ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Μέθοδοι προβλέψεων και διαχείριση αποθεμάτων στην KLEEMANN HELLAS S.A

του

ΔΕΛΛΗ Π. ΝΙΚΟΛΑΟΥ (mbaex0869)

Επιβλέπων καθηγητής: Βλάχος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

Οκτώβριος / Μάρτιος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σύνοψη 1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{ο} 2
1.1 Γενικά 2
1.2 Η εταιρεία: KLEEMANN HELLAS S.A. 3
1.3 Τα αποθέματα 4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο}: Προβλέψεις 6
2.1 Οι δύο αλγόριθμοι πρόβλεψης 6
2.1.1 Απλός κινούμενος μέσος όρος 11
2.1.2 Απλή εκθετική εξομάλυνση 15
2.2 Ιδιότητες προβλέψεων 18
2.3 Εφαρμογή των αλγορίθμων 19
2.3.1 Κωδικός 4 11-07-08500 (φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy) 19
2.3.1.1 Ζήτηση 2008 19
2.3.1.2 Υπολογισμοί 20
2.3.1.3 Αξιολόγηση 24
2.3.1.4 Ζήτηση 2007 25
2.3.1.5 Υπολογισμοί 26
2.3.1.6 Αξιολόγηση 29
2.3.1.7 Ζήτηση 2006 29
2.3.1.8 Υπολογισμοί 31
2.3.1.9 Αξιολόγηση 33
2.4 Συμπεράσματα 34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{ο} : Διαχείριση Αποθεμάτων 35
3.1 Συνάρτηση κόστους 36
3.2 Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2. Ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται άμεσα,β 39
3.3 Ανάλυση αλγορίθμου 39
3.3.1 Εισαγωγή δεδομένων 39
3.3.2 Αριθμητικά αποτελέσματα και μηνύματα διαχείρισης αποθεμάτων 44
3.3.3 Εκτέλεση αλγορίθμου προβλέψεων_υπολογισμοί 49
3.3.3.1 Υπολογισμός EOQ 49
3.3.3.2 Υπολογισμός n(R_1) 51
3.3.3.3 Υπολογισμός μέσης τιμής μ_τ και τυπικής απόκλισης σ_τ της μεταβλητής της ζήτησης κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας τ. 51
3.3.3.4 Υπολογισμός L(z) και z 52
3.3.3.5 Υπολογισμός 1-F(R) 52
3.3.3.6 Υπολογισμός R_1 52
3.3.3.7 Υπολογισμός SQL (service level order quantity), Q_2 52
3.3.3.8 Ολοκλήρωση διαδικασίας 53
3.3.3.9 Μοναδιαίο κόστος έλλειψης 53
3.3.3.10 Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1. Ποσοστό κύκλων χωρίς έλλειψη, α 54
3.3.3.11 Συμπεράσματα από την εφαρμογή του αλγόριθμου υπολογισμού των αποθεμάτων για το προϊόν με κωδικό 4 11-07-08500 57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{ο} Προβλέψεις και διαχείριση αποθεμάτων για τους άλλους δύο κωδικούς. 60
4.1 ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ELMO 13KW-400V Φ32 VOL_6 11-00-21130 60
4.2 ΠΛΑΚΕΤΑ BG18_Κωδικός ERP: 6 60-01-01800 72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{ο} 83
Βιβλιογραφία 85

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ & ΕΙΚΟΝΩΝ

Πίνακας 1.1. Αξία αποθεμάτων για τα έτη 2007 και 2008 για την KLEEMANN..... 5

Εικόνα 2.1 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy (4 11-07-08500)..... 7

Εικόνα 2.2 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: Κινητήρας ELMO (6 11-00-21130)..... 7

Εικόνα 2.3 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: πλακέτα BG18 (6 60-01-01800)..... 8

Πίνακας 2.1 Συνολική παρουσίαση ζήτησης για τους 3 κωδικούς για τα έτη 2006 έως και 2008 9

Εικόνα 2.1 Συνολική παρουσίαση ζήτησης για τους 3 κωδικούς για τα έτη 2006 έως και 2008 11

Εικόνα 2.2 Πρόβλεψη ζήτησης Ιαν 2009 βάσει των προηγούμενων 10 μηνών 12

Εικόνα 2.3 Πρόβλεψη ζήτησης Ιαν 2009 βάσει των προηγούμενων 21 μηνών 12

Εικόνα 2.5 Ελλειπή δεδομένα για τον εκτέλεση της πρόβλεψης: μήνυμα 2ο 14

Εικόνα 2.6 Επιπλέον πληροφορίες κατά την εκτέλεση της πρόβλεψης: μήνυμα 3ο 14

Εικόνα 2.7 Χρήση αλγόριθμου δεύτερης μεθόδου 16

Εικόνα 2.8 Επιλογή κατάλληλης σταθεράς εξομάλυνσης. 17

Εικόνα 2.9 Ισοδυναμία μεθόδων..... 18

Εικόνα 2.10 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2008 20

Πίνακας 2.2 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2008 20

Εικόνα 2.11 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2008 21

Πίνακας 2.3 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2008 22

Πίνακας 2.4 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2008 25

Εικόνα 2.12 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2007 26

Πίνακας 2.5 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2007 με βάση το 2007 26

Εικόνα 2.13 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007 27

Πίνακας 2.6 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007 28

Πίνακας 2.7 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2007 29

Εικόνα 2.14 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2006 30
Πίνακας 2.8 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2006 31
Εικόνα 2.15 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007 31
Πίνακας 2.9 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2006 32
Πίνακας 2.10 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2006 33
Εικόνα 2.16 Χρόνος Τ μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών (κύκλος) 36
Εικόνα 2.17 Διατήρηση αποθέματος ασφαλείας και χρόνος απόκρισης τ..... 37
Εικόνα 2.18 Πεδία εισαγωγής δεδομένων..... 40
Εικόνα 2.19 επιλογή των ετών (2006 & 2007) των οποίων τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν 41
Εικόνα 2.20 επιλογή των ετών (2006, 2007 & 2008)των οποίων τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν 41
Εικόνα 2.19α γραφική παράσταση ζήτησης 2006 & 2007 42
Εικόνα 2.19α γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 42
Εικόνα 2.21 Εισαγωγή χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας..... 43
Εικόνα 2.22 Εισαγωγή ετήσιου επιτοκίου και κόστους ρύθμισης..... 43
Εικόνα 2.23 Επιλογή β 44
Εικόνα 2.24 Τα τρία πρώτα μηνύματα, αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή δεδομένων 45
Εικόνα 2.25 Τα τρία μηνύματα για διαφορετικό επίπεδο εξυπηρέτησης (β=90%) 46
Εικόνα 2.26 Μήνυμα μοναδιαίου κόστους έλλειψης και γραφική παράσταση μέσου δεσμευμένου ποσού 47
Εικόνα 2.27 Μήνυμα επιπέδου εξυπηρέτησης τύπου 1, μοναδιαίου κόστους έλλειψης . 48
Εικόνα 2.28 Γραφική παράσταση μέσου μηνιαίου δεσμευμένου ποσού για τους δύο τύπους εξυπηρέτησης 1 και 2 σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση 48
Εικόνα 2.30α Γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 και 2008..... 49
Εικόνα 2.30β Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης στην κανονική κατανομή..... 50
Εικόνα 2.31 Γραφική παράσταση μέσου μηνιαίου δεσμευμένου ποσού για τους δύο τύπους εξυπηρέτησης 1 και 2 σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση 56
Εικόνα 2.32α Ζήτηση, παραλαβή παραγγελιών και απόθεμα βάσει της πολιτικής της KLEEMANN για τον κωδικό 4 11-07-08500 58
Εικόνα 2.32β Ζήτηση, παραλαβή παραγγελιών και απόθεμα βάσει προτεινόμενης πολιτικής για τον κωδικό 4 11-07-08500 59

Πίνακας 2.11 Συνολικές προβλέψεις για τον κωδικό 6 11-00-21130 61
Εικόνα 2.33 Γραφική παράσταση ζήτησης και προβλέψεων για τον κωδικό 6 11-00-21130 62
Πίνακας 2.12 Αξιολόγηση μεθόδων προβλέψεων για τον κωδικό 6 11-00-21130 63
Εικόνα 2.34 Εισαγωγή δεδομένων για τον κωδικό 6 11-00-21130 63
Εικόνα 2.35 Γραφική απεικόνιση της ζήτησης για τα επιλεγμένα έτη για τον κωδικό 6 11-00-21130 64
Εικόνα 2.36 Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης του κωδικού 6 11-00-21130 στην κανονική κατανομή 65
Εικόνα 2.37 Q και R, συνάρτησης κόστους και μέσο μηνιαίο δεσμευμένο εισόδημα για τον κωδικό 6 11-00-21130 66
Εικόνα 2.38 Μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό για 3 επίπεδα εξυπηρέτησης τύπου β για τον κωδικό 6 11-00-21130 67
Εικόνα 2.39 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1, α=90% για τον κωδικό 6 11-00-21130 68
Εικόνα 2.40 Σύγκριση των δύο επιπέδων εξυπηρέτησης α και β με την τωρινή διαχείριση των αποθεμάτων για τον κωδικό 6 11-00-21130 69
Εικόνα 2.41 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την υπάρχουσα πολιτική της εταιρείας για τον κωδικό 6 11-00-21130 70
Εικόνα 2.42 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την προτεινόμενη πολιτική της διπλωματικής για τον κωδικό 6 11-00-21130 70
Πίνακας 2.13 Συνολικές προβλέψεις για τον κωδικό 6 60-01-01800 72
Εικόνα 2.43 Γραφική παράσταση ζήτησης και προβλέψεων για τον κωδικό 6 60-01-01800 73
Πίνακας 2.14 Αξιολόγηση μεθόδων προβλέψεων για τον κωδικό 6 60-01-01800 74
Εικόνα 2.44 Εισαγωγή δεδομένων για τον κωδικό 6 60-01-01800 75
Εικόνα 2.45 Γραφική απεικόνιση της ζήτησης για τα επιλεγμένα έτη για τον κωδικό 6 60-01-01800 76
Εικόνα 2.46 Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης του κωδικού 6 60-01-01800 στην κανονική κατανομή 77
Εικόνα 2.47 Q και R, συνάρτησης κόστους και μέσο μηνιαίο δεσμευμένο εισόδημα για τον κωδικό 6 60-01-01800 78
Εικόνα 2.48 Μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό για 3 επίπεδα εξυπηρέτησης τύπου β 79

Εικόνα 2.49 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1, α=90% για τον κωδικό 6 60-01-01800 80
Εικόνα 2.50 Σύγκριση των δύο επιπέδων εξυπηρέτησης α και β με την τωρινή διαχείριση των αποθεμάτων για τον κωδικό 6 60-01-01800 81
Εικόνα 2.51 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την υπάρχουσα πολιτική της εταιρείας για τον κωδικό 6 60-01-01800 82
Εικόνα 2.52 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την προτεινόμενη πολιτική της διπλωματικής για τον κωδικό 6 60-01-01800 82

Σύνοψη

Στο σημερινό παγκοσμιοποιημένο χώρο των επιχειρήσεων τα προϊόντα και οι υπηρεσίες διακινούνται σε ολόκληρο τον κόσμο. Πέρα από τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για την ποιότητα αυτών, κύρια απαίτηση των καταναλωτών είναι η ικανοποίηση της ζήτησής τους αξιόπιστα και γρήγορα. Η άρτια και άμεση κάλυψη της ζήτησης προϋποθέτει σωστό προγραμματισμό από μέρους των επιχειρήσεων. Ο προγραμματισμός αναφέρεται στις προμήθειές τους , στην παραγωγή, στην αποθήκευση και τέλος στη διακίνηση και διανομή των αγαθών.

Με την παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται προσπάθεια να προσεγγιστεί με απλό, αλλά δόκιμο τρόπο το θέμα της διαχείρισης των αποθεμάτων και να σχολιαστούν παράλληλα κάποιοι μέθοδοι προβλέψεων. Στόχος είναι η δημιουργία ενός απλού λογισμικού, το οποίο θα μπορεί να λειτουργήσει και να δώσει χρήσιμες πληροφορίες σε πραγματικές συνθήκες διαχείρισης αποθεμάτων, μέσα σε μια εταιρεία. Για το λόγο αυτό μετά από μελέτη σχετικών θεμάτων στη βιβλιογραφία δημιουργήθηκαν αλγόριθμοι σε EXCEL format, που δίνουν τις προβλέψεις για την αμέσως επόμενη περίοδο από αυτή που διανύεται και επιπλέον τη βέλτιστη ποσότητα που πρέπει να παραγγέλνεται κάθε φορά καθώς και το σημείο αναπαραγγελίας .

Η διπλωματική εργασία είναι ουσιαστικά χωρισμένη σε τρία κομμάτια πέρα από το $1^{ο}$ κεφάλαιο που είναι εισαγωγικό. Στο πρώτο (κεφάλαιο 2) γίνεται η περιγραφή του αλγορίθμου των προβλέψεων και του τρόπου λειτουργίας του, ενώ έπειτα γίνεται αναλυτική εφαρμογή του για το 2009 με επιπλέον σχόλια και συμπεράσματα για ένα από τα προϊόντα της KLEEMANN HELLAS S.A., από το ERP της οποίας αντλήθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τα έτη 2006, 2007 και 2008 . Στο δεύτερο κομμάτι (κεφάλαιο 3) γίνεται η περιγραφή του αλγορίθμου όσο αφορά τη διαχείριση των αποθεμάτων. Και πάλι στη συνέχεια γίνεται αναλυτική εφαρμογή του για τον ίδιο κωδικό. Τέλος στο τρίτο κομμάτι (κεφάλαιο 4 και 5) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσης διπλωματικής εργασίας, τα οποία συγκρίνονται με τα στοιχεία και τα δεδομένα που καταγράφηκαν για το 2009, ως αποτέλεσμα της πολιτικής που ακολούθησε η KLEEMANN HELLAS S.A., με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και την κατάθεση προτάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{ο}

1.1 Γενικά

Η έννοια των logistics δεν είναι καινούρια. Στο παρελθόν έχει χρησιμοποιηθεί η ουσία της οργάνωσης και διαχείρισης αποθεμάτων στον ανεφοδιασμό στρατευμάτων παρά την άγνοια της έννοιας. Η διανομή των αγαθών υπήρξε ως πρόβλημα από τη δημιουργία της ζήτησης. Πολλές από τις αποτυχίες στη διανομή των αγαθών δημιουργήθηκαν εξαιτίας της μη σύνδεσης ζήτησης και προμηθειών (Arch Saw,1915).

Η επιστήμη των logistics ασχολείται με τη διαχείριση της ροής των αγαθών , της πληροφορίας και των άλλων πόρων συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας και των ανθρώπων μεταξύ του σημείου παραγωγής και του σημείου κατανάλωσης, έτσι ώστε οι απαιτήσεις των καταναλωτών να ικανοποιηθούν. Τα logistics περιλαμβάνουν την πληροφόρηση, τη διακίνηση, την αποθήκευση, το απόθεμα, τη διαχείριση των αγαθών, τη συσκευασία και περιστασιακά την ασφάλεια των αγαθών. Είναι ένα συστατικό της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο συνδυάζει τη χρησιμότητα του χώρου και την αξιοποίηση του χρόνου με στόχο η εφοδιαστική αλυσίδα να γίνει και αλυσίδα αξίας.

Πολλοί οικονομολόγοι και μάνατζερ δίνουν έμφαση στη μεγιστοποίηση του κέρδους και την ελαχιστοποίηση του κόστους. Κάτι τέτοιο μπορεί να προκύψει από πολλές διαφορετικές ενέργειες που αφορούν την οικονομική διαχείριση της επιχείρησης, τη διαχείριση παραγωγής και τη διαχείριση των αποθεμάτων των αγαθών.

Κάθε επιχείρηση που παράγει ή εμπορεύεται προϊόντα απαιτείται συνήθως να αποθεματοποιεί και να αποθηκεύει. Έτσι σημαντικό βαθμό διαδραματίζει η πολιτική διαχείρισης αποθεμάτων, τόσο στη μείωση του λειτουργικού κόστους, όσο και στην αποφυγή άσκοπων επενδύσεων. Ας σημειωθεί ότι το απόθεμα που διατηρεί μία επιχείρηση, της κοστίζει σε ετήσια βάση περίπου 25% της αξίας του.

Παρά την οικονομική σημασία της βέλτιστης διαχείρισης αποθεμάτων, μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων εφαρμόζει εμπειρικές μεθόδους που βασίζονται σε προηγούμενες πρακτικές ή μόνο σε εμπορικά κριτήρια. Οι πρακτικές αυτές δεν μπορούν να ανταποκριθούν στην ανάγκη για μείωση του κόστους αποθεμάτων και ταυτόχρονη διατήρηση ή και αύξηση της διαθεσιμότητας των προϊόντων.

Για να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις απαραίτητο βήμα αρχικά είναι η πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης, διότι πάνω σε αυτή βασίζονται όλες οι αποφάσεις της επιχείρησης. Τη σημασία της έννοιας του αντικειμένου της πρόβλεψης αναλύουν οι

Chopra και Meindl (2001) και επισημαίνουν τα ρίσκα που ελλοχεύουν στον υπολογισμό των προβλέψεων. Η ζήτηση ενός είδους ή μίας υπηρεσίας καθορίζει και τη συνάρτηση της πρόβλεψης και κατά συνέπεια την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των αποθεμάτων και των παραγγελιών.

Εκτιμώντας με ακρίβεια τη ζήτηση για προϊόντα στο βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο μέλλον, μία επιχείρηση μπορεί να υπολογίσει όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για τη σωστή διαχείριση των αποθεμάτων της, δηλαδή το κατάλληλο απόθεμα ασφαλείας (Safety Stock), το μέγιστο επίπεδο αποθέματος που δικαιολογεί η ζήτηση (Maximum Stock), την οικονομική ποσότητα αναπαραγγελίας (Economic Order Quantity), την πραγματική ποσότητα αναπαραγγελίας (Re-Order Quantity) και τέλος το επίπεδο αναπαραγγελίας (Re-Order Level).

Εφόσον για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων χρησιμοποιηθούν τα σωστά δεδομένα και εφαρμοσθούν οι κατάλληλες μέθοδοι πρόβλεψης ζήτησης, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων ακόμη και με ταυτόχρονη αύξηση του επιπέδου διαθεσιμότητας. Η εμπειρία έχει δείξει μειώσεις αποθεμάτων με ταυτόχρονη αύξηση του επιπέδου διαθεσιμότητας των προϊόντων (δηλ. του ποσοστού παραγγελιών που μπορούν να καλυφθούν άμεσα σε είδος και ποσότητα από τα αποθέματα) κατά 4 ποσοστιαίες μονάδες (από 94% σε 98%).

Τα οφέλη είναι πολύ μεγαλύτερα από την προφανή μείωση του σχετικού κόστους, αφού μπορούν να καθυστερήσουν μία μεγάλη δαπάνη επέκτασης των αποθηκευτικών χώρων ή κατασκευής νέων εγκαταστάσεων. Μία γεμάτη και ανεπαρκής αποθήκη μπορεί να περιέχει περισσότερο απόθεμα από όσο απαιτείται για την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης. Η βελτιστοποίηση του επιπέδου των αποθεμάτων έχει ελάχιστο κόστος σε σχέση με οποιαδήποτε επέκταση ή εκ νέου κατασκευή αποθηκευτικών χώρων και, κατά συνέπεια, πρέπει να προηγείται κάθε παρόμοιας επένδυσης. Πολύ περισσότερο δε, εάν ο μόνος λόγος που οδηγεί σε μία τέτοια επένδυση είναι η ανεπάρκεια χώρου.

1.2 Η εταιρεία: KLEEMANN HELLAS S.A.

Η εταιρεία KLEEMANN HELLAS S.A. ιδρύθηκε το 1983 με έδρα τη ΒΙ.ΠΕ. Σταυροχωρίου Κιλκίς, με κύρια δραστηριότητα την παραγωγή εξαρτημάτων υδραυλικών ανελκυστήρων. Παράλληλα το ίδιο έτος υπέγραψε σύμβαση μεταφοράς τεχνογνωσίας της KLEEMANN HUBTECHNIK GmbH Γερμανίας.

Κύριοι μέτοχοι της εταιρείας σήμερα είναι οι οικογένειες των αδελφών Νικολάου και Μενελάου Κουκούντζου σε ποσοστό 67% συνολικά, ενώ το υπόλοιπο 33% ανήκει στο ευρύ επενδυτικό κοινό.

Το 1985 ολοκληρώνονται οι παραγωγικές εγκαταστάσεις της στη ΒΙ.ΠΕ. Κιλκίς και το 1986 αρχίζει η παραγωγική δραστηριότητα της εταιρείας. Τα παραγόμενα προιόντα (έμβολο, μονάδα ισχύος και πλαίσιο ανάρτησης) συνθέτουν τον κινητήριο μηχανισμό ανύψωσης του υδραυλικού ανελκυστήρα. Οι πελάτες της εταιρείας είναι τα γραφεία εγκαταστάσεων και συντηρήσεως ανελκυστήρων, τα οποία συνθέτουν τον ανελκυστήρα αγοράζοντας και τα υπόλοιπα εξαρτήματά του (θάλαμος, πίνακας αυτοματισμού και πόρτες), τον τοποθετούν και τον θέτουν σε λειτουργία.

Το εστιασμένο στην ποιοτική υπεροχή και γερμανική τεχνολογία προϊόν, παράλληλα με την υψηλού επιπέδου τεχνική υποστήριξη πριν και μετά την πώληση και η συνεχώς αυξανόμενη διείσδυση του υδραυλικού ανελκυστήρα έναντι του συμβατικού, ιδιαίτερα τη δεκαετία του ’90, εξηγεί την κατακόρυφη ανάπτυξη της εταιρείας. Το 1999 υπήρξε έτος σταθμός για την ανάπτυξή της. Μέσω της εισαγωγής της στο ΧΑΑ υπήρξε η δυνατότητα άντλησης των απαραίτητων κεφαλαίων για την υλοποίηση της στρατηγικής της, της ολοκλήρωσης δηλαδή του προσφερόμενου προϊόντος μέσω μεγάλης αύξησης των παραγωγικών εγκαταστάσεων, αλλά και του προσωπικού.

Πλέον τα προσφερόμενα προϊόντα καλύπτουν το σύνολο των απαραίτητων εξαρτημάτων για την κατασκευή και τοποθέτηση ενός ανελκυστήρα. Έτσι η KLEEMANN δύναται να προσφέρει στην αγορά τον πλήρη ανελκυστήρα υπό μορφή πακέτου, βάσει σχεδιομελέτης που εκπονείται από την εταιρεία και συνοδεύει το προϊόν.

Παράλληλα με άξονα τη διεθνοποίηση έχει ιδρύσει θυγατρικές εταιρείες εμπορίας στη Σερβία, την Τουρκία, τη Ρουμανία και το Dubai, ενώ επίκεινται να ιδρυθούν δύο ακόμα στους επόμενους μήνες.

Η εταιρεία σήμερα απολαμβάνει ηγετική θέση στην ελληνική αγορά κατέχοντας το 70% περίπου των νέων εγκαταστάσεων. Κατατάσσεται δε ως μια από τις μεγαλύτερες του κλάδου στην ευρωπαϊκή και διεθνή αγορά κατέχοντας περίπου το 4% της παγκόσμιας αγοράς του ανελκυστήρα.

1.3 Τα αποθέματα

Η εντυπωσιακή ανάπτυξη της KLEEMANN και η διαρκώς εξελίξιμη πορεία της δεν έχει μόνο θετικά στοιχεία, αλλά παρουσιάζει και κάποια χαρακτηριστικά που χρίζουν

άμεσης αντιμετώπισης. Ένα από αυτά είναι και το μεγάλο ποσό χρημάτων που είναι δεσμευμένο σε αποθέματα. Βάσει των δημοσιευμένων στοιχείων στην ιστοσελίδα της εταιρείας τα αποθέματα του Ομίλου για το 2008 ανέρχονταν στα 27,5 εκατ. € και αντιστοιχούν στο 18,7% του συνόλου του Ενεργητικού του, ενώ το 2007 ήταν 23,3 εκατ. € ή 17,7% του συνόλου του Ενεργητικού. Αντίστοιχα για την εταιρεία ανέρχονται σε 21,9 εκατ. € έναντι 19,7 εκατ. € για το 2007 (ποσοστό 17,3% και 17,1% επί του συνόλου του Ενεργητικού της, αντίστοιχα). Η αύξηση των αποθεμάτων σύμφωνα με την πολιτική της εταιρείας οφείλεται στην καλύτερη υποστήριξη αυξημένων πωλήσεων και στην πολιτική που επιλέχτηκε για μαζική αγορά πρώτων υλών με στόχο την εκμετάλλευση από εκτιμώμενη αύξηση των τιμών τους. Η σχετική αύξηση των ετοίμων προέρχεται από ετεροχρονισμό του προγραμματισμού παραγωγής και των πωλήσεων.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα ποσά.

	31.12.2008	**31.12.2007**	**31.12.2008**	**31.12.2007**
Προϊόντα έτοιμα και ημιτελή	6.709.623	4.784.194	5.467.376	3.926.674
Πρώτες ύλες και λοιπά υλικά παραγωγής	13.684.834	12.397.132	10.442.886	9.996.973
Εμπορεύματα	8.150.703	7.093.948	6.214.269	5.888.163
Μείον: Ενδοεταιρκά αποθέματα	(751.326)	(691.178)	-	-
Μείον: πρόβλεψη για υποτίμηση	(253.455)	(295.975)	(248.272)	(160.162)
Σύνολο	27.540.379	23.288.121	21.876.259	19.651.648

Πίνακας 1.1. Αξία αποθεμάτων για τα έτη 2007 και 2008 για την KLEEMANN

Πέρα του υψηλού ποσού των χρημάτων που είναι δεσμευμένα, όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της εταιρείας είναι η πληθώρα κωδικών όσο αφορά τα υλικά που προμηθεύεται, είτε αυτά είναι Α’ ύλες είτε ολοκληρωμένα προϊόντα που θα αποτελέσουν εξαρτήματα των τελικών δικών της προϊόντων. Οι κωδικοί αυτοί ξεπερνούν τις 15.000 καθιστώντας τη διαχείρισή τους πολύπλοκη και δύσκολη. Φυσικά είναι ευνόητο ότι δεν έχουν όλοι οι κωδικοί την ίδια κυκλοφορία. Πολλοί από αυτούς χρησιμοποιούνται σπάνια και άλλοι καθημερινά. Επίσης

κάποιοι από αυτούς δεσμεύουν μεγάλο ποσό χρημάτων με τη διατήρηση αποθεμάτων και άλλοι πολύ λιγότερα.

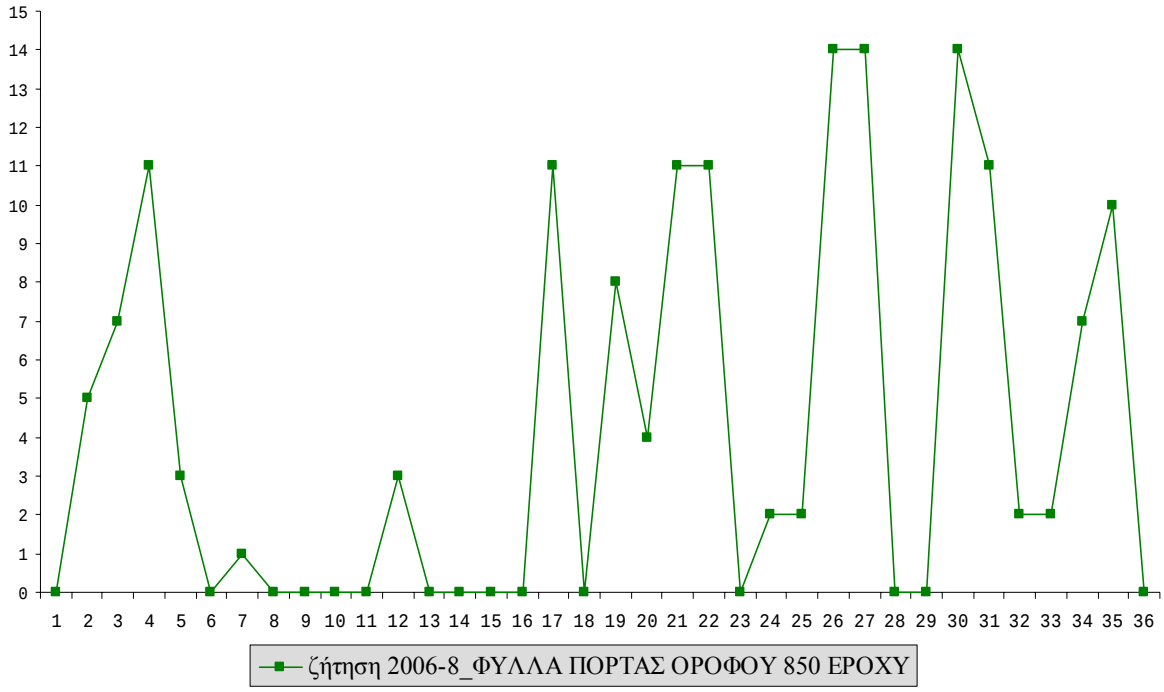
Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω αποφασίστηκε να επιλεγούν 3 κωδικοί (φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy (κωδικός ERP: 4 11-07-08500), πλακέτα BG18 (κωδικός ERP: 6 60-01-01800), Κινητήρας ELMO (κωδικός ERP: 6 11-00-21130)), οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο μιας και έχουν μεγάλη κυκλοφορία και παράλληλα τα απαραίτητα αποθέματά τους αναγκάζουν την εταιρεία να δαπανήσει μεγάλα χρηματικά ποσά. Επιπλέον σημαντικό χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η ζήτηση των 3 αυτών κωδικών είναι τυχαία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Γι' αυτό το λόγο και προκειμένου να υπολογιστούν οι βέλτιστες ποσότητες παραγγελίας και τα ακριβή σημεία αναπαραγγελίας είναι απαραίτητο αρχικά να υπάρχουν όσο το δυνατό καλύτερες προβλέψεις. Ως εκ τούτου στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται ο αλγόριθμος που δημιουργήθηκε για 2 μεθόδους προβλέψεων και τα χαρακτηριστικά τους, ενώ στη συνέχεια δίνεται η εφαρμογή τους για τον πρώτο κωδικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο}: Προβλέψεις

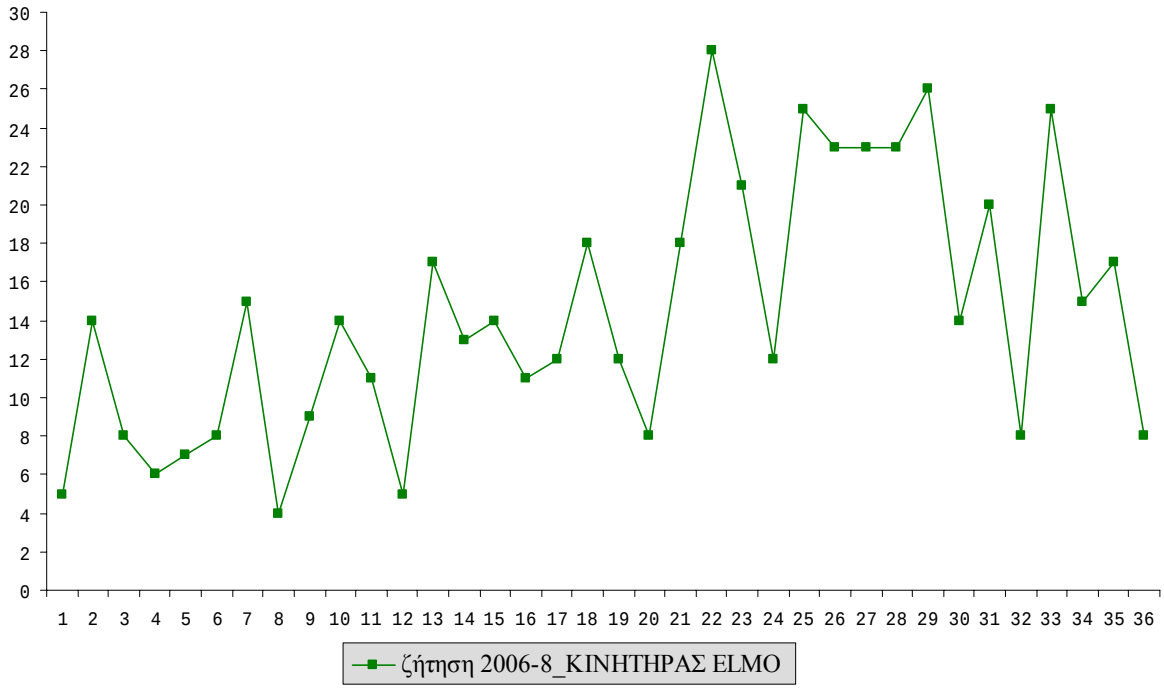
2.1 Οι δύο αλγόριθμοι πρόβλεψης

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται το υπολογιστικό εργαλείο που δημιουργήσαμε, για να δίνει τις μεσοπρόθεσμες προβλέψεις που αφορούν το μηνιαίο προγραμματισμό για τις 12 περιόδους του 2009 και τις απαιτήσεις που υπάρχουν για τους 3 κωδικούς που έχουμε προαναφέρει.

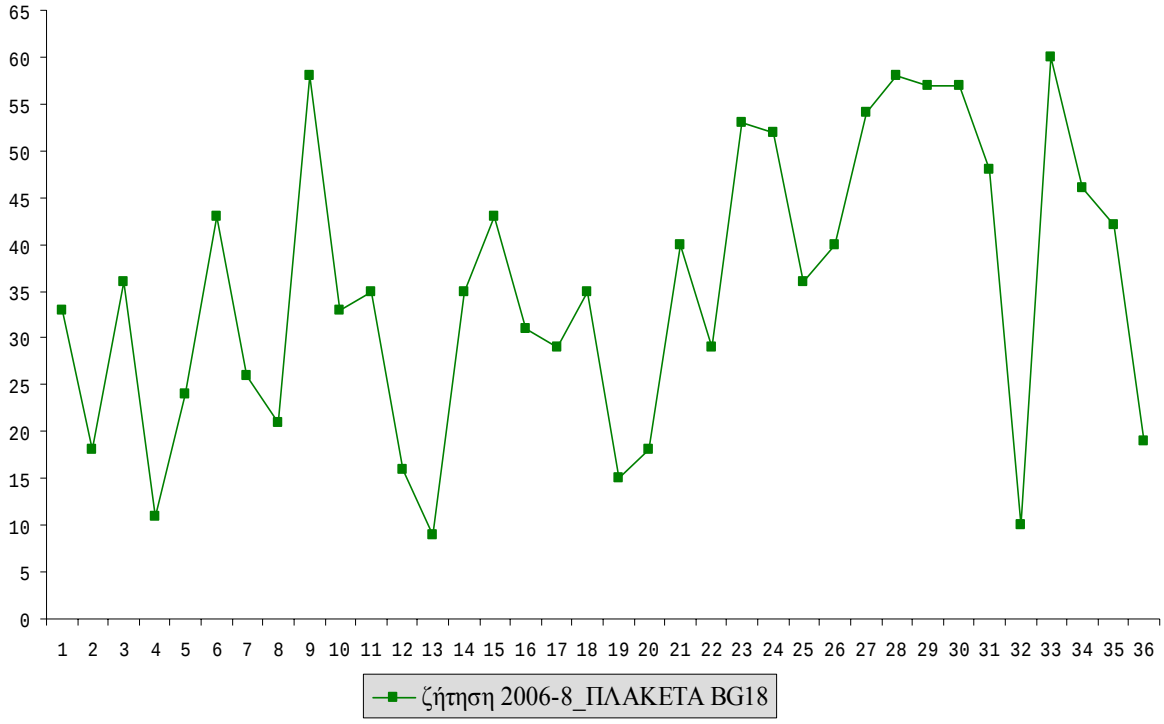
Ξεκινώντας δίνονται παρακάτω οι γραφικές παραστάσεις, όπου παρουσιάζεται η ζήτηση αυτών όπως καταγράφηκε για τα έτη 2006 , 2007 και 2008, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία που διατηρεί η εταιρεία.



Εικόνα 2.1 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy (4 11-07-08500)



Εικόνα 2.2 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: Κινητήρας ELMO (6 11-00-21130)



Εικόνα 2.3 γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008 για τον προϊόν: πλακέτα BG18 (6 60-01-01800)

μήνας	ζήτηση		
	φύλλα πόρτας	πλακέτα BG18	Κινητήρας ELMO
Ιαν-06	0	33	5
Φεβ-06	5	18	14
Μαρ-06	7	36	8
Απρ-06	11	11	6
Μαϊ-06	3	24	7
Ιουν-06	0	43	8
Ιουλ-06	1	26	15
Αυγ-06	0	21	4
Σεπ-06	0	58	9
Οκτ-06	0	33	14
Νοε-06	0	35	11
Δεκ-06	3	16	5
Ιαν-07	0	9	17
Φεβ-07	0	35	13
Μαρ-07	0	43	14
Απρ-07	0	31	11
Μαϊ-07	11	29	12
Ιουν-07	0	35	18
Ιουλ-07	8	15	12
Αυγ-07	4	18	8
Σεπ-07	11	40	18
Οκτ-07	11	29	28
Νοε-07	0	53	21
Δεκ-07	2	52	12
Ιαν-08	2	36	25
Φεβ-08	14	40	23
Μαρ-08	14	54	23
Απρ-08	0	58	23
Μαϊ-08	0	57	26
Ιουν-08	14	57	14
Ιουλ-08	11	48	20
Αυγ-08	2	10	8
Σεπ-08	2	60	25
Οκτ-08	7	46	15
Νοε-08	10	42	17
Δεκ-08	0	19	8

Πίνακας 2.1 Συνολική παρουσίαση ζήτησης για τους 3 κωδικούς για τα έτη 2006 έως και 2008

Δεδομένου ότι οι χρονοσειρές της ζήτησης και για τους τρεις κωδικούς (σχήμα 1, 2 & 3) δεν παρουσιάζουν κάποια τάση (trend) ή εποχικότητα (seasonability), οι προβλέψεις μας για το 2009 θα γίνουν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του **απλού κινούμενου μέσου όρου** και τη μέθοδο της **απλής εκθετικής εξομάλυνσης** όπως προτείνεται από τη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001). Οι τύποι υπολογισμού για την κάθε μέθοδο είναι:

1. Απλός κινούμενος μέσος όρος

$$F_t = \frac{1}{N}\sum_{i=t-N}^{t-1} D_i = \frac{1}{N}(D_{t-1} + D_{t-2} + ... + D_{t-N}) \qquad \text{(τύπος 1)}$$

2. Απλή εκθετική εξομάλυνση

$$F_t = aD_{t-1} + (1-a)F_{t-1} \qquad \text{(τύπος 2)}$$

όπου

D είναι η ζήτηση,

F είναι η πρόβλεψη,

N το πλήθος των τιμών της ζήτησης που χρησιμοποιούνται

t η περίοδος

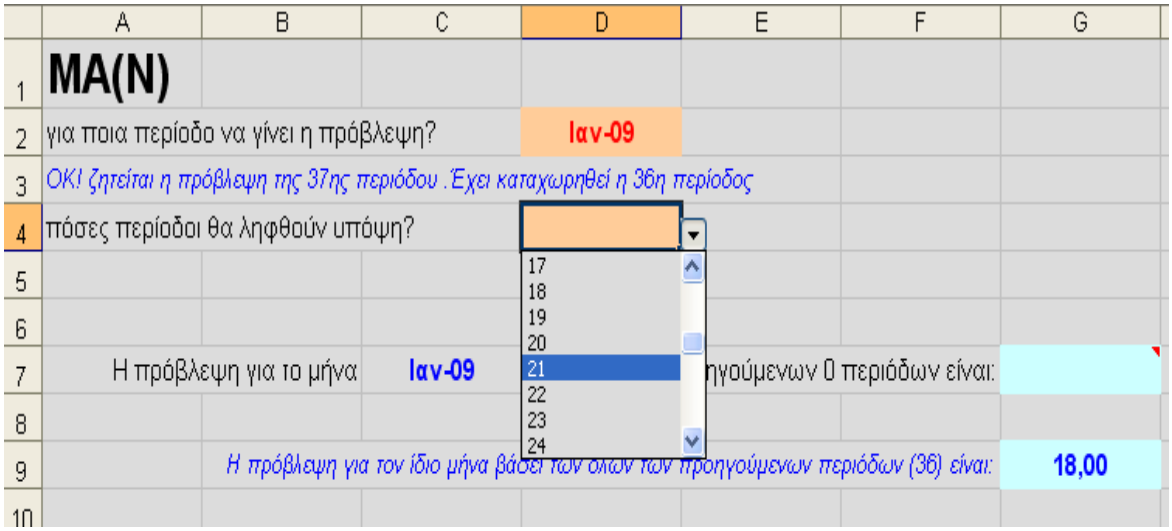
a είναι η σταθερά εξομάλυνσης

Αυτοί οι δύο τύποι αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του αλγόριθμου. Οι 36 τιμές της ζήτησης που είναι καταγεγραμμένες αποτελούν τα δεδομένα που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος, για να μας δώσει την πρόβλεψη. Επιπλέον για να μπορέσουμε να πάρουμε αποτελέσματα χρειάζεται να καθορίσουμε την παράμετρο **N** για τη μέθοδο του απλού κινούμενο μέσου όρου και την παράμετρο **α** για τη μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης όπως φαίνεται και από τους τύπους 1 και 2. Ειδικότερα για τη δεύτερη μέθοδο χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε και τις προβλέψεις που έχουν γίνει για τις προηγούμενες περιόδους μιας και ο τύπος υπολογισμού λαμβάνει και αυτές υπόψη.

Αναλυτικότερα:

2.1.1 Απλός κινούμενος μέσος όρος

Είδαμε ότι το N ορίστηκε ως ο αριθμός των τιμών της ζήτησης που χρησιμοποιούνται. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι δίνοντας στον N μια τιμή (από 1 έως 36) ο αλγόριθμος επιλέγει ίση ποσότητα τιμών ζήτησης πριν από την περίοδο για την οποία γίνεται η πρόβλεψη από τα υφιστάμενα δεδομένα του **πίνακα 2.1** . Στην **Εικόνα 2.1** παρακάτω παρουσιάζεται η δυνατότητα να διαλέξουμε τον αριθμό των περιόδων που θέλουμε να λάβει υπόψη ο αλγόριθμος, για να μας δώσει την πρόβλεψη για τον Ιανουάριο του 2009. Επιλέγοντας την τιμή 21 για παράδειγμα ζητούμε να υπολογιστεί η πρόβλεψη του Ιαν 2009 λαμβάνοντας υπόψη τις αμέσως προηγούμενες 21 καταγεγραμμένες τιμές ζήτησης . Δηλαδή από Απρ-07 έως και Δεκ-08 στον **πίνακα 2.1**.

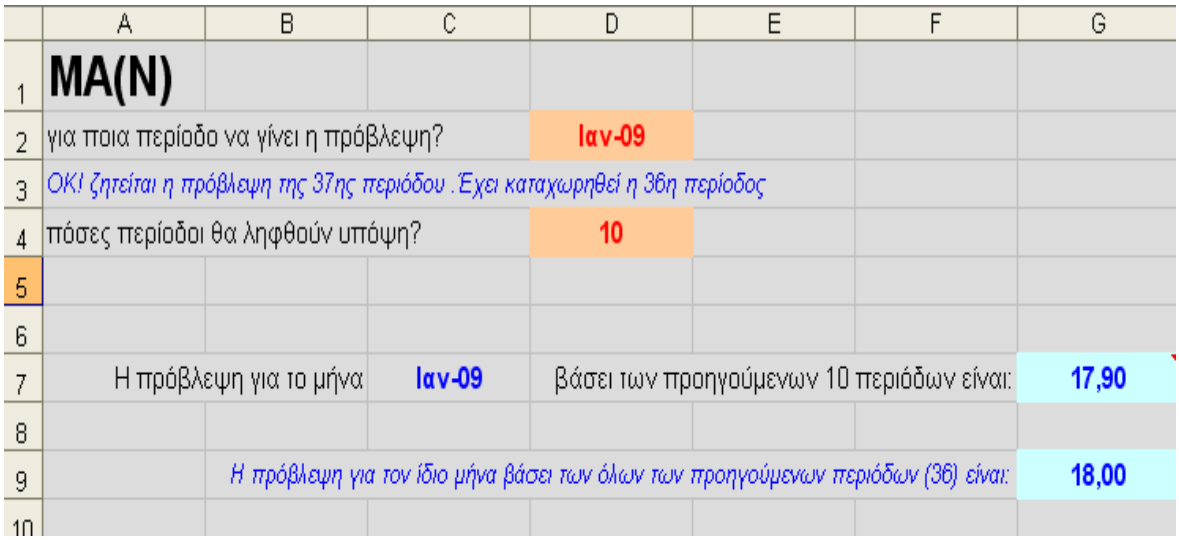


Εικόνα 2.1 Συνολική παρουσίαση ζήτησης για τους 3 κωδικούς για τα έτη 2006 έως και 2008

Ανάλογα πράγματα ισχύουνε αν διαλέξουμε την τιμή 10 για τον αριθμό των περιόδων που θα ληφθούν υπόψη. Αυτό σημαίνει ότι ο αλγόριθμος θα προβλέψει τη ζήτηση του Ιαν 2009 συνυπολογίζοντας τις πραγματικές τιμές της ζήτησης από Μαρ-08 έως και Δεκ-08.

Ας δούμε λοιπόν τα αποτελέσματα για τις δύο τιμές N που προαναφέραμε:

Στην **Εικόνα 2.2** βλέπουμε ότι το αυτοματοποιημένο μήνυμα μας ενημερώνει, ότι η πρόβλεψη της ζήτησης για το μήνα Ιαν-09 βάσει των προηγούμενων 10 μηνών που αποφασίσαμε να ληφθούν υπόψη είναι 17,90 τεμάχια. Αντίστοιχα στην **Εικόνα 2.3** η πρόβλεψη είναι 17,48 τεμάχια.



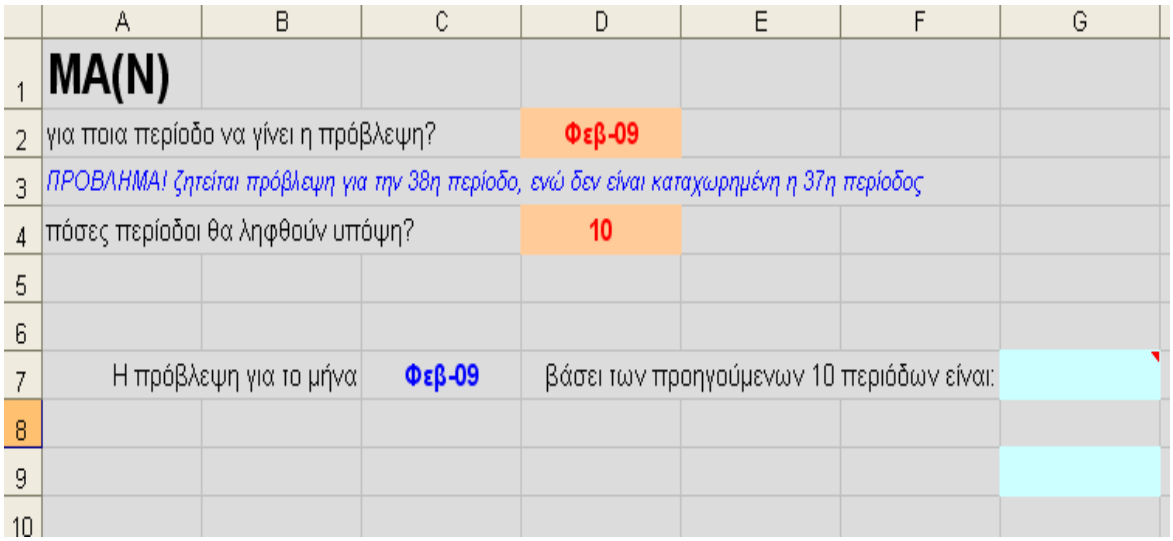
	A	B	C	D	E	F	G
1	**MA(N)**						
2	για ποια περίοδο να γίνει η πρόβλεψη?			Ιαν-09			
3	*ΟΚ! ζητείται η πρόβλεψη της 37ης περιόδου .Έχει καταχωρηθεί η 36η περίοδος*						
4	πόσες περίοδοι θα ληφθούν υπόψη?			10			
5							
6							
7	Η πρόβλεψη για το μήνα		Ιαν-09	βάσει των προηγούμενων 10 περιόδων είναι:			17,90
8							
9		*Η πρόβλεψη για τον ίδιο μήνα βάσει των όλων των προηγούμενων περιόδων (36) είναι:*					18,00
10							

Εικόνα 2.2 Πρόβλεψη ζήτησης Ιαν 2009 βάσει των προηγούμενων 10 μηνών

	A	B	C	D	E	F	G
1	**MA(N)**						
2	για ποια περίοδο να γίνει η πρόβλεψη?			Ιαν-09			
3	*ΟΚ! ζητείται η πρόβλεψη της 37ης περιόδου .Έχει καταχωρηθεί η 36η περίοδος*						
4	πόσες περίοδοι θα ληφθούν υπόψη?			21			
5							
6							
7	Η πρόβλεψη για το μήνα		Ιαν-09	βάσει των προηγούμενων 21 περιόδων είναι:			17,48
8							
9		*Η πρόβλεψη για τον ίδιο μήνα βάσει των όλων των προηγούμενων περιόδων (36) είναι:*					18,00
10							

Εικόνα 2.3 Πρόβλεψη ζήτησης Ιαν 2009 βάσει των προηγούμενων 21 μηνών

Πέρα τούτων ο αλγόριθμος έχει οργανωθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι σε θέση να δίνει χρήσιμα μηνύματα στο χρήστη. Το πρώτο μήνυμα προβάλλεται κάτω από την επιλογή της περιόδου για την οποία θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη. Ουσιαστικά γίνεται ένας έλεγχος των καταγεγραμμένων τιμών ζήτησης κάθε φορά που επιλέγουμε την περίοδο στο πάνω κελί, για να επιβεβαιωθεί ότι τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αρκετά για να δώσουν αποτέλεσμα. Έτσι στις **εικόνες 2.2 και 2.3** το μήνυμα ήταν θετικό, γιατί ήταν καταχωρημένη η τιμή της ζήτησης των προηγούμενων μηνών και δει της αμέσως προηγούμενης. Αν απαιτούνταν να προβλεφθεί η ζήτηση κάποιου μήνα, χωρίς να είναι διαθέσιμη η προηγούμενη, τότε θα είχαμε το παρακάτω μήνυμα. (**Εικόνα 2.4**).

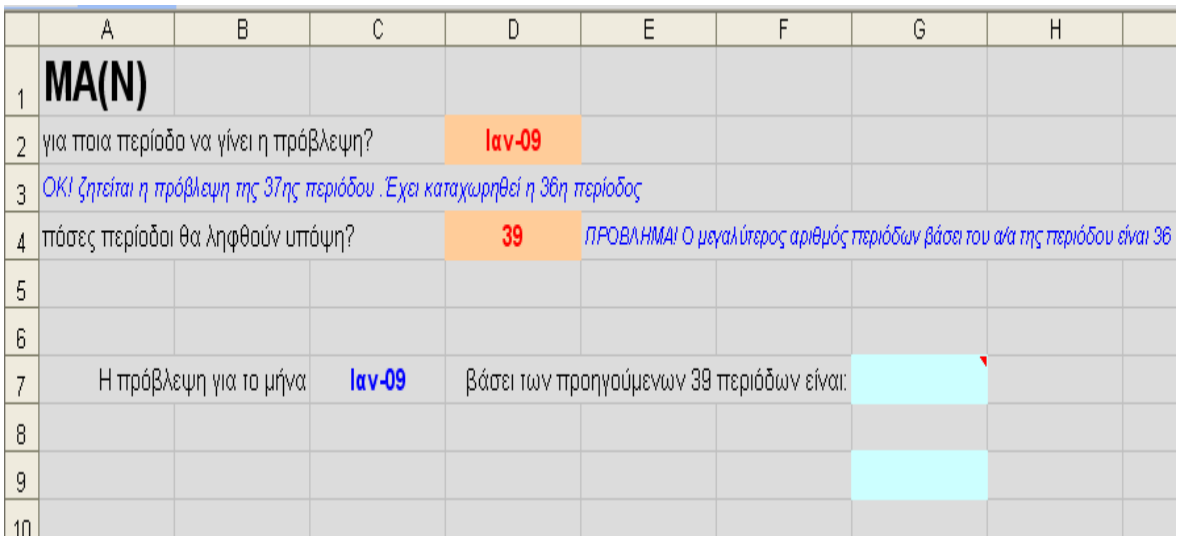


	A	B	C	D	E	F	G
1	**MA(N)**						
2	για ποια περίοδο να γίνει η πρόβλεψη?			Φεβ-09			
3	*ΠΡΟΒΛΗΜΑ! ζητείται πρόβλεψη για την 38η περίοδο, ενώ δεν είναι καταχωρημένη η 37η περίοδος*						
4	πόσες περίοδοι θα ληφθούν υπόψη?			10			
5							
6							
7	Η πρόβλεψη για το μήνα		Φεβ-09	βάσει των προηγούμενων 10 περιόδων είναι:			
8							
9							
10							

Εικόνα 2.4 Ελλειπή δεδομένα για τον εκτέλεση της πρόβλεψης: μήνυμα 1ο

Όπως βλέπουμε επισημαίνεται η ύπαρξη προβλήματος, ενώ ταυτόχρονα για την αποφυγή λαθών ο αλγόριθμος δε δίνει αποτελέσματα ανεξάρτητα του πλήθους περιόδων που θα ζητήσουμε να λάβει υπόψη. Γι' αυτό και τα δύο κελιά των αποτελεσμάτων είναι κενά.

Με την ίδια λογική γίνεται έλεγχος και στον αριθμό των περιόδων που θέλουμε να χρησιμοποιήσει ο αλγόριθμος για να μας δώσει την πρόβλεψη, σε σχέση με το διαθέσιμο αριθμό καταγεγραμμένων τιμών ζήτησης. Έτσι αν ζητούσαμε να ληφθούν υπόψη 39 περίοδοι για τον υπολογισμό της ζήτησης του Ιαν-2009, ενώ έχουμε στη διάθεσή μας τα δεδομένα τριών ετών, θα εμφανίζονταν το ανάλογο μήνυμα και ο αλγόριθμος δε θα έδινε αποτέλεσμα. Αυτό απεικονίζεται και στην **Εικόνα 2.5**



Εικόνα 2.5 Ελλειπή δεδομένα για τον εκτέλεση της πρόβλεψης: μήνυμα 2ο

Τέλος ανεξάρτητα της πρόβλεψης που ζητούμε από τον αλγόριθμο, αυτός μας δίνει και μια ακόμη πρόβλεψη χρησιμοποιώντας όλες τις διαθέσιμες τιμές της ζήτησης. Με άλλα λόγια αν ζητούμε την πρόβλεψη για τον Ιαν-2009 με τη χρήση 18 περιόδων θα έχουμε πέραν αυτής και την πρόβλεψη των 36 μηνών. Η **Εικόνα 2.6** μας δίνει ένα παράδειγμα.

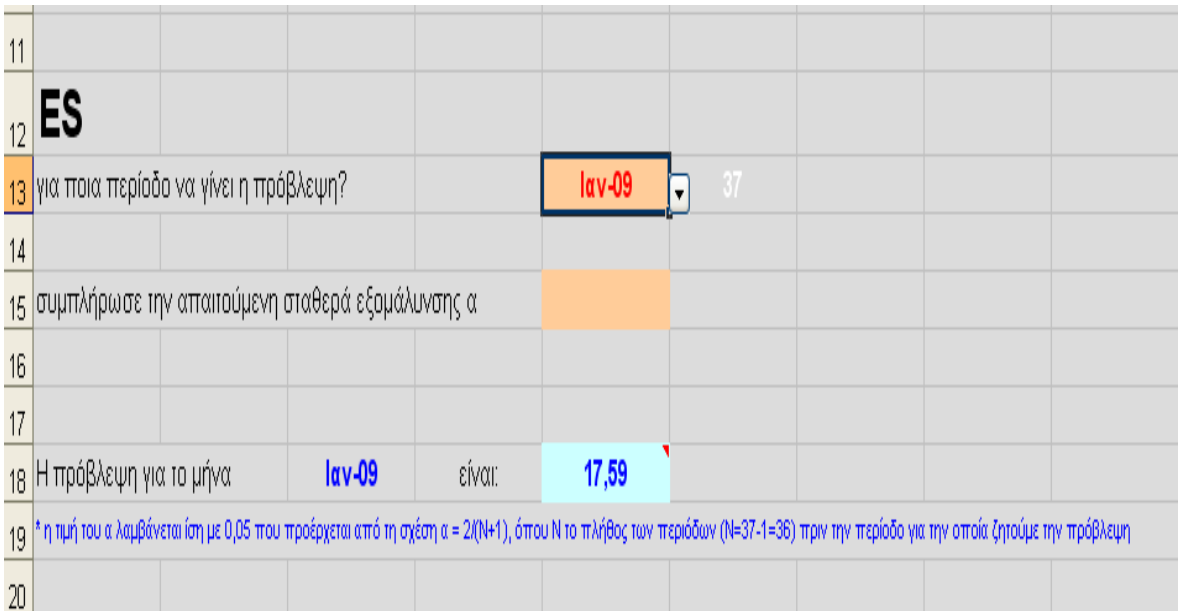
Εικόνα 2.6 Επιπλέον πληροφορίες κατά την εκτέλεση της πρόβλεψης: μήνυμα 3ο

Όπως βλέπουμε λαμβάνοντας υπόψη 18 περιόδους η πρόβλεψη είναι 18,12 τεμάχια ενώ βάσει όλων των προηγούμενων καταγεγραμμένων περιόδων η ζήτηση είναι 18 τεμάχια.

2.1.2 Απλή εκθετική εξομάλυνση

Στην απλή εκθετική εξομάλυνση κατανέμονται βάρη και στις παρελθοντικές προβλέψεις, πέρα από τις πραγματικές ζητήσεις, όπως φαίνεται και από τον **τύπο 2**. Η τιμή της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου έχει μεγάλη επίδραση στις επόμενες προβλέψεις λόγω του αλγορίθμου. Και σε αυτή τη μέθοδο η επιλογή της σταθεράς εξομάλυνσης α δε γίνεται αυθαίρετα, αλλά βασίζεται στο πλήθος των διαθέσιμων, καταγεγραμμένων τιμών σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001). Ο τύπος που συνδέει το πλήθος των διαθέσιμων τιμών N και τη σταθερά εξομάλυνσης α είναι $a = \frac{2}{N+1}$. Έτσι όταν αυξάνεται το πλήθος των τιμών, η σταθερά εξομάλυνσης α μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα. Γενικά παρατηρώντας τον τύπο $F_t = aD_{t-1} + (1-a)F_{t-1}$ πρέπει να πούμε η σταθερά εξομάλυνσης α παίζει τον ίδιο ρόλο, τον οποίο παίζει και η τιμή N στη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου. Αν το α είναι μεγάλο, κατανέμεται μεγαλύτερο βάρος στη διαθέσιμη τιμή της ζήτησης (D_{t-1}) και λιγότερο βάρος $(1-a)F_{t-1}$ στις παρελθοντικές παρατηρήσεις. Ο λόγος είναι ότι ο όρος F_{t-1} περιέχει την τιμή της πραγματικής ζήτησης D_{t-2} και ο την τιμή της πρόβλεψης F_{t-2}, που είναι παρελθοντικές παρατηρήσεις, ο οποίος με τη σειρά περιέχει του τους όρους D_{t-3} και F_{t-3} και ούτω καθ' εξής. Αυτό το γεγονός οδηγεί σε προβλέψεις που ανταποκρίνονται ταχύτατα σε αλλαγές της τιμής της ζήτησης, αλλά μπορεί να έχουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα από περίοδο σε περίοδο. Από την άλλη αν το α είναι μικρό, τότε περισσότερο βάρος τοποθετείται στα παρελθοντικά δεδομένα και οι προβλέψεις είναι πιο σταθερές. Όταν χρησιμοποιείται μια αυτόματη τεχνική προβλέψεων για την πρόβλεψη της ζήτησης οι σταθερές προβλέψεις (δηλαδή αυτές που δεν εμφανίζουν μεγάλη μεταβλητότητα από περίοδο σε περίοδο) είναι πιο επιθυμητές. Για το λόγο αυτό συνίσταται το α να λαμβάνει τιμές μεταξύ 0,1 και 0,2 (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001).

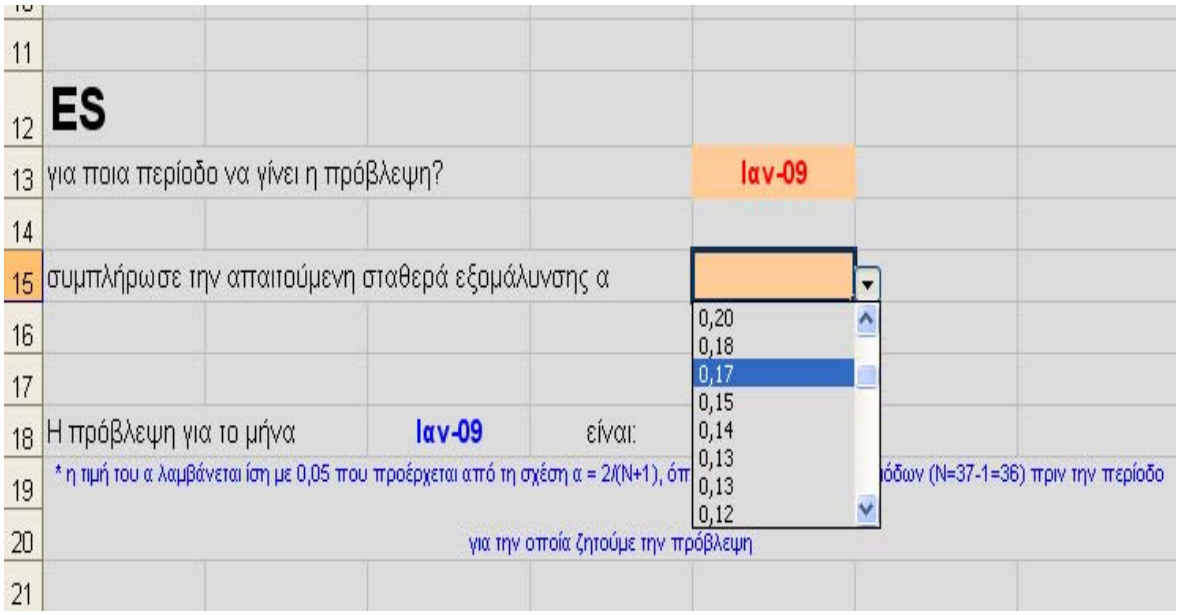
Ο αλγόριθμος λειτουργεί παρόμοια με αυτόν της πρώτης μεθόδου. Επιλέγοντας το μήνα για τον οποίο θέλουμε να γίνει η πρόβλεψη και εφόσον είναι καταγεγραμμένη η τιμή της ζήτησης και της πρόβλεψης του αμέσως προηγούμενου μήνα γίνεται ο υπολογισμός. Το α αρχικά επιλέγεται μόνο του, βάσει της τιμής N. Για τη βοήθεια του χρήστη εμφανίζεται και το ανάλογο επεξηγηματικό μήνυμα. (**Εικόνα 2.7**)



Εικόνα 2.7 Χρήση αλγόριθμου δεύτερης μεθόδου

Όπως βλέπουμε ζητούμε την πρόβλεψη του Ιαν-2009. Μετά την επιλογή της περιόδου αυτόματα δίνεται και η πρόβλεψη. Ταυτόχρονα κάτω από το αποτέλεσμα εμφανίζεται το διευκρινιστικό μήνυμα που εξηγεί πως επιλέχθηκε το α στον τύπο υπολογισμού. Συγκεκριμένα το α παίρνει την τιμή 0,05 που προκύπτει από τον τύπο $a = \frac{2}{36+1}$, εφόσον λαμβάνονται υπόψη όλες οι προηγούμενες καταχωρήσεις των τριών ετών.

Η ευελιξία του λογισμικού όμως είναι ότι μπορούμε να δώσουμε συγκεκριμένη τιμή στο α και να πάρουμε την αντίστοιχη πρόβλεψη. Στην **Εικόνα 2.8** δίνεται ένα μέρος από τις επιλογές που έχουμε για το α από 0,12 έως 0,2, βάσει των συστάσεων της βιβλιογραφίας που αναφέραμε παραπάνω. Οι δεκαδικές τιμές που λαμβάνει το α είναι αποτέλεσμα της στρογγυλοποίησης του τύπου $a = \frac{2}{N+1}$, όπου N είναι το πλήθος των τιμών της ζήτησης που χρησιμοποιούνται, όπως έχουμε προαναφέρει.



Εικόνα 2.8 Επιλογή κατάλληλης σταθεράς εξομάλυνσης.

Τέλος είναι σημαντικό να επισημάνουμε και τη συνεργασία των δύο μεθόδων υπολογισμού που επιτυγχάνεται από τη λειτουργία του λογισμικού. Όπως είπαμε υπάρχει η δυνατότητα να διαλέξουμε στη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου τον αριθμό Ν των καταγεγραμμένων τιμών της ζήτησης που θα χρησιμοποιηθούν για την νέα πρόβλεψη. Το ίδιο ισχύει και για τη σταθερά εξομάλυνσης α στη δεύτερη μέθοδο. Η εμφάνιση δύο συμπληρωματικών μηνυμάτων ενημερώνει τον χρήστη για τη δυνατότητα που έχει να χρησιμοποιήσει και τις δύο μεθόδους πρόβλεψης ταυτόχρονα, εξασφαλίζοντας την ισοδυναμία τους παράλληλα (**Εικόνα 2.9**)

	A	B	C	D	E	F	G
1	**MA(N)**						
2	για ποια περίοδο να γίνει η πρόβλεψη?			Ιαν-09			
3	*ΟΚ! ζητείται η πρόβλεψη της 37ης περιόδου .Έχει καταχωρηθεί η 36η περίοδος*						
4	πόσες περίοδοι θα ληφθούν υπόψη?			29			
5	*το Ν στη μέθοδο MA(N) πρέπει να είναι 11, για να είναι ισοδύναμες οι μέθοδοι. Το α έχει ληφθεί ως 0,17*						
6							
7	Η πρόβλεψη για το μήνα		Ιαν-09	βάσει των προηγούμενων 29 περιόδων είναι:			15,66
8							
9		*Η πρόβλεψη για τον ίδιο μήνα βάσει των όλων των προηγούμενων περιόδων (36) είναι:*					18,00
10							
11							
12	**ES**						
13	για ποια περίοδο να γίνει η πρόβλεψη?				Ιαν-09		
14							
15	συμπλήρωσε την απαιτούμενη σταθερά εξομάλυνσης α				0,17		
16	*το α να είναι 0,07 αν το Ν = 29, για να είναι ισοδύναμες οι μέθοδοι*						
17							
18	Η πρόβλεψη για το μήνα		Ιαν-09	είναι:	25,49		
19							

Εικόνα 2.9 Ισοδυναμία μεθόδων

Όπως βλέπουμε σε κάθε μέθοδο υπάρχει ένα μήνυμα που διευκρινίζει πόσο πρέπει να επιλεχθεί το Ν ή το α για να είναι ισοδύναμες οι μέθοδοι. Έτσι σε περίπτωση που οι συνθήκες απαιτούν να ληφθούν υπόψη 29 περίοδοι για τον υπολογισμό της ζήτησης του Ιαν -2009, τότε για να είναι ισοδύναμες οι μέθοδοι θα πρέπει το α να επιλεγεί ίσο με 0,07. Αντίστοιχα αν θέλουμε το α να είναι ίσο με 0,17 στη μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, τότε θα πρέπει στην πρώτη μέθοδο το Ν να το λάβουμε ίσο με 11, σύμφωνα με το μήνυμα στο πρώτο πλαίσιο.

2.2 Ιδιότητες προβλέψεων

Προτού προχωρήσουμε στην εφαρμογή των αλγόριθμων των προβλέψεων παρατίθενται μερικά χαρακτηριστικά-ιδιότητες των προβλέψεων, τα οποία αποτελούν τη βάση της διαδικασίας της πρόβλεψης.

1. Η πιο σπουδαία ιδιότητα όλων των μεθόδων πρόβλεψης είναι ότι συνήθως κάθε πρόβλεψη είναι λάθος. Έτσι σε περίπτωση που η πρόβλεψη της ζήτησης «φανεί» ότι είναι ανακριβής οι απαιτήσεις σε πόρους και ο προγραμματισμός της παραγωγής απαιτούν να γίνουν τροποποιήσεις στο σύστημα σχεδιασμού, το οποίο θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα στιβαρό, ώστε να ανταποκρίνεται στα μη αναμενόμενα σφάλματα των προβλέψεων.

2. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρονικός ορίζοντας, τόσο λιγότερο ακριβείς θα είναι οι προβλέψεις. Είναι πιο ακριβής η πρόβλεψη της ζήτησης του επόμενου μήνα, παρά η πρόβλεψη της ζήτησης μετά από ένα χρόνο.

3. Οι προβλέψεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με την αξιοποίηση επιπρόσθετων πληροφοριών. Μια συγκεκριμένη τεχνική μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλείς προβλέψεις στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο μπορεί να υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία που να σχετίζεται με τη μελλοντική ζήτηση, η οποία να μην περιέχεται στη βάση των καταγεγραμμένων δεδομένων. Παρόλα αυτά πρέπει να ληφθεί υπόψη.

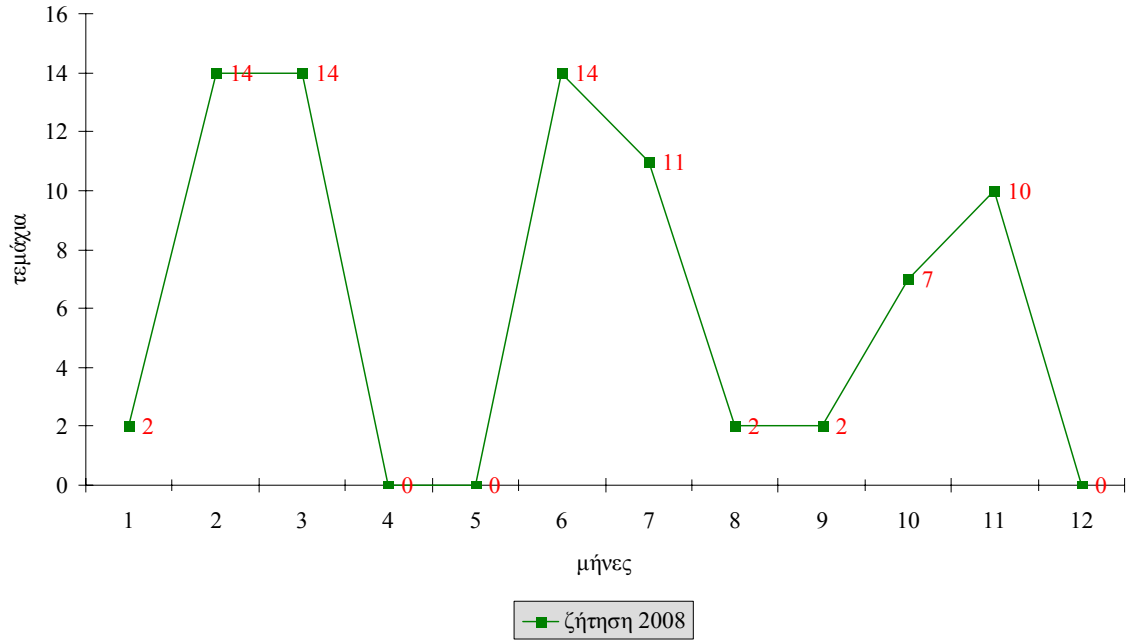
2.3 Εφαρμογή των αλγορίθμων

2.3.1 Κωδικός 4 11-07-08500 (φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy)

Έχοντας περιγράψει τη λειτουργία του λογισμικού που πραγματοποιεί τους υπολογισμούς για τις προβλέψεις συνεχίζουμε εφαρμόζοντάς το για τον πρώτο από τους τρεις κωδικούς. Παρατίθενται αναλυτικά οι πίνακες με τα αποτελέσματα και επιπλέον καταγράφονται χρήσιμα συμπεράσματα και σχόλια. Η εφαρμογή ξεκινά χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της ζήτησης του 2008, όπως καταγράφηκαν στο επίσημο σύστημα παρακολούθησης αποθεμάτων της KLEEMANN. Στην ανάλυση του αλγορίθμου που προηγήθηκε οι διαθέσιμες καταγεγραμμένες τιμές ήταν για 36 περιόδους. Στην παρούσα περίπτωση οι διαθέσιμες τιμές είναι 12. Ακολουθώντας τους τύπους από τη βιβλιογραφία θα προβλέψουμε τη ζήτηση που θα παρουσιαστεί σε κάθε περίοδο το 2009. Επιπλέον έχοντας στη διάθεσή μας τις πραγματικές ζητήσεις που παρουσιάστηκαν μέσα στο 2009 θα μπορέσουμε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων.

2.3.1.1 Ζήτηση 2008

Στην παρακάτω γραφική παράσταση (**Εικόνα 2.10**) απεικονίζεται η χρονοσειρά (συλλογή παρατηρήσεων) που αφορά τη ζήτηση του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 σε κάθε περίοδο του 2008. Έτσι με πράσινο χρώμα δίνεται το ιστόγραμμα της ζήτησης και με τους κόκκινους αριθμούς η ποσότητα της ζήτησης σε κάθε περίοδο (στη συγκεκριμένη μελέτη μία περίοδος είναι ο ημερολογιακός μήνας). Τα ίδια αποτελέσματα δίνονται και στον **Εικόνα 2.2**



Εικόνα 2.10 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2008

περίοδος	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
ζήτηση	**2**	**14**	**14**	**0**	**0**	**14**	**11**	**2**	**2**	**7**	**10**	**0**

Πίνακας 2.2 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2008

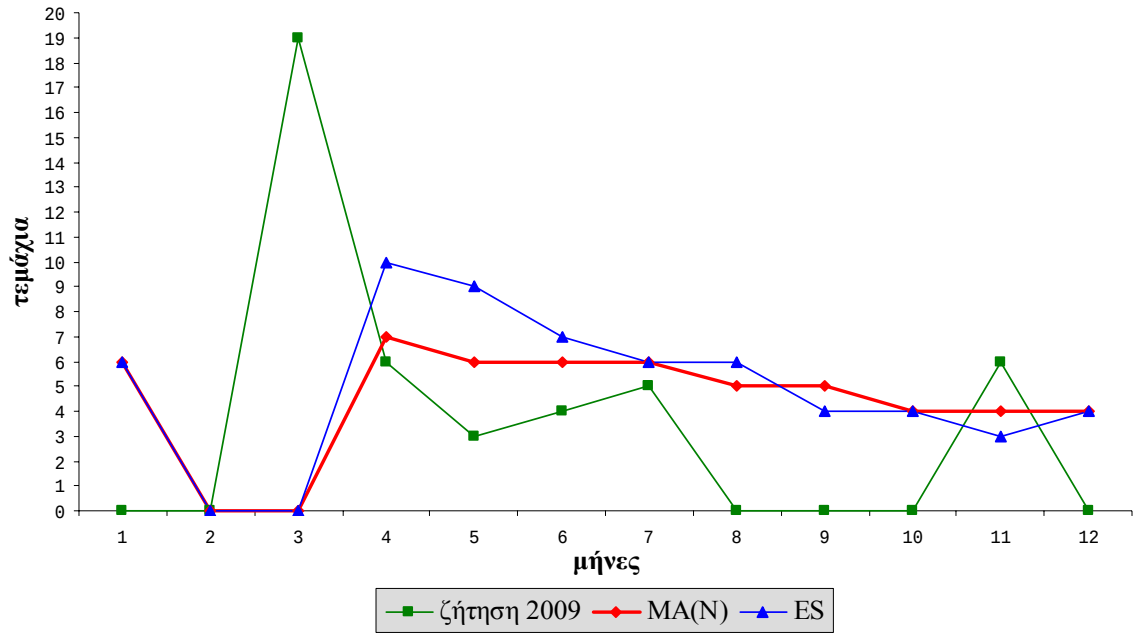
Παραθέτοντας μερικά σχόλια μπορούμε να πούμε ότι για το συγκεκριμένο κωδικό (4 11-07-08500) παρατηρείται έντονη αυξομείωση της ζήτησης κατά τη διάρκεια των περιόδων. Έτσι ενώ στην $3^{η}$ περίοδο η ζήτηση ήταν 14 τεμάχια, στην αμέσως επόμενη πέφτει κατακόρυφα στην τιμή μηδέν, για να ξαναπιάσει την τιμή 14 απότομα μετά από μία περίοδο. Παρόμοια είναι η συμπεριφορά της ζήτησης και τους επόμενους μήνες.

2.3.1.2 Υπολογισμοί

Αρχικά καταγράφουμε τη μέση τιμή της ζήτησης που παρουσιάστηκε στο 2008 (Πίνακας 1). Αυτή είναι: **μέση τιμή = 6,33 τεμάχια, δηλαδή 6 τεμάχια**

Στη συνέχεια εφαρμόζοντας τη θεωρία που αναλύεται στη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001) και χρησιμοποιώντας τους **τύπους 1** και **2**, προκύπτει η παρακάτω γραφική παράσταση (Εικόνα **2.11**) και ο **πίνακας 2.3** που περιέχουν την πραγματική ζήτηση που παρουσιάστηκε μέσα στο 2009 καθώς και τις προβλέψεις που έδωσαν οι δύο προαναφερθείσες μέθοδοι για κάθε περίοδο ξεχωριστά.

Με την πράσινη γραμμή απεικονίζεται η ζήτηση που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του 2009, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ERP. Με την κόκκινη γραμμή δίνεται η πρόβλεψη που βασίζεται στη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου, ενώ με την μπλε δίνεται η πρόβλεψη που βασίζεται στη μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης.



Εικόνα 2.11 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2008

Στη συνέχεια παραθέτουμε τον πίνακα που περιέχει συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα με επιπλέον πληροφορίες.

α/α περιόδων	Dt	Τελική πρόβλεψη Ft	MA(N)	Τελική πρόβλεψη Ft	ES
1	0	6	6,000	6	0,000
2	0	0	0,000	0	0,000
3	19	0	0,000	0	0,000
4	6	7	6,333	10	9,500
5	3	6	6,250	9	8,100
6	4	6	5,600	7	6,417
7	5	6	5,333	6	5,716
8	0	5	5,286	6	5,537
9	0	5	4,625	4	4,319
10	0	4	4,111	4	3,455
11	6	4	3,700	3	2,833
12	0	4	3,909	4	3,372

Πίνακας 2.3 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2008

Για την καλύτερη κατανόηση διευκρινίζουμε ότι η τιμή της πρόβλεψης για την πρώτη περίοδο του 2009 $F_{(t=1)}$ που παρουσιάζεται και στις δύο μεθόδους είναι 6 τεμάχια και έχει προκύψει από το μέσο όρο των ζητήσεων που καταγράφηκαν στο 2008, όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Είδαμε ότι ο απλός κινούμενος μέσος όρος για τον υπολογισμό των προβλέψεων λαμβάνει υπόψη παρελθοντικές, πραγματικές τιμές της ζήτησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να εξηγήσουμε ότι η πρόβλεψη μιας περιόδου γίνεται χρησιμοποιώντας όλες τις προηγούμενες καταγεγραμμένες τιμές της πραγματικής ζήτησης. Άρα το N δεν επιλέγεται τυχαία στον τύπο υπολογισμού, αλλά είναι το πλήθος όλων των προηγούμενων ζητήσεων που καταγράφηκαν πριν από την περίοδο της οποίας τη ζήτηση θέλουμε να βρούμε. Με άλλα λόγια η πρόβλεψη της $8^{ης}$ περιόδου για παράδειγμα γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις 7 τιμές της ζήτησης των προηγούμενων περιόδων.

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς στον **πίνακα 2.3** υπάρχουν τόσο η τιμή της πρόβλεψης της κάθε μεθόδου (MA(N) & ES) που προκύπτει από τους αλγόριθμους υπολογισμού, όσο και η τιμή της πρόβλεψης $F_{(t)}$ που είναι τελικά η τιμή που αποφασίζουμε

ότι θα είναι η καλύτερη επιλογή για την αμέσως επόμενη περίοδο. Είδαμε και παραπάνω στην 3η ιδιότητα των προβλέψεων πως διατυπώνονταν ξεκάθαρα ότι «Οι προβλέψεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με την αξιοποίηση επιπρόσθετων πληροφοριών που μπορεί να μην εμπεριέχονται στα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία». Έτσι λοιπόν για την 4η περίοδο η μέθοδος MA(N) προβλέπει ότι η ζήτηση βάσει των προηγούμενων 3 περιόδων θα είναι $MA(3)_4 = 6,333$ τεμάχια, δηλαδή 6 αν η στρογγυλοποίηση γίνονταν προς τον πλησιέστερο ακέραιο. Παρόλα αυτά η απόφασή μας όσο αφορά την τελική εκτίμηση της πρόβλεψης είναι 7 τεμάχια επειδή θεωρούμε ότι δεν πρέπει να αγνοηθούν τα 0,333 τεμάχια. Θα μπορούσε βέβαια να χρησιμοποιούνταν κάποια εντολή στη διαδικασία υπολογισμού που να στρογγυλοποιεί παρόμοιες περιπτώσεις προβλέψεων προς τον επόμενο, μεγαλύτερο του αποτελέσματος, ακέραιο. Αυτό όμως λειτουργεί σε βάρος των μελλοντικών προβλέψεων, αφού κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε διογκωμένα αποτελέσματα στο μέλλον, λόγω της μικρής προσαύξησης που προστίθεται κάθε φορά που υπάρχει ανάγκη στρογγυλοποίησης. Τα πράγματα αποκτούν ακόμα περισσότερο ενδιαφέρον σχετικά με την στρογγυλοποίηση στην περίπτωση της δεύτερης μεθόδου, όπου όπως είδαμε και στον αλγόριθμο, η σταθερά εξομάλυνσης α επιδρά και στην πρόβλεψη και στη ζήτηση της προηγούμενης περιόδου από αυτήν που θέλουμε να προβλέψουμε. Αυτό σημαίνει ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης η πρόβλεψη που κάνουμε για μια περίοδο θα επηρεάσει αργότερα και την πρόβλεψη μας για την επόμενη περίοδο.

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που ακολουθεί.

Από τον **πίνακα 2.3** έχουμε :

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης: $\mathbf{ES_{(6)} = 6,417}$ **τεμάχια**

Βάσει του παραπάνω αποτελέσματος θεωρούμε ότι η ζήτηση για την 6η περίοδο θα είναι:**F(6) = 7 τεμάχια**

Η πρόβλεψη του αλγόριθμου της εκθετικής εξομάλυνσης για την 7η περίοδο με δεδομένα την $F_{(6)} = 7$ & $D_{(6)} = 4$ είναι:

$\mathbf{ES_{(7)} = 6,130}$ **τεμάχια,**

δηλαδή **F(7) = 6 τεμάχια**

Αν αποφασίζαμε όμως ότι η ζήτηση για την $6^{η}$ περίοδο θα είναι F(6) = 6 τεμάχια (στρογγυλοποίηση προς τα κάτω), τότε η πρόβλεψη του αλγόριθμου για την $7^{η}$ περίοδο για $F_{(6)} = 6$ & $D_{(6)} = 4$ είναι:

ES(7) = 5,420 τεμάχια

Άρα F(7) = 5 τεμάχια

Πέρα λοιπόν από τους υπολογισμούς σημαντικό ρόλο παίζει και η κρίση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, η οποία μπορεί να διαφοροποιήσει φαινομενικά ίδια αριθμητικά αποτελέσματα και να κινηθεί σε διαφορετικές ποσότητες πρόβλεψης για τη ζήτηση, κάτι που θα επηρεάσει στο τέλος και τις ποσότητες παραγγελίας.

2.3.1.3 Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των προβλέψεων κρίνεται απαραίτητη, έτσι ώστε να μπορούμε να ελέγχουμε την αξιοπιστία των μεθόδων πρόβλεψης. Αυτή μπορεί να λάβει χώρα όταν για μια περίοδο είναι καταγεγραμμένη τόσο η πρόβλεψη, όσο και η ζήτηση.

Αξιολογώντας τις δύο μεθόδους από τα ιστογράμματα μπορούμε να πούμε ότι σε γενικές γραμμές προσεγγίζουν και οι δύο τα ίδια αποτελέσματα. Ωστόσο σε περιόδους όπου υπάρχει έντονη διακύμανση της ζήτησης από μια μικρή τιμή σε μια μεγάλη (περίοδος $2^{η}$ – περίοδος $3^{η}$) ή και αντίθετα (περίοδος $7^{η}$ – περίοδος $8^{η}$), η απόκλιση αυτής από την τιμή της πρόβλεψης της κάθε μεθόδου είναι μεγάλη. Μπορούμε να πούμε ότι γενικά υπάρχει μια καθυστέρηση στην προσομοίωση της πραγματικής τάσης από τη μεριά των μεθόδων, όταν εμφανίζεται απότομη αλλαγή στις τιμές της πραγματικής ζήτησης. Προχωρώντας την ανάλυση μας ακόμα περισσότερο παρατίθεται παρακάτω η αξιολόγηση των προβλέψεων (**πίνακας 2.4**) βάσει της βιβλιογραφίας (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001).

Δύο συνηθισμένα μέτρα γα την ακρίβεια της πρόληψης είναι η μέση τυπική απόκλιση (mean absolute deviation, MAD) και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean squared error, MSE). Βέβαια παρόλο που το MAD και το MSE είναι τα δύο πιο συνηθισμένα μέτρα για τον έλεγχο της ακρίβειας της πρόβλεψης, χρησιμοποιούνται και άλλα μέτρα όπως το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (mean absolute percentage error, MAPE). Το MAD είναι συνήθως η προτιμητέα μέθοδος για τη μέτρηση του σφάλματος

της πρόβλεψης, επειδή δεν απαιτεί τον τετραγωνισμό των σφαλμάτων όπως για παράδειγμα στη MSE.

Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009			
	MAD (1/n*Σ|ei|)	**MSE (1/n*Σei^2)**	**MAPE {(1/n)*Σ|e/D|}*100**
MA(N)	4,33	41,50	26,67
ES	5,00	46,00	42,64
σύμφωνα με τη μέθοδο MAD, μεγαλύτερο σφάλμα (5) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MSE, μεγαλύτερο σφάλμα (46) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MAPE, μεγαλύτερο σφάλμα (42,64) εμφανίζεται στην ES			

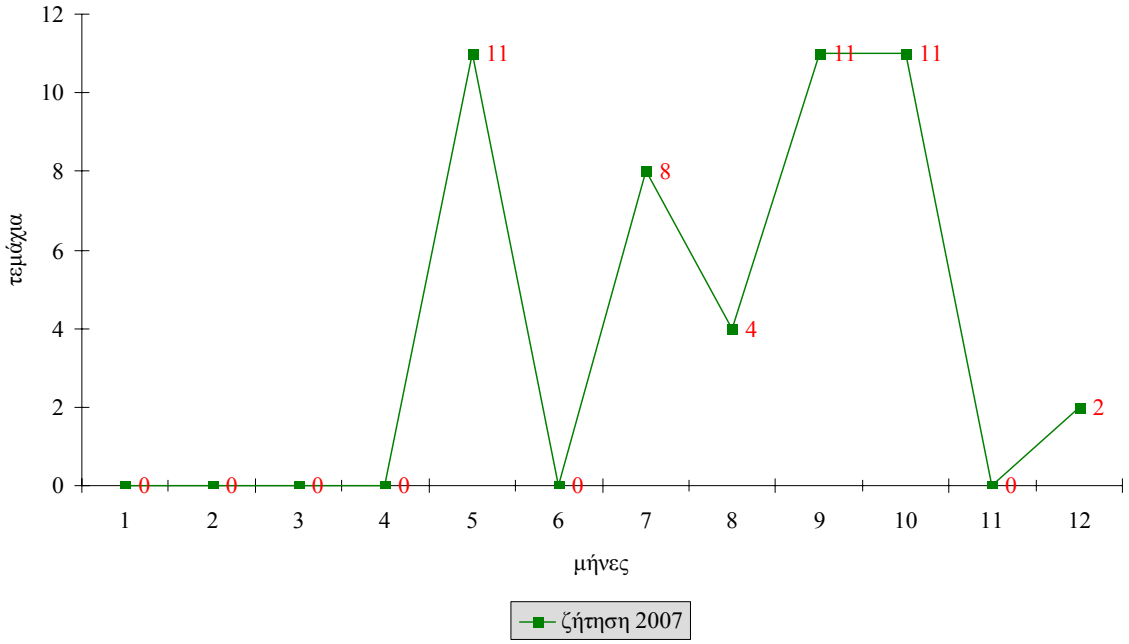
Πίνακας 2.4 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2008

Όπως είναι φανερό από τα παραπάνω αποτελέσματα το σφάλμα στην πρόβλεψη είναι μικρότερο στην μέθοδο MA(N) από ότι στην μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Αυτό επαληθεύεται για τη συγκεκριμένη περίπτωση και από τους τρεις τρόπους ελέγχου του σφάλματος (MAD, MSE και MAPE) που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001). Παρατηρώντας προσεχτικά τα αποτελέσματα μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια παρόμοια απόκλιση και για τις δύο μεθόδους πρόβλεψης, μεταξύ πραγματικής τιμής και πρόβλεψης, στον έλεγχο MAD και MSE. Στον τρίτο έλεγχο όμως η διαφορά είναι αρκετά μεγάλη και τελικά το σφάλμα στη μέθοδο ES είναι αρκετά μεγαλύτερο.

2.3.1.4 Ζήτηση 2007

Συνεχίζοντας τη διερεύνηση μας γύρω από τις ακολουθούμενες μεθόδους προβλέψεων επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά μεγαλύτερο πλήθος. Σκοπός μας είναι να έχουμε περισσότερες καταγεγραμμένες τιμές πριν την έναρξη των περιόδων του 2009. Έτσι χρησιμοποιούμε το μέσο όρο του έτους 2007 για την εκκίνηση της διαδικασίας και εφαρμόζουμε τους τύπους των δύο μεθόδων από την πρώτη περίοδο του 2008. Στην **Εικόνα 2.12** δίνεται η γραφική παράσταση που δείχνει τη ζήτηση

του 2007. Η μέση τιμή των δώδεκα καταγεγραμμένων ζητήσεων θα αποτελέσει την πρόβλεψη για την πρώτη περίοδο του 2008.



Εικόνα 2.12 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2007

περίοδος	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
ζήτηση	0	0	0	0	11	0	8	4	11	11	0	2

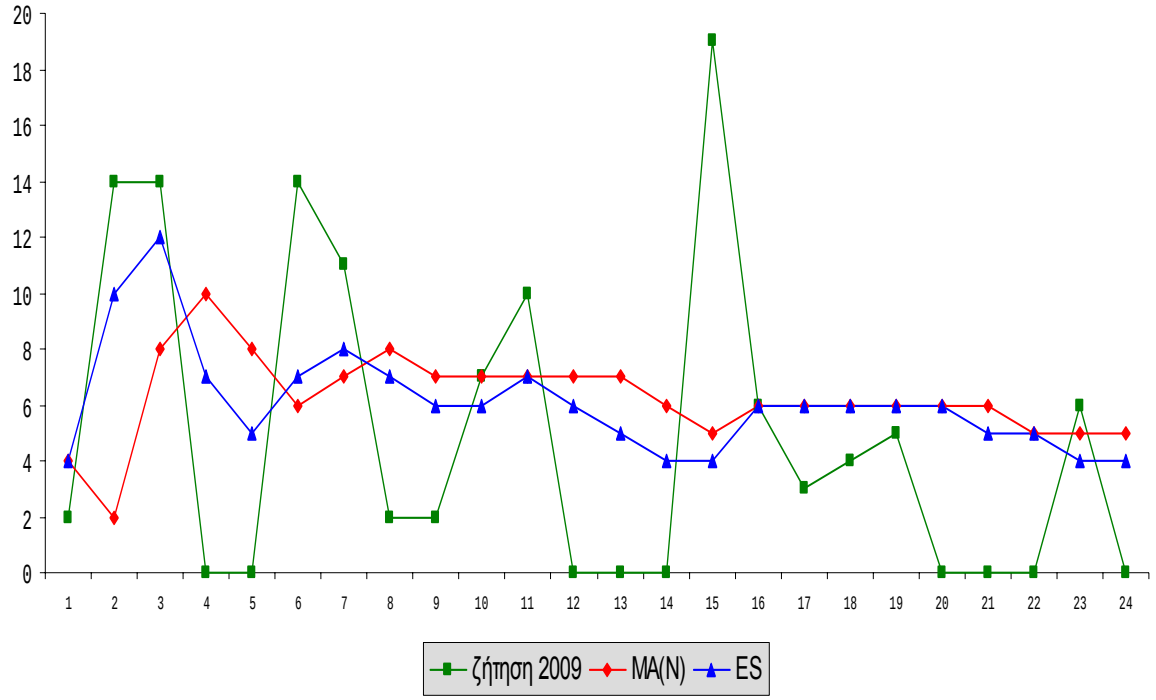
Πίνακας 2.5 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2007 με βάση το 2007

2.3.1.5 Υπολογισμοί

Η μέση τιμή της ζήτησης που παρουσιάστηκε στο 2007 είναι 3,916 τεμάχια. Δηλαδή η πρόβλεψη για τη ζήτηση του πρώτου μήνα του 2008 είναι 4 τεμάχια.

Παρακάτω λοιπόν (**Εικόνα 2.13**) παρουσιάζεται η ζήτηση των εικοσιτεσσάρων (24) μηνών, δηλαδή η ζήτηση του 2008 και η ζήτηση του 2009. Με την κόκκινη γραμμή δίνεται η πρόβλεψη με τη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου και με την μπλε γραμμή η πρόβλεψη με τη μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Για το συγκεκριμένο κωδικό (4 11-07-08500) είναι χαρακτηριστικές και πάλι οι έντονες αυξομειώσεις που παρατηρούνται στις μηνιαίες τιμές της ζήτησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι διακυμάνσεις δε μας επιτρέπουν και πάλι να αποδώσουμε στη χρονοσειρά κάποια συγκεκριμένα γνωρίσματα όπως αυτό της τάσης ή της εποχικότητας. Η τυχαιότητα είναι

μάλλον το πιο κοντινό χαρακτηριστικό. Ωστόσο θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο τύπος της χρονοσειράς που προσεγγίζει κατά κάποιο τρόπο την παρούσα κατάσταση, είναι αυτός του επιπέδου, στον οποίο τα δεδομένα της χρονοσειράς κυμαίνονται γύρω από μια σταθερή τιμή με μεγάλες αποκλίσεις όμως. Η τελευταία άποψη βασίζεται και στη γενικότερη «συμπεριφορά» που παρουσιάζουν οι καμπύλες των προβλέψεων των δύο μεθόδων. Όπως βλέπουμε παρακάτω και οι δυο καμπύλες (κόκκινη και μπλε) κινούνται στη μέση περίπου των απότομων αυξομειώσεων.



Εικόνα 2.13 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007

Σύμφωνα με το ιστόγραμμα της **Εικόνας 2.13**, παρατηρούμε ότι και οι δύο μέθοδοι συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο σε γενικές γραμμές. Σαφώς και δεν μπορούν να προβλέψουν τις απότομες αλλαγές στις τιμές της ζήτησης με ακρίβεια, αλλά παρόλα αυτά σε πολλές περιόδους δε βρίσκονται μακριά πολύ από την πραγματικότητα.

Παρακάτω (**πίνακας 2.6**) παρατίθεται η ανάλυση των προβλέψεων. Σε αυτό το σημείο τονίζουμε για μια ακόμα φορά τη σημασία του προσωπικού υποκειμενικού παράγοντα στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μεθόδων των προβλέψεων. Έτσι ενώ για την 13^{η} περίοδο η πρόβλεψη βάσει της μεθόδου του απλού κινούμενου μέσου όρου ήταν 6,333 τεμάχια τελικά καταγράφηκε πρόβλεψη 7 τεμαχίων. Θα μπορούσε να είχε

ακολουθηθεί η λογική της στρογγυλοποίησης προς τον κοντινότερο ακέραιο αριθμό και η πρόβλεψη να ήταν 6 τεμάχια. Αντίθετη με την παραπάνω απόφαση εμφανίζεται η τελική επιλογή της πρόβλεψης για την $7^{η}$ περίοδο. Και αυτό γιατί ενώ το αποτέλεσμα της μεθόδου της εκθετικής εξομάλυνσης ήταν 8,368 μονάδες ακολουθήθηκε η λογική της στρογγυλοποίησης προς τα κάτω και αποφασίστηκε σαν πρόβλεψη η ποσότητα των 8 τεμαχίων.

α/α περίοδων	Dt	Τελική πρόβλεψη	MA(N)	Τελική πρόβλεψη	ES
1	2	4	4,000	4	2,000
2	14	2	2,000	10	10,040
3	14	8	8,000	12	12,020
4	0	10	10,000	7	7,212
5	0	8	7,500	5	4,832
6	14	6	6,000	7	7,491
7	11	7	7,333	8	8,368
8	2	8	7,857	7	6,967
9	2	7	7,125	6	5,974
10	7	7	6,556	6	6,158
11	10	7	6,600	7	6,811
12	0	7	6,909	6	5,790
13	0	7	6,333	5	4,979
14	0	6	5,846	4	4,332
15	19	5	5,429	4	6,239
16	6	6	6,333	6	6,210
17	3	6	6,313	6	5,857
18	4	6	6,118	6	5,653
19	5	6	6,000	6	5,587
20	0	6	5,947	6	5,029
21	0	6	5,650	5	4,576
22	0	5	5,381	5	4,164
23	6	5	5,136	4	4,311
24	0	5	5,174	4	3,966

Πίνακας 2.6 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007

2.3.1.6 Αξιολόγηση

Για να μπορέσουμε να στοιχειοθετήσουμε την απάντησή μας για το ρόλο που παίζει η αύξηση του πληθυσμού των καταγεγραμμένων τιμών, θα χρειαστεί να μελετήσουμε την αξιολόγηση των σφαλμάτων των δύο μεθόδων σε αυτή τη δεύτερη περίπτωση. (**πίνακας 2.7**)

Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009			
	MAD (1/n*Σ|ei|)	**MSE (1/n*Σei^2)**	**MAPE {(1/n)*Σ|e/D|}*100**
MA(N)	4,67	34,83	21,70
ES	4,33	32,17	23,52
σύμφωνα με τη μέθοδο MAD, μεγαλύτερο σφάλμα (4,67) εμφανίζεται στην MAN			
σύμφωνα με τη μέθοδο MSE, μεγαλύτερο σφάλμα (34,83) εμφανίζεται στην MA(N)			
σύμφωνα με τη μέθοδο MAPE, μεγαλύτερο σφάλμα (23,52) εμφανίζεται στην ES			

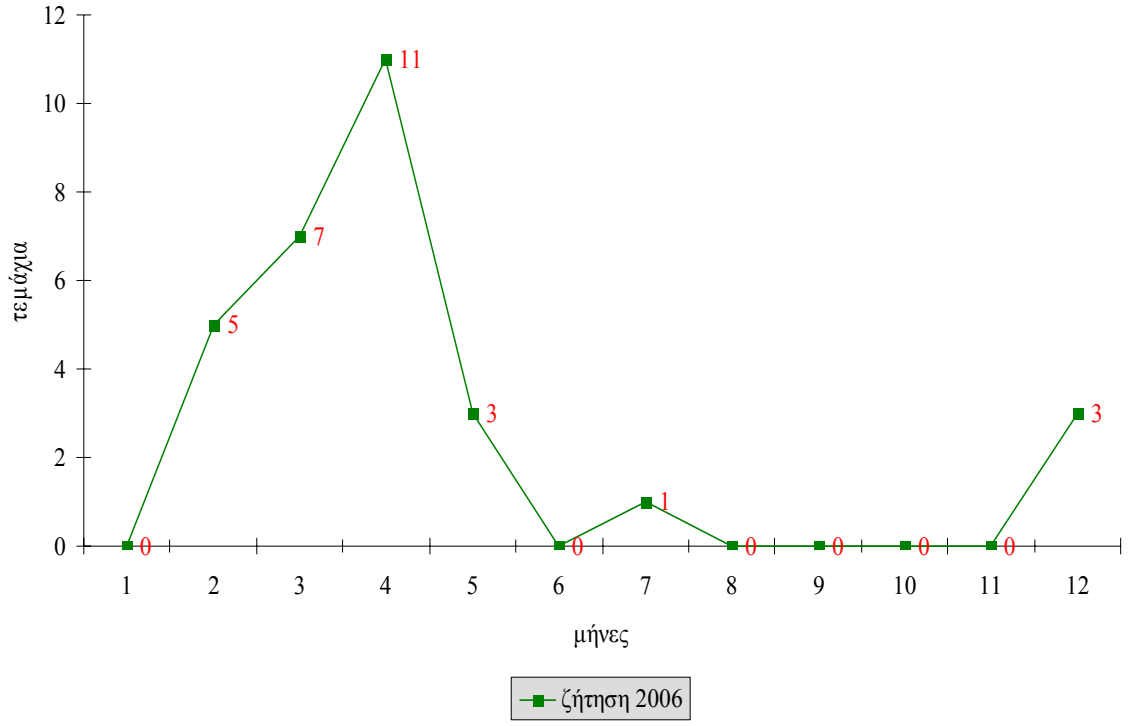
Πίνακας 2.7 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2007

Είναι φανερό από τις ενδείξεις του παραπάνω πίνακα ότι υπάρχει μια αισθητή μείωση του σφάλματος. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές των προβλέψεων που προέκυψαν για τις δώδεκα περιόδους του 2009, λαμβάνοντας υπόψη τη μέση τιμή του 2007 και με δεδομένο ότι οι υπολογισμοί ξεκίνησαν από την αρχή του 2008 πλησιάζουν περισσότερο τις πραγματικές τιμές της ζήτησης που καταγράφονται. Πολύ μεγαλύτερη βελτίωση όσο αφορά το μέγεθος του σφάλματος παρουσιάζεται στην περίπτωση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, ειδικά στις δύο μεθόδους MSE και MAPE. Αυτή είναι και η αιτία που η μέθοδος με το μεγαλύτερο σφάλμα στις προβλέψεις της δεν είναι πλέον η ES αλλά η MA(N), όπως αποτυπώνεται και στα μηνύματα στο κάτω μέρος του **πίνακα 2.7**

2.3.1.7 Ζήτηση 2006

Για την οριστικοποίηση των συμπερασμάτων μας όμως θα προχωρήσουμε ακόμα πιο πολύ και θα αυξήσουμε και άλλο τον αριθμό του πλήθους των προβλέψεων προτού φτάσουμε στις 12 περιόδους του 2009. Στην πρώτη περίπτωση έχοντας ως αφετηρία τη μέση τιμή των τιμών της ζήτησης του 2008 ξεκινήσαμε να προβλέπουμε τη ζήτηση της

κάθε περιόδου του 2009. Στην αρχή είχαμε μόνο μία τιμή και στη συνέχεια το πλήθος των χρησιμοποιούμενων τιμών αυξάνονταν καθώς μεγάλωνε και ο αύξων αριθμός της περιόδου. Στη δεύτερη περίπτωση ξεκινήσαμε την πρόβλεψη μας για το 2009 δώδεκα περιόδους νωρίτερα. Έτσι χρησιμοποιώντας ως αφετηρία τη μέση τιμή των τιμών της ζήτησης του 2007 ξεκινήσαμε να καταγράφουμε προβλέψεις και πραγματικές τιμές για την πρώτη περίοδο του 2008 . Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να έχουμε ήδη δώδεκα τιμές στη διάθεσή μας, για την πρόβλεψη και τη ζήτηση αντίστοιχα, για να κάνουμε την πρόβλεψη της πρώτης περιόδου του 2009, οι οποίες αυξάνονταν ανάλογα όσο προχωρούσαμε παραπέρα. Θα ολοκληρώσουμε λοιπόν την προσπάθειά μας χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή των τιμών ζήτησης του 2006, για να ξεκινήσουμε τις προβλέψεις, αρχίζοντας από την πρώτη περίοδο του 2007. Ευνόητο είναι ότι οι διαθέσιμες καταγεγραμμένες προβλέψεις και οι πραγματικές τιμές της ζήτησης πριν από την έναρξη του 2009 θα είναι πλέον είκοσι τέσσερις.



Εικόνα 2.14 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2006

Ο παρακάτω πίνακας παραθέτει τις ζητήσεις που καταγράφηκαν για το έτος 2006. Το ύφος της χρονοσειράς είναι τυχαίο και ακαθόριστο, αφού μια απότομη ανοδική τάση

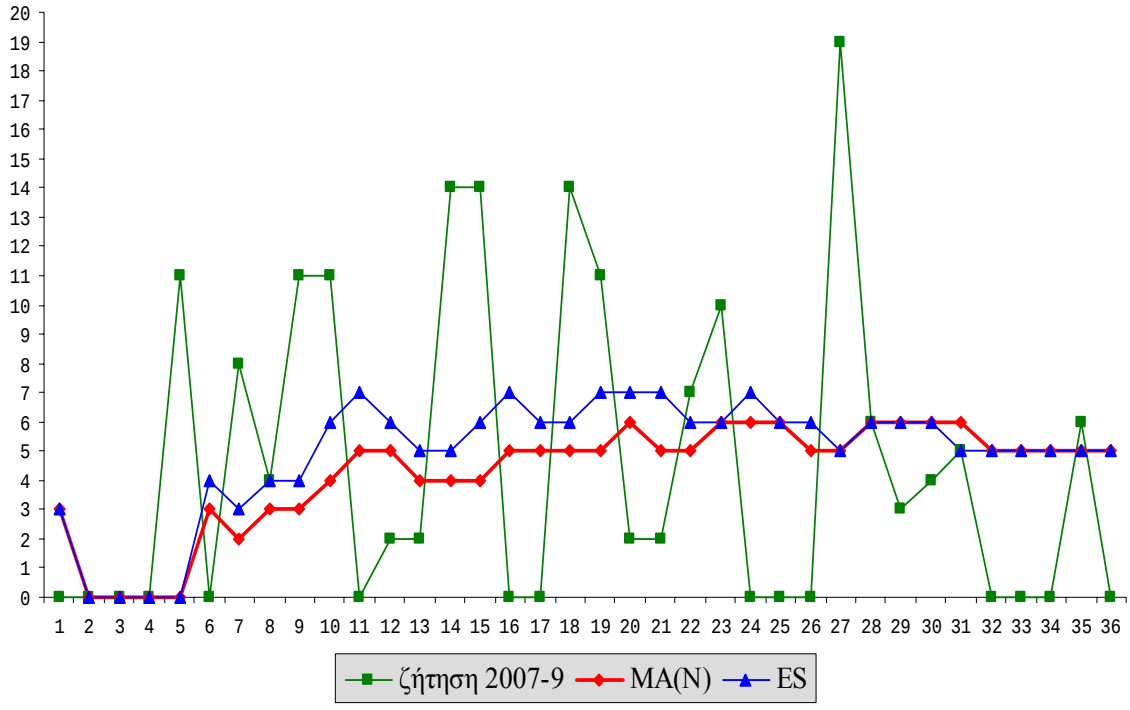
στις πρώτες περιόδους συνοδεύεται από μια εξίσου απότομη πτώση με πολύ μικρές αυξομειώσεις μετέπειτα.

περίοδος	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
ζήτηση	0	5	7	11	3	0	1	0	0	0	0	3

Πίνακας 2.8 χρονοσειρά του προϊόντος με κωδικό ERP 4 11-07-08500 για το 2006

2.3.1.8 Υπολογισμοί

Η μέση τιμή των πραγματικών ζητήσεων του 2006 που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.8 είναι 2,5 τεμάχια. Επομένως θα θεωρήσουμε ότι η πρόβλεψη για την πρώτη περίοδο του 2007 είναι 3 τεμάχια. Στην Εικόνα 2.15 παρουσιάζονται και πάλι η ζήτηση και οι αντίστοιχες προβλέψεις των μεθόδων για το χρονικό διάστημα 2007, 2008 και 2009. Για μια ακόμη φορά επισημαίνουμε τις απότομες αυξομειώσεις των τιμών της ζήτησης και τη συγκέντρωση των τιμών των προβλέψεων στις ενδιάμεσες τιμές που υπάρχουν μεταξύ μιας μεγάλης και μιας μικρής τιμής της ζήτησης.



Εικόνα 2.15 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2007

α/α περίοδων	Dt	Ft	MA(N)	Ft	ES
1	0	3	3,000	3	3,000
2	0	0	0,000	0	0,000
3	0	0	0,000	0	0,000
4	0	0	0,000	0	0,000
5	11	0	0,000	0	0,000
6	0	0	2,200	4	3,630
7	8	2	1,833	3	2,577
8	4	2	2,714	4	3,933
9	11	3	2,875	4	3,948
10	11	3	3,778	6	5,358
11	0	4	4,500	7	6,374
12	2	4	4,091	6	5,290
13	2	4	3,917	5	4,797
14	14	4	3,769	5	4,405
15	14	5	4,500	6	5,652
16	0	5	5,133	7	6,738
17	0	5	4,813	6	5,929
18	14	5	4,529	6	5,277
19	11	4	5,056	7	6,236
20	2	5	5,368	7	6,713
21	2	5	5,200	7	6,242
22	7	5	5,048	7	5,860
23	10	5	5,136	7	5,962
24	0	5	5,348	7	6,285
25	0	6	5,125	6	5,783
26	0	6	4,920	6	5,320
27	19	5	4,731	6	4,948
28	6	5	5,259	7	5,931
29	3	6	5,286	7	5,936
30	4	6	5,207	7	5,731
31	5	5	5,167	7	5,627
32	0	5	5,161	7	5,589
33	0	5	5,000	6	5,254
34	0	5	4,848	6	4,939
35	6	5	4,706	6	4,642
36	0	5	5,000	6	4,724

Πίνακας 2.9 ζήτηση 2009 και αποτελέσματα μεθόδων προβλέψεων MA(N) και ES με βάση το 2006

2.3.1.9 Αξιολόγηση

Ο Πίνακας 2.10 παρακάτω αποτελεί το πιο ουσιαστικό κομμάτι, γιατί εμφανίζει ιδιότητες που είναι σημαντικές. Παρόλο που αυξήθηκε ο αριθμός των προβλέψεων πριν την έναρξη του 2009, ωστόσο δε βελτιώθηκε η ακρίβειά τους και τα σφάλματα παρέμειναν στις ίδιες περίπου τιμές με αυτές του Πίνακα Β. Βέβαια οφείλουμε να υπογραμμίσουμε ότι υπήρξε μια σχετική μείωση στο σφάλμα στη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου, κάτι που είναι και λογικό, αφού αυξάνεται το πλήθος τιμών που χρησιμοποιεί ο τύπος υπολογισμού. Από την άλλη μεριά όμως η εκθετική εξομάλυνση παρουσιάζει μια στατικότητα και δε βελτιώνονται τα αποτελέσματα των προβλέψεών της. Αυτό φαίνεται λογικό αφού είδαμε ότι η σταθερά απόσβεσης α επιλέγεται με βάση το πλήθος Ν των κατεγεγραμμένων τιμών. Στην αρχή όταν το Ν έχει πολύ μικρές τιμές, η τιμή του α μεταβάλλεται αισθητά και η μεταβολή του επηρεάζει αρκετά τα αποτελέσματα. ($a = \frac{2}{N+1}$). Όταν όμως το Ν μεγαλώσει πολύ τότε η μεταβολή του α είναι πιο μικρή και με την περαιτέρω αύξηση του Ν γίνεται μικρότερη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να επηρεάζει όλο και λιγότερο την τελική τιμή της πρόβλεψης.

Συνεπώς διαπιστώνουμε ότι η μεγάλη αύξηση του πλήθους Ν των περιόδων που γίνεται η πρόβλεψη και η καταγραφή της ζήτησης μπορεί να έχει όφελος για τη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρο, αλλά όχι τόσο για την απλή εκθετική εξομάλυνση. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι αν δεν υπάρχει άλλος τρόπος επιλογής του α, παρά μόνο αυτός που εξαρτάται από το πλήθος Ν, θα πρέπει να ξεκαθαριστεί πόσο θα είναι αυτό το πλήθος.

Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009			
	MAD (1/n*Σ|ei|)	**MSE (1/n*Σei^2)**	**MAPE {(1/n)*Σ|e/D|}*100**
MA(N)	4,42	31,92	21,42
ES	5,00	35,67	27,79
σύμφωνα με τη μέθοδο MAD, μεγαλύτερο σφάλμα (5,00) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MSE, μεγαλύτερο σφάλμα (35,67) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MAPE, μεγαλύτερο σφάλμα (27,79) εμφανίζεται στην ES			

Πίνακας 2.10 Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009 με βάση το 2006

2.4 Συμπεράσματα

1. Και οι δύο μέθοδοι προέρχονται με βάση τη θεώρηση ότι η ζήτηση είναι στατική (δηλαδή μπορεί να παρασταθεί από μια σταθερά και μια τυχαία διακύμανση). Όμως παρόλο που οι μέθοδοι είναι κατάλληλες για στατικές χρονοσειρές, αυτό δε σημαίνει ότι θα μείνουν στατικές για πάντα. Προσαρμόζοντας κατάλληλα τις τιμές των N και α, μπορούμε να κάνουμε τις δύο μεθόδους περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητες σε μεταβολές του τύπου δεδομένων.

2. Και οι δύο μέθοδοι εξαρτώνται από τον καθορισμό μιας μόνο παραμέτρου. Για τον απλό κινούμενο μέσο όρο η παράμετρος είναι η N, δηλαδή ο αριθμός των περιόδων του κινούμενου μέσου όρου, ενώ για την απλή εκθετική εξομάλυνση η παράμετρος είναι η α, η σταθερά εξομάλυνσης. Μικρές τιμές του N και μεγάλες τιμές του α οδηγούν σε προβλέψεις που κατανέμουν μεγαλύτερο βάρος στα παρελθοντικά δεδομένα. Μικρά N και μεγάλα α είναι πιο ευαίσθητα σε μεταβολές του τύπου της ζήτησης, όμως οδηγούν σε σφάλματα με μεγαλύτερη μεταβλητότητα.

3. Η πρόβλεψη μέσω της απλής εκθετικής εξομάλυνσης είναι ένας σταθμισμένος μέσος όρων όλων των παρελθοντικών δεδομένων. Η πρόβλεψη μέσω του απλού κινούμενου μέσου όρου είναι ένας σταθμισμένος μέσος όρος των παρελθοντικών δεδομένων των N τελευταίων περιόδων. Όταν $a = \frac{2}{N+1}$ ή $N = \frac{2-a}{a}$ και οι δύο μέθοδοι έχουν την ίδια κατανομή σφάλματος.

4. Τέλος για λόγους χρησιμότητας και πρακτικής εφαρμογής παραθέτουμε ένα επιπλέον τύπο που δίνεται στη βιβλιογραφία για το γρήγορο υπολογισμό της ζήτησης μιας περιόδου με τη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου.

Το **N** είναι το πλήθος των περιόδων που έχουμε τόσο τις τιμές της ζήτησης όσο και των προβλέψεων.

Το **t** είναι η περίοδος που προηγήθηκε από αυτή που θέλουμε να προβλέψουμε.

$$F_{t+1} = F_t + \frac{1}{N}(D_t + D_{t-N}) \qquad \text{(τύπος 3)}$$

Παράδειγμα:

Θέλουμε να προβλέψουμε τη ζήτηση της περιόδου 7 (t=7). Αν το πλήθος των διαθέσιμων τιμών είναι 6 (N=6) τότε ο τύπος γίνεται:

$$F_7 = F_6 + \frac{1}{6}(D_6 + D_1)$$

Αν το πλήθος των διαθέσιμων τιμών είναι 4 τότε αυτός γίνεται:

$$F_7 = F_6 + \frac{1}{4}(D_6 + D_3)$$

Καταλήγοντας μιας και αναλύουμε τη συγκεκριμένη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου αξίζει να σημειώσουμε ότι αυτή δεν ενδείκνυται για χρονοσειρές που εμφανίζουν τάση (αυξανόμενη ή μειούμενη) με την πάροδο του χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{ο} : Διαχείριση Αποθεμάτων

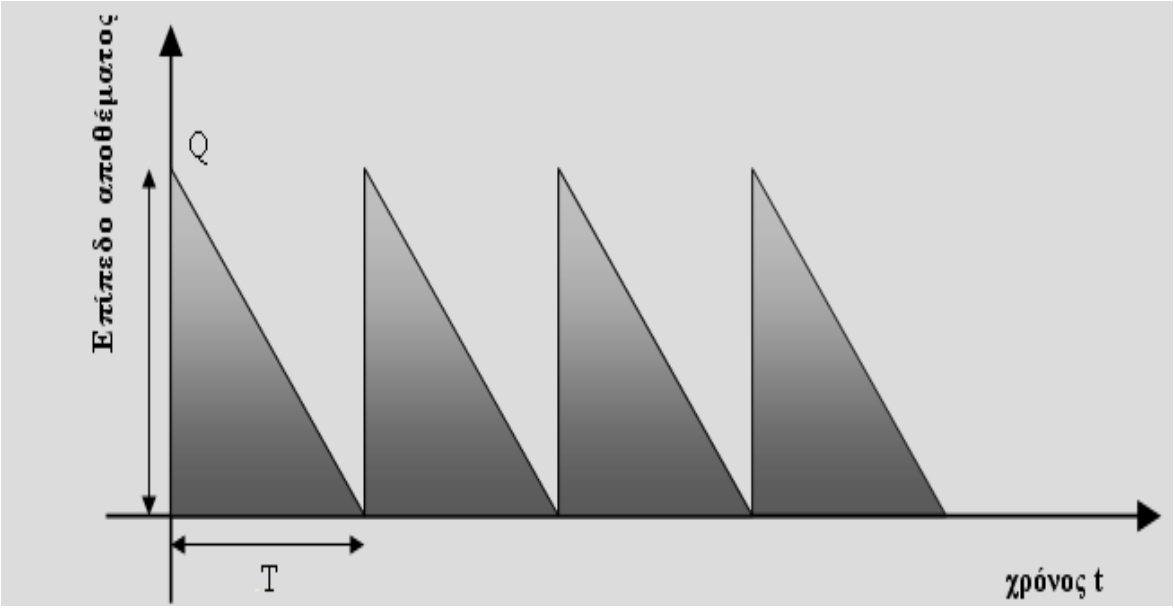
Το είδος των μοντέλων που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην πράξη και στην πραγματικότητα αποτελούν τη βάση των πολιτικών που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα εμπορικά συστήματα αποθεμάτων, είναι αυτό που λαμβάνει υπόψη του και το σταθερό κόστος παραγγελίας και το σταθερό χρόνο ικανοποίησης αυτής. Θεωρούμε ότι η ζήτηση κατά τη διάρκεια του χρόνου αυτού είναι συνεχής τυχαία μεταβλητή. Εφόσον θεωρούμε τη ζήτηση τυχαία έχουμε να αντιμετωπίσουμε δύο ανεξάρτητες μεταβλητές απόφασης. Την **Q** που είναι η ποσότητα παραγγελίας και την **R** που είναι η στάθμη της ποσότητας του αποθέματος, όπου πρέπει να κάνουμε την παραγγελία. Συμπληρωματικά σημειώνουμε τις παρακάτω παραδοχές:

1. Το σύστημα είναι συνεχούς επιθεώρησης. Οι ζητήσεις καταγράφονται καθώς εμφανίζονται και το επίπεδο του διαθέσιμου αποθέματος είναι γνωστό σε κάθε χρονική στιγμή.

2. Η ζήτηση είναι τυχαία και στατική. Αυτό σημαίνει ότι παρόλο που δεν μπορούμε να προβλέψουμε την τιμή της ζήτησης με ακρίβεια η μέση τιμή της ζήτησης για οποιαδήποτε χρονικό διάστημα είναι σταθερή. Έστω λοιπόν ότι ο μέσος ρυθμός ζήτησης είναι λ $\frac{\text{μονάδες}}{\text{έτος}}$

3. Υπάρχει σταθερός θετικός χρόνος ικανοποίησης της παραγγελίας.

4. Τα κόστη που θα ληφθούν υπόψη στη συνάρτηση κόστους είναι:
   - **i.** Σταθερό κόστος ανά παραγγελία K.
   - **ii.** Κόστος διατήρησης ανά διατηρούμενη μονάδα ανά έτος h.
   - **iii.** Μεταβλητό κόστος παραγγελίας ανά μονάδα c.
   - **iv.** Κόστος έλλειψης ανά μονάδα ζήτησης που δεν ικανοποιείται p.



Εικόνα 2.16 Χρόνος T μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών (κύκλος)

Ορίζουμε ως **κύκλο T** το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών ποσότητας Q.

3.1 Συνάρτηση κόστους

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω παραθέτουμε τη συνάρτηση κόστους την οποία επιδιώκουμε να λάβει την ελάχιστη τιμή.

$$F(Q,R) = h \times \left(\frac{Q}{2} + R - \lambda \times \tau \right) + \mathrm{K} \times \frac{\lambda}{Q} + \frac{n(R) \times p \times \lambda}{Q} \qquad \text{(τύπος 4)}$$

Ο πρώτος όρος του δεύτερου σκέλους της εξίσωσης αφορά το **κόστος διατήρησης του αποθέματος**. Για να γίνει κατανοητό τι περιλαμβάνει ο όρος αυτός ας υποθέσουμε ότι έχουμε την παρακάτω απλή περίπτωση.

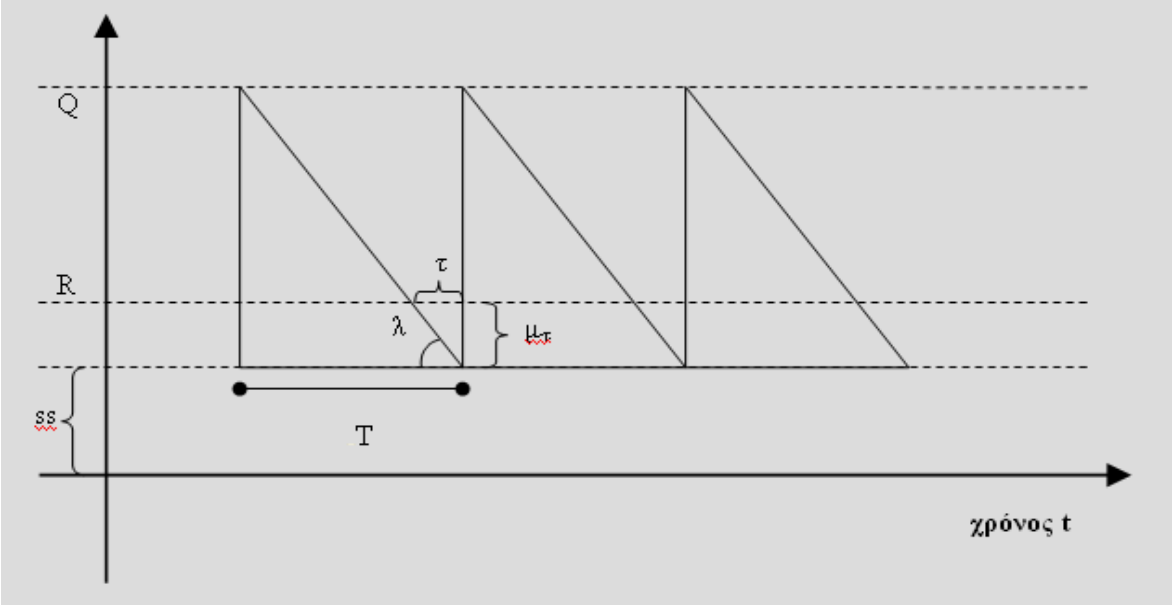
Το μέγεθος της παραγγελίας είναι Q. Έτσι το διαθέσιμο απόθεμα αυξάνεται στιγμιαία από την τιμή μηδέν σε Q με την παραλαβή της παραγγελίας. Επιπλέον βλέπουμε

ότι το επίπεδο του αποθέματος μειώνεται γραμμικά από Q σε μηδέν σε κάθε κύκλο T. Η γραμμική συνάρτηση μείωσης του αποθέματος είναι $y = -\frac{Q}{T} \times t + Q$.

Επαληθεύοντας τη συνάρτηση βλέπουμε ότι για t = 0 το y = Q (παραλαβή της παραγγελίας) και για t = T το y = 0 (λίγο πριν την παραλαβή της νέας ποσότητας). Για να βρούμε το μέσο επίπεδο αποθέματος κατά τη διάρκεια του κύκλου έχουμε:

$$\overline{Q} = -\frac{\int_0^T (-\frac{Q}{T} \times t + Q)dt}{T - 0} = \frac{\frac{1}{2} \times Q \times T}{T} = \frac{Q}{2}$$

Αν η πολιτική της επιχείρησης είναι η διατήρηση **αποθέματος ασφαλείας (safety stock),** τότε το αναμενόμενο επίπεδο αποθέματος κυμαίνεται γραμμικά μεταξύ των s και Q + s και όχι από μηδέν μέχρι Q όπως είδαμε στην προηγούμενη απλή και θεωρητική περίπτωση. Στο παρακάτω σχήμα (**Εικόνα 2.17**) παρουσιάζεται αυτή η περίπτωση:



Εικόνα 2.17 Διατήρηση αποθέματος ασφαλείας και χρόνος απόκρισης τ

Ορίζουμε ως **περίοδο** το χρόνο που απαιτείται για να επιδράσει μια αλλαγή στο διαθέσιμο επίπεδο αποθέματος. Η περίοδος που λέγεται και χρόνος απόκρισης συμβολίζεται με το **τ.** Το απόθεμα ασφαλείας ορίζεται ως το αναμενόμενο επίπεδο του διαθέσιμου αποθέματος ακριβώς πριν φτάσει η παραγγελία και δίνεται από τη σχέση **s = R – λ*τ**, όπου R είναι η στάθμη του αποθέματος που γίνεται η νέα παραγγελία και $\lambda^*\tau = \mu_\tau$ η ποσότητα που θα καταναλωθεί μέχρι την άφιξή της. Συνεπώς το s είναι η ποσότητα που θα παραμείνει στην αποθήκη για να χρησιμοποιηθεί μόνο αν υπάρξει ζήτηση μεγαλύτερη από

τη συνηθισμένη. Είναι ευνόητο λοιπόν ότι το μέσο απόθεμα στη διάρκεια ενός κύκλου είναι το Q/2 όπως προέκυψε παραπάνω, μαζί με την ποσότητα s. Έτσι ο όρος $\left(\frac{Q}{2}+R-\lambda\times\tau\right)$ πολλαπλασιάζεται με το κόστος διατήρησης ανά διατηρούμενη μονάδα ανά έτος, το οποίο είναι το γινόμενο του ετήσιου επιτοκίου και του μεταβλητού κόστους παραγγελίας (**h = I*c)**

Ο δεύτερος όρος της συνάρτησης κόστους αφορά το **κόστος ρύθμισης** ή αλλιώς **το κόστος παραγγελίας**. Όπως είδαμε και παραπάνω στις παραδοχές το σταθερό κόστος ανά παραγγελία είναι **K**. Το συγκεκριμένο κόστος επιβαρύνει την επιχείρηση κάθε φορά που γίνεται παραγγελία μιας νέας ποσότητας Q. Άρα σε κάθε κύκλο T υπάρχει μια σταθερή επιβάρυνση που είναι το κόστος παραγγελίας **K**. Αν αναγάγουμε το κόστος αυτό στη μονάδα του χρόνου τότε έχουμε :

$$\text{Μέσο κόστος ρύθμισης ανά μονάδα χρόνου} = \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{T}} = \mathrm{K}\times\frac{\lambda}{Q}$$

Ολοκληρώνοντας την περιγραφή της βασικής συνάρτησης κόστους καταλήγουμε στον **τρίτο όρο**, ο οποίος σχετίζεται με το **κόστος έλλειψης**. Από την Εικόνα 8 μπορούμε να καταλάβουμε ότι το μόνο κομμάτι του κύκλου, κατά τη διάρκεια του οποίου το σύστημα είναι εκτεθειμένο σε ελλείψεις είναι αυτό ανάμεσα στο χρόνο που τίθεται μια παραγγελία και στο χρόνο που αυτή φτάνει. Ο αριθμός των μονάδων της ανικανοποίητης ζήτησης είναι η ποσότητα της ζήτησης μέσα στο χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας που ξεπερνά το επίπεδο της αναπαραγγελίας R. Το **n(R)** είναι ο μέσος αριθμός ελλείψεων ανά κύκλο. Το $n(R)\times p$ είναι το κόστος έλλειψης στη διάρκεια ενός κύκλου T. Έτσι ακολουθώντας την ίδια λογική με το κόστος παραγγελίας έχουμε:

$$\text{Μέσο κόστος έλλειψης ανά μονάδα χρόνου} = \frac{\mathrm{n(R)}\times p}{\mathrm{T}} = \frac{\mathrm{n(R)}\times p\times\lambda}{Q}$$

Αν η ζήτηση στο χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας είναι κανονική με μέση τιμή $\boldsymbol{\mu_\tau}$ και τυπική απόκλιση $\boldsymbol{\sigma_\tau}$ τότε ο αριθμός ελλείψεων ανά κύκλο είναι:

$$n(R)=\sigma_\tau\times L(z), \qquad \textbf{(τύπος 5)}$$

όπου $L(z)=L(\frac{R-\mu_\tau}{\sigma_\tau})$ είναι η συνάρτηση της μερικής προσδοκητής τιμής (standardized loss function)

3.2 Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2. Ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται άμεσα,β

Επειδή το κόστος έλλειψης περιλαμβάνει μη απτές συνιστώσες όπως η απώλεια καλής φήμης και πιθανές καθυστερήσεις σε άλλα μέρη του συστήματος συνήθως χρησιμοποιούμε το επίπεδο εξυπηρέτησης. (service level). Παρόλο που υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τον όρο «εξυπηρέτηση» συνήθως όταν χρησιμοποιούμε τον όρο αυτό αναφερόμαστε στην πιθανότητα η ζήτηση να ικανοποιείται άμεσα (χωρίς καθυστέρηση). Συνεπώς το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2 (fill rate) μετρά αυτό το ποσοστό ζήτησης που ικανοποιείται άμεσα και δίνεται με το β. Έτσι αν θέσουμε για παράδειγμα στόχο εξυπηρέτησης 98%, τότε β=0,98 και πρακτικά αυτό σημαίνει ότι στις 98 από τις 100 περιπτώσεις η ζήτηση θα ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση.

Χρησιμοποιώντας το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2 απλουστεύεται και ο τύπος 5 που μας δίνει τον αριθμός ελλείψεων ανά κύκλο αφού γίνεται :

$$n(R) = (1-\beta) \times Q \qquad \textbf{(τύπος 6)}$$

3.3 Ανάλυση αλγορίθμου

Η σύνταξη του αλγορίθμου είχε σαν στόχο να διευκολύνει το χρήστη κατά την εισαγωγή των δεδομένων και παράλληλα να τον εφοδιάζει, όποτε αυτό είναι απαραίτητο, με μηνύματα τα οποία περιγράφουν την κατάσταση του αποθέματος του προϊόντος και επιπλέον του δίνουν τις πληροφορίες που χρειάζεται για να πάρει τις τελικές του αποφάσεις.

Για την κατανόηση των πεδίων συμπλήρωσης των απαιτούμενων δεδομένων διευκρινίζεται ότι με κόκκινη γραμματοσειρά συμπληρώνονται τα πεδία στα οποία επεμβαίνει ο χρήστης, ενώ με μπλε γραμματοσειρά είναι τα πεδία που συμπληρώνονται αυτόματα μόνα τους.

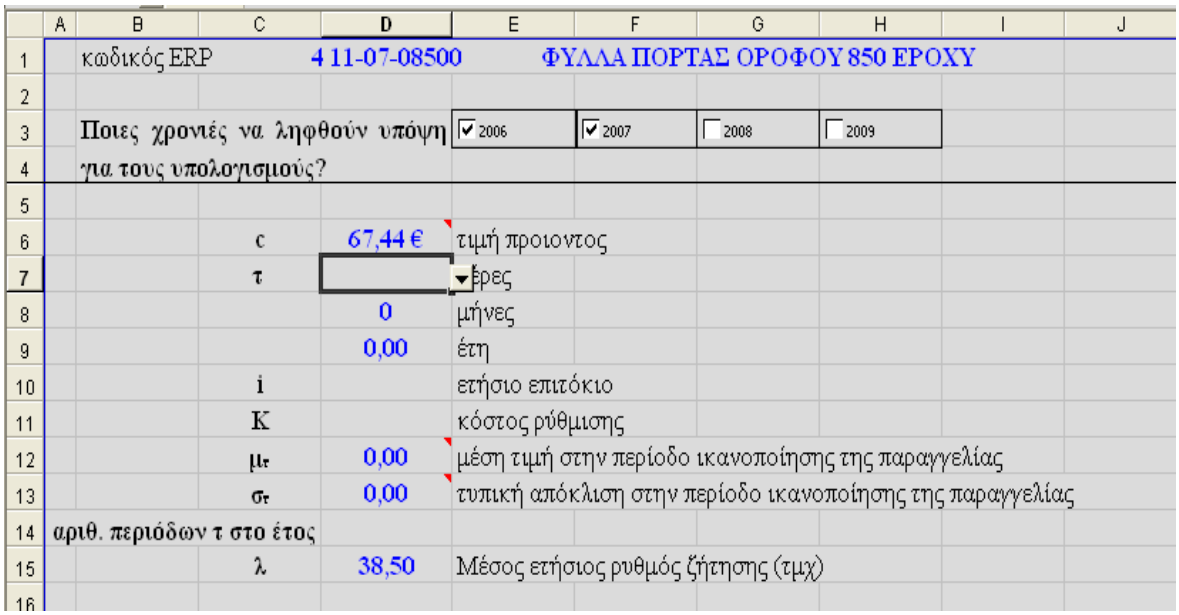
3.3.1 Εισαγωγή δεδομένων

Αρχικά παρουσιάζεται η πρώτη γενική σελίδα όπου συμπληρώνονται σχεδόν όλα τα δεδομένα.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		4 11-07-08500	ΦΥΛΛΑ ΠΟΡΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ 850 ΕΡΟΧΥ					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☐ 2006	☐ 2007	☐ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	0,00 €	τιμή προιοντος					
7			τ		μέρες					
8				0	μήνες					
9				0,00	έτη					
10			i		ετήσιο επιτόκιο					
11			K		κόστος ρύθμισης					
12			μ_τ		μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			σ_τ		τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος								
15			λ		Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

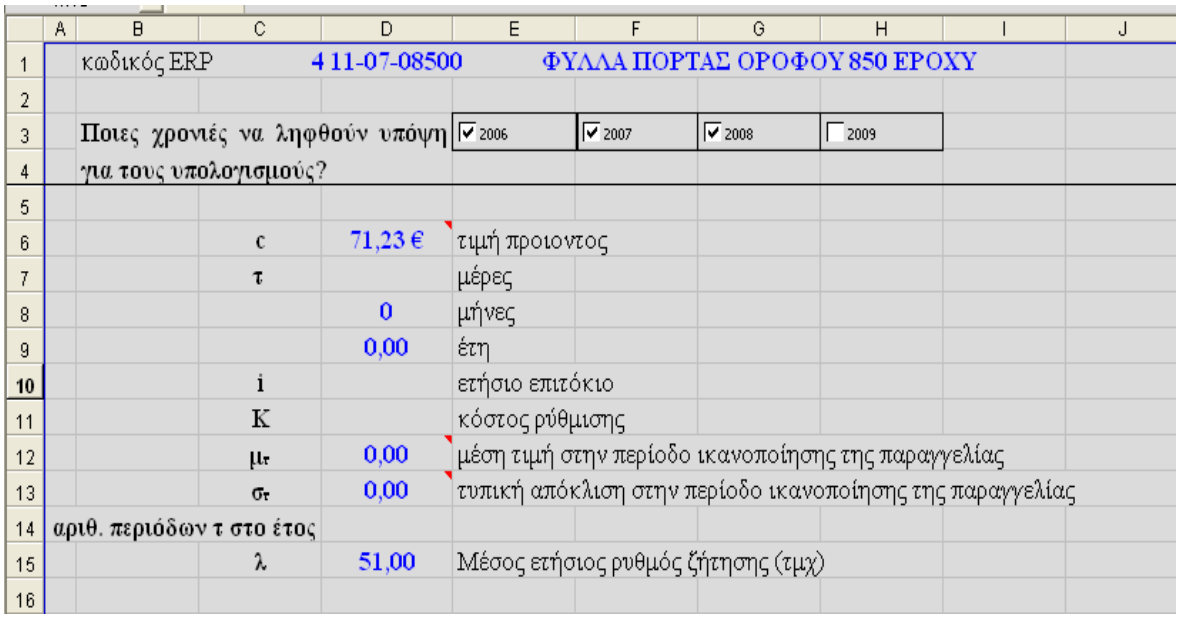
Εικόνα 2.18 Πεδία εισαγωγής δεδομένων

Όπως βλέπουμε και στην **Εικόνα 2.18** το πρώτο ερώτημα στο οποίο καλείται να απαντήσει ο χρήστης είναι ποιες χρονιές θα ληφθούνε υπόψη για τον υπολογισμό του μέσου ετήσιου ρυθμού ζήτησης του προϊόντος και της τιμής αυτού. Έχοντας αντλήσει τις καταγεγραμμένες πληροφορίες για τη ζήτηση του προϊόντος και την αξία της μονάδας του από το ERP της εταιρείας για τα έτη 2006, 2007 και 2008 το λογισμικό υπολογίζει αυτόματα τα παραπάνω μεγέθη και μας δίνει ανάλογα με την επιλογή μας τις ζητούμενες τιμές. Στις **εικόνες 2.19** και **2.20** που ακολουθούν δίνουμε δύο παραδείγματα για την αρτιότερη κατανόηση.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		4 11-07-08500	ΦΥΛΛΑ ΠΟΡΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ 850 ΕΡΟΧΥ					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☐ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	67,44 €	τιμή προιοντος					
7			τ		έρες					
8				0	μήνες					
9				0,00	έτη					
10			i		ετήσιο επιτόκιο					
11			K		κόστος ρύθμισης					
12			μ_τ	0,00	μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			σ_τ	0,00	τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος								
15			λ	38,50	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

Εικόνα 2.19 επιλογή των ετών (2006 & 2007) των οποίων τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν

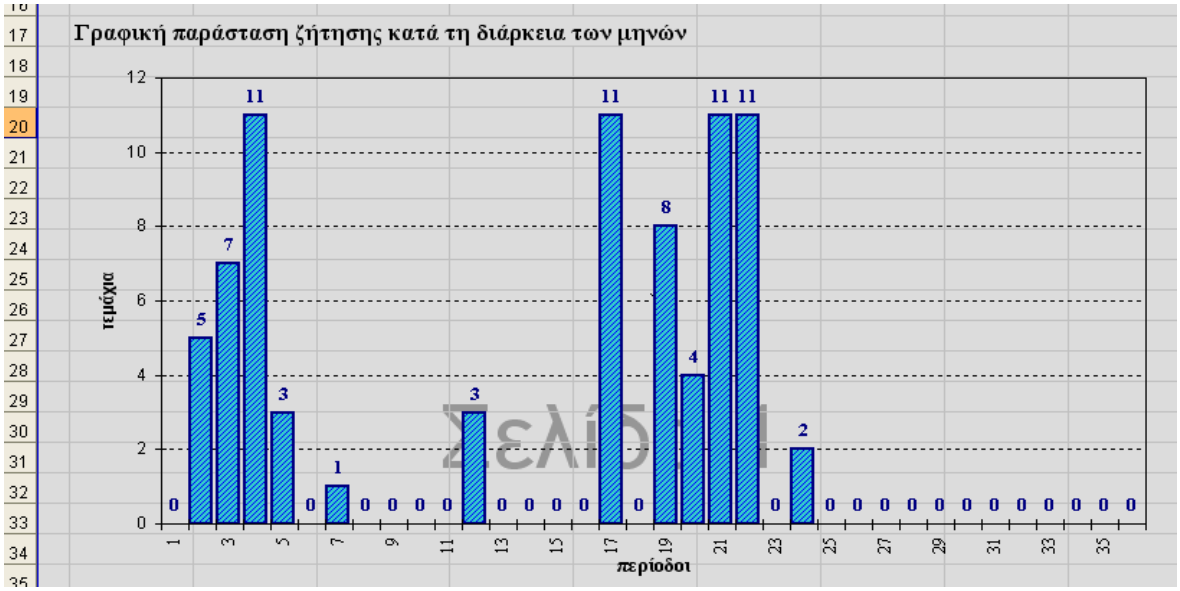


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		4 11-07-08500	ΦΥΛΛΑ ΠΟΡΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ 850 ΕΡΟΧΥ					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	71,23 €	τιμή προιοντος					
7			τ		μέρες					
8				0	μήνες					
9				0,00	έτη					
10			i		ετήσιο επιτόκιο					
11			K		κόστος ρύθμισης					
12			μ_τ	0,00	μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			σ_τ	0,00	τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος								
15			λ	51,00	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

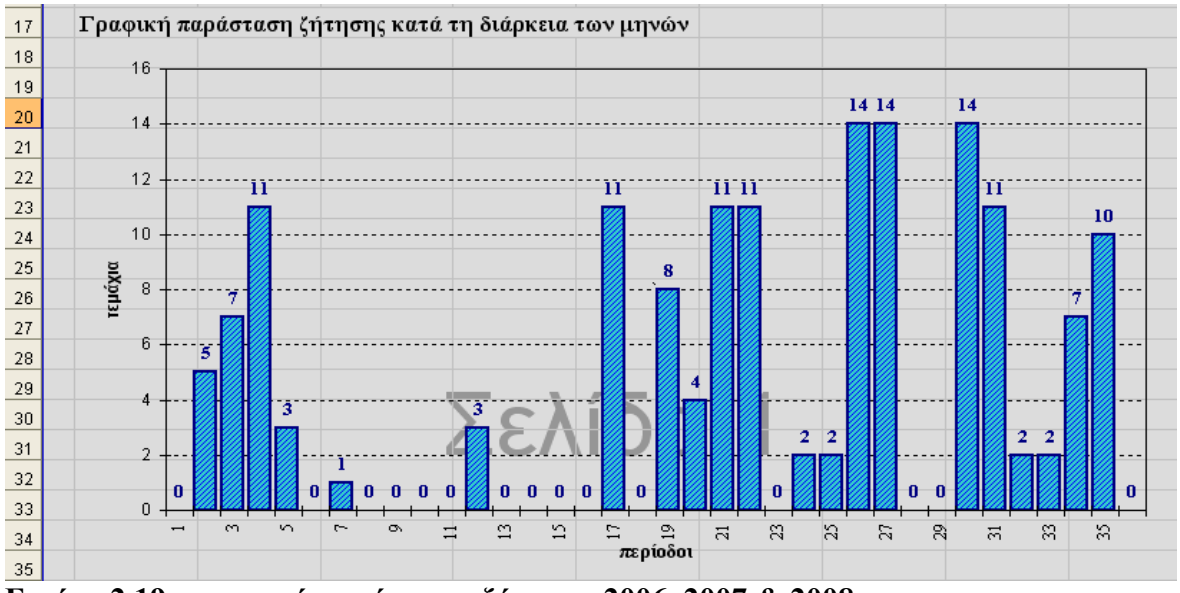
Εικόνα 2.20 επιλογή των ετών (2006, 2007 & 2008)των οποίων τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν

Όπως φαίνεται αν ληφθούν υπόψη τα δεδομένα των ετών 2006 και 2007, τότε η μέση τιμή του προϊόντος και ο μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης διαφέρουν από τις τιμές που παίρνουν αν ληφθούν υπόψη το 2006, το 2007 και το 2008. Επομένως η επιλογή από το χρήστη πρέπει να είναι προσεχτική για να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα δεδομένα. Σε αυτό το σημείο συμπληρώνουμε ότι για να υπάρχει ακόμα πιο ολοκληρωμένη Εικόνα για

το μέσο αριθμό ζήτησης μια δυναμική γραφική παράσταση είναι συνδεδεμένη με τον αλγόριθμο η οποία μεταβάλλεται βάσει των επιλογών του χρήστη. (**Εικόνα 2.19 α και Εικόνα 2.20α**)

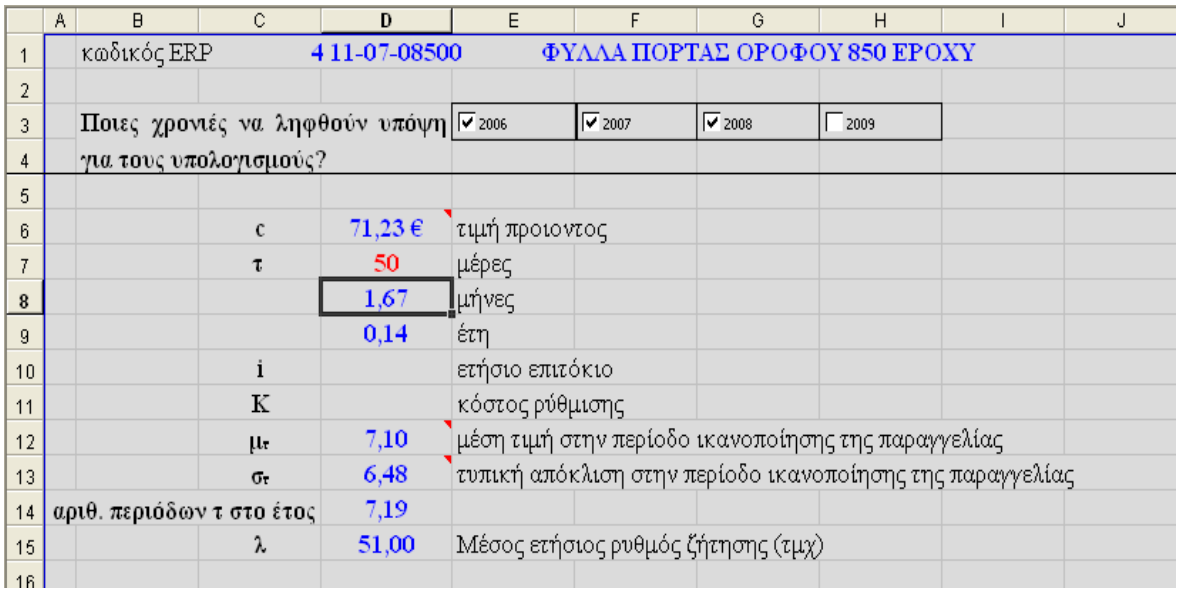


Εικόνα 2.19α γραφική παράσταση ζήτησης 2006 & 2007



Εικόνα 2.19α γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 & 2008

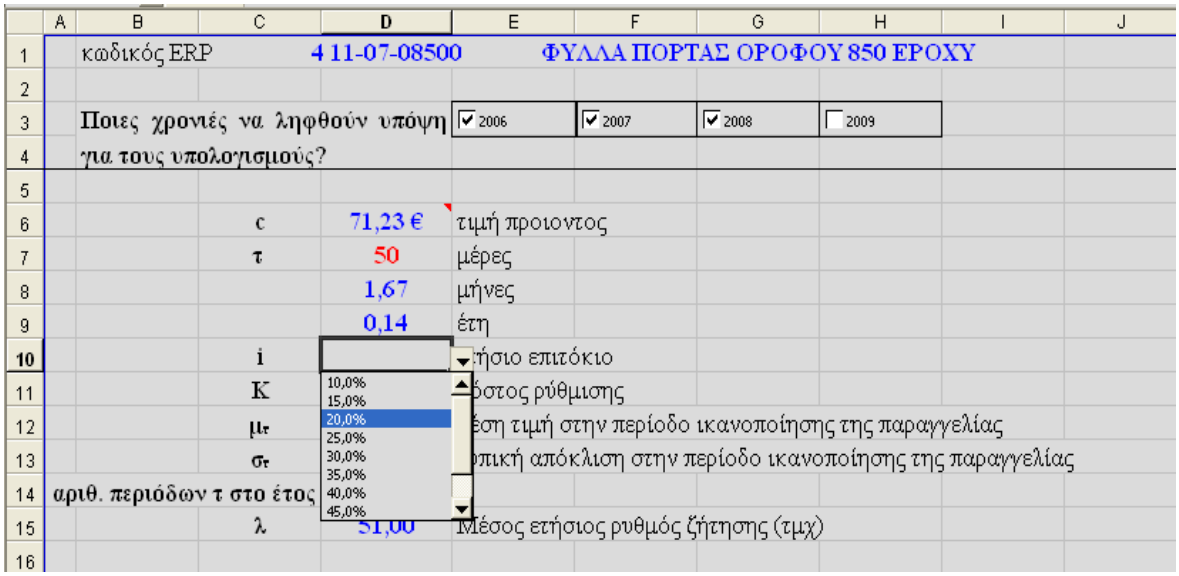
Στη συνέχεια αν συμπληρώσουμε και το χρόνο απόκρισης **τ**, μας δίνεται η μέση τιμή της ζήτησης και η τυπική απόκλισή της κατά τη διάρκειά του. (**Εικόνα 2.21**)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		4 11-07-08500	ΦΥΛΛΑ ΠΟΡΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ 850 ΕΡΟΧΥ					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	71,23 €	τιμή προιοντος					
7			τ	50	μέρες					
8				1,67	μήνες					
9				0,14	έτη					
10			i		ετήσιο επιτόκιο					
11			K		κόστος ρύθμισης					
12			μτ	7,10	μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			στ	6,48	τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος		7,19						
15			λ	51,00	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

Εικόνα 2.21 Εισαγωγή χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας

Τέλος συμπληρώνοντας το ετήσιο επιτόκιο όπως αυτό ορίστηκε παραπάνω και το κόστος ρύθμισης ή αλλιώς το κόστος παραγγελίας όπως συνηθίζεται να αποκαλείται ο αλγόριθμος είναι έτοιμος να μας δώσει τις διάφορες προτεινόμενες λύσεις για το Q και το R, ανάλογα με το επίπεδο εξυπηρέτησης που θα διαλέξουμε. (**Εικόνα 2.22**)

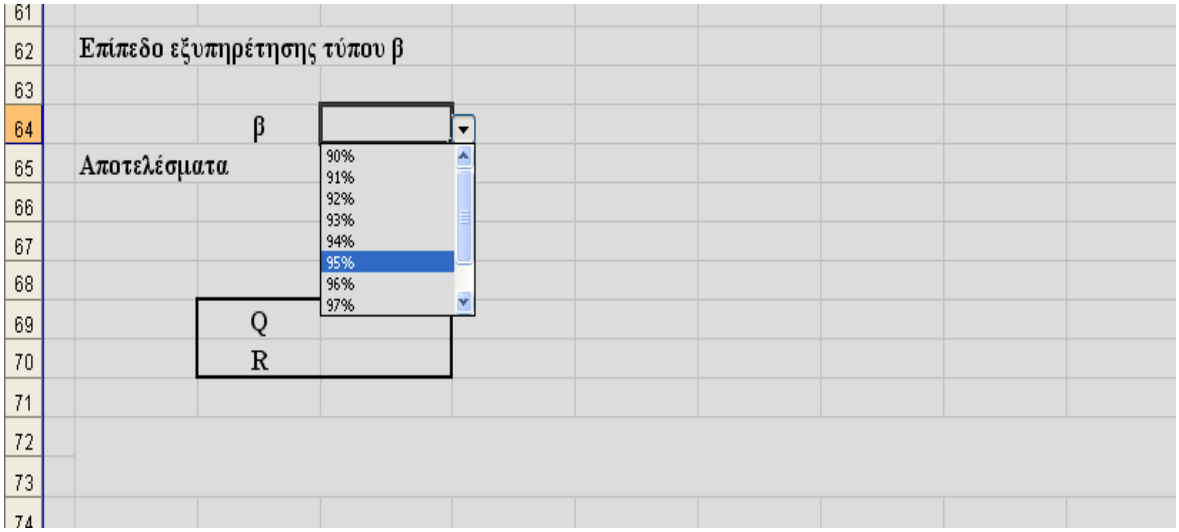


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		4 11-07-08500	ΦΥΛΛΑ ΠΟΡΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ 850 ΕΡΟΧΥ					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	71,23 €	τιμή προιοντος					
7			τ	50	μέρες					
8				1,67	μήνες					
9				0,14	έτη					
10			i		ήσιο επιτόκιο					
11			K		όστος ρύθμισης					
12			μτ		έση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			στ		πική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος								
15			λ	51,00	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

10,0%
15,0%
20,0%
25,0%
30,0%
35,0%
40,0%
45,0%

Εικόνα 2.22 Εισαγωγή ετήσιου επιτοκίου και κόστους ρύθμισης

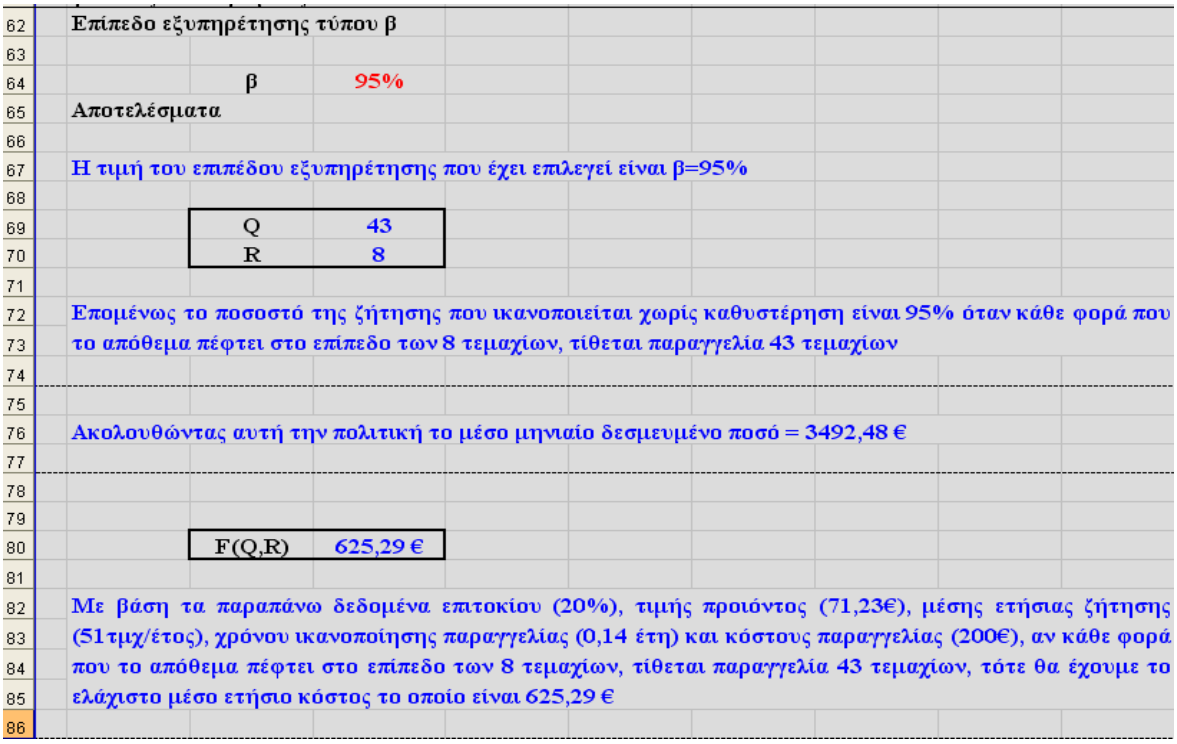
Σε αυτό το σημείο έχουν περαστεί τα περισσότερα δεδομένα που χρειάζεται ο αλγόριθμος για να κάνει τους υπολογισμούς του. Το επόμενο και τελευταίο για αυτούς τους υπολογισμούς πεδίο που πρέπει να συμπληρωθεί είναι αυτό που αφορά το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2, το οποίο επεξηγήσαμε στην παράγραφο 3.2. Συμπληρώνοντας το κατάλληλο πεδίο με την τιμή που επιθυμούμε (**Εικόνα 2.23**) αυτομάτως παίρνουμε τη βέλτιστη ποσότητα Q και R για τις οποίες η συνάρτηση κόστους παίρνει την ελάχιστή της τιμή.



Εικόνα 2.23 Επιλογή β

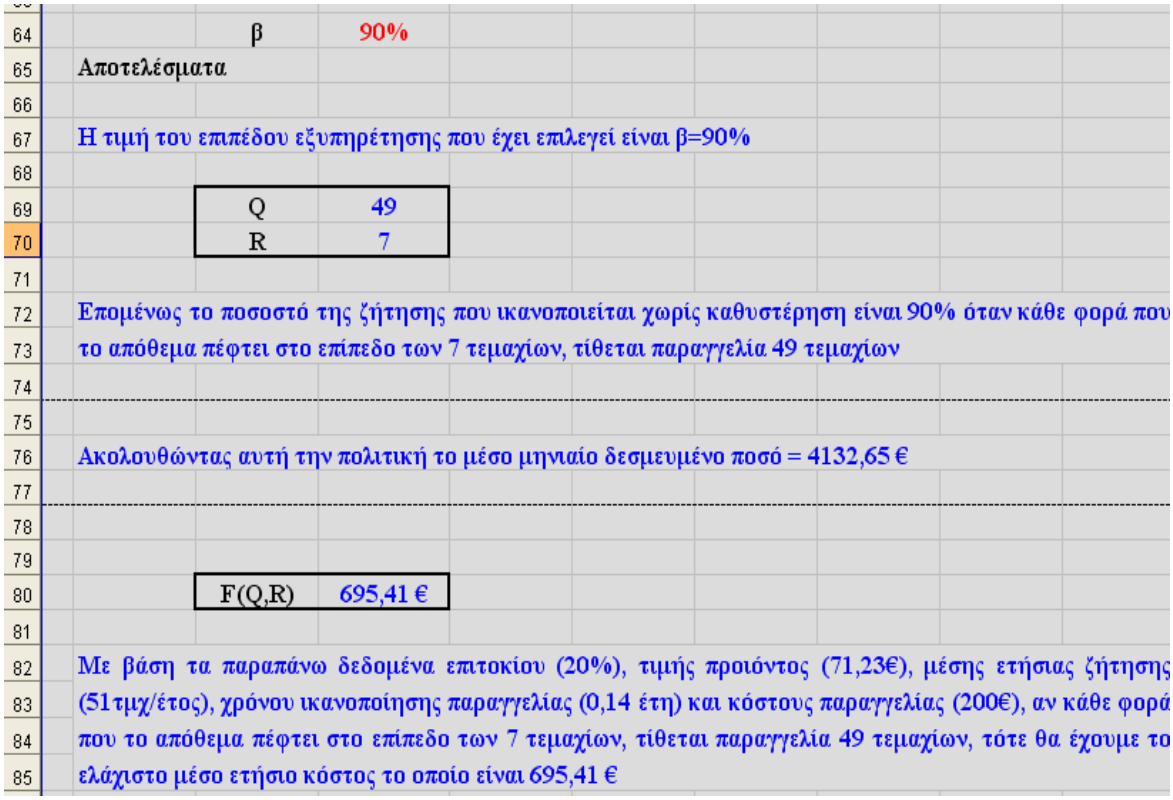
3.3.2 Αριθμητικά αποτελέσματα και μηνύματα διαχείρισης αποθεμάτων

Έτσι λοιπόν για β=95% το πρόγραμμα μας δίνει χρήσιμες πληροφορίες (**Εικόνα 2.24**)



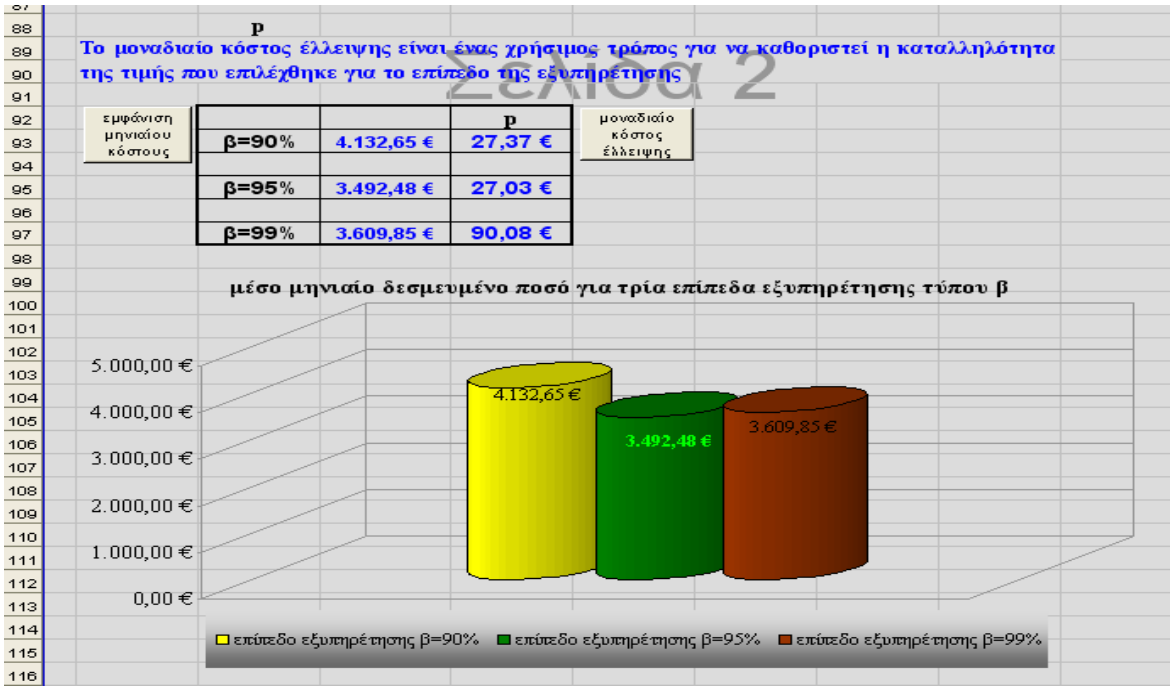
Εικόνα 2.24 Τα τρία πρώτα μηνύματα, αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή δεδομένων

Όπως γίνεται αντιληπτό αρχικά μας δίνονται οι βέλτιστες ποσότητες παραγγελίας (Q= 43 τεμάχια) και επιπέδου αναπαραγγελίας (R=8 τεμάχια). Ακολουθώντας αυτή την πολιτική σύμφωνα με τους υπολογισμούς του αλγόριθμου θα εξυπηρετείται το 95% της ζήτησης χωρίς κανένα πρόβλημα. Επιπλέον δίνεται το συνολικό κόστος που θα προκύψει στην επιχείρηση από τη διαχείριση του αποθέματος του συγκεκριμένου προϊόντος με βάση τις προτεινόμενες ποσότητες Q και R. Τέλος η τρίτη και πιο σημαντική πληροφορία είναι ο υπολογισμός του μέσου μηνιαίου ποσού χρημάτων που θα είναι αναγκασμένη να δεσμεύσει η εταιρεία κατά την προτεινόμενη διαχείριση. Η τιμή αυτή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κάνει τις απαραίτητες συγκρίσεις χρησιμοποιώντας διαφορετικά επίπεδα εξυπηρέτησης και να καταλήξει στην καλύτερη λύση ανάλογα με τη στρατηγική της εταιρείας. Παρακάτω δίνεται η λύση που προτείνει το πρόγραμμα για β=90% (**Εικόνα 2.25**). Όπως μπορεί να διαπιστωθεί οι ποσότητες αλλά και τα οικονομικά μεγέθη αλλάζουν



Εικόνα 2.25 Τα τρία μηνύματα για διαφορετικό επίπεδο εξυπηρέτησης (β=90%)

Πέρα από τα παραπάνω όμως επιπλέον μηνύματα εμφανίζονται στην οθόνη του χρήστη με σκοπό πάντα να αποκομίσει όσο το δυνατό περισσότερες πληροφορίες που θα τον βοηθήσουν στην πληρέστερη κατανόηση των συνθηκών και στη λήψη της καλύτερης απόφασης. Έτσι παρέχεται ενημέρωση σχετικά με το μοναδιαίο κόστος έλλειψης και τον όγκο των χρημάτων που είναι δεσμευμένα μηνιαία για τρία επίπεδα εξυπηρέτησης (β=90%, 95% και 99%) με την επιπρόσθετη παρουσίαση δυναμικών γραφημάτων τα οποία προσαρμόζονται αυτόματα στα εκάστοτε δεδομένα.

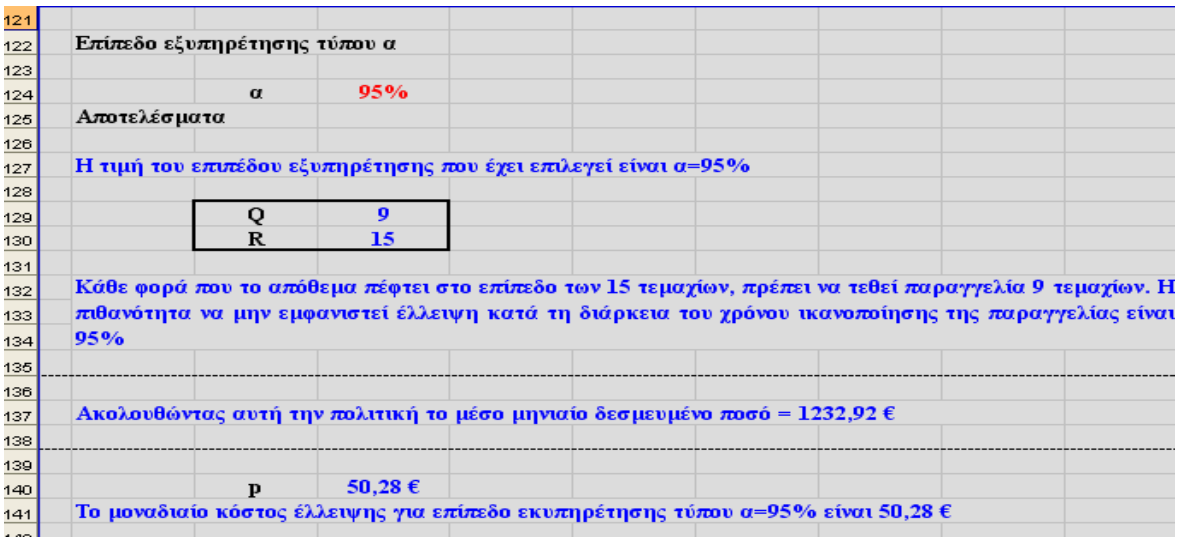


Εικόνα 2.26 Μήνυμα μοναδιαίου κόστους έλλειψης και γραφική παράσταση μέσου δεσμευμένου ποσού

Γνωρίζοντας το μοναδιαίο κόστος έλλειψης μέσω του αυτοματοποιημένου πίνακα που παρουσιάζεται στην **Εικόνα 2.26** για κάθε επίπεδο εξυπηρέτησης ο διαχειριστής των αποθεμάτων έχει μια ακόμα πληροφορία για να κρίνει και να καθορίσει την καταλληλότητα της τιμής για αυτό. Επικουρικά προς τον ίδιο σκοπό λειτουργεί και η πληροφόρηση σχετικά με το μηνιαίο δεσμευμένο ποσό μαζί με την ανάλογη γραφική παράσταση που προσαρμόζεται αυτοματοποιημένα λαμβάνοντας υπόψη τα εκάστοτε δεδομένα. Για την εύρεση αυτού του ποσού το σύστημα χρησιμοποιεί τις καταχωρημένες τιμές σχετικά με την αξία της μονάδας από τα δεδομένα του ERP που αφορούν τις προμήθειες που έχουν γίνει κατά καιρούς και πολλαπλασιάζει τη μέση τιμή αυτών με το απόθεμα που θα μείνει στις αποθήκες κάθε μήνα βάσει των υπολογισμών και των προβλέψεων.

Πέρα από το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2 χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα δεδομένα της μέσης τιμής της ζήτησης και της τυπικής απόκλισης κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας τ, υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστεί η ποσότητα παραγγελίας και το επίπεδο αναπαραγγελίας για το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1. Αυτό το επίπεδο εξυπηρέτησης αφορά την πιθανότητα α να μην εμφανιστεί έλλειψη μέσα στο χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας.Παρόλο που δεν είναι διαδεδομένο στη

χρήση του στη διαχείριση των αποθεμάτων, όπως το β, κρίνεται σκόπιμο να συμπεριληφθεί στα γενικότερα μηνύματα του αλγορίθμου, μιας και μπορεί να προσφέρει χρήσιμα συμπεράσματα. Ας δούμε τις **εικόνες 2.27 και 2.28**.



Εικόνα 2.27 Μήνυμα επιπέδου εξυπηρέτησης τύπου 1, μοναδιαίου κόστους έλλειψης

Εικόνα 2.28 Γραφική παράσταση μέσου μηνιαίου δεσμευμένου ποσού για τους δύο τύπους εξυπηρέτησης 1 και 2 σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση

Όπως βλέπουμε στην **Εικόνα 2.27** δίνονται η ποσότητα παραγγελίας και το επίπεδο αναπαραγγελίας για το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1 και επιπλέον υπάρχει ενημέρωση για το μέσο ποσό χρημάτων που θα δεσμεύεται μηνιαία . Στις υπάρχουσες πληροφορίες προστίθεται η γραφική παράσταση (**Εικόνα 2.28**) όπου γίνεται μια συνολική

παρουσίαση των δύο τύπων εξυπηρέτησης σε συνδυασμό με την υπάρχουσα κατάσταση στην εταιρεία όπως αυτή δίνεται από τα επίσημα στοιχεία που είναι καταχωρημένα στο ERP.

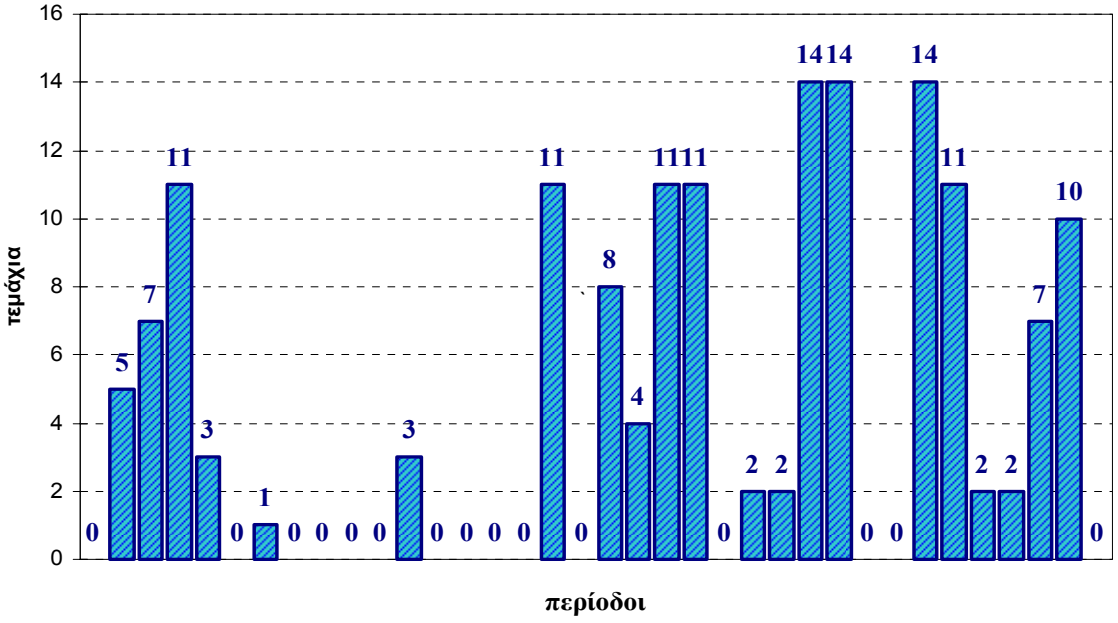
Στην επόμενη ενότητα ακολουθεί η πρακτική εφαρμογή του αλγορίθμου που περιγράφηκε και παράλληλα καταγράφονται παρατηρήσεις και συμπεράσματα σχετικά με τη διαχείριση του προϊόντος με κωδικό 4 11-07-08500 (φύλλα πόρτας ορόφου 850 epoxy) για τον οποίο έγιναν οι προβλέψεις πρωτύτερα.

3.3.3 Εκτέλεση αλγορίθμου προβλέψεων_υπολογισμοί

3.3.3.1 Υπολογισμός EOQ

Για να ξεκινήσει ο υπολογισμός και να βρούμε τις βέλτιστες τιμές των Q και R που ελαχιστοποιούν τη συνάρτηση κόστους πρέπει να υπολογίσουμε αρχικά την EOQ (economic order quantity). Η χρήση της EOQ για τον υπολογισμό του βέλτιστου μεγέθους παραγγελίας είναι μόνο μια προσέγγιση αυτού και χρησιμοποιείται όπως προαναφέραμε για την έναρξη της μεθόδου. Για τον υπολογισμό της EOQ απαιτείται να γνωρίζουμε:

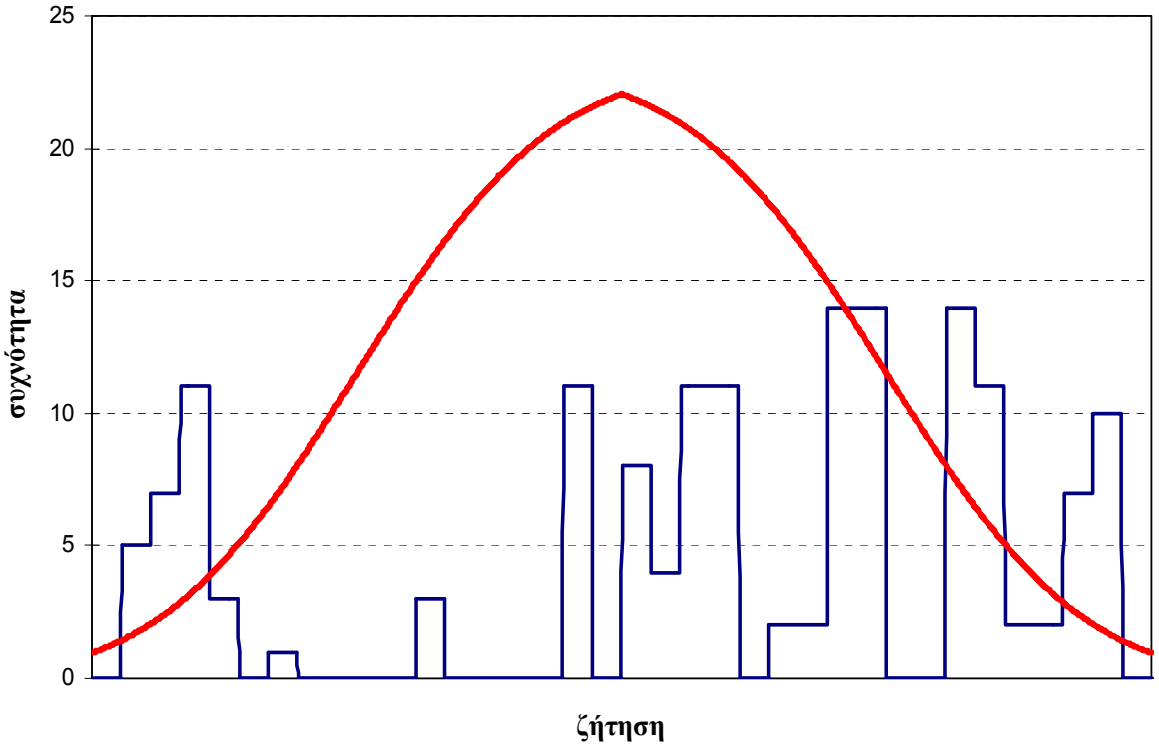
1. **τη μέση ετήσια ζήτηση λ**. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της ζήτησης των 36 μηνών που αντιστοιχούν στα έτη 2006, 2007 & 2008.



Εικόνα 2.30α Γραφική παράσταση ζήτησης 2006, 2007 και 2008

Όπως έχει ειπωθεί η ζήτηση είναι μια τυχαία μεταβλητή για την οποία γίνεται πρόβλεψη σε περιοδική βάση, π.χ. μηνιαία όπως είδαμε και στο πρώτο μέρος. Για να

μπορέσουμε να προχωρήσουμε στους υπολογισμούς μας απαιτείται να προσαρμοστεί η κατανομή της ζήτησης.



Εικόνα 2.30β Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης στην κανονική κατανομή

Από την παραπάνω γραφική παράσταση λοιπόν, όπου παρουσιάζεται με την έντονη κόκκινη γραμμή η καμπύλη της κανονικής κατανομής και με την μπλε η γραφική απεικόνιση της ζήτησης, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η ζήτηση κάθε περιόδου ακολουθεί κανονική κατανομή με:

μέση τιμή μ = 4,25 τεμάχια και
τυπική απόκλιση σ = 5,02 τεμάχια.

***σημείωση:** *Η υπόθεση της κανονικής κατανομής επαληθεύεται σε αντίστοιχο στατιστικό έλεγχο (έλεγχος Χ2), ο οποίος δεν εντάσσεται στο αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας*

Αυτό σημαίνει ότι η μέση ετήσια ζήτηση λ που χρειάζεται στον τύπο της EOQ είναι:

λ = 4,25 τεμάχια *12 μήνες => λ = 51τεμάχια/έτος

2. το ετήσιο επιτόκιο I. Γενικά η τιμή του επιτοκίου αντιστοιχεί στο ευκαιριακό κόστος μιας εναλλακτικής επένδυσης. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να απολαμβάνουν μεγαλύτερες αποδόσεις από τις επενδύσεις τους συγκριτικά με τις αποδόσεις που δίνουν οι τράπεζες για μια κατάθεση. Η εύρεση του κατάλληλου επιτοκίου όμως για το ευκαιριακό κόστος μιας εναλλακτικής επένδυσης είναι μια δύσκολη υπόθεση, γιατί η τιμή αυτού εξαρτάται από ένα κράμα λογιστικών μέτρων (εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης, απόδοση από επένδυση σε πάγια περιουσιακά στοιχεία , εσωτερικό ποσοστό απόδοσης). Έτσι ο καθορισμός του ετήσιου επιτοκίου εναπόκειται αποκλειστικά στους λογιστικούς υπολογισμούς της επιχείρησης και μπορεί να διαφοροποιείται από χρονιά σε χρονιά. Γενικά μια τιμή που κυμαίνεται από 10% έως 30% θεωρείται ως μια καλή προσέγγιση. Θεωρούμε λοιπόν για τη συνέχιση των υπολογισμών ότι I = 20%.

3. την τιμή ενός τεμαχίου του αποθέματος. Η τιμή του συγκεκριμένου κωδικού βάσει των στοιχείων από το ERP της εταιρείας είναι **c = 71,23€ ανά τεμάχιο**.

4. το κόστος παραγγελίας. Έχει υπολογιστεί ότι το κόστος παραγγελίας είναι σχεδόν αμελητέο, μιας και οι εγκαταστάσεις της προμηθεύτριας εταιρίας του συγκεκριμένου κωδικού είναι δίπλα στο χώρο των βιομηχανικών εγκαταστάσεων της ΚΛΕΜΑΝ. Άρα **K = 10€**

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία έχουμε:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \mathrm{K} \times \lambda}{I \times c}} \Rightarrow EOQ = 9\tau\mu\chi = Q_1$$

3.3.3.2 Υπολογισμός n(R_1)

Είδαμε παραπάνω ότι $n(R) = (1-\beta) \times Q$.Συνεπώς αν επιλέξουμε επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2 ίσο με 90% τότε έχουμε:

$\beta = 0{,}90$

και $n(R_1) = (1-0{,}90) \times Q_1 = 0{,}10 \times EOQ \Rightarrow n(R_1) = 0{,}90$

3.3.3.3 Υπολογισμός μέσης τιμής μ_τ και τυπικής απόκλισης σ_τ της μεταβλητής της ζήτησης κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας τ.

Είδαμε προηγουμένως ότι η ζήτηση του κάθε μήνα ακολουθεί κανονική κατανομή. Έστω επίσης ότι τ είναι ο χρόνος ικανοποίησης της παραγγελίας. Σύμφωνα με τη

βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001) επειδή το άθροισμα ανεξάρτητων κανονικών τυχαίων μεταβλητών κατανέμεται κανονικά, η ζήτηση στο χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας θα ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή μτ και τυπική απόκλιση στ. Αφού η μέση τιμή και η μεταβλητότητα αθροίσματος ανεξάρτητων κανονικών τυχαίων μεταβλητών ισούται με το άθροισμα των μέσων τιμών και των μεταβλητοτήτων της κάθε κανονικής τυχαίας μεταβλητής αντίστοιχα, προκύπτει ότι:

$$\mu_\tau = \mu \times \tau$$
$$\sigma_\tau = \sigma \times \sqrt{\tau} \quad \&$$

Επομένως για τ = 1 (για το συγκεκριμένο κωδικό)
$\mu_\tau = 4{,}25$ & $\sigma_\tau = 5{,}02$

3.3.3.4 Υπολογισμός L(z) και z

Είδαμε παραπάνω ότι $n(R) = \sigma_\tau \times L(z)$.

Άρα για $\sigma_\tau = 5{,}02$ και $\mathrm{n}(\mathrm{R}_1) = 0{,}90$ το L(z) είναι: $L(z) = 0{,}08$

Από πίνακα μερικής προσδοκητής τιμής για $\mathrm{L}(\mathrm{z}) = 0{,}1794$ παίρνω $\mathrm{z} = 0{,}56$

3.3.3.5 Υπολογισμός 1-F(R)

Από τους στατιστικούς πίνακες για $\mathrm{z} = 0{,}56$ βρίσκουμε ότι η τιμή του 1-F(R_1) είναι:

$1 - \mathrm{F}(\mathrm{R}_1) = 0{,}2877$

3.3.3.6 Υπολογισμός R_1

Σύμφωνα και πάλι με τη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001) το R_1 δίνεται από τον τύπο:

$$R_1 = \sigma_\tau \times z + \mu_\tau$$

Άρα $R_1 = 7$ τεμάχια

3.3.3.7 Υπολογισμός SQL (service level order quantity), Q_2

Για να υπολογίσουμε εκ νέου την ποσότητα παραγγελίας Q, χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο:

$$Q_2 = \frac{n(R_1)}{1 - F(R_1)} - \sqrt{\frac{2 \times \mathrm{K} \times \lambda}{I \times c} + \left(\frac{n(R_1)}{1 - F(R_1)} \right)^2} \qquad \text{(τύπος 7)}$$

Έτσι στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε : $Q_2 = 12$ τεμάχια

3.3.3.8 Ολοκλήρωση διαδικασίας

Παρατηρούμε ότι η τιμή της ποσότητας Q που βρήκαμε παραπάνω (12 τεμάχια) είναι διαφορετική από την Q1=EOQ (9 τεμάχια) που βρήκαμε αρχικά. Συνεπώς η σύγκλιση δεν είναι επαρκής και επομένως όλη η διαδικασία των υπολογισμών πρέπει να επαναληφθεί. Έτσι ξανακάνουμε τους υπολογισμούς θέτοντας όπου Q στους αρχικούς τύπους την τιμή 12 πλέον.

Επαναλαμβάνοντας λοιπόν τα βήματα καταλήγουμε στην τρίτη τιμή της SQL την Q_3=12. Εφόσον τώρα η διαφορά της Q_3 με την Q_2 είναι μηδέν η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί και η τελική ποσότητα παραγγελίας είναι πλέον 12 τεμάχια. Παράλληλα κατά τη διάρκεια των υπολογισμών βρήκαμε και το $R_3 = 6$. Έτσι αυτό μας οδηγεί στο τελικό συμπέρασμα ότι κάθε φορά που το ποσότητα του αποθέματος είναι 6 τεμάχια πρέπει να γίνεται παραγγελία 12 καινούριων τεμαχίων. Για αυτές τις συγκεκριμένες τιμές των δύο ανεξάρτητων μεταβλητών απόφασης έχουμε το μικρότερο μέσο ετήσιο κόστος όσο αφορά τον κωδικό 4 11-07-08500, μιας και η συνάρτησή του παίρνει τη μικρότερη τιμή της που είναι F(Q,R) = 200,97€.

Αν διατηρήσουμε σταθερά:

i. την τιμή της μονάδας του προϊόντος

ii. το χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας τ

iii. το ετήσιο επιτόκιο

iv. το κόστος παραγγελίας

v. και το επίπεδο εξυπηρέτησης

τότε για οποιεσδήποτε άλλες τιμές των μεταβλητών Q και R το μέσο ετήσιο κόστος θα ήταν μεγαλύτερο.

3.3.3.9 Μοναδιαίο κόστος έλλειψης

Έχοντας καθορίσει τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές απόφασης Q και R μπορούμε να προσδιορίσουμε το μοναδιαίο κόστος έλλειψης, με σκοπό να καθορίσουμε την καταλληλότητα της τιμής που μπορεί να επιλεχθεί για το επίπεδο εξυπηρέτησης.

Έτσι λοιπόν για :

i. β=90%

ii. h = I*c =20%*71,23=14,25

iii. 1-F(R)= 0,36

iv. λ=51

από τον τύπο $p = \frac{Q \times I \times c}{[1 - F(R)] \times \lambda}$ παίρνουμε την τιμή p = 9,42 €

Επομένως για κάθε έλλειψη ενός τεμαχίου που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελίας τ, το κόστος που επιβαρύνεται η εταιρεία για το συγκεκριμένο κωδικό είναι 9,42€.

Προσδιορίζοντας το μοναδιαίο κόστος έλλειψης ο υπεύθυνος διαχείρισης των αποθεμάτων έχει τη δυνατότητα να κρίνει αν το κόστος που δημιουργείται όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα τεμάχια είναι ασύμφορο ή όχι για την επιχείρηση και να πράξει ανάλογα. Έτσι για παράδειγμα μπορεί να αυξήσει το ποσοστό εξυπηρέτησης από 90% σε 95% ή και σε 99%, αν τελικά το κόστος από την έλλειψη τεμαχίων είναι μη αποδεκτό. Όπως είναι όμως ευνόητο αυξάνοντας το επίπεδο εξυπηρέτησης αυξάνεται και η τιμή του επιπέδου αναπαραγγελίας. Αυτό σημαίνει ότι περισσότερα αποθέματα είναι δεσμευμένα στην αποθήκη για την κάλυψη της ζήτησης και την ελαχιστοποίηση του φαινομένου της έλλειψης. Συνεπώς αυξάνεται και το ποσό των δεσμευμένων χρημάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αγορά των ποσοτήτων. Παρακάτω η γραφική παράσταση αποδεικνύει του λόγου το αληθές.

3.3.3.10 Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1. Ποσοστό κύκλων χωρίς έλλειψη, α

Όπως προαναφέραμε γίνεται αναφορά στη βιβλιογραφία για ένα δεύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης που αφορά την πιθανότητα να μην εμφανιστεί έλλειψη μέσα στο χρόνο ικανοποίησης της παραγγελίας. (*υπενθυμίζουμε ότι το επίπεδο εξυπηρέτησης β μετρά το ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται άμεσα χωρίς καθυστέρηση*). Η πιθανότατα του δεύτερου επιπέδου εξυπηρέτησης δίνεται με το α .Έτσι λοιπόν αν καθορίσουμε το α = 90% ή 0,9, τότε χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα που παρουσιάστηκαν παραπάνω έχουμε:

Q = 9 τεμάχια &

R = 11 τεμάχια.

Αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα να μην παρουσιαστεί έλλειψη κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποιήσεως της παραγγελίας είναι 90%, όταν κάθε φορά που πέφτει το

απόθεμα στο επίπεδο των 11 τεμαχίων γίνεται παραγγελία 9 νέων τεμαχίων. Με άλλα λόγια 9 στις 10 περιόδους δε θα εμφανίζουν πρόβλημα ικανοποίησης της ζήτησης εφαρμόζοντας την παραπάνω πολιτική γύρω από τις παραγγελίες.

Ακολουθώντας τα συμπεράσματα της βιβλιογραφίας πρέπει να επισημάνουμε ότι αυτό που εννοούν οι περισσότεροι υπεύθυνοι διαχείρισης αποθεμάτων όταν αναφέρονται στην εξυπηρέτηση είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2. Ο λόγος είναι ότι υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στο ποσοστό των κύκλων που ικανοποιείται όλη η ζήτηση (τύπος 1) και στο ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται άμεσα (τύπος 2). Παρόλο που είναι ευκολότερο να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αν τεθεί ως στόχος ένα επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1, η πολιτική αυτή δε θα προσεγγίζει με ακρίβεια την πολιτική που θα προέκυπτε από ένα στόχο εξυπηρέτησης τύπου 2. Γι' αυτό το λόγο δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται η μία πολιτική στη θέση της άλλης.

3.3.3.11 Τα δύο επίπεδα εξυπηρέτησης, η πολιτική της KLEEMANN και το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό

Από τους παραπάνω υπολογισμούς βρήκαμε ότι για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2 με β = 90% οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών που ελαχιστοποιούν τη συνάρτηση κόστους είναι :

Q = 12 τεμάχια &
R = 6 τεμάχια.

ενώ για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1 με α = 90% οι τιμές είναι:

Q = 9 τεμάχια &
R = 11 τεμάχια.

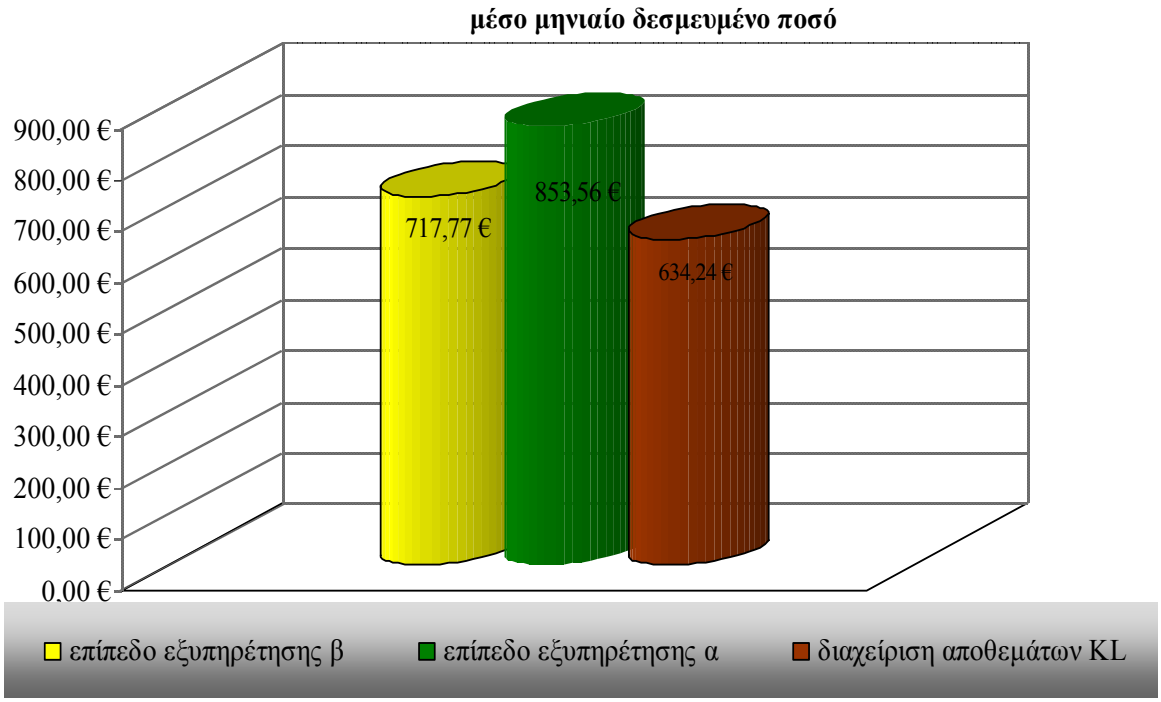
Εφαρμόζοντας τις παραπάνω πολιτικές δεσμεύονται μηναία κάποιες ποσότητες τεμαχίων στις αποθήκες για την κάλυψη των αναγκών. Πολλαπλασιάζοντας τη μέση αξία του ενός τεμαχίου, που τη βρίσκουμε από τα δεδομένα του ERP που έχουμε στη διάθεσή μας, με τον αντίστοιχο αριθμό των τεμαχίων που έχουμε κάθε μήνα στις αποθήκες μας προκύπτουν τα χρηματικά ποσά που είναι δεσμευμένα για αυτό χρονικό διάστημα. Στην παρακάτω γραφική (Εικόνα 12) παράσταση δίνονται τα χρηματικά ποσά που είναι δεσμευμένα μηνιαία κατά μέσο όρο. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η λύση που προτείνεται

λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1 είναι πιο δαπανηρή από τη λύση που προκύπτει από το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2. Επομένως αυτό το επίπεδο είναι σαφώς καλύτερο. Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας γύρω από το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο κεφάλαιο για τη διατήρηση των αναγκαίων αποθεμάτων επισημαίνουμε ότι η παρακάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει τρεις πολιτικές:

Η $1^{η}$ είναι η πολιτική που βασίζεται στο κριτήριο τύπου β όσο αφορά το επίπεδο εξυπηρέτησης

Η $2^{η}$ είναι η πολιτική που βασίζεται στο κριτήριο τύπου α όσο αφορά το επίπεδο εξυπηρέτησης και

Η $3^{η}$ είναι η ισχύουσα και εφαρμοζόμενη πολιτική διαχείρισης αποθεμάτων που εφαρμόζει η εταιρία μέχρι τώρα.

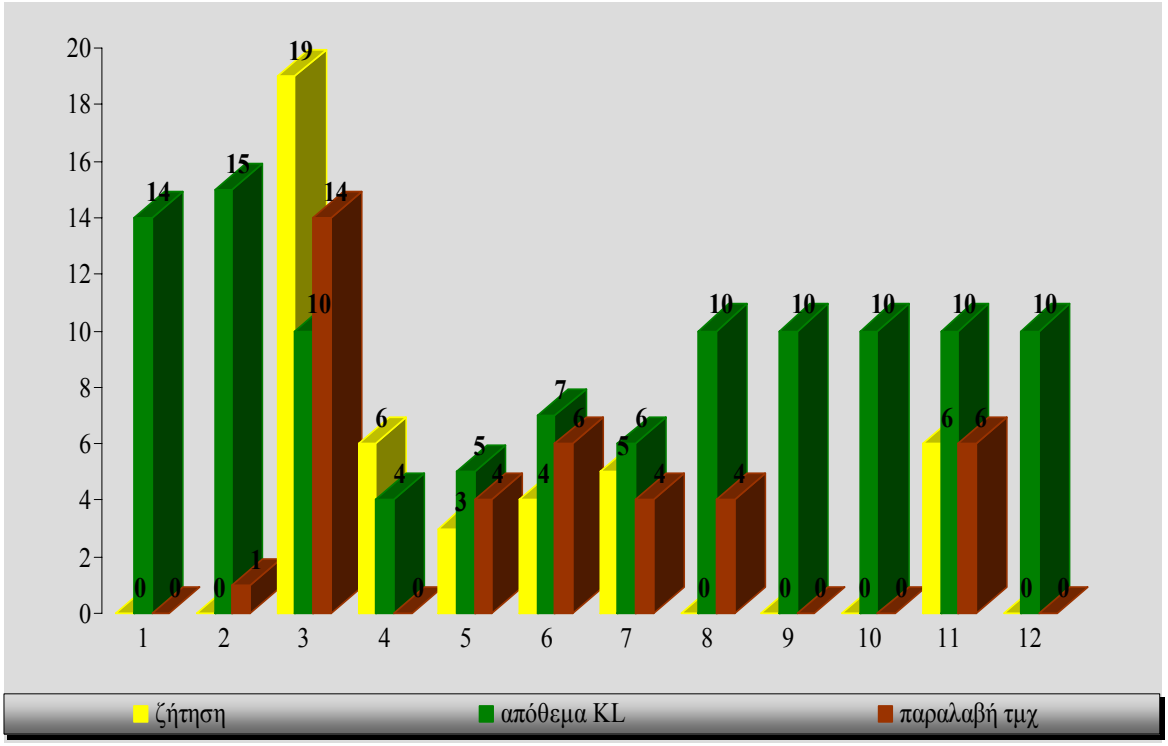


Εικόνα 2.31 Γραφική παράσταση μέσου μηνιαίου δεσμευμένου ποσού για τους δύο τύπους εξυπηρέτησης 1 και 2 σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση

3.3.3.11 Συμπεράσματα από την εφαρμογή του αλγόριθμου υπολογισμού των αποθεμάτων για το προϊόν με κωδικό 4 11-07-08500

1. Σε αυτή την περίπτωση αποδεικνύεται από την **Εικόνα 2.31** ότι η πολιτική που εφαρμόζει η εταιρία είναι η καλύτερη, αφού επιτυγχάνεται η ελάχιστη δέσμευση κεφαλαίων μηνιαίως. Βέβαια αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εταιρία καταφέρνει για το συγκεκριμένο κωδικό να διατηρεί ελάχιστα αποθέματα, να κάνει εγκαίρως παραγγελίες κατάλληλων ποσοτήτων πριν από την περίοδο που θα εμφανιστεί μια μεγάλη ζήτηση και να τις παραλαμβάνει χωρίς καθυστέρηση. Φυσικά κάτι τέτοιο αποτελεί την ιδανική περίπτωση που όλοι οι διαχειριστές αποθεμάτων θα θέλανε να έχουν. Η εξήγηση όμως του παραπάνω φαινομένου δίνεται εύκολα αν αναλογιστούμε ότι το εργοστάσιο που παράγει το συγκεκριμένο κωδικό βρίσκεται δίπλα στο χώρο των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και των αποθηκών της ΚΛΕΜΑΝ και αποτελεί μέλος του ομίλου της, αφού είναι δημιούργημα κοινοπραξίας μεταξύ της ΚΛΕΜΑΝ και της πολυεθνικής ισπανικής εταιρίας FERMATOR. Επιπλέον το πρόβλημα της διατήρησης των αποθεμάτων απλοποιείται ακόμα περισσότερο για το συγκεκριμένο κωδικό αν αναλογιστούμε ότι η μελλοντική ζήτηση είναι γνωστή κατά ένα μεγάλο ποσοστό μιας και πρόκειται για ειδικό κωδικό που δε χρησιμοποιείται συχνά και για τον οποίο οι πελάτες φροντίζουν να ενημερώσουν έγκαιρα την εταιρία τις περισσότερες φορές όταν τον χρειαστούν. Συνεπώς η γνωστή σε γενικές γραμμές ζήτηση και η ευκινησία όσο αφορά τη γρήγορη παραγωγή και παράδοση καθιστούν την υπάρχουσα πολιτική της εταιρίας πιο αποτελεσματική από το μοντέλο που αναπτύχθηκε παραπάνω.

2. Για να γίνει ακόμα πιο κατανοητή η προηγούμενη τοποθέτηση παρουσιάζονται στην επόμενη γραφική παράσταση (**Εικόνα 2.32α**) τα επίπεδα στα οποία κυμάνθηκε η ζήτηση, η παραλαβή των παραγγελιών και το απόθεμα της εταιρίας βάσει της δικής της πολιτικής.

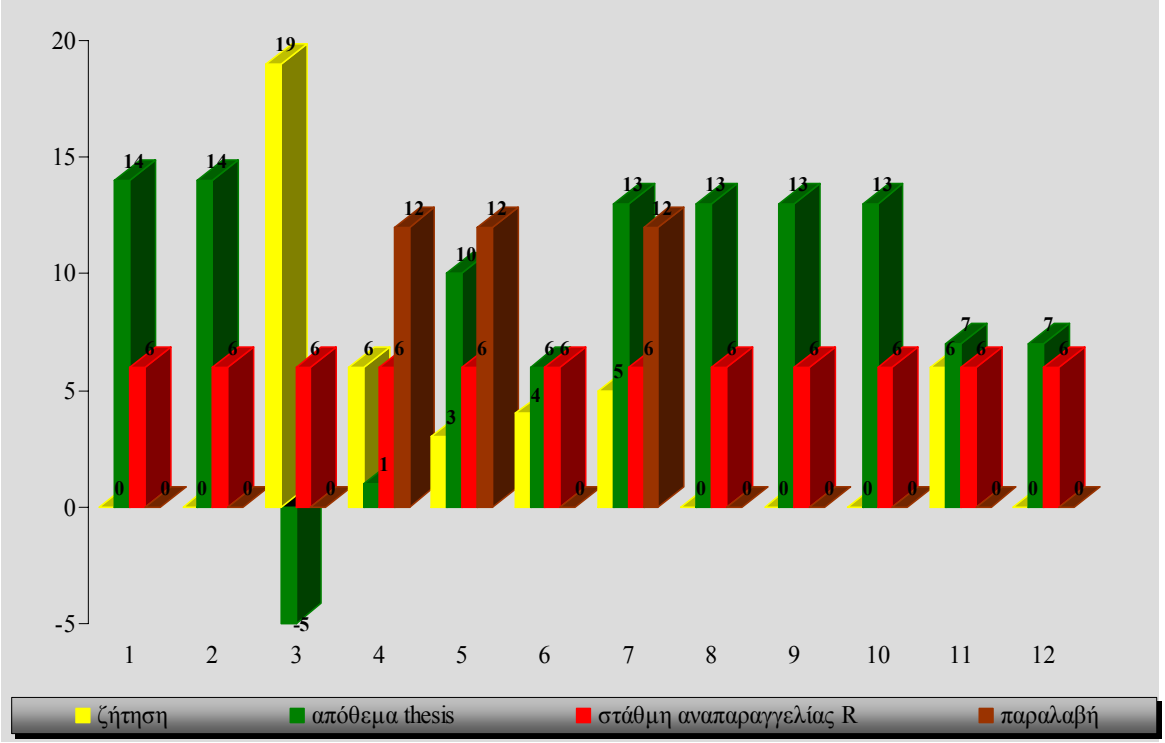


Εικόνα 2.32α Ζήτηση, παραλαβή παραγγελιών και απόθεμα βάσει της πολιτικής της KLEEMANN για τον κωδικό 4 11-07-08500

Ενώ λοιπόν στο τέλος της $1^{ης}$ περιόδου υπήρχε διαθέσιμο απόθεμα 14 τεμαχίων, παρόλα αυτά έγινε νέα παραγγελία 15 τεμαχίων. Αυτό προφανώς οφείλεται στην πληροφόρηση που υπήρχε σχετικά με την επικείμενη, μεγάλη ζήτηση της $3^{ης}$ περιόδου. Με αυτό τον τρόπο το σύστημα μπόρεσε να ανταποκριθεί και να διαθέσει τη ζητούμενη ποσότητα. Επιπρόσθετα παρατηρείται η παραλαβή των τεμαχίων να γίνεται την προηγούμενη περίοδο πριν την εμφάνιση της ζήτησης. Σε κάποιες περιόδους, όπως για παράδειγμα στην $5^{η}$, γίνεται παραλαβή 4 τεμαχίων που είναι ακριβώς η ζήτηση της επόμενης περιόδου. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και την $6^{η}$ περίοδο.

3. Συμπληρωματικά μπορούμε να πούμε ότι η ποσότητα παραγγελίας δεν έχει μια συγκεκριμένη τιμή και κάθε φορά παραγγέλνεται διαφορετικός αριθμός τεμαχίων, κάτι που είναι άμεσα συνυφασμένο με την προηγούμενη παρατήρηση.

4. Από την άλλη μεριά στην παρακάτω γραφική παράσταση (**Εικόνα 2.32β**) παρουσιάζεται συνοπτικά πως θα ήταν η κατάσταση αν ακολουθούνταν η προτεινόμενη μέθοδος διαχείρισης αποθεμάτων.



Εικόνα 2.32β Ζήτηση, παραλαβή παραγγελιών και απόθεμα βάσει προτεινόμενης πολιτικής για τον κωδικό 4 11-07-08500

Αρχικά πρέπει να πούμε ότι η προτεινόμενη μέθοδος δε θα μπορούσε να ανταποκριθεί με επιτυχία σε μια μεγάλη ζήτηση που είναι έξω από κάθε πρόβλεψη και δεν αναμένεται. Έτσι στην 3^{η} περίοδο και ενώ η πρόβλεψη ήταν 5 τεμάχια, η πραγματική ζήτηση των 19 τεμαχίων είχε ως αποτέλεσμα να εξαντληθούν όλα τα αποθέματα και να υπάρξει μάλιστα και καθυστερημένη ικανοποίηση της ζήτησης από τις παραλαβές του επόμενου μήνα.

5. Από την άλλη στις υπόλοιπες περιόδους υπάρχει μια συνέπεια του τρόπου διαχείρισης παρ' όλες τις έντονες διακυμάνσεις της ζήτησης και επιτυγχάνεται και η διατήρηση αποθεμάτων στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο και η ανταπόκριση του συστήματος στις εκάστοτε απαιτήσεις.

6. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι το σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει ολοκληρωτικά από μόνο του και είναι απαραίτητη η επίβλεψή του από τον υπεύθυνο διαχείρισης αποθεμάτων. Έτσι η τελική απόφαση θα είναι δική του, έχοντας πλάι του ένα καλό μηχανισμό παρουσίασης της κατάστασης με δυνατότητα να προτείνει λύσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{ο} Προβλέψεις και διαχείριση αποθεμάτων για τους άλλους δύο κωδικούς

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι άλλοι 2 κωδικοί προϊόντων της KLEEMANN. (6 11-00-21130 & 6 60-01-01800) Οι γραφικές παραστάσεις, οι πίνακες και τα μηνύματα που ακολουθούν τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με την ίδια σειρά όπως έγινε διεξοδικά στο προηγούμενο κεφάλαιο για τον πρώτο κωδικό (4 11-07-08500)

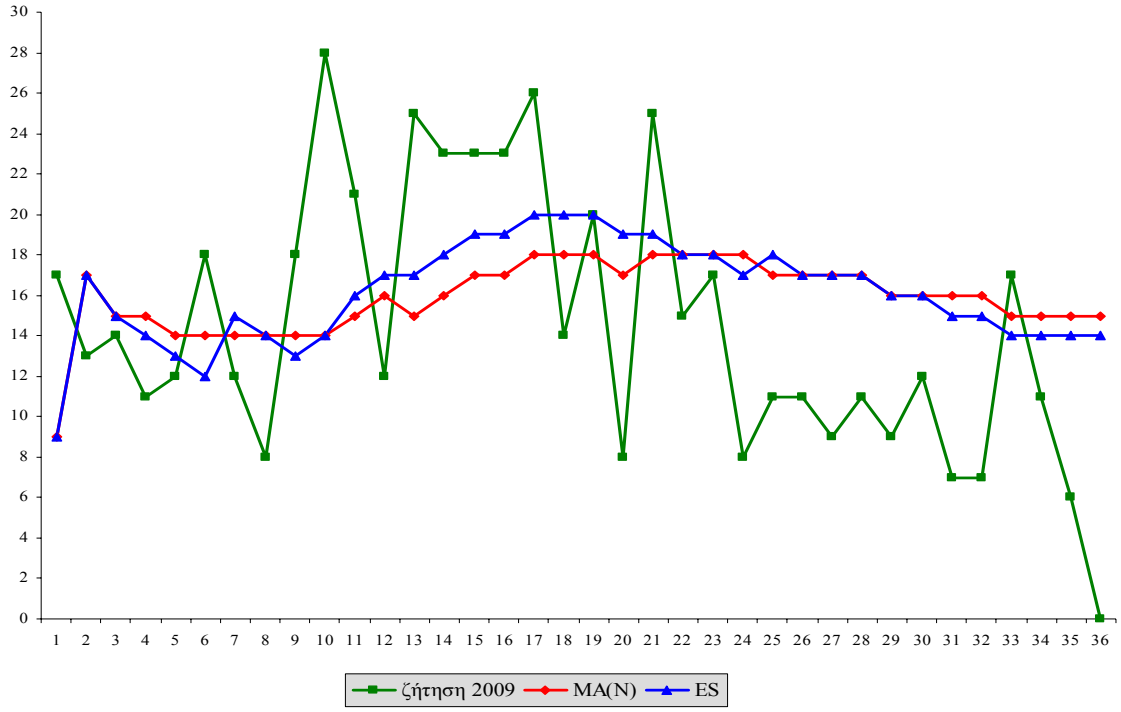
4.1 ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ELMO 13KW-400V Φ32 VOL_6 11-00-21130

Έτσι λοιπόν αρχικά στον **πίνακα 2.11** που θα συναντήσουμε παρακάτω βρίσκονται οι προβλέψεις που μας έδωσαν οι δύο μέθοδοι που αναλύσαμε στο κεφάλαιο 2. Στην πρώτη στήλη με πράσινο χρώμα δίνεται η πραγματική ζήτηση που καταγράφηκε, στις δύο επόμενες, με κόκκινο, δίνονται οι προβλέψεις με τη μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου και η τελική, δική μας πρόβλεψη βάσει των αποτελεσμάτων της μεθόδου. Στις δύο τελευταίες στήλες με μπλε χρώμα δίνονται οι τιμές των προβλέψεων και η τελική απόφαση βάσει της μεθόδου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης.

α/α περίοδων	ζήτηση Dt	τελική πρόβλεψη	πρόβλεψη με MA(N)	τελική πρόβλεψη	πρόβλεψη με ES
Ιαν-07	17	9	9,00	9	9,00
Φεβ-07	13	17	17,00	17	17,00
Μαρ-07	14	15	15,00	15	14,32
Απρ-07	11	15	14,67	14	14,16
Μαϊ-07	12	14	13,75	13	12,90
Ιουν-07	18	14	13,40	12	12,60
Ιουλ-07	12	14	14,17	15	14,17
Αυγ-07	8	14	13,86	14	13,62
Σεπ-07	18	14	13,13	13	12,39
Οκτ-07	28	14	13,67	14	13,51
Νοε-07	21	15	15,10	16	16,12
Δεκ-07	12	16	15,64	17	16,95
Ιαν-08	25	15	15,33	17	16,21
Φεβ-08	23	16	16,08	18	17,44
Μαρ-08	23	17	16,57	19	18,16
Απρ-08	23	17	17,00	19	18,79
Μαϊ-08	26	18	17,38	20	19,29
Ιουν-08	14	18	17,88	20	20,03
Ιουλ-08	20	18	17,67	20	19,37
Αυγ-08	8	17	17,79	19	19,43
Σεπ-08	25	18	17,30	19	18,29
Οκτ-08	15	18	17,67	18	18,89
Νοε-08	17	18	17,55	18	18,54
Δεκ-08	8	18	17,52	17	18,42
Ιαν-09	11	17	17,13	18	17,59
Φεβ-09	11	17	16,88	17	17,06
Μαρ-09	9	17	16,65	17	16,63
Απρ-09	11	17	16,37	17	16,10
Μαϊ-09	9	16	16,18	16	15,74
Ιουν-09	12	16	15,93	16	15,27
Ιουλ-09	7	16	15,80	15	15,07
Αυγ-09	7	16	15,52	15	14,59
Σεπ-09	17	15	15,25	14	14,13
Οκτ-09	11	15	15,30	14	14,31
Νοε-09	6	15	15,18	14	14,11
Δεκ-09	0	15	14,91	14	13,62

Πίνακας 2.11 Συνολικές προβλέψεις για τον κωδικό 6 11-00-21130

Στην **Εικόνα 2.33** βρίσκεται η γραφική απεικόνιση των τιμών που βρίσκονται στον **πίνακα 2.11**



Εικόνα 2.33 Γραφική παράσταση ζήτησης και προβλέψεων για τον κωδικό 6 11-00-21130

Από την παραπάνω γραφική απεικόνιση των τιμών του **πίνακα 2.11** παρατηρείται μια έντονη διακύμανση στις τιμές της ζήτησης. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται από 0 έως περίπου 30 τεμάχια και δεν μπορούμε να πούμε ότι εμφανίζουν κάποια τάση ή εποχικότητα.

Στη συνέχεια στον **πίνακα 2.12** είναι καταγεγραμμένα τα σφάλματα που παρουσιάζουν οι δύο μέθοδοι κατά την αξιολόγησή τους.

.

Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009			
	MAD (1/n*Σ|ei|)	**MSE (1/n*Σei^2)**	**MAPE {(1/n)*Σ|e/D|}*100**
MA(N)	6,03	46,97	46,90
ES	5,72	42,78	45,31
σύμφωνα με τη μέθοδο MAD, μεγαλύτερο σφάλμα (6,03) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MSE, μεγαλύτερο σφάλμα (46.97) εμφανίζεται στην ES			
σύμφωνα με τη μέθοδο MAPE, μεγαλύτερο σφάλμα (46,9) εμφανίζεται στην ES			

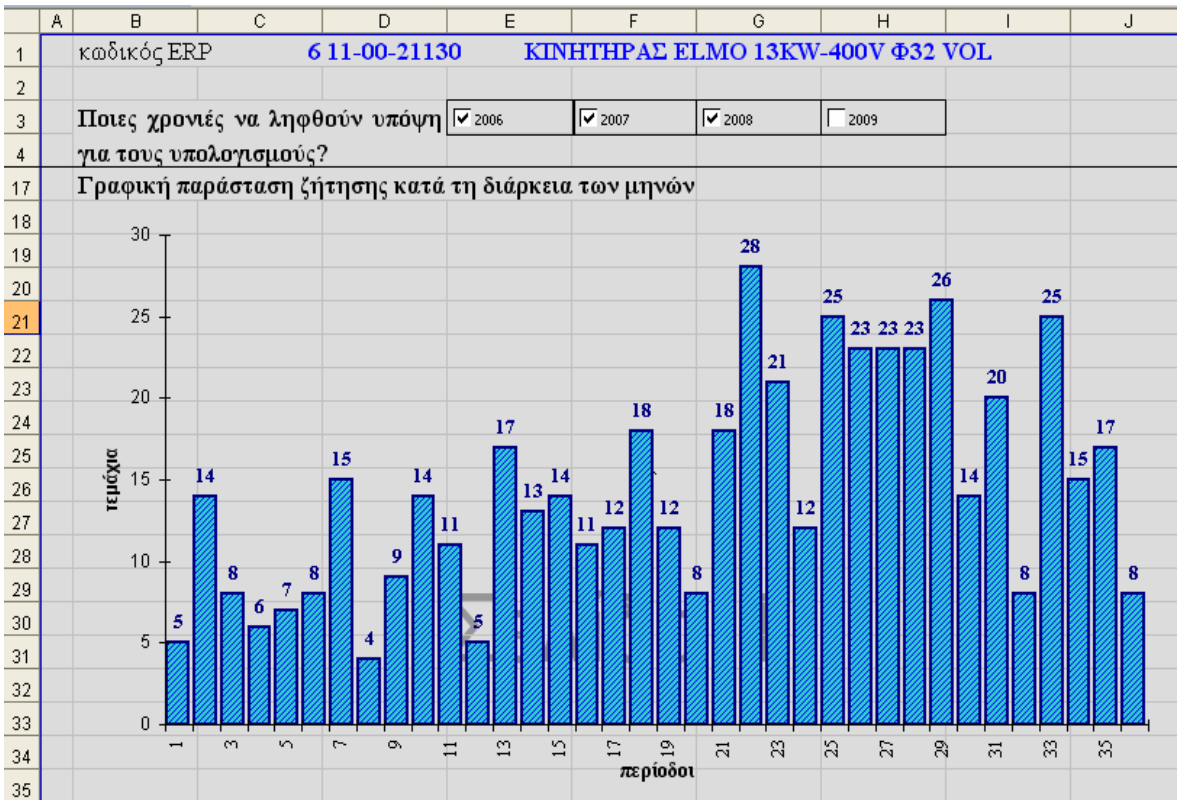
Πίνακας 2.12 Αξιολόγηση μεθόδων προβλέψεων για τον κωδικό 6 11-00-21130

Συνεχίζοντας με τους υπολογισμούς για τη διαχείριση των αποθεμάτων, αρχικά δίνονται τα δεδομένα όπως αυτά διατίθενται στα επίσημα αρχεία της εταιρείας και βάσει των ετών που επιλέγονται να χρησιμοποιηθούν. (**Εικόνα 2.34**)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		6 11-00-21130	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ELMO 13KW-400V Φ32 VOL					
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	161,93 €	τιμή προιοντος					
7			τ	20	μέρες					
8				0,67	μήνες					
9				0,06	έτη					
10			i	20%	ετήσιο επιτόκιο					
11			K	10 €	κόστος ρύθμισης					
12			μ_τ	9,62	μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			σ_τ	5,48	τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος		17,91						
15			λ	172,33	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

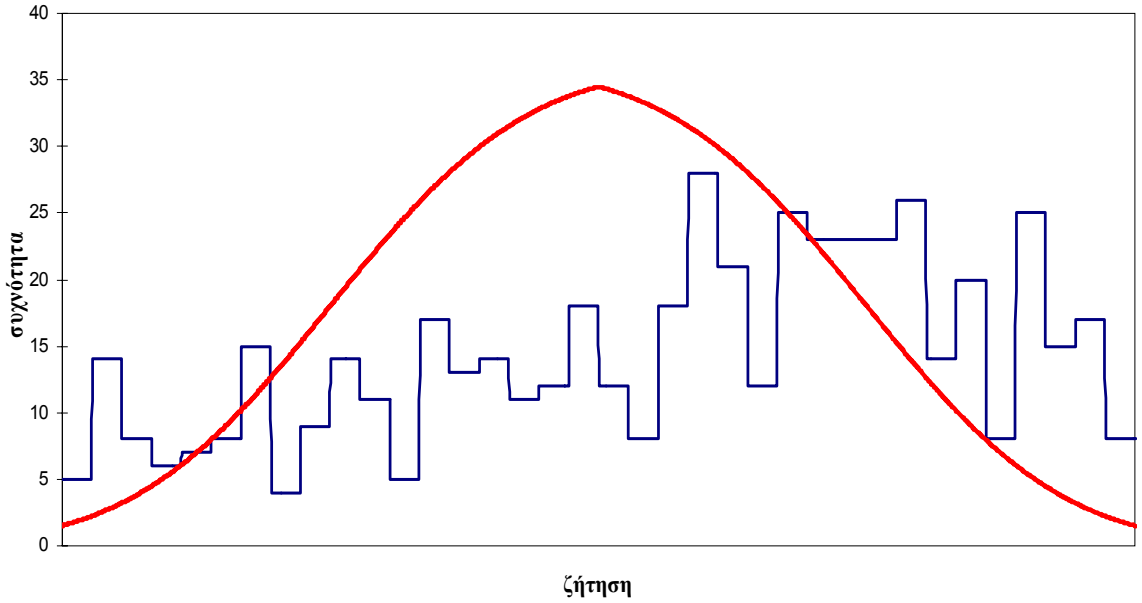
Εικόνα 2.34 Εισαγωγή δεδομένων για τον κωδικό 6 11-00-21130

Η **Εικόνα 2.35** μας δίνει τη γραφική απεικόνιση των τιμών της ζήτησης για κάθε μία περίοδο για τα έτη που έχουμε επιλέξει



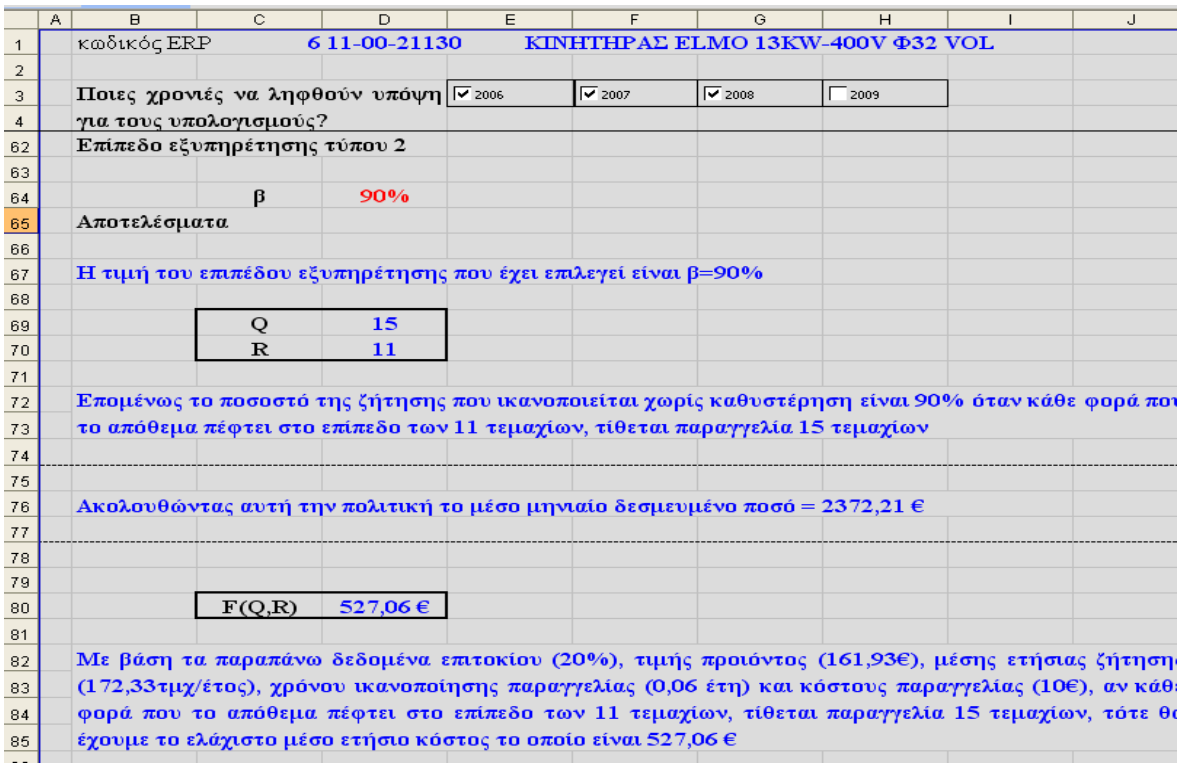
Εικόνα 2.35 Γραφική απεικόνιση της ζήτησης για τα επιλεγμένα έτη για τον κωδικό 6 11-00-21130

Επιπλέον η **Εικόνα 2.36** που προκύπτει αυτόματα από την εισαγωγή δεδομένων στον αλγόριθμο, αποδεικνύει ότι θεωρείται καλή προσέγγιση να πούμε ότι οι πραγματικές τιμές της ζήτησης του συγκεκριμένου κωδικού ακολουθούν την κανονική κατανομή



Εικόνα 2.36 Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης του κωδικού 6 11-00-21130 στην κανονική κατανομή

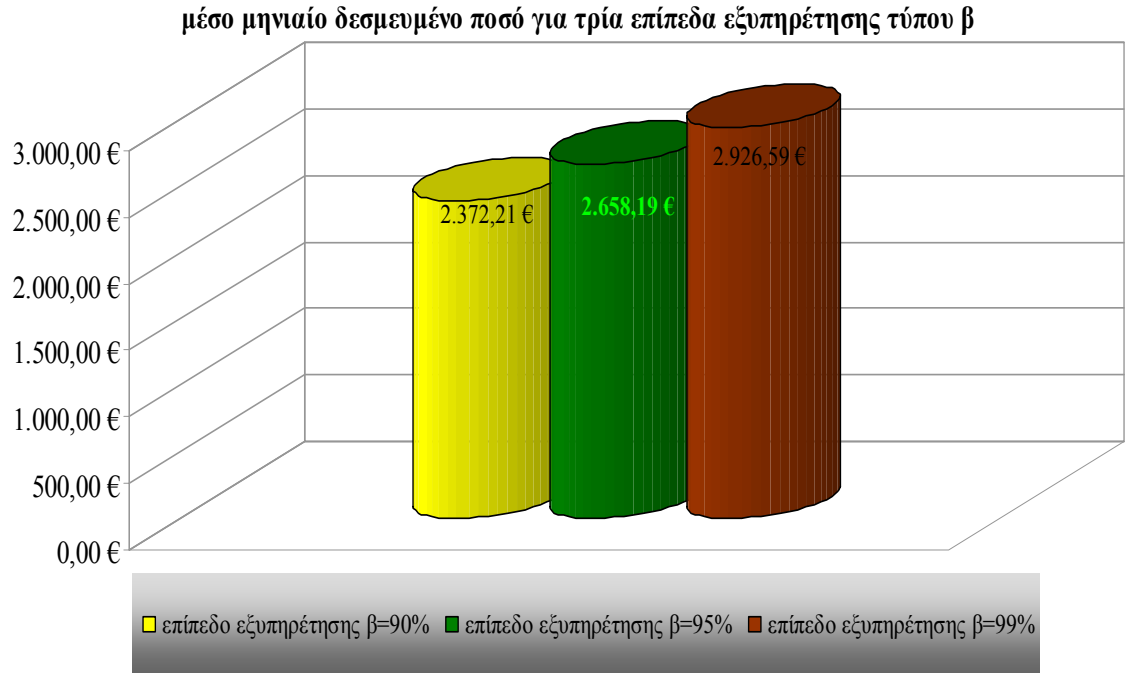
Επιλέγοντας το επίπεδο εξυπηρέτησης β ίσο με 90% ο αλγόριθμος μας δίνει άμεσα τα παρακάτω αποτελέσματα.(**Εικόνα 2.37**)



1		κωδικός ERP		6 11-00-21130		ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ELMO 13KW-400V Φ32 VOL				
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
62		Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2								
63										
64			β	90%						
65		Αποτελέσματα								
66										
67		Η τιμή του επιπέδου εξυπηρέτησης που έχει επιλεγεί είναι β=90%								
68										
69			Q	15						
70			R	11						
71										
72		Επομένως το ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση είναι 90% όταν κάθε φορά που								
73		το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 11 τεμαχίων, τίθεται παραγγελία 15 τεμαχίων								
74										
75										
76		Ακολουθώντας αυτή την πολιτική το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό = 2372,21 €								
77										
78										
79										
80			F(Q,R)	527,06 €						
81										
82		Με βάση τα παραπάνω δεδομένα επιτοκίου (20%), τιμής προϊόντος (161,93€), μέσης ετήσιας ζήτηση								
83		(172,33τμχ/έτος), χρόνου ικανοποίησης παραγγελίας (0,06 έτη) και κόστους παραγγελίας (10€), αν κάθ								
84		φορά που το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 11 τεμαχίων, τίθεται παραγγελία 15 τεμαχίων, τότε θ								
85		έχουμε το ελάχιστο μέσο ετήσιο κόστος το οποίο είναι 527,06 €								

Εικόνα 2.37 Q και R, συνάρτησης κόστους και μέσο μηνιαίο δεσμευμένο εισόδημα για τον κωδικό 6 11-00-21130

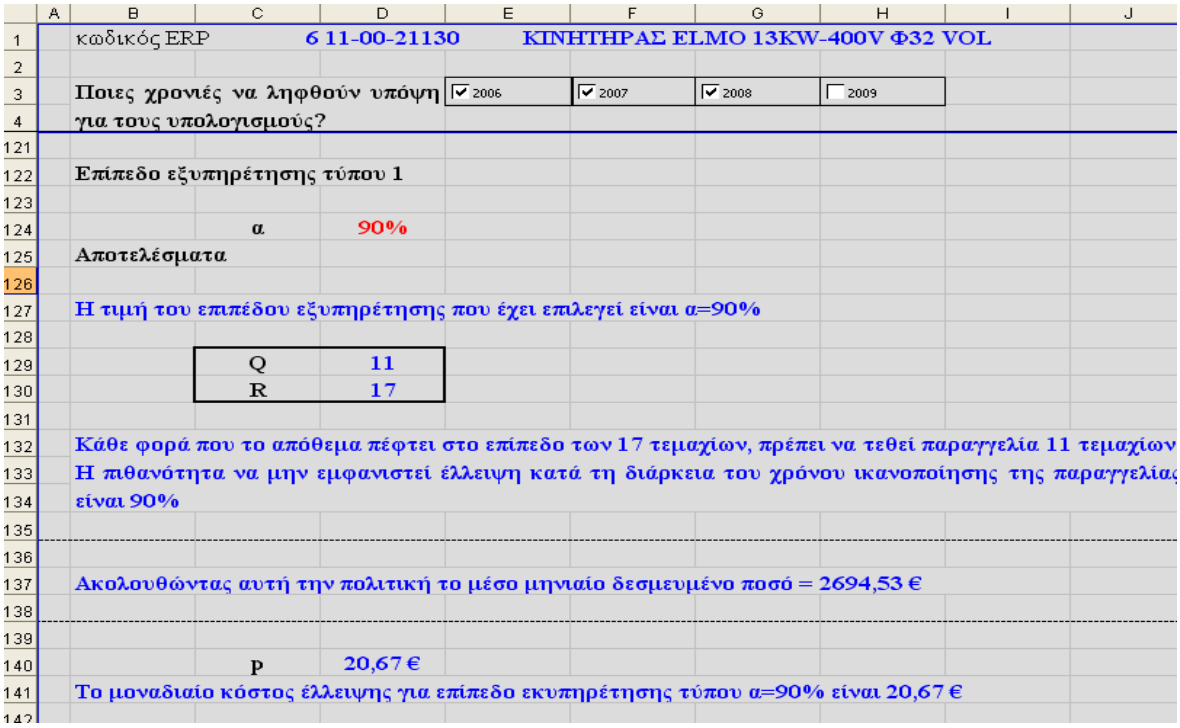
Η **Εικόνα 2.38**, η οποία μας δείχνει τι συμβαίνει με το δεσμευμένο μέσο μηνιαίο εισόδημα, κάθε φορά που επιλέγουμε διαφορετική τιμή για το επίπεδο εξυπηρέτησης β. Έτσι μπορεί να διαπιστώσει ο χρήστης τι επιπτώσεις θα υπάρχουν στη δέσμευση κεφαλαίων, αν αποφασίσει να θέσει το σύστημα σε μια υψηλότερη ή χαμηλότερη στάθμη εξυπηρέτησης.



Εικόνα 2.38 Μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό για 3 επίπεδα εξυπηρέτησης τύπου β για τον κωδικό 6 11-00-21130

Όσο μεγαλώνει το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου β αυξάνει και το μηνιαίο ποσό των χρημάτων που πρέπει να έχουμε δεσμευμένο. Αυτό σημαίνει ότι πετυχαίνουμε καλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης πλησιάζοντας ποσοστά της τάξης του 95% με 99%, σε βάρος της οικονομικής ρευστότητας

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το δεύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης. (**Εικόνα 2.39**)



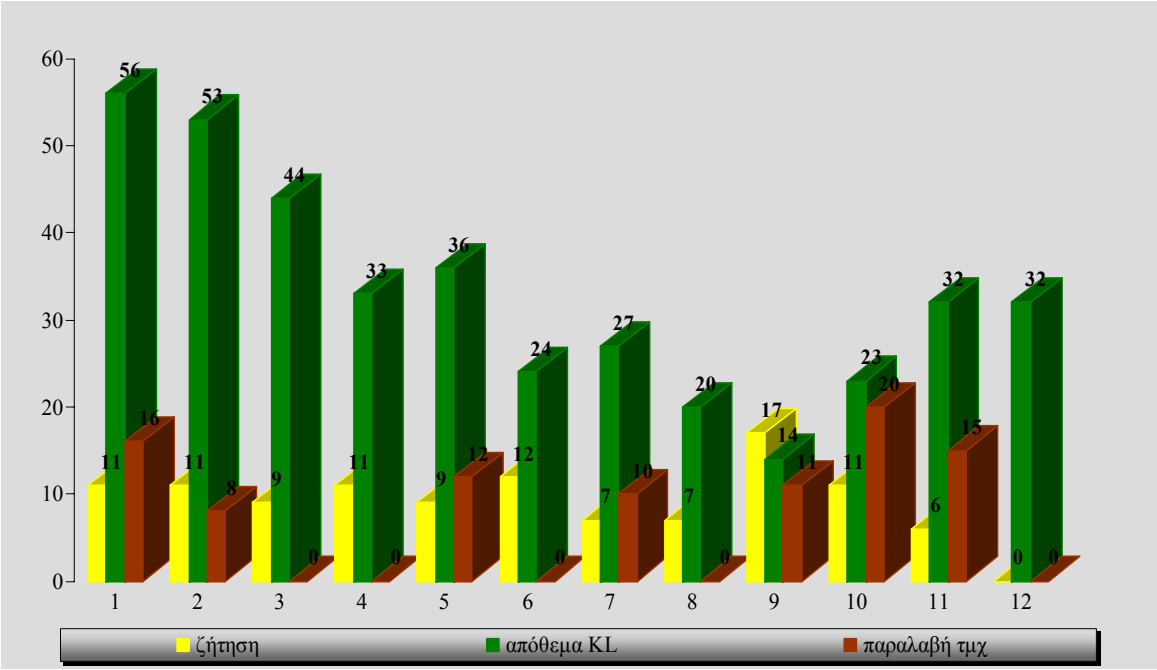
1	κωδικός ERP		6 11-00-21130	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ELMO 13KW-400V Φ32 VOL					
2									
3	Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4	για τους υπολογισμούς?								
121									
122	Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1								
123									
124		α	90%						
125	Αποτελέσματα								
126									
127	Η τιμή του επιπέδου εξυπηρέτησης που έχει επιλεγεί είναι α=90%								
128									
129		Q	11						
130		R	17						
131									
132	Κάθε φορά που το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 17 τεμαχίων, πρέπει να τεθεί παραγγελία 11 τεμαχίων								
133	Η πιθανότητα να μην εμφανιστεί έλλειψη κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της παραγγελία								
134	είναι 90%								
135									
136									
137	Ακολουθώντας αυτή την πολιτική το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό = 2694,53 €								
138									
139									
140		p	20,67 €						
141	Το μοναδιαίο κόστος έλλειψης για επίπεδο εκυπηρέτησης τύπου α=90% είναι 20,67 €								
142									

Εικόνα 2.39 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1, α=90% για τον κωδικό 6 11-00-21130

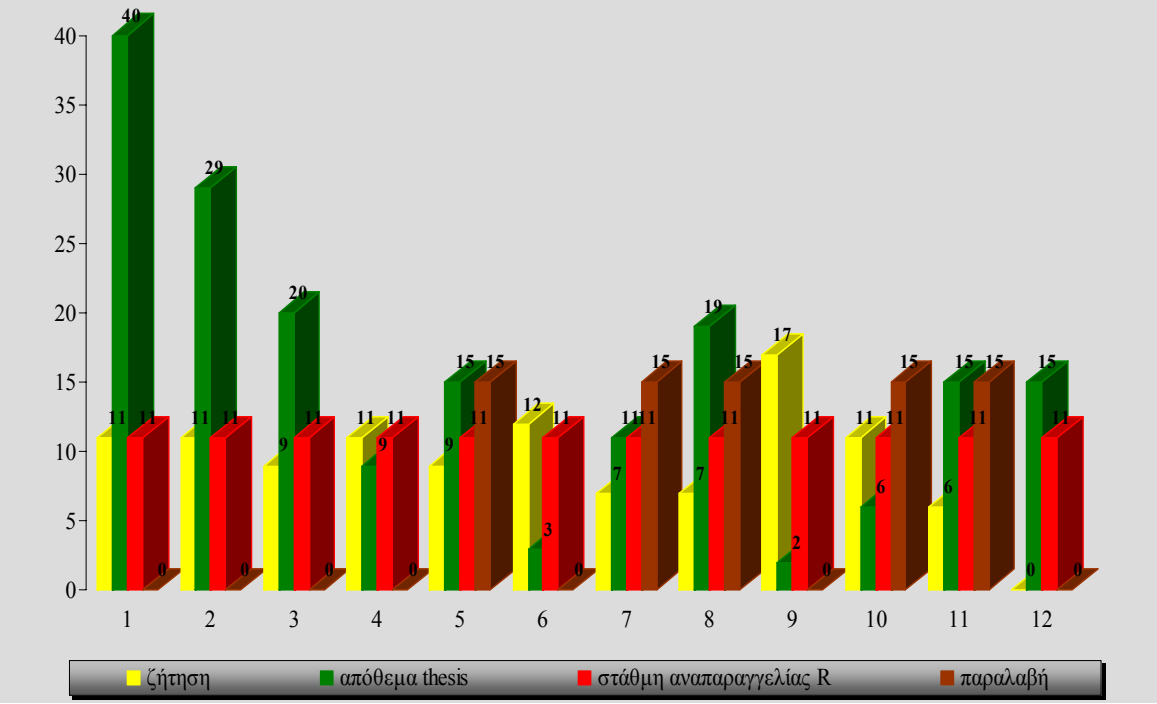
Οι τελευταίες **εικόνες 2.40, 2.41 και 2.42** είναι καθοριστικής σημασίας για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στην πρώτη παρουσιάζονται υπό μορφή σύγκρισης τα κεφάλαια που θα είναι δεσμευμένα κατά μέσο όρο κάθε μήνα σύμφωνα με το επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου α, τύπου β και σύμφωνα με την πολιτική της KLEEMANN που έχει καθοριστεί και εφαρμόζεται. Τη γενική παρουσίαση αναλύουν με πιο λεπτομερή τρόπο οι επόμενες δύο γραφικές παραστάσεις, αφού στην **Εικόνα 2.41** δίνεται η εξέλιξη των επιπέδων των αποθεμάτων και οι ποσότητες των παραγγελιών κατά το 2009 που έκανε η KLEEMANN σύμφωνα με τη στρατηγική της , ενώ παράλληλα δίνονται και οι τιμές της πραγματικής ζήτησης. Στην **Εικόνα 2.42** δίνονται οι ίδιες πληροφορίες που αφορούν όμως τον προτεινόμενο τρόπο διαχείρισης των αποθεμάτων που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Επιπρόσθετα στην **Εικόνα 2.42** παρουσιάζεται και το επίπεδο αναπαραγγελίας που προτείνει κάθε φορά η μέθοδος.

Εικόνα 2.40 Σύγκριση των δύο επιπέδων εξυπηρέτησης α και β με την τωρινή διαχείριση των αποθεμάτων για τον κωδικό 6 11-00-21130

Ο ισχύων τρόπος διαχείρισης του αποθέματος του συγκεκριμένου κωδικού είναι αρκετά πιο δαπανηρός από αυτόν που προτείνει η παρούσα διπλωματική εργασία για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου β =90%. (**Εικόνα 2.40**). Χωρίς να αγγίζουμε υπερβολικά υψηλά επίπεδα εξυπηρέτησης η δέσμευση του μηνιαίου κεφαλαίου είναι η μισή (2372,21 €) από αυτή που γίνεται από την εφαρμογή της πολιτικής της KLEEMANN (5087,49 €).



Εικόνα 2.41 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την υπάρχουσα πολιτική της εταιρείας για τον κωδικό 6 11-00-21130



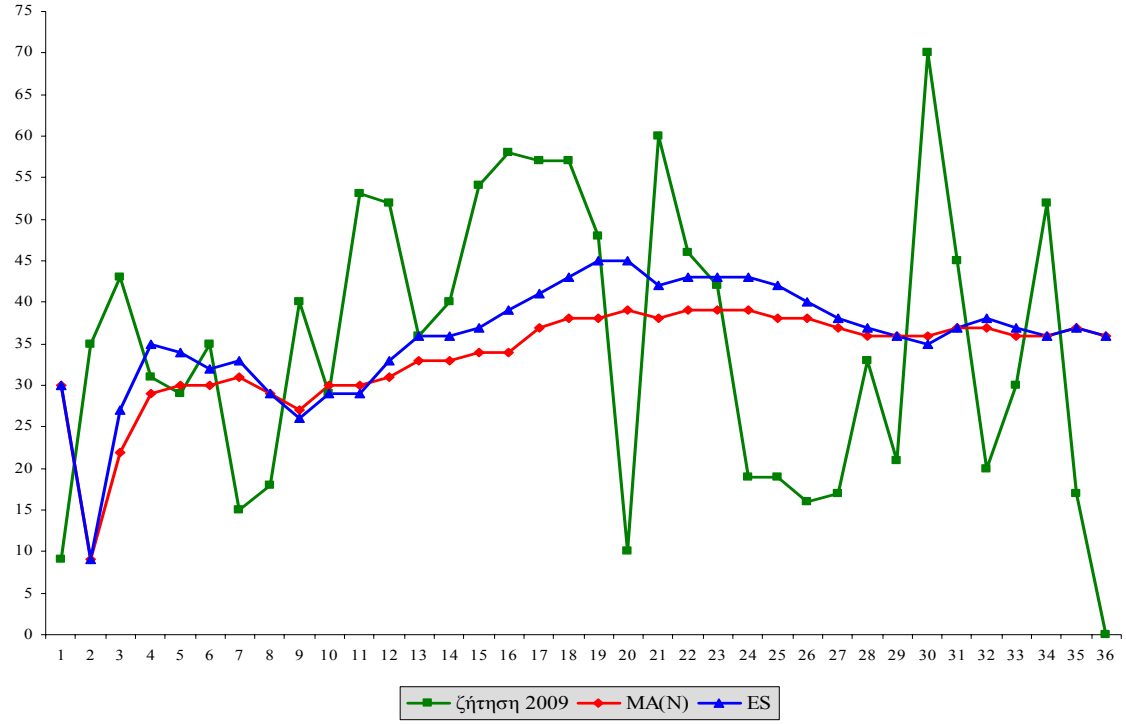
Εικόνα 2.42 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την προτεινόμενη πολιτική της διπλωματικής για τον κωδικό 6 11-00-21130

Η μεγάλη ποσότητα αποθέματος (~60 τεμάχια) στην αρχή της χρονιάς του 2009 αποτρέπει την παραγγελία οποιασδήποτε νέας ποσότητας για 4 μήνες μέχρι να πέσει στα υπολογισμένα επιθυμητά επίπεδα. (**Εικόνα 2.42**) σύμφωνα με την προτεινόμενη πολιτική. Αυτό βέβαια επηρεάζεται και από το γεγονός ότι οι πραγματικές τιμές της ζήτησης είναι μικρότερες από τις προβλέψεις. Ως εκ τούτου στο τέλος του καθενός από τους τρεις πρώτους μήνες μένουν περισσότερα τεμάχια από το επίπεδο αναπαραγγελίας και έτσι δίνεται η ευκαιρία να μειωθεί το μεγάλο για το συγκεκριμένο κωδικό απόθεμα

4.2 ΠΛΑΚΕΤΑ BG18_Κωδικός ERP: 6 60-01-01800

α/α περίοδων	ζήτηση Dt	τελική πρόβλεψη	πρόβλεψη με MA(N)	τελική πρόβλεψη	πρόβλεψη με ES
Ιαν-07	9	30	30,00	30	30,00
Φεβ-07	35	9	9,00	9	9,00
Μαρ-07	43	22	22,00	27	26,42
Απρ-07	31	29	29,00	35	34,71
Μαϊ-07	29	30	29,50	34	33,23
Ιουν-07	35	30	29,40	32	31,83
Ιουλ-07	15	31	30,33	33	32,75
Αυγ-07	18	29	28,14	29	28,31
Σεπ-07	40	27	26,88	26	26,04
Οκτ-07	29	30	28,33	29	28,84
Νοε-07	53	30	28,40	29	28,86
Δεκ-07	52	31	30,64	33	32,97
Ιαν-08	36	33	32,42	36	35,82
Φεβ-08	40	33	32,69	36	35,85
Μαρ-08	54	34	33,21	37	36,39
Απρ-08	58	34	34,60	39	38,68
Μαϊ-08	57	37	36,06	41	41,00
Ιουν-08	57	38	37,29	43	42,76
Ιουλ-08	48	38	38,39	45	44,32
Αυγ-08	10	39	38,89	45	44,69
Σεπ-08	60	38	37,45	42	41,22
Οκτ-08	46	39	38,52	43	42,91
Νοε-08	42	39	38,86	43	43,19
Δεκ-08	19	39	39,00	43	43,09
Ιαν-09	19	38	38,17	42	41,17
Φεβ-09	16	38	37,40	40	39,39
Μαρ-09	17	37	36,58	38	37,76
Απρ-09	33	36	35,85	37	36,30
Μαϊ-09	21	36	35,75	36	36,07
Ιουν-09	70	36	35,24	35	35,02
Ιουλ-09	45	37	36,40	37	37,12
Αυγ-09	20	37	36,68	38	37,59
Σεπ-09	30	36	36,16	37	36,53
Οκτ-09	52	36	35,97	36	36,14
Νοε-09	17	37	36,44	37	37,09
Δεκ-09	0	36	35,89	36	35,89

Πίνακας 2.13 Συνολικές προβλέψεις για τον κωδικό 6 60-01-01800



Εικόνα 2.43 Γραφική παράσταση ζήτησης και προβλέψεων για τον κωδικό 6 60-01-01800

Παρατηρώντας την **Εικόνα 2.43** και τον **πίνακα 2.13** του συγκεκριμένου κωδικού διαπιστώνουμε την έντονη διακύμανση των τιμών της ζήτησης, αλλά και την απόκλιση που έχουν οι προβλέψεις από αυτές. Έτσι εξηγούνται άλλωστε και οι μεγάλες τιμές των σφαλμάτων που παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.(**πίνακας 2.14**) Σύμφωνα και με τη βιβλιογραφία (Production & Operation Analysis_Steven Nahmias 2001) τόσο η μέθοδος του απλού κινούμενου μέσου όρου όσο και η μέθοδος της απλής εκθετικής εξομάλυνσης αδυνατούν να ανταποκριθούν άμεσα στις μεγάλες διακυμάνσεις της ζήτησης και να δώσουν ανάλογα αποτελέσματα.

Αξιολόγηση προβλέψεων για τις 12 περιόδους του 2009			
	MAD (1/n*Σ|ei|)	**MSE (1/n*Σei^2)**	**MAPE {(1/n)*Σ|e/D|}*100**
MA(N)	15,58	326,64	57,54
ES	15,06	324,00	59,37
σύμφωνα με τη μέθοδο MAD (1/n*Σ|ei|), μεγαλύτερο σφάλμα (15,58) εμφανίζεται στην MA(N)			
σύμφωνα με τη μέθοδο MSE (1/n*Σei^2), μεγαλύτερο σφάλμα (326,64) εμφανίζεται στην MA(N)			
σύμφωνα με τη μέθοδο MAPE{(1/n)*Σ|e/D|}*100, μεγαλύτερο σφάλμα (59,37) εμφανίζεται στην ES			

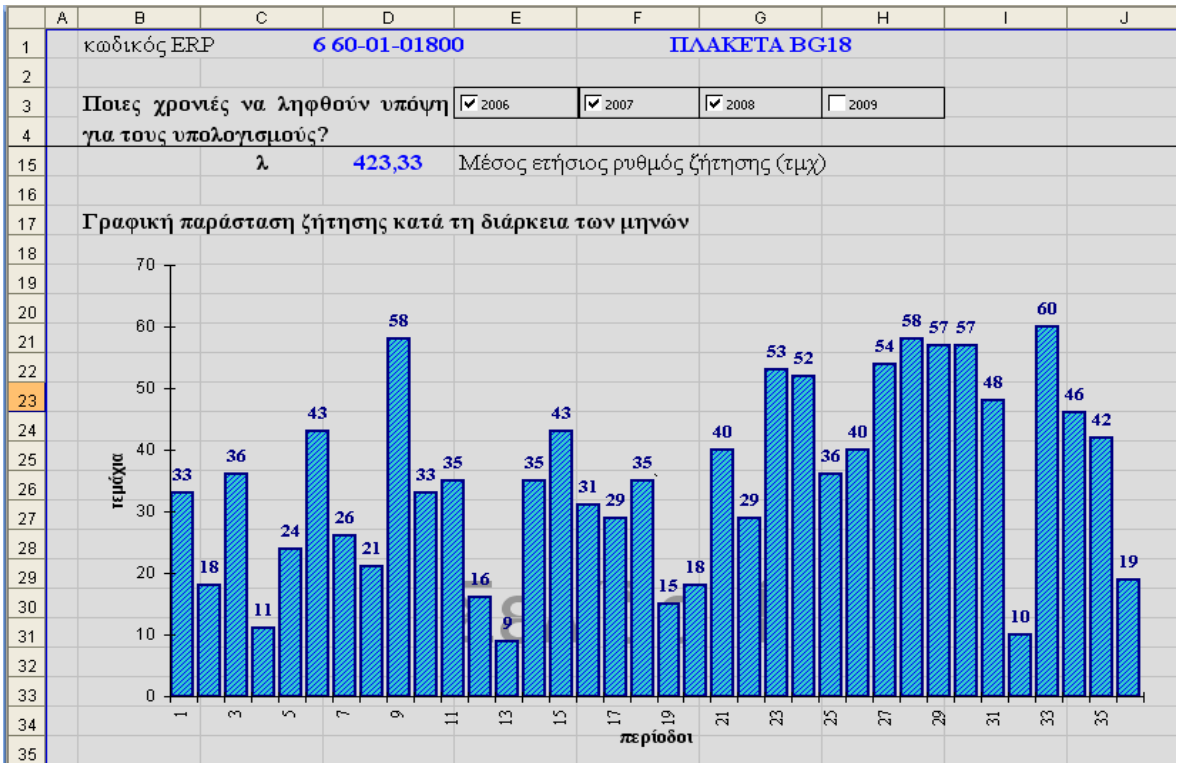
Πίνακας 2.14 Αξιολόγηση μεθόδων προβλέψεων για τον κωδικό 6 60-01-01800

Συνεχίζοντας με τους υπολογισμούς για τη διαχείριση των αποθεμάτων, αρχικά δίνονται τα δεδομένα όπως αυτά διατίθενται στα επίσημα αρχεία της εταιρείας και βάσει των ετών που επιλέγονται να χρησιμοποιηθούν. (**Εικόνα 2.44**)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		κωδικός ERP		6 60-01-01800		ΠΛΑΚΕΤΑ BG18				
2										
3		Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4		για τους υπολογισμούς?								
5										
6			c	59,85 €	τιμή προιοντος					
7			τ	50	μέρες					
8				1,67	μήνες					
9				0,14	έτη					
10			i	20%	ετήσιο επιτόκιο					
11			K	200 €	κόστος ρύθμισης					
12			μ_τ	58,91	μέση τιμή στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
13			σ_τ	19,67	τυπική απόκλιση στην περίοδο ικανοποίησης της παραγγελίας					
14		αριθ. περιόδων τ στο έτος		7,19						
15			λ	423,33	Μέσος ετήσιος ρυθμός ζήτησης (τμχ)					
16										

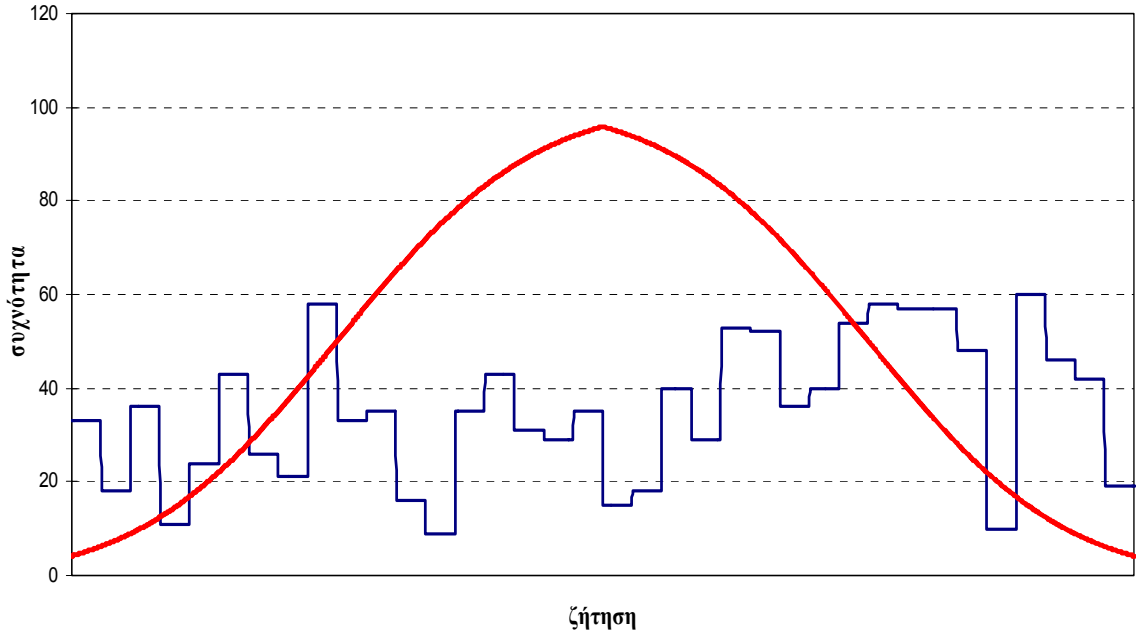
Εικόνα 2.44 Εισαγωγή δεδομένων για τον κωδικό 6 60-01-01800

Η **Εικόνα 2.45** μας δίνει τη γραφική απεικόνιση των τιμών της ζήτησης για κάθε μία περίοδο για τα έτη που έχουμε επιλέξει



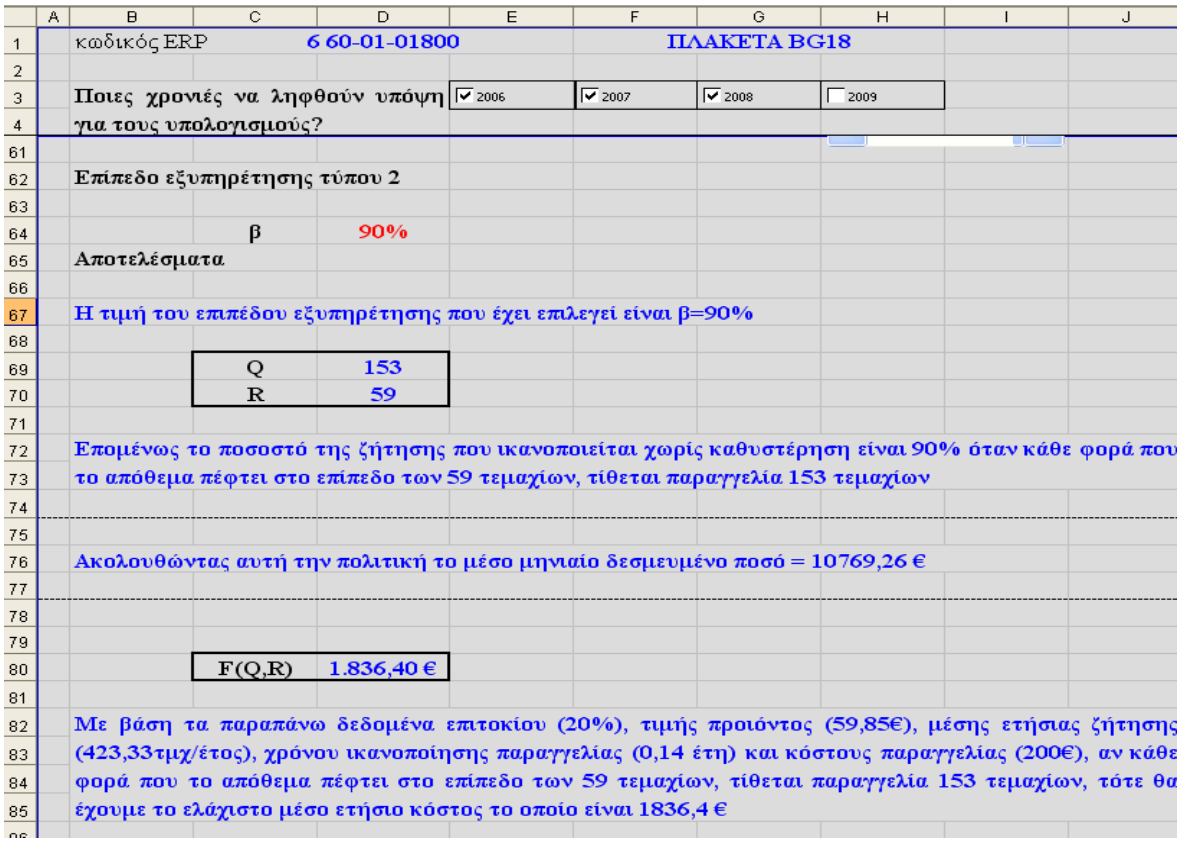
Εικόνα 2.45 Γραφική απεικόνιση της ζήτησης για τα επιλεγμένα έτη για τον κωδικό 6 60-01-01800

Επιπλέον η **Εικόνα 2.46** αποδεικνύει ότι θεωρείται καλή προσέγγιση να πούμε ότι οι πραγματικές τιμές της ζήτησης του συγκεκριμένου κωδικού ακολουθούν την κανονική κατανομή



Εικόνα 2.46 Προσαρμογή της κατανομής της ζήτησης του κωδικού 6 60-01-01800 στην κανονική κατανομή

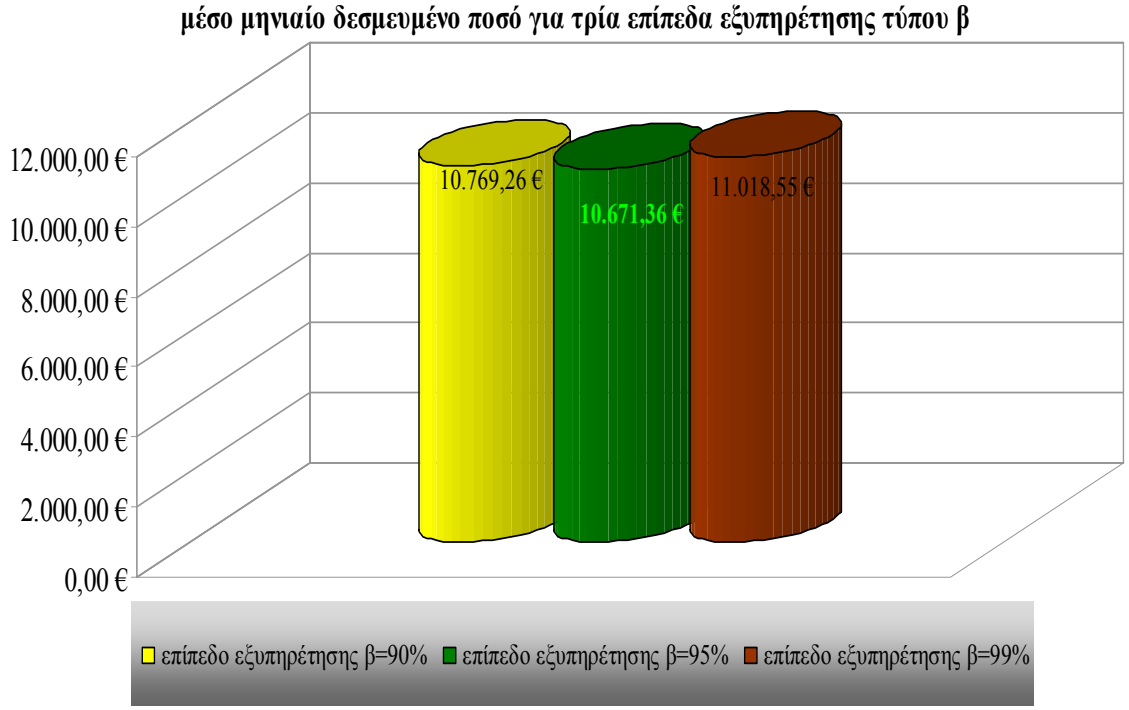
Επιλέγοντας το επίπεδο εξυπηρέτησης β ίσο με 90% ο αλγόριθμος μας δίνει άμεσα τα παρακάτω αποτελέσματα.(**Εικόνα 2.47**)



1	κωδικός ERP		6 60-01-01800			ΠΛΑΚΕΤΑ BG18			
2									
3	Ποιες χρονιές να ληφθούν υπόψη			☑ 2006	☑ 2007	☑ 2008	☐ 2009		
4	για τους υπολογισμούς?								
61									
62	Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 2								
63									
64		β	90%						
65	Αποτελέσματα								
66									
67	Η τιμή του επιπέδου εξυπηρέτησης που έχει επιλεγεί είναι β=90%								
68									
69		Q	153						
70		R	59						
71									
72	Επομένως το ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιείται χωρίς καθυστέρηση είναι 90% όταν κάθε φορά που								
73	το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 59 τεμαχίων, τίθεται παραγγελία 153 τεμαχίων								
74									
75									
76	Ακολουθώντας αυτή την πολιτική το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό = 10769,26 €								
77									
78									
79									
80		F(Q,R)	1.836,40 €						
81									
82	Με βάση τα παραπάνω δεδομένα επιτοκίου (20%), τιμής προιόντος (59,85€), μέσης ετήσιας ζήτησης								
83	(423,33τμχ/έτος), χρόνου ικανοποίησης παραγγελίας (0,14 έτη) και κόστους παραγγελίας (200€), αν κάθε								
84	φορά που το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 59 τεμαχίων, τίθεται παραγγελία 153 τεμαχίων, τότε θα								
85	έχουμε το ελάχιστο μέσο ετήσιο κόστος το οποίο είναι 1836,4 €								

Εικόνα 2.47 Q και R, συνάρτησης κόστους και μέσο μηνιαίο δεσμευμένο εισόδημα για τον κωδικό 6 60-01-01800

Κατόπιν παρουσιάζεται η **Εικόνα 2.48**, η οποία θέλει να δείξει τι συμβαίνει με το δεσμευμένο μέσο μηνιαίο εισόδημα, κάθε φορά που επιλέγουμε διαφορετική τιμή για το επίπεδο εξυπηρέτησης β. Κύριος στόχος είναι να διαπιστώσει ο χρήστης τι επιπτώσεις θα υπάρχουν στη δέσμευση κεφαλαίων, αν αποφασίσει να θέσει το σύστημα σε μια υψηλότερη ή χαμηλότερη στάθμη εξυπηρέτησης.



Εικόνα 2.48 Μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό για 3 επίπεδα εξυπηρέτησης τύπου β

Προχωρώντας γίνεται αντιληπτό στην **Εικόνα 2.48** ότι η πολιτική που προτείνεται για fill rate β=95% έχει σαν αποτέλεσμα τη δέσμευση λιγότερων κεφαλαίων (10671,36 €) μηνιαίως από αυτή για β=90% (10769,26 €). Αν και η διαφορά είναι πολύ μικρή σε σχέση με το συνολικό ποσό των χρημάτων, ωστόσο κρίνεται άξιο επισήμανσης μιας και συνήθως αυξάνοντας το επίπεδο εξυπηρέτησης αυξάνεται και το ποσό των τεμαχίων που διατηρούνται στην αποθήκη και συνεπώς και το ποσό των κεφαλαίων που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό.

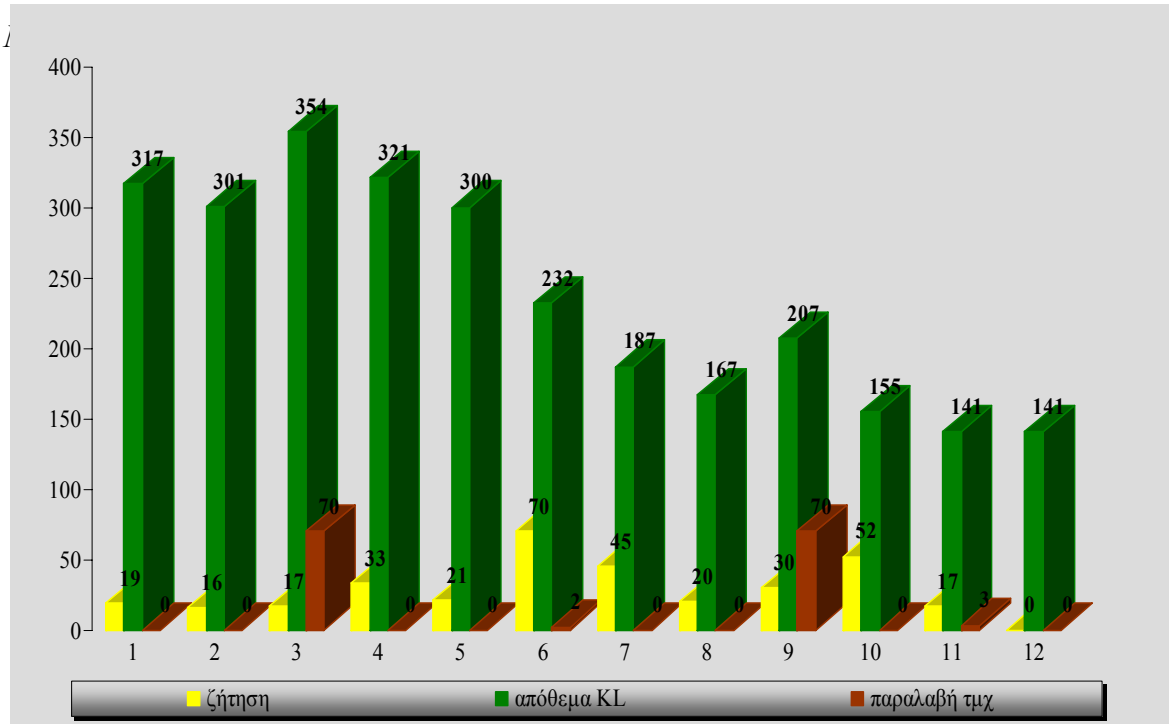
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το δεύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης. (**Εικόνα 2.49**)

121		
122	**Επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1**	
123		
124	α	90%
125	**Αποτελέσματα**	
126		
127	Η τιμή του επιπέδου εξυπηρέτησης που έχει επιλεγεί είναι α=90%	
128		
129	Q	119
130	R	84
131		
132	Κάθε φορά που το απόθεμα πέφτει στο επίπεδο των 84 τεμαχίων, πρέπει να τεθεί παραγγελία 119	
133	τεμαχίων. Η πιθανότητα να μην εμφανιστεί έλλειψη κατά τη διάρκεια του χρόνου ικανοποίησης της	
134	παραγγελίας είναι 90%	
135		
136		
137	Ακολουθώντας αυτή την πολιτική το μέσο μηνιαίο δεσμευμένο ποσό = 10868,98 €	
138		
139		
140	p	33,65 €
141	Το μοναδιαίο κόστος έλλειψης για επίπεδο εκυπηρέτησης τύπου α=90% είναι 33,65 €	
142		

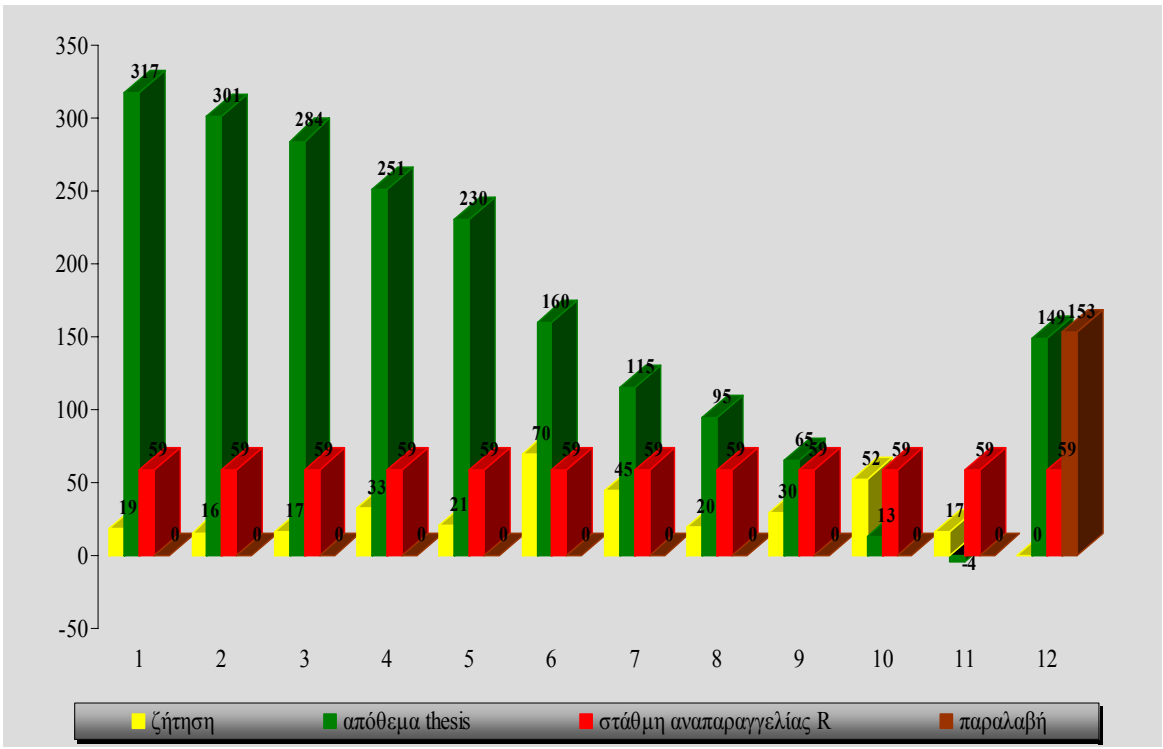
Εικόνα 2.49 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου 1, α=90% για τον κωδικό 6 60-01-01800

Εικόνα 2.50 Σύγκριση των δύο επιπέδων εξυπηρέτησης α και β με την τωρινή διαχείριση των αποθεμάτων για τον κωδικό 6 60-01-01800

Αποδεικνύεται για δεύτερη ακόμη φορά ότι η υπάρχουσα πολιτική της KLEEMANN είναι πιο ακριβή από αυτές που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Η διαφορά μεταξύ της εφαρμοζόμενης πολιτικής στη διατήρηση των αποθεμάτων για το συγκεκριμένο κωδικό και της πολιτικής που προτείνεται για επίπεδο εξυπηρέτησης τύπου β =90% είναι περίπου 3000 € μηνιαίως. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αρκετά αξιόλογο ποσό αν αναλογιστούμε ότι μόνο από ένα κωδικό μπορεί να γίνει μια εξοικονόμηση στη διάθεση των κεφαλαίων για αγορά και διατήρηση αποθεμάτων που ξεπερνά τα 35.000 € ετησίως.



Εικόνα 2.51 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την υπάρχουσα πολιτική της εταιρείας για τον κωδικό 6 60-01-01800



Εικόνα 2.52 Διακύμανση ποσοτήτων σύμφωνα με την προτεινόμενη πολιτική της διπλωματικής για τον κωδικό 6 60-01-01800

Η τελευταία παρατήρηση επαληθεύεται και από την Εικόνα 6, όπου απεικονίζεται το επίπεδο των αποθεμάτων για κάθε μήνα έτσι όπως διαμορφώθηκαν κατά το έτος 2009. Παρατηρούμε ότι ενώ υπάρχει ήδη μια μεγάλη ποσότητα τεμαχίων στην αποθήκη στην

αρχή της χρονιάς πραγματοποιούνται δυο παραγγελίες τον 3^{ο} και τον 9^{ο} μήνα αντί να γίνει προσπάθεια να μειωθεί το απόθεμα σε επίπεδα που είναι ανάλογα της ζήτησης. Βέβαια και στην προτεινόμενη λύση (**Εικόνα 2.52**) παρουσιάζεται το φαινόμενο της έλλειψης τον 11^{ο} μήνα κάτι που αποδεικνύει την αναγκαιότητα της επιτήρησης του συστήματος, μιας και το σύστημα δεν είναι σε θέση από μόνο του να διαχειριστεί με απόλυτη επιτυχία τις ποσότητες των αποθεμάτων και των παραγγελιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{ο}

Γενικά Συμπεράσματα - Σχόλια

1. Αρχικά το πρώτο σχόλιο που μπορούμε να καταθέσουμε είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα μέσα από τη σύνταξη απλών αλγορίθμων σε απλά λογισμικά περιβάλλοντα να γίνει μια ουσιαστική προσπάθεια ελέγχου και διατήρησης αποθεμάτων. Έτσι η δημιουργία απλών αλλά προσαρμοσμένων προγραμμάτων μπορεί να λειτουργήσει υποστηρίχτηκα στη λήψη των απαιτούμενων αποφάσεων. Αναμφίβολα υπάρχουν στην αγορά διαθέσιμα πολύπλοκα προγράμματα με πολλές λειτουργίες και δυνατότητες. Ωστόσο η πραγματική επιτυχία αυτών των προγραμμάτων κρίνεται από το πόσο μπορούν να προσαρμοστούν στις πραγματικές και ιδιαίτερες ανάγκες της κάθε εταιρείας. Οι προσπάθειες που γίνονται για ελαχιστοποίηση του κόστους διαχείρισης των αποθεμάτων είναι συχνά άστοχες. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει ένα ορατό πρόβλημα, αυτό της εφαρμογής των συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων που προτείνονται στη σχετική βιβλιογραφία, αλλά με τη σαφή και πλήρη παραμετροποίηση αυτών για κάθε επιχείρηση και αγαθό ξεχωριστά.

2. Βέβαια πρέπει να πούμε ότι κανένα λογισμικό όσο προσαρμοσμένο και αν είναι δεν μπορεί να λειτουργήσει εντελώς αυτόνομα και να παίρνει μόνο του τις αποφάσεις για παραγγελίες και αποθεματοποίηση. Πόσο μάλλον στην περίπτωση της KLEEMANN που έχουμε να κάνουμε με τυποποιημένη, αλλά και customized παραγωγή. Η λειτουργία ενός συστήματος παρακολούθησης των αποθεμάτων και επεξεργασίας των δεδομένων μπορεί να δώσει αποτελέσματα, βάσει της σχεδίασής του, που θα λειτουργήσουν υποστηρικτικά προς το άτομο που πρέπει να πάρει τις αποφάσεις.

3. Μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προηγήθηκε διαπιστώθηκε ότι για τους δύο από τους τρεις κωδικούς είναι εφικτή η μείωση των δεσμευμένων κεφαλαίων που απαιτούνται για τη διατήρηση των αποθεμάτων τους. Συνεπώς αποδεικνύεται η αναγκαιότητα της ABC ανάλυσης και της κατάταξης των κωδικών στις

τρεις κατηγορίες. Κάτι τέτοιο έχει ήδη εφαρμοστεί στην KLEEMANN και έτσι υπάρχει η βάση για να γίνει μια οργανωμένη προσπάθεια μείωσης των αποθεμάτων.

4. Από την άλλη είναι απαραίτητο να πούμε ότι μπορεί τα μεγάλα αποθέματα που διατηρεί η KLEEMANN να μην είναι αποτέλεσμα κακής διαχειριστικής πολιτικής, αλλά αποτέλεσμα διακανονισμών και συμφωνιών με τους προμηθευτές. Έτσι προκειμένου να πετύχει μεγαλύτερες εκπτώσεις ενδεχομένως να προβαίνει στην αγορά μεγαλύτερων ποσοτήτων, παρόλο που δεν υπάρχει η ανάλογη ζήτηση. Για να μπορέσουμε όμως να πούμε με ασφάλεια αν είναι κερδοφόρα μια τέτοια πολιτική πρέπει να εντάξουμε στον αλγόριθμους υπολογισμού καινούριες παραμέτρους και να γίνει η σχετική μελέτη. Θα μπορούσε λοιπόν αυτό να αποτελέσει ένα καινούριο πεδίο έρευνας μέσα στην εταιρεία.

5. Καταλήγοντας επισημαίνεται για μία ακόμα φορά ότι η σχέση μεταξύ των αποθεμάτων και της ρευστότητας μέσα σε μια εταιρεία γίνεται όλο και πιο έντονη. Συνυπολογίζοντας τη δυσκολία των σημερινών οικονομικών συνθηκών η ορθή και χρηστή διαχείριση των αποθεμάτων μπορεί να απελευθερώσει πολύτιμα κεφάλαια, τα οποία θα μπορέσει η εταιρεία να τα χρησιμοποιήσει για την επένδυση και την ανάπτυξη. Έτσι από τη μία επιτυγχάνεται ως ένα βαθμό η αυτοχρηματοδότηση της επιχείρησης και η δημιουργία νέων επενδύσεων και από την άλλη η αποδοτικότητα του κεφαλαίου θα βοηθήσει στην αύξηση στην αξία της μετοχής. Συνεπώς η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων όχι μόνο μειώνει τα λειτουργικά κόστη της εταιρείας, αλλά μπορεί να επηρεάσει και την χρηματιστηριακή αξία της.

Βιβλιογραφία

1. CHOPRA SUNIL, MEINDL PETER, (2007), "Supply Chain Management, Strategy, Planning & Operation", Pearson, Prentice Hall, United States of America.

2. Steven Nahmias (2001) "Production & Operation Analysis"

3. SILVER A.EDWARD,PYKE F.DAVID,PETERSON REIN, (1998), "Inventory Management and Production Planning and Scheduling", John Wiley and Sons, New York.

4. METTERS RICHARD, (1997), "Production planning with stochastic seasonal demand and capacitated production", Transactions 29, 1017-1029.,