JUL 2007	10,000	7,83	2,167	-1,988	11,988	7,033	4,956
AUG 2007	,000	.	.	-,250	,250	6,066	-5,816
SEP 2007	10,000	.	.	,100	9,900	5,337	4,562
OCT 2007	,000	.	.	-2,766	2,766	6,437	-3,670
NOV 2007	,000	.	.	-,316	,316	10,677	-10,361
DEC 2007	25,000	.	.	-3,950	28,950	12,798	16,152

Seasonal Decomposition
Series Name: ΠΑΟΥΛΑ ΑΠΙΡΑΤ

DATE	Original Series	Moving Average Series	Difference of Original Series from Moving Average Series	Seasonal Factor	Seasonally Adjusted Series	Smoothed Trend-Cycle Series	Irregular (Error) Component
Q1 2002	,000	.	.	-1,294	1,294	-,076	1,369
Q2 2002	,000	.	.	,706	-,706	,169	-,875
Q3 2002	,000	,75	-,750	,081	-,081	,658	-,739
Q4 2002	3,000	,75	2,250	,506	2,494	,944	1,550
Q1 2003	,000	,75	-,750	-1,294	1,294	1,588	-,294
Q2 2003	,000	2,50	-2,500	,706	-,706	2,144	-2,850
Q3 2003	7,000	2,50	4,500	,081	6,919	3,435	3,483
Q4 2003	3,000	3,50	-,500	,506	2,494	4,499	-2,006
Q1 2004	4,000	6,00	-2,000	-1,294	5,294	5,810	-,517
Q2 2004	10,000	5,75	4,250	,706	9,294	6,255	3,039
Q3 2004	6,000	6,00	,000	,081	5,919	5,547	,372
Q4 2004	4,000	5,00	-1,000	,506	3,494	4,277	-,783
Q1 2005	,000	3,75	-3,750	-1,294	1,294	3,588	-2,294
Q2 2005	5,000	4,00	1,000	,706	4,294	3,810	,483

Q3 2005	7,000	3,50	3,500	,081	6,919	4,880	2,039
Q4 2005	2,000	5,75	-3,750	,506	1,494	5,166	-3,672
Q1 2006	9,000	5,50	3,500	-1,294	10,294	5,255	5,039
Q2 2006	4,000	3,75	,250	,706	3,294	4,477	-1,183
Q3 2006	,000	5,50	-5,500	,081	-,081	3,880	-3,961
Q4 2006	9,000	3,25	5,750	,506	8,494	3,833	4,661
Q1 2007	,000	3,25	-3,250	-1,294	1,294	3,033	-1,739
Q2 2007	4,000	3,25	,750	,706	3,294	2,255	1,039
Q3 2007	,000	1,00	-1,000	,081	-,081	,902	-,983
Q4 2007	,000	.	.	,506	-,506	,226	-,732

Seasonal Decomposition
Series Name :POYAEMAN BLOCK

DATE	Original Series	Moving Average Series	Difference of Original Series from Moving Average Series	Seasonal Factor	Seasonally Adjusted Series	Smoothed Trend-Cycle Series	Irregular (Error) Component
Q1 2002	,000	.	.	86,6	,000	3,373	,000
Q2 2002	,000	.	.	81,7	,000	3,501	,000
Q3 2002	12,000	3,00	400,0	114,2	10,504	3,758	2,795
Q4 2002	,000	3,50	,0	117,5	,000	3,120	,000
Q1 2003	2,000	4,00	50,0	86,6	2,311	2,481	,931
Q2 2003	2,000	1,00	200,0	81,7	2,448	2,464	,994
Q3 2003	,000	4,00	,0	114,2	,000	4,097	,000
Q4 2003	12,000	5,50	218,2	117,5	10,211	5,730	1,782
Q1 2004	8,000	5,00	160,0	86,6	9,242	5,933	1,558
Q2 2004	,000	6,50	,0	81,7	,000	4,734	,000
Q3 2004	6,000	4,50	133,3	114,2	5,252	4,047	1,298
Q4 2004	4,000	3,50	114,3	117,5	3,404	3,873	,879
Q1 2005	4,000	4,50	88,9	86,6	4,621	4,163	1,110
Q2 2005	4,000	3,50	114,3	81,7	4,897	4,372	1,120
Q3 2005	2,000	5,00	40,0	114,2	1,751	5,617	,312
Q4 2005	10,000	7,00	142,9	117,5	8,510	8,211	1,036
Q1 2006	12,000	8,50	141,2	86,6	13,863	10,205	1,358
Q2 2006	10,000	10,00	100,0	81,7	12,242	10,420	1,175
Q3 2006	8,000	9,50	84,2	114,2	7,003	8,108	,864
Q4 2006	8,000	6,50	123,1	117,5	6,808	5,730	1,188
Q1 2007	,000	5,00	,0	86,6	,000	5,324	,000
Q2 2007	4,000	8,00	50,0	81,7	4,897	7,225	,678
Q3 2007	20,000	8,50	235,3	114,2	17,507	10,304	1,699
Q4 2007	10,000	.	.	1,138	8,862	12,654	-3,792

Seasonal Decomposition							
Series Name: POYAEMAN SKF							
DATE	Original Series	Moving Average Series	Difference of Original Series from Moving Average Series	Seasonal Factor	Seasonally Adjusted Series	Smoothed Trend-Cycle Series	Irregular (Error) Component
Q1 2002	8,000	.	.	-1,079	9,079	6,610	2,469
Q2 2002	4,000	.	.	-1,929	5,929	5,874	,056
Q3 2002	4,000	5,00	-1,000	1,388	2,612	4,401	-1,789
Q4 2002	4,000	4,25	-,250	1,621	2,379	3,820	-1,441
Q1 2003	5,000	3,75	1,250	-1,079	6,079	3,898	2,181
Q2 2003	2,000	3,50	-1,500	-1,929	3,929	4,325	-,396
Q3 2003	3,000	5,25	-2,250	1,388	1,612	4,512	-2,900
Q4 2003	11,000	4,50	6,500	1,621	9,379	5,042	4,337
Q1 2004	2,000	4,50	-2,500	-1,079	3,079	4,231	-1,152
Q2 2004	2,000	4,25	-2,250	-1,929	3,929	3,659	,270
Q3 2004	2,000	3,00	-1,000	1,388	,612	2,735	-2,122
Q4 2004	6,000	3,00	3,000	1,621	4,379	3,153	1,226
Q1 2005	2,000	3,00	-1,000	-1,079	3,079	5,120	-2,041
Q2 2005	2,000	7,75	-5,750	-1,929	3,929	6,881	-2,952
Q3 2005	21,000	6,75	14,250	1,388	19,612	7,957	11,656
Q4 2005	2,000	6,25	-4,250	1,621	,379	5,375	-4,996
Q1 2006	,000	5,75	-5,750	-1,079	1,079	2,898	-1,819
Q2 2006	,000	,50	-,500	-1,929	1,929	,881	1,048
Q3 2006	,000	1,00	-1,000	1,388	-1,388	1,179	-2,567
Q4 2006	4,000	2,00	2,000	1,621	2,379	2,264	,115
Q1 2007	4,000	2,50	1,500	-1,079	5,079	2,898	2,181
Q2 2007	2,000	2,75	-,750	-1,929	3,929	2,992	,937
Q3 2007	1,000	3,00	-2,000	1,388	-,388	2,307	-2,694
Q4 2007	5,000	.	.	1,621	3,379	1,964	1,415

Παράρτημα III Μεταβλητές Ελέγχου.

MAXAIPI 639628 Xt

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
1	6	6,0	6,0
2	2	2,0	8,0
4	5	5,0	13,0
6	1	1,0	14,0
7	10	10,0	24,0
8	3	3,0	27,0
10	5	5,0	32,0
11	2	2,0	34,0
12	1	1,0	35,0
13	4	4,0	39,0
14	9	9,0	48,0
16	1	1,0	49,0
17	4	4,0	53,0
18	2	2,0	55,0
19	2	2,0	57,0
20	2	2,0	59,0
21	2	2,0	61,0
22	5	5,0	66,0
23	3	3,0	69,0
24	4	4,0	73,0
25	1	1,0	74,0
26	1	1,0	75,0
27	1	1,0	76,0
28	6	6,0	82,0
31	2	2,0	84,0
35	2	2,0	86,0
37	1	1,0	87,0
38	2	2,0	89,0
39	2	2,0	91,0
41	1	1,0	92,0
42	1	1,0	93,0
46	2	2,0	95,0
48	1	1,0	96,0
51	1	1,0	97,0
55	1	1,0	98,0
58	1	1,0	99,0
71	1	1,0	100,0
Total	100	100,0	

MAXAIPI 626650 Xt

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
1	1	1,9	1,9
2	2	3,8	5,8
3	1	1,9	7,7
9	1	1,9	9,6
12	1	1,9	11,5
13	2	3,8	15,4
14	2	3,8	19,2
15	1	1,9	21,2
16	2	3,8	25,0
17	1	1,9	26,9
20	1	1,9	28,8
22	1	1,9	30,8
25	1	1,9	32,7
26	2	3,8	36,5

27	2	3,8	40,4
28	2	3,8	44,2
32	1	1,9	46,2
33	1	1,9	48,1
35	1	1,9	50,0
36	1	1,9	51,9
37	1	1,9	53,8
38	1	1,9	55,8
43	1	1,9	57,7
47	1	1,9	59,6
49	3	5,8	65,4
52	1	1,9	67,3
54	2	3,8	71,2
55	1	1,9	73,1
60	1	1,9	75,0
66	3	5,8	80,8
67	1	1,9	82,7
69	1	1,9	84,6
71	1	1,9	86,5
73	1	1,9	88,5
75	1	1,9	90,4
76	1	1,9	92,3
83	1	1,9	94,2
87	1	1,9	96,2
119	1	1,9	98,1
136	1	1,9	100,0
Total	52	100,0	

ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ Χt

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
2	2	10,0	10,0
23	1	5,0	15,0
26	1	5,0	20,0
30	1	5,0	25,0
32	1	5,0	30,0
52	1	5,0	35,0
60	1	5,0	40,0
68	1	5,0	45,0
70	1	5,0	50,0
86	1	5,0	55,0
87	1	5,0	60,0
95	1	5,0	65,0
101	1	5,0	70,0
106	1	5,0	75,0
110	1	5,0	80,0
120	1	5,0	85,0
173	1	5,0	90,0
190	1	5,0	95,0
268	1	5,0	100,0
Total	20	100,0	

ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK Χt

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
2	1	3,8	3,8
4	1	3,8	7,7

7	2	7,7	15,4
21	3	11,5	26,9
34	1	3,8	30,8
36	1	3,8	34,6
41	1	3,8	38,5
42	1	3,8	42,3
51	1	3,8	46,2
53	1	3,8	50,0
56	1	3,8	53,8
58	1	3,8	57,7
59	1	3,8	61,5
63	1	3,8	65,4
70	1	3,8	69,2
83	1	3,8	73,1
87	1	3,8	76,9
91	1	3,8	80,8
100	1	3,8	84,6
111	1	3,8	88,5
113	1	3,8	92,3
190	1	3,8	96,2
196	1	3,8	100,0
Total	26	100,0	

POYAEEMAN SKF Xt

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
2	1	4,8	4,8
7	2	9,5	14,3
19	1	4,8	19,0
20	1	4,8	23,8
41	1	4,8	28,6
46	2	9,5	38,1
50	1	4,8	42,9
57	1	4,8	47,6
59	1	4,8	52,4
65	2	9,5	61,9
84	1	4,8	66,7
88	1	4,8	71,4
96	1	4,8	76,2
103	1	4,8	81,0
118	2	9,5	90,5
141	1	4,8	95,2
344	1	4,8	100,0
Total	21	100,0	

MAXAPI 639628 Xld

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
3	1	12,5	12,5
45	1	12,5	25,0
47	1	12,5	37,5
91	1	12,5	50,0
108	1	12,5	62,5
119	1	12,5	75,0
126	1	12,5	87,5
127	1	12,5	100,0
Total	8	100,0	

MAXAIPI 626650 Xld

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
3	1	4,2	4,2
16	1	4,2	8,3
22	1	4,2	12,5
29	1	4,2	16,7
34	1	4,2	20,8
56	1	4,2	25,0
60	1	4,2	29,2
79	1	4,2	33,3
84	1	4,2	37,5
85	1	4,2	41,7
89	1	4,2	45,8
91	1	4,2	50,0
94	1	4,2	54,2
108	1	4,2	58,3
123	1	4,2	62,5
124	1	4,2	66,7
129	1	4,2	70,8
133	1	4,2	75,0
135	1	4,2	79,2
142	1	4,2	83,3
144	1	4,2	87,5
157	1	4,2	91,7
166	1	4,2	95,8
215	1	4,2	100,0
Total	24	100,0	

ΡΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ Xld

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
4	1	6,2	6,2
21	2	12,5	18,8
23	1	6,2	25,0
24	1	6,2	31,2
26	2	12,5	43,8
30	1	6,2	50,0
34	1	6,2	56,2
35	1	6,2	62,5
36	1	6,2	68,8
38	1	6,2	75,0
39	1	6,2	81,2
43	1	6,2	87,5
48	1	6,2	93,8
67	1	6,2	100,0
Total	16	100,0	

ΡΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK Xld

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
25	1	10,0	10,0

37	1	10,0	20,0
49	2	20,0	40,0
50	1	10,0	50,0
63	1	10,0	60,0
76	1	10,0	70,0
83	1	10,0	80,0
88	1	10,0	90,0
162	1	10,0	100,0
Total	10	100,0	

ΠΟΥΛΕΜΑΝ SKF Xid

Valid	Frequency	Percent	Cumulative Percent
7	2	6,2	6,2
14	1	3,1	9,4
15	2	6,2	15,6
16	1	3,1	18,8
20	2	6,2	25,0
28	1	3,1	28,1
29	1	3,1	31,2
30	2	6,2	37,5
41	2	6,2	43,8
42	2	6,2	50,0
44	2	6,2	56,2
49	1	3,1	59,4
84	2	6,2	65,6
168	2	6,2	71,9
173	2	6,2	78,1
175	2	6,2	84,4
221	2	6,2	90,6
262	2	6,2	96,9
301	1	3,1	100,0
Total	32	100,0	

Statistics					
	MAXAIPI 626650	MAXAIPI 639628	ΠΑΟΥΛΑ ΑΠΑΡΑΤ	ΠΟΥΛΕΜΑΝ BLOCK	ΠΟΥΛΕΜΑΝ SKF
N Valid	2154	1935	1702	1942	2166
Missing	12	231	464	224	0
Mean	,19	,55	,05	,07	,04
Std. Error of Mean	,028	,063	,011	,015	,012
Median	,00	,00	,00	,00	,00
Mode	0	0	0	0	0
Std. Deviation	1,299	2,770	,468	,646	,537
Variance	1,689	7,675	,219	,417	,288
Skewness	8,191	7,400	11,157	11,497	29,188
Std. Error of Skewness	,053	,056	,059	,056	,053
Kurtosis	76,380	82,978	136,476	168,544	1085,429
Std. Error of Kurtosis	,105	,111	,119	,111	,105
Range	20	52	8	14	21
Minimum	0	0	0	0	0
Maximum	20	52	8	14	21
Sum	400	1068	81	142	96





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000105994

Δημητρίου, Ανδρέας Ν.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Συμπεριφορά εφοδιαστικής

ΤΙΤΛΟΣ

αλυσίδας: έλεγχος & διαχείριση...

ΛΗΞΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΑΝΕΙΖΟΜΕΝΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: 24210 74760-61 06300



