



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ
ΕΡΕΥΝΑΣ

Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και Υλικών για Έργα Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

Διπλωματική

Δανάη- Σπυριδούλα Αυγερινού

Επιβλέπων Καθηγητής: Ηλίας Τατσιόπουλος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων: Σωτήρης Γκαγιαλής, Ε.ΔΙ.Π. Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2015



(Η σελίδα αυτή έμεινε σκόπιμα λευκή)



Περιεχόμενα

Έποψη	7
1. Εισαγωγή	8
1.1. Το πρόβλημα διαχείρισης των ανταλλακτικών	8
1.2. Αντικείμενο και Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας.....	10
2. Θεωρητικό Υπόβαθρο	11
2.1. Είδη Κατηγοριοποιήσεων	11
2.1.1. Στόχοι.....	11
2.1.2. Τρόποι	11
2.2. Τεχνικές πρόβλεψης.....	15
2.2.1. Χρονοσειρές	15
2.2.2. Γραμμική Παλινδρόμηση (Συσχετίσεις)	21
2.2.3. Στατιστικές κατανομές	24
3. Μεθοδολογική Προσέγγιση	25
4. Παρουσίαση και Αξιολόγηση Τρόπου Πρόβλεψης Ζήτησης Υπάρχοντος Συστήματος. 26	
4.1. Σύντομη Περιγραφή.....	26
4.2. Παρουσίαση Τρόπου Πρόβλεψης.....	30
4.3. Κριτική.....	31
6. Κατηγοριοποίηση	33
6.1. Ανταλλακτικά για Έργα Λειτουργίας και Συντήρησης.....	33
6.1.1. ABC Ανάλυση για Αξία	33
6.1.2. Κατηγοριοποίηση Ζήτησης με Χρήση Συντελεστών ADI και CV ²	44
6.1.3. ABC Ανάλυση για Κίνηση	47
6.2. Υλικά για Έργα Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου.....	51
6.2.1. ABC Ανάλυση	51
6.2.2. Κατηγοριοποίηση με βάση τη φύση της ζήτησης.....	51
7. Εφαρμογή Μεθόδων Πρόβλεψης	55
7.1. Ανταλλακτικά για Έργα Λειτουργίας και Συντήρησης.....	55
7.1.1. Γενικά.....	55
7.1.2. Επιλογή και Εφαρμογή Μεθόδων Πρόβλεψης	56
7.2. Υλικά για Έργα Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δικτύου	78
7.2.1. Γενικά.....	78
7.2.2. Συσχετίσεις	79
7.2.3. Στατιστικές κατανομές	88



7.2.4. Σταθερή ζήτηση	90
8. Παρουσίαση Προτάσεων και Συμπερασμάτων.....	91
8.1. Αποτελέσματα και Προτάσεις.....	91
8.2. Επιμέρους Προτάσεις.....	92
8.3. Προοπτικές και Μελλοντικές Προεκτάσεις	93
Παράρτημα.....	95
Παράρτημα 1: Θεωρία Σφαλμάτων.....	95
Παράρτημα 2:Πίνακας Μεγάλων Σφαλμάτων που Παρατηρήθηκαν κατά τη Σύγκριση των ετών 2012-2013 με την Υφιστάμενη Μέθοδο Πρόβλεψης.....	98
Παράρτημα 3:Πίνακας Μεγάλων Σφαλμάτων που Παρατηρήθηκαν κατά τη Σύγκριση των ετών 2013-2014 με την Υφιστάμενη Μέθοδο Πρόβλεψη	101
Παράρτημα 4: Πίνακας Αποτελεσμάτων ABCΑνάλυσης για Υλικά Τμήματος Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου	108
Παράρτημα 5: Πίνακας ABCΑνάλυσης για Υλικά Κατηγορία Β και C, με Υψηλή, Μέση και Χαμηλή Κίνηση	111
Βιβλιογραφία	114



Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Κατηγορία Σύνδεσης και Ενεργοποίησης A (Assets)	27
Πίνακας 2: Κατηγορία Επιδιόρθωσης C (Corrective Maintenance)	27
Πίνακας 3: Κατηγορία Αιτημάτων Πελατών L (AfterSalesSupport).....	28
Πίνακας 4: ABC Ανάλυση- Συνολικό Κόστος	35
Πίνακας 5: ABC Ανάλυση- Φθίνουσα Σειρά	36
Πίνακας 6: ABC Ανάλυση- Σωρευτικό Κόστος	37
Πίνακας 7: ABC Ανάλυση- Σωρευτικό Ποσοστό.....	38
Πίνακας 8: ABC Ανάλυση- Χαρακτηρισμός ως προς Κατηγορία.....	39
Πίνακας 9: ABC Ανάλυση- Χαρακτηρισμός ως προς Κατηγορία.....	40
Πίνακας 10: Μεθοδολογία για εύρεση συντελεστών ADI&CV ²	44
Πίνακας 11: Υλικά με Προβλέψιμη Ζήτηση	46
Πίνακας 12: Διαδικασία ADIDA.....	57
Πίνακας 14: Στατιστικά Στοιχεία για Εύρεση Σχέσης Παλινδρόμησης.....	58
Πίνακας 13: Τρόπος Πρόβλεψης Υλικών Κατηγορίας A	59
Πίνακας 15: Ανάλυση Διακύμανσης.....	62
Πίνακας 16: Διαδικασία Μεθόδου Croston για Υλικά Κατηγορίας A.....	63
Πίνακας 17: Διαδικασία Μεθόδου SBA για Υλικά Κατηγορίας A	64
Πίνακας 18: Σύγκριση Μεθόδων Croston&SBA για Υλικά Κατηγορίας A.....	65
Πίνακας 19: Πρόβλεψη Ζήτησης με Απλή Εκθετική Εξομάλυνση	67
Πίνακας 20: Πρόβλεψη Ζήτησης Υλικών Υψηλής Κίνησης.....	70
Πίνακας 21: Πρόβλεψη Ζήτησης Υλικών Μέσης Κίνησης	73
Πίνακας 22: Διαδικασία Μεθόδου Croston για Υλικά Χαμηλής Κίνησης.....	74
Πίνακας 23: Διαδικασία Μεθόδου SBA για Υλικά Χαμηλής Κίνησης	75
Πίνακας 24: Σύγκριση Μεθόδων Croston και SBA για Υλικά Χαμηλής Κίνησης	76
Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά Σωλήνων Έργων Επέκτασης Δικτύου.....	79
Πίνακας 26: Συσχετίσεις για Κωδικό Υλικού 121105	81
Πίνακας 27: Τιμές Συντελεστής R	82
Πίνακας 28: Αποτελέσματα Συντελεστών Τελικής Εξίσωσης	83
Πίνακας 29: Τεστ Κανονικότητας.....	85
Πίνακας 30: Ανταλλακτικά με Ζήτηση που Περιγράφεται από Εξίσωση Συσχέτισης	87
Πίνακας 31: Στατιστικά Μεγέθη.....	88
Πίνακας 32: Ανταλλακτικά που ακολουθούν κατανομή Weibull.....	90
Πίνακας 33: Ανταλλακτικά που ακολουθούν σταθερή ζήτηση	90
Πίνακας 34: Σύνοψη προτεινόμενων μεθόδων πρόβλεψης ανά περίπτωση.....	94



Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα ABC Ανάλυση	12
Σχήμα 2: Σχέση μεταξύ συντελεστών ADI και CV^2 με τη Ζήτηση	13
Σχήμα 3: Οριζόντιο Μοτίβο	15
Σχήμα 4: Μοτίβο Τάσης.....	16
Σχήμα 5: Εποχικό Μοτίβο	16
Σχήμα 6: Κυκλικό Μοτίβο	17
Σχήμα 7: Γραμμική Παλινδρόμηση	22
Σχήμα 8: Διαδικασία που Ακολουθήθηκε για την Διπλωματική	25
Σχήμα 9: Κόστους ανά Κωδικό Υλικού	41
Σχήμα 10: Κόστους ανά Κωδικό Υλικού Κατηγορία Α.....	42
Σχήμα 11: Σωρευτικό Κόστος ανά Κωδικό Υλικού	43
Σχήμα 12: Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού	48
Σχήμα 13: Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού Υψηλής Κίνησης.....	49
Σχήμα 14: Σωρευτική Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού.....	50
Σχήμα 15: Κόστος ανά Κωδικό Υλικού	52
Σχήμα 16: Κόστος ανά Κωδικό Υλικού για Κατηγορία Α.....	53
Σχήμα 17: Σωρευτικό Κόστος ανά Κωδικό Υλικού	54
Σχήμα 18: Διαδικασία Διαχωρισμού Υλικών για Πρόβλεψη Ζήτησης.....	56
Σχήμα 19: Χρονοσειρά με Τάση και Εποχικότητα	58
Σχήμα 20: Πρόβλεψη Ζήτησης Χρονοσειράς με Τάση και Εποχικότητα	62
Σχήμα 21: Αποτέλεσμα Πρόβλεψης Ζήτησης με Μέθοδο Croston	66
Σχήμα 22: Αποτέλεσμα Πρόβλεψης Ζήτησης με Εκθετική Εξομάλυνση.....	69
Σχήμα 23: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Υψηλής Κίνησης	72
Σχήμα 24: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Μέσης Κίνησης	73
Σχήμα 25: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Χαμηλής Κίνησης.....	77
Σχήμα 26: Διαδικασία Διαχωρισμού Υλικών για Πρόβλεψη Ζήτησης.....	78
Σχήμα 28: Διάγραμμα Διασποράς Ποσότητας με Μήκος Σωλήνα	80
Σχήμα 29: Ιστόγραμμα Κανονικότητας Σφαλμάτων	84
Σχήμα 30: P- PPlot Κανονικότητας Σφαλμάτων	84
Σχήμα 31: Ομοσκεδασιμότητα Σφαλμάτων	85
Σχήμα 32: Ανεξαρτησία Σφαλμάτων	86
Σχήμα 33: Ιστόγραμμα Συχνοτήτων	89
Σχήμα 34: Q-QPlot.....	89



Έποψη

Η Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α.) Αττικής Α.Ε., η οποία δραστηριοποιείται στον τομέα παροχής και διανομής φυσικού αερίου, διαχειρίζεται ένα μεγάλο σε μήκος δίκτυο αγωγών φυσικού αερίου, ενώ ταυτόχρονα είναι υπεύθυνη για έργα που αφορούν την συντήρηση και την επέκταση αυτού του δικτύου. Τα έργα αυτά, είναι υπό την ευθύνη όχι μόνο της εταιρίας, αλλά και εργολάβων, οπότε η Ε.Π.Α. Αττικής βρίσκει την ανάγκη στην άμεση εξυπηρέτηση των έργων, προκειμένου να μην υπάρχουν καθυστερήσεις, ενώ παράλληλα επιθυμεί την μείωση των τηρούμενων αποθεμάτων σε ανταλλακτικά. Για την υλοποίηση των προϋποθέσεων αυτών, χρειάζονται ικανά εργαλεία πρόβλεψης αναλώσεων. Η εταιρία έχει προχωρήσει στη διαμόρφωση τέτοιων εργαλείων, μέσω των οποίων γίνεται προσπάθεια μείωσης του κόστους που προσδίδουν τα αποθέματα, χωρίς όμως να επηρεαστεί η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών. Σκοπός της διπλωματικής είναι ο έλεγχος του υφιστάμενου συστήματος πρόβλεψης αλλά και η εύρεση προηγμένων μεθόδων πρόβλεψης τόσο για την αποτελεσματική εκτέλεση της κατασταλτικής συντήρησης (επιθεωρήσεις) όσο και για την εξυπηρέτηση των έργων με ταυτόχρονο περιορισμό των αποθεμάτων. Ειδικά η εξυπηρέτηση των έργων είναι σημαντική για την εταιρεία καθώς η όποια καθυστέρηση με ευθύνη της ΕΠΑ επιφέρει οικονομικές ρήτρες.

Κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, λήφθηκε υπόψη η διαφορετικότητα των υλικών με βάση κάποια χαρακτηριστικά όπως η αξία, η κίνηση και η φύση της ζήτησης, προκειμένου να ομαδοποιηθούν και να διαχειριστούν με όμοιο τρόπο. Αναλυτικότερα, για τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται σε έργα συντήρησης, γίνεται μια ABC Ανάλυση Αξίας. Τα υλικά της κατηγορίας Α, διαχωρίζονται σε υλικά με ασταθή, ακανόνιστη, διακοπτόμενη και προβλεπόμενη ζήτηση, με τη χρήση των συντελεστών ADI και CV^2 . Στη συνέχεια με χρήση της μεθόδου ADIDA, γίνεται προσπάθεια προσέγγισης όλων των κατηγοριών ζήτησης σε προβλεπόμενη ζήτηση, με χρήση κατάλληλης χρονικής περιόδου. Τα υλικά των κατηγοριών Β και C διαχωρίζονται ως προς την κίνηση με τη χρήση της ABCΑνάλυση Κίνησης. Για την πρόβλεψη της ζήτησης των ανταλλακτικών για έργα συντήρησης, χρησιμοποιούνται μοντέλα εποχικότητας, εάν εμφανίζεται, εκθετική εξομάλυνση και γίνεται χρήση μεθόδου Croston εάν η ζήτηση είναι διακοπτόμενη και χαμηλής κίνησης.

Για τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε έργα ανάπτυξης δικτύου, αφού γίνει η ABC Ανάλυση Αξίας, εξετάζεται η φύση της ζήτησης αν δηλαδή είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη. Για τα υλικά με εξαρτημένη ζήτηση, βρέθηκε η σχέση που συνδέει την ανάλωση του υλικού με το μήκος των αγωγών προς επέκταση με χρήση της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ για τα υλικά με ανεξάρτητη ζήτηση μελετήθηκαν στατιστικές κατανομές, σταθερότητα ζήτησης και μέσος όρος.

Τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας παραδίδονται στην επιχείρηση με σκοπό την εφαρμογή.

Λέξεις κλειδιά: Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών, Διακοπτόμενη Ζήτηση, Γραμμική Παλινδρόμηση

1. Εισαγωγή

1.1. Το πρόβλημα διαχείρισης των ανταλλακτικών

Υπάρχουν δυο είδη προβλημάτων (Manzi, Regattieri, Pham, & Ferrari, 2010) τα οποία μια εταιρία μπορεί να κληθεί να αντιμετωπίσει όταν είναι υπεύθυνη να διαχειριστεί τη ζήτηση ανταλλακτικών στην αποθήκη, το κόστος έλλειψης του υλικού και το κόστος διατήρησης μεγάλου αποθέματος. Εάν το απαραίτητο για την εργασία υλικό είναι διαθέσιμο στην αποθήκη της εταιρίας, η χρονική διάρκεια για τη συλλογή του είναι μόλις λίγα λεπτά. Αντίθετα, εάν το υλικό δεν υπάρχει μπορεί να καθυστερήσει από τον προμηθευτή μέρες ή ακόμα και εβδομάδες. Η έλλειψη του ανταλλακτικού λοιπόν, οδηγεί σε αργοπορία του έργου, οπότε και μεγάλο κόστος.

Ακόμα, το μεγαλύτερο πλήθος των ανταλλακτικών είναι ακριβά, οπότε η εταιρία παίρνει μεγάλο οικονομικό ρίσκο να διατηρεί μεγάλα αποθέματα από τα ανταλλακτικά. Δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθούν ή και όχι οπότε η αποθήκευσή τους δημιουργεί αβεβαιότητα. Άρα η διαχείριση των ανταλλακτικών πρέπει να λάβει υπ' όψιν δυο αντικρουόμενους παράγοντες, το κόστος αποθήκευσης και το κόστος έλλειψης του υλικού. Στόχος λοιπόν είναι να καθοριστεί ο βέλτιστος συνδυασμός ειδών υλικών και ποσότητας, που η εταιρία πρέπει να διαθέτει.

Προκειμένου να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα, ως πρώτο βήμα χρειάζεται να γίνει πρόβλεψη του πλήθους των υλικών που η επιχείρηση θα χρησιμοποιήσει στο μέλλον. Στη συνέχεια, η εταιρία είναι απαραίτητο να κάνει οικονομική διαχείριση των υλικών στην αποθήκη.

Όσον αφορά τον χαρακτηρισμό των ανταλλακτικών (Huiskonen, 2001), υπάρχουν τρία κριτήρια μέσω των οποίων μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την συμπεριφορά των ανταλλακτικών:

- Κρισιμότητα
- Μοτίβο Ζήτησης
- Αξία

Η κρισιμότητα ενός υλικού σχετίζεται με τις επιπτώσεις που θα έχει η αποτυχία του ανταλλακτικού στο έργο, σε περίπτωση που η αντικατάστασή του δεν είναι εγκαίρως διαθέσιμη. Τέτοιου είδους κρισιμότητα, ονομάζεται κρισιμότητα επί της διαδικασίας, και μπορεί να κάνει ακόμα και την ABC Ανάλυση εργαλείο ανεπαρκές. Για το κριτήριο της κρισιμότητας πρέπει να οριστούν μερικοί βαθμιαίοι χαρακτηρισμοί. Μια προσέγγιση θα μπορούσε να σχετίσει τη κρισιμότητα με τη διάρκεια επίλυσης του προβλήματος έλλειψης. Με βάση τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να προτείνουμε τρεις διαφορετικούς χαρακτηρισμούς ως προς την κρισιμότητα:

1. Το πρόβλημα πρέπει να διορθωθεί και το ανταλλακτικό πρέπει να προμηθευτεί άμεσα
2. Το πρόβλημα είναι υποφερτό με προσωρινές διευθετήσεις για ένα μικρό χρονικό διάστημα, κατά τη διάρκεια του οποίου να προμηθευτεί το υλικό
3. Το πρόβλημα δεν είναι κρίσιμο για τη διαδικασία και μπορεί να διορθωθεί. Τα ανταλλακτικά μπορούν να προμηθευτούν μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα.



Ένα άλλο κριτήριο κρισιμότητας είναι η κρισιμότητα επί του ελέγχου, που αναφέρεται στη δυνατότητα να ρυθμιστεί ένα γεγονός. Αυτό περιλαμβάνει την πρόβλεψη αδυναμιών/ προβλημάτων, διαθεσιμότητα ανταλλακτικών και άλλα.

Το μοτίβο της ζήτησης είναι ένα ακόμα σημαντικό κριτήριο, το οποίο περιλαμβάνει τον όγκο και την πρόβλεψη της ζήτησης. Ειδικά στη μελέτη διαχείρισης ανταλλακτικών έχει παρατηρηθεί πως υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος υλικών τα οποία έχουν μικρή και άτακτη ζήτηση. Το γεγονός αυτό κάνει τη διαχείριση των υλικών δύσκολη και ειδικά όταν συνδυάζεται με άλλα χαρακτηριστικά, όπως υψηλό κόστος και μεγάλη κρισιμότητα, οδηγούν σε στρατηγικές διατήρησης μεγάλου αποθέματος ασφαλείας προκειμένου να ανταπεξέλθει το σύστημα σε απρόβλεπτες καταστάσεις.

Η δυνατότητα να γίνει πρόγνωση της ζήτησης σχετίζεται με την αδυναμία ή όχι να αναγνωριστεί ένα μοτίβο στη ζήτηση μέσω της στατιστικής. Είναι χρήσιμο λοιπόν να χωρίσουμε τα υλικά σε σχέση με την ικανότητα πρόβλεψής τους σε δυο κατηγορίες: υλικά με τυχαία ζήτηση και υλικά με μοτίβο στη ζήτηση.

Η αξία ενός ανταλλακτικού χρησιμοποιείται πολύ συχνά ως κριτήριο που χαρακτηρίζει τα υλικά, μάλιστα προϊόντα με μεγάλη αξία αποφεύγονται να διατηρούνται σε υψηλό απόθεμα. Από την άλλη μεριά, υλικά με χαμηλή τιμή πρέπει να αναπληρώνονται με τρόπο τέτοιο ώστε το κόστος διαχείρισης τους να μην αυξάνεται αδικαιολόγητα σε σχέση με την μοναδιαία αξία του ανταλλακτικού.

Με βάση όλη την παραπάνω ανάλυση για τα κριτήρια που χαρακτηρίζουν τα υλικά, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν δυο ξεχωριστές ομαδοποιήσεις των υλικών με βάση τα χαρακτηριστικά τους αυτά. Ο λόγος που επιλέγουμε να ομαδοποιήσουμε τα υλικά σε διάφορες κατηγορίες είναι για ευκολία στη διαχείριση τους. Προϊόντα που ανήκουν στην ίδια κατηγορία παρουσιάζουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά και έτσι είναι εύκολο να ακολουθηθεί ένας κοινός τρόπος αντιμετώπισης τους.

Η πιο διαδεδομένη ίσως κατηγοριοποίηση που ακολουθείται για τη διαχείριση των αποθεμάτων είναι η ABC-Ανάλυση σύμφωνα με τον Pareto. Η μέθοδος αυτή είναι εύκολη στη διαχείριση και συνδυάζει δύο από τα παραπάνω κριτήρια, την αξία και τη ζήτηση των ανταλλακτικών. Μέσω αυτή της ανάλυσης μπορούμε υλικά που έχουν διαφορετική τιμή και μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους στον όγκο της ζήτησης να τα ομαδοποιήσουμε και να ανακαλύψουμε πως δεν διαφέρουν ιδιαίτερα. Βέβαια, η μέθοδος αυτή μπορεί να μην είναι αρκετή, καθώς ο όγκος της ζήτησης και η αξία δεν χαρακτηρίζουν εξολοκλήρου ένα ανταλλακτικό.

Σε αντίθεση με την συμπεριφορά άλλων υλικών στην εφοδιαστική αλυσίδα, τα ανταλλακτικά έχουν μια πολύ ιδιαίτερη συμπεριφορά. Έχει παρατηρηθεί πως η ανάλυση τους είναι διακοπτόμενη και η αποθήκευσή τους χρειάζεται μία μεγάλη ποικιλία από υλικά συνδυασμένα με μικρές ποσότητες. Σύμφωνα με τους Syntetos et al. (Syntetos, Boylan, & Croston, 2005) υπάρχουν δυο παράμετροι που συνήθως υιοθετούνται για να χαρακτηριστούν οι ιδιότητες των ανταλλακτικών, οι ADI και CV². Οι δυο αυτοί παράμετροι, όπως αναλύεται και στην Ενότητα 2.1.2.2., σχετίζονται με τον όγκο της ζήτησης αλλά και τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των οποίων παρατηρείται αυτή η ζήτηση.

1.2. Αντικείμενο και Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας

Η Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α) Αττικής, είναι υπεύθυνη για την συντήρηση και ανάπτυξη του δικτύου παροχής αερίου. Προκειμένου να εκπληρωθούν τέτοια έργα, εκτός από το απαραίτητο ανθρώπινο δυναμικό, είναι αναγκαία και η χρήση ενός υψηλού αριθμού ανταλλακτικών. Τα έργα αυτά, δεν είναι αποκλειστικής ευθύνης και διαχείρισης της εταιρίας, αλλά τα αναλαμβάνουν και εργολάβοι. Κατά την εκπλήρωση ενός έργου, ο εργολάβος χρεώνεται με ένα ποσοστό 90% του συνόλου των υλικών, ενώ η εταιρία με το υπόλοιπο 10%. Όλα τα ανταλλακτικά διατηρούνται στην αποθήκη της Ε.Π.Α. Αττικής, και αναλώνονται όταν πραγματοποιείται ένα έργο. Η εταιρία αναγνωρίζει πως το κόστος διατήρησης και ανάλωσης των αποθεμάτων είναι μεγάλο, και ασχολήθηκε με τη δημιουργία μεθόδων προς την διαχείριση των υλικών και την μείωση του κόστους. Παρατήρησε πως το σύστημα της συντρέχει κάποιων αδυναμιών και έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη βελτίωσης των μεθόδων πρόβλεψης. Την ανάγκη αυτή κλήθηκε να καλύψει η παρούσα διπλωματική εργασία.

Κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματική εργασία τέθηκε ένα πλήθος στόχων, οι οποίοι συνοπτικά παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Κριτική της υφιστάμενης μεθόδου πρόβλεψης που η Ε.Π.Α Αττικής χρησιμοποιεί, και επισήμανση για ανάγκη καλύτερης μεθόδου λόγω αδυναμιών.
2. Αποτελεσματική διαχείριση ανταλλακτικών, μέσω διαφοροποίησης τους, βάση κάποιων χαρακτηριστικών που εμφανίζουν όπως η ποσότητα, η περιοδικότητα και η αξία.
3. Προσδιορισμός της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης για κάθε διαφορετική περίπτωση, χρησιμοποιώντας μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης, εποχικότητας, μέθοδος Croston και μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης.
4. Εξυπηρέτηση των έργων προκειμένου να μην υπάρχουν καθυστερήσεις και να μειωθούν τα αποθέματα.

Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή της δομής της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όπως αυτή διαμορφώθηκε. Το **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζει και αξιολογεί τον τρόπο πρόβλεψης του υπάρχοντος συστήματος της Ε.Π.Α. Αττικής. Το **Κεφάλαιο 5** αναλύει του δυο διαφορετικούς τρόπους κατηγοριοποίησης υλικών, την ABCΑνάλυση και την μέθοδο συντελεστών ADI και CV². Το **Κεφάλαιο 6** επικεντρώνεται στην ανάλυση των διαφορετικών τρόπων πρόβλεψης, μέσω χρονοσειρών, γραμμικής παλινδρόμησης και στατιστικών κατανομών. Στο **Κεφάλαιο 7** γίνεται προετοιμασία των δεδομένων, δηλαδή εφαρμογή των κατηγοριοποιήσεων όπως αναφέρθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο, ενώ στο **Κεφάλαιο 8** αναλύονται τα προτεινόμενα μοντέλα πρόβλεψης. Στα **Κεφάλαια 9** και **10** συνοψίζονται οι προτάσεις και τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας. Τέλος, στο **Παράρτημα** παρατίθεται θεωρία σφαλμάτων, απαραίτητη για την αξιολόγηση των προβλέψεων και πίνακες αποτελεσμάτων της μελέτης.

2. Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1. Είδη Κατηγοριοποιήσεων

2.1.1. Στόχοι

Ένα πρώτο σημαντικό βήμα για τη διαχείριση εφοδιαστικών συστημάτων και τον προγραμματισμό των διαδικασιών της αλυσίδας, είναι η κατηγοριοποίηση των ανταλλακτικών ως προς διάφορες παραμέτρους. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν τα υλικά να κατηγοριοποιηθούν ως προς το κόστος, τη συχνότητα κατανάλωσης, τις πωλήσεις και άλλες παραμέτρους. Παρακάτω αναλύονται δυο διαφορετικές τεχνικές κατηγοριοποίησης, η ABC Ανάλυση και η κατηγοριοποίηση με χρήση των συντελεστών ADI και CV². Στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι η ανάλυση τρόπων, στόχων και πλεονεκτημάτων κατηγοριοποίησης των υλικών.

Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την διαχείριση αποθεμάτων, είναι να υπάρχει τρόπος κατηγοριοποίηση των υλικών βασισμένος στην σπουδαιότητα των υλικών. Δεν είναι όλα τα υλικά της εφοδιαστικής αλυσίδας εξίσου σημαντικά. Το πρώτο στάδιο για τη διαχείριση των αποθεμάτων είναι η κατηγοριοποίηση των υλικών δεδομένου της σημαντικότητας τους, προκειμένου να διαχειριστούν κατάλληλα. Έτσι, δίνεται προτεραιότητα στα πιο κρίσιμα υλικά, στα οποία δίνεται και η δυνατότητα πιο ενδεδειγμένης αντιμετώπισης. Επιπλέον, μειώνεται η σπατάλη πολύτιμων πόρων(κόστος, χώρος κλπ) για τη διαχείριση αντικειμένων με μικρότερη σημασία (Sanders, 2013)

Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της κατηγοριοποίησης (Gopalakrishna&Haleem, 2015) αναλύονται παρακάτω,

1. Δίνεται προσοχή σε συγκεκριμένα μόνο υλικά, τα οποία παρουσιάζουν μεγαλύτερη κρισιμότητα και πραγματοποιείται επιλεγμένη διαχείριση αυτών των υλικών.
2. Η διαχείριση μόνο των πιο κρίσιμων υλικών μπορεί να βοηθήσει στον πιο αποτελεσματικό έλεγχο των αποθεμάτων και να οδηγήσει σε εμφανή αποτελέσματα σε μικρό χρονικό διάστημα.
3. Η εστίαση σε όλα τα υλικά είναι χρονοβόρα κι έχει υψηλό κόστος, οπότε η κατηγοριοποίηση βοηθά στην επιλογή των υλικών που τελικά θα διαχειριστούν.
4. Τήρηση ή και ελάττωση του προϋπολογισμένου κόστους αποθεμάτων
5. Συνεχής βελτίωση απόδοσης

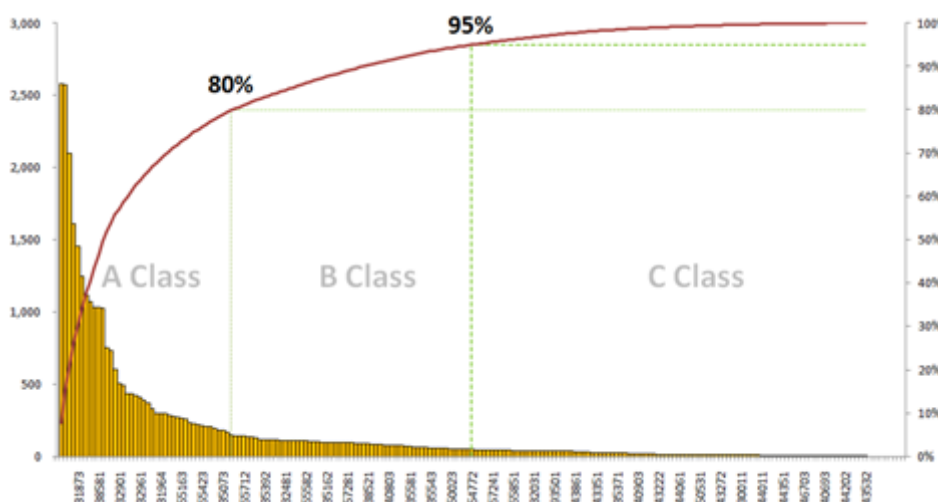
2.1.2. Τρόποι

2.1.2.1. ABC Ανάλυση

Η ABC Ανάλυση (Gudehus&Kotzab, 2012)είναι ένα πολύ διαδεδομένο εργαλείο για την ομαδοποίηση υλικών. Είναι μια πρακτική η οποία προτείνεται από πολλούς συμβούλους επιχειρήσεων, όμως αν δεν ερμηνευτούν τα αποτελέσματα της ορθά, μπορούμε πολύ εύκολα να καταλήξουμε σε λανθασμένα συμπεράσματα. Οπότε, είναι αναγκαίο να είμαστε προσεκτικοί όταν εφαρμόζουμε αυτή την πρακτική προκειμένου να αποφύγουμε υπερεκτιμήσεις στα αποτελέσματα.

Η ABC Ανάλυση κατηγοριοποιεί τα υλικά ανάλογα με το κόστος αλλά και τη συχνότητα της ζήτησης τους. Βασίζεται στον κανόνα Pareto, που υποστηρίζει πως το 80% των υλικών είναι

υπεύθυνο για το 20% της ιδιοκτησίας και αντίστοιχα το 20% των υλικών είναι υπεύθυνο για το 80% αυτής. Ο κανόνας 80:20 στην πράξη δεν εφαρμόζεται όπως αναφέραμε παραπάνω. Ως αποτέλεσμα, στην ABC ανάλυση η κάθε μια από τις κατηγορίες A, B και C αποτελούνται από ένα μερίδιο της ποσότητας των υλικών της αποθήκης μας που ευθύνονται για ένα ποσοστό αξίας κατανάλωσης των υλικών αυτών. Τα υλικά της A κατηγορίας έχουν το μικρότερο ποσοστό σε πλήθος αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό σε κόστος, ενώ τα B και C ακολουθούν με αυξανόμενο ποσοστό που αφορά το πλήθος και με μειούμενο ποσοστό σε κόστος. Όλη η παραπάνω επεξήγηση επί της διαδικασίας της ABC Ανάλυσης μας οδηγεί στην ανάγκη για επιλογή του κατάλληλου ποσοστού που θα χαρακτηρίζει την κάθε ομάδα. Μερικά προτεινόμενα ποσοστά για το μερίδιο της ποσότητας των A, B και C είναι 10%, 20% και 70% ή για το κόστος των A, B και C είναι 50%, 30% και 20%. Όμως, τα παραπάνω ποσοστά αποτελούν απλά ένα παράδειγμα, δεν είναι ο κανόνας, οπότε χρειάζεται να επιλεγεί το κατάλληλο ποσοστό που περιγράφει τα υλικά, τα οποία χρήζουν κατηγοριοποίησης, και αυτή είναι η μεγαλύτερη πρόκληση της μεθόδου αυτής.



Σχήμα 1: Διάγραμμα ABC Ανάλυση

Στη συνέχεια, αφού έχουν επιλεγεί τα ποσοστά των υλικών που χαρακτηρίζουν τη κάθε κατηγορία, θα κάνουμε μια γραφική απεικόνιση. Χρησιμοποιούμε λοιπόν την καμπύλη Lorenz, όπου στον άξονα X τοποθετούνται τα ποσοστά του μεριδίου ποσότητας και στον άξονα Y τοποθετούνται τα ποσοστά αξίας κατανάλωσης. Ένα παράδειγμα του διαγράμματος της ABC Ανάλυσης φαίνεται στο Σχήμα 1. Φυσικά η μέθοδος αυτή είναι απλώς ένα βήμα σε μια αλληλουχία στρατηγικών αποφάσεων που βοηθούν στη διαχείριση των αποθεμάτων.

2.1.2.2. Κατηγοριοποίηση μέσω συντελεστών ADI και CV²

Μετά από μελέτη στη βιβλιογραφία (Manzi, Regattieri, Pham, & Ferrari, 2010), βρέθηκε ένας τρόπος κατηγοριοποίησης της ζήτησης με βάση δυο συντελεστών που σχετίζονται με την συχνότητα και την ομοιογένεια της ζήτησης. Ο συντελεστής ADI (Average Interdemand Interval) αποτελεί το μέσο διάστημα ζήτησης, δηλαδή τη μέση διάρκεια μεταξύ δυο θετικών αναλώσεων ανταλλακτικών, εκφρασμένη σε μονάδες χρόνου. Ο συντελεστής CV² (Squared Coefficient of Variation) αποτελεί το τετράγωνο συντελεστή διακύμανσης, δηλαδή η τυπική απόκλιση της ανάλωσης, το οποίο είναι μέγεθος αδιάστατο.

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i}{N} \quad (1.1)$$

$$CV^2 = \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_{ri} - \varepsilon_\alpha)^2}{N}}}{\varepsilon_\alpha} \right)^2 \quad (1.2)$$

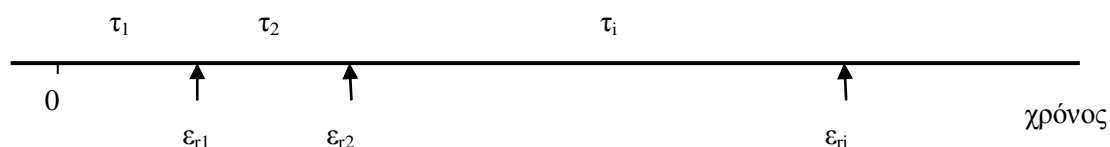
Όπου,

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_{ri}}{N}$$

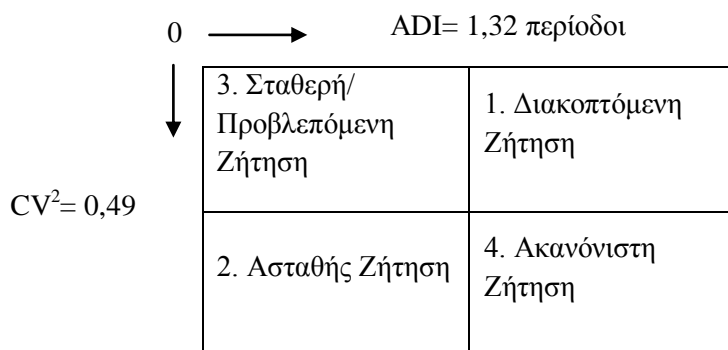
ε_{ri} : η ζήτηση του ανταλλακτικού

τ_i : το χρονικό διάστημα μεταξύ δυο θετικών ζητήσεων του ανταλλακτικού

N : το πλήθος των περιόδων



Στη συνέχεια, είναι απαραίτητο να εξηγηθεί τι ακριβώς σημαίνει ο κάθε συνδυασμός των δυο συντελεστών. Το Σχήμα 2 είναι μια καλή απεικόνιση της κατηγορίας που ανήκει το κάθε υλικό με βάση τις τιμές των συντελεστών.



Σχήμα 2: Σχέση μεταξύ συντελεστών ADI και CV² με τη Ζήτηση



Διακοπτόμενη Ζήτηση (Intermittent Demand): είναι τυχαία και σε πολλές περιόδους δεν έχουν ζήτηση. Παρουσιάζεται ιδιαίτερα σποραδική ζήτηση, με μικρή μεταβλητότητα στις ποσότητες ανά περίοδο.

Ασταθής Ζήτηση (Erratic Demand): είναι μεταβλητή και παρουσιάζει ασταθή συμπεριφορά στο πλήθος της ζήτησης, παρά τη μοναδιαία ζήτηση ανά περίοδο. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει συχνότητα στη ζήτηση, αλλά οι τιμές αυτής έχουν μεγάλη μεταβλητότητα.

Σταθερή Ζήτηση (Smooth Demand): έγκειται και αυτή στη τυχειότητα της ζήτησης. Παρόλα αυτά, τα ανταλλακτικά έχουν μεγάλη συχνότητα και μικρή διακύμανση στη ζήτηση τους. Το μοτίβο αυτής της ζήτησης ακολουθεί επιτυχώς τις μεθοδολογίες της πρόβλεψης και δεν παρουσιάζει προβλήματα σε ότι αφορά την διαχείριση αποθεμάτων.

Ακανόνιστη Ζήτηση (Lumpy Demand): ίσως η δυσκολότερη στη διαχείριση κατηγορία, που και αυτή έχει τυχαία ζήτηση με πολλές περιόδους χωρίς ζήτηση (σποραδική). Ακόμα και όταν υπάρχει ζήτηση, αυτή έχει μεγάλη μεταβλητότητα. Η αμορφία στη ζήτηση περιγράφεται από ασυνήθιστη ζήτηση, με μεγάλη διαφορά μεταξύ των περιόδων και με πολλές περιόδους με μηδενική τιμή της ζήτησης.

2.2. Τεχνικές πρόβλεψης

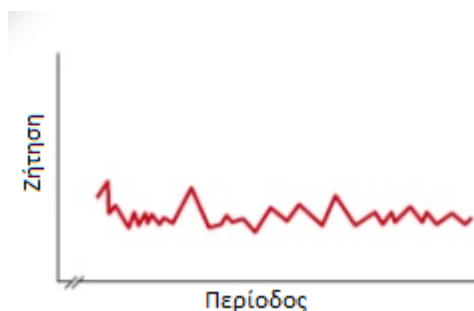
2.2.1. Χρονοσειρές

Μια χρονοσειρά είναι μια ακολουθία παρατηρήσεων μιας μεταβλητής, μετρούμενη σε διαδοχικά σημεία στον χρόνο ή σε διαδοχικές περιόδους στον χρόνο. Οι μετρήσεις μπορεί να λαμβάνονται κάθε ώρα, ημέρα, εβδομάδα, μήνα ή χρόνο, ή σε οποιονδήποτε άλλο χρονικό ακέραιο. Το μοτίβο των δεδομένων είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την κατανόηση της συμπεριφοράς της χρονοσειράς στο παρελθόν. Εάν τη συμπεριφορά αυτή μπορούμε να τη περιμένουμε και στο μέλλον, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το μοτίβο για να μας καθοδηγήσει στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης.

Για να αναγνωρίσουμε το μοτίβο των δεδομένων, ένα χρήσιμο πρώτο βήμα είναι η κατάστρωση ενός διαγράμματος της χρονοσειράς. Το διάγραμμα αυτό είναι μια γραφική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ χρόνου και μεταβλητής της χρονοσειράς, όπου ο χρόνος είναι στον οριζόντιο άξονα και οι τιμές της χρονοσειράς εμφανίζονται στον κάθετο άξονα. Παρακάτω αναλύονται τα διάφορα μοτίβα που μπορούν να αναγνωριστούν όταν εξετάζετε το διάγραμμα της χρονοσειράς.

Οριζόντιο Μοτίβο

Το οριζόντιο μοτίβο υπάρχει όταν τα δεδομένα παρουσιάζουν διακυμάνσεις γύρω από ένα σταθερό μέσο. Ένα παράδειγμα τέτοιου μοτίβου φαίνεται στο Σχήμα 3. Παρόλο που τα δεδομένα είναι τυχαία, είναι ξεκάθαρο πως ακολουθούν ένα οριζόντιο μοτίβο.



Σχήμα 3: Οριζόντιο Μοτίβο

Αλλαγές στις επιχειρησιακές διαδικασίες μπορούν συχνά να μεταβάλλουν το οριζόντιο μοτίβο της χρονοσειράς σε ένα νέο επίπεδο. Αυτές οι αλλαγές στο επίπεδο της χρονοσειράς κάνει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης ακόμα πιο δύσκολη. Η επιλογή της μεθόδου πρόβλεψης που προσαρμόζεται καλά στις αλλαγές του επιπέδου μια χρονοσειράς αποτελεί σημαντικό βήμα σε πρακτικές εφαρμογές.

Μοτίβο Τάσης

Παρόλο που τα δεδομένα της χρονοσειράς γενικά παρουσιάζουν τυχαίες διακυμάνσεις, η χρονοσειρά μπορεί να εμφανίζει σταδιακή μετατόπιση ή μετακίνηση σε σχετικά χαμηλές ή υψηλές τιμές σε ένα μεγάλο χρονικό ορίζοντα όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4: Μοτίβο Τάσης

Εποχικό Μοτίβο

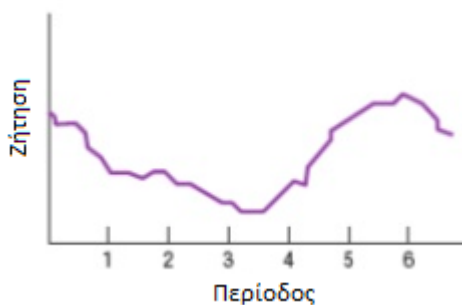
Η τάση μιας χρονοσειράς μπορεί να αναγνωριστεί εάν αναλύσουμε κινήσεις σε ιστορικά δεδομένα. Η εποχικότητα των δεδομένων μπορεί να αναγνωριστεί εάν παρατηρηθεί το ίδιο επαναλαμβανόμενο μοτίβο σε διαδοχικές χρονικές περιόδους όπως στο Σχήμα 5. Ενώ γενικά θεωρούμε ότι εποχιακές κινήσεις της χρονοσειράς παρουσιάζονται μέσα σε ένα χρόνο, η χρονοσειρά μπορεί να εμφανίσει εποχικότητα σε λιγότερο από ένα χρόνο.



Σχήμα 5: Εποχικό Μοτίβο

Κυκλικό Μοτίβο

Το κυκλικό μοτίβο υπάρχει εάν η χρονοσειρά εμφανίζει μια εναλλασσόμενη ακολουθία σημείων από πάνω και από κάτω της γραμμής τάσης που διαρκεί περισσότερο από ένα χρόνο. Αυτή η κυκλικότητα είναι πολύ δύσκολη, αν όχι αδύνατη, στην πρόβλεψη. Ως αποτέλεσμα, η κυκλικότητα συχνά συνδυάζεται με μακροχρόνια τάση.



Σχήμα 6: Κυκλικό Μοτίβο

2.2.1.1. Τάση και Εποχικότητα

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται ο τρόπος ανάπτυξης προβλέψεων χρονοσειρών που εμφανίζουν εποχικότητα. Σε περίπτωση που υπάρχει εποχικότητα στα δεδομένα, πρέπει να τη προσαρμόσουμε στο μοντέλο πρόβλεψης για να εξασφαλίσουμε την ακρίβεια της πρόβλεψης.

I. Εποχικότητα χωρίς Τάση

Παρατηρώντας την γραφική απεικόνιση μιας χρονοσειράς με εποχικότητα χωρίς τάση, δεν εμφανίζεται κάποια μακροπρόθεσμη τάση. Αντίθετα, εάν παρατηρήσουμε προσεκτικά τα δεδομένα, φαίνονται να ακολουθούν οριζόντιο μοτίβο και πως ακόμα και η απλή εκθετική εξομάλυνση θα μπορούσε να περιγράψει τη συμπεριφορά της χρονοσειράς. Αλλά με πιο προσεκτική ματιά στο γράφημα της χρονοσειράς παρατηρείται μοτίβο. Ανά κάποιες περιόδους, η ζήτηση παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά, είτε αύξησης είτε μειώσεις της ζήτησης. Έτσι, χρειάζεται να παρατηρήσουμε πόσα είναι αυτά τα διαστήματα που η χρονοσειρά αλλάζει μορφή. Στη συνέχεια, θέτουμε τις μεταβλητές Q_i όπου περιγράφουν την 'εποχή' ως μεταβλητή κατηγορίας ως εξής:

$Q_i = 1$ εάν το σημείο της χρονοσειράς ανήκει στην κατηγορία i αλλιώς 0, όπου i είναι το πλήθος των διαφορετικών 'εποχών' ή αλλιώς κατηγοριών.

Η πρόβλεψη των μελλοντικών ζητήσεων προκύπτει από τη γενική μορφή της εξίσωσης της προβλεπόμενης παλινδρόμησης που συνδέει την ζήτηση με την κατηγορία ως εξής,

$$F = b_0 + b_1 Q_1 + \sum_{i=2}^N b_i Q_i \quad (2.1)$$

Ο υπολογισμός της πρόβλεψης αυτής γίνεται πολύ εύκολος με τη χρήση του ExcelRegressionTool που υπολογίζει με ακρίβεια και ταχύτητα τις τιμές των b_i .

II. Εποχικότητα με Τάση

Ας διευρύνουμε την προσέγγιση της παλινδρόμησης για να συμπεριλάβουμε και την περίπτωση που η χρονοσειρά περιλαμβάνει εποχικότητα και τάση. Η εξίσωση που θα προβλέψει την μελλοντική ζήτηση είναι η εξής,

$$F = b_0 + b_1 Q_1 + \sum_{i=2}^N b_i Q_i + b_{N+1} t \quad (2.2)$$

Όπου,

F: πρόβλεψη ζήτησης την περίοδο t

Q_i: 1 εάν το σημείο της χρονοσειράς ανήκει στην κατηγορία i αλλιώς 0, όπου i είναι το πλήθος των διαφορετικών 'εποχών' ή αλλιώς κατηγοριών

t: τρέχουσα χρονική περίοδος

2.2.1.2. Ανάλυση Χρονοσειράς

Στο κεφάλαιο αυτό θα στρέψουμε την προσοχή μας στην ανάλυση χρονοσειρών που πραγματοποιείται μέσω της αφαίρεσης του στοιχείου της εποχικότητας, της τάσης και άλλων ασυνήθιστων στοιχείων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όχι μόνο για τη πρόβλεψη αλλά κυρίως για τη κατανόηση της χρονοσειράς. Είναι εύκολο να αναγνωρίσουμε στοιχεία όπως οι κύκλοι και οι συσχετίσεις ενώ τα τυχαία στοιχεία είναι πιο δύσκολο να αναγνωριστούν.

Η ανάλυση της χρονοσειράς θεωρεί πως Y_t είναι η πραγματική τιμή της χρονοσειράς στην χρονική περίοδο t και είναι συνάρτηση τριών στοιχείων: τάσης, εποχικότητας και σφάλματος. Υπάρχουν δυο είδη εποχικής διακύμανσης, η προσθετική και η πολλαπλασιαστική.

Η προσθετική εποχική μεταβλητότητα έχει την εξής μορφή

$$Y_t = \text{Τάση} + \text{Εποχικότητα} + \text{Σφάλμα}$$

Το μοντέλο αυτό είναι κατάλληλο όταν η εποχική διακύμανση δεν εξαρτάται από το επίπεδο της χρονοσειράς.

Η πολλαπλασιαστική εποχική μεταβλητότητα έχει την εξής μορφή

$$Y_t = \text{Τάση} \cdot \text{Εποχικότητα} \cdot \text{Σφάλμα}$$

2.2.1.3. Διακοπτόμενη ζήτηση

Πολλές φορές οι επιχειρήσεις έρχονται αντιμέτωπες με τη διαχείριση υλικών στην αποθήκη, των οποίων η ζήτηση εμφανίζει σε πολλές περιόδους μηδενική τιμή. Ταυτόχρονα, όταν υπάρχει θετική ζήτηση, παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση στις ποσότητες με σημαντικές αποκλίσεις στον ορίζοντα του χρόνου. Αυτή η σποραδικότητα στη ζήτηση ονομάζεται διακοπτόμενη και αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τις εταιρίες, καθώς δυσκολεύει πολύ και τις διαδικασίες πρόβλεψης αλλά και τον έλεγχο των αποθεμάτων.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις που διαθέτουν είτε ανταλλακτικά ή μονάδες διαχείρισης αποθεμάτων (SKU), δηλαδή υλικά με διακοπτόμενη ζήτηση, είναι η πρόβλεψη της μελλοντικής τους ζήτησης, λόγω ασυνέχειας των χρονοσειρών. Στη βιβλιογραφία (Ασημακόπουλος) αφιερώνεται εκτενές κομμάτι που αφορά μεθόδους πρόβλεψης, που προσαρμόζονται όσο το δυνατόν καλύτερα σε αυτή την ιδιομορφία.

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναλυθεί η μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης, που χρησιμοποιείται ευρέως σε τέτοιες περιπτώσεις, αλλά και πιο σύνθετες μεθόδους, όπως η μέθοδος Croston, Syntetos & Boylan Approximation (SBA) και η μέθοδος ADIDA (Aggregate- Disaggregate Intermittent Demand Approach) που είναι πιο αποτελεσματικές. Στόχος μας είναι να βρούμε την βέλτιστη μέθοδο πρόβλεψης, που προσαρμόζεται στα δεδομένα με σκοπό να μειώσουμε το κόστος διατήρησης αποθεμάτων και να αυξήσουμε την αποδοτικότητα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως οι μέθοδοι αυτοί χρησιμοποιούνται για τον βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό και γενικά για περιπτώσεις με μικρό χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης.

A. Μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται αρκετά συχνά σε εταιρίες όταν υπάρχουν δεδομένα με διακοπτόμενη φύση. Η τεχνική αυτή βασίζεται σε μια λογική μέσου όρου, με χρήση συντελεστών βαρύτητας. Δηλαδή, προσπαθούμε να εξομαλύνουμε τα δεδομένα, δίνοντας βαρύτητα στα πιο πρόσφατα, καθώς τα παλαιότερα μειώνονται εκθετικά.

$$F_t = a \cdot Y_{t-1} + (1 - a) \cdot F_{t-1} \quad (3.1)$$

Όπου,

F_t : η πρόβλεψη της ζήτησης για την περίοδο t

Y_{t-1} : η πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου

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

a : συντελεστής εξομάλυνσης

Ο λόγος που χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή τόσο συχνά, είναι λόγω της ευκολίας στη χρήση, του μικρού πλήθους απαιτούμενων ιστορικών δεδομένων και της ικανοποιητικής ακρίβειας. Το κύριο πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι πως καθώς τα πιο πρόσφατα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα, το μοντέλο στο οποίο καταλήγουμε, εμφανίζει μεγάλη ζήτηση μετά από θετικές καταναλώσεις και μικρή ζήτηση μετά από μηδενικές καταναλώσεις. Έτσι λοιπόν αναπτύχθηκαν οι παρακάτω τεχνικές πρόβλεψης που αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την παρουσία μηδενικών τιμών στη χρονοσειρά.

B. Μέθοδος Croston

Το μοντέλο του (Croston, 1972) είναι κατάλληλο για τη πρόβλεψη διακοπτόμενης ζήτησης, καθώς αναφέρεται σε περιπτώσεις όπου η χρονοσειρά έχει αρκετές μηδενικές τιμές και ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψη και το μέγεθος της ζήτησης. Βασίζεται στην εκθετική εξομάλυνση, και μάλιστα περιλαμβάνει ξεχωριστές προβλέψεις απλής εκθετικής εξομάλυνσης της ζήτησης και των χρονικών διαστημάτων μεταξύ ζητήσεων. Πιο αναλυτικά,

ο Croston προτείνει να διαχωρίζεται η χρονοσειρά σε δυο επιμέρους, όπου η μια θα λαμβάνει υπόψη τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των μη μηδενικών ζητήσεων (p_t) και η άλλη τον αριθμό των ανεξάρτητων μη μηδενικών ζητήσεων (z_t). Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι οι δύο χρονοσειρές αναπτύσσονται ανεξάρτητα.

Η πρόβλεψη Croston προκύπτει από το πηλίκο των δυο ανεξάρτητων προβλέψεων.

$$F_{Croston} = \frac{\hat{z}_t}{\hat{p}_t} \quad (3.2)$$

Για τον υπολογισμό των \hat{z}_t και \hat{p}_t , εάν η ζήτηση είναι μηδενική την χρονική στιγμή t , τότε τα \hat{z}_t και \hat{p}_t παραμένουν αμετάβλητα, αλλιώς υπολογίζονται από τους παρακάτω τύπους

$$\hat{z}_t = a \cdot z_t + (1 - a) \cdot \hat{z}_{t-1} \quad (3.3)$$

$$\hat{p}_t = a \cdot p_t + (1 - a) \cdot \hat{p}_{t-1} \quad (3.4)$$

Όπου a είναι η σταθερά εξομάλυνσης και παίρνει τιμές μεταξύ του 0 και του 1, συνήθως παίρνει την τιμή 0,05.

Με τη μέθοδο αυτή, λόγω της πρόσθετης συνιστώσας της συχνότητας μεταξύ των ζητήσεων, μας επιτρέπει ο καθορισμός των παραγγελιών και του κόστους με μεγαλύτερη ακρίβεια, με σκοπό τη μείωση του αποθέματος ασφαλείας.

Παρόλο που η μέθοδος Croston φαίνεται να αντιμετωπίζει ικανοποιητικά το πρόβλημα διακοπής της ζήτησης, οι εμπειρικές ενδείξεις φανερώουν πως τα κέρδη με τη μέθοδο είναι χειρότερα από τα αναμενόμενα, σε σχέση με πιο απλές τεχνικές. Έτσι, παρακάτω θα αναπτυχθεί η μέθοδος που προτείνουν οι Syntetos & Boylan, οι οποίοι παρατήρησαν πως η πρακτική του Croston είναι θετικά προκατειλημμένη (παρουσιάζει αισιόδοξη τάση) και συνδέεται με τον βαθμό εξομάλυνσης a .

C. Μέθοδος SBA (Syntetos and Boylan Approximation)

Το μοντέλο των Syntetos και Boylan αποτελεί μια παραλλαγή της μεθόδου Croston, η οποία προκύπτει από τον ακόλουθο μαθηματικό τύπο,

$$F_{SBA} = (1 - \frac{a}{2}) \cdot \frac{\hat{z}_t}{\hat{p}_t} \quad (3.5)$$

Μελέτες πάνω στις δύο μεθόδους (Teunter&Sani, 2009) οδήγησαν στο συμπέρασμα πως η μέθοδος Croston εμφανίζει μικρότερη θετική προκατάληψη, σε περίπτωση που παρατηρείται μικρό πλήθος μη μηδενικών τιμών στη ζήτηση, ενώ η μέθοδος Syntetos&Boylan εμφανίζει μικρότερη προκατάληψη σε περίπτωση που παρατηρείται μεγαλύτερο πλήθος μηδενικών τιμών στην ποσότητα της ζήτησης.

D. Μέθοδος ADIDA (Aggregate-Disaggregate Intermittent Demand Approach)

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε, πως για να λυθούν τα προβλήματα ασυνέχειας των δεδομένων και των μηδενικών τιμών στην περίπτωση όπου έχουμε διακοπτόμενη ζήτηση, μπορούμε σε περιόδους μικρότερης συχνότητας να αθροίζουμε τη ζήτηση. Έτσι, για παράδειγμα θα αντιμετωπίζουμε τα δεδομένα αντί της μηνιαίας βάσης, σε τριμηνιαία ή

τετραμηνιαία. Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να έχουμε τη μείωση, και πολλές φορές την απαλοιφή, της ασυνέχειας λόγω ύπαρξης μηδενικών παρατηρήσεων.

Είναι απαραίτητο λοιπόν, να καθοριστεί το κατάλληλο επίπεδο συνάθροισης, το οποίο θα μετατρέψει τη χρονοσειρά σε συνεχούς ζήτησης, απαλλαγμένη από μηδενικές τιμές, στην οποία και θα εφαρμοστεί κατάλληλη τεχνική πρόβλεψης. Αφού εφαρμοστεί η τεχνική αυτή, θα χρειαστεί να διασπαστούν οι προβλέψεις που παράχθηκαν, με σκοπό τον υπολογισμό των τελικών προβλέψεων χρονικής συχνότητας ίσης με αυτή των αρχικών δεδομένων.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι που μπορούμε να ακολουθήσουμε προκειμένου να διαχωριστούν οι προβλέψεις που παράγαμε με τη μέθοδο της συνάθροισης:

- **Ισοβαρής διαχωρισμός:** με τη μέθοδο αυτή, απλά διαιρούμε την πρόβλεψη της συνάθροισης με το πλήθος των περιόδων που συναθροίσαμε. Ο ισοβαρής διαχωρισμός είναι κατάλληλος για χρονοσειρές χωρίς εποχικότητα και με μεγάλη τυχειότητα.
- **Διαχωρισμός με χρήση προηγούμενων βαρυτήτων:** Αναφέρεται στην εφαρμογή των βαρών που προϋπήρχαν στις περιόδους πριν την συνάθροιση.
- **Διαχωρισμός με χρήση μέσου όρου βαρυτήτων:** η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται έντονα σε περιπτώσεις εποχικότητας, καθώς αναφέρεται στον υπολογισμό των μέσων βαρών αν χωρίσουμε τις παρατηρήσεις σε k ομάδες με m παρατηρήσεις η κάθε μία (όπου m το επίπεδο συνάθροισης).

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται μια νέα μέθοδος, η μέθοδος ADIDA (Nikolopoulos, Syntetos, Petropoulos, & Assimakopoulos, 2010), η οποία προτείνει τη συνάθροιση των δεδομένων σε υψηλότερα χρονικά επίπεδα, με στόχο την εξάλειψη της ασυνέχειας. Κάθε φορά λοιπόν, δημιουργείται μια νέα χρονοσειρά με ελαττωμένη διακοπτόμενη συμπεριφορά.

Για την επιλογή του κατάλληλου επιπέδου συνάθροισης υπάρχουν πολλές τεχνικές, για παράδειγμα να ταυτιστεί με τον ορίζοντα πρόβλεψης, ή και να τον υπερβεί. Ακόμα, μπορεί να επιλεγεί ως επίπεδο συνάθροισης το lead time συν μια ακόμα περίοδο, που οδηγεί σε ακριβείς προβλέψεις. Τέλος, υπάρχουν πολλά λογισμικά πακέτα που έχουν τη δυνατότητα εύρεσης του κατάλληλου τρόπου συνάθροισης.

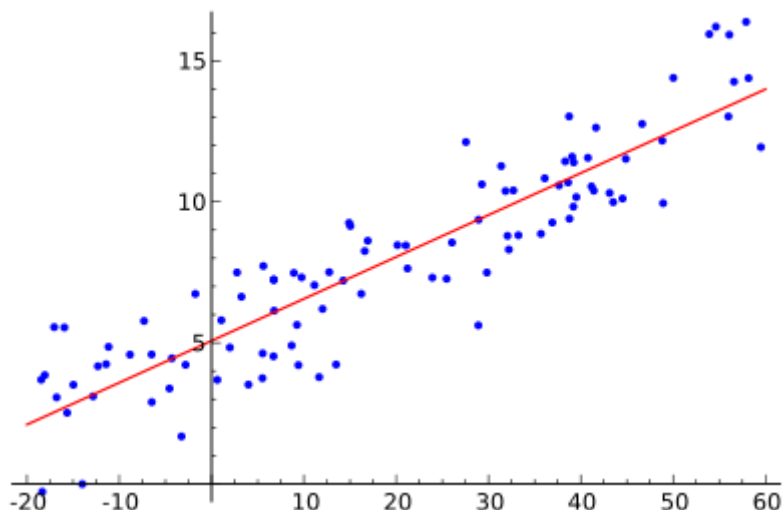
2.2.2. Γραμμική Παλινδρόμηση (Συσχετίσεις)

Στην στατιστική μελέτη συναντώνται αρκετά συχνά προβλήματα που αφορούν τη σχέση δυο ή και περισσότερων τυχαίων μεταβλητών. Σκοπός των μεθόδων παλινδρόμησης είναι να βρεθεί, εάν υπάρχει, σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής, που είναι η ζητούμενη, με κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές, και να προσδιοριστεί με κάποια μαθηματική εξίσωση. Ειδικά για την περίπτωση όπου η γραμμική παλινδρόμηση αφορά σε κάποιου είδους πρόβλεψη, είναι αναγκαία όχι μόνο η γνώση αλλά πολλές φορές και η πρόβλεψη των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Παρακάτω, θα αναλυθεί το απλό γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή και θα γενικευτεί με το πολλαπλό μοντέλο παλινδρόμησης. Ακόμα, θα περιγραφούν οι στατιστικοί δείκτες που επιτρέπουν ή όχι την αποδοχή του μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης.

2.2.2.1. Απλό Γραμμικό Μοντέλο

Ας υποθέσουμε ότι Y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και X η ανεξάρτητη, και οι δύο μεταβλητές είναι ποσοτικές. Στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα μοντέλο μέσω του οποίου να μπορούμε να προσδιορίσουμε την τιμή της μεταβλητής Y με βάση τη τιμή της μεταβλητής X . Το πρώτο βήμα είναι, εφόσον έχουμε μετρήσεις των δύο μεγεθών, να σχεδιάσουμε υπό κλίμακα ένα διάγραμμα διασποράς. Πιο συγκεκριμένα, εάν $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$ είναι οι παρατηρήσεις μας, τότε μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα διάγραμμα σημείων και να εκτιμήσουμε την μορφή της συνάρτησης, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6,



Σχήμα 7: Γραμμική Παλινδρόμηση

Άρα, μένει να προσδιορίσουμε τη συνάρτηση με βάση τη στατιστική. Οι εξισώσεις που περιγράφουν το μοντέλο με βάση την εξίσωση της ευθείας και τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων έχει ως εξής,

$$\hat{Y}_i = a + b \cdot X_i \quad (4.1)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4.2)$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \quad (4.3)$$

Όπου η σταθερά b εκφράζει το πόσο αναμένεται να μεταβληθεί η αναμενόμενη τιμή της X , αν η X αυξηθεί κατά μια μονάδα. Ενώ η a εκφράζει τη μέση τιμή της Y όταν το X είναι 0.

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε πως η ανάλυση μας είναι εμπειρική (δηλαδή βασίζεται στην τυχαιότητα του δείγματος) και άρα το μοντέλο χαρακτηρίζεται ως στοχαστικό. Αντίθετα, εάν γνωρίζαμε όλο το πλήθος του δείγματος, θα κάναμε μια θεωρητική ανάλυση με ένα προσδιοριστικό μοντέλο.

Στα στοχαστικά μοντέλα, προφανώς, έχουμε ελλιπή πληροφορία για το πλήθος του δείγματος, και το μοντέλο μπορεί να μην ικανοποιείται ακριβώς για κάποια ζεύγη τιμών που δεν υπάρχουν στο τυχαίο δείγμα. Άρα, προσθέτουμε ένα τυχαίο σφάλμα ε το οποίο θεωρούμε

ότι προέρχεται από γνωστή κατανομή με άγνωστες παραμέτρους. Τέλος, το πραγματικό μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης με μια ανεξάρτητη μεταβλητή παίρνει τη μορφή

$$\hat{Y}_i = a + b \cdot X_i + \varepsilon \quad (4.4)$$

Θεωρούμε πως το σφάλμα ε είναι τυχαία μεταβλητή, με μέση τιμή 0 και διασπορά σ^2 , και ακολουθεί κανονική κατανομή. Το σ^2 εκτιμάται από τον τύπο 4.5.

$$\sigma^2 = s_{y|x}^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=0}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (4.5)$$

Όσο μικρότερη η τιμή του σ^2 , τόσο καλύτερη η προσαρμογή για το μοντέλο παλινδρόμησης.

2.2.2.2. Γενικό/ Πολλαπλό Γραμμικό Μοντέλο

Ας θεωρήσουμε τώρα ότι διαθέτουμε p στο πλήθος ανεξάρτητες μεταβλητές $X = (X_1, \dots, X_p)$ και πως όλες είναι ποσοτικές. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές συνδέονται με μια εξαρτημένη ποσοτική μεταβλητή, την Y με τον τύπο 4.6.

$$Y = a + b_1 \cdot X_1 + \dots + b_p \cdot X_p + \varepsilon \quad (4.6)$$

Όπου τα a, b_p υπολογίζονται και πάλι με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

Ένας σημαντικός συντελεστής που είναι αναγκαίο να αναφέρουμε, είναι ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4.7)$$

Ο συντελεστής αυτός, παίρνει τιμές μεταξύ του 0 και 1 και εκφράζει το ποσοστό της διασποράς της τυχαίας μεταβλητής Y . Όσο μεγαλύτερη η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού τόσο καλύτερη προσέγγιση στην ευθεία έχει το μοντέλο μας, εάν είμαστε βέβαιοι πως το γραμμικό μοντέλο είναι το κατάλληλο.

Εάν στο γραμμικό μοντέλο προσθέσουμε και άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές η τιμή του R^2 αυξάνεται. Για να εξαλείψουμε αυτή την εξάρτηση από το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον διορθωμένο συντελεστή προσδιορισμού,

$$\tilde{R}^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - p - 1}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / n - 1} \quad (4.8)$$

Μέχρι στιγμής έχουμε αναλύσει μόνο το κομμάτι που αφορά τη γραμμικότητα του μοντέλου, δηλαδή την αναγνώριση πως το μοντέλο είναι γραμμικό και την δημιουργία μιας μαθηματικής εξίσωσης που περιγράφει όσο το δυνατόν καλύτερα το μοντέλο. Όμως, οι προϋποθέσεις για να είναι ένα μοντέλο γραμμικό αφορούν ακόμα τα σφάλματα που προκύπτουν ως προς τη κανονικότητα, την ομοσκεδαστικότητα και την ανεξαρτησία τους.

Για τον έλεγχο της κανονικότητας των σφαλμάτων, χρειάζεται στατιστικό τεστ για να ελέγξουμε εάν τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή.



Για τον έλεγχο της ομοσκεδασιμότητας χρειάζεται να δημιουργήσουμε ένα γράφημα των τυποποιημένων υπολοίπων (τυποποιημένα σφάλματα) συναρτήσει των προβλεπόμενων τιμών. Τα ζεύγη των τιμών, για να εξασφαλίζουν την προϋπόθεση της ομοσκεδασιμότητας, δεν πρέπει να εμφανίζουν κάποιο συστηματικό τρόπο συμπεριφοράς.

Τέλος, για να ελέγξουμε την ανεξαρτησία των σφαλμάτων δημιουργούμε μια γραφική παράσταση μεταξύ των τυποποιημένων υπολοίπων και της σειρά των δεδομένων. Τα ζεύγη των τιμών πρέπει να έχουν τυχαία συμπεριφορά.

Εάν οποιαδήποτε από τις παραπάνω προϋποθέσεις, δηλαδή της γραμμικότητας της κανονικότητας των σφαλμάτων, της ομοσκεδασιμότητας ή της ανεξαρτησία σφαλμάτων, δεν ισχύει, τότε η χρήση της γραμμικής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης, είναι αποτύχει, και χρειάζεται να βρεθεί άλλος τρόπος πρόβλεψης.

2.2.3. Στατιστικές κατανομές

Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται για μια πρόβλεψη ζήτησης πολλές φορές παίρνουν τυχαίες τιμές. Όταν έχουμε ένα πλήθος τυχαίων δεδομένων, επιθυμούμε να γνωρίζουμε εάν ακολουθούν μια από τις γνωστές στατιστικές κατανομές. Στα πλαίσια της στατιστικής ανάλυσης, χρειάζεται να ακολουθηθούν τα παρακάτω βήματα:

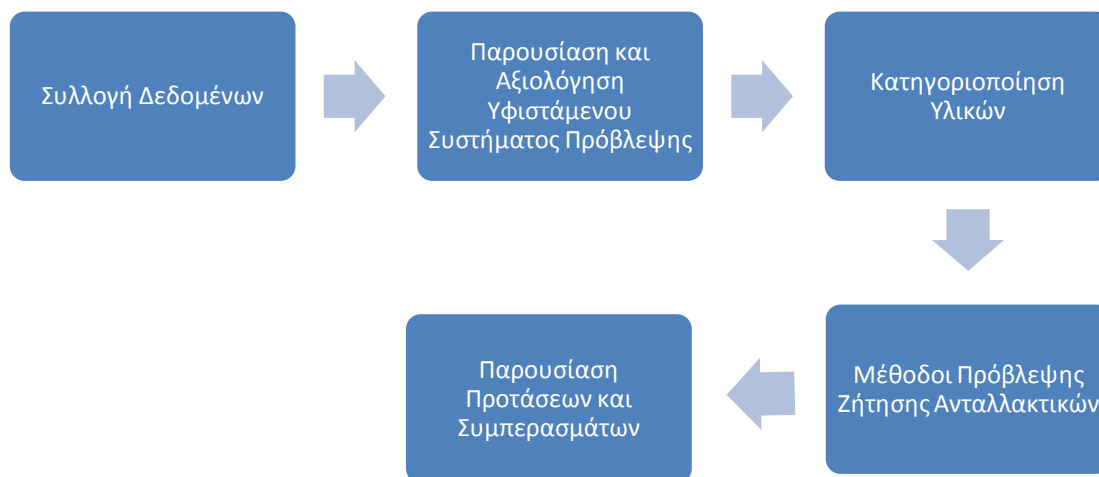
- I. Δημιουργούμε ένα γράφημα πυκνότητας πιθανότητας
- II. Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα και αποφασίζουμε ποια από τις γνωστές στατιστικές κατανομές θα μπορούσε να περιγράψει καλύτερα τα δεδομένα.
- III. Βρίσκουμε τη στατιστική τιμή της P- Value, η οποία αναπαριστά το βαθμό σύμπτωσης της κατανομής των αριθμητικών δεδομένων με την καλύτερη στατιστική κατανομή που βρέθηκε ότι εφαρμόζεται παραπάνω. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της P- Value, τόσο καλύτερη προσαρμογή έχουμε στην στατιστική κατανομή

3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Αντικείμενο της μεθοδολογίας προσέγγισης, η οποία αποτελείται από 5 βήματα και περιγράφεται στη συνέχεια και δίνεται γραφικά στο Σχήμα 8 που ακολουθεί, είναι η βελτίωση του υφιστάμενου συστήματος πρόβλεψης της Ε.Π.Α. Αττικής.

Για τη διαμόρφωση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, έγιναν δοκιμές σε μια σειρά από άλλες ενέργειες, που οδήγησαν τελικά στην μεθοδολογική προσέγγιση αυτή. Για τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται σε έργα συντήρησης, παρατηρώντας το πρόγραμμα που δημιουργήθηκε από την εταιρία, δοκιμάστηκε η λογική των χρονοσειρών που στη συνέχεια έγινε πιο συγκεκριμένη, όπως αναλύεται παρακάτω. Για τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται σε έργα ανάπτυξης δικτύου, οι ίδιοι οι υπεύθυνοι του τμήματος πρότειναν να ελεγχθούν οι συσχετίσεις, καθώς έχουν ήδη δημιουργήσει την πλατφόρμα που αναφέρθηκε στα παραπάνω κεφάλαια.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της μελέτης που αναλήφθηκε, αρχικά έγινε συλλογή δεδομένων, που περιλαμβάνει ιστορικά στοιχεία αναλώσεων παρελθόντων ετών, μέσω του συστήματος SAP ERP. Στη συνέχεια, γνωρίζοντας τον τρόπο λειτουργίας του υφιστάμενου συστήματος, παρουσιάζεται συνοπτικά και αξιολογείται με χρήση ποιοτικών και ποσοτικών κριτηρίων. Έπειτα, αναλύεται η κατηγοριοποίηση των υλικών με βάση την αξία, την κίνηση, και την φύση της ζήτησης τους. Με βάση τις κατηγοριοποιήσεις, προκύπτουν οι τρόποι πρόβλεψης κάθε κατηγορίας ξεχωριστά, που έχουν ως στόχο τη διαχείριση των ανταλλακτικών. Τέλος, συνοψίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης και παρουσιάζονται οι προτάσεις προς την εταιρία.



Σχήμα 8: Διαδικασία που Ακολουθήθηκε για την Διπλωματική

4. Παρουσίαση και Αξιολόγηση Τρόπου Πρόβλεψης Ζήτησης Υπάρχοντος Συστήματος

4.1. Σύντομη Περιγραφή

Η Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α.) Αττικής Α.Ε. δραστηριοποιείται στον τομέα της διανομής του φυσικού αερίου σε οικιακές και επαγγελματικές εφαρμογές, στην γεωγραφική περιοχή της Αττικής. Το φυσικό αέριο εισάγεται στην Ελλάδα μέσω αγωγών υψηλής πίεσης, τους οποίους διαχειρίζεται ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (Δ.Ε.Σ.Φ.Α.). Στη συνέχεια, το αέριο οδηγείται μέσα από το δίκτυο της μέσης πίεσης, χαλύβδινων σωλήνων ονομαστικής πίεσης 19bar ή 10bar, σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές και σταθμούς διανομής που τροφοδοτούν τα δίκτυα της χαμηλής πίεσης. Το δίκτυο χαμηλής πίεσης είναι αυτό που εξυπηρετεί οικιακούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς χρήστες.

Το δίκτυο της Ε.Π.Α Αττικής περιλαμβάνει 3.000 χλμ αγωγών χαμηλής πίεσης που εξυπηρετούν πάνω από 65 δήμους στην Αττική. Εξ αυτών, τα 1.800 χλμ αποτελούν νέο κομμάτι του δικτύου με ονομαστική πίεση λειτουργίας 4bar και υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο. Τα 700 χλμ παρέλαβε η Ε.Π.Α. Αττικής από τη Δ.Ε.Π.Α (Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε.) με ονομαστική πίεση 4bar. Τα τελευταία 500 χλμ ανήκουν στο παλιό δίκτυο, με ονομαστική πίεση λειτουργίας 23mbar και υλικά κατασκευής πολυαιθυλένιο ή χυτοσίδηρος που παρέλαβε η Ε.Π.Α. Αττικής από της Δ.Ε.Φ.Α (Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου Αθηνών).

Αυτό το μεγάλο σε μήκος δίκτυο διανομής αερίου χρειάζεται την απαραίτητη ετήσια συντήρηση. Ταυτόχρονα, οι αρμοδιότητες της εταιρίας επεκτείνονται και σε έργα ανάπτυξης δικτύου. Για την πραγματοποίηση των δυο αυτών τύπων έργων, η εταιρία χρησιμοποιεί ένα πλήθος ανταλλακτικών, τα οποία και διατηρεί σε ιδιόκτητη αποθήκη. Όλα αυτά τα υλικά, χρήζουν ανάγκης διαχείρισης, έτσι ώστε να μειωθούν κόστη έλλειψης ανταλλακτικών και διατήρησης μεγάλου αποθέματος.

Προκειμένου να γίνουν αντιληπτά τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η εταιρία σε σχέση με την ζήτηση των ανταλλακτικών, πραγματοποιήθηκε μια σειρά συνεντεύξεων με στελέχη της. Οι συναντήσεις αυτές έγιναν με υπεύθυνους του τεχνικού τμήματος, από το τμήμα Λειτουργίας και Συντήρησης, που ασχολείται με τη συντήρηση του υπάρχοντος δικτύου και την ενεργοποίηση νέων παροχών, και με το τμήμα Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δικτύου, υπεύθυνο για την επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου. Καθώς η εταιρία διατηρεί όλα τα απαραίτητα για τα υλικά στοιχεία σε βάση δεδομένων μέσω SAPERP, παραδόθηκε προς μελέτη μια σειρά από Reports που αφορούν αναλώσεις υλικών και στοιχεία έργων.

Το αρμόδιο τμήμα για τη συντήρηση του δικτύου, όπως αναφέραμε, είναι το **τμήμα Λειτουργίας και Συντήρησης**. Η εταιρία έχει δημιουργήσει και ακολουθεί ένα πλάνο επιθεωρήσεων, το οποίο αναθέτει σε κάποιους τεχνικούς την επιθεώρηση συγκεκριμένων σημείων του δικτύου. Η προμελέτη αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ετήσιου



πλάνου συντήρησης. Το τμήμα αυτό, ασχολείται με τρεις κατηγορίες εργασιών: εργασίες ενεργοποίησης, εργασίες επιδιόρθωσης και αιτήματα πελατών, που αναλύονται παρακάτω,

- I. Η **Κατηγορία Ενεργοποίησης A** (Assets) αναφέρεται σε εργασίες που αφορούν σύνδεση ή ενεργοποίηση ενός καινούργιου δικτύου καθώς και παλιές παροχές που συνδέονται στο καινούργιο δίκτυο και χρειάζονται από την αρχή επιδιόρθωση. Για αυτές τις δραστηριότητες η εταιρία καταστρώνει ένα πλάνο στην αρχή του κάθε έτους που αφορά την ανάπτυξη του δικτύου της. Στον Πίνακα 3.1. περιλαμβάνεται η λίστα των δραστηριοτήτων που ανήκει στην Κατηγορία A.

Πίνακας 1: Κατηγορία Σύνδεσης και Ενεργοποίησης A (Assets)

1	A21	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΚΛΑΔΟΥ 4 bar
2	A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ
3	A25	ΜΕΤΑΠΤΩΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
4	A26	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠ ΠΑΡΟΧΗΣ – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Τα
5	A27	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ

- II. Η **Κατηγορία Επιδιόρθωσης C** (Corrective Maintenance) αναφέρεται στη διορθωτική συντήρηση την οποία η εταιρία χρειάζεται να κάνει κάθε χρόνο. Η διορθωτική συντήρηση αφορά βλάβες οι οποίες δεν είναι προγραμματισμένες να συμβούν, αλλά λόγω φθορά των υλικών χρειάζονται αντικατάσταση. Οι εργασίες αυτές εξαρτώνται από εργασίες επίβλεψης για φθορές. Για παράδειγμα, όταν ο τεχνικός επισκεφθεί ένα σημείο προκειμένου να ελέγξει εάν όλα λειτουργούν σωστά, μπορεί να αντιληφθεί βλάβη, την οποία είτε θα λύσει κατευθείαν, είτε θα την αναφέρει στον προϊστάμενο του να την προγραμματίσει το συντομότερο δυνατό. Αναλυτικά όλες οι εργασίες που περιλαμβάνονται στην Κατηγορία C εμφανίζονται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 2: Κατηγορία Επιδιόρθωσης C (Corrective Maintenance)

6	C20	ΕΠΑΝΑΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
7	C21	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ
8	C25	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ
9	C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ
10	C31	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
11	C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
12	C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
13	C34	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
14	C36	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ
15	C37	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ
16	C38	ΕΛΕΓΧΟΣ & ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ Π.Α.
17	C40	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ
18	C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠΙ - ΥΠΡ)
19	C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ
20	C43	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΠΑΡΟΧΩΝ
21	C49	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ



III. Η **Κατηγορία Αιτημάτων Πελατών L** (AfterSalesSupport) αφορά αιτήματα υφιστάμενων πελατών, οι οποίοι χρειάζονται κάποια νέα υπηρεσία από το δίκτυο ή κάποια νέα μετατροπή. Η ζήτηση για αυτού του είδους εργασία είναι κατά βάση τυχαία καθώς είναι δύσκολο να προβλέψεις τις ανάγκες των πελατών. Όλες οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στην Κατηγορία L φαίνονται στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3:Κατηγορία Αιτημάτων Πελατών L (After Sales Support)

22	L20	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΕΣΤΡΑΜΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΗΤΗ
23	L21	ΑΥΞΗΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ/ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ
24	L22	ΜΕΙΩΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ/ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ
25	L23	ΑΝΤΙΚΑ/ΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΛΟΓΩ ΑΛΛΑΓΗΣ ΧΡΗΣΗΣ
26	L24	ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ
27	L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ
28	L30	ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
29	L31	ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗΣ
30	L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ
31	L42	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΜΑΡΙΟΥ
32	L45	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚ ΠΑΡΟΧΗ

Ταυτόχρονα, η Ε.Π.Α. Αττικής αναπτύσσει το σύστημα διανομής φυσικού αερίου με την κατασκευή και επέκταση του δικτύου της. Η επέκταση του δικτύου γίνεται βάση χρονικού πλάνου κατασκευής και ενεργοποίησης και πραγματοποιείται παράλληλα σε διάφορες περιοχές της Αττικής. Το αρμόδιο τμήμα για την δημιουργία και τήρηση του πλάνου αυτού είναι το **τμήμα Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου**. Τα διάφορα έργα του νέου δικτύου κωδικοποιούνται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες σύμφωνα με το τμήμα αυτό:

- **HC (Enhance Center):** Ενίσχυση Συστήματος Κέντρου. Τα έργα αυτά, προκύπτουν από την μεθοδολογία ενίσχυσης και αναβάθμισης του δικτύου της κεντρικής περιοχής. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται και έργα μέσης πίεσης που αφορούν την ενίσχυση του κέντρου.
- **MP (Medium Pressure):** Ενίσχυση Συστήματος Περιφέρειας – Έργα Μέσης Πίεσης.
- **REP (Replacement):** Αντικαταστάσεις και απομονώσεις μεταλλικών δικτύων 25 mbar για λόγους ασφάλειας (διαφυγές).
- **TEC (Technical):** Έργα διασυνδέσεων και υποστήριξης. Πρόκειται για έργα τεχνικής φύσης κυρίως στην Περιφέρεια. Περιλαμβάνουν διασυνδέσεις, ενισχύσεις και συμπληρώσεις δακτυλίων για λόγους ασφάλειας τροφοδοσίας και εξισορρόπησης φορτίου και έργα υποστήριξης on-line inspection του δικτύου Μέσης Πίεσης.
- **B2C (Business to Customer), B2B (Business to Business):** Επεκτάσεις για B2C και B2B πελάτες



- **ΕΠΑΠ(Έργα Που Επωμίζεται Πελάτης):** Επεκτάσεις που το κόστος επωμίζεται ο πελάτης.
- **NET(Network):** Ανάπτυξη Δικτύου. Ακολουθείται η νέα ιεράρχηση των κλάδων μη κατασκευασμένου δικτύου, όπως προέκυψε από το project της Αξιολόγησης Επενδυτικής Στρατηγικής και λαμβάνοντας υπόψη το βασικό επενδυτικό σενάριο. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που τα έργα B2C, B2B και ΕΠΑΠ είναι μεγαλύτερα από το προβλεπόμενο μήκος τότε αφαιρούνται κάποια έργα από την Ανάπτυξη Δικτύου.
- **3PP (3rd Party Projects):** Έργα τρίτων. Αφορά κυρίως έργα μετατοπίσεων και αντικαταστάσεων που δρομολογούνται λόγω έργων άλλων φορέων (π.χ. ΥΠΟΜΕΔΙ, ΥΠΕΚΑ, ΕΥΔΑΠ, Δήμοι) στα σημεία που βρίσκεται το δίκτυο της εταιρείας. Συνήθως πρόκειται για ανταποδοτικά έργα.

Φυσικά, όλες οι παραπάνω εργασίες συντήρησης και ανάπτυξης δικτύου για να πραγματοποιηθούν, χρειάζονται το απαραίτητο πλήθος ανταλλακτικών. Στην εταιρία ανήκει μια αποθήκη η οποία περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υλικά για τις κατασκευές. Η μεγαλύτερη πρόκληση λοιπόν της Ε.Π.Α. Αττικής, όπως και κάθε εταιρίας που διατηρούν αποθηκευτικούς χώρους, είναι η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων. Δηλαδή, η εταιρία πρέπει να βρει τρόπους με τους οποίους, η αποθήκη δε θα δεσμεύει μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων, και ταυτόχρονα δεν θα έχει έλλειψη απαραίτητων για τα έργα υλικών. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, είναι απαραίτητος ο συντονισμός της ζήτησης των υλικών με την εφοδιαστική αλυσίδα. Έτσι εισάγεται η έννοια της **πρόβλεψης ζήτησης**, διαδικασία απαραίτητη για όλες τις διαδικασίες μιας αποθήκης. Αφού προβλέψουμε τη ζήτηση, με χρήση γνωστών μεθόδων, είναι απαραίτητο η εταιρία να επανεξετάσει ζητήματα όπως ο καθορισμός της ποσότητας παραγγελίας, της περιόδου αναπαραγγελίας και των αποθεμάτων ασφαλείας.

4.2. Παρουσίαση Τρόπου Πρόβλεψης

Η Ε.Π.Α. Αττικής αναγνωρίζοντας το μεγάλο κόστος που της προσδίδουν μερικά υλικά κατά την κτήση τους και την αποθήκευσή τους, αποφάσισε να ασχοληθεί με την βελτίωση της πρόβλεψη ζήτησης των υλικών που διαχειρίζεται. Έτσι, τα δυο τμήματα, δημιούργησαν δυο διαφορετικούς τρόπους πρόβλεψης, όπως παρουσιάζονται στις παρακάτω παραγράφους.

Το τμήμα **Λειτουργίας και Συντήρησης** έχει δημιουργήσει ένα πρόγραμμα στο excel μέσω του οποίου θα πραγματοποιεί την πρόβλεψη ζήτησης των υλικών. Η διαδικασία που ακολουθείται έχει ως εξής, αρχικά γίνεται μια ταξινόμηση ανά εργασία που ακολουθείται από τη λίστα όλων των υλικών που χρησιμοποιούνται για αυτή την εργασία. Στα υλικά αυτά αναγράφονται οι συγκεντρωτικές ποσότητες που αναλώθηκαν το προηγούμενο έτος για την συγκεκριμένη εργασία καθώς και το πλήθος των διαφορετικών εντολών που συμμετείχαν μέσα στο έτος. Προκειμένου να βρεθεί η προβλεπόμενη ζήτηση υλικών υπολογίζεται η μέση ποσότητα υλικών ανά εντολή ως το πηλίκο της αναλωθείσας ποσότητας προς το αντίστοιχο πλήθος εντολών. Ο μέσος όρος εντολών με το υλικό προκύπτει από το πηλίκο της εντολής προς το πλήθος εντολών τα συγκεκριμένης εργασίας. Ακολουθεί η πρόβλεψη εντολών όπως προκύπτει από το πλάνο συντήρησης που καταστρώνει και ακολουθεί το τμήμα συντήρησης. Η πρόβλεψη εντολών για το κάθε υλικό είναι το γινόμενο του μέσου όρου εντολών με το προβλεπόμενο πλήθος εντολών και τέλος, η πρόβλεψη των υλικών προκύπτει ως το γινόμενο προβλεπόμενων εντολών επί της μέσης ποσότητας του υλικού αυτού.

Όπως είναι φανερό από την παραπάνω περιγραφή, η πρόβλεψη της ζήτησης υλικών προκύπτει από στοιχεία μόνο του προηγούμενου έτους, και κάθε υλικό εξαρτάται από τα υπόλοιπα στην συγκεκριμένη εργασία, ως ποσοστό του συνόλου. Όπως είναι φανερό η μέθοδος αυτή παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, που περιγράφονται στο παρακάτω κεφάλαιο.

Αντίστοιχα το τμήμα **Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου** έχει δημιουργήσει το δικό του πρόγραμμα πρόβλεψης της ζήτησης για τα έργα επέκτασης δικτύου. Το τμήμα αυτό, έχει δημιουργήσει ένα πλάνο των έργων που θα πραγματοποιηθούν στα επόμενα έτη. Το πλάνο αυτό περιέχει αναλυτικά όλα τα έργα και περιγραφές αυτών. Σε συνεργασία με ειδικούς συμβούλους, έχουν δημιουργήσει μια πλατφόρμα, η οποία αντλεί δεδομένα από το SAPERP, και γίνεται πρόβλεψη ζήτησης των υλικών και των ποσοτήτων τους με έναν απλό μέσο όρο. Αναλυτικότερα, στην πλατφόρμα αυτή εισάγονται πεδία, που αποτελούν τα χαρακτηριστικά του έργου, όπως η κατηγορία του, το μήκος των αγωγών που θα δημιουργηθούν, ο λειτουργικός τομέας και η πίεση. Το πρόγραμμα αυτό επιλέγει έργα που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά του τρέχοντος έργου και τα επιλέγει. Στη συνέχεια, αναγνωρίζονται ποια υλικά χρησιμοποιήθηκαν και σε τι ποσότητες, και υπολογίζονται οι ποσότητες του τρέχοντος έργου με βάση το μέσο όρο των ποσοτήτων των έργων των παλαιότερων ετών.

Οι υπεύθυνοι για τη λειτουργία του προγράμματος αυτού αναγνωρίζουν πως ο απλός μέσος όρος είναι ασθενής τρόπος πρόβλεψης και πως μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα για τις ποσότητες των υλικών. Είναι λοιπόν ανάγκη να βρεθεί ένας καλύτερος τρόπος πρόβλεψης αυτών των υλικών προκειμένου να μειωθούν περιττά αποθέματα και ελλείψεις υλικών ,ενώ ταυτόχρονα θα αυξηθεί η αξιοπιστία του συστήματος.

4.3. Κριτική

Όσον αφορά τον τρόπο πρόβλεψης του τμήματος **Λειτουργίας και Συντήρησης**, παρατηρήθηκαν μερικά προβλήματα και μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να βρούμε έναν καλύτερο τρόπο πρόβλεψης.

1. Το εργαλείο έχει αναπτύξει η εταιρία, χρησιμοποιεί ενός είδους συσχέτιση μεταξύ πλήθους εντολών και ποσοτήτων υλικών. Για τη θεώρηση αυτή όμως, δεν έγινε έλεγχος συσχετίσεων. Το προγράμματος SPSS, που δίνει τη δυνατότητα ελέγχου για συσχετίσεις, είχε σαν αποτέλεσμα ότι χρησιμοποιώντας δεδομένα 3^{ων} ετών δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ αυτών των δυο ποσοτήτων.
2. Βασίζεται στις πραγματικές αναλώσεις μόνο του προηγούμενου έτους. Με τον τρόπο αυτό έχουμε πολύ μικρό δείγμα για να κρίνουμε πόσα υλικά θα χρειαστούν το επόμενο έτος για τις εργασίες συντήρησης. Η εταιρία θα μπορούσε να συνεχίσει να χρησιμοποιεί τον ίδιο τρόπο πρόβλεψης, απλά στο τελικό στάδιο να λαμβάνει υπόψη στοιχεία και από τα περασμένα έτη, δίνοντας βαρύτητα στα δεδομένα των τελευταίων ετών.
3. Δε λαμβάνονται υπόψη παράμετροι (τάση, εποχικότητα, διακύμανση κλπ) αλλά μόνον στοιχεία του παρελθόντος. Θα πρέπει λοιπόν να ελεγχθεί εάν υπάρχουν υλικά στην αποθήκη τα οποία να ακολουθούν κάποιο μοτίβο στη ζήτηση τους.
4. Δεν γίνεται διαφορετική προσέγγιση σε υλικά που είναι πιο ακριβά ή καταναλώνονται περισσότερο. Για παράδειγμα, παρόλο που αναγνωρίζεται πως υλικά με μεγαλύτερο κόστος βγάζουν εκτός προϋπολογισμού την εταιρία (είτε έχοντας έλλειψη είτε περίσσεια στην αποθήκη) δεν αντιμετωπίζονται διαφορετικά όσον αφορά την πρόβλεψη ζήτησης.
5. Δεν έχει υπολογιστεί σφάλμα πρόβλεψης. Για να ολοκληρωθεί η αξιολόγηση ενός συστήματος πρόβλεψης ζήτησης, χρειάζεται να μετρηθεί το σφάλμα, δηλαδή πόσο αποκλίνει ή όχι η προβλεπόμενη από την πραγματική τιμή της ζήτησης. Σίγουρα, αυτή η διαδικασία είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί αφού περάσει ένας χρόνος και η εταιρία μπορέσει να συγκρίνει την προβλεπόμενη με την πραγματική ζήτηση.

Η παραπάνω κριτική στην εφαρμοζόμενη μέθοδο πρόβλεψης δεν βασίζεται σε στατιστικά στοιχεία, παρά μόνο σε γενικές και ποιοτικές παρατηρήσεις. Έτσι αποφασίσαμε ακολουθώντας τον αλγόριθμο που δημιούργησε το τμήμα Συντήρηση της ΕΠΑ, να συγκρίνουμε τις πραγματικές αναλώσεις υλικών του 2013 με τις προβλεπόμενες που προκύπτουν από τις αναλώσεις του 2012 και όμοια τις πραγματικές αναλώσεις του 2014 με τις προβλεπόμενες όπως προέκυψαν από το 2013. Βέβαια, η σύγκριση αυτή δεν είναι απόλυτα σωστή, καθώς η εταιρία αποφάσισε το 2015 να ξεκινήσει τις προβλέψεις, οπότε τα προηγούμενα χρόνια δεν χρησιμοποιούσαν την ίδια μέθοδο. Έτσι λάβαμε μια σειρά παραδοχών προκειμένου να συγκρίνουμε την πραγματική με την προβλεπόμενη ανάλυση:

- Συγκρίθηκαν έτη κατά τα οποία η εταιρία δεν χρησιμοποιούσε το τρέχον μοντέλο πρόβλεψης.
- Για τη σύγκριση έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία από τις πραγματικές αναλώσεις και το πραγματικό πλήθος εντολών, έτσι ενδέχεται να υπάρχει μεγαλύτερο σφάλμα, καθώς το πλήθος πραγματικών και προβλεπόμενων εντολών μπορεί να διαφέρουν.

Μετά την σύγκριση των δεδομένων διεξάχθηκαν τα εξής αποτελέσματα:



1. Τα σφάλματα των αναλώσεων είναι μεγάλα, είτε υπέρ της πραγματικής είτε υπέρ της προβλεπόμενης ζήτησης. Ο τρόπος και οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή των σφαλμάτων βρίσκονται στα Παραρτήματα 1 έως 3.
2. Η μέθοδος αυτή, μπορεί να προβλέψει τη ζήτηση κάποιων υλικών σε συγκεκριμένες εργασίες, όμως οι ποσότητες κάποιων άλλων υλικών παρουσιάζουν μεγάλα σφάλματα, και τα υλικά αυτά βρίσκονται ακόμα και σε κρίσιμες κατηγορίες υψηλού κόστους και συχνότητας.

Για να ολοκληρωθεί η ενότητα της κριτικής του υφιστάμενου συστήματος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε την κυριότερη αδυναμία του τρόπου αυτού, τη δυσκολία αξιοποίησης των αποτελεσμάτων από τους υπεύθυνους. Το πρόγραμμα που έχει δημιουργήσει το τμήμα Λειτουργίας και Συντήρησης πραγματοποιεί προβλέψεις για όλο το επόμενο έτος, όμως δεν έχει αναπτυχθεί τρόπος με τον οποίο θα διαχωριστεί αυτή η πρόβλεψη στους επιμέρους μήνες. Η εταιρία ενδιαφέρεται να γνωρίζει τις αναλώσεις για κάθε μήνα ξεχωριστά, αφού το πλάνο έργων είναι χωρισμένο σε αυτό το χρονικό επίπεδο. Ταυτόχρονα, η αποθήκη πραγματοποιεί παραγγελίες για τα ανταλλακτικά μια με δυο φορές το χρόνο. Είναι φανερό λοιπόν πως θα έπρεπε να υπάρχει ένα κοινό χρονικό επίπεδο για όλες τις διεργασίες, έτσι ώστε να μην υπάρχει η αδυναμία αξιοποίησης των αποτελεσμάτων από μεθόδους διαχείρισης υλικών.

6. Κατηγοριοποίηση

6.1. Ανταλλακτικά για Έργα Λειτουργίας και Συντήρησης

6.1.1. ABC Ανάλυση για Αξία

Όπως αναφέρθηκε και στην θεωρία, σύμφωνα με την ABCΑνάλυση τα υλικά κατηγοριοποιούνται σε 3 διαφορετικές κατηγορίες με βάση το μοναδιαίο κόστος υλικού και της ανάλωσης του σε διάστημα 3 ετών. Όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα, τόσο καλύτερο και πιο αξιόπιστο είναι το αποτέλεσμα της ανάλυσης, δηλαδή γνωρίζουμε περισσότερα στοιχεία για τις αναλώσεις. Παρακάτω φαίνονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ABC Ανάλυση:

1. Καθορισμός του χρονικού διαστήματος ανάλυσης. Χρησιμοποιήθηκε χρονικός ορίζοντας 3^{ων} ετών, προκειμένου να διασφαλιστεί μεγαλύτερη ακρίβεια, και ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να περιλαμβάνονται βραδέως κινούμενα υλικά τα οποία έχουν υψηλό κόστος.
2. Υπολογισμός του συνολικού κόστους ανά υλικό. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, υπολογίζεται το συνολικό κόστος του υλικού 121106 ως το άθροισμα των γινομένων των ποσοτήτων επί του μοναδιαίου κόστους του υλικού. Ως μοναδιαίο κόστος λαμβάνεται ένας μέσος όρος των τιμών των προηγούμενων ετών, καθώς κάθε χρόνο η τιμή του κάθε προϊόντος μεταβάλλεται.
3. Ταξινόμηση σε φθίνουσα σειρά με βάση το συνολικό κόστος. Στη συνέχεια όλα τα υλικά ταξινομούνται ως προς το συνολικό τους κόστος από το υλικό με την μεγαλύτερη συνολική τιμή, έως το υλικό με τη μικρότερη συνολική τιμή όπως στον Πίνακα 5.
4. Υπολογισμός σωρευτικού κόστους. Το σωρευτικό κόστος ενός υλικού υπολογίζεται ως το άθροισμα του κόστους του υλικού συν το κόστος όλων των προηγούμενων στη λίστα υλικών (των ταξινομημένων σε φθίνουσα σειρά). Με τον τρόπο αυτό το σωρευτικό κόστος του τελευταίου υλικού (δηλαδή το υλικό με το μικρότερο κόστος) θα είναι ίσο με το συνολικό κόστος όλων των υλικών για τα 3 έτη όπως στον Πίνακα 6.
5. Υπολογισμός σωρευτικού ποσοστού. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 7, σε κάθε σειρά των υλικών διαιρούμε το αντίστοιχο σωρευτικό κόστος με το συνολικό κόστος όλων των υλικών.
6. Κατηγοριοποίηση υλικών ως προς A, B και C. Το ποσοστό που επιλέγεται για το χαρακτηρισμό των υλικών είναι, τα υλικά A ευθύνονται για το 50% του κόστους και αποτελούν το 6% του συνόλου των υλικών, τα υλικά B ευθύνονται για το 30% του συνολικού κόστους και αποτελούν το 10% του συνόλου των υλικών, και τέλος τα υλικά C ευθύνονται για το 20% του κόστους και αποτελούν το 84% του συνόλου των υλικών. Οπότε όλα τα υλικά χαρακτηρίζονται ως A ή B ή C.
7. Τέλος, δημιουργούμε τρία διαγράμματα, Σχήμα 9: Κόστους ανά Κωδικό Υλικού, Σχήμα 10: Κόστους ανά Κωδικό υλικού για Κατηγορία A και Σχήμα 11: Σωρευτικού Κόστους ανά Κωδικό Υλικού. Το Διάγραμμα Κόστους ανά Κωδικό Υλικού δίνει μια εικόνα για την κατάσταση του κόστους των υλικών. Ειδικότερα για την κατηγορία A δημιουργήθηκε ένα επιπλέον τέτοιο διάγραμμα ως τα υλικά με υψηλό ενδιαφέρον. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να αποτελέσει εργαλείο διευκόλυνσης για τη λήψη



διοικητικών αποφάσεων, καθώς καταδεικνύονται οι κωδικοί που κοστίζουν περισσότερο και παρουσιάζουν περιθώρια μείωσης του κόστους τους.

Το Διάγραμμα Σωρευτικού Κόστους ανά Κωδικό Υλικού το οποίο δίνει μια καλή αίσθηση της καμπύλης που απεικονίζει τη συσσώρευση κόστους ανά κωδικό. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε πως η καμπύλη παρουσιάζει απότομη άνοδο σε μικρό τμήμα του άξονα των κωδικών. Το διάγραμμα αυτό απεικονίζει την συμμετοχή στο συνολικό κόστος των υλικών στη κατηγορία A, στην άνοδο η καμπύλη εξομαλύνεται στα αμέσως πιο φθηνά υλικά που ανήκουν στην κατηγορία B, ενώ η καμπύλη μετατρέπεται σχεδόν σε ευθεία στη διάστημα που αντιστοιχεί στα φθηνότερα υλικά της κατηγορίας C.

Για την υλοποίηση του αλγορίθμου της ABCΑνάλυσης, χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων της *MS Access*, με τη χρήση της γλώσσας *SQL*. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, έδειξαν πως στην Κατηγορία A ανήκουν το 6% των υλικών (29 υλικά) και ευθύνονται για το 50% του συνολικού κόστους των υλικών (278.720,92 €). Στην Κατηγορία B ανήκουν το 10% των υλικών (54 υλικά) και ευθύνονται για το 30% του συνολικού κόστους των υλικών (169.055,70 €). Τέλος, στην Κατηγορία C ανήκουν το 84% των υλικών (436 υλικά) και ευθύνονται για το 20% του συνολικού κόστους των υλικών (113.720,99 €)

Πίνακας 4: ABC Ανάλυση- Συνολικό Κόστος

Κωδικός Υλικού	Περιγραφή	Ημερομηνία Εγγραφής	Ποσότητα	Μοναδιαία Μέση Τιμή	Κόστος
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	22/2/2012	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	23/3/2012	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	27/3/2012	1,000	9,74 €	9,74 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	18/5/2012	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	5/6/2012	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	7/6/2012	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	11/6/2012	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	21/6/2012	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	2/11/2012	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	11/2/2013	1,000	9,74 €	9,74 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	21/5/2013	1,000	9,74 €	9,74 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	22/5/2013	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	23/9/2013	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	1/10/2013	1,000	9,74 €	9,74 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	2/10/2013	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	23/10/2013	0,500	9,74 €	4,87 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	3/2/2014	2,000	9,74 €	19,48 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	16/2/2014	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	4/3/2014	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	14/3/2014	0,600	9,74 €	5,84 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	27/3/2014	1,500	9,74 €	14,61 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	27/3/2014	1,000	9,74 €	9,74 €
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	6/10/2014	3,000	9,74 €	29,22 €
Σύνολο		22/2/2012- 6/10/2014	34,600	-	337,00 €



Πίνακας 5: ABC Ανάλυση- Φθίνουσα Σειρά

Υλικό	Περιγραφή	Ποσότητα	Μέση Τιμή	Συνολική Τιμή
431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	645	35,23	22.723,35 €
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	821	23,44	19.244,24 €
921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	3223	4,96	15.986,08 €
432104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 10	68	227,12	15.444,16 €
432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	320	47,35	15.152,00 €
455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	869	17,06	14.825,14 €
921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	1675	8	13.400,00 €
455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	498	26,07	12.982,86 €
431104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 10 (25mbar)	54	176,94	9.554,76 €
432103	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 6	96	95,59	9.176,64 €
432105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 16	38	239,24	9.091,12 €
321305	ΒΑΝΑ ΡΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ225 ΓΙΑ 4 BAR	18	467,3	8.411,40 €
431105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 16 (25mbar)	42	191,36	8.037,12 €
391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΑΚ	658	11,62	7.645,96 €
912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	1465	5,11	7.486,15 €
321303	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4BAR	27	274,6	7.414,20 €
457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 50 382x245x175	563	12,79	7.200,77 €
221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	352	19,45	6.846,40 €
422103	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	107	63,63	6.808,41 €
422203	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	27	243,59	6.576,93 €
431106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 25 (25mbar)	18	363,18	6.537,24 €
431107	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 40 (25mbar)	8	791,48	6.331,84 €
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	156	40,57	6.328,92 €
432106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 25	15	409,66	6.144,90 €
441314	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ FES-S 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ 50m3/h	130	47,19	6.134,70 €
455404	ΜΕΤΑΛΛΙΚ ΕΡΜΑΡΙΟ G10 ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ	134	45,43	6.087,62 €
282102	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63Χ1 1/2'	71	81,21	5.765,91 €
421103	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G10-16m3/h	18	316,36	5.694,48 €
141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	1275,25	4,46	5.687,62 €



Πίνακας 6: ABC Ανάλυση- Σωρευτικό Κόστος

Υλικό	Περιγραφή	Ποσότητα	Μέση Τιμή	Συνολική Τιμή	Σωρευτικό κόστος
431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	645	35,23	22.723,35 €	22.723,35 €
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	821	23,44	19.244,24 €	41.967,59 €
921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	3223	4,96	15.986,08 €	57.953,67 €
432104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 10	68	227,12	15.444,16 €	73.397,83 €
432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	320	47,35	15.152,00 €	88.549,83 €
455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	869	17,06	14.825,14 €	103.374,97 €
921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	1675	8	13.400,00 €	116.774,97 €
455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	498	26,07	12.982,86 €	129.757,83 €
431104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 10 (25mbar)	54	176,94	9.554,76 €	139.312,59 €
432103	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 6	96	95,59	9.176,64 €	148.489,23 €
432105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 16	38	239,24	9.091,12 €	157.580,35 €
321305	ΒΑΝΑ ΡΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ225 ΓΙΑ 4 BAR	18	467,3	8.411,40 €	165.991,75 €
431105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 16 (25mbar)	42	191,36	8.037,12 €	174.028,87 €
391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΑΚ	658	11,62	7.645,96 €	181.674,83 €
912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	1465	5,11	7.486,15 €	189.160,98 €
321303	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4BAR	27	274,6	7.414,20 €	196.575,18 €
457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 50 382x245x175	563	12,79	7.200,77 €	203.775,95 €
221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	352	19,45	6.846,40 €	210.622,35 €
422103	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	107	63,63	6.808,41 €	217.430,76 €
422203	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	27	243,59	6.576,93 €	224.007,69 €
431106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 25 (25mbar)	18	363,18	6.537,24 €	230.544,93 €
431107	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 40 (25mbar)	8	791,48	6.331,84 €	236.876,77 €
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	156	40,57	6.328,92 €	243.205,69 €
432106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 25	15	409,66	6.144,90 €	249.350,59 €
441314	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ FES-S 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ 50m3/h	130	47,19	6.134,70 €	255.485,29 €
455404	ΜΕΤΑΛΛΙΚ ΕΡΜΑΡΙΟ G10 ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ	134	45,43	6.087,62 €	261.572,91 €
282102	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63X1 1/2'	71	81,21	5.765,91 €	267.338,82 €
421103	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G10-16m3/h	18	316,36	5.694,48 €	273.033,30 €
141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	1275,25	4,46	5.687,62 €	278.720,92 €



Πίνακας 7: ABC Ανάλυση- Σωρευτικό Ποσοστό

Υλικό	Περιγραφή	Ποσότητα	Μέση Τιμή	Συνολική Τιμή	Σωρευτικό κόστος	Συνολικό Κόστος όλων των υλικών	Σωρευτικό Ποσοστό
431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	645	35,23	22.723,35 €	22.723,35 €	561497,599400001	4,05%
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	821	23,44	19.244,24 €	41.967,59 €	561497,599400001	7,47%
921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	3223	4,96	15.986,08 €	57.953,67 €	561497,599400001	10,32%
432104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 10	68	227,12	15.444,16 €	73.397,83 €	561497,599400001	13,07%
432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	320	47,35	15.152,00 €	88.549,83 €	561497,599400001	15,77%
455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	869	17,06	14.825,14 €	103.374,97 €	561497,599400001	18,41%
921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	1675	8	13.400,00 €	116.774,97 €	561497,599400001	20,80%
455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	498	26,07	12.982,86 €	129.757,83 €	561497,599400001	23,11%
431104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 10 (25mbar)	54	176,94	9.554,76 €	139.312,59 €	561497,599400001	24,81%
432103	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 6	96	95,59	9.176,64 €	148.489,23 €	561497,599400001	26,45%
432105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 16	38	239,24	9.091,12 €	157.580,35 €	561497,599400001	28,06%
321305	ΒΑΝΑ ΡΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ225 ΓΙΑ 4 BAR	18	467,3	8.411,40 €	165.991,75 €	561497,599400001	29,56%
431105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 16 (25mbar)	42	191,36	8.037,12 €	174.028,87 €	561497,599400001	30,99%
391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΙΑΚ	658	11,62	7.645,96 €	181.674,83 €	561497,599400001	32,36%
912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	1465	5,11	7.486,15 €	189.160,98 €	561497,599400001	33,69%
321303	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4BAR	27	274,6	7.414,20 €	196.575,18 €	561497,599400001	35,01%
457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 50 382x245x175	563	12,79	7.200,77 €	203.775,95 €	561497,599400001	36,29%
221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	352	19,45	6.846,40 €	210.622,35 €	561497,599400001	37,51%
422103	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	107	63,63	6.808,41 €	217.430,76 €	561497,599400001	38,72%
422203	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	27	243,59	6.576,93 €	224.007,69 €	561497,599400001	39,89%
431106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 25 (25mbar)	18	363,18	6.537,24 €	230.544,93 €	561497,599400001	41,06%
431107	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 40 (25mbar)	8	791,48	6.331,84 €	236.876,77 €	561497,599400001	42,19%
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	156	40,57	6.328,92 €	243.205,69 €	561497,599400001	43,31%
432106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 25	15	409,66	6.144,90 €	249.350,59 €	561497,599400001	44,41%
441314	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ FES-S 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ 50m3/h	130	47,19	6.134,70 €	255.485,29 €	561497,599400001	45,50%
455404	ΜΕΤΑΛΛΙΚ ΕΡΜΑΡΙΟ G10 ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ	134	45,43	6.087,62 €	261.572,91 €	561497,599400001	46,58%
282102	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63X1 1/2'	71	81,21	5.765,91 €	267.338,82 €	561497,599400001	47,61%
421103	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G10-16m3/h	18	316,36	5.694,48 €	273.033,30 €	561497,599400001	48,63%



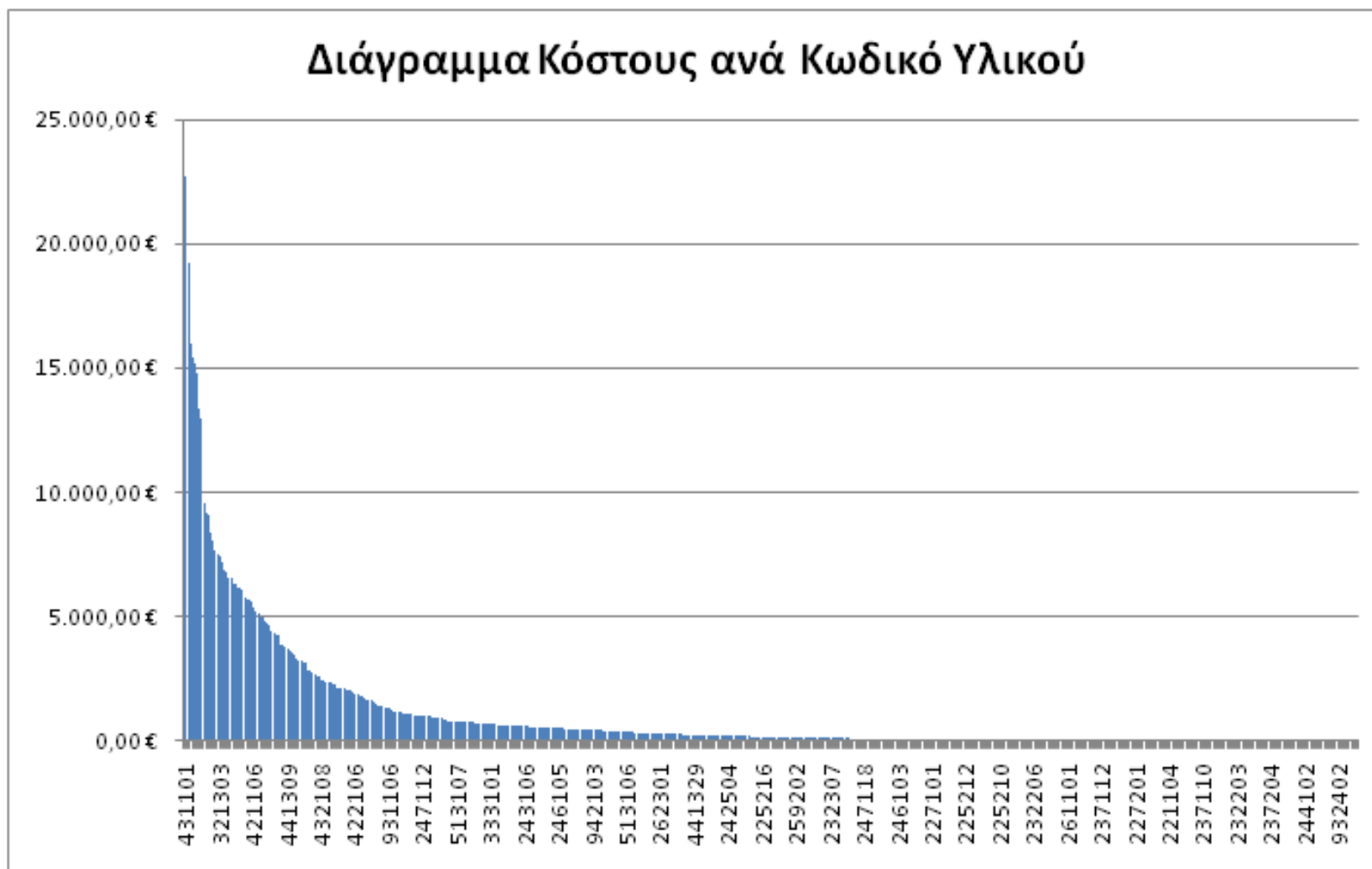
Πίνακας 8: ABC Ανάλυση- Χαρακτηρισμός ως προς Κατηγορία

Υλικό	Περιγραφή	Ποσότητα	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	Συνολική τιμή	Σωρευτικό κόστος	Συνολικό όλων των υλικών	Κόστος	Σωρευτικό Ποσοστό	class
221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	352	19,45	6.846,40 €	210.622,35 €	561497,599400001		37,51%	A
422103	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	107	63,63	6.808,41 €	217.430,76 €	561497,599400001		38,72%	A
422203	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	27	243,59	6.576,93 €	224.007,69 €	561497,599400001		39,89%	A
431106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 25 (25mbar)	18	363,18	6.537,24 €	230.544,93 €	561497,599400001		41,06%	A
431107	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 40 (25mbar)	8	791,48	6.331,84 €	236.876,77 €	561497,599400001		42,19%	A
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	156	40,57	6.328,92 €	243.205,69 €	561497,599400001		43,31%	A
432106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 25	15	409,66	6.144,90 €	249.350,59 €	561497,599400001		44,41%	A
441314	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ FES-S 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ 50m3/h	130	47,19	6.134,70 €	255.485,29 €	561497,599400001		45,50%	A
455404	ΜΕΤΑΛΛΙΚ ΕΡΜΑΡΙΟ G10 ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ	134	45,43	6.087,62 €	261.572,91 €	561497,599400001		46,58%	A
282102	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63X1 1/2'	71	81,21	5.765,91 €	267.338,82 €	561497,599400001		47,61%	A
421103	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G10-16m3/h	18	316,36	5.694,48 €	273.033,30 €	561497,599400001		48,63%	A
141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	1275,25	4,46	5.687,62 €	278.720,92 €	561497,599400001		49,64%	A
431102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 4 (25mbar)	178	31,38	5.585,64 €	284.306,56 €	561497,599400001		50,63%	B
421106	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G25-40m3/h	9	599,84	5.398,56 €	289.705,12 €	561497,599400001		51,60%	B
221107	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 160	548	9,58	5.249,84 €	294.954,96 €	561497,599400001		52,53%	B
421102	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G6-10m3/h	24	215,54	5.172,96 €	300.127,92 €	561497,599400001		53,45%	B
421109	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ 4/0,025 G65-100m3/h	2	2473,32	4.946,64 €	305.074,56 €	561497,599400001		54,33%	B
441308	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ FE25S 25m3/h	149	33,19	4.945,31 €	310.019,87 €	561497,599400001		55,21%	B
431103	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 6 (25mbar)	73	65,84	4.806,32 €	314.826,19 €	561497,599400001		56,07%	B

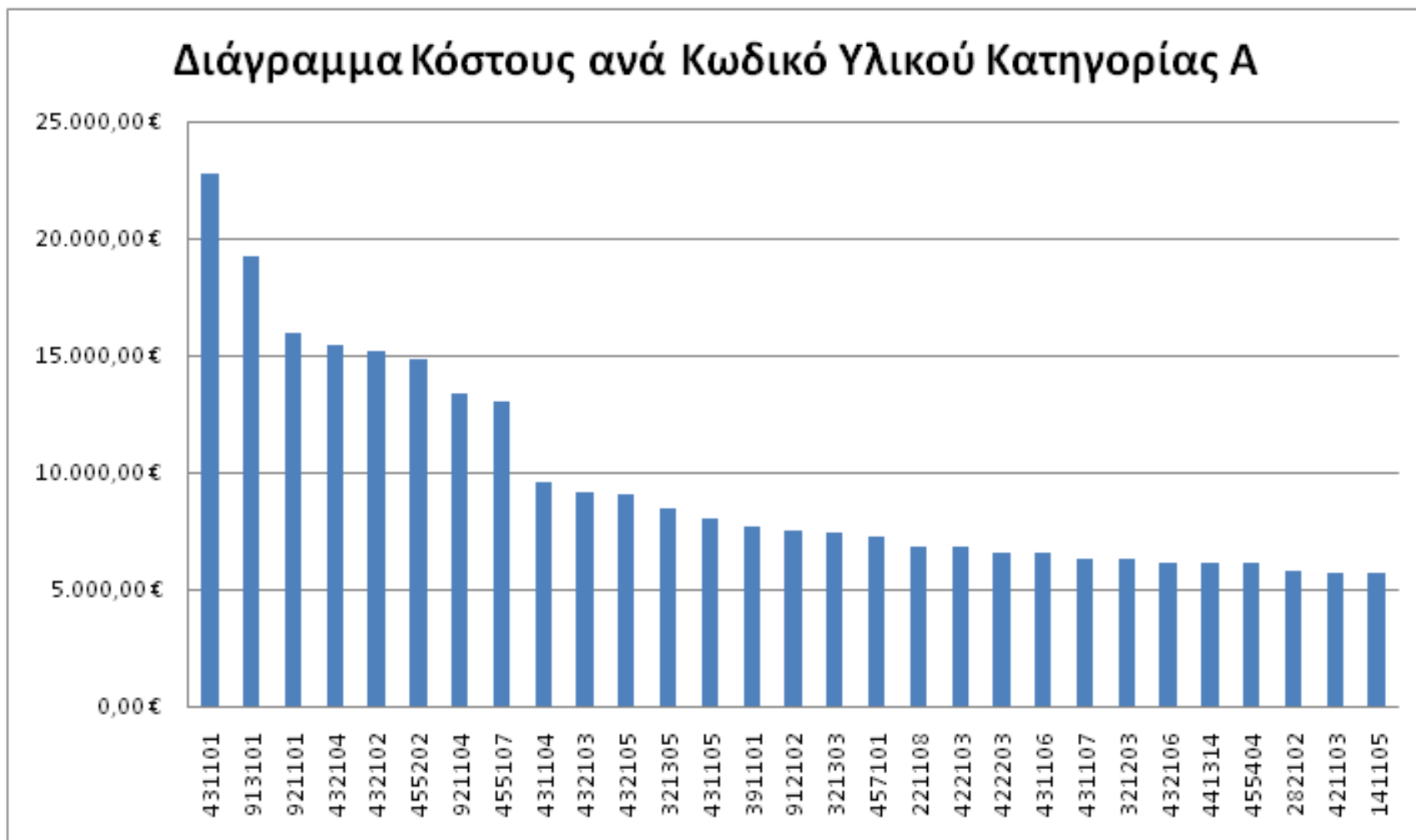


Πίνακας 9: ABC Ανάλυση- Χαρακτηρισμός ως προς Κατηγορία

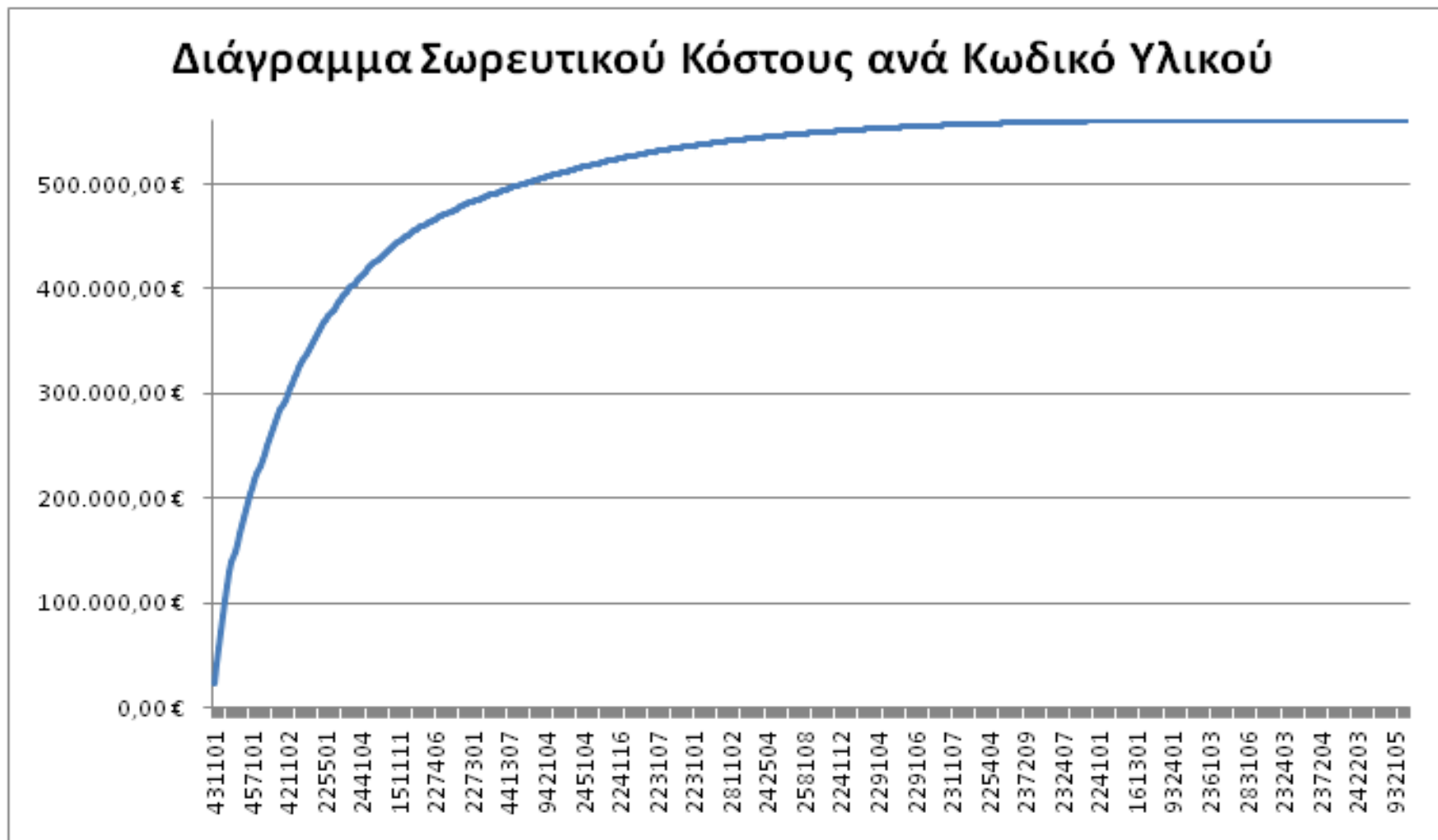
Υλικό	Περιγραφή	Ποσότητα	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	Συνολική τιμή	Σωρευτικό κόστος	Συνολικό Κόστος όλων των υλικών	Σωρευτικό Ποσοστό	class
282103	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63Χ2'	31	66,46	2.060,26 €	431.638,18 €	561497,599400001	76,87%	B
441410	ΡΥΘΜ ΝVSI 4/0,025 bar 25m3/h "N" υπόγειο	41	48,93	2.006,13 €	433.644,31 €	561497,599400001	77,23%	B
422106	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 75m3/h	11	171,21	1.883,31 €	435.527,62 €	561497,599400001	77,57%	B
455301	ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΕΡΜΑΡΙΟ ΜΕΤΡΗΤΩΝ 400*590*250	53	35,34	1.873,02 €	437.400,64 €	561497,599400001	77,90%	B
441325	ΡΥΘΜ FE25S 4/ 0,025bar 25m3/h "S" υπόγειο	26	70	1.820,00 €	439.220,64 €	561497,599400001	78,22%	B
226101	ΜΕΤΑΒ. ΕΞΑΡΤΗΜΑ -ΘΗΛ.ΣΠΕΙΡΩΜΑ 63x2'	108	16,81	1.815,48 €	441.036,12 €	561497,599400001	78,55%	B
931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	1570	1,12	1.758,40 €	442.794,52 €	561497,599400001	78,86%	B
151111	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.V.C. - PN 10 - Φ 355	46,7	36,05	1.683,54 €	444.478,05 €	561497,599400001	79,16%	B
222108	ΤΑΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΙΣΟΔΙΑΜΕΤΡΙΚΟ Φ 225	32	51,62	1.651,84 €	446.129,89 €	561497,599400001	79,45%	B
455402	ΜΕΤΑΛ ΕΡΜΡ G10/G16 ΜΕ ΠΛΑΤΗ ΧΩΡΙΣ ΒΑΣΗ	31	53,12	1.646,72 €	447.776,61 €	561497,599400001	79,75%	B
227207	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 225	47	34,09	1.602,23 €	449.378,84 €	561497,599400001	80,03%	C
121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	582,35	2,53	1.473,35 €	450.852,19 €	561497,599400001	80,29%	C
441326	ΡΥΘΜ FES-S 4/ 0,025bar 50m3/h "S" υπόγειο	17	85	1.445,00 €	452.297,19 €	561497,599400001	80,55%	C
242503	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 2'	259	5,46	1.414,14 €	453.711,33 €	561497,599400001	80,80%	C
441323	ΡΥΘΜ FEX-S 4/0,025bar 75m3/h "S" επιτο	11	126,96	1.396,56 €	455.107,89 €	561497,599400001	81,05%	C
931105	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/4	1941	0,7	1.358,70 €	456.466,59 €	561497,599400001	81,29%	C
391206	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ300	14	96,28	1.347,92 €	457.814,51 €	561497,599400001	81,53%	C
931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/2	1689	0,78	1.317,42 €	459.131,93 €	561497,599400001	81,77%	C
227206	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 160	77	16,68	1.284,36 €	460.416,29 €	561497,599400001	82,00%	C
422107	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 100m3/h	6	202,36	1.214,16 €	461.630,45 €	561497,599400001	82,21%	C



Σχήμα 9: Κόστους ανά Κωδικό Υλικού



Σχήμα 10: Κόστους ανά Κωδικό Υλικού Κατηγορία Α



Σχήμα 11: Σωρευτικό Κόστος ανά Κωδικό Υλικού

6.1.2. Κατηγοριοποίηση Ζήτησης με Χρήση Συντελεστών ADI και CV²

Γνωρίζοντας λοιπόν τη μεθοδολογία για την εύρεση των μεγεθών ADI και CV², θα την εφαρμόσουμε για το υλικό 121201 Σωλήνας PE - Κουλούρα Φ 20 όπως φαίνεται στον Πίνακα 10,

Πίνακας 10: Μεθοδολογία για εύρεση συντελεστών ADI&CV²

<i>Ποσότητα (ε_{ri})</i>	<i>Ημερομηνία Ανάλωσης</i>	<i>ti (days)</i>	<i>ε_{ri}- ε_a</i>	<i>(ε_{ri}- ε_a)²</i>
0,3	9/1/2012	13	-0,89	0,79
1,5	22/1/2012	3	0,31	0,10
1	25/1/2012	5	-0,19	0,04
4	30/1/2012	9	2,81	7,89
0,5	8/2/2012	37	-0,69	0,48
2	16/3/2012	47	0,81	0,66
1	2/5/2012	1	-0,19	0,04
0,5	3/5/2012	5	-0,69	0,48
0,5	8/5/2012	10	-0,69	0,48
0,5	18/5/2012	12	-0,69	0,48
0,5	30/5/2012	16	-0,69	0,48
0,5	15/6/2012	5	-0,69	0,48
0,5	20/6/2012	5	-0,69	0,48
0,3	25/6/2012	1	-0,89	0,79
1	26/6/2012	1	-0,19	0,04
1	27/6/2012	8	-0,19	0,04
0,5	5/7/2012	22	-0,69	0,48
2	27/7/2012	32	0,81	0,66
0,5	28/8/2012	1	-0,69	0,48
0,5	29/8/2012	2	-0,69	0,48
0,4	31/8/2012	19	-0,79	0,62
3	19/9/2012	1	1,81	3,27
0,3	20/9/2012	33	-0,89	0,79
2	23/10/2012	9	0,81	0,66
1	1/11/2012	96	-0,19	0,04
3	5/2/2013	15	1,81	3,27
2,5	20/2/2013	9	1,31	1,71
0,5	1/3/2013	25	-0,69	0,48
1	26/3/2013	7	-0,19	0,04
0,2	2/4/2013	7	-0,99	0,98
1	9/4/2013	21	-0,19	0,04
0,5	30/4/2013	10	-0,69	0,48
1	10/5/2013	49	-0,19	0,04
1	28/6/2013	21	-0,19	0,04
3,5	19/7/2013	52	2,31	5,33
3,5	9/9/2013	3	2,31	5,33
0,5	12/9/2013	5	-0,69	0,48
1	17/9/2013	1	-0,19	0,04



0,5	18/9/2013	43	-0,69	0,48
2	31/10/2013	12	0,81	0,66
0,5	12/11/2013	84	-0,69	0,48
0,5	4/2/2014	10	-0,69	0,48
3	14/2/2014	59	1,81	3,27
2,5	14/4/2014	50	1,31	1,71
0,5	3/6/2014	27	-0,69	0,48
1	30/6/2014	78	-0,19	0,04
0,6	16/9/2014	22	-0,59	0,35
1	8/10/2014	17	-0,19	0,04
0,5	25/10/2014	5	-0,69	0,48
0,5	30/10/2014	5	-0,69	0,48
0,5	4/11/2014	15	-0,69	0,48
4	19/11/2014	21	2,81	7,89
0,5	10/12/2014	-	-0,69	0,48

ε_a	1,190566038
ADI	20,5
Average($\varepsilon_{r_i} - \varepsilon_a$)	1,08
Sqrt(average($\varepsilon_{r_i} - \varepsilon_a$))	1,038915282
CV ²	0,761470862

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 10, για το συγκεκριμένο υλικό ο συντελεστής ADI=20,5 και ο CV²=0,76

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, βρέθηκαν οι αντίστοιχοι συντελεστές για όλα τα ανταλλακτικά των έργων συντήρησης.

Αφού λοιπόν βρέθηκαν οι συντελεστές ADI και CV² με βάση το Σχήμα 2 που παρατέθηκε στη θεωρία, είναι δυνατό να χαρακτηριστεί η ζήτηση των υλικών ως Προβλεπόμενη, Ακανόνιστη, Διακοπτόμενη ή Ασταθής. Από το πλήθος των υλικών παρατηρήθηκε πως δεν υπάρχουν καθόλου υλικά που η ζήτηση τους να είναι Ασταθής, ενώ η ζήτηση των περισσότερων υλικών είναι Διακοπτόμενη με ποσοστό 71,6% (372 υλικά). Η Ακανόνιστη και η Προβλεπόμενη ζήτηση παίρνουν ποσοστά 27,5% (143 υλικά) και 0,9% (4 υλικά).

Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί πως τα τέσσερα υλικά που εμφανίζουν προβλεπόμενη ζήτηση, είναι εικονικά στην κατηγορία της σταθερής ζήτησης. Τα υλικά αυτά ανήκουν στην κατηγορία C και έχουν πολύ μικρή συχνότητα όπως φαίνεται και στον Πίνακα 11,



Πίνακας 11: Υλικά με Προβλέψιμη Ζήτηση

Υλικό	Περιγραφή	ADI	CV2	Χαρακτηρισμός	Κατηγορία	Συχνότητα
225212	ΣΕΛΛΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΚΟΠΤΙΚΟ Φ 125x63	1	0,11	Προβλέψιμη Ζήτηση	C	2
265107	ΣΥΣΤΟΛΗ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΗ 1 1/2'x1 1/4'	1	0,11	Προβλέψιμη Ζήτηση	C	2
332101	ΟΡΕΙΧ ΒΑΝΑ ΘΗΛ ΑΚΡΩΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ 1/2'	0	0	Προβλέψιμη Ζήτηση	C	1
391102	ΒΑΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΒΑΝΑΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	0	0	Προβλέψιμη Ζήτηση	C	1

Είναι εμφανές πως τα υλικά αυτά είναι αδύνατο να προβλεφθούν λόγω του μικρού πλήθους δεδομένων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το πλήθος των υλικών που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση του δικτύου ανήκουν στις κατηγορίες Διακοπτόμενης και Ακανόνιστης ζήτησης. Το γεγονός αυτό, καθιστά αρκετά δύσκολη και προβληματική την πρόγνωση ζήτησης. Η πρόκληση λοιπόν είναι να βρεθεί ο κατάλληλος τρόπος, με τη χρήση του οποίου θα πραγματοποιηθεί ο στόχος πρόβλεψης αυτών των υλικών, όταν η ζήτηση τους είναι τόσο ασυνήθιστη.

6.1.3. ABC Ανάλυση για Κίνηση

Τα υλικά των κατηγοριών Β και C, της ABC Ανάλυσης που έγινε στην ενότητα 5.1.2., είναι τα υλικά των οποίων η αξία είναι μέση και χαμηλή, δηλαδή ευθύνονται για το μικρότερο ποσοστό του συνολικού κόστους υλικών. Έτσι, αποφασίστηκε τα ανταλλακτικά αυτά, να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο τρόπο, μέσω ελέγχου της συχνότητας ζήτησης. Με τον τρόπο αυτό, θα βρεθούν τα υλικά εκείνα, τα οποία είναι υπεύθυνα για τον μεγαλύτερο αριθμό αιτημάτων από τις αποθήκες της Ε.Π.Α. Αττικής. Η ABC Ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι με βάση τα στοιχεία κόστους, αλλά με βάση τον αριθμό των κινήσεων των ανταλλακτικών.

Ακολουθώντας την μεθοδολογία της ABC Ανάλυσης, όπως αυτή αναπτύχθηκε στην Ενότητα 5.1.1., πραγματοποιήσαμε την ίδια διαδικασία για συγκεκριμένα υλικά. Τα αποτελέσματα της ABC Ανάλυσης για Αξία ήταν η ομαδοποίηση των υλικών σε τρεις κατηγορίες Α, Β και C. Τα ανταλλακτικά που ανήκουν στις κατηγορίες Β και C θεωρήθηκε αναγκαίο να ελεγχθούν ως προς τη κίνηση τους, όπως προτείνεται από την μελέτη για το Πολεμικό Ναυτικό (Γομέας Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας, 2004). Έτσι, ακολουθήσαμε τα βήματα της ABC Ανάλυσης για το πλήθος των εντολών των υλικών. Χωρίσαμε λοιπόν τα υλικά σε τρεις κατηγορίες υψηλή, μέση και χαμηλή κίνηση.

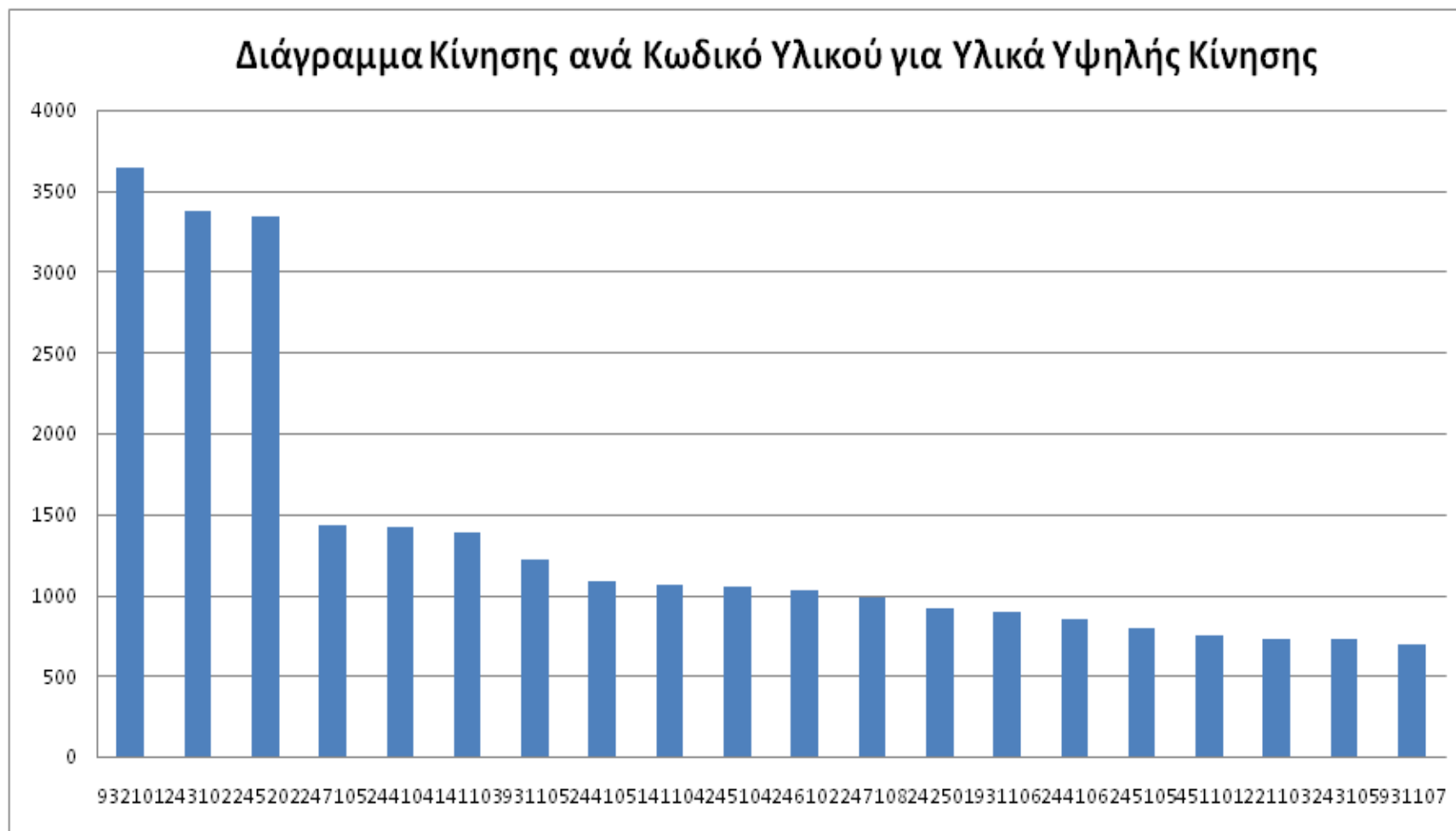
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής έδειξαν πως τα υλικά της κατηγορίας υψηλής κίνησης αποτελούν το 59% του πλήθους των εντολών (27328 εντολές) και περιέχει το 4% του συνόλου των υλικών (20 υλικά). Τα υλικά της κατηγορίας μέσης κίνησης αποτελούν το 26% του πλήθους των εντολών (11957 εντολές) και περιέχει το 10% του συνόλου των υλικών (47 υλικά). Τέλος, τα υλικά της κατηγορίας χαμηλής κίνησης αποτελούν το 15% του πλήθους των εντολών (6995 εντολές) και περιέχει το 86% του συνόλου των υλικών (423 υλικά).

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν μερικά διαγράμματα, το Σχήμα 12: Κίνησης ανά Κωδικό Υλικού το οποίο δίνει μια εικόνα για την κατάσταση της κίνησης των υλικών και ένα όμοιο Σχήμα 13 για την κατηγορία Α, ως τα υλικά με υψηλό ενδιαφέρον. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να αποτελέσει εργαλείο διευκόλυνσης για τη λήψη διοικητικών αποφάσεων, καθώς καταδεικνύονται οι κωδικοί που κοστίζουν περισσότερο και παρουσιάζουν περιθώρια μείωσης του κόστους τους.

Τέλος, δημιουργήθηκε το Σχήμα 13: Σωρευτικού Κίνησης ανά Κωδικό Υλικού το οποίο δίνει μια καλή αίσθηση της καμπύλης που απεικονίζει τη συσσώρευση κόστους ανά κωδικό. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε πως η καμπύλη παρουσιάζει απότομη άνοδο σε μικρό τμήμα του άξονα των κωδικών. Το διάγραμμα αυτό απεικονίζει την συμμετοχή στη συνολική κίνηση των υλικών στη κατηγορία Α, στην άνοδο η καμπύλη εξομαλύνεται στα αμέσως πιο αργά κινούμενα υλικά που ανήκουν στην κατηγορία Β, ενώ η καμπύλη μετατρέπεται σχεδόν σε ευθεία στη διάστημα που αντιστοιχεί στα βραδυκίνητα υλικά της κατηγορίας C.



Σχήμα 12: Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού



Σχήμα 13: Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού Υψηλής Κίνησης



Σχήμα 14: Σωρευτική Κίνηση ανά Κωδικό Υλικού

6.2. Υλικά για Έργα Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου

6.2.1. ABC Ανάλυση

Όμοια με την ABC Ανάλυση που κάναμε για το τμήμα Λειτουργίας και Συντήρησης, ακολουθήσαμε τα ίδια βήματα και προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα,

Στην Κατηγορία A ανήκουν το 3% των υλικών (5 υλικά) και ευθύνονται για το 79% του συνολικού κόστους των υλικών (383.025,15 €). Στην Κατηγορία B ανήκουν το 20% των υλικών (30 υλικά) και ευθύνονται για το 19% του συνολικού κόστους των υλικών (90.321,99€) . Τέλος, στην Κατηγορία C ανήκουν το 77% των υλικών (117 υλικά) και ευθύνονται για το 2% του συνολικού κόστους των υλικών (9.780,46 €).

Δημιουργήθηκε λοιπόν πάλι μερικά διαγράμματα, το Σχήμα 15: Κόστος ανά Κωδικό Υλικού το οποίο δίνει μια εικόνα για την κατάσταση του κόστους των υλικών και ένα όμοιο Σχήμα 16 για την κατηγορία A, ως τα υλικά με υψηλό ενδιαφέρον. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να αποτελέσει εργαλείο διευκόλυνσης για τη λήψη διοικητικών αποφάσεων, καθώς καταδεικνύονται οι κωδικοί που κοστίζουν περισσότερο και παρουσιάζουν περιθώρια μείωσης του κόστους τους.

Τέλος, δημιουργήθηκε το Σχήμα 17: Σωρευτικού Κόστους ανά Κωδικό Υλικού το οποίο δίνει μια καλή αίσθηση της καμπύλης που απεικονίζει τη συσσώρευση κόστους ανά κωδικό. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε πως η καμπύλη παρουσιάζει απότομη άνοδο σε μικρό τμήμα του άξονα των κωδικών. Το διάγραμμα αυτό απεικονίζει την συμμετοχή στο συνολικό κόστος των υλικών στη κατηγορία A, στην άνοδο η καμπύλη εξομαλύνεται στα αμέσως πιο φθηνά υλικά που ανήκουν στην κατηγορία B, ενώ η καμπύλη μετατρέπεται σχεδόν σε ευθεία στη διάστημα που αντιστοιχεί στα φθηνότερα υλικά της κατηγορίας C.

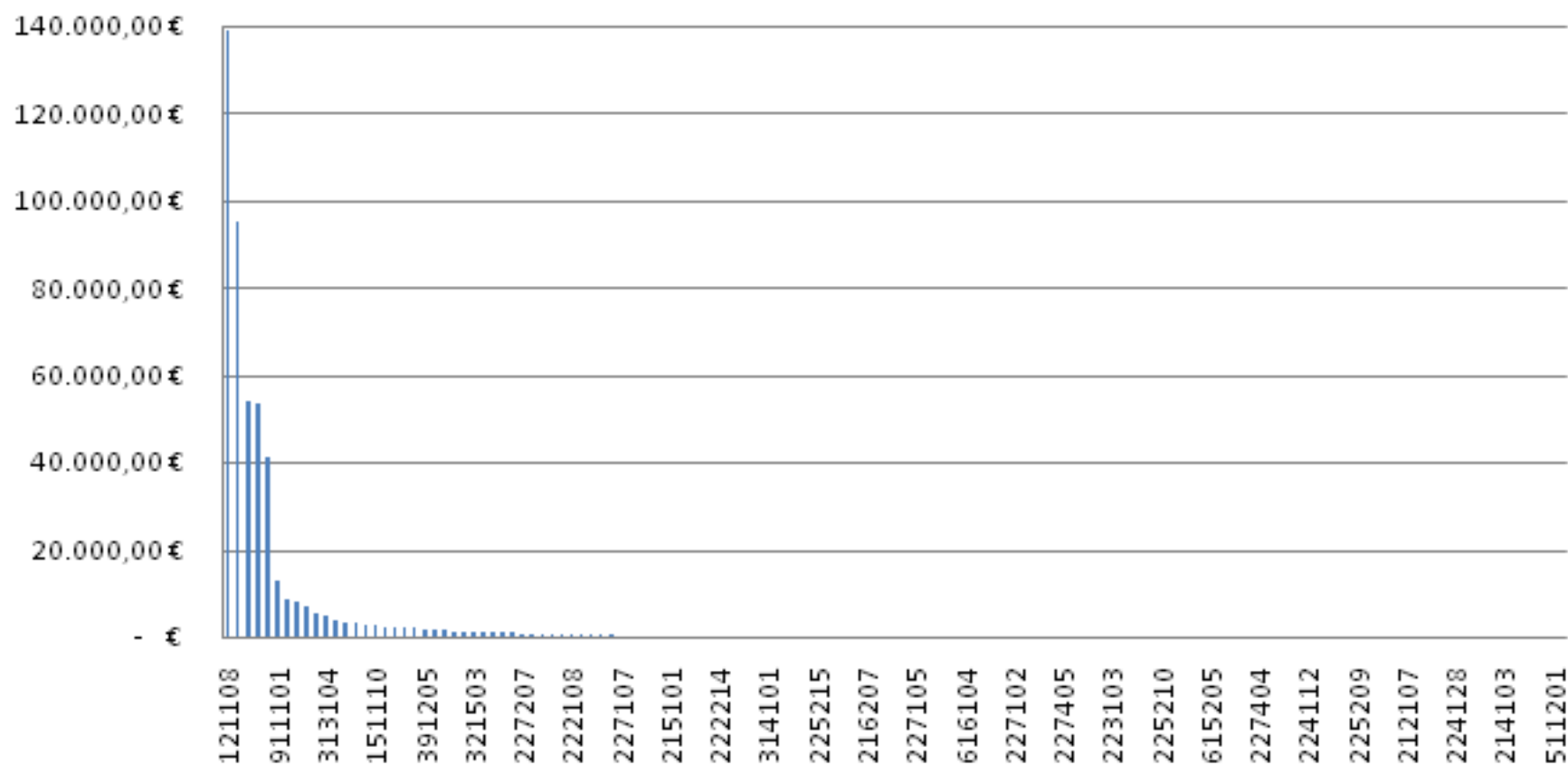
6.2.2. Κατηγοριοποίηση με βάση τη φύση της ζήτησης

Η κατηγοριοποίηση με βάση τη φύση της ζήτησης στηρίζεται στην ανάγκη να διαχωρίσουμε τα υλικά σε εξαρτημένα και ανεξάρτητα. Όσα υλικά ανήκουν στην κατηγορία των εξαρτημένων, η εύρεση της συσχέτισης τους με κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές θα βοηθήσει στη μείωση των αποθεμάτων, καθώς και του κόστους. Αναλυτικότερα, χρειάζεται να βρούμε κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες καθώς θα μεταβάλλονται, θα μεταβάλλεται με γραμμικό και όχι μόνο τρόπο η εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή η ανάλωση του υλικού.

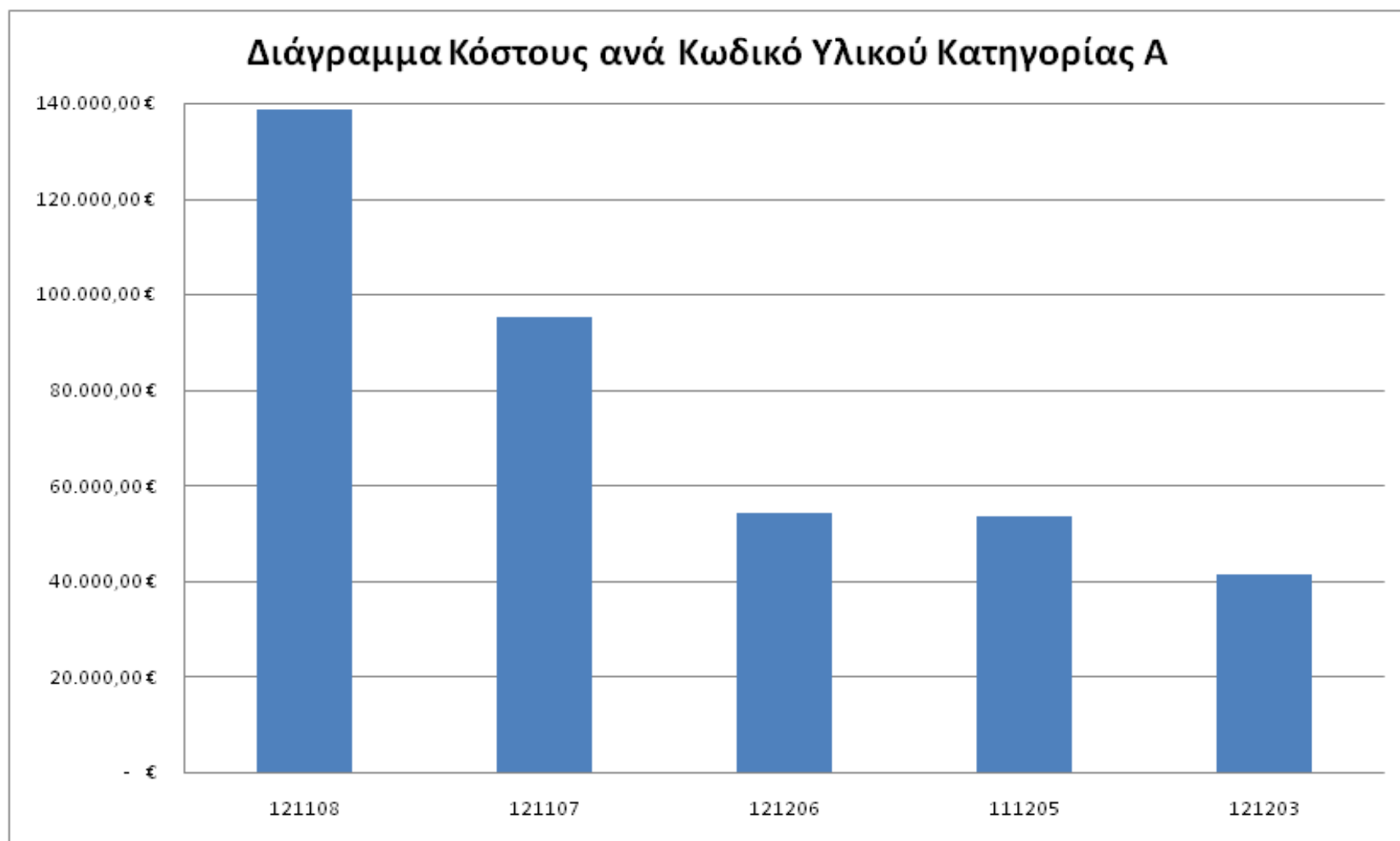
Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε πως για ένα μεγάλο πλήθος υλικών δεν έχουμε επαρκή στοιχεία για να κρίνουμε εάν η ζήτηση του είναι εξαρτημένη. Ίσως εάν στο μέλλον οι αναλώσεις των υλικών αυξηθούν, να έχει νόημα μια παραπάνω μελέτη για την εύρεση νέων συσχετίσεων.

Από την άλλη, τα ανταλλακτικά που εμφανίζουν ανεξάρτητη ζήτηση για να μπορέσουμε να προβλέψουμε τη μελλοντική τους ζήτηση, θα μελετήσουμε εάν ακολουθούν κάποια από τις γνωστές στατιστικές κατανομές.

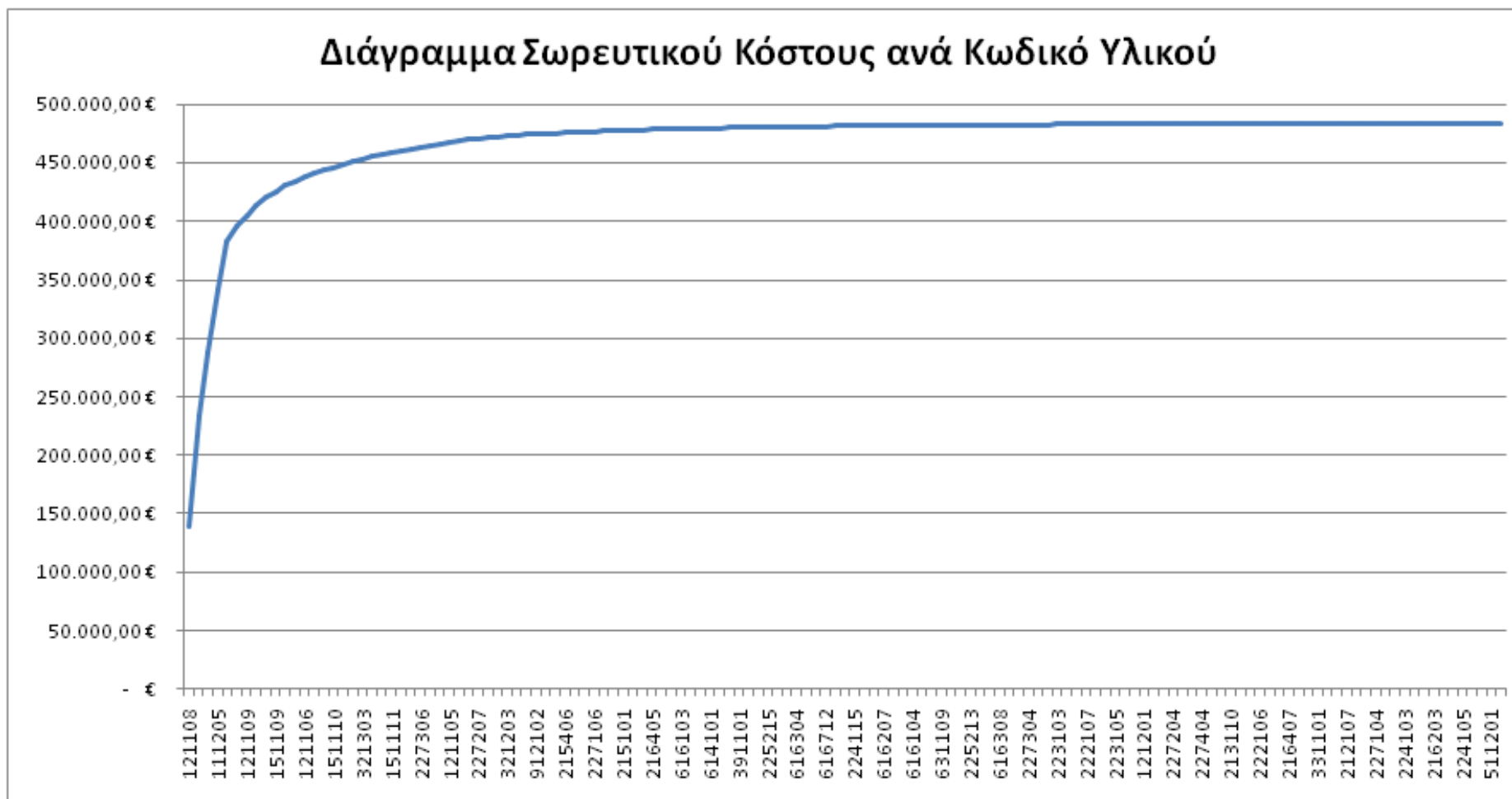
Διάγραμμα Κόστους ανά Κωδικό Υλικού



Σχήμα 15: Κόστος ανά Κωδικό Υλικού



Σχήμα 16: Κόστος ανά Κωδικό Υλικού για Κατηγορία Α



Σχήμα 17: Σωρευτικό Κόστος ανά Κωδικό Υλικού

7. Εφαρμογή Μεθόδων Πρόβλεψης

7.1. Ανταλλακτικά για Έργα Λειτουργίας και Συντήρησης

7.1.1. Γενικά

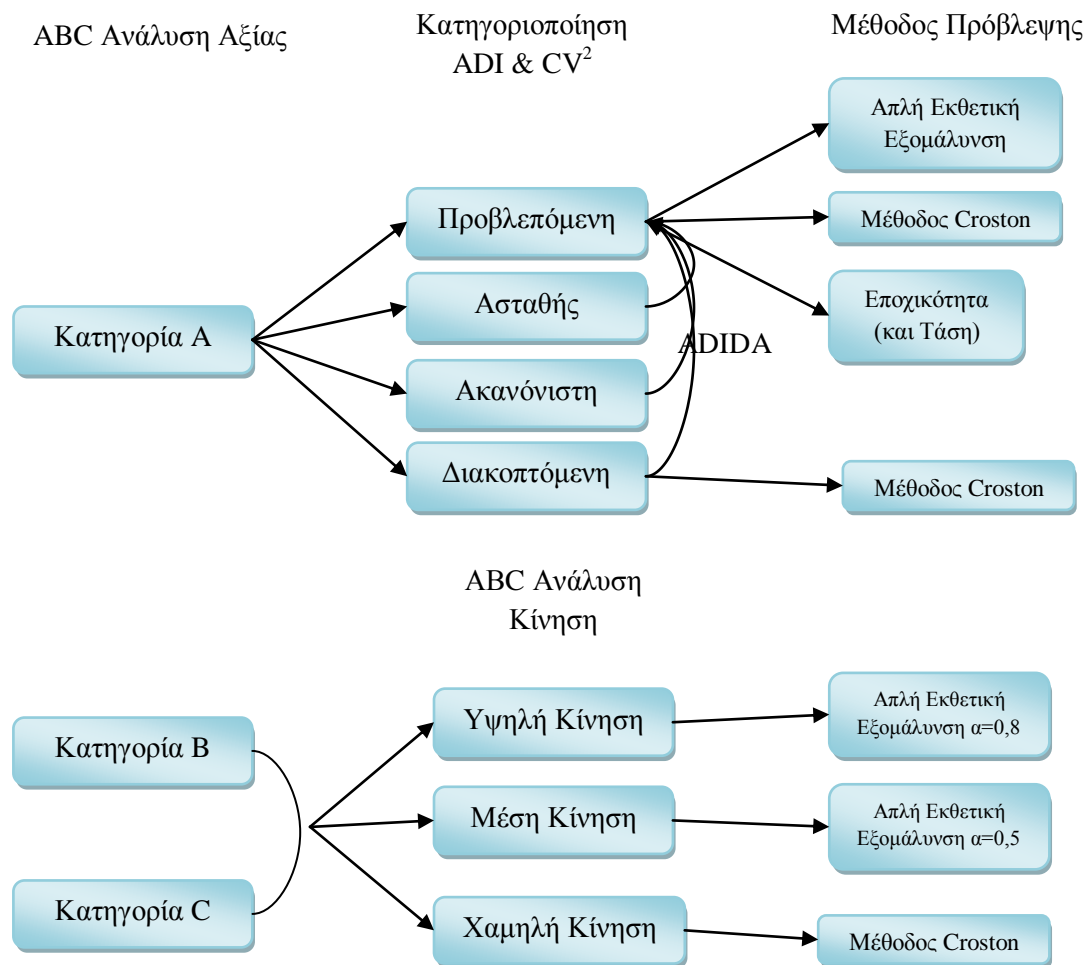
Για τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται σε έργα Λειτουργίας και Συντήρησης, μέχρι στιγμής έχουμε πραγματοποιήσει μια ABC Ανάλυση Αξίας. Έτσι έχουμε καταλήξει ποια υλικά βρίσκονται στην κρισιμότερη κατηγορία A και ποια στις κατηγορίες B και C. Για τα υλικά υψηλού κόστους ανάλωσης, ακολούθησε μια κατηγοριοποίηση με χρήση συντελεστών ADI και CV², οι οποίοι ομαδοποιούν τα δεδομένα σε σχέση με το είδος της ζήτησης σε τέσσερις κατηγορίες: Διακοπτόμενη, Ασταθής, Ακανόνιστη και Σταθερή. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ADIDA, γίνεται επιλογή της χρονικής περιόδου της πρόγνωσης ώστε η μη σταθερή ζήτηση να προσαρμοστεί σε ένα σταθερό μοτίβο. Τα υλικά που ανήκουν στις κατηγορίες B και C, διαχωρίστηκαν και αυτά με τη σειρά τους σε τρεις κατηγορίες με βάση την συχνότητα ζήτησης, χρησιμοποιώντας μια ABCΑνάλυση Κίνησης. Με τον τρόπο αυτό, ορίστηκαν υλικά υψηλής, μέσης και χαμηλής κίνησης.

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα της κατηγοριοποίησης των ανταλλακτικών χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των κατάλληλων μοντέλων πρόγνωσης. Αναλυτικότερα, για τα υλικά υψηλού κόστους ανάλωσης έγινε προσαρμοσμένη πρόβλεψη για κάθε υλικό ξεχωριστά, καθώς τα υλικά αυτά δεν εμφάνιζαν ομοιογένεια και ταυτόχρονα είναι τα υλικά με την μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση προς την εταιρία.

Για τα ανταλλακτικά λοιπόν της Κατηγορίας A, που η ζήτηση τους παρέμενε διακοπτόμενη να χρησιμοποιείται η μέθοδος Croston, ενώ για τα υλικά που η ζήτηση τους εμφάνιζε τάση και εποχικότητα χρησιμοποιείται η μέθοδος παλινδρόμησης και τέλος όσα υλικά δεν ανήκουν σε τίποτα από τα παραπάνω, χρησιμοποιείται η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης, με συντελεστή εξομάλυνσης τον βέλτιστο για κάθε περίπτωση.

Στη συνέχεια, για τα υλικά της κατηγορία B και C, έγινε δειγματοληπτικό έλεγχος για τα υλικά, και καταλήξαμε πως τα ανταλλακτικά με υψηλή και μέση κίνηση θα προβλεφθούν με τη μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης. Τα υλικά χαμηλής κίνησης, που ταυτόχρονα είναι και χαμηλής αξίας, θα προβλεφθούν με τη μέθοδο Croston. Όλες οι παραπάνω περιπτώσεις φαίνονται πιο κατανοητά στο Σχήμα 18.

Φυσικά τα ανταλλακτικά που διαχειρίζεται το συγκεκριμένο τμήμα θα μπορούσαν να ελεγχθούν και ως προς τη σχέση τους με κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτές οι μεταβλητές θα μπορούσαν να είναι η κατανάλωση του φυσικού αερίου, κάποια προσφορά και έκπτωση στην εγκατάσταση λέβητα αερίου ή τέλος η μεταβολή της τιμής του φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης. Όμως η εταιρία πίστευε πως τα υλικά αυτά δεν εξαρτώνται από καμία μεταβλητή και η ζήτηση τους είναι τυχαία, οπότε και δε συλλέχθηκαν τα κατάλληλα τέτοια στοιχεία.



Σχήμα 18: Διαδικασία Διαχωρισμού Υλικών για Πρόβλεψη Ζήτησης

7.1.2. Επιλογή και Εφαρμογή Μεθόδων Πρόβλεψης

Τα υλικά της **Κατηγορία Α**, διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ως προς τη φύση της ζήτησης. Αρχικά, ελέγχθηκε κατά πόσο με τη μέθοδο ADIDA με μηνιαία ομαδοποίηση τα υλικά βρίσκονται στην κατηγορία προβλεπόμενης ζήτησης. Αν όχι, επαναλαμβάνεται η διαδικασία χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο, με τρίμηνη, τετράμηνη ή εξάμηνη ομαδοποίηση. Τα υλικά αυτά που δεν κατάφεραν να ομαδοποιηθούν με τρόπο τέτοιο ώστε η ζήτηση τους να γίνει προβλεπόμενη, γίνεται πρόβλεψη αυτών με χρήση της μεθόδου Croston και SBA, που αποδίδονται αξιόπιστα αποτελέσματα όταν η ζήτηση είναι σποραδική.

Στην άλλη περίπτωση, που τα υλικά με κάποιον τρόπο από τους παραπάνω, ομαδοποιούνται ώστε να έχουν προβλέψιμη ζήτηση, για τη πρόβλεψη τους χρησιμοποιείται η μέθοδος απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Φυσικά η παράμετρος εξομάλυνσης α είναι ο βέλτιστος έτσι όπως προέκυψε από το πρόγραμμα *Solver* του *Excel* ελαχιστοποιώντας το συνολικό τετράγωνο σφάλμα της χρονοσειράς.

Εφόσον η ανάλυση που κάναμε για το κάθε υλικό ήταν ξεχωριστή, είχαμε την ευκαιρία να διαπιστώσουμε πως μερικά υλικά παρουσιάζουν εποχικότητα, άλλα σε εξαμηνιαία βάση και άλλα σε συχνότερη.



Στον Πίνακα 13 καταγράφονται όλα τα υλικά της κατηγορία Α με τον τρόπο πρόβλεψης που επιλέχθηκε για το καθένα ξεχωριστά. Σε μερικά υλικά έχει σημειωθεί πρόβλεψη είτε με εποχικότητα, είτε με τη μέθοδο απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχει βεβαιότητα πως τη χρονοσειρά την περιγράφει απολύτως η εποχικότητα. Μπορεί η παρατήρηση της εποχικότητας να είναι τυχαία. Για αυτό θα πρέπει να συνεχιστεί η καταγραφή δεδομένων και η σύγκριση τους με τα αποτελέσματα της μελέτης προκειμένου να διαπιστώσουμε εάν όντως υπάρχει εποχικότητα.

Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω παρατηρήσεων, επιλέχθηκαν μερικά υλικά από κάθε μια από τις κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης, ως παραδείγματα. Ανταλλακτικά της Κατηγορία Α των οποίων η ζήτηση εμφανίζει τάση και εποχικότητα ή είναι διακοπτόμενη ή προβλεπόμενη, φαίνονται αναλυτικά στις παρακάτω ενότητες.

Α. Ζήτηση με Τάση και Εποχικότητα

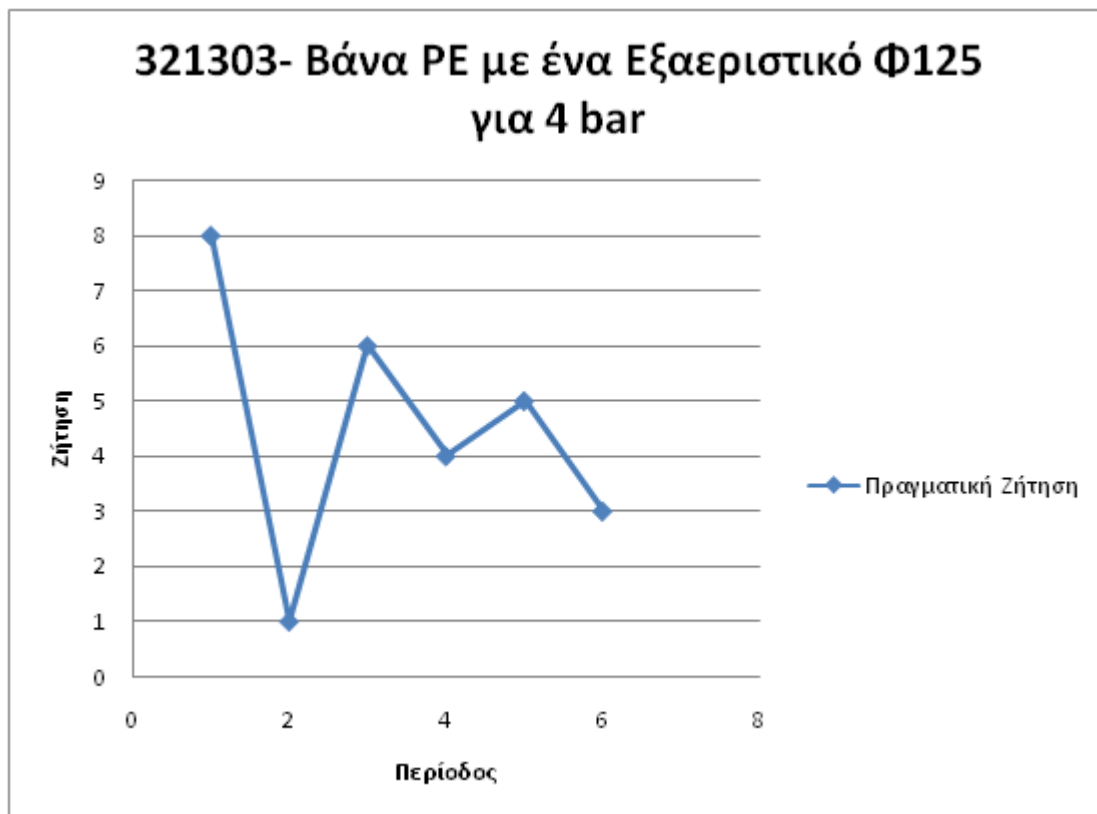
Το υλικό με κωδικό 321303 και περιγραφή Βάνα ΡΕ με ένα Εξαεριστικό Φ125 για 4ΒΑR ανήκει στα υλικά με διακοπτόμενη ζήτηση. Οι ποσότητες του υλικού αυτού στη διάρκεια των τριών ετών είναι μικρή, όμως ανήκει στην κατηγορία Α καθώς η τιμή του είναι υψηλή συγκριτικά με τα υπόλοιπα υλικά. Σύμφωνα με τη μέθοδο ADIDA έγιναν πολλές δοκιμές προκειμένου να ελεγχθεί πότε το υλικό παρουσιάζει προβλέψιμη ζήτηση. Με βάση αυτή τη μέθοδο, μόνο εάν ομαδοποιηθούν οι περίοδοι σε εξάμηνα, μετατρέπεται η ζήτηση σε κατάλληλη για πρόβλεψη.

Πίνακας 12: Διαδικασία ADIDA

Ζήτηση πριν τη μετατροπή ADIDA (ανά μήνα)				Ζήτηση μετά τη μετατροπή ADIDA (ανά εξάμηνο)	
Ημερομηνία	Ποσότητα	Ημερομηνία	Ποσότητα	Περίοδος	Ποσότητα
Ιαν-12	0	Ιουλ-13	0	1	8
Φεβ-12	1	Αυγ-13	0	2	1
Μαρ-12	0	Σεπ-13	0	3	6
Απρ-12	1	Οκτ-13	3	4	4
Μαϊ-12	2	Νοε-13	0	5	5
Ιουν-12	4	Δεκ-13	1	6	3
Ιουλ-12	0	Ιαν-14	0		
Αυγ-12	0	Φεβ-14	1		
Σεπ-12	0	Μαρ-14	4		
Οκτ-12	0	Απρ-14	0		
Νοε-12	1	Μαϊ-14	0		
Δεκ-12	0	Ιουν-14	0		
Ιαν-13	0	Ιουλ-14	0		
Φεβ-13	3	Αυγ-14	0		
Μαρ-13	0	Σεπ-14	0		
Απρ-13	0	Οκτ-14	3		
Μαϊ-13	2	Νοε-14	0		
Ιουν-13	1	Δεκ-14	0		

Συντελεστές ADI & CV2			
	Πριν τη μετατροπή	Μετά τη μετατροπή (Εξάμηνα)	
ADI	46,5	1	
CV2	0,12	0,24	

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα γράφημα, Σχήμα 19, της ζήτησης με την περίοδο για να παρατηρηθεί η μορφή της χρονοσειράς.



Σχήμα 19: Χρονοσειρά με Τάση και Εποχικότητα

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 19, οι ποσότητες των υλικών έχουν μια τάση να μειώνονται αλλά ταυτόχρονα υπάρχει εποχικότητα, καθώς τα δεδομένα του πρώτου εξαμήνου είναι διαρκώς μεγαλύτερα από τα δεδομένα του δεύτερου εξαμήνου στην διάρκεια του κάθε έτους.

Με τη βοήθεια του εργαλείου *Excel Regression Tool* συλλέγουμε τα εξής στατιστικά αποτελέσματα,

Πίνακας 13: Στατιστικά Στοιχεία για Εύρεση Σχέσης Παλινδρόμησης

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,83
R Τετράγωνο	0,69
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,15
Τυπικό σφάλμα	1,74
Μέγεθος δείγματος	6

Πίνακας 14: Τρόπος Πρόβλεψης Υλικών Κατηγορίας Α

Γενικά Χαρακτηριστικά		Νέα επίπεδο παρατηρήσεων							
Υλικό	Περιγραφή	Πλήθος Μετρήσεων	Class	Επίπεδο διαχωρισμού	ADI	CV2	Χαρακτηρισμός	Μέθοδος Πρόβλεψης	α
141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	393	A	Τρίμηνο	1	0,278	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση	0,1
221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	75	A	Τρίμηνο (μόνο για 13-14)	1	0,1	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,4
282102	ΤΑΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΜΗΧ. ΣΥΝΔΕΣΜΟ 63X1 1/2'	60	A	Μηνιαία	1,25	0,25	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση	0,2
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	125	A	Μηνιαία	1	0,45	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,3
321303	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4BAR	22	A	Εξάμηνο	1	0,242	Προβλεπόμενη ζήτηση	Εποχικότητα	-
321305	ΒΑΝΑ ΡΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ225 ΓΙΑ 4 BAR	11	A	Μηνιαία	5	6,11	Μικρό πλήθος δεδομένων	Croston	-
391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΑΚ	291	A	Τρίμηνο	1	0,357	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,5
421103	ΟΙΚ ΣΤΑΘΜ ΜΕΤΡ/ΡΥΘΜ G10-16m3/h	18	A	Μηνιαία	3,5	2,8	Μικρό πλήθος δεδομένων	Croston	-
422103	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	96	A	Μηνιαία	1,2	0,366	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση	0,7
422203	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ 4/0,025bar, 25m3/h	27	A	Εξάμηνο	1	0,153	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση	0,2
431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	274	A	Τετράμηνο	1	0,311	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,5
431104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 10 (25mbar)	49	A	Τρίμηνο	1	0,323	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,3
431105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 16	41	A	Τετράμηνο	1	0,295	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2



	(25mbar)								Εξομάλυνση	
431106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 25	18	A	Εξάμηνο	1	0,4	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
	(25mbar)							Εξομάλυνση		
431107	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 40	8	A	Εξάμηνο	1	0,125	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,1	
	(25mbar)							Εξομάλυνση		
432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	172	A	Μηνιαία (μόνο 13-14)	1	0,386	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,8	
432103	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 6	87	A	Μηνιαία	1,09	0,33	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση		
432104	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 10	65	A	Τετράμηνο	1	0,385	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,3	
								Εξομάλυνση		
432105	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 16	36	A	Τετράμηνο	1	0,338	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση		
432106	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 25	15	A	Μηνιαία	2,6	2	Μικρό πλήθος δεδομένων	Croston	-	
441314	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ FES-S 4/ ΤΥΠΟΥ 50m ³ /h	119	A	Τρίμηνο	1	0,457	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση		
455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	199	A	Για το 2014 δεν έχει καθόλου ζήτηση					-	
455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	307	A	Τρίμηνο (μόνο για 13-14)	1	0,254	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,3	
								Εξομάλυνση, Εποχικότητα		
455404	ΜΕΤΑΛΛΙΚ ΕΡΜΑΡΙΟ G10 ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ	107	A	Τρίμηνο	1	0,434	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση		
457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 382x245x175	311	A	Μηνιαία	1	0,135	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση		
912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	187	A	Εξάμηνο	1	1,18	Προβλεπόμενη ζήτηση	Εποχικότητα	-	
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ MONA	179	A	Εξάμηνο	1	1,3	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική	0,2	
								Εξομάλυνση, Εποχικότητα		



Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και
Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	661	A	Εξάμηνο	1	0,196	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,2
921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	589	A	Τρίμηνο	1	0,127	Προβλεπόμενη ζήτηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση, Εποχικότητα	0,1

Πίνακας 15: Ανάλυση Διακύμανσης

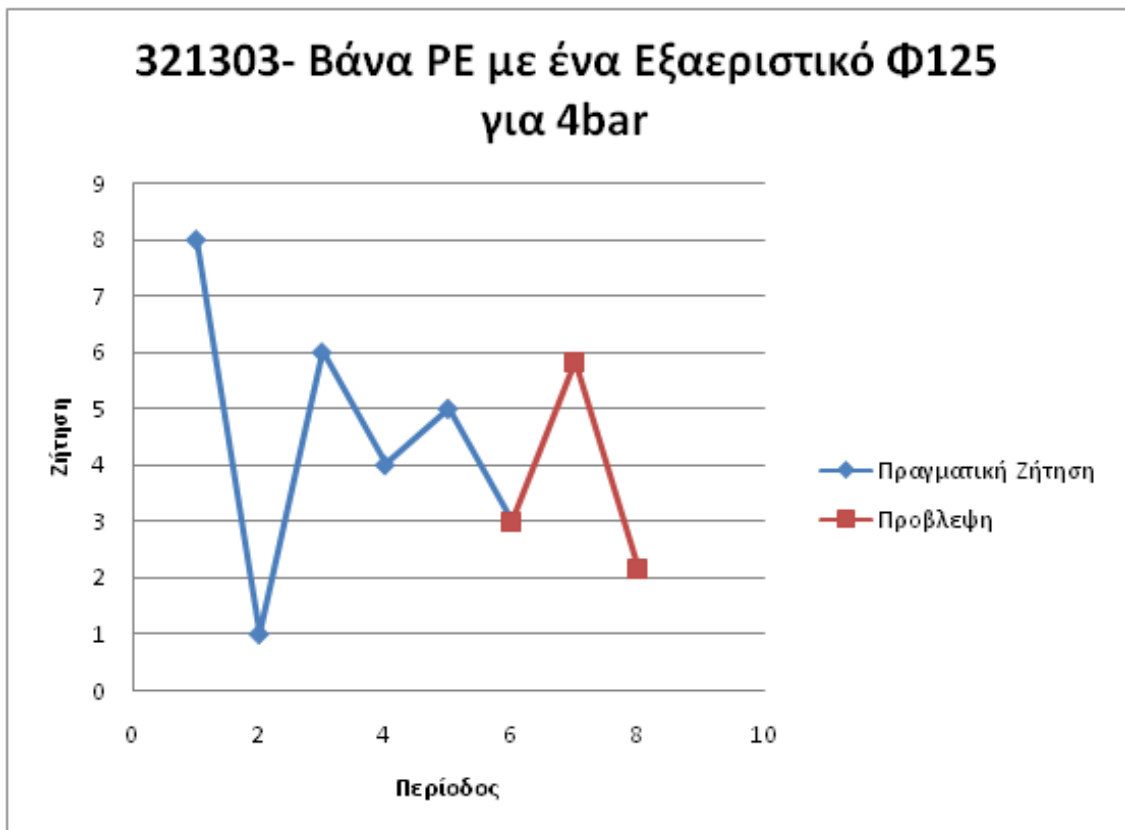
	<i>β.ε.</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Σημαντικότητα F</i>
Παλινδρόμηση	3	20,41	6,80	3,37	0,23
Υπόλοιπο	3	9,08	3,02		
Σύνολο	6	29,5			

	<i>Συντελεστές</i>	<i>Τυπικό σφάλμα</i>	<i>t</i>	<i>Κατώτερο 95%</i>	<i>Υψηλότερο 95%</i>	<i>Κατώτερο 95,0%</i>	<i>Υψηλότερο 95,0%</i>
Τεταγμένη επί την αρχή	6,7	1,64	4,07	1,46	11,94	1,46	11,94
Περίοδος	-0,125	0,43	-0,28	-1,5	1,25	-1,5	1,25
Q1	0	0	65535	0	0	0	0
Q2	-3,54	1,48	-2,38	-8,27	1,18	-8,27	1,18

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, η πρόβλεψη των επόμενων δυο περιόδων θα βρεθεί με βάση την εξίσωση,

$$F(7) = (\text{Τεταγμένη επί την αρχή}) + Q1 \cdot 1 + Q2 \cdot 0 + (\text{Περίοδος}) \cdot 7 = 5,83$$

$$F(8) = (\text{Τεταγμένη επί την αρχή}) + Q1 \cdot 0 + Q2 \cdot 1 + (\text{Περίοδος}) \cdot 8 = 2,16$$



Σχήμα 20: Πρόβλεψη Ζήτησης Χρονοσειράς με Τάση και Εποχικότητα



Β. Διακοπτόμενη Ζήτηση

Το υλικό με κωδικό 321305 και με περιγραφή Βάνα PE με ένα Εξαεριστικό Φ225 για 4bar, ανήκει στα υλικά με διακοπτόμενη ζήτηση. Οι ποσότητες του υλικού αυτού στη διάρκεια των τριών ετών είναι διακοπτόμενη και σποραδική, όμως ανήκει στην κατηγορία Α καθώς η τιμή του είναι υψηλή συγκριτικά με τα υπόλοιπα υλικά. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ADIDA έγιναν πολλές δοκιμές προκειμένου να ελεγχθεί εάν το υλικό παρουσιάζει προβλέψιμη ζήτηση, όμως δεν εμφανίζει ποτέ μεταβολή σε κάποιου άλλου είδους ζήτηση.

Οι συντελεστές ADI και ο CV² επιβεβαιώνουν πως η ζήτηση των υλικών είναι διακοπτόμενη, καθώς οι τιμές αυτών είναι 5 και 6,11 αντίστοιχα. Στην θεωρία των παραπάνω κεφαλαίων προτείνονται ως καταλληλότερες μέθοδοι πρόβλεψης για διακοπτόμενη ζήτηση αυτές των Croston και SBA, των οποίων η μεθοδολογία φαίνεται στους Πίνακες 16 έως 18.

Στον Πίνακα 18 φαίνεται η σύγκριση των δυο μεθόδων Croston και SBA και είναι φανερό πως τα σφάλματα που αποδίδει η μέθοδος SBA είναι μικρότερα από αυτά της Croston. Παρόλα αυτά, βλέποντας το Σχήμα 21, τη γραφική απεικόνιση των μεθόδων μαζί με την πραγματική ζήτηση, προτιμάτε η μέθοδος Croston, καθώς έχει πιο πολλές τιμές θετικές, ενώ η SBA δίνει αποτελέσματα πιο κοντά στο μηδέν.

Πίνακας 16: Διαδικασία Μεθόδου Croston για Υλικά Κατηγορίας Α

Ημερομηνία	Ποσότητα	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Πραγματικός Ακέραιος	Προβλεπόμενος Ακέραιος	Προβλέψεις Croston
Ιαν-12	0				
Φεβ-12	2,000				
Μαρ-12	0	2,000	0	2	1
Απρ-12	0	2	0	2	1
Μαϊ-12	0	2	0	2	1
Ιουν-12	0	2	0	2	1,000
Ιουλ-12	0	2	0	2	1,000
Αυγ-12	0	2	0	2,00	1,000
Σεπ-12	6,000	2	6	2,00	1,000
Οκτ-12	3,000	2,369857571	1	2,37	1,000
Νοε-12	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Δεκ-12	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Ιαν-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Φεβ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Μαρ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Απρ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Μαϊ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Ιουν-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Ιουλ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Αυγ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Σεπ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Οκτ-13	0	2,428123308	0	2,24	1,082
Νοε-13	3,000	2,428123308	15	2,24	1,082



Δεκ-13	0	2,48	0	3,42	0,725
Ιαν-14	0	2,48	0	3,42	0,725
Φεβ-14	0	2,48	0	3,42	0,725
Μαρ-14	0	2,48	0	3,42	0,725
Απρ-14	1	2,48	5	3,42	0,725
Μαϊ-14	0	2,34	0	3,57	0,657
Ιουν-14	0	2,34	0	3,57	0,657
Ιουλ-14	0	2,34	0	3,57	0,657
Αυγ-14	0	2,34	0	3,57	0,657
Σεπ-14	1	2,34	5	3,57	0,657
Οκτ-14	0	2,22	0	3,70	0,600
Νοε-14	2	2,22	2	3,70	0,600
Δεκ-14	0	2,20	0	3,54	0,621
Ιαν-15		2,20	2	3,54	0,621
Φεβ-15					0,621
Μαρ-15					0,621
Απρ-15					0,621
Μαϊ-15					0,621
Ιουν-15					0,621
Ιουλ-15					0,621
Αυγ-15					0,621
Σεπ-15					0,621
Οκτ-15					0,621
Νοε-15					0,621
Δεκ-15					0,621

Πίνακας 17: Διαδικασία Μεθόδου SBA για Υλικά Κατηγορίας Α

Ημερομηνία	Ποσότητα	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Πραγματικός Ακέραιος	Προβλεπόμενος Ακέραιος	Προβλέψεις SBA
Ιαν-12	0				
Φεβ-12	2,000				
Μαρ-12	0	0	0	2	0
Απρ-12	0	0	2	2	0
Μαϊ-12	0	0	1	2	0
Ιουν-12	0	0	1	1,93	0
Ιουλ-12	0	0	1	1,87	0
Αυγ-12	0	0	1	1,80	0
Σεπ-12	6,000	0	0	1,75	0
Οκτ-12	3,000	0,42	2	1,75	0,23
Νοε-12	0	0,60	0	1,77	0,33
Δεκ-12	0	0,60	2	1,77	0,33
Ιαν-13	0	0,60	0	1,78	0,32
Φεβ-13	0	0,60	0	1,78	0,32

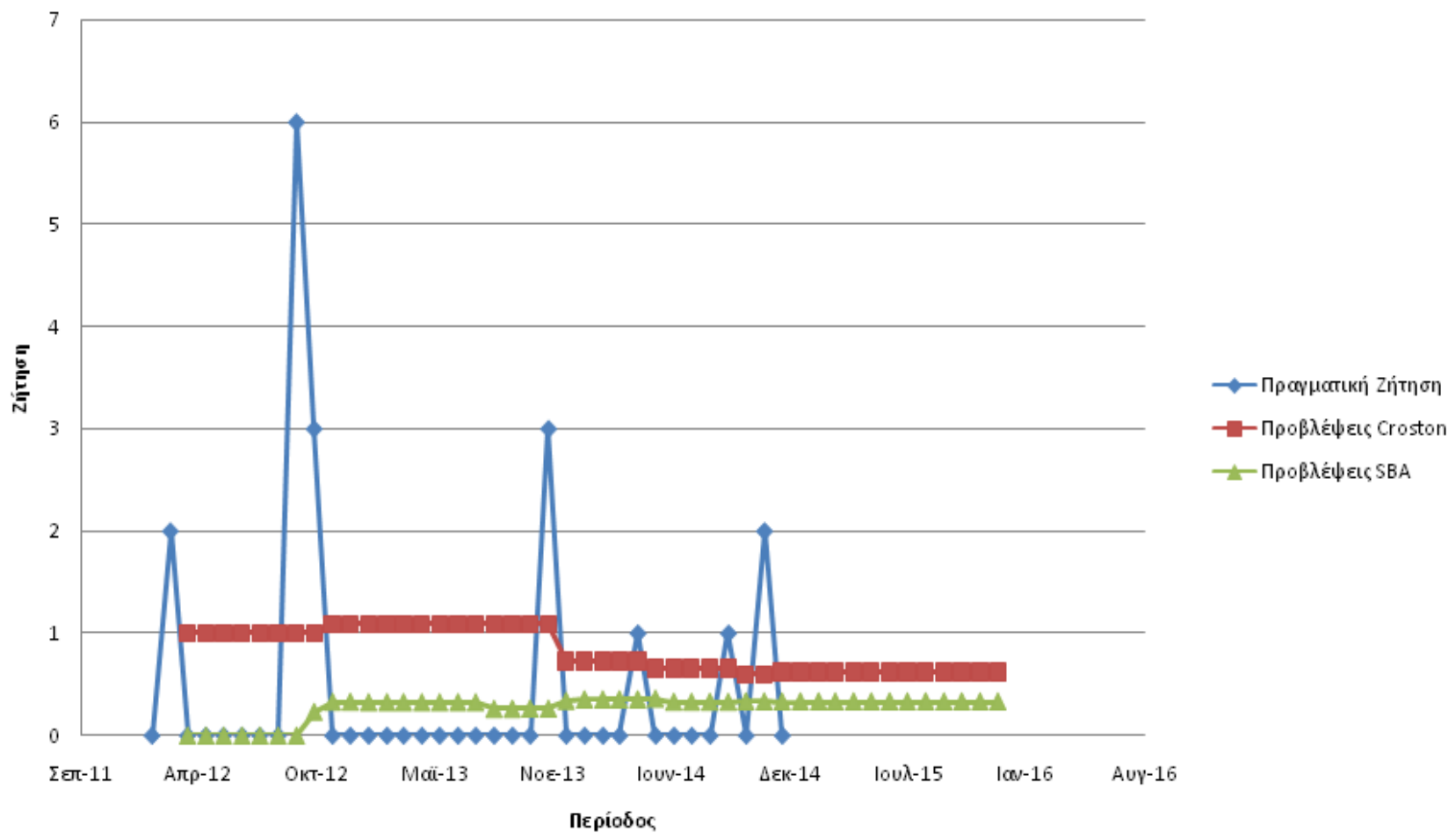


Μαρ-13	0	0,60	0	1,78	0,32
Απρ-13	0	0,60	0	1,78	0,32
Μαϊ-13	0	0,60	0	1,78	0,32
Ιουν-13	0	0,60	0	1,78	0,32
Ιουλ-13	0	0,60	8	1,78	0,32
Αυγ-13	0	0,60	0	2,22	0,26
Σεπ-13	0	0,60	2	2,22	0,26
Οκτ-13	0	0,60	0	2,20	0,26
Νοε-13	3,000	0,60	2	2,20	0,26
Δεκ-13	0	0,77	1	2,19	0,34
Ιαν-14	0	0,77	0	2,10	0,35
Φεβ-14	0	0,77	0	2,10	0,35
Μαρ-14	0	0,77	0	2,10	0,35
Απρ-14	1	0,77	0	2,10	0,35
Μαϊ-14	0	0,78	5	2,10	0,36
Ιουν-14	0	0,78	0	2,31	0,33
Ιουλ-14	0	0,78	0	2,31	0,33
Αυγ-14	0	0,78	0	2,31	0,33
Σεπ-14	1	0,78	0	2,31	0,33
Οκτ-14	0	0,80	0	2,31	0,33
Νοε-14	2	0,80	6	2,31	0,33
Δεκ-14	0	0,88	0	2,56	0,33
Ιαν-15		0,88	2	2,56	0,33
Φεβ-15					0,33
Μαρ-15					0,33
Απρ-15					0,33
Μαϊ-15					0,33
Ιουν-15					0,33
Ιουλ-15					0,33
Αυγ-15					0,33
Σεπ-15					0,33
Οκτ-15					0,33
Νοε-15					0,33
Δεκ-15					0,33

Πίνακας 18: Σύγκριση Μεθόδων Croston&SBA για Υλικά Κατηγορίας Α

Σύγκριση Croston και SBA		
	Croston	SBA
α	0,09	0,07
MSE	1,75	1,68
MAE	1,08	0,64

321305- Βάνα ΡΕ με ένα Εξαεριστικό Φ225 για 4bar



Σχήμα 21: Αποτέλεσμα Πρόβλεψης Ζήτησης με Μέθοδο Croston

C. Προβλεπόμενη Ζήτηση

Το υλικό με κωδικό 457101 και περιγραφή Επιτ. Ερμάριο Ρυθμ. R 6-R 50 382x245x175 ανήκει στα υλικά με προβλέψιμη ζήτηση. Το υλικό ανήκει στην κατηγορία Α, και με χρήση της μεθόδου ADIDA οι συντελεστές ADI και CV² υπολογίστηκαν 0,36 και 0,13 αντίστοιχα. Η μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιείται για τα συγκεκριμένα υλικά είναι αυτή της εκθετικής εξομάλυνσης, τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στον Πίνακα 19 και στο Σχήμα 23.

Πίνακας 19: Πρόβλεψη Ζήτησης με Απλή Εκθετική Εξομάλυνση

Ημερομηνία	Πραγματική Ποσότητα	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Απόλυτο σφάλμα	Τετράγωνο Σφάλμα	Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα
Ιαν-12	16	16	0	0	0,00%
Φεβ-12	15	16	1	1	6,67%
Μαρ-12	27	15,83	11,17	124,85	41,38%
Απρ-12	20	17,77	2,23	4,98	11,16%
Μαϊ-12	18	18,16	0,16	0,02	0,87%
Ιουν-12	21	18,13	2,87	8,24	13,67%
Ιουλ-12	22	18,63	3,37	11,37	15,33%
Αυγ-12	14	19,21	5,21	27,19	37,25%
Σεπ-12	11	18,31	7,31	53,41	66,44%
Οκτ-12	25	17,04	7,96	63,40	31,85%
Νοε-12	8	18,42	10,42	108,61	130,27%
Δεκ-12	17	16,61	0,39	0,15	2,29%
Ιαν-13	20	16,68	3,32	11,04	16,61%
Φεβ-13	22	17,26	4,74	22,51	21,57%
Μαρ-13	23	18,08	4,92	24,21	21,39%
Απρ-13	27	18,94	8,06	65,04	29,87%
Μαϊ-13	18	20,34	2,34	5,46	12,98%
Ιουν-13	13	19,93	6,93	48,04	53,32%
Ιουλ-13	16	18,73	2,73	7,43	17,04%
Αυγ-13	9	18,25	9,25	85,60	102,80%
Σεπ-13	17	16,64	0,36	0,13	2,09%
Οκτ-13	17	16,71	0,29	0,09	1,73%
Νοε-13	17	16,76	0,24	0,06	1,43%
Δεκ-13	5	16,80	11,80	139,22	235,98%
Ιαν-14	12	14,75	2,75	7,55	22,90%
Φεβ-14	11	14,27	3,27	10,70	29,73%
Μαρ-14	10	13,70	3,70	13,70	37,02%
Απρ-14	17	13,06	3,94	15,54	23,19%
Μαϊ-14	16	13,74	2,26	5,09	14,10%
Ιουν-14	12	14,14	2,14	4,56	17,80%
Ιουλ-14	19	13,76	5,24	27,41	27,56%
Αυγ-14	4	14,67	10,67	113,95	266,87%
Σεπ-14	12	12,82	0,82	0,67	6,83%
Οκτ-14	11	12,68	1,68	2,81	15,24%

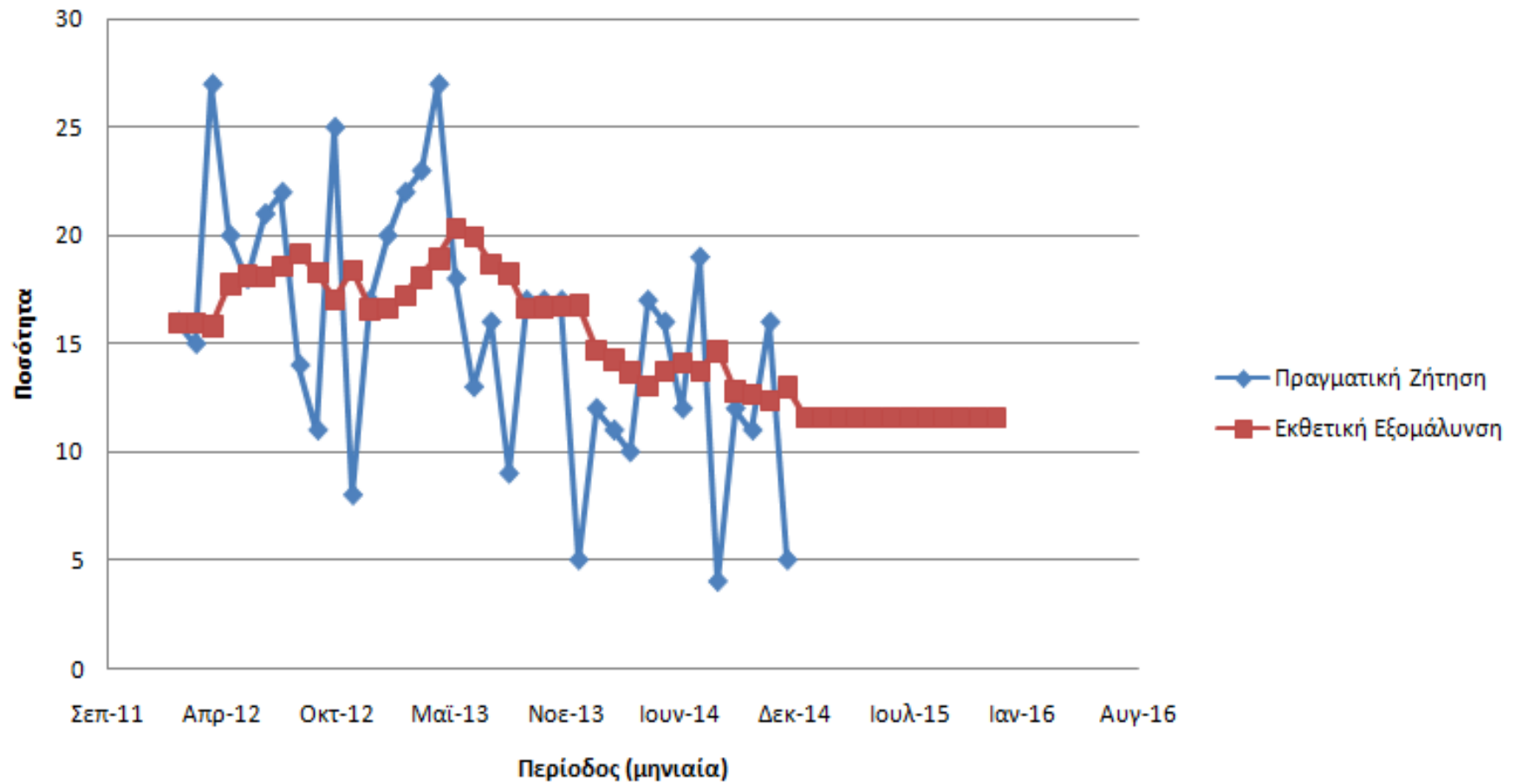


Νοε-14	16	12,39	3,61	13,07	22,59%
Δεκ-14	5	13,01	8,01	64,22	160,27%
Ιαν-15		11,62			
Φεβ-15		11,62			
Μαρ-15		11,62			
Απρ-15		11,62			
Μαϊ-15		11,62			
Ιουν-15		11,62			
Ιουλ-15		11,62			
Αυγ-15		11,62			
Σεπ-15		11,62			
Οκτ-15		11,62			
Νοε-15		11,62			
Δεκ-15		11,62			

A	0,2
MAE	4,3
MSE	30,3
MPE	42,17%

Βέβαια μερικά από τα υλικά της κατηγορίας Προβλεπόμενης Ζήτησης, λόγω του μικρού τους πλήθους, θεωρήθηκε και εδώ καταλληλότερη μέθοδος πρόβλεψης η Croston, χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο όπως και παραπάνω.

457101: Επιτ Ερμαριο Ρυθμ R6-R50 382x245x175



Σχήμα 22: Αποτέλεσμα Πρόβλεψης Ζήτησης με Εκθετική Εξομάλυνση

Για τα υλικά των **Κατηγοριών Β και C** έγινε ABC Ανάλυση ως προς την κίνηση, η οποία τα κατηγοριοποίησε σε τρεις νέες κατηγορίες, υψηλής, μέσης και χαμηλής κίνησης. Για τα υλικά της κατηγορίας υψηλής κίνησης, η μέθοδος πρόβλεψης που θα χρησιμοποιηθεί είναι αυτή της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με παράμετρο εξομάλυνσης $\alpha=0,8$. Για τα υλικά της κατηγορίας μέσης κίνησης, η μέθοδος πρόβλεψης που θα χρησιμοποιηθεί είναι και εδώ η απλή εκθετική εξομάλυνση με παράμετρο εξομάλυνσης $\alpha=0,5$. Τέλος, για τα υλικά της κατηγορίας χαμηλής κίνησης, η μέθοδος πρόβλεψης που θα χρησιμοποιηθεί είναι η μέθοδος Croston και SBA οι οποίες βγάζουν καλά αποτελέσματα σε διακοπτόμενη ζήτηση.

Παρακάτω αναλύονται οι τρόποι πρόβλεψης της ζήτησης των υλικών των κατηγοριών Β και C για τις διάφορες υποκατηγορίες κίνησης.

a. Κατηγορία Υψηλής Κίνησης

Στην Κατηγορία Υψηλής Κίνησης ανήκουν 20 από τα ανταλλακτικά των Κατηγοριών Β και C. Επιλέχθηκε ως παράδειγμα της κατηγορίας αυτής, το υλικό 932101 με περιγραφή Ουπατ #10 - Στριφωνια #8. Η περίοδος πρόβλεψης του ανταλλακτικού αυτού είναι ένας μήνας και η μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιείται είναι αυτή της εκθετικής εξομάλυνσης με σταθερά εξομάλυνσης 0,8. Στον Πίνακα 20 και στο Σχήμα 24 παρατίθενται τα αποτελέσματα του αλγορίθμου της εκθετικής εξομάλυνσης για το συγκεκριμένο υλικό.

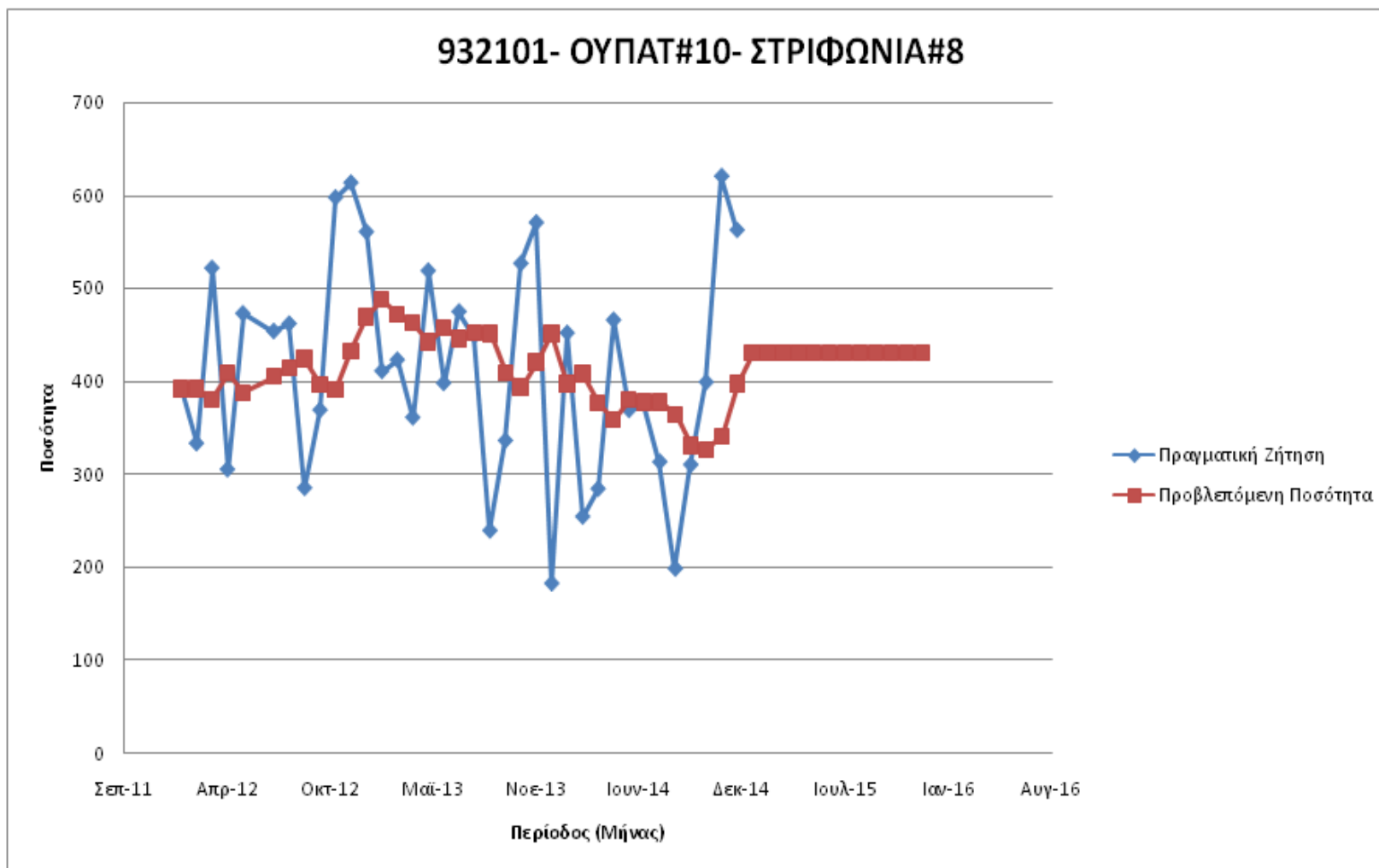
Πίνακας 20: Πρόβλεψη Ζήτησης Υλικών Υψηλής Κίνησης

Ημερομηνία	Ποσότητα	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Απόλυτο σφάλμα	Τετράγωνο σφάλμα	Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα
Ιαν-12	392	392	0	0	0,00%
Φεβ-12	333	392	59	3481	17,72%
Μαρ-12	522	380,2	141,8	20107,24	27,16%
Απρ-12	305	408,56	103,56	10724,6736	33,95%
Μαϊ-12	473	387,848	85,152	7250,863104	18,00%
Ιουν-12	454	404,8784	49,1216	2412,931587	10,82%
Ιουλ-12	462	414,70272	47,29728	2237,032695	10,24%
Αυγ-12	285	424,162176	139,162176	19366,11123	48,83%
Σεπ-12	369	396,3297408	27,3297408	746,9147322	7,41%
Οκτ-12	598	390,8637926	207,1362074	42905,4084	34,64%
Νοε-12	614	432,2910341	181,7089659	33018,14828	29,59%
Δεκ-12	561	468,6328273	92,36717271	8531,694595	16,46%
Ιαν-13	411	487,1062618	76,10626183	5792,16309	18,52%
Φεβ-13	423	471,8850095	48,88500947	2389,74415	11,56%
Μαρ-13	361	462,1080076	101,1080076	10222,8292	28,01%
Απρ-13	519	441,8864061	77,11359394	5946,506371	14,86%
Μαϊ-13	398	457,3091248	59,30912485	3517,57229	14,90%
Ιουν-13	475	445,4472999	29,55270012	873,3620846	6,22%
Ιουλ-13	449	451,3578399	2,357839902	5,559409002	0,53%
Αυγ-13	239	450,8862719	211,8862719	44895,79223	88,66%
Σεπ-13	336	408,5090175	72,50901754	5257,557624	21,58%
Οκτ-13	527	394,007214	132,992786	17687,08112	25,24%
Νοε-13	571	420,6057712	150,3942288	22618,42405	26,34%
Δεκ-13	182	450,684617	268,684617	72191,4234	147,63%
Ιαν-14	452	396,9476936	55,05230642	3030,756442	12,18%
Φεβ-14	254	407,9581549	153,9581549	23703,11345	60,61%
Μαρ-14	284	377,1665239	93,16652389	8680,001174	32,81%
Απρ-14	466	358,5332191	107,4667809	11549,10899	23,06%



Μαϊ-14	369	380,0265753	11,02657529	121,5853627	2,99%
Ιουν-14	377	377,8212602	0,821260233	0,674468371	0,22%
Ιουλ-14	313	377,6570082	64,65700819	4180,528708	20,66%
Αυγ-14	198	364,7256065	166,7256065	27797,42788	84,20%
Σεπ-14	310	331,3804852	21,38048524	457,1251491	6,90%
Οκτ-14	399	327,1043882	71,89561181	5168,978997	18,02%
Νοε-14	621	341,4835106	279,5164894	78129,46787	45,01%
Δεκ-14	563	397,3868084	165,6131916	27427,72922	29,42%
Ιαν-15		430,5094468			
Φεβ-15		430,5094468			
Μαρ-15		430,5094468			
Απρ-15		430,5094468			
Μαϊ-15		430,5094468			
Ιουν-15		430,5094468			
Ιουλ-15		430,5094468			
Αυγ-15		430,5094468			
Σεπ-15		430,5094468			
Οκτ-15		430,5094468			
Νοε-15		430,5094468			
Δεκ-15		430,5094468			

A	0,8
MAE	98,77263
MSE	14789,63
MAPE	27,64%



Σχήμα 23: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Υψηλής Κίνησης

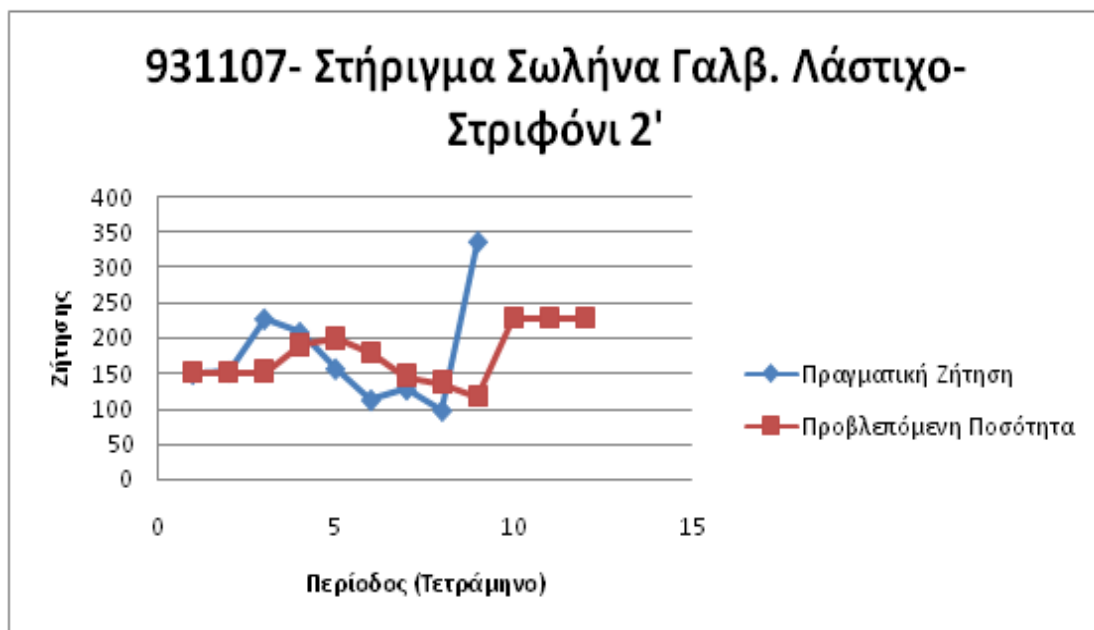
b. Κατηγορία Μέσης Κίνησης

Στην Κατηγορία Μέσης Κίνησης ανήκουν 47 από τα ανταλλακτικά των Κατηγοριών Β και C. Επιλέχθηκε ως παράδειγμα της Κατηγορίας αυτής το υλικό 931107 με περιγραφή Στήριγμα Σωλήνα Γαλβ. Λάστιχο-Στριφώνι 2'. Η περίοδος πρόβλεψης είναι το τετράμηνο και η μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιείται είναι αυτή της εκθετικής εξομάλυνσης με σταθερά εξομάλυνσης 0,5. Στον Πίνακα 21 και στο Σχήμα 25 παρατίθενται τα αποτελέσματα του αλγορίθμου της εκθετικής εξομάλυνσης για το συγκεκριμένο υλικό.

Πίνακας 21: Πρόβλεψη Ζήτησης Υλικών Μέσης Κίνησης

Περίοδος	Πραγματική Ζήτηση	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Απόλυτο σφάλμα	Τετράγωνο σφάλμα	Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα
1	150	150	0	0	0,00%
2	153	150	3	9	1,96%
3	227	151,5	75,5	5700,25	33,26%
4	208	189,25	18,75	351,5625	9,01%
5	157	198,625	41,625	1732,640625	26,51%
6	113	177,8125	64,8125	4200,660156	57,36%
7	128	145,40625	17,40625	302,9775391	13,60%
8	98	136,703125	38,703125	1497,931885	39,49%
9	336	117,3515625			
10		226,6757813			
11		226,6757813			
12		226,6757813			

A	0,5
MAE	218,6484
MSE	47807,14
MAPE	22,65%



Σχήμα 24: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Μέσης Κίνησης



c. Κατηγορία Χαμηλής Κίνησης

Στην Κατηγορία Χαμηλής Κίνησης ανήκουν 423 από τα ανταλλακτικά των Κατηγοριών Β και C. Επιλέχθηκε ως παράδειγμα της Κατηγορίας αυτής το υλικό 241107 με περιγραφή Μούφα Γαλβανιζέ Δεξιά 2 1/2'. Η περίοδος πρόβλεψης είναι ένας μήνας, και για την πρόβλεψη χρησιμοποιείται η μέθοδος Croston σε σύγκριση με την SBA. Στον Πίνακα 22 έως 24 και στο Σχήμα 26 παρατίθενται τα αποτελέσματα του αλγορίθμου της εκθετικής εξομάλυνσης για το συγκεκριμένο υλικό.

Πίνακας 22: Διαδικασία Μεθόδου Croston για Υλικά Χαμηλής Κίνησης

Ημερομηνία	Πραγματική Ζήτηση	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Πραγματικός Ακέραιος	Προβλεπόμενος Ακέραιος	Προβλέψεις Croston
Ιαν-12	0				
Φεβ-12	0				
Μαρ-12	13	0	1	2	0
Απρ-12	1	5,082010847	1	1,609076089	3,158340916
Μαϊ-12	3	3,486255201	1	1,370973682	2,542904541
Ιουν-12	2	3,296166416	1	1,225951199	2,688660379
Ιουλ-12	0	2,789463971	0	1,137621473	2,45201417
Αυγ-12	0	2,789463971	0	1,137621473	2,45201417
Σεπ-12	0	2,789463971	0	1,137621473	2,45201417
Οκτ-12	16	2,789463971	4	1,137621473	2,45201417
Νοε-12	11	7,953778386	1	2,256593682	3,524683442
Δεκ-12	4	9,144619254	1	1,765361165	5,180027428
Ιαν-13	3	7,133464573	1	1,466163185	4,865396053
Φεβ-13	0	5,517594435	0	1,283928849	4,297430062
Μαρ-13	4	5,517594435	2	1,283928849	4,297430062
Απρ-13	0	4,924330482	0	1,563858184	3,148834422
Μαϊ-13	3	4,924330482	2	1,563858184	3,148834422
Ιουν-13	0	4,172063684	0	1,734356449	2,405539926
Ιουλ-13	0	4,172063684	0	1,734356449	2,405539926
Αυγ-13	0	4,172063684	0	1,734356449	2,405539926
Σεπ-13	3	4,172063684	4	1,734356449	2,405539926
Οκτ-13	1	3,713875964	1	2,620050688	1,417482487
Νοε-13	2	2,652956957	1	1,986734136	1,335335669
Δεκ-13	0	2,39770047	1	1,600996168	1,497630361
Ιαν-14	0	2,39770047	0	1,366052395	1,755203884
Φεβ-14	5	2,39770047	3	1,366052395	1,755203884
Μαρ-14	0	3,415001581	0	2,004801584	1,703411254
Απρ-14	3	3,415001581	2	2,004801584	1,703411254
Μαϊ-14	0	3,252767539	0	2,00292453	1,624009038
Ιουν-14	2	3,252767539	2	2,00292453	1,624009038
Ιουλ-14	1	2,763030753	1	2,001781261	1,380286051
Αυγ-14	0	2,073819875	0	1,610161012	1,287958073
Σεπ-14	1	2,073819875	2	1,610161012	1,287958073
Οκτ-14	17	1,654038009	1	1,762558394	0,93843019
Νοε-14	2	7,653141494	1	1,464456084	5,225927617
Δεκ-14	12	5,44319331	1	1,282889095	4,24291806
Ιαν-15		8,006405827	1	1,172300984	6,829650354
Φεβ-15					6,829650354
Μαρ-15					6,829650354



Απρ-15	6,829650354
Μαϊ-15	6,829650354
Ιουν-15	6,829650354
Ιουλ-15	6,829650354
Αυγ-15	6,829650354
Σεπ-15	6,829650354
Οκτ-15	6,829650354
Νοε-15	6,829650354
Δεκ-15	6,829650354

Πίνακας 23: Διαδικασία Μεθόδου SBA για Υλικά Χαμηλής Κίνησης

Ημερομηνία	Πραγματική Ζήτηση	Προβλεπόμενη Ποσότητα	Πραγματικός Ακέραιος	Προβλεπόμενος Ακέραιος	Προβλέψεις SBA
Ιαν-12	0				
Φεβ-12	0				
Μαρ-12	13	0	1	2	0
Απρ-12	1	5,032747787	1	1,612865555	2,516373893
Μαϊ-12	3	3,47153221	1	1,375604188	2,035147454
Ιουν-12	2	3,288985849	1	1,230194869	2,156037275
Ιουλ-12	0	2,789975028	0	1,141078506	1,971755053
Αυγ-12	0	2,789975028	0	1,141078506	1,971755053
Σεπ-12	0	2,789975028	0	1,141078506	1,971755053
Οκτ-12	16	2,789975028	4	1,141078506	1,971755053
Νοε-12	11	7,904030716	1	2,247865492	2,83560981
Δεκ-12	4	9,102587067	1	1,764773777	4,159527223
Ιαν-13	3	7,127199854	1	1,468703505	3,913388613
Φεβ-13	0	5,529418629	0	1,287252234	3,464048696
Μαρ-13	4	5,529418629	2	1,287252234	3,464048696
Απρ-13	0	4,937327996	0	1,563181445	2,547127937
Μαϊ-13	3	4,937327996	2	1,563181445	2,547127937
Ιουν-13	0	4,187321597	0	1,732288954	1,94932455
Ιουλ-13	0	4,187321597	0	1,732288954	1,94932455
Αυγ-13	0	4,187321597	0	1,732288954	1,94932455
Σεπ-13	3	4,187321597	4	1,732288954	1,94932455
Οκτ-13	1	3,72766851	1	2,610198011	1,151680469
Νοε-13	2	2,671694075	1	1,986834898	1,084409014
Δεκ-13	0	2,411658162	1	1,604797117	1,211891627
Ιαν-14	0	2,411658162	0	1,370659321	1,418908521
Φεβ-14	5	2,411658162	3	1,370659321	1,418908521
Μαρ-14	0	3,413694443	0	2,001433221	1,375471868
Απρ-14	3	3,413694443	2	2,001433221	1,375471868
Μαϊ-14	0	3,253539074	0	2,000878372	1,31130437
Ιουν-14	2	3,253539074	2	2,000878372	1,31130437
Ιουλ-14	1	2,76825092	1	2,000538324	1,11590378
Αυγ-14	0	2,083700081	0	1,613195475	1,041636968
Σεπ-14	1	2,083700081	2	1,613195475	1,041636968
Οκτ-14	17	1,664162452	1	1,76294083	0,761247981
Νοε-14	2	7,601193412	1	1,467580155	4,176842739
Δεκ-14	12	5,432778508	1	1,286563771	3,405327244
Ιαν-15		7,975176156	1	1,175625065	5,470658675
Φεβ-15					5,470658675



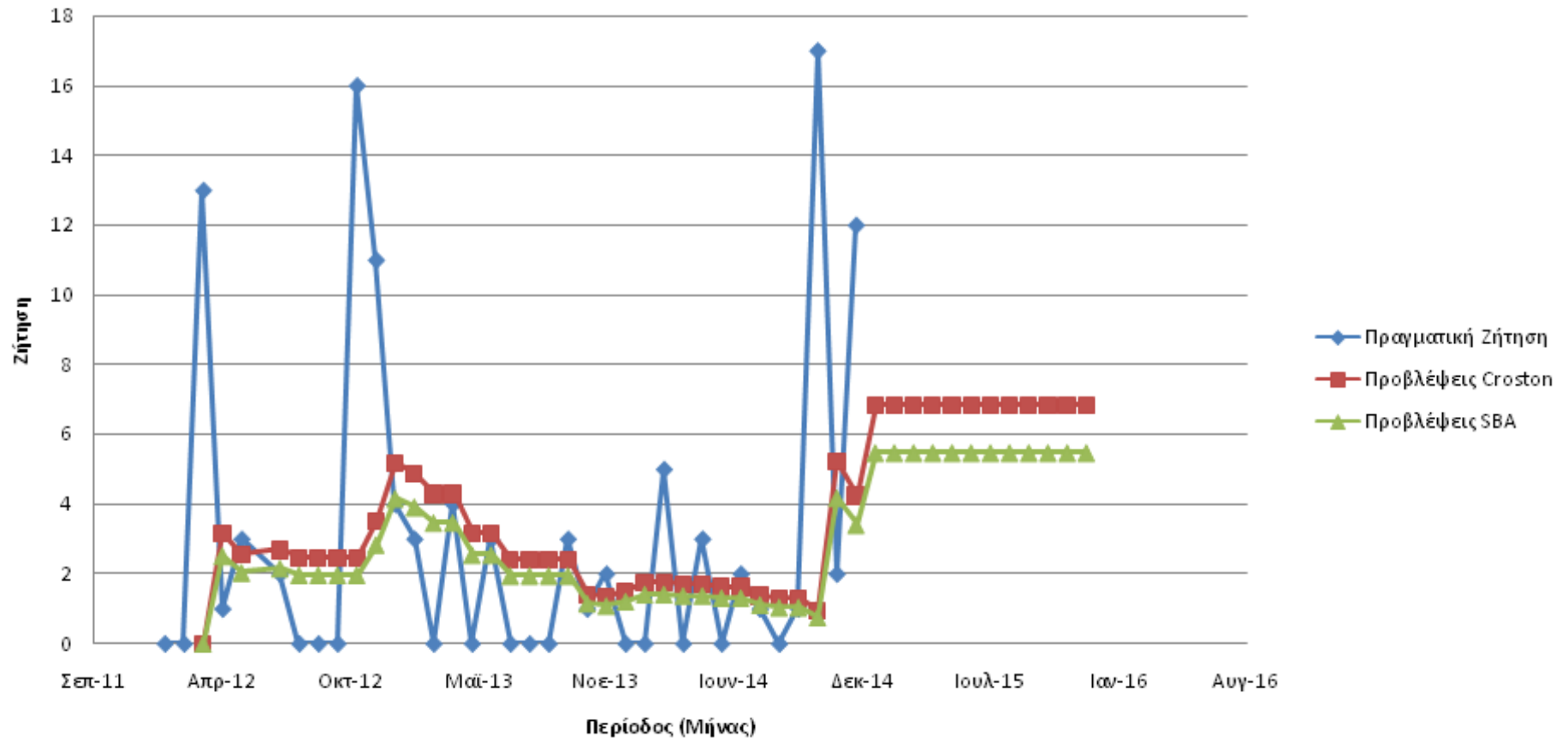
Μαρ-15	5,470658675
Απρ-15	5,470658675
Μαϊ-15	5,470658675
Ιουν-15	5,470658675
Ιουλ-15	5,470658675
Αυγ-15	5,470658675
Σεπ-15	5,470658675
Οκτ-15	5,470658675
Νοε-15	5,470658675
Δεκ-15	5,470658675

Πίνακας 24: Σύγκριση Μεθόδων Croston και SBA για Υλικά Χαμηλής Κίνησης

Σύγκριση Croston και SBA		
	Croston	SBA
A	0,4	0,4
MSE	24,62	24,91
MAE	3,09	2,92

Σύμφωνα με τον Πίνακα 24 το μέσο τετράγωνο σφάλμα για τη μέθοδο Croston είναι λίγο μικρότερο από αυτό της μεθόδου SBA, ενώ το μέσο απόλυτο σφάλμα για τη μέθοδο Croston είναι μεγαλύτερο από της SBA. Σύμφωνα λοιπόν με την σύγκριση σφαλμάτων θα έπρεπε να επιλεγεί η μέθοδος SBA για την πρόβλεψη. Όμως παρατηρώντας το Σχήμα 26, η μέθοδος Croston δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις θετικές τιμές τη χρονοσειράς σε σχέση με την SBA, οπότε και την επιλέγουμε για την πρόβλεψη.

241107- Μούφα Γαλβανιζέ Δεξιά 2 1/2'

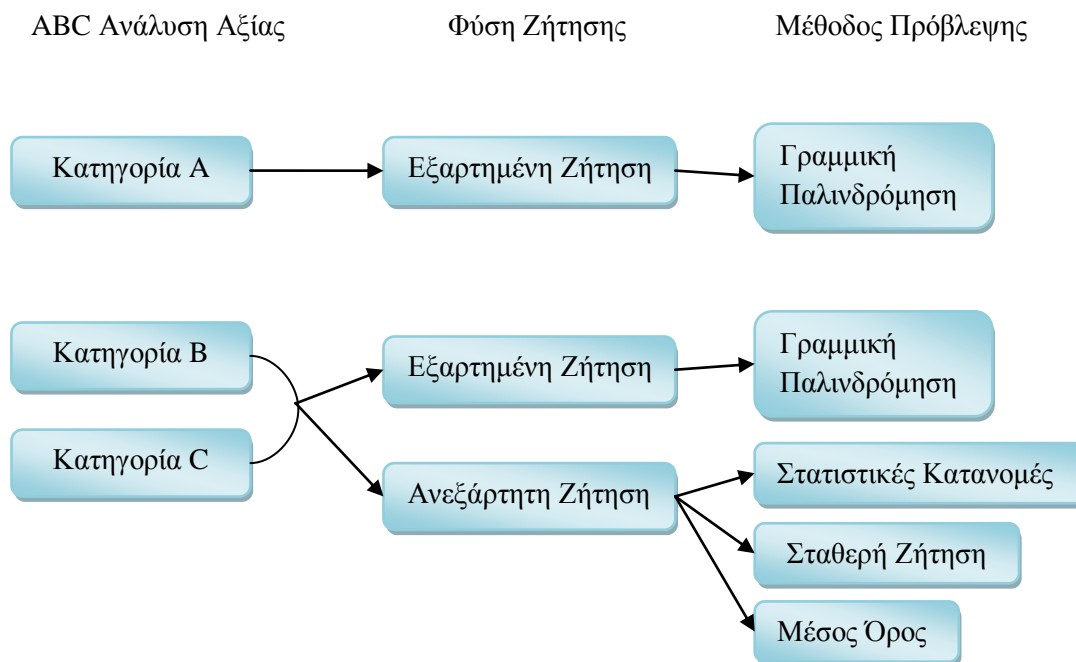


Σχήμα 25: Αποτελέσματα Πρόβλεψης Ζήτησης Υλικών Χαμηλής Κίνησης

7.2. Υλικά για Έργα Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δικτύου

7.2.1. Γενικά

Για τα δεδομένα του τμήματος Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δικτύου, μέχρι στιγμής έχει πραγματοποιηθεί μια ABCΑνάλυση Αξίας, η οποία χωρίζει τα υλικά σε τρεις κατηγορίες ως προς το κόστος ανάλωσης. Στη συνέχεια ελέγχθηκε το είδος της ζήτησης. Υλικά που η ποσότητά τους εμφανίζει εξάρτηση με κάποιες μεταβλητές, με τη χρήση της μεθόδου Γραμμικής Παλινδρόμησης βρίσκεται η εξίσωση που τα συσχετίζει. Δημιουργώντας το ιστόγραμμα της ζήτησης, παρατηρούμε πως μερικά υλικά ακολουθούν κάποια από τις γνωστές στατιστικές κατανομές. Ένα μεγάλο πλήθος υλικών, εμφανίζει σταθερή ζήτηση, οπότε τα υλικά αυτά, κάθε φορά που χρησιμοποιούνται σε κάποιο έργο έχουν σταθερή ποσότητα. Τέλος, σε όσα υλικά η ποσότητα τους δεν είναι ούτε εξαρτημένη μεταβλητή, ούτε σταθερή ποσότητα, προτείνεται να παραμείνει η μέθοδος της εταιρίας για τη πρόβλεψη, δηλαδή αυτή του μέσου όρου. Όλες οι περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν, φαίνονται πιο κατανοητά στο Σχήμα 26.



Σχήμα 26: Διαδικασία Διαχωρισμού Υλικών για Πρόβλεψη Ζήτησης

7.2.2. Συσχετίσεις

Προκειμένου να προβλεφθεί η τιμή μιας μεταβλητής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η στατιστική. Ειδικά στην περίπτωση που οι τιμές της μεταβλητής απόκρισης μεταβάλλονται καθώς μεταβάλλονται και οι τιμές κάποιων άλλων επεξηγηματικών μεταβλητών, η στατιστική μελέτη μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμη.

Θέτοντας Y τη μεταβλητή απόκρισης και X την επεξηγηματική μεταβλητή, οι οποίες είναι και ποσοτικές. Το μοντέλο το οποίο θα δημιουργηθεί, έχει τη μορφή $Y=f(X_i)$, με σκοπό τον υπολογισμό της τιμής της μεταβλητή Y , με βάση τη τιμή της X . Στόχος λοιπόν είναι να βρεθούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή, η ποσότητα του υλικού. Για τα έργα δικτύου, οι σημαντικότερες ποσοτικές μεταβλητές που έχουν δοθεί από την ΕΠΑ είναι τα μήκη διάφορων ειδών σωλήνων. Στον Πίνακα 25 φαίνονται τα διάφορα είδη σωλήνων με τα πάχη και το υλικό τους:

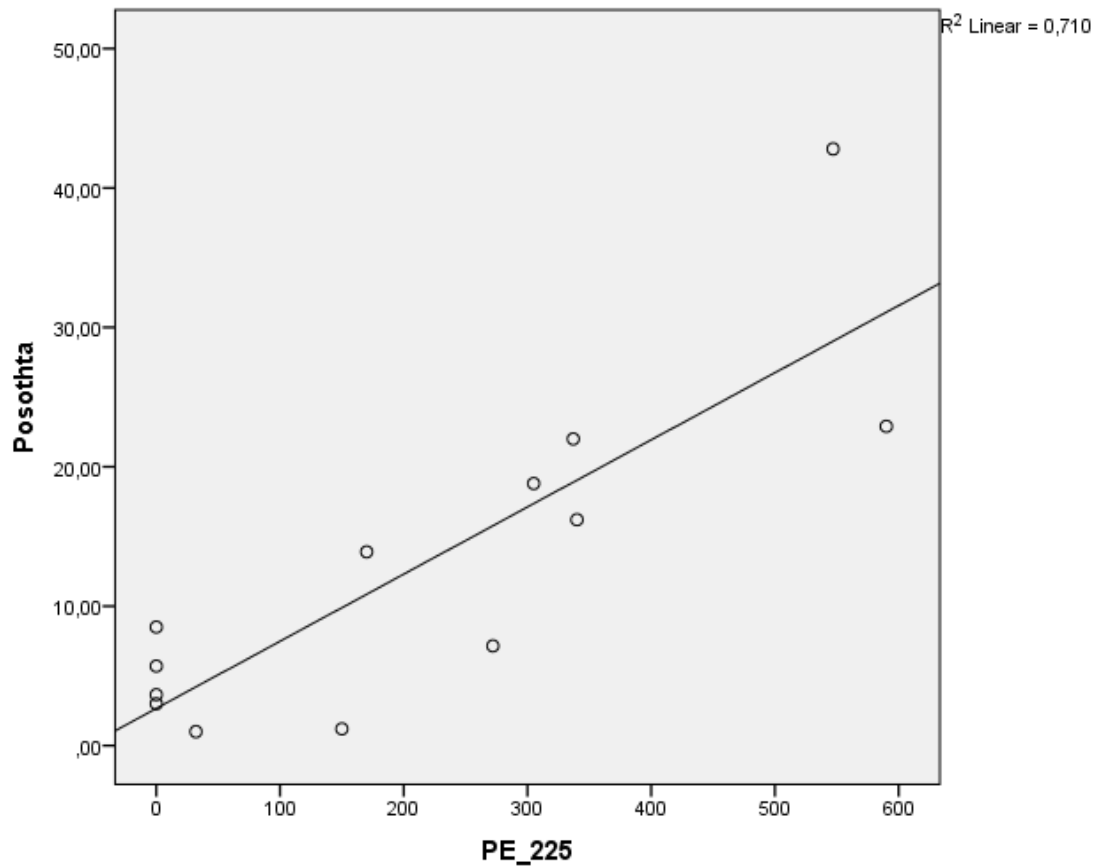
Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά Σωλήνων Έργων Επέκτασης Δικτύου

Είδος Σωλήνα	Πάχος	Υλικό
PE_63	63	Πολυαιθυλένιο
PE_90	90	Πολυαιθυλένιο
PE_110	110	Πολυαιθυλένιο
PE_125	125	Πολυαιθυλένιο
PE_160	160	Πολυαιθυλένιο
PE_225	225	Πολυαιθυλένιο
PE_315	315	Πολυαιθυλένιο
Steel_4In	4	Χυτοσίδηρος
Steel_6In	6	Χυτοσίδηρος
Steel_8In	8	Χυτοσίδηρος

Φυσικά δεν χρησιμοποιούνται όλα τα υλικά σε όλους του τύπους σωλήνα και σε όλα τα έργα.

Ένα πρώτο δείγμα που φανερώνει εάν υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής με κάποια από τις ανεξάρτητες, είναι η δημιουργία ενός διαγράμματος διασποράς. Το γράφημα αυτό υποδεικνύει κατά πόσο υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της ποσότητας του υλικού και του μήκους σωλήνα που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Παρακάτω δίνεται ως παράδειγμα για τη μεθοδολογία, το υλικό με κωδικό (Material Number) 121105 το οποίο είναι Σωλήνας PE Ευθύγραμμος Φ 110 και ανήκει στη Β κατηγορία με βάση την ABC Ανάλυση Αξίας. Το διάγραμμα διασποράς, Σχήμα 28, πραγματοποιήθηκε για την ποσότητα σε σχέση με το μήκος του σωλήνα PE_225 όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 27: Διάγραμμα Διασποράς Ποσότητας με Μήκος Σωλήνα

Είναι προφανές πως η ποσότητα του υλικού 121105 εξαρτάται από τα μέτρα του σωλήνα PE_225 καθώς όπως φαίνεται στο Σχήμα 28 υπάρχει γραμμική θετική συσχέτιση.



Πίνακας 26:Συσχετίσεις για Κωδικό Υλικού 121105

Correlations

		Posothta	Constructed	PE_63	PE_110	PE_160	PE_225	PE_315
			Length					
Posothta	PearsonCorrelation	1	,887**	-,195	,514	,652*	,842**	-,128
	Sig. (2-tailed)		,000	,543	,088	,016	,000	,676
	N	13	13	12	12	13	13	13
	PearsonCorrelation	,887**	1	-,278	,467	,741**	,901**	,188
ConstructedLength	Sig. (2-tailed)	,000		,381	,126	,004	,000	,539
	N	13	13	12	12	13	13	13
	PearsonCorrelation	-,195	-,278	1	-,201	-,213	-,300	-,091
PE_63	Sig. (2-tailed)	,543	,381		,531	,506	,343	,779
	N	12	12	12	12	12	12	12
	PearsonCorrelation	,514	,467	-,201	1	,240	,421	-,201
PE_110	Sig. (2-tailed)	,088	,126	,531		,452	,172	,531
	N	12	12	12	12	12	12	12
	PearsonCorrelation	,652*	,741**	-,213	,240	1	,502	-,192
PE_160	Sig. (2-tailed)	,016	,004	,506	,452		,080	,530
	N	13	13	12	12	13	13	13
	PearsonCorrelation	,842**	,901**	-,300	,421	,502	1	,123
PE_225	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,343	,172	,080		,689
	N	13	13	12	12	13	13	13
	PearsonCorrelation	-,128	,188	-,091	-,201	-,192	,123	1
PE_315	Sig. (2-tailed)	,676	,539	,779	,531	,530	,689	
	N	13	13	12	12	13	13	13

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Στον Πίνακα 26,επικεντρώνεται το ενδιαφέρον μόνο στις γραμμές που αφορούν την ποσότητα, όπου φαίνεται κατά πόσο η ποσότητα σχετίζεται με τις επιμέρους ανεξάρτητες μεταβλητές των σωλήνων. Η γραμμή Sig. (Significant Value) υποδηλώνει πως αν η τιμή αυτής είναι μικρότερη από 0,01, τότε η συσχέτιση είναι πολύ ισχυρή και προσδίδει 99% βεβαιότητα πως η σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών δεν είναι τυχαία. Αντίστοιχα, αν η τιμή της Sig. είναι μικρότερη από 0,05, τότε η συσχέτιση είναι ισχυρή και προσδίδεται 95% βεβαιότητα πως η σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών δεν είναι τυχαία.

Οι τιμές της στήλης Pearson Correlation (συντελεστής συσχέτισης) παίρνουν τιμές από -1 έως 1, με τις αρνητικές τιμές να σημαίνουν πως αν μεγαλώνει η μια μεταβλητή θα μικραίνει η άλλη, και με τις θετικές τιμές να σημαίνουν πως αν μεγαλώνει η μία μεταβλητή θα μεγαλώνει και η άλλη. Όταν η τιμή του συντελεστή αυτού είναι 0, τότε οι τυχαίες μεταβλητές είναι ασυσχέτιστες, ενώ όσο πιο κοντά είναι οι τιμές στα άκρα -1 και 1, τόσο πιο ισχυρή είναι η σύνδεση των δυο μεταβλητών. Τέλος, το διπλό αστεράκι δηλώνει ισχυρή συσχέτιση, ενώ το μονό ασθενέστερη συσχέτιση.

Με βάση τη παραπάνω θεωρία, στη συγκεκριμένη περίπτωση, για τα PE_160 και PE_225 είναι φανερό πως υπάρχει ισχυρή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, που είναι η ποσότητα.

Πίνακας 27: Τιμές Συντελεστής R

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,883 ^a	,779	,735	6,10534

a. Predictors: (Constant), PE_225, PE_160

b. Dependent Variable: Posohta

Στον Πίνακα 27, το R^2 καλείται συντελεστής προσδιορισμού, και παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της διασποράς της τυχαίας μεταβλητής, στη συγκεκριμένη περίπτωση η ποσότητα, που εξηγείται με βάση το μοντέλο της παλινδρόμησης. Όσο πιο κοντά είναι η τιμή του R^2 στη μονάδα, τόσο καλύτερη προσαρμογή έχουμε στην ευθεία. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, $R^2=0,983$ το οποίο αποτελεί πολύ καλή προσέγγιση. Ακόμα στον ίδιο πίνακα, στην τελευταία στήλη βλέπουμε το τυπικό σφάλμα της παλινδρόμησης, το οποίο όσο μικρότερη τιμή έχει τόσο καλύτερη προσαρμογή έχει το γραμμικό μας μοντέλο.

Πίνακας 28: Αποτελέσματα Συντελεστών Τελικής Εξίσωσης

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2,180	2,480		,879	,400
PE_160	,030	,017	,305	1,777	,106
PE_225	,039	,010	,689	4,011	,002

a. Dependent Variable: Posohtta

Στον Πίνακα 28, η δεύτερη στήλη B φανερώνει τους συντελεστές της εξίσωσης όπως προέκυψαν από το SPSS. Όπως είναι γνωστό από τη στατιστική, η τελική εξίσωση είναι της μορφής:

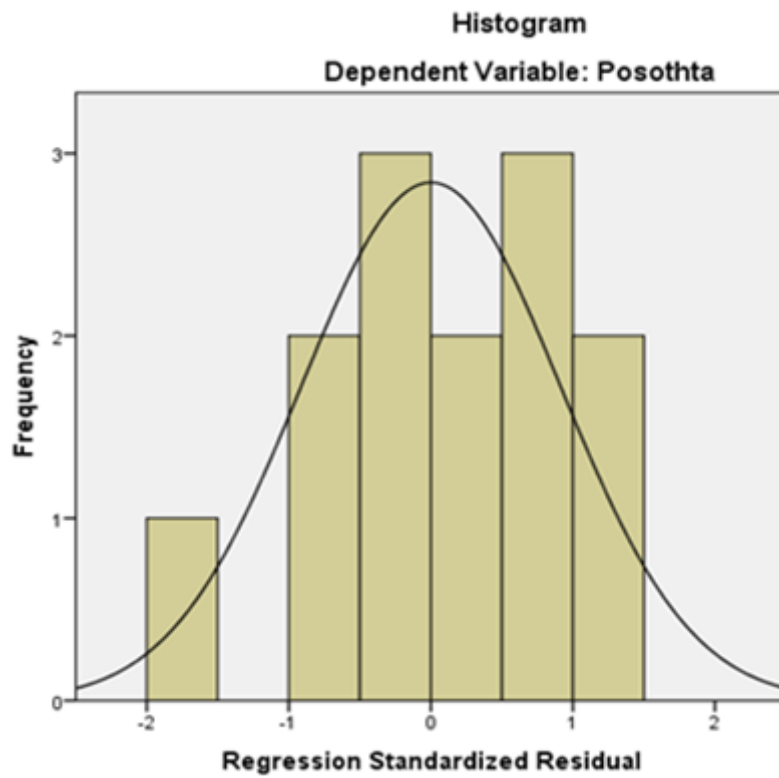
$$Y = B_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + \sum B_N \cdot X_N$$

Η πρώτη στήλη δίνει την τιμή της σταθεράς B_0 , η οποία όπως είναι λογικό έχει πιο ασθενή σχέση από ότι με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Το πόσο ισχυρή είναι μια συσχέτιση φαίνεται στην τελευταία στήλη Sig.

Η τελική συνάρτηση για το συγκεκριμένο υλικό είναι:

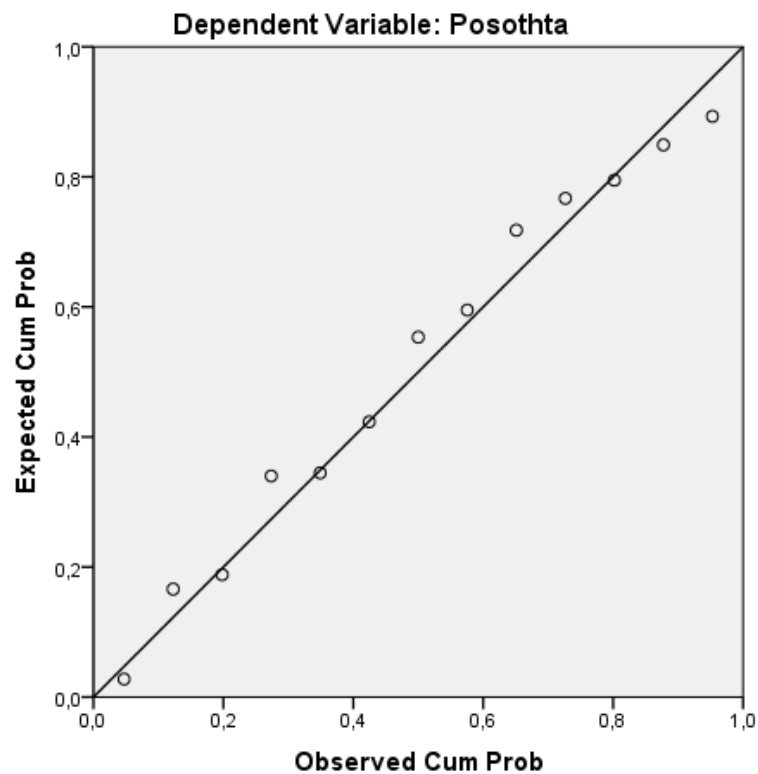
$$\text{Ποσότητα 191101} = 2,18 + 0,03 \cdot PE160 + 0,039 \cdot PE225$$

Επόμενο βήμα είναι ο έλεγχος κανονικότητας σφαλμάτων. Για το σκοπό αυτό, δημιουργείται ένα ιστόγραμμα, Σχήμα 29, και ένα P-P plot, Σχήμα 30, τα οποία και τα δύο ενισχύουν την υπόθεση κανονικότητας των σφαλμάτων, όπως φαίνεται παρακάτω,



Σχήμα 28: Ιστόγραμμα Κανονικότητας Σφαλμάτων

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Σχήμα 29: P- PPlot Κανονικότητας Σφαλμάτων

Τα παραπάνω είναι ενδείξεις πως η υπόθεση κανονικότητας των σφαλμάτων είναι λογική. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 29, το SPSS έχει τη δυνατότητα να κάνει τεστ κανονικότητας, το οποίο δίνει Sig. 0,059 μεγαλύτερο από 0,05 με βάση το τεστ Shapiro-Wilk (Μπασίδης, 2014).

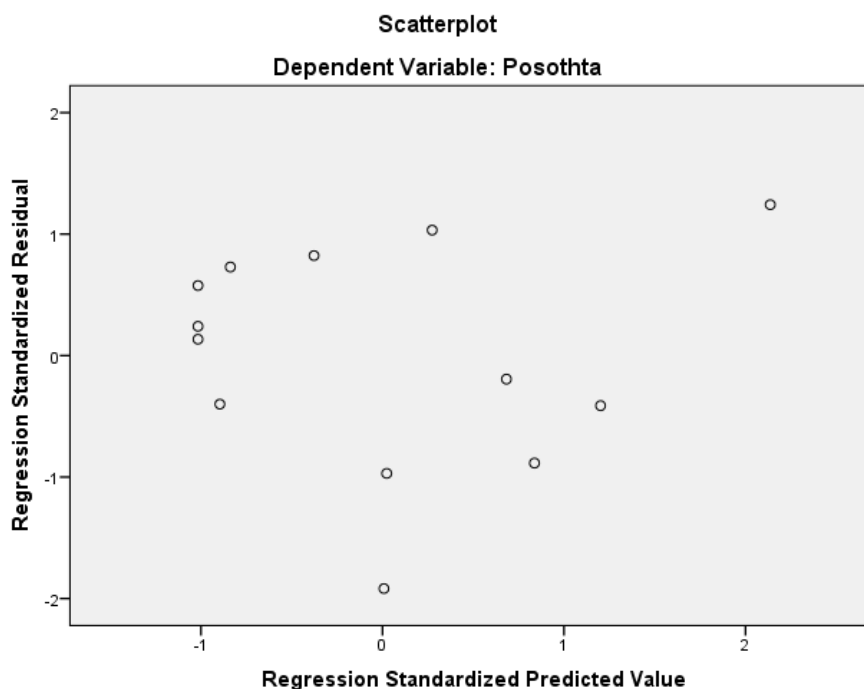
Πίνακας 29: Τεστ Κανονικότητας

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Posothta	,181	13	,200*	,868	13	,059

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

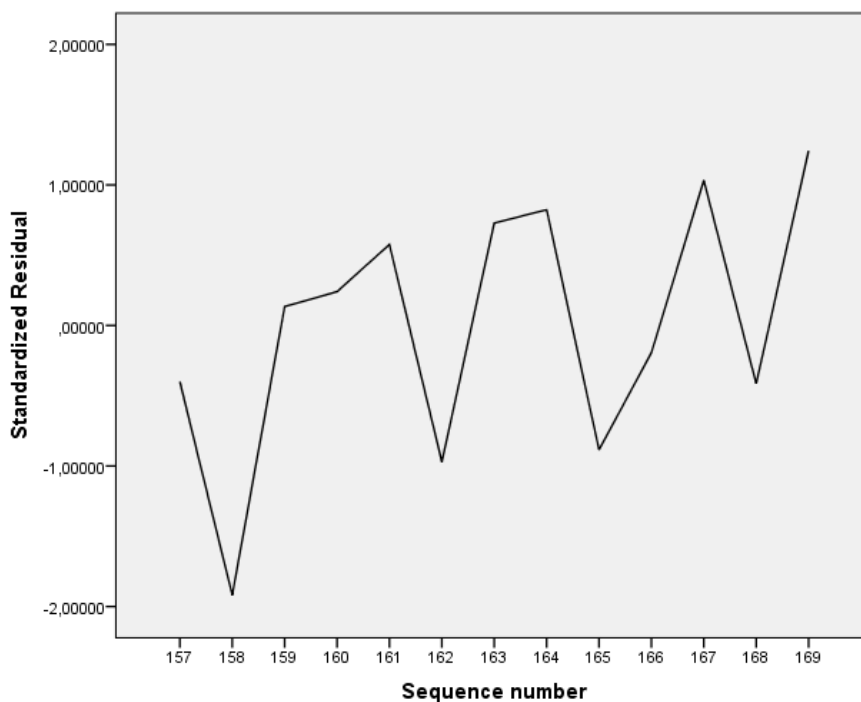
Όσο αφορά την ομοσκεδασιμότητα, στο Σχήμα 31, φαίνεται η σύνδεση των σφαλμάτων με τις προβλέψεις,



Σχήμα 30: Ομοσκεδασιμότητα Σφαλμάτων

Στο διάγραμμα αυτό, δε φαίνεται να υπάρχει κάποιο πρόβλημα ομοσκεδασιμότητας.

Τέλος, για την ανεξαρτησία σφαλμάτων καταστρώνουμε ένα διάγραμμα, Σχήμα 32, όπως αναφέραμε και στη θεωρία, μεταξύ σφαλμάτων και της σειράς των δεδομένων. Όπως βλέπουμε και στο Σχήμα 32, τα σφάλματα είναι όντων ανεξάρτητα.



Σχήμα 31: Ανεξαρτησία Σφαλμάτων

Από το πλήθος των 153 υλικών, 18 υλικά βρέθηκαν να συσχετίζονται με τα μήκη των σωλήνων που θα κατασκευαστούν. Τα αποτελέσματα για τις εξισώσεις, όπως προέκυψαν μετά την εφαρμογή στο πρόγραμμα SPSS καταγράφονται στον Πίνακα 30.

Πίνακας 30: Ανταλλακτικά με Ζήτηση που Περιγράφεται από Εξίσωση Συσχέτισης

Κωδικός Υλικού	Περιγραφή	Συχνότητα	Συνάρτηση	Class
151103	ΣΩΛΗΝΑΣ P.V.C. - PN 10 - Φ 63	3	1+Μήκος[PE_63]	C
111206	ΣΩΛΗΝΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ PE 6'	4	0,462+0,851·Μήκος[Steel_4In]	B
215405	ΚΑΜΠΥΛΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ 3D 45ο ΑΜΟΝΩΤΗ 4'	4	-1,409+0,009·Μήκος[Constructed Length]	B
321303	ΒΑΝΑ PE ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4BAR	7	0,433+0,002·Μήκος[Constructed Length]	B
616102	ΘΕΡΜΟΣΥΣΤΕΛΛΟΜΕΝΟ ΧΙΤΩΝΙΟ ΓΙΑ ΑΓΩΓΟ 4'	7	-5,68+0,113·Μήκος[Steel_4In]	B
621102	ΤΗΛΕΦ ΚΑΛΩΔΙΟ 20Χ2Χ0,8 JELLY ARMOURED	7	-12,165+1,024·Μήκος[Steel_4In]	B
111205	ΣΩΛΗΝΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ PE 4'	8	-41,857+1,041Μήκος[Steel_4In]	A
911201	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 19bar ΚΙΤΡΙΝΟ (60cm)	9	-3,699+1,045·Μήκο[Constructed Length]	B
151109	ΣΩΛΗΝΑΣ P.V.C. - PN 10 - Φ 250	12	15,484+0,056·Μήκος[PE_125]	B
121105	ΣΩΛΗΝΑΣ PE ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 110	13	2,18+0,03·Μήκος[PE_160]+0,039·Μήκος[PE_225]	B
151105	ΣΩΛΗΝΑΣ P.V.C. - PN 10 - Φ 110	16	1,01+0,076·Μήκος[Constructed Length]	B
121108	ΣΩΛΗΝΑΣ PE ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 225	17	-0,357+ 0,957·Μήκος[PE_225]	A
151108	ΣΩΛΗΝΑΣ P.V.C. - PN 10 - Φ 200	20	1,668+0,147·Μήκος[PE_63]	B
121206	ΣΩΛΗΝΑΣ PE - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 125	22	42,99+0,84·Μήκος[PE_125]	A
151110	ΣΩΛΗΝΑΣ P.V.C. - PN 10 - Φ 315	25	1,217+0,006·Μήκος[Constructed Length]	B
121107	ΣΩΛΗΝΑΣ PE ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 160	39	-2,856+1,056·Μήκος[PE_160]	A
121203	ΣΩΛΗΝΑΣ PE - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 63	150	50,517+0,467·Μήκος[PE_63]	A
911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	233	4,489+1,001·Μήκος[PE_63]+1,016·Μήκος[PE_160]+0,847·Μήκος[PE_125]+1,051·Μήκος[PE_225]	B

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 30, όλο το πλήθος των κρίσιμων υλικών της κατηγορία A μπορούν να περιγραφούν με μια γραμμική σχέση. Το γεγονός αυτό μας προσφέρει αρκετά μεγάλη αξιοπιστία και μειώνει τη πιθανότητα εσφαλμένης πρόβλεψης μελλοντικών αναλώσεων ανά έργο. Ταυτόχρονα, μερικά υλικά της κατηγορία B και ένα της κατηγορία C μπορούν να περιγραφούν με μια τέτοια σχέση. Όμως, στον παραπάνω πίνακα υπάρχουν υλικά, όπως για παράδειγμα τα 151103: Σωλήνας P.V.C. - PN 10 - Φ 63 και 215405: Καμπύλη Χαλύβδινη 3D 45ο Αμόνωτη 4' τα οποία λόγω της μικρής τους συχνότητας, προσφέρουν μικρή αξιοπιστία για την πρόβλεψη αναλώσεων.

Η εταιρία, μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα για τις συναρτήσεις του Πίνακα 30 και να τα εισάγει στην πλατφόρμα που έχει δημιουργήσει όπως την περιγράψαμε και στην ενότητα 4.1. Με τον τρόπο αυτό, ανάλογα με το έργο, το μήκος του σωλήνα και το MRP που η εταιρία διαθέτει, θα μπορεί να βρεθεί η ποσότητα του κάθε υλικού που θα χρησιμοποιηθεί.

7.2.3. Στατιστικές κατανομές

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν στο πρόγραμμα SPSS προκειμένου να συμπεράνουμε εάν τα δεδομένα ακολουθούν μια από τις γνωστές στατιστικές κατανομές, για το υλικό 151111Σωλήνας P.V.C. - PN 10 - Φ 355, είναι τα εξής:

- I. Εύρεση στατιστικών μεγεθών: είναι σημαντικό να βρεθούν μεγέθη όπως μέσος όρος, εύρος, απόκλιση και τυπική απόκλιση όπως φαίνονται στον Πίνακα 31.

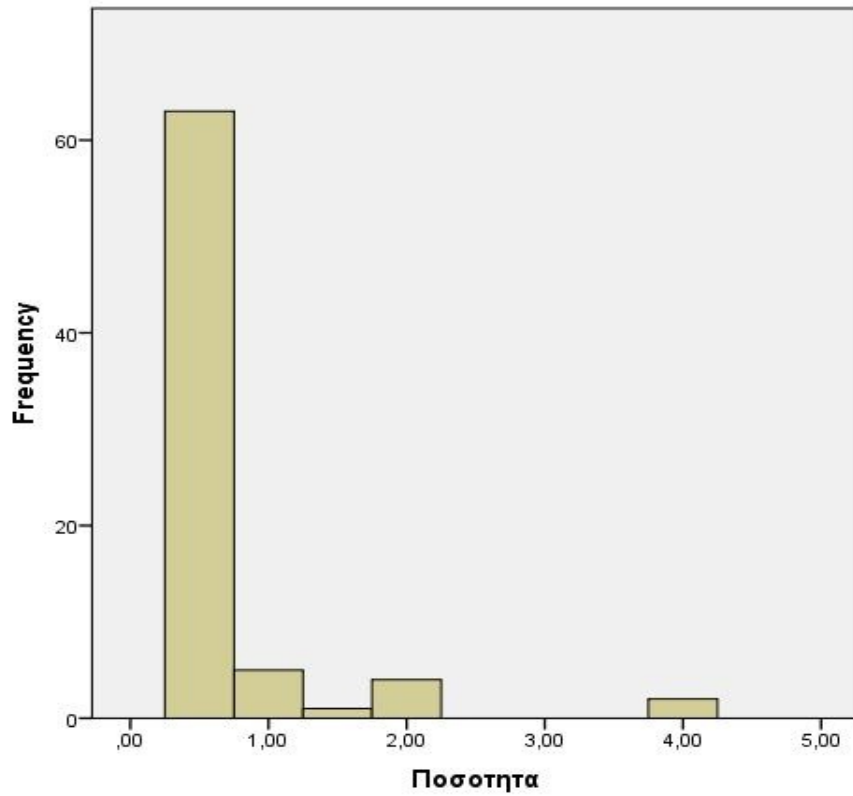
Πίνακας 31: Στατιστικά Μεγέθη

Descriptive Statistics							
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Posothta	75	3,50	,50	4,00	,7200	,65883	,434
Valid N (listwise)	75						

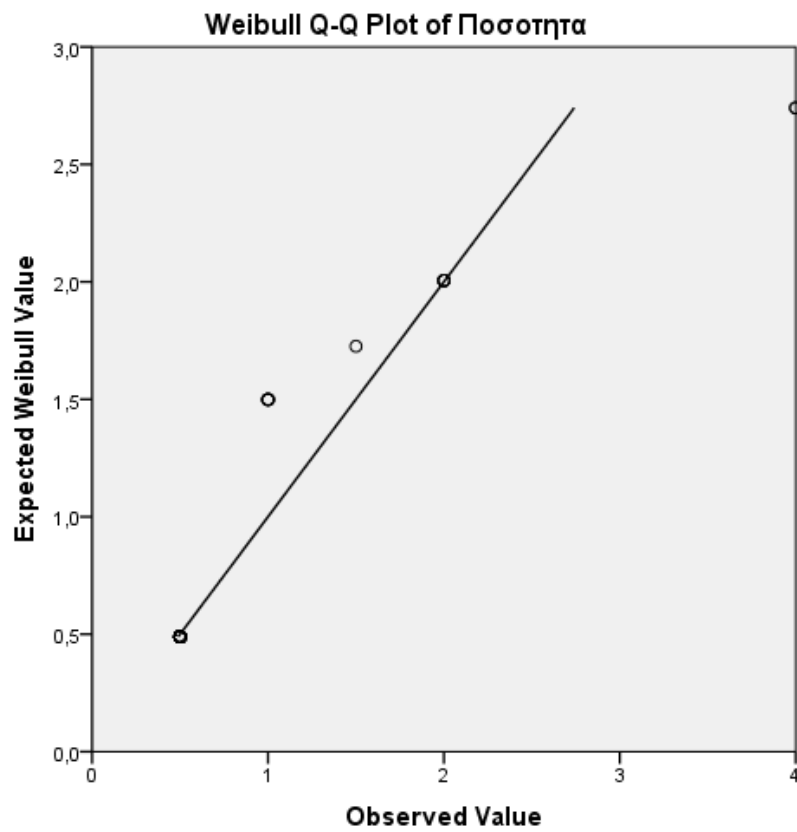
- II. Στη συνέχεια δημιουργείται ένα ιστόγραμμα, Σχήμα 33 συχνοτήτων και συμπεραίνουμε τη στατιστική κατανομή που η μορφή της πλησιάζει περισσότερο το δείγμα.

Η κατανομή που φαίνεται να ταιριάζει περισσότερο είναι η Weibull, αλλά είναι ξεκάθαρο πως η τιμή 0,5 είναι σε συχνότητα 84%.

- III. Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία διαγραμμάτων κανονικής πιθανότητας (P-P&Q-Q Plots), όπως στο Σχήμα 34, τα οποία δείχνουν εάν η στατιστική κατανομή που επιλέξαμε είναι κατάλληλη.



Σχήμα 32: Ιστόγραμμα Συχνοτήτων



Σχήμα 33: Q-QPlot



Από τη παραπάνω ανάλυση είναι φανερό πώς στο χρονικό διάστημα τριών ετών, η στατιστική ανάλυση δεν μπορεί να πετύχει ικανοποιητική προσέγγιση με καμπύλες γνωστών στατιστικών κατανομών. Όπως αναλύθηκε στο παραπάνω παράδειγμα, ελέγχθηκαν και τα παρακάτω υλικά, αλλά ούτε αυτά μπορούσαν να αποτελέσουν καλή προσέγγιση στατιστικής κατανομής.

Πίνακας 32: Ανταλλακτικά που ακολουθούν κατανομή Weibull

Κωδικός Υλικού	Περιγραφή	Συχνότητα	Συνάρτηση	Κατηγορία
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	37	Weibull Distribution	B
391206	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ300	73	Weibull Distribution	B
151111	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.V.C. - PN 10 - Φ 355	75	Weibull Distribution	B
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	75	Weibull Distribution	B

7.2.4. Σταθερή ζήτηση

Όπως παρατηρήθηκε, πολλά υλικά εμφανίζουν σταθερή ανάλωση ή με υψηλή συχνότητα σε κάποια ποσότητα ανά κωδικό έργου που χρησιμοποιούνταν. Με βάση αυτή τη παρατήρηση, μπορούμε να είμαστε αρκετά σίγουροι πως εάν χρησιμοποιηθούν σε κάποιο έργο, πως η ποσότητα τους θα είναι σταθερή και γνωστή, όλα τα υλικά με αυτό το χαρακτηριστικό τη ζήτησης φαίνονται στον Πίνακα 33.

Πίνακας 33: Ανταλλακτικά που ακολουθούν σταθερή ζήτηση

Κωδικός Υλικού	Περιγραφή	Συχνότητα	Σταθερή Ζήτηση	Κατηγορία
213110	ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΣΥΣΤΟΛΗ 8'x 6'	3	0,15	C
224101	ΣΥΣΤΟΛΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ Φ 32x20	3	0,07	C
224112	ΣΥΣΤΟΛΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ Φ 160x125	3	0,24	C
313104	ΧΑΛ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΒΑΝΑ ΘΑΜΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ 4'	4	1,1	B
391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΑΚ	14	1	C
391205	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ350	19	1	B
321503	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	65	0,45	B

Τέλος, υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία δεν ανήκουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τέτοιων υλικών είναι είτε πολύ μικρό πλήθος μετρήσεων, είτε μεγάλες διακυμάνσεις στις ποσότητες, για τις οποίες δεν έχει βρεθεί κάποια άλλη παράμετρος που να την επηρεάζει. Φυσικά στο μέλλον εάν συνεχιστεί η μελέτη συσχετίσεων, και αν συλλεχθούν περισσότερα δεδομένα για τα υλικά με μικρή συχνότητα θα καταφέρουμε να προβλέψουμε με περισσότερη αξιοπιστία τις ποσότητες των υλικών αυτών. Οι ποσότητες των ανταλλακτικών αυτών θα προβλεφθεί με έναν απλό μέσο όρο, όπως ήδη κάνει η εταιρία.

8. Παρουσίαση Προτάσεων και Συμπερασμάτων

8.1. Αποτελέσματα και Προτάσεις

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται συνοπτικά τα αποτελέσματα και οι προτάσεις της διπλωματικής εργασίας, όπως αυτά αναπτύσσονται στα παραπάνω κεφάλαια. Τα ανταλλακτικά τα οποία διατέθηκαν από την εταιρία για μελέτη, ανήκουν σε δυο διαφορετικούς τύπους έργων, τα έργα Λειτουργίας και Συντήρησης και τα έργα Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δικτύου.

Τα ανταλλακτικά για συντήρηση, με χρήση τη μεθόδου ABCΑνάλυσης, χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες ως προς την αξία:

- **Κατηγορία Α:** Τα υλικά της κατηγορίας Α, κατηγοριοποιούνται με χρήση των συντελεστών AD και CV², σε 4 κατηγορίες ως προς τη ζήτηση:
 - **Ακανόνιστη Ζήτηση**
 - **Ασταθής Ζήτηση**
 - **Διακοπτόμενη Ζήτηση**
 - **Προβλεπόμενη Ζήτηση**

Στη συνέχεια, Με χρήση της μεθόδου ADIDA μετατρέπονται οι Ακανόνιστη, Ασταθής και ποσοστό της Διακοπτόμενης ζήτησης σε Προβλεπόμενη. Έτσι, για τη κατηγορία της Προβλεπόμενης ζήτησης, χρησιμοποιείται είτε ο αλγόριθμος εκθετικής εξομάλυνσης, εποχικότητας ή η μέθοδος Croston σύμφωνα με δοκιμές. Για το υπόλοιπο ποσοστό της Διακοπτόμενης ζήτησης το οποίο διατήρησε αυτό το μοτίβο, χρησιμοποιείται η μέθοδος Croston για την πρόβλεψη των υλικών.

- **Κατηγορία Β**
- **Κατηγορία C**

Για τα υλικά των κατηγοριών Β και C, τα οποία ευθύνονται για το μικρότερο ποσοστό του κόστους, γίνεται μια ακόμα μια ABCΑνάλυση Κίνησης, μέσω της οποίας εντοπίζονται τα υλικά που φορτίζουν διαδικαστικά το σύστημα προμηθειών, η οποία χωρίζει τα υλικά σε 3 ακόμα κατηγορίες:

- **Υψηλή Κίνηση:** Η πρόβλεψη των υλικών υψηλής κίνησης γίνεται με τη χρήση του αλγορίθμου απλής εκθετικής εξομάλυνσης με συντελεστή εξομάλυνσης ίσο με 0,8.
- **Μέση Κίνηση:** Η πρόβλεψη των υλικών μέσης κίνησης γίνεται με τη χρήση του αλγορίθμου απλής εκθετικής εξομάλυνσης με συντελεστή εξομάλυνσης ίσο με 0,5
- **Χαμηλή Κίνηση:** Η πρόβλεψη των υλικών υψηλής κίνησης γίνεται με τη χρήση της μεθόδου Croston.

Τα ανταλλακτικά για επέκταση δικτύου, με τη χρήση της μεθόδου κατηγοριοποίησης ABCΑνάλυση Αξίας, χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες:

- **Κατηγορία Α**
- **Κατηγορία Β**
- **Κατηγορία C**

Στο σύνολο αυτών των υλικών γίνεται έλεγχος εξαρτήσεων, και παρατηρείται πως η ποσότητα όλων των υλικών της κατηγορίας Α και ένα μικρό ποσοστό των κατηγοριών Β και C, είναι δυνατόν να περιγραφεί από σχέση που περιέχει τα μήκη των σωλήνων προς ανάπτυξη. Στη συνέχεια, ελέγχεται εάν η ζήτηση των υλικών ακολουθεί κανονική κατανομή ή είναι σταθερή. Τα υλικά που δεν ανήκουν σε καμία από κατηγορίες αυτές, επιλέγεται να προβλεφθούν με τη χρήση του απλού μέσου όρου.

Όλες οι περιπτώσεις που αναφέρονται στο παρόν κεφάλαιο, αναγράφονται συνοπτικά στον Πίνακα 34.

8.2. **Επιμέρους Προτάσεις**

Ως αποτέλεσμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, δεν θεωρούνται μόνο οι αλγόριθμοι που προτάθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια για την πρόβλεψη της κάθε κατηγορίας ανταλλακτικών, αλλά και μια σειρά προτάσεων προς τα στελέχη της Ε.Π.Α. Αττικής.

- Όσον αφορά την ABCΑνάλυση, μπορεί άμεσα να βελτιώσει το υφιστάμενο σύστημα, ώστε να ληφθούν στρατηγικές αποφάσεις για τη διαχείριση των ανταλλακτικών. Ειδικότερα, για τα υλικά που ανήκουν στην κατηγορία Α, προτείνεται η συνεχής παρακολούθηση αυτών, καθώς προσδίδουν το μεγαλύτερο κόστος ανάλωσης στην εταιρία.
- Επιπλέον, όλες οι μέθοδοι πρόγνωσης που προτάθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια δεν είναι καθολικοί, αλλά αποτελούν καλή προσέγγιση σύμφωνα με τα δεδομένα που είχαμε στη διάθεση μας. Στο μέλλον, χρειάζεται να επαληθευτεί η ισχύς τους μέσω σύγκρισης των προβλεπόμενων με των πραγματικών αναλώσεων. Ταυτόχρονα, υλικά με χαμηλή μέχρι τώρα κίνηση, πρέπει να παρακολουθηθούν, καθώς στα επόμενα έτη μπορεί η ζήτηση τους να αυξηθεί και να μεταβληθεί η κατηγορία στην οποία ανήκουν.
- Σε περίπτωση που το τμήμα Λειτουργίας και Συντήρησης επιθυμεί τη **διατήρηση του υφιστάμενου τρόπου πρόβλεψης**, προτείνονται μερικοί τρόποι προς βελτίωση. Είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από όσα περισσότερα έτη έχει στη διάθεσή της η Ε.Π.Α. Αττικής. Με τον τρόπο αυτό θα μειωθούν τα σφάλματα μηδενικών ποσοτήτων και θα εξαχθεί ένα όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα. Ακόμα, για τα δεδομένα όλων των ετών, προτείνεται να γίνει χρήση είτε ενός απλού μέσου όρου αναλώσεων και εντολών ανά υλικό, είτε του αλγόριθμου της εκθετικής εξομάλυνσης με μεγαλύτερη βαρύτητα στα δεδομένα των τελευταίων ετών.

Όλες οι παραπάνω προτάσεις στηρίζονται στο μοντέλο της συνεχούς βελτίωσης, μιας συνεχούς διαδικασίας για βελτίωση του τρόπου πρόβλεψης. Με τον τρόπο αυτό η εταιρία θα αναγνωρίζει καινούργιες ευκαιρίες και θα τις προσαρμόζει κατάλληλα ώστε να μειώνονται διαρκώς τα αποθέματα και το κόστος.

8.3. Προοπτικές και Μελλοντικές Προεκτάσεις

1. Ανάγκη για συνεχή συλλογή δεδομένων προκειμένου να ελεγχθεί η ισχύς των μεθόδων που προτείνουμε. Ειδικά για τα ανταλλακτικά κατηγορίας Α που παρατηρήθηκε Εποχικότητα, μελλοντικές παρατηρήσεις μπορούν να επιβεβαιώσουν ή όχι παραδοχή μας αυτή. Κάποια υλικά έχουν πολύ μικρή συχνότητα, και αυτό καθιστά αδύνατη την πρόβλεψη της μελλοντικής ανάλωσης. Έτσι η συλλογή παραπάνω δεδομένων είναι αναγκαία και απαραίτητη.
2. Η πρόβλεψη ζήτησης είναι απλά ένα πρώτο βήμα στο πολύπλοκο θέμα της διοίκησης και διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη συνέχεια η εταιρία χρειάζεται, χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, να επανεξετάσει και ίσως να ανασχεδιάσει διαδικασίες προμήθειας και διαχείρισης υλικών στην αποθήκη. Αναλυτικότερα, μπορούν να προσδιοριστούν με ασφάλεια και ακρίβεια η στάθμη αποθέματος των ανταλλακτικών, το σημείο αναπαραγγελίας τους με σκοπό την βελτίωση του βαθμού εξυπηρέτησης των έργων, με το βέλτιστο κόστος και χωρίς ελλείψεις αποθεμάτων.

Πίνακας 34: Σύνοψη προτεινόμενων μεθόδων πρόβλεψης ανά περίπτωση

	ABC Ανάλυση για Αξία	Κατηγοριοποίηση Ζήτησης με Χρήση Συντελεστών ADI & CV²	Μέθοδος Πρόβλεψης	
Ανταλλακτικά Συντήρησης	Κατηγορία A	Προβλεπόμενη Ζήτηση		Εποχικότητα
				Απλή Εκθετική Εξομάλυνση
				Μέθοδος Croston
		Ακανόνιστη Ζήτηση	Αναγωγή σε προβλεπόμενη μέσω καθορισμού της περιόδου (μέθοδος ADIDA)	(όπως Προβλεπόμενη Ζήτηση)
		Ασταθής Ζήτηση	Αναγωγή σε προβλεπόμενη μέσω καθορισμού της περιόδου (μέθοδος ADIDA)	(όπως Προβλεπόμενη Ζήτηση)
	Κατηγορία B & C	Διακοπτόμενη Ζήτηση	Αναγωγή σε προβλεπόμενη μέσω καθορισμού της περιόδου (μέθοδος ADIDA)	(όπως Προβλεπόμενη Ζήτηση)
		Αδυναμία στην Αναγωγή		Μέθοδος Croston
			ABC Ανάλυση για Κίνηση	Μέθοδος Πρόβλεψης
			Υψηλή Κίνηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση $\alpha=0,8$
			Μέση Κίνηση	Απλή Εκθετική Εξομάλυνση $\alpha=0,5$
		Χαμηλή Κίνηση	Μέθοδος Croston	
	ABC Ανάλυση για Αξία	Φύση Ζήτησης	Μέθοδος Πρόβλεψης	
Ανταλλακτικά Ανάπτυξης Δικτύου	Κατηγορία A	Εξαρτημένη Ζήτηση	Γραμμική Παλινδρόμηση	
	Κατηγορία B & C	Εξαρτημένη Ζήτηση	Γραμμική Παλινδρόμηση	
		Ανεξάρτητη Ζήτηση	Στατιστικές Κατανομές	
			Σταθερή Ζήτηση	
			Απλός Μέσος Όρος	

Παράρτημα

Παράρτημα 1: Θεωρία Σφαλμάτων

Προκειμένου να αξιολογηθεί εάν μία μέθοδος ή διαδικασία πρόβλεψη είναι ικανή να μας δώσει αποτελέσματα όσο το δυνατό πιο κοντά στα πραγματικά, χρειάζεται να υπολογιστούν κάποια απλά στατιστικά μεγέθη. Πριν γίνει η συγκεκριμένη ανάλυση χρειάζεται να θέσουμε πρώτα κάποιες μεταβλητές,

D_t : πραγματική ζήτηση του υλικού

F_t : προβλεπόμενη ζήτηση του υλικού. Συνήθως η τιμή της πρόβλεψης προκύπτει μέσα από υπολογισμού χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της πραγματικής ζήτησης.

Με τον όρο σφάλμα e_t εννοούμε τη διαφορά ανάμεσα στην πραγματική τιμή D_t και την πρόβλεψη F_t της μεταβλητής στην περίοδο t , δηλαδή

$$e_t = D_t - F_t$$

Για να έχει υψηλή αξιοπιστία η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, πρέπει το μέτρο του σφάλματος να τείνει προς το μηδέν. Υψηλή θετική τιμή του μέτρου αυτού σημαίνει ότι η χρησιμοποιούμενη μέθοδος τείνει να παράγει προβλέψεις που είναι συστηματικά μικρότερες από τις τιμές της μεταβλητής που διαμορφώνονται στην πράξη. Όμοια, όταν παρουσιάζονται υψηλές αρνητικές τιμές του μέτρου σημαίνει πως παράγονται προβλέψεις μεγαλύτερες από την πραγματική ζήτηση. Το απλό σφάλμα όμως δεν είναι αρκετό για να κρίνομαι εάν η πρόβλεψη προσεγγίζει ικανοποιητικά την πραγματική τιμή.

Αφού υπολογιστεί το σφάλμα, τότε ένα απλός μέσος όρος των σφαλμάτων όλων των περιόδων μας δίνει ένα άλλο κριτήριο για μέτρηση σφάλματος, το οποίο είναι το μέσο σφάλμα (Mean Error),

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t$$

Όπου N το πλήθος των μετρήσεων. Βασικό μειονέκτημα του κριτηρίου αυτού για τη μέτρηση του σφάλματος είναι ότι οι θετικές αποκλίσεις εξουδετερώνονται από τις αρνητικές, έτσι εμφανίζεται τελικά μικρό μέσο σφάλμα ενώ στην πραγματικότητα σημειώνονται μεγάλες θετικές και αρνητικές αποκλίσεις. Το μόνο που μπορεί να δείξει το ME είναι εάν συστηματικά υπάρχει τάση θετικών ή αρνητικών σφαλμάτων. Παρόλα αυτά, η μέθοδος δε δίνει ένδειξη για το μέγεθος του συστηματικού σφάλματος.

Για να λυθεί το πρόβλημα της εξουδετέρωσης των θετικών και αρνητικών σφαλμάτων, χρησιμοποιείται το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error), στο οποίο πρώτα υπολογίζεται το απόλυτο του κάθε σφάλματος και στη συνέχεια αθροίζονται όλα τα επιμέρους σφάλματα, όπως φαίνεται παρακάτω

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |e_t|$$

Το μέτρο αυτό είναι απλό και μετρά τη διασπορά μιας πραγματικής τιμής σε σχέση με μια αναμενόμενη τιμή. Όταν τα σφάλματα που συμβαίνουν σε μια πρόβλεψη είναι κανονικά κατανομημένα, η μέση απόλυτη απόκλιση σχετικά με την τυπική απόκλιση ως εξής,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot MAΣ = 1,25 \cdot MAΣ$$

Η μέθοδος αυτή βέβαια δεν δίνει το πρόσημο των αποκλίσεων, έτσι χρησιμοποιείται το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Squared Error), το οποίο στηρίζεται στην ίδια λογική με το MAE. Στην περίπτωση αυτή, τα σφάλματα γίνονται θετικά μέσω του τετραγώνου και στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή των τετράγωνων σφαλμάτων. Πλεονέκτημα του μέτρου αυτού είναι πως λόγω της δύναμης τετραγώνου οι μεγάλες τιμές αλλοιώνονται.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t^2$$

Τα αριθμητικά μέτρα της ακρίβειας μιας μεθόδου πρόβλεψης που αναφέρθηκαν παραπάνω, εξαρτώνται από την τάξη μεγέθους των διαθέσιμων στοιχείων και δεν διευκολύνουν την ερμηνεία συμπεριφοράς της μεθόδου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται εναλλακτικά κάποια άλλα είδη σφαλμάτων που μετρούν την ακρίβεια σε ποσοστά. Τα ποσοστιαία αριθμητικά μέτρα ακρίβειας δεν έχουν φυσικά νόημα στην περίπτωση που στα αριθμητικά δεδομένα υπάρχουν πολύ μικρές ή μηδενικές τιμές.

Το ποσοστιαίο σφάλμα (Relative or Percentage Error) δίνει το ποσοστιαίο σφάλμα για μια περίοδο

$$PE = \frac{D_t - F_t}{D_t} \cdot 100$$

Ένας ακόμα τρόπος να μετρήσουμε το σφάλμα, είναι το μέσο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Percentage Error).

$$MPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \frac{D_t - F_t}{D_t} \cdot 100$$

Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error) είναι ένας χρήσιμος δείκτης διότι εκτιμά το αναμενόμενο σφάλμα της πρόβλεψης.

$$MAPE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right| \cdot 100$$

Το σήμα παρακολούθησης (Tracking Signal) είναι ένας δείκτης που μας ενημερώνει για το κατά πόσο η μέση πρόβλεψη ακολουθεί τις ανοδικές και καθοδικές τάσεις της ζήτησης (Παππη, 2006). Το σήμα παρακολούθησης μπορεί να υπολογισθεί με τη χρήση του αθροίσματος των αποκλίσεων της πρόβλεψης δια της μέσης απόλυτης απόκλισης,

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^N e_t}{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |e_t|}$$

Εάν η τιμή της παραμέτρου TS είναι εκτός των ορίων ± 6 είναι ένδειξη πως η μέθοδος που ακολουθείται πρέπει να αλλαχθεί και είτε η πρόβλεψη είναι χαμηλότερη της επιθυμητής ζήτησης ($TS < -6$) ή μεγαλύτερη της ($TS > +6$) (Chopra&Meindl, 2007).

Εκτός από τα παραπάνω, ιδιαίτερα χρήσιμα είναι και ακόμα δυο αριθμητικά μέτρα ακριβείας στις προβλέψεις. Για τη συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ δυο μεθόδων πρόβλεψης χρησιμοποιείται η στατιστική U του Theil.

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N-1} \left(\frac{F_{t+1}-D_t}{D_t} - \frac{D_{t+1}-D_t}{D_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{N-1} \left(\frac{D_{t+1}-D_t}{D_t} \right)^2}}$$

Όταν $U=1$ η συγκεκριμένη μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιήσαμε είναι ισοδύναμη με την απλούστερη δυνατή, δηλαδή η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο είναι ίση με την τρέχουσα τιμή της υπό πρόβλεψη μεταβλητής. Όσο μικρότερη της μονάδας είναι στατιστική U, τόσο καλύτερη η μέθοδος σε σχέση με την απλούστερη.

Τέλος η στατιστική των Durbin και Watson χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ύπαρξης σχέσεων, μεταξύ δύο διαδοχικών σφαλμάτων μετά την εφαρμογή κάποιας πρόβλεψης.

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^N (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^N e_t^2}$$

Με $DW \approx 2$, αν το διαδοχικό σφάλμα είναι τυχαίο (Δημητριάδης & Μιχιώτης, 2007). Η σημασία ικανοποιητικών προβλέψεων για τη ζήτηση συνδέεται με το υψηλό κόστος από σφάλματα είτε από αισιοδοξία ή από απαισιοδοξία των υπευθύνων. Μια αισιόδοξη πρόβλεψη για τη ζήτηση οδηγεί σε εκτιμήσεις μεγαλύτερες από την πραγματική ζήτηση και προσδίδει κόστος καθώς υπάρχει ανεπάρκεια εκμετάλλευσης της διαθέσιμης δυναμικότητας της επιχείρησης και πλεόνασμα αποθέματος που επιβαρύνει το κόστος λειτουργίας. Σε αντίθετη περίπτωση, η χαμηλότερη της αναμενόμενης πραγματική ζήτηση έχει ως αποτέλεσμα της περιορισμένη εκμετάλλευση της διαθέσιμης δυναμικότητας και αντιοικονομική λειτουργία της επιχείρησης με μεγάλα σταθερά έξοδα που επιβαρύνουν το κόστος επιχείρησης (Δερβιτσιώτης, 2006).

Τέλος, το διάγραμμα ελέγχου του σφάλματος (Shim&Siegel, 2001) είναι ικανό να μας δείξει εάν το σφάλμα είναι αποδεκτό ή όχι θέτοντας κάποια όρια. Περιλαμβάνει λοιπόν τον καθορισμό άνω και κάτω ορίου για τα μεμονωμένα σφάλματα ανά περίοδο, αντί τον υπολογισμό των συγκεντρωτικών σφαλμάτων. Αρχικά πρέπει να υπολογιστεί η τυπική απόκλιση του σφάλματος πρόβλεψης ως εξής,

$$S_f = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N e^2}{N-1}}$$

Τα όρια λοιπόν είναι 2 ή 3 φορές η τυπική απόκλιση.

Παράρτημα 2: Πίνακας Μεγάλων Σφαλμάτων που Παρατηρήθηκαν κατά τη Σύγκριση των ετών 2012-2013 με την Υφιστάμενη Μέθοδο Πρόβλεψης

Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2012-2013					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221105	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 110	35,4893617021277	B
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	532104	ΕΞΑΓ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΑ ΦΛΑΝΤΖΑΣ 4'- 5/8'(M16)	27,914893617021	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	533101	ΒΙΔΕΣ - SCREWS 5/8'X120mm	30,468085106383	C
A25	ΜΕΤΑΠΤΩΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	40,4590163934426	B
C21	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	532104	ΕΞΑΓ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΑ ΦΛΑΝΤΖΑΣ 4'- 5/8'(M16)	54	C
C21	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	533101	ΒΙΔΕΣ - SCREWS 5/8'X120mm	54	C
C25	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	25,1283783783784	C
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	48,358024691358	A
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	391205	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ350	20,119341563786	B
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	24,2962962962963	B
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	221102	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 32	20,8847736625514	C
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	63,382716049383	A
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242107	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	22,4818181818182	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	245202	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 3/4'	75,4909090909091	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	932401	ΠΑΞΙΜΑΔΙΑ ΕΞΑΓΩΝΑ M8	79,1454545454545	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	217,963636363636	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	65,581818181818	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/2	22,8636363636364	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931105	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/4	39,2272727272727	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	27,1818181818182	A



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2012-2013					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	921102	ΤΕΦΛΟΝ ΤΑΙΝΙΑ	56,3909090909091	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	54,5181818181818	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	454105	SET ΕΞΑΡΤ. ΕΞΑΕΡ ΥΠΟΓ ΡΥΘΜΙΣΤΗ	48,0090909090909	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	245104	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/4	20,0909090909091	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	244104	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	27,3545454545455	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243103	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	20,9545454545455	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242501	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/4'	24,7	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	92,590909090909	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221102	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 32	44,1	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	151105	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 110	62,2272727272727	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	35,75	A
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	51,9727272727273	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243102	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	43,8363636363636	C
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141104	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/2"	25,375	B
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	22	C
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	32,55	C
C36	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	28,5269461077844	C
C36	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ	531103	ΚΟΧΛΙΕΣ ΓΙΑ ΧΑΛ ΦΛΑΝΤΖΕΣ 3' - 5/8'X100	21,0538922155689	C
C38	ΕΛΕΓΧΟΣ & ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ Π.Α.	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	28,0228571428571	C
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	84,481262327416	A
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 ΜΙΝ 350*485*195	143,4516765286	A
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 50 382x245x175	54,794871794872	A
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	49,0532544378698	A



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2012-2013

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	34,0946745562101	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΩΝΙ 1'1/2	32,886679920477	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247104	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'x3/4'	20,2823061630219	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247108	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/2x3/4'	42,701789264414	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247112	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x3/4'	63,322067594433	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	44,322067594433	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	50,538767395626	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	451101	ΚΟΝΣΟΛΕΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ G4 -G6	43,693836978131	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	455107	ΕΡΜΑΡΙΟ ΓΙΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΡΗΤΗ G 2,5	50,294234592445	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	31,608349900596	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246102	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	38,186878727634	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	200,36381709742	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 ΜΙΝ 350*485*195	143,928429423459	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243105	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	86,355864811133	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	49,478330019881	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246206	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	22,9443339960239	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	242501	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/4'	79,238568588469	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246105	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	51,880715705765	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244105	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	23,198807157058	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244106	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	114,727634194831	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244107	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2 1/2'	23,4890656063618	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245106	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	79,566600397614	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245205	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	46,475149105368	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2012-2013					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	241102	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 3/4'	36,576540755467	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	931108	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'1/2	59,8285714285714	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	87,2657142857143	A
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	141106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2 1/2"	76,9922857142857	B
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	26,0571428571429	A
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	91,4	B

Παράρτημα 3: Πίνακας Μεγάλων Σφαλμάτων που Παρατηρήθηκαν κατά τη Σύγκριση των ετών 2013-2014 με την Υφιστάμενη Μέθοδο Πρόβλεψη

Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	532104	ΕΞΑΓ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΑ ΦΛΑΝΤΖΑΣ 4' - 5/8'(M16)	653,1125	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221102	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 32	23,16	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	533101	ΒΙΔΕΣ - SCREWS 5/8'X120mm	621,1125	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	227206	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 160	30,0285714285714	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	227204	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 110	57,7681818181818	C
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221108	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 225	120,185714285714	A
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221107	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 160	133	B
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221106	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 125	28,5125	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
A23	ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	221105	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 110	264,01875	B
C20	ΕΠΑΝΑΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	33,909032378901	B
C21	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	532104	ΕΞΑΓ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΑ ΦΛΑΝΤΖΑΣ 4'- 5/8'(M16)	27,0517063081696	C
C25	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	28,9511239985651	A
C25	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	221102	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 32	27,2126031328471	C
C25	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	26,594523496353	B
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	63,589409260245	A
C30	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΒΑΝΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	157,442955386078	A
C31	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	533101	ΒΙΔΕΣ - SCREWS 5/8'X120mm	29,1612903225806	C
C31	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	532104	ΕΞΑΓ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΑ ΦΛΑΝΤΖΑΣ 4'- 5/8'(M16)	29,1612903225806	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	245104	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/4	56,9145183175034	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246106	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	23,1154831901101	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246105	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	36,4913723394049	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246104	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	48,7837579777878	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246103	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	35,2309663802201	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246102	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	26,630333182572	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	245105	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	77,6837575209353	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	244107	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2 1/2'	21,3969546208352	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	244106	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	148,846709214868	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	244105	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	143,12020704558	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	244104	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	120,369164279612	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/2	119,779586913915	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246203	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'	25,753555455048	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	245106	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	97,3850660119317	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246204	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	108,115332428765	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246205	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	74,1074928388361	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	246206	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	75,7383285592241	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	247105	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/4x3/4'	29,5675159555757	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	247108	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/2x3/4'	21,5576662143826	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	59,654002713704	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	169,069997605555	A
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243106	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	64,3515754560531	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931105	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/4	136,507110910096	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242205	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1 1/4'	28,9145183175034	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	179,569559609361	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	251,788879294985	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	932401	ΠΑΞΙΜΑΔΙΑ ΕΞΑΓΩΝΑ Μ8	50,8477310417609	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	36,2887079752751	A
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241103	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1'	30,5576662143826	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	58,2066603011877	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	121202	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 32	22,9527949478198	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141102	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1"	29,0746074820702	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/4"	138,4518584235	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141104	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/2"	144,509399969848	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	172,476662143826	A
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	141106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2 1/2"	92,4864314789688	B



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	151105	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 110	28,7215739484396	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221102	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 32	33,8380823156943	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	90,3698175787728	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242502	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/2'	32,9847731041761	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241102	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 3/4'	25,5375647017438	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243105	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	62,7383285592241	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242501	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/4'	36,3969546208352	B
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243104	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	88,3601903900411	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243103	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	34,3813256947585	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	243102	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	65,105587763661	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	227102	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 90ο Φ 63	20,8290366350068	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242503	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 2'	20,1908638625057	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241104	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/4'	48,4873109201467	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242107	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	23,8492386552088	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242106	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1 1/2'	22,3248739467645	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	242105	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1 1/4'	21,0702547866727	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241107	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 2 1/2'	33,8492386552088	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241106	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 2'	36,2939092416704	C
C32	ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	241105	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/2'	30,4873109201467	C
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	26,0962893753337	C
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	36,6935397757608	B
C33	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	31,4233849439402	C
C36	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	31,5261198552923	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
C40	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ	441413	ΡΥΘΜ ΝVSI 4/0,025bar 25m3/h "N" ΕΠΙΤΟΙΧΟ	30,8920863309353	B
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	243106	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	26	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	121202	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 32	436,5	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	22	B
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/2	145	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	32,5555555555556	A
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	44,0833333333333	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	391101	ΠΛΑΣΤ. ΚΑΠ ΒΑΝ ΠΑΡΟΧ (ΜΑΥΡΟ)ΒΑΣΗ & ΚΑΠΑΚ	22	A
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	247107	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1 1/4'x1'	25	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	142,857142857143	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	243105	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	70	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	243104	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	45	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	151107	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ. V.C. - ΡN 10 - Φ 160	25,948	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	151103	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ. V.C. - ΡN 10 - Φ 63	644,9	C
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	141104	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/2"	29,375	B
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	141103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/4"	41,375	B
C41	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ (ΥΠ - ΥΠΡ)	247110	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1 1/2'x1 1/4'	23	C
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	348,78400487166	C
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	181,692452775496	A
C42	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΕΡΜΑΡΙΩΝ	457101	ΕΠΙΤ ΕΡΜΑΡΙΟ ΡΥΘΜ R 6-R 50 382x245x175	97,0882651335813	A
C43	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΠΑΡΟΧΩΝ	392101	ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΒΑΝΑΣ ΡΕ	23,707423580786	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247115	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x1'1/4	34,6070541776301	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246104	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	43,1420083309966	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014

Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246105	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	30,0663355964857	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246204	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	73,862650430861	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246205	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	52,6788527226842	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	1413,51925980655	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246206	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	20,7454354547893	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247105	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/4x3/4'	473,804020581381	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247107	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1 1/4'x1'	22,2481123042746	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247108	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/2x3/4'	326,719888212191	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247112	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x3/4'	251,05479871168	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	247114	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x1'1/2	33,1989192184972	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	431101	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 2,5 (25mbar)	267,178682642211	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	431102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 4 (25mbar)	33,3617772308372	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	432102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΕ ΚΟΥΤΙ G 4	35,37909781362	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	451101	ΚΟΝΣΟΛΕΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ G4 -G6	244,059137420966	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	455202	ΠΛΑΣΤ ΕΡΜΑΡΙΑ G2,5/G4 MIN 350*485*195	218,61023611047	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	790,093785274419	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	921104	ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ(ΜΑΣΤΙΧΗ ΧΙΤΩΝΙΟΥ)	382,129347603952	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	931105	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/4	408,316024613008	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	246102	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	342,568522672086	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'	238,947425871796	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244107	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2 1/2'	38,9779607800974	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	932301	ΝΤΙΖΑ Μ8	84,8463487598671	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	932401	ΠΑΞΙΜΑΔΙΑ ΕΞΑΓΩΝΑ Μ8	455,716034189922	C



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 1'1/2	267,499776024557	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243102	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	1250,21365256519	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	141101	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 3/4"	20,5578990540141	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	141103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/4"	266,280825569545	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	141104	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/2"	153,696126664914	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	141105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2"	118,175034147574	A
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	241102	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 3/4'	140,110414825917	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	241104	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/4'	24,4393267856009	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	241105	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/2'	22,7752128929193	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	242501	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/4'	330,326931603176	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245105	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	226,856668934894	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	242503	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 2'	58,3658163918308	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245206	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	20,3677595953931	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243103	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	55,9303430470177	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245106	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	230,060117228099	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245205	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	114,958445268084	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245203	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'	62,8979881529567	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	242502	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/2'	196,226651522416	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245107	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2 1/2'	23,9060819097738	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243104	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	101,686408858419	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245104	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/4	343,247385419791	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244106	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	354,831101539651	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244105	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	355,139826783849	B



Μεγάλα Σφάλματα Υλικών 2013-2014					
Δραστηριότητα	Περιγραφή Δραστηριότητας	Υλικό	Περιγραφή Υλικού	Απόλυτο Σφάλμα	Κατηγορία
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	244104	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	532,366268121172	B
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243106	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	62,2786311140017	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	243105	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	120,787202912928	C
L25	ΤΟΠΟΘΕΤ ΠΡΟΣΘ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΥΦΙΣΤ ΠΑΡΟΧΗ	245202	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 3/4'	1203,73542692393	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	49,5908513341804	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	151105	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 110	21,3946773965834	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	26,8374982352111	B
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	246206	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	20,284232983513	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	43,308802767189	C
L39	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ Κ ΠΑΡΟΧΗ	921101	ΤΕΦΛΟΝ ΡΕΥΣΤΟ 100 gr	27,5403783707469	A

Παράρτημα 4: Πίνακας Αποτελεσμάτων ABC Ανάλυσης για Υλικά Τμήματος Προγραμματισμού και Ανάλυσης Δικτύου

Κωδικό Υλικού	Περιγραφή	Ποσότητα	Μέση Τιμή	Συνολική Τιμή	Σφραγιστικό Κόστος	Συνολικό Κόστος όλων των Υλικών	Σφραγιστικό Ποσοστό	Class
121108	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 225	4528,49	30,65	138.798,22 €	138.798,22 €	483127,5996	0,287291015	A
121107	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 160	6015,39	15,84	95.283,78 €	234.082,00 €	483127,5996	0,484513814	A
121206	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 125	5490,65	9,85	54.082,90 €	288.164,90 €	483127,5996	0,596457124	A
111205	ΣΩΛΗΝΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΡΕ 4'	2337,55	22,91	53.553,27 €	341.718,17 €	483127,5996	0,707304177	A



Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και
Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

121203	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 63	16135,54	2,56			483127,5996	0,792803292	A
				41.306,98 €	383.025,15 €			
911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	32986,29	0,4			483127,5996	0,820113916	B
				13.194,52 €	396.219,67 €			
121109	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 315	140,95	60,55			483127,5996	0,837779068	B
				8.534,52 €	404.754,19 €			
391206	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ300	86	96,28			483127,5996	0,854917563	B
				8.280,08 €	413.034,27 €			
621102	ΤΗΛΕΦ ΚΑΛΩΔΙΟ 20Χ2Χ0,8 JELLY ARMOURED	2445	2,83			483127,5996	0,869239556	B
				6.919,35 €	419.953,62 €			
151109	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 250	279,5	19,1			483127,5996	0,880289328	B
				5.338,45 €	425.292,07 €			
313104	ΧΑΛ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΒΑΝΑ ΘΑΜΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ 4'	3,3	1509,66			483127,5996	0,890601051	B
				4.981,88 €	430.273,95 €			
111206	ΣΩΛΗΝΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΡΕ 6'	131,94	29,52			483127,5996	0,898662832	B
				3.894,87 €	434.168,82 €			
121106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 125	347,1	9,74			483127,5996	0,905660474	B
				3.380,75 €	437.549,57 €			
321305	ΒΑΝΑ ΡΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ225 ΓΙΑ 4 ΒΑΡ	6,88	467,3			483127,5996	0,91231508	B
				3.215,02 €	440.764,59 €			
616102	ΘΕΡΜΟΣΥΣΤΕΛΛΟΜΕΝΟ ΧΙΤΩΝΙΟ ΓΙΑ ΑΓΩΓΟ 4'	229	11,35			483127,5996	0,917694922	B
				2.599,15 €	443.363,74 €			
151110	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 315	71,9	35,89			483127,5996	0,923036142	B
				2.580,49 €	445.944,24 €			
151108	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 200	177,5	13,2			483127,5996	0,927885793	B
				2.343,00 €	448.287,24 €			
121103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 63	914,58	2,53			483127,5996	0,932675185	B
				2.313,89 €	450.601,12 €			
321303	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ125 ΓΙΑ 4ΒΑΡ	8,16	274,6			483127,5996	0,937313164	B
				2.240,74 €	452.841,86 €			
913101	ΚΟΛΩΝΑΚΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΜΟΝΑ	90	23,44			483127,5996	0,941679713	B
				2.109,60 €	454.951,46 €			
391205	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ 40tn Φ350	19	104,04			483127,5996	0,945771303	B
				1.976,76 €	456.928,22 €			
151111	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 355	54	36,05			483127,5996	0,949800673	B
				1.946,70 €	458.874,92 €			
222211	ΤΑΥ ΡΕ ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ Φ 225x110	18,98	84,21			483127,5996	0,953108921	B
				1.598,31 €	460.473,23 €			



Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και
Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

321304	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΕΝΑ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ Φ160 ΓΙΑ 4BAR	4,02	357,87			483127,5996	0,956086679	B
				1.438,64 €	461.911,86 €			
227306	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 22ο Φ 225	7,72	184,15			483127,5996	0,959029252	B
				1.421,64 €	463.333,50 €			
321503	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	29,3	48,07			483127,5996	0,961944529	B
				1.408,45 €	464.741,95 €			
911201	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 19bar ΚΙΤΡΙΝΟ (60cm)	2552	0,51			483127,5996	0,964638476	B
				1.301,52 €	466.043,47 €			
121105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 110	166,8	7,47			483127,5996	0,967217497	B
				1.246,00 €	467.289,47 €			
111207	ΣΩΛΗΝΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΡΕ 8'	24,35	46,07			483127,5996	0,96953946	B
				1.121,80 €	468.411,27 €			
215405	ΚΑΜΠΥΛΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ 3D 45ο ΑΜΟΝΩΤΗ 4'	13,92	80,55			483127,5996	0,971860288	B
				1.121,26 €	469.532,53 €			
227207	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 225	25,28	34,09			483127,5996	0,973644071	B
				861,80 €	470.394,32 €			
222212	ΤΑΥ ΡΕ ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ Φ 225x160	10,01	85,97			483127,5996	0,975425298	B
				860,56 €	471.254,88 €			
611101	ΚΑΛΩΔΙΟ ΚΑΘ ΠΡΟΣΤ ΝΥΥ ΑΝΘΥΓΤΡΟ 2Χ2,5mm ²	40	20,75			483127,5996	0,977143271	B
				830,00 €	472.084,88 €			
321203	ΒΑΝΑ ΡΕ ΜΕ ΑΠΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Φ 63	16,95	40,57			483127,5996	0,978566624	B
				687,66 €	472.772,54 €			
151105	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ. V.C. - PN 10 - Φ 110	130	4,42			483127,5996	0,979755958	B
				574,60 €	473.347,14 €			
222108	ΤΑΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΙΣΟΔΙΑΜΕΤΡΙΚΟ Φ 225	10,34	51,62			483127,5996	0,980860741	C
				533,75 €	473.880,90 €			
912102	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ (για δίκτυα Χ.Π.)	99	5,11			483127,5996	0,981907855	C
				505,89 €	474.386,79 €			
391207	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΑ ΚΑΠΑΚΙΑ ΟΒΑΛ 40tn Φ350x250	3	162,91			483127,5996	0,982919451	C
				488,73 €	474.875,52 €			
226209	ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑ ΣΥΓΚΟΛ. ΑΚΡΩΝ 225x8'	2,06	197,96			483127,5996	0,98376353	C
				407,80 €	475.283,31 €			
215406	ΚΑΜΠΥΛΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ 3D 45ο ΑΜΟΝΩΤΗ 6'	2,16	181,14			483127,5996	0,984573383	C
				391,26 €	475.674,58 €			
227107	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 90ο Φ 225	10,05	35,89			483127,5996	0,985319965	C
				360,69 €	476.035,27 €			



Παράρτημα 5: Πίνακας ABC Ανάλυσης για Υλικά Κατηγορία B και C, με Υψηλή, Μέση και Χαμηλή Κίνηση

Υλικό	Περιγραφή	Κατηγορία	Πλήθος Εντολών	Σωρευτικό	Ποσοστό	Χαρακτηρισμός
932101	ΟΥΠΑΤ #10 - ΣΤΡΙΦΩΝΙΑ #8	C	3639	3639	0,078630078	Υψηλή Κίνηση
243102	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	C	3370	7009	0,15144771	Υψηλή Κίνηση
245202	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 3/4'	C	3343	10352	0,223681936	Υψηλή Κίνηση
247105	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/4x3/4'	C	1430	11782	0,254580812	Υψηλή Κίνηση
244104	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	B	1414	13196	0,285133967	Υψηλή Κίνηση
141103	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/4"	B	1391	14587	0,315190147	Υψηλή Κίνηση
931105	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΩΝΙ 1'1/4	C	1213	15800	0,341400173	Υψηλή Κίνηση
244105	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	B	1081	16881	0,364757995	Υψηλή Κίνηση
141104	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 1 1/2"	B	1058	17939	0,387618842	Υψηλή Κίνηση
245104	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/4	C	1053	18992	0,410371651	Υψηλή Κίνηση
246102	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 3/4'	C	1032	20024	0,4326707	Υψηλή Κίνηση
247108	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/2x3/4'	C	978	21002	0,453802939	Υψηλή Κίνηση
242501	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/4'	B	918	21920	0,473638721	Υψηλή Κίνηση
931106	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΩΝΙ 1'1/2	C	895	22815	0,492977528	Υψηλή Κίνηση
244106	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	B	844	23659	0,511214347	Υψηλή Κίνηση
245105	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	C	789	24448	0,528262748	Υψηλή Κίνηση
451101	ΚΟΝΣΟΛΕΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ G4 -G6	B	744	25192	0,544338807	Υψηλή Κίνηση
221103	ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΡΕ Φ 63	B	724	25916	0,559982714	Υψηλή Κίνηση
243105	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	C	723	26639	0,575605013	Υψηλή Κίνηση
931107	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΩΝΙ 2'	B	689	27328	0,590492653	Υψηλή Κίνηση
247112	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x3/4'	C	663	27991	0,604818496	Μέση Κίνηση
242502	ΗΜΙΚΑΜΠΥΛΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ Μ.Ε.Β. 1 1/2'	B	627	28618	0,618366465	Μέση Κίνηση
245106	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	C	581	29199	0,630920484	Μέση Κίνηση
245205	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1'1/2	C	513	29712	0,642005186	Μέση Κίνηση
243104	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	C	447	30159	0,651663786	Μέση Κίνηση
241102	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 3/4'	C	426	30585	0,660868626	Μέση Κίνηση



Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και
Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

246204	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/4	C	393	30978	0,669360415	Μέση Κίνηση
243103	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	C	354	31332	0,677009507	Μέση Κίνηση
246205	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1'1/2	C	341	31673	0,684377701	Μέση Κίνηση
141101	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 3/4"	C	331	32004	0,691529818	Μέση Κίνηση
243106	ΜΑΣΤΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	C	328	32332	0,698617113	Μέση Κίνηση

Υλικό	Περιγραφή	Κατηγορία	Πλήθος Εντολών	Σωρευτικό	Ποσοστό	Χαρακτηρισμός
227102	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 90ο Φ 63	C	215	36057	0,779105445	Μέση Κίνηση
121202	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ - ΚΟΥΛΟΥΡΑ Φ 32	C	198	36255	0,783383751	Μέση Κίνηση
333101	ΟΡΕΙΧ ΣΦΑΙΡ ΒΑΝΑ ΜΕΤΡΗΤΗ ΘΗΛ ΑΚΡΩΝ 3/4'	C	190	36445	0,787489196	Μέση Κίνηση
241105	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/2'	C	189	36634	0,791573034	Μέση Κίνηση
246106	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 2'	C	185	36819	0,795570441	Μέση Κίνηση
431102	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G 4 (25mbar)	B	169	36988	0,799222126	Μέση Κίνηση
227202	ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΡΕ 45ο Φ 63	C	161	37149	0,802700951	Μέση Κίνηση
241104	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 1 1/4'	C	157	37306	0,806093345	Μέση Κίνηση
441308	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ 4/ 0,025bar ΤΥΠΟΥ FE25S 25m3/h	B	152	37458	0,809377701	Μέση Κίνηση
242106	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1 1/2'	C	144	37602	0,812489196	Μέση Κίνηση
247107	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1 1/4'x1'	C	143	37745	0,815579084	Μέση Κίνηση
151107	ΣΩΛΗΝΑΣ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 10 - Φ 160	C	142	37887	0,818647364	Μέση Κίνηση
152101	ΣΩΛΗΝΑ Ρ.Υ.Σ. - ΡΝ 6 - Φ 100	C	142	38029	0,821715644	Μέση Κίνηση
247110	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1 1/2'x1 1/4'	C	142	38171	0,824783924	Μέση Κίνηση
932301	ΝΤΙΖΑ Μ8	C	135	38306	0,827700951	Μέση Κίνηση
241106	ΜΟΥΦΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΔΕΞΙΑ 2'	C	130	38436	0,830509939	Μέση Κίνηση
247104	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'x3/4'	C	129	38565	0,833297321	Μέση Κίνηση
141106	ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ - 2 1/2"	B	125	38690	0,835998271	Μέση Κίνηση
244107	ΤΑΥ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2 1/2'	C	123	38813	0,838656007	Μέση Κίνηση
247109	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 1'1/2'x1'	C	120	38933	0,84124892	Μέση Κίνηση
246103	ΓΩΝΙΑ ΓΑΛΒ. ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1'	C	119	39052	0,843820225	Μέση Κίνηση
226102	ΜΕΤΑΒ. ΕΞΑΡΤΗΜΑ -ΘΗΛ.ΣΠΕΙΡΩΜΑ 63x1 1/2'	B	118	39170	0,846369922	Μέση Κίνηση
242205	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1 1/4'	C	115	39285	0,848854797	Μέση Κίνηση
242105	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 1 1/4'	C	113	39398	0,851296456	Χαμηλή Κίνηση



Πρόβλεψη Ζήτησης Ανταλλακτικών για Έργα Συντήρησης και
Ανάπτυξης Δικτύου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής

245206	ΤΑΠΑ ΘΗΛΥΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2'	C	111	39509	0,853694901	Χαμηλή Κίνηση
247119	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2 1/2'x2'	C	109	39618	0,85605013	Χαμηλή Κίνηση
932401	ΠΑΞΙΜΑΔΙΑ ΕΞΑΓΩΝΑ Μ8	C	109	39727	0,858405359	Χαμηλή Κίνηση
264106	ΜΑΣΤΟΣ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΟΣ ΣΥΣΤΟΛ 1'1/2X1'1/4	C	103	39830	0,860630942	Χαμηλή Κίνηση
226101	ΜΕΤΑΒ. ΕΞΑΡΤΗΜΑ -ΘΗΛ.ΣΠΕΙΡΩΜΑ 63x2'	B	101	39931	0,86281331	Χαμηλή Κίνηση
242107	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΜΕΣΑ ΒΟΛΤΑ 2'	C	101	40032	0,864995678	Χαμηλή Κίνηση
223105	ΤΑΠΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ Φ 110	C	98	40130	0,867113224	Χαμηλή Κίνηση
931108	ΣΤΗΡΙΓΜ ΣΩΛ ΓΑΛΒ ΛΑΣΤΙΧΟ-ΣΤΡΙΦΟΝΙ 2'1/2	C	98	40228	0,869230769	Χαμηλή Κίνηση
247115	ΣΥΣΤΟΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΑΜΕΡΙΚΗΣ 2'x1'1/4	C	95	40323	0,871283492	Χαμηλή Κίνηση
121105	ΣΩΛΗΝΑΣ ΡΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ Φ 110	C	93	40416	0,873292999	Χαμηλή Κίνηση
242206	ΚΑΜΠΥΛΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΕΞΩ ΒΟΛΤΑ 1 1/2'	C	93	40509	0,875302506	Χαμηλή Κίνηση
223102	ΤΑΠΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ Φ 32	C	87	40596	0,877182368	Χαμηλή Κίνηση
224103	ΣΥΣΤΟΛΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ Φ 63x32	C	87	40683	0,87906223	Χαμηλή Κίνηση
911101	ΠΛΕΓΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ 4bar ΚΙΤΡΙΝΟ (40cm)	C	82	40765	0,880834054	Χαμηλή Κίνηση
533101	ΒΙΔΕΣ - SCREWS 5/8'X120mm	C	80	40845	0,882562662	Χαμηλή Κίνηση
245107	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 2 1/2'	C	79	40924	0,884269663	Χαμηλή Κίνηση

Βιβλιογραφία

1. Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management*. Pearson Academic.
2. Croston, J. D. (1972). *Forecasting and stock control for intermittent demands*. Operational Research Quarterly.
3. Gopalakrishna, P., & Haleem, A. (2015). *Handbook of materials management*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
4. Gudehus, T., & Kotzab, H. (2012). *Comprehensive Logistics*. Springer.
5. Huisken, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International journal of production economics* .
6. Manzi, R., Regattieri, A., Pham, H., & Ferrari, E. (2010). *Maintenance for Industrial Systems*. Springer.
7. Nikolopoulos, K., Syntetos, A., Petropoulos, F., & Assimakopoulos, V. (2010). *An aggregate- disaggregate intermittent demand approach (ADIDA) to forecasting: an empirical proposition and analysis*. Journal of the Operational Research Society.
8. Sanders, N. R. (2013). *(Definitive Guide to Manufacturing and Service Operations, The: Master the Strategies and Tactics for Planning, Organizing, and Managing How Products and Services Are Produced*. Pearson FT Press .
9. Shim, J. K., & Siegel, J. G. (2001). *Διοίκηση Ακμετάλλευσης*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
10. Syntetos, A. A., Boylan, J. E., & Croston, J. D. (2005). On the categorization of Demand Patterns. *Journal of the Operational Research Society* , σσ. Vol. 56 No. 5, pp. 4950503.
11. Teunter, R., & Sani, B. (2009). *On the bias of Croston's forecasting method*. European Journal of Operational research.
12. Ασημακόπουλος. (n.d.). *FSU.ntua.gr*. Ανάκτηση από FSU.ntua.gr.



13. Δερβιτσιώτης, Κ. Ν. (2006). *Διοίκηση Παραγωγής*. Αθήνα: Νομική Βιβλιοθήκη ΑΕΒΕ.
14. Δημητριάδης, Σ. Γ., & Μιχιώτης, Α. Ν. (2007). *Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων-Βασικές θεωρητικές αρχές και εφαρμογές στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ.
15. Μπασίδης, Α. Δ. (2014). *(Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το SPSS, Διδακτικές Σημειώσεις)*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
16. Παππη, Κ. Π. (2006). *Προγραμματισμός Παραγωγής*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
17. Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας. (2004). *Μελέτη Αναδιοργάνωσης του Συστήματος Εφοδιασμού Υλικών του Πολεμικού Ναυτικού*. Αθήνα: ΕΜΠ.