



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Πρόβλεψη Παραγωγής - Πωλήσεων Ζάχαρης Εργοστασίου Λάρισας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πολυχρόνης Λ. Κουτσολιάκος
Δημήτριος Γ. Μίχος

Επιβλέπων : Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Αύγουστος 2006



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Πρόβλεψη Παραγωγής - Πωλήσεων Ζάχαρης Εργοστασίου Λάρισας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πολυχρόνης Α. Κουτσολιάκος
Δημήτριος Γ. Μίχος

Επιβλέπων : Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 24^η Αυγούστου 2006

.....
Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Επίκουρος καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Αύγουστος 2006

.....
Πολυχρόνης Λ. Κουτσολιάκος

.....
Δημήτριος Γ. Μίχος

Διπλωματούχοι Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί και Μηχανικοί Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Πολυχρόνης Λ. Κουτσολιάκος 2006
Copyright © Δημήτριος Γ. Μίχος, 2006
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στη Μονάδα Προβλέψεων και Προοπτικής του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να απευθύνουμε στον καθηγητή κ. Βασίλειο Ασημακόπουλο για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, αναθέτοντάς μας την εργασία αυτή. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής τους καθηγητές κ.κ. Ιωάννη Ψαρά και Δημήτριο Ασκούνη για το ενδιαφέρον και τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας, την διδάκτωρ κ. Έλλη Παγουρτζή για τις παρεμβάσεις και διορθώσεις, την υποψήφια διδάκτωρ κ. Βίβιαν Λίτσα καθώς και τους συνεργάτες του εργαστηρίου, τόσο για τη βιβλιογραφική υποστήριξη όσο και για τη βοήθεια και καθοδήγηση που πάντα πρόθυμα μας προσέφεραν. Ευχαριστούμε ακόμη την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης και ειδικότερα το προσωπικό του εργοστασίου παραγωγής ζάχαρης στη Λάρισα, το οποίο πρόθυμα μας παρείχε τα δεδομένα και τις απαραίτητες διευκρινίσεις πάνω σε αυτά, στοιχεία τα οποία απαιτούνται για την υλοποίηση της μελέτης μας. Τέλος οφείλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους συναδέλφους του Γενικού Επιτελείου Στρατού (ΓΕΣ), Γενικού Επιτελείου Ναυτικού (ΓΕΝ) και Γενικού Επιτελείου Αεροπορίας (ΓΕΑ) για την προθυμία με την οποία μας παρείχαν τις πληροφορίες που τους ζητήσαμε, αν και υπήρχε η πίεση του φόρτου εργασίας. Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθούμε γενικότερα στο φιλικό και ζεστό κλίμα, αλλά και στο πνεύμα συνεργασίας που συναντήσαμε κατά τη διάρκεια της εργασίας μας.

Αθήνα, Αύγουστος 2006

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στον πρόωρα
αδικοχαμένο φίλο, συνάδελφο και συμφοιτητή

Γεώργιο Λιάμπα

Περίληψη

Η καλλιέργεια τεύτλων και η παραγωγή ζάχαρης αποτελεί ένα μεγάλο κομμάτι της Ελληνικής Αγροτικής Οικονομίας. Όπως σε πολλούς άλλους τομείς, έτσι και σε αυτόν, είναι απαραίτητο να δύνανται να γίνουν προβλέψεις. Η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (EBZ) δραστηριοποιείται στο χώρο αυτό από το 1960 και σήμερα διαθέτει 5 εργοστάσια στον Ελλαδικό χώρο. Η εμπειρία έχει αποδείξει ότι οι προβλέψεις είναι απαραίτητες προκειμένου η εταιρία να πετύχει τους στόχους της. Αναφερόμαστε βέβαια σε σύγχρονα λογισμικά προγράμματα, τα οποία να παρέχουν πλήθος γνωστών και ευρέως διαδεδομένων μεθόδων. Η παρούσα μελέτη εφαρμόζει τα προγράμματα Theta Forecaster και Pythia σε χρονοσειρές μηνιαίων δεδομένων 5 ετών (2000-2005) πωλήσεων και παραγωγής ζάχαρης του εργοστασίου που εδρεύει στη Λάρισα, με σκοπό να παράγει προβλέψεις πωλήσεων και παραγωγής για το επόμενο έτος (2006). Αναζητούνται οι καλύτερες μέθοδοι σε κάθε λογισμικό, με βάση διάφορους τύπους σφαλμάτων. Επίσης με βάση κοινές μεθόδους, επιχειρείται μία σύγκριση των 2 λογισμικών, στηριζόμενοι πάντα στα σφάλματα που δίνουν οι αντίστοιχες προβλέψεις. Τέλος παρουσιάζονται συμπεράσματα για όλα τα παραπάνω και προοπτικές εξέλιξης και εξάπλωσης της επιστήμης των προβλέψεων στις ένοπλες δυνάμεις της Ελλάδος.

Λέξεις κλειδιά: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, προβλέψεις, παραγωγή ζάχαρης, πωλήσεις ζάχαρης, Theta Forecaster, Pythia

Abstract

The cultivation of beets and the sugar production represent a great part of the Greek agricultural economy. Like in many other areas, the implement of forecasts are also essential in sugar industry. The Hellenic Sugar Industry (HSI), has been activated in this ground since 1960 and by now it owns and operates 5 production facilities in Greece. Experience has proved that forecasts are necessary in order for the company to achieve its goals. We mean of course contemporary computer forecasting packages, which can provide various well-known and widespread methods. The present study, implements Theta Forecaster and Pythia forecasting packages in monthly 5-year time series data (2000-2005) of sugar sales and sugar production of the sugarhouse in Larissa, in order to produce forecasts for the sales and the production of the coming year (2006). The optimal methods for each forecasting package are inquired, based on various error indexes. In addition, based on the common methods we attempt to compare the two softwares, based always on the errors that respective forecasts give. Finally some conclusions for all the discussed matters are apposed, as well as perspectives of progress and development of the science of forecasts in Greek Armed Forces.

Keywords: Hellenic Sugar Industry, forecasts, sugar production, sugar sales, Theta Forecaster, Pythia

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
2. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ (ΕΒΖ)	15
2.1 Ιστορία της ζάχαρης	15
2.2 Γενικά στοιχεία του κλάδου	17
2.3 Ανταγωνισμός-Θέση της εταιρίας στον κλάδο	18
2.4 Γενικές πληροφορίες για την εταιρία	19
2.5 Αντικείμενο εργασιών	21
2.6 Ζαχαρουργείο Λάρισας	23
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ	26
3.1 Κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης	26
3.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα μεθόδων πρόβλεψης	26
3.3 Χρονοσειρές-Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	27
3.4 Βασικά βήματα σε μια διαδικασία πρόβλεψης	27
3.5 Στατιστικοί Δείκτες	28
3.6 Δείκτες Σφαλμάτων	30
3.7 Μέθοδοι Προβλέψεων	31
3.7.1 Αποσύνθεση	31
3.7.2 Εκθετική Εξομάλυνση	35
3.8 Μέθοδοι προβλέψεων στην πράξη	40
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΣΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΩΛΗΣΕΩΝ-ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ	42
4.1 Μεθοδολογία προβλέψεων πωλήσεων-παραγωγής ζάχαρης	42
4.2 Το κενό μεταξύ θεωρίας και πράξης	42
4.3 Δεδομένα	47
4.4 Εξομάλυνση δεδομένων	50
4.5 Επιλογή χρονοσειρών	57
4.6 Επεξεργασία-Αποτελέσματα	60
4.6.1 Εφαρμογή λογισμικού Theta Forecaster	60
4.6.2 Εφαρμογή λογισμικού Pythia	83
4.6.2.1 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 25-75	84
4.6.2.2 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70	101
4.6.2.3 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 35-65	118
4.6.3 Συμπεράσματα	134
4.7 Συγκρίσεις μεταξύ λογισμικών Theta Forecaster-Pythia	134

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ – ΕΞΕΛΙΞΗ	139
5.1 Συμπεράσματα	139
5.2 Προβλέψεις στις Ένοπλες Δυνάμεις	139
5.3 Προοπτικές εξέλιξης	142
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	143

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός ότι οι προβλέψεις είναι απαραίτητες σε κάθε οργανισμό ή επιχείρηση και όχι μόνο. Λαμβάνουν χώρα στον τομέα της οικονομίας, του marketing, της παραγωγής, του προσωπικού και αλλού. Με το πέρασμα του χρόνου (Hanke και Reitsch 1998), αναπτύσσονται περισσότερο πολύπλοκες τεχνικές προβλέψεων και γίνεται όλο και πιο επιτακτική η χρήση Η/Υ και συνεπώς η χρήση στατιστικών πακέτων πρόβλεψης και λογισμικών προγραμμάτων. Σήμερα πλέον δε μπορούμε να μιλάμε για αξιοπιστία προβλέψεων αν δε γίνεται χρήση Η/Υ για την εξαγωγή αυτών. Στο μέλλον ή θα λέγαμε καλύτερα ακόμη και σήμερα, μπορεί ο καθένας με ελάχιστο κόστος να έχει πρόσβαση σε δεδομένα και πληροφορίες απεριόριστου όγκου, τα οποία θα μπορεί να επεξεργάζεται με ελάχιστο κόστος και με τα πιο σύγχρονα υπολογιστικά προγράμματα. Ιδιαίτερα οι managers οφείλουν να είναι πολύ προσεκτικοί σχετικά με την ορθή χρήση των διαφόρων τεχνικών προβλέψεων, διότι “κακές” προβλέψεις οδηγούν σε “κακές” αποφάσεις. Τα υπάρχοντα λογισμικά βέβαια αναπτύσσονται και βελτιώνονται συνεχώς, προσφέροντας μεγαλύτερες δυνατότητες και πλεονεκτήματα στο χρήστη. Ο ρόλος των προβλέψεων είναι σημαντικός και η χρησιμότητά τους μεγάλη, αλλά θα πρέπει επίσης να γνωρίζουμε ότι σαφώς και δεν υπάρχει τέλεια πρόβλεψη. Τα διάφορα προγράμματα και οι ακολουθούμενες διαδικασίες εμπεριέχουν ούτως ή άλλως έμφυτα σφάλματα ή παραδοχές. Δε μπορούμε σε καμία περίπτωση να μιλάμε για βεβαιότητα του μέλλοντος. Μπορούμε όμως να προσεγγίσουμε το μέλλον. Η προσπάθεια εστιάζεται στο να γίνει η καλύτερη δυνατή πρόβλεψη, αποφεύγοντας τα λάθη και εφαρμόζοντας με τον καλύτερο τρόπο τις διάφορες μεθόδους πρόβλεψης.

Ας αναρωτηθούμε όμως, γιατί είναι οι προβλέψεις απαραίτητες; Η απάντηση βρίσκεται στο γεγονός ότι όλοι οι οργανισμοί λειτουργούν σε περιβάλλον αβεβαιότητας και παρόλα αυτά πρέπει να λαμβάνονται αποφάσεις που αφορούν το μέλλον ή ακόμη και την ύπαρξή τους. Οι προβλέψεις που προέρχονται μετά από έρευνα και μελέτη έχουν πάντα μεγαλύτερη αξία. Υπάρχουν πολλοί αξιόπιστοι τρόποι προκειμένου να παράγει κάποιος προβλέψεις, οι οποίοι βασίζονται σε λογικές μεθόδους διαχείρισης των δεδομένων που παράγουν τα ιστορικά γεγονότα. Αυτό δε σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι οι διαισθητικές προβλέψεις είναι κακές. Αντιθέτως τα αισθήματα και η διαίσθηση ανθρώπων, οι οποίοι διευθύνουν οργανισμούς, δίνουν συχνά την καλύτερη δυνατή πρόβλεψη. Το επιδιωκόμενο βέβαια είναι να έχουν κατανοήσει τόσο τις ποσοτικές όσο και τις ποιοτικές τεχνικές προβλέψεων, να τις συνδυάζουν και να τις χρησιμοποιούν με σύνεση, εφαρμόζοντας με βάση την κρίση τους τις ποσοτικές μεθόδους. Η συσσωρευμένη εμπειρία και οι διάφορες μελέτες στον τομέα των προβλέψεων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σήμερα, αφενός υπάρχει υπεραισιοδοξία και αφετέρου δεν εκτιμάται σωστά η σημασία των συνθηκών αβεβαιότητας. Επίσης τα πρόσφατα γεγονότα επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις προβλέψεις από ότι τα περασμένα. Πρέπει να μελετάμε τα ιστορικά δεδομένα σε βάθος, αλλά και να κατανοούμε το παρόν. Ο κόσμος συνεχώς αλλάζει, “τα πάντα ρει” σύμφωνα με τον Ηράκλειτο και σύμφωνα με τους Hanke και Reitsch (1998), όσο ο κόσμος μέσα στον οποίο ζούμε και λειτουργούμε αλλάζει, οι προβλέψεις θα είναι πάντα απαραίτητες. Όποιοι οργανισμοί ή επιχειρήσεις δεν δύνανται να ανταποκριθούν άμεσα στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες και δε μπορούν να προβλέψουν με κάποια σχετική ακρίβεια το μέλλον, είναι καταδικασμένοι σε αφανισμό. Είναι αυτονόητο επίσης ότι οι προβλέψεις που παράγονται, πρέπει να εκτιμώνται και να γίνονται κατανοητές από αυτούς που είναι επιφορτισμένοι και έχουν τη δικαιοδοσία να λαμβάνουν αποφάσεις.

Εξάλλου σύμφωνα με τους Delurgio και Bhame (1991), είναι σημαντικό να μπορέσει να κατανοήσει κανείς τη σπουδαιότητα και τη σημασία των συστημάτων πρόβλεψης. Η

επιθυμία πρόβλεψης του μέλλοντος αποτελεί ένα από τα πιο ισχυρά γνωστικά κίνητρα της σύγχρονης κοινωνίας. Η προσπάθεια πραγματοποίησης της παραπάνω επιθυμίας έχει καταλήξει σε επιστημονικά τεκμηριωμένα μοντέλα πρόβλεψης για την ανθρώπινη υγεία, τη συμπεριφορά, τα οικονομικά, τον καιρό και πολλά άλλα. Μελέτες δείχνουν ότι πολλές επιχειρήσεις, μεγάλες ή μικρές, χρησιμοποιούν σε πολύ μεγάλο βαθμό υποκειμενικές, μη ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης, ενώ η εκμάθηση της θεωρίας και η πρακτική εφαρμογή λειτουργικών προβλέψεων μπορούν να γίνουν με σχετική ευκολία. Οι προβλέψεις μπορούν να φανούν χρήσιμες, όχι μόνο σε επιχειρήσεις και οργανισμούς κερδοσκοπικού χαρακτήρα, αλλά και σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Προκειμένου να επιτευχθεί αποτελεσματικός οικονομικός και επιχειρησιακός σχεδιασμός και έλεγχος, απαιτούνται ολοκληρωμένα συστήματα προβλέψεων. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν πρέπει να συγχέει κανείς τις προβλέψεις με το σχεδιασμό. Οι προβλέψεις είναι απαραίτητες (Armstrong 1985) προκειμένου να επιτευχθεί σωστός σχεδιασμός. Ένα μοντέλο πρόβλεψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία προσπάθεια να μαντέψουμε πως θα είναι ο κόσμος αν δεν κάνουμε τίποτα για να τον επηρεάσουμε ή αν επέμβουμε προκειμένου να αλλάξουμε κάτι. Συχνά απαιτείται μία πρόβλεψη όταν πρέπει να πάρουμε μια απόφαση. Διάφορες επιχειρήσεις πρέπει να λάβουν αποφάσεις σχετικά με την τοποθεσία εγκαταστάσεων, το προσωπικό, το είδος των προϊόντων που θα παρέχει, τα οικονομικά. Επίσης διάφοροι άνθρωποι πρέπει να αποφασίσουν σχετικά με τις σπουδές τους, την επιλογή καριέρας, την αγορά ενός σπιτιού, το γάμο και διάφορα άλλα προσωπικά ζητήματα. Επειδή λοιπόν για όλα τα παραπάνω πρέπει να παρθούν αποφάσεις, είναι επιθυμητό να μπορεί κανείς να προβλέψει τις συνέπειες των αποφάσεων αυτών. Σύμφωνα πάντα με τον Armstrong, οτιδήποτε γίνεται έχει και κάποιο κόστος. Όμοια το κόστος ανάπτυξης προβλέψεων επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες όπως είναι η ανάγκη για δεδομένα, η πολυπλοκότητα της μεθόδου και η υλοποίηση. Όσο πιο μεγάλος όγκος δεδομένων απαιτείται, τόσο πιο πολλά τα έξοδα της διαδικασίας συλλογής και επεξεργασίας. Επίσης πολύπλοκες μέθοδοι απαιτούν πιο εξειδικευμένο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό καθώς και περισσότερο χρόνο για ανάλυση. Τέλος όσον αφορά στην υλοποίηση, τόσο για τον αναλυτή όσο και για το χρήστη, προκειμένου να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση και εμπιστοσύνη σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο, απαιτείται υπολογίσιμος χρόνος και χρήμα.

Η παρούσα εργασία έχει ως βασικό σκοπό τη διερεύνηση της εφαρμογής των πιο ευρέως χρησιμοποιούμενων μεθόδων προβλέψεων με τη χρήση νέων τεχνολογιών, σε έναν παραδοσιακό κλάδο όπως είναι η επεξεργασία ζαχαροκάλαμων και τεύτλων για την παραγωγή ζάχαρης. Καλό θα ήταν να μην ξεχνάμε ότι η καλλιέργεια ζαχαροκάλαμων και τεύτλων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της Ελληνικής, αλλά και της Ευρωπαϊκής αγροτικής οικονομίας. Η χρήση των νέων τεχνολογιών που αναφέρθηκε παραπάνω, αφορά τόσο στην πρόσβαση, αποθήκευση και αξιοποίηση τεράστιου όγκου δεδομένων όσο και στην επεξεργασία υψηλού επιπέδου που παρέχεται μέσω των σύγχρονων λογισμικών που παρέχονται στο εμπόριο και που αναπτύσσονται και βελτιώνονται συνεχώς. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία μας επιδιώκει να συλλέξει και να αξιοποιήσει δεδομένα, τα οποία έχουν σχέση με την παραγωγή και τις πωλήσεις ζάχαρης του ζαχαρουργείου Λάρισας, στα πλαίσια της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (EBZ) προκειμένου να παράγει προβλέψεις για το έτος 2006.

Η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (EBZ), είναι από τις παλαιότερες βιομηχανίες στην Ελλάδα (έτος ίδρυσης 1960). Τα τελευταία χρόνια, μετά από μία κρίσιμη περίοδο (ΝΑΥΤΕΜΠΟΡΙΚΗ 2004) παρουσιάζει όχι μόνο μεγαλύτερα κέρδη, αλλά και άριστη ποιότητα προϊόντος. Αποδεικτικό αποτελεί η συνεργασία με την Coca - Cola, ενός από τους πλέον απαιτητικούς πελάτες, που για πρώτη φορά προτίμησε την EBZ Λάρισας για την προμήθεια ζάχαρης άριστης ποιότητας. Καταλυτικό ρόλο στην αναβάθμιση του προϊόντος έπαιξε το πρόγραμμα επενδύσεων και η στρατηγική που ακολουθήθηκε

προκειμένου να συνδεθεί το αρχικό προϊόν με τη διαδικασία επεξεργασίας. Συγκεκριμένα, η συνεχής ενημέρωση των παραγωγών είχε ως αποτέλεσμα να φτάσει στο εργοστάσιο η μεγαλύτερη ποσότητα τεύτλου και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες.

Η επαρκής και ικανοποιητική παραγωγή ζάχαρης είναι βέβαια ένα θέμα που απασχολεί τις περισσότερες χώρες παγκοσμίως. Σύμφωνα με τους Higgins και Muchow (2003), πρέπει να αντιμετωπιστούν ενιαία η καλλιέργεια, η συγκομιδή, η μεταφορά, η επεξεργασία και το marketing. Αυτό δεν είναι εύκολο, αλλά αρκετά πολύπλοκο, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Αυστραλία, όπου οι μονάδες συγκομιδής και οι φάρμες είναι ιδιωτικές επιχειρήσεις, με τα εργοστάσια να έχουν διαφορετική ιδιοκτησία. Στην Κίνα, η εφαρμογή μιας τεχνικής με υπερηχητικές δονήσεις αποτέλεσε πεδίο έρευνας της επαρχίας του Guargdong (Zheng και Qiu 2005). Τα αποτελέσματα ήταν αισιόδοξα διότι οι συντελεστές μεταφοράς θερμότητας και η ένταση του συστήματος εξάτμισης βελτιώθηκαν και το ιξώδες της παραγομένης ζάχαρης μειώθηκε χωρίς καμία επίδραση στην ποιότητα της παραγόμενης ζάχαρης. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την παραπάνω τεχνική με υπέρηχους, είναι εύκολος τόσο στον χειρισμό του όσο και στη συντήρησή του. Υπάρχει λοιπόν μια γενική πίεση για διερεύνηση του όλου συστήματος ώστε να εντατικοποιηθεί ο διεθνής ανταγωνισμός.

Πρόσφατα έγινε μία προσπάθεια αναδιοργάνωσης και στην Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (Ιοαννου 2005), με βασικό άξονα τον προσδιορισμό του κόστους κατασκευών και των λειτουργικών ανεπαρειών. Ειδικότερα, μόνο από τον επανασχεδιασμό του δικτύου διανομής της εταιρίας, χωρίς πολυδάπανες και ριζικές αλλαγές στις υπάρχουσες λειτουργίες που αφορούν στην τροφοδοσία, εξοικονομήθηκαν το επόμενο έτος ένα εκατομμύριο δολάρια (1.000.000 \$) Η.Π.Α. και βελτιώθηκε σημαντικά η κάλυψη της ζήτησης. Παρόλα αυτά, είναι αναγκαίο για την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (Kaburlasos *et al.* 2002) να αναπτύξει αλγόριθμους για την πρόβλεψη της ετήσιας παραγωγής ζάχαρης. Μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε άλλες χώρες δεν μπορούν να εφαρμοστούν στη χώρα μας εξαιτίας των διαφορών στις περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά και στην ευφορία του εδάφους. Μια πρώτη προσέγγιση που επιχειρήθηκε για την πρόβλεψη της παραγωγής αποσκοπούσε στη μοντελοποίηση της καλλιέργειας του ζαχαρότευτλου ως μία διαδικασία μετατροπής ενέργειας. Το μεγάλο σφάλμα πρόβλεψης που προέκυψε (μεγαλύτερο του 15% για το εργοστάσιο στη Λάρισα), αποδόθηκε σε έλλειψη γνώσης της υποκείμενης διαδικασίας καθώς και σε ανεπαρκή δεδομένα. Ο επιδιωκόμενος στόχος, που είναι η βελτίωση του μοντέλου, θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη και την ηλικία των τεύτλων διότι εκτιμήθηκε ως αρκετά σημαντικός παράγοντας, καθώς επίσης και την επίδραση διαφόρων ασθενειών που πλήττουν τις καλλιέργειες. Επιπλέον, καθώς με το πέρασμα του χρόνου περισσότερα δεδομένα θα είναι διαθέσιμα, θα μπορούν να γίνουν καλύτερες εκτιμήσεις των παραμέτρων του μοντέλου. Ας σημειωθεί εδώ ότι τα αποτελέσματα για 3 άλλα εργοστάσια, για τα οποία υπήρχαν περισσότερα δεδομένα, ήταν αρκετά ικανοποιητικά. Πειράματα έχουν δείξει ότι αξιόπιστα και έγκυρα δεδομένα 10 χρόνων είναι αρκετά ώστε να μειώσουν το σφάλμα πρόβλεψης σε 5% περίπου.

Γεγονός είναι ότι η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (EBZ) στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία των στελεχών της και στην αξιοποίηση από αυτά των ιστορικών δεδομένων. Επομένως η εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων προβλέψεων σε έναν παραδοσιακό κλάδο της Ελληνικής βιομηχανίας, αποτέλεσε ένα επιπλέον έναυσμα για την εκπόνηση της Διπλωματικής αυτής εργασίας, η οποία φιλοδοξεί να αποτελέσει μια πρώτη προσέγγιση στα παραπάνω ζητήματα, εντοπίζοντας ενδεχομένως κάποια σημεία που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση καθώς και προοπτικές εξέλιξης. Επιμέρους στόχος είναι επίσης η αξιολόγηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν, μετά την επεξεργασία των δεδομένων, τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων και την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων πρόβλεψης. Αποτελεί επομένως πρόκληση η παραπάνω προσπάθεια που

αφορά στην όλη διαδικασία παραγωγής – πωλήσεων, διότι με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να γίνει καλύτερη κατανόηση των “εργαλείων” που είναι απαραίτητα σε μία πρόβλεψη (λογισμικά προγράμματα – εφαρμογή μεθόδων). Επίσης θα συμβάλλει σημαντικά στην απόκτηση τεχνογνωσίας και εμπειρίας πάνω σε αυτά και ελπίζουμε και στην καλύτερη αξιοποίησή τους σε κάποιους άλλους τομείς είτε παραδοσιακούς είτε ενδεχομένως πιο σύγχρονους ή πολύπλοκους που απαιτούνται προβλέψεις είτε γίνεται χρήση αυτών είτε όχι.

Ενδεικτικά αναφέρεται η προμήθεια υλικών και εφοδίων των Ενόπλων Δυνάμεων και γενικότερα ο σχεδιασμός παραγωγής και απαιτήσεων υλικών, διασκευών, ανακατασκευών και άλλα. Οφείλουμε να πούμε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει κάποια μικρά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση, αλλά σίγουρα απέχουν πολύ από το επίπεδο που θα έπρεπε να είναι και που βρίσκονται άλλοι τομείς όπως προβλέψεις οικονομικών δεικτών σε δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις, προβλέψεις τηλεθέασης τηλεοπτικών σταθμών και άλλοι.

Όπως προαναφέρθηκε, η παρούσα εργασία μελετά τη χρήση μεθόδων πρόβλεψης για την εξαγωγή μελλοντικών συμπερασμάτων σε ότι αφορά στις πωλήσεις-παραγωγή ζάχαρης. Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία αυτή έχουμε συλλέξει τα μηνιαία δεδομένα πωλήσεων και παραγωγής ζάχαρης του Εργοστασίου παραγωγής ζάχαρης στην Λάρισα για την περίοδο 2000-2005. Σκοπός μας είναι να αξιοποιήσουμε τα παραπάνω στοιχεία και να μελετήσουμε ποια μέθοδο προβλέψεων ή συνδυασμό μεθόδων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να έχουμε όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστες προβλέψεις για τις πωλήσεις-παραγωγή της ζάχαρης από το επόμενο έτος (2006). Είναι προφανές ότι η πρόβλεψη των πωλήσεων είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι θα αποτελέσει τη βάση για το μέγεθος της παραγωγής. Θα πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό ότι η παραγωγή προβλέψεων όσον αφορά στη ζάχαρη, παρουσιάζει δυσκολίες εξαιτίας των πολλών τυχαίων και απρόβλεπτων παραγόντων που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία, όπως οι καιρικές συνθήκες του τρέχοντος έτους, η παραγόμενη ποσότητα ζαχαρότευτλων ανάλογα με τα καλλιεργήσιμα στρέμματα, η τιμή της ζάχαρης σε σχέση με τις τιμές της σε άλλα κράτη (π.χ. Σερβία). Όλοι αυτοί οι παράγοντες σε συνδυασμό με τη λογιστική τακτοποίηση αποθεμάτων προηγούμενου έτους, δημιουργούν διακυμάνσεις στις χρονοσειρές που έχουμε στη διάθεσή μας, οι οποίες αντιμετωπίζονται ανάλογα όπως θα εξηγηθεί παρακάτω.

Η διάρθρωση της παρούσας εργασίας έχει ως εξής:

Αρχικά στο **κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία για την ιστορία της ζάχαρης, την ανακάλυψη αυτής και την εξέλιξη της βιομηχανίας στον Ελλαδικό χώρο μέχρι την ίδρυση της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (EBZ) που έλαβε χώρα το 1960 με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Στη συνέχεια αναφέρονται κάποια γενικά στοιχεία του κλάδου καθώς και τους στόχους που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση σε ότι αφορά στη βιομηχανία ζάχαρης σε Ευρωπαϊκό και Παγκόσμιο επίπεδο και αντιλαμβανόμενη τη σημασία αυτής. Επίσης παρατίθενται πίνακες, που παρουσιάζουν την παραγωγή ζάχαρης (σε τόνους) στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και τον αριθμό των παραγωγικών μονάδων που συμμετείχαν ανά έτος στην καμπάνια κατά την περίοδο 1998/1999 - 2000/2001, αλλά και τις πωλήσεις της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (EBZ) τα έτη 1996 – 2001. Ακολουθούν κάποιες γενικές πληροφορίες για την εταιρία, οι σκοποί και στόχοι που έχει θέσει καθώς και μία γεωγραφική κατανομή των εργοστασίων που αυτή διαθέτει. Είναι αξιοσημείωτο ότι δραστηριοποιείται με 5 παραγωγικές Μονάδες σε Λάρισα, Πλατύ, Σέρρες, Ξάνθη και Ορεστιάδα σε έναν τόσο μικρό γεωγραφικό χώρο όπως είναι η Ελλάδα. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στο αντικείμενο εργασιών της εταιρίας και υποδεικνύονται οι σημαντικότερες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζάχαρης. Τέλος παρουσιάζεται το εργοστάσιο (ζαχαουργείο) που λειτουργεί με έδρα τη Λάρισα, οι κτιριακές και μηχανολογικές του εγκαταστάσεις και τα κύρια χαρακτηριστικά του. Εδώ αξίζει

να σημειωθεί ότι τα παραγόμενα υγρά απόβλητα υφίστανται επεξεργασία με βιολογικό καθαρισμό με απόδοση στην αφαίρεση ρύπων ~ 95 % και καταλήγουν στο φυσικό αποδέκτη (Πηνειό).

Στο **κεφάλαιο 3** αναφέρεται στις μεθόδους πρόβλεψης και αρχικά στις κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης και τότε αυτές χρησιμοποιούνται. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μεθόδων πρόβλεψης και γίνεται αναφορά στις χρονοσειρές και στα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Ακολουθούν τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσει κάποιος σε μια διαδικασία πρόβλεψης και ένα απλό παράδειγμα εφαρμογής των παραπάνω βημάτων. Κατόπιν απαριθμούνται οι σημαντικότεροι στατιστικοί δείκτες, οι οποίοι εκφράζουν βασικές έννοιες της στατιστικής, καθώς και οι δείκτες σφαλμάτων, που μετρούν την προσαρμογή του μοντέλου στα ιστορικά δεδομένα. Επίσης αναφέρονται επιγραμματικά οι πιο γνωστές και διαδεδομένες μέθοδοι προβλέψεων. Η μαθηματική διαδικασία της Αποσύνθεσης, η οποία αποσκοπεί στην απομόνωση των συνιστωσών μιας χρονοσειράς, αποτελεί το αντικείμενο της επόμενης ενότητας του κεφαλαίου, όπου δίνεται η μαθηματική διατύπωση και οι μορφές του μοντέλου. Γίνεται αναφορά στην αποεποχικοποίηση, στα αίτια εποχιακής συμπεριφοράς και στον υπολογισμό των κινητών μέσων όρων των δεδομένων μιας χρονοσειράς. Αναλύεται ο τρόπος επιλογής μοντέλου αποσύνθεσης και παρατίθενται οι σημαντικότερες μέθοδοι αποσύνθεσης. Ειδικότερα αναλύονται η Σταθερή Προσθετική Μέθοδος και η Κινητή Προσθετική Μέθοδος, ενώ με ανάλογο τρόπο λειτουργούν η Σταθερή Πολλαπλασιαστική Μέθοδος και η Κινητή Πολλαπλασιαστική Μέθοδος. Στη συνέχεια εκτιμάται η απόδοση των Κινητών Μέσων Όρων και της Αποσύνθεσης ως μέθοδοι πρόβλεψης. Η επόμενη ενότητα του κεφαλαίου πραγματεύεται την εκθετική εξομάλυνση ως μέθοδο πρόβλεψης, η οποία εξομαλύνει τα ιστορικά δεδομένα. Χρησιμοποιείται ευρέως για βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό και είναι σχετικά εύκολη στην χρήση. Επίσης απαιτεί ελάχιστα ιστορικά δεδομένα και χρόνο υπολογισμού και είναι ικανοποιητικά ακριβής σε σχέση με πολυπλοκότερες μεθόδους πρόβλεψης. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους τύπους μοντέλων εξομάλυνσης, τη μαθηματική διατύπωση αυτών και στον τρόπο επιλογής μοντέλου. Σημειώνεται ότι ένας αντικειμενικός τρόπος επιλογής μοντέλου, είναι η ανάλυση των διακυμάνσεων των διαφορών των δεδομένων. Η τελευταία ενότητα του κεφαλαίου αναφέρεται στην επιλογή κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης. Καταγράφονται ορισμένοι παράγοντες, οι οποίοι αυξάνουν το μέγεθος των σφαλμάτων όταν οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται μεμονωμένα και όχι σε συνδυασμό προκειμένου να γίνει κατανοητό ότι ο συνδυασμός των μεθόδων μας επιτρέπει να είμαστε πιο ακριβής στις προβλέψεις μας και μειώνει την αβεβαιότητα μας για το μέλλον όταν δεν είμαστε σίγουροι αν τα δεδομένα θα συνεχίσουν να διαφέρουν από τα δεδομένα του παρελθόντος.

Το **κεφάλαιο 4** περιγράφει τον τρόπο εφαρμογής των προβλέψεων στα δεδομένα μας και τη μεθοδολογία. Είναι γεγονός ότι η επιτυχημένη υλοποίηση προβλέψεων σε πολλούς τομείς παρεμποδίζεται από κενά στην επικοινωνία και κατανόηση μεταξύ θεωρητικών και πρακτικών, δηλαδή οι ερευνητές που παρασκευάζουν τις προβλέψεις και αυτοί που τις χρησιμοποιούν. Υπάρχει λοιπόν απόσταση από τη θεωρία μέχρι να εφαρμοστεί αυτή στην πράξη. Για τον παραπάνω λόγο αναφερόμαστε στο Διεθνές Συμπόσιο Πρόβλεψης, το οποίο έλαβε χώρα το 1991, στις σημαντικότερες επισημάνσεις και παρατηρήσεις των συμμετεχόντων, καθώς και στα συμπεράσματα που απορρέουν και οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν όσοι ασχολούνται κατ' οποιονδήποτε τρόπο με προβλέψεις. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναλύουμε τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας, τα οποία αφορούν στις πραγματικές πωλήσεις – παραγωγή ζάχαρης του εργοστασίου παραγωγής ζαχαρώδους με έδρα τη Λάρισα από τον Ιανουάριο του 2000 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2005. Θα πρέπει εδώ να τονίσουμε ότι οι πωλήσεις λαμβάνουν χώρα όλους τους μήνες κάθε έτους, ενώ παραγωγή έχουμε μόνο κατά την διάρκεια 5 μηνών κάθε έτους (περίοδος καμπάνιας).

Συνεπώς για τις πωλήσεις έχουμε 72 μηνιαία δεδομένα (εποχικότητα 12), ενώ για την παραγωγή έχουμε 30 μηνιαία δεδομένα, θεωρώντας όμως ότι ο χρόνος έχει 5 μήνες (εποχικότητα 5) διότι μόνο 5 μήνες τον χρόνο έχουμε παραγωγή ζάχαρης. Όμως όπως προαναφέρθηκε στην αρχή της εισαγωγής μας, οι δύο χρονοσειρές παρουσιάζουν αρκετές απότομες αλλαγές μικρής χρονικής διάρκειας στη συμπεριφορά τους (outliers), όπως εύκολα μπορεί να διαπιστώσει κανείς και από τις γραφικές παραστάσεις τους, οι οποίες παρατίθενται. Για τον λόγο αυτό, η επόμενη ενότητα ασχολείται με την εξομάλυνση των δεδομένων των χρονοσειρών, οι γραφικές παραστάσεις των οποίων παρατίθενται επίσης. Στη συνέχεια επιλέγουμε για επεξεργασία, για την περαιτέρω συνέχιση της εργασίας, μία χρονοσειρά για τις πωλήσεις και μία για την παραγωγή. Αυτές προκύπτουν με τη βοήθεια του λογισμικού Theta Forecaster με τον τρόπο που περιγράφεται στην αντίστοιχη ενότητα και είναι αυτές που παρουσιάζουν το μικρότερο Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δίδονται γραφικά, αλλά και σε πίνακες, τόσο αναλυτικά όσο και συνοπτικά ώστε να καθίσταται εύκολη η σύγκριση αυτών και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Έχοντας επιλέξει τις εξομαλυμένες χρονοσειρές, σε πρώτη φάση χρησιμοποιούμε το λογισμικό Theta Forecaster και παράγουμε προβλέψεις για τους μήνες του έτους 2006 (Υπενθυμίζεται 12 μήνες για τις πωλήσεις και 5 για την παραγωγή). Ας σημειωθεί εδώ ότι το Theta Forecaster επιλέγει από μόνο του το βέλτιστο συνδυασμό μεθόδων στην εξαγωγή προβλέψεων χωρίς να αφήνει δυνατότητα επιλογής. Ακολούθως χρησιμοποιούμε με παρόμοιο τρόπο το Theta Forecaster Student Version, με το οποίο έχουμε δυνατότητα επιλογής μεθόδων. Κρατώντας 12 παρατηρήσεις κρυφές για τις πωλήσεις και 5 παρατηρήσεις για την παραγωγή, εφαρμόζουμε στην κάθε χρονοσειρά τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και συνδυασμό αυτών, συνολικά 15. Από τις 15 επιλέγουμε την καλύτερη, δηλαδή αυτή που εμφανίζει το μικρότερο Μέσο Σφάλμα (ME) για κάθε χρονοσειρά. Κατόπιν χωρίς πλέον κρυφές παρατηρήσεις, με χρήση της βέλτιστης μεθόδου, παράγουμε προβλέψεις για τις πωλήσεις και την παραγωγή για το έτος 2006. Όλα τα παραπάνω παρατίθενται και σε πίνακες, προκειμένου να καθίσταται εύκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Στην επόμενη ενότητα εφαρμόζεται το λογισμικό Pythia, ένα αναβαθμισμένο πρόγραμμα προβλέψεων που εφαρμόζεται κυρίως σε επιχειρήσεις. Ασχολούμαστε μόνο με τη χρονοσειρά των πωλήσεων και για τις 3 χρονοσειρές που έχουν προκύψει από τις εξομαλύνσεις (25-75,30-70,35-65) και εφαρμόζουμε μία σειρά μεθόδων και συνδυασμών αυτών, συνολικά 15 (τις ίδιες και για τους τρεις τύπους εξομάλυνσης), οπότε και παράγονται από το πρόγραμμα οι αντίστοιχες προβλέψεις. Η σύγκριση των παραπάνω μεθόδων γίνεται με βάση το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) και με τη βοήθεια συγκεντρωτικών πινάκων, οι οποίοι συνοψίζουν τα αποτελέσματα. Αντικειμενικός σκοπός μας είναι να λάβουμε μια εικόνα και να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την καταλληλότητα των μεθόδων, ώστε να επιλέξουμε την πιο έγκυρη.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου επιχειρείται μία σύγκριση μεταξύ των λογισμικών προγραμμάτων Theta Forecaster και Pythia και καταγράφεται η βέλτιστη μέθοδος. Για την παραπάνω σύγκριση θα χρησιμοποιήσουμε μεθόδους προβλέψεων, οι οποίες είναι κοινές και στα δύο και θα γίνει λαμβάνοντας ως κριτήρια το Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (MAE) και το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE).

Τέλος, στο **κεφάλαιο 5**, συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την όλη μελέτη μας και γίνεται αναφορά στον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι προβλέψεις στους 3 κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων (Στρατός Ξηράς, Πολεμικό Ναυτικό, Πολεμική Αεροπορία), χωρίς περαιτέρω εμβάθυνση και επέκταση εξαιτίας του απορρήτου που τις διέπει. Επίσης παρουσιάζονται κάποιες σκέψεις για την εξέλιξη και προοπτική της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στα πλαίσια του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, στο οποίο ανήκουν οι εκπονούντες την εργασία.

2. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ

2.1 Ιστορία της Ζάχαρης

Η ιστορία της ζάχαρης είναι συνδεδεμένη με την ιστορία του πολιτισμού. Στην αρχαιότητα μόνο το μέλι ήταν γνωστό. Η ζάχαρη, από την σανσκριτική λέξη ΣΑΡΚΑΡΑ αρχίζει πραγματικά την ιστορία της τον 4ο αιώνα π.Χ. με την ανακάλυψη από τους στρατιώτες του Μεγάλου Αλεξάνδρου, στην κοιλάδα του Ινδού ποταμού, ενός καλαμιού που δίνει "μέλι χωρίς μέλισσες". Τον 7ο αιώνα μ.Χ. οι Άραβες εισβάλλουν στη Μέση Ανατολή και ανακαλύπτουν ακόμη μια φορά το ζαχαροκάλαμο. Επεκτείνουν την καλλιέργειά του στη λεκάνη της Μεσογείου. Εργαστήρια παραγωγής ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο δημιουργούνται στη Ρόδο, στη Κύπρο, στην Αίγυπτο, στη Βόρεια Αφρική, στη Σικελία, στις Βαλεαρίδες νήσους, στη Νότια Ισπανία.



Η ζάχαρη εμφανίζεται στην Δεντρική Ευρώπη τον 12ο αιώνα χάρις στους σταυροφόρους που τη μετέφεραν από τη Συρία. Η εισαγωγή γινόταν από το λιμάνι της Βενετίας. Η πώλησή της γινόταν σε πολύ υψηλή τιμή από τα φαρμακεία σαν πολύτιμο, εξωτικό προϊόν, σε μορφή κώνων ζάχαρης, σπασμένων συσσωματωμάτων ζάχαρης ή σε σκόνη. Η ανακάλυψη του Νέου Κόσμου τροποποίησε πλήρως την γεωγραφία της ζάχαρης. Το ζαχαροκάλαμο καλλιεργήθηκε σε τροπικά κλίματα π.χ. στα νησιά της Καραϊβικής που ονομάστηκαν έτσι νησιά ζάχαρης.

Η ζάχαρη εισαγόταν ακατέργαστη και γινόταν καθαρισμός της στις ραφινερίες που είχαν ανεγερθεί κυρίως κοντά στα μεγάλα ευρωπαϊκά λιμάνια. Η γαλλική επανάσταση και το ηπειρωτικό εμπόριο που επέβαλε η Γαλλία στα αγγλικά πλοία εμπόδιζαν την εισαγωγή της ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο. Προκύπτουν αυστηροί περιορισμοί στην κατανάλωση. Είναι λοιπόν αναγκαίο, να βρεθεί ένα ευρωπαϊκό φυτό, από το οποίο να βγαίνει ζάχαρη όπως από το ζαχαροκάλαμο.

Ήδη το 1747 ο MARGGRAF Γερμανός χημικός, απέδειξε ότι στο κτηνοτροφικό τεύτλο περιέχεται η ίδια ζάχαρη που βγαίνει από το ζαχαροκάλαμο. Εικοσιπέντε χρόνια αργότερα ο συμπατριώτης του ACHARD επανέλαβε και τελειοποίησε τα πειράματά του. Το 1900 η ζάχαρη από τεύτλο αντιπροσωπεύει το 63% της παγκόσμιας παραγωγής. Το τωρινό ποσοστό είναι 40% για τη ζάχαρη του τεύτλου και 60% για τη ζάχαρη του ζαχαροκάλαμου. Η ετήσια παγκόσμια παραγωγή ζάχαρης είναι της τάξεως των 115.000.000 τόνων (1994).

Η ιστορία της ζάχαρης στην Ελλάδα

Το 1842 ιδρύεται το πρώτο ελληνικό ζαχαουργείο κοντά στο χωριό Καινούργιο της Λοκρίδας, ύστερα από σύμβαση που υπέγραψε το 1839 το Ελληνικό Δημόσιο με Γαλλοβελγική Εταιρία. Η εταιρία όμως χρεοκόπησε και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε.

Το 1892 θεμελιώθηκε το ΣΑΚΧΑΡΟΠΟΙΕΙΟΝ ΧΡΗΣΤΑΚΗ Β. ΖΩΓΡΑΦΟΥ στη Λαζαρίνα της



Θεσσαλίας. Λειτουργήσε από το 1894 μέχρι το 1909 και η συνολική παραγωγή ζάχαρης πλησίασε τους 8.000 τόνους. Ο σκληρός ανταγωνισμός της ξένης ζάχαρης και η αδυναμία καταπολέμησης των ζωικών εχθρών των τεύτλων ήταν οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν το ζαχαρουργείο σε κλείσιμο.

Το 1960 ιδρύθηκε η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Το 1961 λειτούργησε το πρώτο εργοστάσιο στη Λάρισα, το 1962 στο Πλατύ, στο 1963 στις Σέρρες. Η δυναμικότητα επεξεργασίας τεύτλων των 3 πρώτων εργοστασίων ήταν 2.000 τόνοι το 24ωρο. Το 1972 λειτούργησε το τέταρτο εργοστάσιο στην Ξάνθη και το 1975 το πέμπτο εργοστάσιο στην Ορεστιάδα με δυναμικότητα 3.000 τόνων τεύτλων το 24ωρο το καθένα.

Η σημερινή δυναμικότητα των εργοστασίων μετά από σταδιακές επεκτάσεις και βελτιώσεις είναι :

- Λάρισα 7.000 τόνοι
- Πλατύ 8.500 τόνοι
- Σέρρες 5.000 τόνοι
- Ξάνθη 6.000 τόνοι
- Ορεστιάδα 6.000 τόνοι

Σύνολο δυναμικότητας 32.500 τόνοι

Η συνολική ετήσια παραγωγή ζάχαρης των 5 εργοστασίων της Ε.Β.Ζ. είναι 320.000 τόνοι περίπου και μ' αυτήν καλύπτονται οι ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη.

Τα εργοστάσια επεξεργάζονται τεύτλα από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου (100 ημέρες περίπου καμπάνιας) όλο το 24ωρο χωρίς διακοπή. Τον υπόλοιπο χρόνο το τακτικό προσωπικό (250 άτομα ανά εργοστάσιο) ασχολείται με τη συντήρηση των μηχανημάτων και με βελτιώσεις και προσθήκες νέου εξοπλισμού. Στην περίοδο λειτουργίας προσλαμβάνονται 200 άτομα έκτακτο προσωπικό ανά εργοστάσιο.

2.2 Γενικά στοιχεία του κλάδου

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. με βάση τη Στατιστική Ταξινόμηση Κλάδων Οικονομικής Δραστηριότητας (ΣΤΑΚΟΔ) της Ε.Σ.Υ.Ε. ανήκει στον κλάδο Παραγωγής Τροφίμων και Ποτών (αριθμός ΣΤΑΚΟΔ: 15) και ειδικότερα στον υποκλάδο Παραγωγής Ζάχαρης (αριθμός ΣΤΑΚΟΔ: 158.3).

Η Εταιρεία δραστηριοποιείται στην παραγωγή και εμπορία λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης και των παραπροϊόντων της. Είναι ο μοναδικός παραγωγός ζάχαρης στην Ελλάδα και λειτουργεί στα πλαίσια της κοινής αγροτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.). Η Εταιρεία ακολουθεί τους κανόνες που έχει θεσπίσει η Ε.Ε. όσον αφορά την παραγωγή και την διάθεση της ζάχαρης.

Στην Ε.Ε. παράγονται κάθε χρόνο περίπου 16 εκατ. τόνοι ζάχαρης από ζαχαρότευτλα και 1,7 εκατ. τόνοι ζάχαρης από εισαγόμενη ακατέργαστη ζάχαρη από ζαχαροκάλαμα. Η βιομηχανία ζάχαρης απασχολεί περί τους 335.000 καλλιεργητές τεύτλων και 52.000 εργαζόμενους, και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ευρωπαϊκής αγροτικής οικονομίας.

Η Ε.Ε. αντιλαμβάνομενη την σημασία της βιομηχανίας ζάχαρης για τις οικονομίες των κρατών μελών, έχει θεσπίσει ένα ειδικό καθεστώς που ως στόχο έχει τα εξής:

- να εξασφαλίζει το εισόδημα των καλλιεργητών και να προστατεύει την ευρωπαϊκή βιομηχανία ζάχαρης από φτηνότερες εισαγωγές και από τις διακυμάνσεις της τιμής της ζάχαρης παγκοσμίως.
- τον έλεγχο της παραγωγής ζάχαρης από άποψη ποιότητας και παράλληλα την διασφάλιση της παραγωγής στον χώρο της Ένωσης.
- να εξασφαλίσει τις ευρωπαϊκές εξαγωγές, από άποψη κόστους, προς τρίτες χώρες.
- την εισαγωγή 1,7 εκατ. τόνων ζάχαρης από τρίτες χώρες με προνομιακούς όρους.
- την εξασφάλιση ποιοτικών προϊόντων στους Ευρωπαίους καταναλωτές σε προσιτές τιμές κάτω από φυσιολογικές συνθήκες.

Η κοινή οργάνωση της αγοράς ζάχαρης που υπάρχει στην Ε.Ε. και που περιλαμβάνει και την ισογλυκόζη, καθορίζεται με τον Κ (ΕΟΚ) 1785/81. Ο κανονισμός αυτός από τη χρήση 1995/96 παρατάθηκε για μια ακόμη πενταετία έως το 2000/2001, ενσωματώνοντας και τη Συμφωνία της GATT.

Η Ε.Ε. έχει επιβάλει ποσόστωση στον όγκο της παραγωγής κάθε κράτους μέλους στα πλαίσια της οποίας μπορεί να καθορίσει την τιμή παρέμβασης. Η ποσόστωση για την Ελλάδα είναι συνολικά 319.000 τόνοι (290.000 τόνοι ποσόστωση Α και 29.000 ποσόστωση Β). Η ποσόστωση Β είναι η επιπλέον ποσόστωση που παραχωρεί η Ε.Ε. στα κράτη μέλη ανάλογα με την εξειδίκευση των καλλιεργειών τους και την παραγωγικότητά τους.

Η Ε.Ε. πραγματοποιεί εισαγωγές 1,7 εκατ. τόνων κάθε χρόνο σε προνομιακούς όρους που προορίζονται για εργοστάσια ραфинаρίσματος στην Ευρώπη.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η παραγωγή ζάχαρης (σε τόνους) στις χώρες της Ε.Ε. καθώς και ο αριθμός των παραγωγικών μονάδων που συμμετείχαν ανά έτος στην καμπάνια κατά την περίοδο 1998/1999 - 2000/2001.

Χώρα	1998/1999		1999/2000		2000/2001	
	παραγωγή	μονάδες	παραγωγή	μονάδες	παραγωγή	μονάδες
Αυστρία	466.636	3	477.208	3	387.403	3
(από μελάσα)	23.800		23.804		23.800	
Βέλγιο	793.784	8	1.091.175	8	941.692	8
Δανία	531.426	4	552.244	4	533.143	3
Φινλανδία	120.177	3	166.725	2	153.227	2
(από μελάσα)	5.900		0		0	
Γαλλία	4.293.000	40	4.521.570	37	4.232.738	35
Γερμανία	4.004.736	34	4.379.998	32	3.340.886	31
(από μελάσα)	19.000		20.800		18.226	
Ελλάδα	200.000	5	231.722	5	367.586	5
Ιρλανδία	219.062	2	218.862	2	207.000	2
Ιταλία	1.596.000	23	1.705.212	22	1.551.755	21
Ολλανδία	825.000	5	1.118.000	5	1.042.000	5
Ισπανία	1.149.000	15	1.097.000	15	1.097.000	15
(από ζαχαροκάλαμο)	9.000		8.000		7.000	
Σουηδία	399.400	3	430.462	3	411.577	3
Ηνωμένο Βασίλειο	1.439.075	9	1.547.679	9	1.325.486	9
Πορτογαλία			75.393	1	56.133	1
ΣΥΝΟΛΟ	16.094.996	154	17.665.854	148	15.696.652	143

2.3 Ανταγωνισμός - Θέση της Εταιρείας στον κλάδο

Η Εταιρεία από την ίδρυση της μέχρι σήμερα έχει εδραιώσει την θέση της στην εγχώρια αγορά ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελεί μια από τις σημαντικότερες βιομηχανίες ζάχαρης από άποψη παραγωγικής δυναμικότητας.

Ως μοναδικός παραγωγός ζάχαρης στην Ελλάδα δεν έχει ουσιαστικό ανταγωνισμό στο εσωτερικό παρά μόνο από κάποια προϊόντα που αποτελούν υποκατάστατα της ζάχαρης όπως η ασπαρτάμη, η ζαχαρίνη, η ακεσουλφάμη, η φρουκτόζη και η ισογλυκόζη. Οι ποσότητες στις οποίες διακινούνται τα προϊόντα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ανταγωνιστικές εκτός της ισογλυκόζης όπου ισχύει καθεστώς ποσόστωσης σε ξηρά μορφή 13.000 τόνων (10522 τον. και 2478 τον. για Α και Β ποσόστωση αντίστοιχα). Η ισογλυκόζη παράγεται από άμυλο καλαμποκιού και διατίθεται σε υγρή μορφή σε βιομηχανίες αναψυκτικών, χυμών, κονσερβοποιίες κλπ.

Το μοναδικό μέρος της εγχώριας ζήτησης καλύπτεται από την Ε.Β.Ζ. ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό καλύπτεται από εισαγωγές που πραγματοποιούν εγχώριοι εισαγωγείς.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι πωλήσεις ζάχαρης της Εταιρείας κατά έτος.

Ποσότητες σε τόνους	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
Παραγωγή έτους	264.758	364.270	200.064	231.728	367.603
Πωλήσεις ζάχαρης παραγωγής	262.007	318.211	283.556	244.961	285.693
Πωλήσεις ζάχαρης εισαγωγής	7.009	0	16.445	63.342	29.209
Σύνολο Πωλήσεων Ε.Β.Ζ.	269.016	318.211	300.001	308.303	314902

2.4 Γενικές Πληροφορίες για την εταιρεία

Η εταιρεία "ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε." με διακριτικό τίτλο "Ε.Β.Ζ. Α.Ε.", ιδρύθηκε το 1960 (ΦΕΚ 153/9.5.1960) και έχει έδρα τον Δήμο Θεσσαλονίκης (Μητροπόλεως 34, 54 110 Θεσσαλονίκη, τηλ. 231-269 555) όπου βρίσκονται και τα κεντρικά της γραφεία. Στα Κεντρικά Γραφεία έχουν την έδρα τους το Διοικητικό Συμβούλιο, η Γενική Διεύθυνση και οι επιτελικές Διευθύνσεις και Υπηρεσίες της ΕΒΖ.

Η Εταιρεία είναι καταχωρημένη στα Μητρώα Ανωνύμων Εταιρειών του Υπουργείου Ανάπτυξης, με αριθμό Μ.Α.Ε. 8246/ 62/ Β/ 86/ 61. Η διάρκεια της Εταιρείας ορίστηκε αρχικά σε 30 χρόνια μέχρι 31/12/1990 ενώ από την 1/1/1991 παρατάθηκε για 20 ακόμη χρόνια μέχρι την 31/12/2010. Η διάρκεια της Εταιρείας μπορεί να παρατείνεται μετά από απόφαση της Γενικής Συνέλευσης των Μετόχων.

Ο κύριος σκοπός της Εταιρείας σύμφωνα με το καταστατικό της είναι η ίδρυση, ο εξοπλισμός, η εκμετάλλευση και λειτουργία Εργοστασίων Ζάχαρης. Στους σκοπούς επίσης της Εταιρείας περιλαμβάνεται η αυτοτελής ή/και με συμμετοχή τρίτων:

α. Ίδρυση, εξοπλισμός και εκμετάλλευση εργοστασίων παραγωγής ζάχαρης και κάθε είδους γλυκαντικών ουσιών αμύλου, αμυλούχων, αλκοόλης και γενικότερα προϊόντων ζύμωσης και σχετικών προϊόντων, καθώς επίσης και προϊόντων μεταποίησης των παραπάνω προϊόντων, ως και επεξεργασίας παραπροϊόντων και κτηνοτροφών.

β. Παραγωγή και επεξεργασία πολλαπλασιαστικού υλικού ζαχαρότευτλων, καθώς και άλλων φυτών.

γ. Παραγωγή των πρώτων υλών των εργοστασίων της Εταιρείας.

δ. Ανάπτυξη αυτοδύναμου δικτύου προώθησης προϊόντων.

ε. Κατασκευή, συναρμολόγηση και επισκευή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού των εργοστασίων της Εταιρείας και γεωργικών μηχανημάτων.

στ. Διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας σε όλους τους τομείς δραστηριότητας της Εταιρείας.

ζ. Εμπορία (εισαγωγή, εξαγωγή κλπ) και τυποποίηση των ανωτέρω προϊόντων, παραπροϊόντων, πρώτων υλών, πολλαπλασιαστικού υλικού, γεωργικών προϊόντων, μηχανημάτων κλπ.

η. Ίδρυση μονάδας παραγωγής, επεξεργασίας, μεταποίησης και εμπορίας πάσης φύσεως ζωοτροφών.

θ. Παροχή υπηρεσιών σε τρίτους, όπως σύνταξη μελετών, παροχή τεχνικής βοήθειας, εκμετάλλευση ειδικής τεχνολογίας (ευρεσιτεχνίες, τεχνογνωσία κλπ.).

ι. Ανάπτυξη αγροτοβιομηχανικών δραστηριοτήτων στην Ελλάδα και το εξωτερικό, ως και σύσταση θυγατρικών Εταιρειών για την εμπορία ζάχαρης, παραπροϊόντων της, αγροτοβιομηχανικών και λοιπών προϊόντων.

Για την επίτευξη των παραπάνω σκοπών η Εταιρεία μπορεί να ιδρύει εταιρείες οποιασδήποτε μορφής, οι οποίες θα τελούν υπό την έγκριση της Γενικής Συνέλευσης των Μετόχων.

Σημειώνεται ότι κατά την τελευταία πενταετία δεν έχει επέλθει καμία μεταβολή στον σκοπό της Εταιρείας.

Η γεωγραφική κατανομή των λειτουργικών μονάδων της εταιρείας φαίνεται στο σχήμα



2.5 Αντικείμενο Εργασιών

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. είναι ο μοναδικός παραγωγός ζάχαρης στην Ελλάδα και συγκαταλέγεται μεταξύ των μεγαλύτερων βιομηχανιών ζάχαρης στην Ευρώπη. Αποτελεί την σημαντικότερη γεωργική βιομηχανία της χώρας, καθώς πάνω από 20.000 τευτλοπαραγωγοί εξαρτούν το εισόδημα τους από την λειτουργία της.

Κύρια δραστηριότητα της Εταιρείας αποτελεί η παραγωγή και η εμπορία ζάχαρης, καθώς και η εμπορία των παραπροϊόντων της ζάχαρης. Η Εταιρεία παράγει λευκή κρυσταλλική ζάχαρη, ενώ κατά την διαδικασία της παραγωγής προκύπτει μια σειρά από παραπροϊόντα, τα οποία ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία διατίθενται στην αγορά. Συγκεκριμένα τα προϊόντα που παράγει ή εμπορεύεται η Εταιρεία είναι τα εξής:

- Λευκή Κρυσταλλική Ζάχαρη
- Μελάσα
- Ζαχαρόπιτα
- Νουτρίκα (Nutrica) 135
- Νωπός Πολτός
- Τευτλόσπορος

Η λευκή κρυσταλλική ζάχαρη είναι το κύριο προϊόν της Εταιρείας, ενώ προκειμένου να καλύψει τυχόν επιπλέον ζήτηση πραγματοποιεί και εισαγωγές ζάχαρης από χώρες της Ε.Ε. Επίσης η Εταιρεία εισάγει και εμπορεύεται ζάχαρη για ενεργητική τελειοποίηση η οποία χρησιμοποιείται από τις κονσερβοποιίες. Το προϊόν της ζάχαρης που παράγει η Εταιρεία είναι, από άποψη ποιότητας, ένα από τα καλύτερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η μελάσα είναι παραπροϊόν της ζάχαρης και χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή οиноπνεύματος, ζυμών και ζωοτροφών. Η ζαχαρόπιτα είναι ζωοτροφή και παρασκευάζεται από ξηρό πολτό (παραπροϊόν της ζάχαρης) με την προσθήκη μελάσας. Η Νουτρίκα 135 είναι ζωοτροφή που χρησιμοποιείται για την πάχυνση μοσχαριών και παρασκευάζεται από ξηρό πολτό και μελάσα, με προσθήκη ιχνοστοιχείων και βιταμινών. Ο νωπός πολτός είναι ζωοτροφή με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι η ζαχαρόπιτα.

Η Εταιρεία δραστηριοποιείται επίσης στην παραγωγή τευτλοσπόρου ζαχαρότευτλων που, μετά από την κατάλληλη επεξεργασία, πωλεί στους καλλιεργητές τεύτλων και ένα μέρος το εξάγει σε Σποροπαραγωγικούς Οίκους του εξωτερικού. Για τον σκοπό αυτό η Εταιρεία διαθέτει στο Πλατύ σύγχρονη μονάδα επεξεργασίας και κουφετοποίησης του σπόρου. Επίσης στις εγκαταστάσεις της Εταιρείας στη Σίνδο Θεσσαλονίκης, υπάρχει Ερευνητικό Κέντρο Γενετικής και Βελτίωσης ποικιλιών, όπου αναπτύσσονται ποικιλίες σπόρων κατάλληλες για τις συνθήκες της ελληνικής τευτλοκαλλιέργειας.

Προκειμένου η Εταιρεία να ελέγξει πλήρως την ποιότητα των τεύτλων που προμηθεύεται, εκτός από του σπόρους που διαθέτει στους παραγωγούς, αναλαμβάνει και την διενέργεια των απαραίτητων ψεκασμών για την φυτοπροστασία καθώς και κάθε άλλη υπηρεσία που θα εξυπηρετούσε την ποιότητα της παραγόμενης πρώτης ύλης. Επίσης το άρτια οργανωμένο και πλήρως καταρτισμένο δίκτυο γεωπόνων και τεχνικών που διαθέτει είναι πάντα κοντά στον τευτλοπαραγωγό και

του παρέχει τις απαραίτητες συμβουλές για την πραγματοποίηση μιας παραγωγικής και ποιοτικής σοδειάς. Με τον τρόπο αυτό η Εταιρεία ελέγχει την διαδικασία της τευτλοκαλλιέργειας σε όλα τα στάδια (σπορά - φυτοπροστασία - συγκομιδή), εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο όσο το δυνατόν καλύτερης ποιότητας ζαχαρότευτλα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάλυση του κύκλου εργασιών ανά προϊόν που παράγει ή εμπορεύεται η Εταιρεία κατά τα τρία τελευταία χρόνια.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (σε εκατ. δρχ.)					
Δραστηριότητα		1998/99	1999/00	2000/01	Σύνολο Τριετίας
Προϊόντα ίδιας παραγωγής:					
Ζάχαρη		69.636	60.477	71.983	202.096
Μελάσα		1.857	2.130	2.900	6.887
Ξηρός Πολτός		2.372	2.875	4.822	10.069
Νωπός Πολτός		409	444	603	1.456
Νουτρίκα 135		108	23	0	131
Σπόροι Τεύτλων		1.410	1.573	1.300	4.283
Παροχή Υπηρεσιών (ψεκασμοί)		1.434	1.530	2.146	5.110
Λοιπές Παροχές Υπηρεσιών		67	24	428	519
Πωλήσεις Λοιπών Υλικών		461	671	630	1.762
Σύνολο		77.754	69.747	84.812	232.313
Προϊόντα εισαγωγής:					
Ζάχαρη		4.189	15.030	7.166	26.385
Μελάσα				140	140
Σπόροι		10	6	3	19
Σύνολο		4.199	15.036	7.309	26.544
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		81.953	84.783	92.121	25.8857

Κατά την τελευταία τριετία το μοναδικό μέρος του κύκλου εργασιών και συγκεκριμένα ποσοστό 89,77% προήλθε από πωλήσεις προϊόντων ίδιας παραγωγής ενώ μόνο το 10,23% προήλθε από εμπορία προϊόντων εισαγωγής. Οι συνολικές πωλήσεις ζάχαρης που αποτελεί και το κύριο προϊόν της Εταιρείας, αποτέλεσαν για την ίδια περίοδο το 88,19% των συνολικών πωλήσεων, ενώ σε καμία από τις εξεταζόμενες χρήσεις οι πωλήσεις ζάχαρης δεν έπεσαν κάτω του 86% του συνολικού κύκλου εργασιών.

Η λειτουργία θεωρείται ως πλήρως καθετοποιημένη εφόσον εκτός από μονάδες παραγωγής η Εταιρεία διαθέτει και συσκευαστήρια καθώς και τα απαραίτητα

οχήματα που απαιτούνται για την διανομή χύμα ζάχαρης και των υπολοίπων προϊόντων.

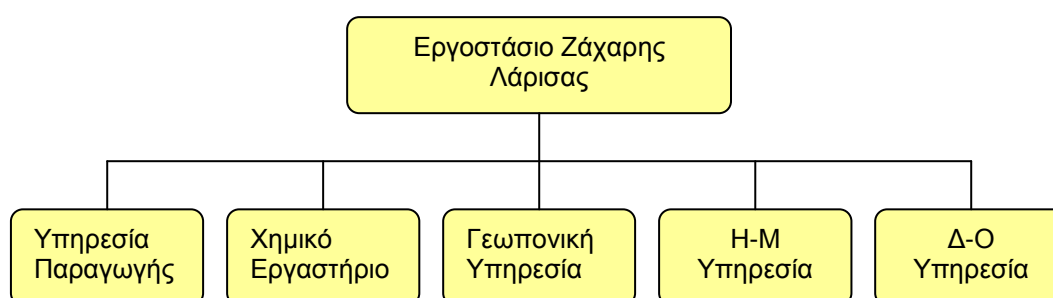
Η τιμή της ζάχαρης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) διαμορφώνεται σύμφωνα με την τιμή βάσης, η οποία ορίζεται μια φορά το χρόνο, οι δε τιμές στο τελικό χρήστη κυμαίνονται στα όρια της τιμής βάσης. Η Ε.Ε. έχει επιβάλει ειδικούς δασμούς στην ζάχαρη που εισάγεται από χώρες εκτός Ε.Ε., έτσι ώστε να προστατεύσει την Ευρωπαϊκή βιομηχανία από εισαγωγές φτηνότερης ζάχαρης. Στην Ελλάδα, η ζάχαρη πωλείται με ενιαία τιμή σε ολόκληρη τη χώρα.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι σημαντικότερες πρώτες ύλες και οι ποσότητές τους που είναι απαραίτητες για την παραγωγή 319.000 τόνων ζάχαρης:

- Ζαχαρότευτλα (ή τεύτλα) που η Εταιρεία προμηθεύεται από τους αγρότες σε προκαθορισμένες τιμές (2.800.000 τόνοι).
- Μαζούτ-3500 (100.000 τόνοι) ή φυσικό αέριο, σε ισοδύναμη ποσότητα.
- Κωκ για την ασβεστοκάμινο (12.000 τόνοι).
- Ασβεστόλιθο (170.000 τόνοι).

Η μεταβολή των τιμών των βοηθητικών υλών που χρησιμοποιεί η Εταιρεία όπως, το κωκ και ο ασβεστόλιθος έχει ελαφρά επίπτωση στο κόστος των παραγόμενων προϊόντων, ενώ σοβαρότερη επίπτωση στο βιομηχανικό κόστος μπορούν να επιφέρουν τυχόν διακυμάνσεις των τιμών στα τεύτλα, στο μαζούτ, και στο κόστος της εργασίας. Το κόστος των τεύτλων αντιπροσωπεύει το 50-60% του κόστους παραγωγής της ζάχαρης.

2.6 Ζαχαρουργείο Λάρισας



Το ζαχαρουργείο Λάρισας βρίσκεται στο 2ο χιλιόμετρο της επαρχιακής οδού Λάρισας - Συκουρίου και παλαιάς Εθνικής οδού Λάρισας - Θεσσαλονίκης. Κατασκευάστηκε το 1960 σε ιδιόκτητο γήπεδο εκτάσεως 324 στρεμμάτων από τις Γερμανικές εταιρείες "BUCKAU-WOLF" & "B.M.A." και πρωτολειτούργησε το 1961 με δυναμικότητα 2.000 tn/τεύτλα.

Είναι το δεύτερο μοναδικό εργοστάσιο της Εταιρείας, από άποψη δυναμικότητας. Κατεργάζεται τεύτλα που προέρχονται κυρίως από την περιοχή της Θεσσαλίας, που αποτελεί και την μεγαλύτερη τευτλοπαραγωγό περιοχή της Ελλάδας. Η σημερινή δυναμικότητα κατεργασίας τεύτλων, μετά από συνεχείς επεκτάσεις, ανέρχεται στους 7.000 τόνους/24ωρο με δυνατότητα παραγωγής σε ζάχαρη 70.000 τόνους/έτος. Για τα επόμενα 4 χρόνια προγραμματίζεται η επέκταση της δυναμικότητας σε 8000 τόνους/24ωρο. Διαθέτει μόνιμο εργατικό δυναμικό 182 άτομα.

Η παραγωγική λειτουργία (καμπάνια του εργοστασίου) αρχίζει αρχές Αυγούστου, διαρκεί περίπου 100 μέρες.



Στο ζαχαρουργείο περιλαμβάνονται οι παρακάτω κτιριακές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις:

- Κτίρια συνολικής επιφάνειας 29.500m^2 και συνολικού όγκου 345.000m^3 .
- Τρεις (3) αποθηκευτικοί χώροι ζάχαρης (SILOS) συνολικής χωρητικότητας 60.000 (3×20.000) τόνων
- Θερμοηλεκτρικός σταθμός στον οποίο υπάρχουν πέντε (5) λέβητες με καύσιμο φυσικό αέριο ή μαζούτ, (2 του οίκου SKODA $\times 35\text{ tn/h}$ ατμού 45bar θερμοκρασίας 445°C + 3 του οίκου BUCKAU - WOLF $\times 25\text{tn/h}$ ατμού 25 bar θερμοκρασίας 375°C) και τρεις (3) ατμοστρόβιλοι (1 του οίκου SKODA 7 MWATT + 2 του οίκου BBC 2,5 MWATT έκαστος), για την παραγωγή ενέργειας και του απαιτούμενου στην παραγωγική διαδικασία ατμού.
- Επτά (7) πρέσες Νωπού Πολτού [3 του οίκου BABBINI $1 \times 3.000\text{tn/ημ.}$ + $1 \times 2.000\text{tn/ημ.}$ + $1 \times 1.500\text{tn/ημ.}$) και 4 του οίκου STORD των 500tn/ημ. , εκάστη].
- Τέσσερις (4) Πρέσες Pellets (3 AMANDUS KAHLL 5tn/h εκάστη + 1 του οίκου PALADIN των 12tn/h).
- Τρία (3) Ξηραντήρια Πολτού, τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου δυναμικότητας ($1 \times 7,6\text{tn/h}$ + $2 \times 3\text{tn/h}$) με καύσιμο φυσικό αέριο + μαζούτ.
- Μία (1) αποθήκη Pellets των 4.500 tn .
- Δύο (2) Ασβεστοκάμινοι συνολικής χωρητικότητας - παραγωγής ασβέστου 416 m^3 (315 m^3 και 101 m^3). Σε λειτουργία η μεγάλη.
- Υπόστεγα συνολικού εμβαδού 3.000 m^2 .
- Δεξαμενές μεταλλικές (μαζούτ και μελάσας) συνολικού όγκου 33.000 m^3 που καταλαμβάνουν επιφάνεια 2.500 m^2 .
- Έξι (6) γεωτρήσεις συνολικής παροχής $730\text{ m}^3/\text{h}$.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ζαχαρουργείου είναι:

- Υγρή μεταφορά τεύτλων.
- Πλύσιμο σε δύο (2) πλυντήρια δυναμικότητας (1x2.000tn/ημ. + 1x3.000tn/ημ.).
- Κοπή των τεύτλων σε έξι (6) κοπτικές μηχανές (5 τύπου PUTSCH 3.000tn/ημ. εκάστη +1 τύπου MAQUIN των 5.000tn/ημ.).
- Εκχύλιση σε πύργο τύπου BMA δυναμικότητας 8.000 tn την ημέρα πλήρως αυτοματοποιημένο.
- Κλασσικό σχήμα καθαρισμού χυμού με φιλτρόπρεσες για την αποζαχάρωση της λάσπης.
- Συμπύκνωση 5 βαθμίδων συνολικής επιφάνειας 16.350m^2 ($1^\eta=2.900\text{m}^2$ + $2^\eta=4.800\text{m}^2$ + $3^\eta=5.000\text{m}^2$ + $4^\eta=2.400\text{m}^2$ + $5^\eta=1.250\text{m}^2$).
- Κρυστάλλωση στο σχήμα 3 προϊόντων με 16 βραστήρας (6A+4B+6Γ) και 22 φυγοκέντρους [6 Α' προϊόντος ασυνεχείς του οίκου BUCKAU - WOLF των 15tn/h η κάθε μία, 5 Β' προϊόντος συνεχούς λειτουργίας (2 τύπου BW x 5tn/h + 2 τύπου KONTI x 8tn/h + 1 τύπου KONTI x 5tn/h), 3 αφφιναρίσματος συνεχούς λειτουργίας (2 τύπου BMA x 8tn/h + 1 τύπου KONTI x 8tn/h) και 8 Γ' προϊόντος συνεχούς λειτουργίας (7 τύπου BMA x 3tn/h + 1 τύπου KRUPP - IDIA x 12tn/h)].
- Αποθήκευση σε SILOS συνολικής χωρητικότητας 60.000 tn και αποθήκη ζάχαρης 17.000tn.

Παράγει λευκή κρυσταλλική ζάχαρη κατηγορίας No 2 της Ε.Ε., που διατίθεται χύμα με σιλοφόρα και σε σάκους των 50 kg.

- Μελάσα.
- Νωπό Πολτό.
- Ξηρό Πολτό.
- Ασβεστοϊλύ που χρησιμοποιείται σαν εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία.

Τα παραγόμενα υγρά απόβλητα υφίστανται επεξεργασία με βιολογικό καθαρισμό, με απόδοση στην αφαίρεση των ρύπων ~ 95% και καταλήγουν στο φυσικό αποδέκτη (Πηνειό).

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

3.1 Κατηγορίες Μεθόδων Πρόβλεψης

Οι κατηγορίες των μεθόδων πρόβλεψης είναι οι εξής:

1. Ποσοτικές (quantitative).

Χρησιμοποιούνται όταν έχουμε διαθέσιμη πληροφορία για το παρελθόν (επαρκή δεδομένα), όταν μπορεί να γίνει ποσοτικοποίηση της πληροφορίας (αριθμητικά δεδομένα) και τέλος όταν θεωρούμε ότι το πρότυπο συμπεριφοράς θα διατηρηθεί και στο μέλλον. Περιλαμβάνουν :

- Μοντέλο χρονοσειρών

Γίνεται πρόβλεψη με χρήση των ιστορικών δεδομένων (π.χ. πωλήσεις, ΑΕΠ)

Είσοδοι(x_i) $\Rightarrow$ Σύστημα(f) $\Rightarrow$ Έξοδος(y)

- Αιτιοκρατικό ή επεξηγηματικό μοντέλο

Γίνεται πρόβλεψη με χρήση ανεξάρτητων παραμέτρων (επεξηγηματικές μεταβλητές), οι οποίες επηρεάζουν το σύστημα (π.χ. κατανόηση του πως μεταβλητές όπως οι τιμές και η διαφήμιση, επηρεάζουν τις πωλήσεις). Χρησιμοποιείται με επιτυχία για χάραξη τακτικής και λήψης αποφάσεων.

Ανεξάρτητες μεταβλητές(x_i) $\Rightarrow$ Σύστημα(f) $\Rightarrow$ Εξαρτημένη μεταβλητή (y)

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω μοντέλα μπορούν να συνδυαστούν, οδηγώντας σε πιο προχωρημένα μοντέλα πρόβλεψης.

2. Κριτικές (judgmental) ή Ποιοτικές (qualitative).

Χρησιμοποιούνται όταν έχουμε διαθέσιμες λίγες ή καθόλου πληροφορίες για το παρελθόν. Σε αυτές απαιτείται εμπειρία, γνώση και κριτική ικανότητα (π.χ. πρόβλεψη του πως μια μεγάλη αύξηση στην τιμή του πετρελαίου θα επηρεάσει την κατανάλωση). Χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με τις ποσοτικές μεθόδους, παρά για αριθμητικές προβλέψεις.

3.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Μεθόδων Πρόβλεψης

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα των μεθόδων πρόβλεψης ότι συμβάλλουν στην σωστή λήψη αποφάσεων, στο σχεδιασμό και επιπλέον αν τα δεδομένα είναι υψηλής ποιότητας, μπορούν να είναι οι προβλέψεις ακριβείς.

Τα μειονεκτήματα των μεθόδων πρόβλεψης είναι ότι τα δεδομένα δεν είναι πάντα ακριβή και αξιόπιστα, μπορεί να είναι πολύ παλιά, ενώ το παρελθόν δεν είναι πάντα ο σωστός οδηγός για το μέλλον. Επιπλέον έχουμε και την πιθανή επίδραση

απρόβλεπτων εξωτερικών παραγόντων π.χ. πολιτική, νομοθεσία, φυσικές καταστροφές και άλλα.

3.3 Χρονοσειρές - Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών

Οι χρονοσειρές είναι ιστορικά δεδομένα που απαρτίζονται από διαδοχικές παρατηρήσεις μέσα σε ένα χρονικό διάστημα. Οι παρατηρήσεις γίνονται ανά σταθερό χρονικό βήμα και μπορούν να είναι ετήσιες, τριμηνιαίες, μηνιαίες, εβδομαδιαίες, ημερήσιες.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών είναι τα εξής:

- Στασιμότητα (Stationary), όταν οι τιμές κυμαίνονται γύρω από μία μέση τιμή
- Τάση (Trend) όταν υπάρχει μια μακροπρόθεσμη αύξηση ή μείωση του επιπέδου των τιμών
- Εποχικότητα (Seasonal) όταν η χρονοσειρά επηρεάζεται από εποχιακούς παράγοντες
- Κυκλικότητα (Cyclical) όταν οι τιμές αυξομειώνονται, αλλά όχι σε σταθερές περιόδους
- Ασυνέχειες, οι οποίες οφείλονται είτε σε ασυνήθιστες τιμές (outliers) είτε σε αλλαγή επιπέδου (level shift)
- Τυχαιότητα (Irregular -Random), όταν έχουμε διακυμάνσεις λόγω τυχαίων γεγονότων

3.4 Βασικά βήματα σε μια διαδικασία πρόβλεψης

Τα βασικά βήματα σε μια διαδικασία πρόβλεψης είναι τα εξής:

1. Καθορισμός Προβλήματος (Problem Definition)

Είναι αρκετές φορές το πιο δύσκολο μέρος στην διαδικασία πρόβλεψης. Αυτό συμβαίνει διότι θα πρέπει να γίνουν απολύτως σαφή και κατανοητά ορισμένα πράγματα όπως το πώς θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις και ποιοι θα χρησιμοποιήσουν τις προβλέψεις. Επιπλέον είναι σκόπιμο να αναλωθεί αρκετός χρόνος για το ποιος θα συλλέξει τα στοιχεία, ποιος θα συντηρεί τις βάσεις δεδομένων και τέλος ποιος θα χρησιμοποιήσει τις προβλέψεις για τον μελλοντικό σχεδιασμό.

2. Συγκέντρωση Πληροφοριών (Gathering Information)

Σε αυτό το βήμα απαιτούνται τουλάχιστον δύο είδη πληροφοριών, τα οποία είναι στατιστικά (συνήθως αριθμητικά) δεδομένα, καθώς και η κρίση, η πείρα και η εμπειρία του προσωπικού που ασχολούνται με αυτή την αγορά το πρόσφατο χρονικό διάστημα.

Επίσης οι παραπάνω πληροφορίες πρέπει να συλλεχθούν πριν ξεκινήσει η διαδικασία της πρόβλεψης.

3. Προκαταρκτική Ανάλυση (Exploratory Analysis)

Στο βήμα αυτό μας απασχολεί το τι πληροφορία αποκομίζουμε από τα ακατέργαστα ιστορικά δεδομένα. Αρχικά αναπαριστούμε γραφικά τα δεδομένα και στη συνέχεια υπολογίζουμε κάποιους βασικούς στατιστικούς δείκτες όπως η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, ελάχιστο, μέγιστο και γραμμική τάση.

Οι παραπάνω δείκτες αναδεικνύουν κάποια δευτερεύοντα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς. Σκοπός μας είναι να αποκτήσουμε μία αίσθηση των δεδομένων, δίνοντας

απαντήσεις σε ερωτήματα όπως αν υπάρχουν λανθασμένα πρότυπα, αν υπάρχει σημαντική τάση ή εποχικότητα και τέλος αν υπάρχουν ασυνήθιστες τιμές (outliers). Η ανάλυση αυτή μας οδηγεί στην οικογένεια μοντέλων πρόβλεψης που λογικά αναμένεται να δώσει ικανοποιητικές προβλέψεις.

4. Επιλογή & Προσαρμογή Μοντέλου (Choosing & Fitting models).

Στο βήμα αυτό γίνεται επιλογή και καθορισμός των παραμέτρων διάφορων ποσοτικών μοντέλων πρόβλεψης που έχουν προεπιλεγεί στο προηγούμενο βήμα.

5. Χρήση και αποτίμηση του μοντέλου πρόβλεψης (Using and Evaluating a forecasting model).

Στο τελικό στάδιο αφού ένα μοντέλο έχει επιλεγεί υποκειμενικά και οι παράμετροι του έχουν καθοριστεί στο προηγούμενο στάδιο, χρησιμοποιείται το μοντέλο αυτό ώστε να παραχθούν προβλέψεις. Κατά την εξέλιξη της διαδικασίας, γίνεται αποτίμηση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του μοντέλου και αν είναι απαραίτητο κάποια βήματα στην διαδικασία της πρόβλεψης επαναλαμβάνονται.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Αίτημα η μεταφορά επιχείρησης στον Ελλαδικό χώρο:

Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Καθορισμός προβλήματος:

Οικονομική κατάσταση στην Ελλάδα

Καταγραφή δεικτών που επιδρούν στην οικονομία της Ελλάδας

Επιλογή των 3 βασικότερων: ΑΕΠ, ανεργία, πληθωρισμός

Περιγραφή πως επηρεάζουν οι δείκτες αυτοί την οικονομία της Ελλάδας

2. Συλλογή δεδομένων των δεικτών

3. Προκαταρκτική και στατιστική ανάλυση των δεικτών

Γραφήματα, στατιστική ανάλυση, ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών

4. Επιλογή μοντέλου πρόβλεψης

5. Πρόβλεψη οικονομίας για τους επόμενους 12 μήνες

Στο τέλος της πιο πάνω διαδικασίας κάνουμε εκτίμηση και αποτίμηση των προβλέψεων, και διατυπώνουμε συμπεράσματα.

3.5 Στατιστικοί Δείκτες

Ορισμένες βασικές έννοιες της στατιστικής, εκφράζονται με τους παρακάτω δείκτες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρέως στην ανάλυση των χρονοσειρών:

► Μέση τιμή (mean):
$$Mean = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

► Διάμεσος (median):

- η μεσαία παρατήρηση αν (n) περιπτώς
- ο μέσος των δύο “μεσαίων” παρατηρήσεων αν (n) άρτιος

► Mean Absolute Deviation:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |Y_i - \bar{Y}|$$

► Mean Square Deviation:

$$MSD = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

► Διακύμανση (Variance):

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

► Τυπική Απόκλιση (Standard Deviation):

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

► Συνδιακύμανση (Covariance): $COV_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y})$

► Συσχέτιση (Correlation): $r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}, \quad +1 \geq r_{xy} \geq -1$

► Αυτοδιακύμανση (Autocovariance): $C_k = \frac{1}{n} \sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y}) (Y_{t-k} - \bar{Y})$

► Αυτοσυσχέτιση (Autocorrelation lagged k):
$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y}) (Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

3.6 Δείκτες Σφαλμάτων

Οι δείκτες σφάλματος μετρούν την προσαρμογή του μοντέλου στα ιστορικά δεδομένα. Ένας μηδενικός δείκτης σφάλματος, δεν σημαίνει πάντα και καλό μοντέλο πρόβλεψης. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής δείκτες σφαλμάτων:

► Σφάλμα: $e_t = Act - F$

► Μέσο Σφάλμα: $ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t$

► Μέσο Απόλυτο Σφάλμα: $MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$

► Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα: $MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$

► Μέσο Ποσοστιαίο Σφάλμα: $MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n PE_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{Act - F}{Act} \right) 100$

► Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα: $MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{F_i - Act_i}{Act_i} \right|}{n} \cdot 100$

3.7 Μέθοδοι Προβλέψεων

Τα υπάρχοντα λογισμικά χρησιμοποιούν ένα πλήθος από τις πιο ευρέως διαδεδομένες μεθόδους προβλέψεων. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι:

- Σταθερού επιπέδου (Simple)
- Γραμμικής τάσης (Holt)
- Απλή μέθοδος (Naïve)
- Εκθετικής τάσης (Damped)
- Πολυωνυμική (Polynomial)
- Μέθοδος Θ (Theta)

3.7.1 Αποσύνθεση (Decomposition)

Η Αποσύνθεση είναι μία μαθηματική διαδικασία η οποία αποσκοπεί στην απομόνωση των συνιστωσών μίας χρονοσειράς, οι οποίες είναι:

- Τάση (Trend component)
- Κύκλος (Cyclical component)
- Εποχικότητα (Seasonal Component)
- Τυχαιότητα (Irregular or Random component)

Η μαθηματική διατύπωση της αποσύνθεσης είναι της μορφής:

$Y_t = f(S_t, T_t, C_t, R_t)$, όπου:

- Y_t : παρατήρηση κατά τη χρονική περίοδο t
- S_t : συνιστώσα εποχικότητας
- T_t : συνιστώσα τάσης
- C_t : συνιστώσα κύκλου
- R_t : συνιστώσα τυχαιότητας

Ενώ έχουμε δύο μορφές του μοντέλου:

Προσθετικό (Additive)

$$Y_t = S_t + T_t + R_t$$

Πολλαπλασιαστικό (Multiplicative)

$$Y_t = S_t \times T_t \times R_t$$

- Y_t : παρατήρηση κατά τη χρονική περίοδο t
- S_t : συνιστώσα εποχικότητας
- T_t : συνιστώσα τάσης – κύκλου
- R_t : συνιστώσα τυχαιότητας

Αποεποχικοποίηση

Αποτελεί μέρος της διαδικασίας αποσύνθεσης και είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία. Αποσκοπεί στην απομόνωση της συνιστώσας εποχικότητας (περιοδική συμπεριφορά στη διάρκεια ενός έτους) της χρονοσειράς. Επίσης αποσκοπεί στην δημιουργία της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς. Οι μέθοδοι προβλέψεων πρέπει να εφαρμόζονται

σε μη εποχιακές χρονοσειρές, οι οποίες στην συνέχεια επαναεποχικοποιούνται (εποχικοποίηση). Η πρακτική αυτή αυξάνει την αξιοπιστία των προβλέψεων.

Αίτια Εποχιακής Συμπεριφοράς

Ημερολογιακές επιδράσεις (Calendar effects)

Οι μέρες των εθνικών εορτών κ.λ.π. επιδρούν δυναμικά στα οικονομικά μεγέθη, δημιουργώντας ένα εποχιακό πρότυπο, ιδιαίτερα έντονο στην βιομηχανική παραγωγή και στην κατανάλωση αγαθών.

Σημαντικές αποφάσεις (Institutional influences)

Όλα τα είδη αποφάσεων από ιδρύματα και ιδιώτες επιδρούν με τον ανάλογο βαθμό στην εξέλιξη οικονομικών μεγεθών. Κλασσικό παράδειγμα οι ακριβείς ημερομηνίες που θα διατεθούν, από διάφορους οργανισμούς, τα μερίσματα των μετοχών ή τα ομόλογα.

Κλίμα- Καιρός (Weather influences)

Οι κλιματολογικές μεταβολές επιδρούν στις οικονομικές μεταβλητές και είναι ιδιαίτερα έντονες στον χώρο της αγροτικής παραγωγής, των κατασκευαστικών εταιρειών, των μεταφορών κ.λ.π.

Προσδοκίες (Expectations)

Οι προσδοκίες στον οικονομικό χώρο, απόρροια της μακράς πείρας, επιδρούν άμεσα στις αποφάσεις των παραγωγών και καταναλωτών με αποτέλεσμα να δημιουργούν εποχιακές διακυμάνσεις. Παράδειγμα η αύξηση της παραγωγής παιχνιδιών πριν τις εορτές αλλά και η αναμονή των καταναλωτών μέχρι να πέσει η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης.

Ασυνέχειες (Outliers)

Οι περισσότερες μέθοδοι αποσύνθεσης αντιμετωπίζουν με ιδιαίτερο τρόπο τις ασυνέχειες και τις τιμές εκτός κλίμακας στις υπό αποσύνθεση χρονοσειρές.

Αλλαγές Προτύπου (Break in series)

Η αποσύνθεση γίνεται συνήθως σε σχετικά μεγάλες χρονοσειρές στις οποίες όμως δεν επιτρέπονται ριζικές αλλαγές προτύπου.

Κανονικοποίηση (Streamlining)

Στην διαδικασία της αποσύνθεσης τα αποεποχικοποιημένα δεδομένα στην διάρκεια μιας περιόδου (έτος) πρέπει να έχουν ίδιο άθροισμα με τα αρχικά δεδομένα για αυτό συνήθως απαιτείται μια διαδικασία κανονικοποίησης.

Ημερήσια και Εβδομαδιαία δεδομένα (Daily and Weekly figures)

Οι περισσότερες μέθοδοι έχουν σχεδιασθεί για να αντιμετωπίζουν επιτυχώς μηνιαία ή τριμηνιαία ή τετραμηνιαία δεδομένα. Στην περίπτωση των ημερησίων δεδομένων (χρηματιστήριο, συναλλαγματικές ισοτιμίες) και των εβδομαδιαίων δεδομένων ίσως απαιτείται να γίνουν ειδικές θεωρήσεις

Ημερολογιακές Επιδράσεις (Calendar Effects)

Ημερολογιακές επιδράσεις όπως για παράδειγμα ο αριθμός των εργάσιμων ημερών ανά μήνα είναι επιθυμητό να εισάγονται ως μεταβλητή σε μια μέθοδο αποσύνθεσης (Census X-II).

Μετασχηματισμοί (Transformation)

Συχνά απαιτείται ένας λογαριθμικός μετασχηματισμός στα αρχικά δεδομένα ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν μέθοδοι και των δύο τύπων μοντέλου.

Αναδρομικές Μέθοδοι Αποσύνθεσης (Concurrent adjustment in practice)

Άλλες μέθοδοι υπολογίζουν εξ'αρχής τους συντελεστές εποχιακής διακύμανσης και τους χρησιμοποιούν για την αποεποχικοποίηση όλων των μελλοντικών δεδομένων, ενώ άλλες μέθοδοι αναπροσαρμόζουν τους συντελεστές αυτούς κάθε φορά που εισάγονται νέα δεδομένα.

Κινητοί Μέσοι Όροι

Για τον υπολογισμό του κινητού μέσου όρου των δεδομένων μιας χρονοσειράς, καθορίζεται αρχικά ο αριθμός των παρατηρήσεων που θα συμπεριληφθεί στον υπολογισμό αυτό. Η ονομασία "κινητός μέσος όρος" χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διαδικασία κατά την οποία, καθώς μια νέα παρατήρηση γίνεται διαθέσιμη, ένας νέος μέσος όρος μπορεί να υπολογιστεί, στον οποίο παραλείπεται η πιο παλιά παρατήρηση προκειμένου να συμπεριληφθεί η πιο πρόσφατη. Διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:

- 1.Simple Moving Average**
- 2.Centered Moving Average**
- 3. Double Moving Average**
- 4.Weighted moving Average**

1.Simple Moving Average

Γίνεται υπολογισμός του μέσου όρου των τιμών γύρω από μία παρατήρηση. Εξαλείφει μέρος της τυχαιότητας των δεδομένων και επίσης δίνει μία λογική εκτίμηση της συνιστώσας τάσης – κύκλου της παρατήρησης.

2.Centered Moving Average

Ο μέσος όρος αντιστοιχείται στο κέντρο των παρατηρήσεων που αθροίζονται.

Π.χ. Ο 2x4 MA υπολογίζεται από τον μέσο όρο δύο διαδοχικών τιμών του 4MA.

3.Double Moving Averages

Αποτελεί αποτέλεσμα της ομαλοποίησης ενός απλού μέσου όρου, με την χρήση ενός δεύτερου απλού μέσου όρου.

Π.χ. Ο 3x3 MA υπολογίζεται από τον 3MA ενός 3MA.

4.Weighted Moving Averages

Αποτελεί παραλλαγή του Simple Moving Average. Οι όροι που μετέχουν στον μέσο όρο, έχουν διαφορετικά βάρη και η καμπύλη που προκύπτει είναι περισσότερο ομαλή.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί και η Local Regression Smoothing, που αποτελεί προέκταση των μέσων όρων. Περιλαμβάνει την προσαρμογή μίας ευθείας γραμμής διαμέσου των τιμών γύρω από μία παρατήρηση (αντί του μέσου όρου). Έτσι προκύπτει ένα πλήθος από ευθείες γραμμές σε όλο το πλήθος των δεδομένων. Απαιτείται διαφορετικός τρόπος υπολογισμού όταν υπάρχουν ασυνήθιστες τιμές.

Επιλογή Μοντέλου Αποσύνθεσης

Για να επιλέξουμε αν θα ακολουθήσουμε το προσθετικό ή το πολλαπλασιαστικό μοντέλο αποσύνθεσης κάνουμε το ακόλουθο τεστ:

Κατασκευάζουμε την ακόλουθη ευθεία σύμφωνα με την θεωρία της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

$$|y - \hat{y}| = a + by$$

- y είναι οι τιμές της υπό εξέταση χρονοσειράς και
- y_t οι κεντρικοί κινητοί μέσοι όροι των τιμών αυτών στη διάρκεια ενός έτους.

Αν οι ποσότητες που αναφέρονται στην ανωτέρω εξίσωση παλινδρόμησης είναι ασυσχέτιστες, δηλαδή αν η σταθερά b δεν διαφέρει σημαντικά από το μηδέν (t -statistic), τότε θα πρέπει να ακολουθήσουμε το προσθετικό μοντέλο αποσύνθεσης.

Αν η σταθερά αυτή έχει σημαντική τιμή είναι καλύτερο να επιλεγεί το πολλαπλασιαστικό ή ένα μεικτό μοντέλο αποσύνθεσης.

Επειδή στο πολλαπλασιαστικό μοντέλο κάνουμε συνήθως ένα λογαριθμικό μετασχηματισμό για να επεξεργαστούμε τα δεδομένα, σειρές με αρνητικές τιμές δύνανται να αποσυντεθούν μόνο με το προσθετικό μοντέλο.

Μέθοδοι Αποσύνθεσης

Η επιλογή των μεθόδων γίνεται έχοντας υπόψη ότι οι μέθοδοι πρέπει να είναι λειτουργικές και ότι πρέπει να υπάρχει κατάλληλο λογισμικό για αυτές.

Οι κυριότερες μέθοδοι αποσύνθεσης είναι:

- Fixed Additive Method (Σταθερή προσθετική μέθοδος)
- Fixed Multiplicative Method (Σταθερή πολλαπλασιαστική μέθοδος)
- Moving Additive Method (Κινητή προσθετική μέθοδος)
- Moving Multiplicative Method (Κινητή πολλαπλασιαστική μέθοδος)
- Zaycoff's Method
- Μέθοδος Census X-II
- CPB Method
- KVF Method
- SABL Method

Σταθερή Προσθετική Μέθοδος

Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: $y_{ij} = T_{ij} + S_{ij} + I_{ij}$.

Βήμα 2: T_{ij} είναι ο κεντρικός 12-μηνος κινητός μέσος όρος των y_{ij} (όπου 11 μήνες έχουν βάρος $1/12$ και τα δύο άκρα $1/24$).

Βήμα 3: Για κάθε μήνα υπολογίζεται ο μέσος του μεγέθους $y_{ij} - T_{ij}$ που είναι μια πρώτη προσέγγιση της συνιστώσας εποχικότητας S_{ij}

Βήμα 4: Κάνουμε κανονικοποίηση σύμφωνα με την σχέση: $I_{ij} = y_{ij} - T_{ij} - S_{ij}$.

Βήμα 5: $y_{ij} - SC = y_{ij} - S_{ij} = T_{ij} + I_{ij}$.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί και η Σταθερή Πολλαπλασιαστική μέθοδος

Κινητή Προσθετική Μέθοδος

Παρόμοια η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: $y_{ij} = T_{ij} + S_{ij} + I_{ij}$.

Βήμα 2: T_{ij} είναι ο 12-μηνος κινητός μέσος όρος των y_{ij} .

Βήμα 3: Για κάθε μήνα υπολογίζεται ένας κινητός μέσος όρος 7 όρων του μεγέθους $y_{ij} - T_{ij}$ που είναι μια πρώτη προσέγγιση της συνιστώσας εποχικότητας S_{ij} . Για τα πρώτα τρία και τα τελευταία τρία χρόνια του δείγματος οι προκαταρκτικοί δείκτες συμπληρώνονται από σταθμισμένους μέσους όρους.

Βήμα 4: Κάνουμε κανονικοποίηση σύμφωνα με την σχέση: .

$I_{ij} = y_{ij} - T_{ij} - S_{ij}$.

Βήμα 5: $y_{ij} - SC = y_{ij} - S_{ij} = T_{ij} + I_{ij}$.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί και η Κινητή Πολλαπλασιαστική μέθοδος.

Πρόβλεψη & Αποσύνθεση

Η αποσύνθεση ως μέθοδος πρόβλεψης σπάνια αποδίδει καλά. Η μεγαλύτερη δυσκολία είναι να έχουμε ικανοποιητικές προβλέψεις για τις συνιστώσες. Η συνιστώσα τάσης-κύκλου είναι η πιο δύσκολη για πρόβλεψη. Η Αποσύνθεση χρησιμοποιείται κυρίως ως εργαλείο κατανόησης μίας χρονοσειράς και περιέχει γραφική απεικόνιση της συμπεριφοράς της αυτής. Χρησιμοποιείται ως εργαλείο πριν από την επιλογή και την εφαρμογή μίας μεθόδου πρόβλεψης.

.

Κινητοί μέσοι όροι ως μέθοδος πρόβλεψης

Οι κινητοί μέσοι όροι χρησιμοποιούνται ως:

Μέθοδο αποεποχικοποίησης – εξομάλυνσης των δεδομένων. Εκτιμούμε την καμπύλη τάσης – κύκλου χρησιμοποιώντας τον μ.ο των κοντινών σημείων. **k MA**

Μέθοδο πρόβλεψης των δεδομένων. Εκτιμούμε την τιμή της επόμενης παρατήρησης χρησιμοποιώντας τον μ.ο. των πιο πρόσφατων παρατηρήσεων. **MA (k).**

3.7.2 Εκθετική εξομάλυνση (Exponential Smoothing)

Είναι μέθοδος πρόβλεψης, η οποία εξομαλύνει τα ιστορικά δεδομένα. Υπολογίζεται ο μέσος όρος των δεδομένων, με την χρήση συντελεστών βαρύτητας. Τα πιο πρόσφατα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα, ενώ οι συντελεστές βαρύτητας μειώνονται με εκθετικό τρόπο, όσο παλαιότερα είναι τα δεδομένα. Στόχος η απομόνωση του

προτύπου των δεδομένων από τις τυχαίες διακυμάνσεις. Χρησιμοποιείται ευρέως για βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό και είναι σχετικά εύκολη στην χρήση. Επίσης απαιτεί ελάχιστα ιστορικά δεδομένα και χρόνο υπολογισμού και είναι ικανοποιητικά ακριβής σε σχέση με πολυπλοκότερες μεθόδους πρόβλεψης.

Τύποι Μοντέλων Εξομάλυνσης

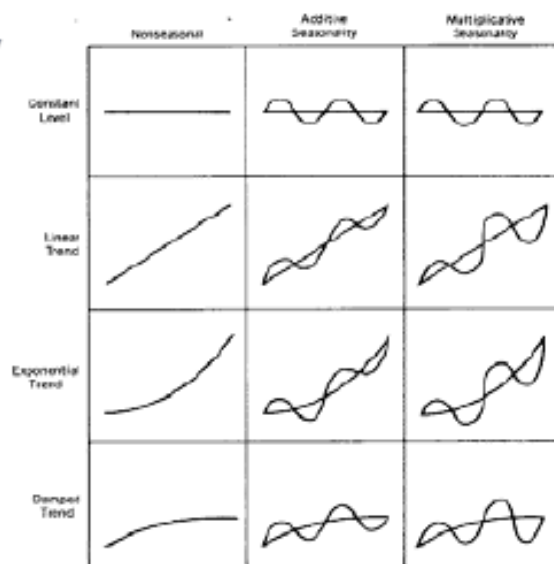
Υπάρχουν τέσσερα (4) πρότυπα τάσης:

- Σταθερού Επιπέδου
- Γραμμικής τάσης
- Εκθετικής τάσης
- Φθίνουσας τάσης

Και τρία (3) πρότυπα εποχικότητας:

- Χωρίς εποχικότητα
- Προσθετική εποχικότητα
- Πολλαπλασιαστική εποχικότητα

Τύποι Μοντέλων Εξομάλυνσης



Πρότυπα Τάσης – Χρήση

Σταθερού Επιπέδου

Χρησιμοποιείται για πρόβλεψη ενός βήματος και για χρονοσειρές που περιέχουν υψηλό θόρυβο ή τυχαιότητα.

Γραμμικής τάσης

Χρησιμοποιείται για σταθερή αύξηση στο μέλλον.

Εκθετικής τάσης

Χρησιμοποιείται για εκθετική αύξηση στο μέλλον (π.χ. στις αρχές του κύκλου ζωής ενός προϊόντος) και είναι υπεραισιόδοξες για μακροπρόθεσμες προβλέψεις.

Φθίνουσας τάσης

Χρησιμοποιείται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις.

Μη εποχιακά Μοντέλα

Σταθερού επιπέδου (Constant level)

$$e_t = X_t - \bar{X}_{t-1} (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + h_1 e_t$$

$$\bar{X}_t(m) = S_t$$

Γραμμικής τάσης (Linear trend)

$$e_t = X_t - \bar{X}_{t-1} (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + T_{t-1} + h_1 e_t$$

$$T_t = T_{t-1} + h_2 e_t$$

$$\bar{X}_t(m) = S_t + mT_t$$

Μη Γραμμικής τάσης (Nonlinear trend)

$$e_t = X_t - \bar{X}_{t-1} (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + \phi T_{t-1} + h_1 e_t$$

$$T_t = \phi T_{t-1} + h_2 e_t$$

$$\bar{X}_t(m) = S_t + \sum_{i=1}^m \phi^i T_t$$

Μοντέλα προσθετικής εποχικότητας

Σταθερού επιπέδου (Constant level)

$$e_t = X_t - \bar{X}_{t-1} (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + h_1 e_t$$

$$I_t = I_{t-p} + h_3 e_t$$

$$\bar{X}_t(m) = S_t + I_{t-p+m}$$

Γραμμικής τάσης (Linear trend)

$$e_t = X_t - \bar{X}_{t-1} (1)$$

$$S_t = S_{t-1} + T_{t-1} + h_1 e_t$$

$$T_t = T_{t-1} + h_2 e_t$$

$$I_t = I_{t-p} + h_3 e_t$$

$$\bar{X}_t(m) = S_t + mT_t + I_{t-p+m}$$

Μη Γραμμικής τάσης (Nonlinear trend)

$$\begin{aligned}e_t &= X_t - \bar{X}_{t-1} (1) \\S_t &= S_{t-1} + \phi T_{t-1} + h_1 e_t \\T_t &= \phi T_{t-1} + h_2 e_t \\I_t &= I_{t-p} + h_3 e_t \\\bar{X}_t(m) &= S_t + \sum_{i=1}^m \phi^i T_t + I_{t-p+m}\end{aligned}$$

Μοντέλα πολλαπλασιαστικής εποχικότητας

Σταθερού επιπέδου (Constant level)

$$\begin{aligned}e_t &= X_t - \bar{X}_{t-1} (1) \\S_t &= S_{t-1} + h_1 e_t / I_{t-p} \\I_t &= I_{t-p} + h_3 e_t / S_t \\\bar{X}_t(m) &= S_t I_{t-p+m}\end{aligned}$$

Γραμμικής τάσης (Linear trend)

$$\begin{aligned}e_t &= X_t - \bar{X}_{t-1} (1) \\S_t &= S_{t-1} + T_{t-1} + h_1 e_t / I_{t-p} \\T_t &= T_{t-1} + h_2 e_t / I_{t-p} \\I_t &= I_{t-p} + h_3 e_t / S_t \\\bar{X}_t(m) &= (S_t + m T_t) I_{t-p+m}\end{aligned}$$

Μη Γραμμικής τάσης (Nonlinear trend)

$$\begin{aligned}e_t &= X_t - \bar{X}_{t-1} (1) \\S_t &= S_{t-1} + \phi T_{t-1} + h_1 e_t / I_{t-p} \\T_t &= \phi T_{t-1} + h_2 e_t / I_{t-p} \\I_t &= I_{t-p} + h_3 e_t / S_t \\\bar{X}_t(m) &= (S_t + \sum_{i=1}^m \phi^i T_t) I_{t-p+m}\end{aligned}$$

Μοντέλο Σταθερού Επιπέδου

Στο μοντέλο αυτό πρέπει να επιλέγεται με προσοχή η πρώτη πρόβλεψη και η παράμετρος εξομάλυνσης. Η πρώτη πρόβλεψη, γιατί έχει πολύ μεγάλη επίδραση στις μελλοντικές προβλέψεις και η παράμετρος εξομάλυνσης γιατί επηρεάζει άμεσα την σταθερότητα των προβλέψεων. Η πρώτη πρόβλεψη πρέπει να ισούται με το μέσο όρο των δεδομένων. Επίσης πρέπει να εκτιμάται η βέλτιστη παράμετρος εξομάλυνσης, η οποία ελαχιστοποιεί το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

Μοντέλο Γραμμικής Τάσης

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην αρχικοποίηση του μοντέλου. Πρέπει να εκτελείται μία γραμμική παλινδρόμηση, με το χρόνο ως ανεξάρτητη μεταβλητή: $X = a + b \cdot t$
Ως αρχικό επίπεδο ορίζεται η σταθερά a της παλινδρόμησης και ως αρχική τάση ορίζεται η κλίση b της παλινδρόμησης.

Οι συντελεστές h_1 και h_2 πρέπει να εκτιμώνται με την μέθοδο grid search, ώστε να ελαχιστοποιείται το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

Μοντέλα Μη Γραμμικής Τάσης

Χρειάζεται προσοχή στην αρχικοποίηση του μοντέλου. Πρέπει να εκτελείται μία γραμμική παλινδρόμηση, με το χρόνο ως ανεξάρτητη μεταβλητή: $X = a + b \cdot t$

Ως αρχικό επίπεδο ορίζεται η σταθερά a της παλινδρόμησης και ως αρχική τάση ορίζεται η κλίση b της παλινδρόμησης.

Οι συντελεστές ϕ , h_1 και h_2 πρέπει να εκτιμώνται με την μέθοδο grid search, ώστε να ελαχιστοποιείται το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

Εποχιακή Εξομάλυνση

Αν τα δεδομένα έχουν εποχιακό πρότυπο, τότε στα μη εποχιακά μοντέλα προστίθεται ένας εποχιακός παράγοντας (index) για κάθε περίοδο του έτους.

Προσθετική Εποχικότητα

- actual data – index = deseasonalized data

Πολλαπλασιαστική Εποχικότητα

- actual data / index = deseasonalized data

Ο εποχιακός παράγοντας χρησιμοποιείται για να εκτιμάται η μη εποχιακή χρονοσειρά.

Μοντέλο Σταθερού Επιπέδου – Πολλαπλασιαστική Εποχικότητα

Η αρχικοποίηση του μοντέλου περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

1. Υπολογισμός αρχικών εποχιακών συντελεστών (Χρήση μοντέλου αποσύνθεσης).
2. Υπολογισμός S_0 και T_0 (Ορίζεται ως ο μέσος όρος των αποεποχικοποιημένων δεδομένων (S_0) για το μοντέλο σταθερού επιπέδου).
3. Υπολογισμός των παραμέτρων εξομάλυνσης (Χρήση της μεθόδου grid search).

Επιλογή Μοντέλου

Για μη εποχιακά δεδομένα επιλέγουμε μοντέλο μη γραμμικής τάσης, με περιορισμούς ώστε να αποφευχθούν εκθετικές τάσεις.

Για εποχιακά δεδομένα επιλέγουμε μοντέλο μη γραμμικής τάσης, με πολλαπλασιαστική εποχικότητα

Ένας αντικειμενικός τρόπος επιλογής μοντέλου, είναι η ανάλυση των διακυμάνσεων των διαφορών των δεδομένων.

Επιλογή Μοντέλου – Ανάλυση Διακυμάνσεων

▷ Υπολογισμός διακύμανσης

- χρονοσειράς αρχικών δεδομένων (A)
- χρονοσειράς διαφορών 1^{ου} βαθμού (B)
- χρονοσειράς διαφορών 2^{ου} βαθμού (C)

$$\varepsilon \text{ αν } \left\{ \begin{array}{l} B < A, \text{τάση} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} B < C, \text{Damped} \\ B > C, \text{Linear} \end{array} \right\} \\ B > A, \text{όχι τάση} \end{array} \right\}$$

Υπολογισμός διακύμανσης χρονοσειράς διαφορών (P βαθμού), για εκτίμηση εποχικότητας.

3.8 Μέθοδοι Προβλέψεων στην πράξη

Οι μέθοδοι προβλέψεων βρίσκουν πολλά πεδία εφαρμογών όπως: Σχεδιασμός παραγωγής, οικονομικός σχεδιασμός, στρατηγικός σχεδιασμός, ανάλυση πωλήσεων, σχεδιασμός διαχείρισης, Logistics, σχεδιασμός απαιτήσεων υλικών.

Η επιλογή κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης εξαρτάται από το κατά πόσο οι χρήστες θέλουν απλώς να προβλέψουν ή επιθυμούν να κατανοήσουν και να επηρεάσουν την πορεία των γεγονότων στο μέλλον, από τα δεδομένα και τον τύπο των δεδομένων (μήκος μεταξύ των διαδοχικών τιμών), από τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς, από τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης και από τον αριθμό των προβλέψεων που απαιτούνται.

Επιπλέον μπορεί να γίνει πρόβλεψη με βάση το σκοπό (ανάλογα με τις παραμέτρους που επηρεάζουν την μεταβλητή που πρόκειται να προβλεφθεί), τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς (εποχικότητα, τάση, κύκλος, τυχαιότητα), τον τύπο των δεδομένων και τον ορίζοντα πρόβλεψης.

Ορισμένοι παράγοντες αυξάνουν το μέγεθος των σφαλμάτων όταν οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται μεμονωμένα και όχι σε συνδυασμό. Τέτοιοι παράγοντες είναι :

Υπολογισμός λάθος μεγέθους. Για παράδειγμα, χρειάζεται να προβλέψουμε τη ζήτηση, όμως δεδομένα ζήτησης συνήθως δεν υπάρχουν. Αντί αυτού υπολογίζουμε προβλέψεις όπως παραγγελιών, παραγωγής, φορτώσεων, χρεωστικών λογαριασμών.

Υπολογισμός σφαλμάτων. Πάντα υπάρχουν σφάλματα, είτε σημαντικά είτε συστηματικά. Αν το μέγεθος των σφαλμάτων ανήκει στην περιοχή του 10-15%, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί μια καλύτερη μέθοδος η οποία δίνει ακρίβεια 5% ή 10%.

Αλλαγές προτύπου και μη σταθερές σχέσεις. Οι στατιστικές μέθοδοι υποθέτουν ότι τα πρότυπα και οι σχέσεις είναι σταθερές, κάτι σπάνιο στον πραγματικό κόσμο. Παρόλα αυτά συγκεκριμένα γεγονότα, κύκλοι, φέρνουν συστηματικές αλλαγές και επομένως δεν υπάρχουν συστηματικά σφάλματα.

Μέθοδοι που ελαχιστοποιούν σφάλματα.

Οι μέθοδοι πρόβλεψης επιλέγονται με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν το σφάλμα της αμέσως επόμενης πρόβλεψης. Όμως χρειαζόμαστε προβλέψεις για αρκετές χρονικές περιόδους μπροστά, οι οποίες συνήθως δεν είναι οι κατάλληλες αν έχουν επιλεχθεί με την λογική της ελαχιστοποίησης του σφάλματος της ακριβώς επόμενης εκτίμησης.

Γενικά ισχύει ότι ο συνδυασμός των μεθόδων μας επιτρέπει να είμαστε πιο ακριβείς στις προβλέψεις μας και μειώνει την αβεβαιότητα μας για το μέλλον όταν δεν είμαστε σίγουροι αν τα δεδομένα θα συνεχίσουν να διαφέρουν από τα δεδομένα του παρελθόντος.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΣΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΩΛΗΣΕΩΝ-ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ

4.1 Μεθοδολογία προβλέψεων παραγωγής – πωλήσεων ζάχαρης

Παρατηρώντας τις χρονοσειρές πωλήσεων και παραγωγής ζάχαρης με τις γραφικές παραστάσεις τους, διαπιστώνουμε ότι έχουμε διακυμάνσεις και αιχμές δηλαδή αρκετές απότομες μεταβολές παροδικού χαρακτήρα, που έχουν επίδραση μικρής χρονικής διάρκειας στην χρονοσειρά. Για τον λόγο αυτό, εξομαλύνουμε τα δεδομένα κάνοντας χρήση τριων διαφορετικών ποσοστών εξομάλυνσης: ποσοστό 25 – 75, ποσοστό 30 – 70 και ποσοστό 35 – 65. Εισάγοντας τις εξομαλυμένες χρονοσειρές στο λογισμικό πρόγραμμα Theta Forecaster, επιλέγουμε τη χρονοσειρά που παρουσιάζει το μικρότερο Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE), κρατώντας ανάλογο αριθμό παρατηρήσεων κρυφό. Στη συνέχεια εισάγουμε τις επιλεχθείσες εξομαλυμένες χρονοσειρές (πωλήσεων – παραγωγής) στο Theta Forecaster και στο Theta Forecaster Student Version εφαρμόζοντας τις μεθόδους προβλέψεων που παρέχονται από το πρόγραμμα και συνδυασμούς αυτών, κρατώντας κρυφό ανάλογο αριθμό παρατηρήσεων. Με βάση το μικρότερο Μέσο Σφάλμα (ME), επιλέγουμε την καλύτερη μέθοδο ή συνδυασμό μεθόδων και με αυτήν παράγουμε προβλέψεις για το έτος 2006.

Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο εισάγουμε στο Pythia τις χρονοσειρές που προέκυψαν και με τα τρία ποσοστά εξομάλυνσης τόσο για τις πωλήσεις όσο και για την παραγωγή και εφαρμόζουμε παρόμοια μεθόδους προβλέψεων και συνδυασμό αυτών. Κατόπιν αυτού, έχοντας ως κριτήριο το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE), επιλέγουμε την καλύτερη μέθοδο ή συνδυασμό μεθόδων που παράγει προβλέψεις για το έτος 2006.

Στη συνέχεια, με βάση τις κοινές μεθόδους προβλέψεων που διαθέτουν τα δύο λογισμικά, επιχειρούμε μία σύγκριση αυτών με βάση το Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (MAE) και το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE).

Γενικά ισχύει ότι ο συνδυασμός των μεθόδων μας επιτρέπει να είμαστε πιο ακριβής στις προβλέψεις μας και μειώνει την αβεβαιότητα μας για το μέλλον όταν δεν είμαστε σίγουροι αν τα δεδομένα θα συνεχίσουν να διαφέρουν από τα δεδομένα του παρελθόντος.

4.2 Το κενό μεταξύ θεωρίας και πράξης

Είναι γεγονός ότι η επιτυχημένη υλοποίηση προβλέψεων σε πολλούς οργανισμούς παρεκκλίνεται από κενά στην επικοινωνία και κατανόηση μεταξύ θεωρητικών και πρακτικών ή χρηστών (Mahmud *et al.* 1992)

Μερικοί παρατηρητές (όπως ο Deroeck 1991) πιστεύουν ότι υπάρχει χάσμα μεταξύ θεωρίας και πρακτικής χρήσης σε ότι αφορά τις προβλέψεις. Πριν πολλά χρόνια, το 1976 μια μελέτη των Wheelwright & Clarke αποκάλυψε ακριβώς μια τέτοια ασυμφωνία μεταξύ χρηστών και θεωρητικών. Οι Wheelwright & Clarke λοιπόν, έκαναν την ενδιαφέρουσα ανακάλυψη ότι αν και οι χρήστες αποδίδουν στους θεωρητικούς τεχνική επάρκεια και ικανότητα, οι θεωρητικοί πιστεύουν ότι οι χρήστες στερούνται ικανής κρίσης ώστε να επιλέξουν τις βέλτιστες τεχνικές και να παρέχουν αποδοτικές οικονομικά προβλέψεις. Το παραπάνω θέμα απασχόλησε και το Διεθνές Συμπόσιο Πρόβλεψης το οποίο έλαβε χώρα το 1991. Ένας από τους αντικειμενικούς σκοπούς ήταν να γίνουν συζητήσεις και να ακουστούν απόψεις, ώστε να μπορέσει το Διεθνές Ινστιτούτο Πρόβλεψης να φανεί χρήσιμο στα μέλη του και στην κοινωνία γενικότερα. Οι

συμμετέχοντες στη διάσκεψη αυτή πρότειναν τρόπους γεφύρωσης του χάσματος αυτού. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι το Διεθνές Ινστιτούτο Πρόβλεψης (IIF) από την έναρξή του το 1981 δραστηριοποιείται στην ενθάρρυνση συναλλαγών και στο κτίσιμο συνδέσμων μεταξύ ακαδημαϊκών και πρακτικών στους κόλπους του κυβερνητικού και εταιρικού κόσμου. Οι πρακτικοί αυξάνονται συνεχώς και αποτελούν το 40% των μελών του (IIF). Το 1988 ο Armstrong ρώτησε πρακτικούς μέλη του IIF αν χρησιμοποιούσαν στη πράξη την έρευνα που δημοσιευόταν στην Διεθνή Εφημερίδα Προβλέψεων. Ποσοστό 36% ανέφερε εφαρμογές της έρευνας και το μισό από αυτό το ποσοστό ανέφερε πετυχημένες εφαρμογές. Αν και τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται εντυπωσιακά, είναι πολλά ακόμη που πρέπει να γίνουν. Οι Gardner & Μακρυδάκης (1988) εξέφρασαν την άποψη ότι υπήρχε μεγάλο ποσοστό σύγχυσης στους πρακτικούς που ενδιαφέρθηκαν να χρησιμοποιήσουν φιλολογικές έρευνες για να επιλέξουν και να εφαρμόσουν μεθόδους πρόβλεψης.

Πολλοί πάντως διαφωνούν για την κατάλληλη σε κάθε περίπτωση μέθοδο, καθώς επίσης και για το πώς ειδικές μέθοδοι πρέπει να εφαρμόζονται και να αξιολογούνται. Σύμφωνα με τον Dagum (1989), αν η πρόβλεψη αναγνωριστεί ως επάγγελμα, θα πρέπει να υπάρχει ομόνοια και ενότητα ανάμεσα σε θεωρητικούς και πρακτικούς.

Στο 10^ο Διεθνές Συμπόσιο Πρόβλεψης, το οποίο έλαβε χώρα στην Ελλάδα (Δελφοί) το 1990, μια μερίδα συμμετεχόντων τόνισαν και πάλι την ανάγκη γεφύρωσης του κενού μεταξύ θεωρίας και πράξης. Οι DeRoek και Mahmoud συμφώνησαν να αναλάβουν αυτοί την πρωτοβουλία για τις προσεγγίσεις. Ως αποτέλεσμα, στο Συμπόσιο του επόμενου έτους (1991) με θέμα "Πρακτική και Προοπτική", τρεις συνεδριάσεις είχαν ως θέμα τη γεφύρωση του κενού μεταξύ θεωρίας και εφαρμογής στην πράξη. Οι συζητήσεις εστιάστηκαν σε 3 περιοχές-τομείς: κατανόηση προβλέψεων, απαιτήσεις σε δεδομένα και οργανωτικές πολιτικές. Επίσης παρουσιάστηκαν 3 και όχι 2, όπως θα ήταν φυσικό, ομάδες διαφωνούντων: ακαδημαϊκοί, πρακτικοί και χρήστες. Οι ασυμφωνίες που προέκυψαν οφείλονταν σε διαφορές στη συμπεριφορά και στις αντιλήψεις μεταξύ των μελών των ομάδων αυτών.

► Το κενό στην κατανόηση ή αντίληψη (the understanding gap)

Όπως εξήγησε ο Ralph Snyder (ISF 1991), οι διευθυντές συχνά κατέχονται από φιλικές ή εχθρικές διαθέσεις απέναντι στην επιστήμη του management γενικά και απέναντι στις προβλέψεις ειδικότερα. Γενικά οι πιθανότητες κάποιος manager να αποδεχθεί μια επιστημονική προσέγγιση είναι είτε μας αρέσει είτε όχι ελάχιστες. Ο Wally Albers (ISF 1991) παρατήρησε ότι υπάρχει ένας αποδεκτός καταμερισμός εργασίας ανάμεσα στους ακαδημαϊκούς που ανακαλύπτουν και αναπτύσσουν καινούργια γνώση και στους πρακτικούς που την εφαρμόζουν. Οι ακαδημαϊκοί ζουν σε διαφορετική κουλτούρα και λαμβάνουν διαφορετικού είδους ανταμοιβές. Εισπράττουν αναγνώριση και προαγωγή για έρευνες, οι οποίες έχουν περιορισμένη εφαρμογή σε κάποιο επιχειρησιακό περιβάλλον. Οι ακαδημαϊκοί ενδιαφέρονται παραδοσιακά λιγότερο για τον άμεσο πρακτικό προσανατολισμό της δουλειάς τους. Μια πρόβλεψη μπορεί να είναι τεχνικά λαμπρή, αλλά κατανοητή από λίγους (Russ Maddox, ISF 1991). Πρέπει να υπάρχει μία επεξήγηση της πρόβλεψης από τον προγνώστη, ώστε αυτή να καταστεί χρηστή από άλλους. (πράγμα όχι εύκολο αφού χρειάζεται φαντασία από τη μεριά του προγνώστη. Στο σημερινό επιχειρηματικό κόσμο, το να μάθει κάποιος πώς να παραδίδει και να διανέμει προϊόντα ερευνών έτοιμα προς χρήση, είναι ίσως πιο δύσκολο από την παραγωγή των ίδιων των προϊόντων (Shawa Zhang, ISF 1991). Σύμφωνα με τα λόγια του Martin Morman (ISF 1991): "Όταν πρέπει να εμπορευτείς μία πρόβλεψη, σίγουρα υπάρχει κάποιος που δεν την κατανοεί. Είναι καθαρά πρόβλημα επικοινωνίας".

► Το κενό στη διανομή των δεδομένων (the data sharing gap)

Ο Wassily Leontief (ISF 1991) έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία διανομής πληροφοριών μεταξύ ερευνητών ώστε να καθίστανται διαθέσιμα σε όλους. Οι manager συχνά θεωρούν τα δεδομένα ευαίσθητα και εμπιστευτικά. Εν τούτοις η γνωστοποίηση των δεδομένων στους ακαδημαϊκούς είναι ωφέλιμη για τους οργανισμούς, αφού προσφέρει την ευκαιρία να μάθουν περισσότερα για τη θεωρία προβλέψεων, αλλά και πώς να αναλύουν τα δεδομένα με επιτυχία χρησιμοποιώντας κατάλληλες μεθόδους. Το κενό στη διανομή των δεδομένων αντανάκλα περισσότερα από μια απλή απροθυμία για παροχή δεδομένων για λόγους εμπιστοσύνης. Ίσως να υπάρχει μία νοοτροπία από την πλευρά των ακαδημαϊκών ότι τα δεδομένα πρέπει να έχουν μία συγκεκριμένη μορφή πριν τα χρησιμοποιήσουν. Σε ότι αφορά την ποιότητα και την αποδεκτικότητα των δεδομένων για την ανοικοδόμηση ενός μοντέλου πρόβλεψης, οι απόψεις μεταξύ ακαδημαϊκών και πρακτικών διαφέρουν. Οι ακαδημαϊκοί προτιμούν να έχουν “καθαρά” δεδομένα, ενώ οι πρακτικοί πρέπει να δουλέψουν με ότι τους δίνουν οι manager ή με ότι είναι διαθέσιμο από διάφορες πηγές. Τα δεδομένα πολλές φορές χρειάζονται επεξεργασία ώστε να επιτευχθεί ο αντικειμενικός σκοπός και αυτό είναι πολύ σημαντικό για την ανάπτυξη μιας έγκυρης και αξιόπιστης πρόβλεψης (Russ Maddox, ISF 1991). Αν ο σκοπός μιας πρόβλεψης είναι να μαντέψει τη μελλοντική συμπεριφορά της αγοράς, ίσως χρειαστεί τα διαθέσιμα δεδομένα να προσαρμοστούν με άλλα γεγονότα που δε σχετίζονται με αυτήν ή με γεγονότα του παρελθόντος, τα οποία δεν έχουν συνεχιζόμενο ή διαρκή αντίκτυπο. Η προκύπτουσα σειρά παρέχει μία πιο βάσιμη και έγκυρη βάση πρόβλεψης.

► Το κενό στην πολιτική (the political gap)

Το κενό στην πολιτική υπάρχει όταν κάποιοι από τους συμμετέχοντες σε μία διαδικασία πρόβλεψης στα πλαίσια ενός οργανισμού, έχει μια ατζέντα υποστήριξης λήψης αποφάσεων που είναι κρυφή από τους υπόλοιπους, η οποία μπορεί να έρχεται σε σύγκρουση με την στατιστική ακρίβεια. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικές προβλέψεις. Ανάλογα με το ρόλο τους σε μια επιχείρηση, κάποιοι έχουν διαφορετικές αντιλήψεις για τα οφέλη από αισιόδοξες ή απαισιόδοξες προβλέψεις. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι των πωλήσεων επιθυμούν τις απαισιόδοξες προβλέψεις ώστε να είναι σίγουροι ότι θα τις ξεπεράσουν και ότι θα έχουν επιπλέον κέρδη από τα αναμενόμενα. Άνθρωποι του marketing σε μια επιχείρηση ή έναν οργανισμό προτιμούν τις υπερτιμημένες προβλέψεις ώστε να επιτύχουν μεγαλύτερο προϋπολογισμό για δαπάνες-έξοδα marketing. Εξαιτίας της έμφυτης διαμάχης ενδιαφέροντος μεταξύ διαφορετικών διοικητικών λειτουργιών, οι προβλέψεις περνούν από πολλά εμπόδια. Αντιμετωπίζονται όλο και περισσότερο ως μία διαδικασία όπου οι άνθρωποι ξεκινούν από μία αρχική φόρμα και διεξάγουν συζήτηση για το τι θα πρέπει να αλλάξει (Keith Ord, ISF 1991). Αν οι προγνώστες κατέχουν χαμηλή θέση σε έναν οργανισμό ή μια επιχείρηση, τότε αυτό σημαίνει ότι οι προβλέψεις τους μπορεί εύκολα να μεταβληθούν. Αυτό συμβαίνει γιατί θεωρείται ότι οι προγνώστες δε λαμβάνουν επιχειρηματικές αποφάσεις, απλά παρέχουν μια είσοδο σε αυτούς που λαμβάνουν τις τελικές αποφάσεις (Russ Maddox, ISF 1991). Θεωρούνται συνεπώς προσωπικό υποστήριξης και έχουν περιορισμένες ευκαιρίες να αναρριχηθούν σε ανώτερα διοικητικά κλιμάκια.

Σαν αποτέλεσμα, οι προβλέψεις σαν καριέρα δεν αντιμετωπίζονται θετικά (Chaman Jain, ISF 1991) .

- Γεφύρωση του κενού στην κατανόηση (bridging the understanding gap)

Ένα σημαντικό ζήτημα είναι πώς να παρακινήσει κανείς τους ακαδημαϊκούς και τους ανθρώπους της βιομηχανίας να έρθουν σε προσέγγιση, ώστε να βελτιώσουν τη σχέση και την επικοινωνία μεταξύ τους. Όπως παρατήρησε ο Tom Cook (ISF 1991), υπάρχει πολύ ακαδημαϊκό ταλέντο που μένει ανεκμετάλλευτο. Αν μπορούσε να αξιοποιηθεί ώστε να λύσει κάποια από τα προβλήματα που προκύπτουν στο χώρο της βιομηχανίας, θα μπορούσε να επιτευχθεί αληθινή πρόοδος. Επίσης οι διασκέψεις και οι συζητήσεις σίγουρα είναι χρήσιμες. Το 1991, το Διεθνές Ινστιτούτο Πρόβλεψης σχημάτισε μία επιτροπή για να εξετάσει τρόπους προσέγγισης προγνωστών της βιομηχανίας, ώστε να γίνουν μέλη του Διεθνούς Ινστιτούτου Πρόβλεψης. Ο Cook (ISF 1991), τόνισε ότι αν οι ακαδημαϊκοί και τα πανεπιστήμια σκέφτονται σοβαρά να συνεργαστούν με μη ακαδημαϊκούς, θα πρέπει να οικοδομήσουν σχέσεις πριν ζητήσουν χρηματοδότηση για έρευνα και επιμόρφωση. Όπως παρατήρησε ο Ralph Snyder (ISF 1991), οι περισσότεροι ακαδημαϊκοί δεν έχουν ιδιαίτερες βιομηχανικές γνώσεις. Παρόμοια, όπως παρατήρησε ο Wally Albers (ISF 1991), οι άνθρωποι και οι ερευνητές της βιομηχανίας δε γνωρίζουν τα προβλήματα και το περιβάλλον των ακαδημαϊκών. Η γεφύρωση του κενού απαιτεί πρωτοβουλίες και από τις 2 πλευρές. Ο Albers εξέφρασε τη σκέψη ανάληψης από κοινού διαφόρων προγραμμάτων και πρότεινε να δίνεται ένα ετήσιο βραβείο για την καλύτερη διατριβή, από κοινού εκπονημένη από έναν ακαδημαϊκό και έναν πρακτικό. Το γεγονός αυτό θα ενθάρρυνε προγράμματα συνεργασίας. Μέλη του Διεθνούς Ινστιτούτου Πρόβλεψης (International Institute of Forecasting) που είναι καθηγητές, θα μπορούσαν περιστασιακά να προσκαλούν προγνώστες ή χρήστες από τον εταιρικό κόσμο στις αίθουσες διδασκαλίας ώστε να καταθέτουν τις εμπειρίες τους και να παρέχουν διοικητικές και πρακτικές συμβουλές καθώς και προοπτικές. Οι Leintief, Mahmoud και Brown (ISF 1991), παρακίνησαν όλους αυτούς που διεξάγουν ακαδημαϊκή έρευνα να εξετάσουν και να κατανοήσουν την κοινωνιολογική διαδικασία μιας πρόβλεψης και όχι μόνο την ανάπτυξη τεχνικών προβλέψεων. Ακαδημαϊκοί και πρακτικοί θα κέρδιζαν πολλά αν στρέφονταν από την απομόνωση της εξαγωγής ενός μοντέλου πρόβλεψης, στη λεπτομερή κατανόηση του εταιρικού περιβάλλοντος. Θα έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην έρευνα του πως διεξάγονται προβλέψεις σε διάφορους οργανισμούς (Gardner, ISF 1991). Τέτοιου είδους έρευνα θα μπορούσε να επιβεβαιώσει την υπάρχουσα θεωρία, να οδηγήσει στην ανάπτυξη καινούργιας θεωρίας και να βοηθήσει στην ενοποίηση θεωρίας και πράξης. Επειδή στο κάτω η πρόβλεψη είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα, οι ακαδημαϊκοί θα έπρεπε να αναρωτηθούν με ποιο τρόπο το περιβάλλον ενός οργανισμού, η κουλτούρα και η εξέλιξη αλληλεπιδρούν με τις τεχνικές στην εξαγωγή μιας πρόβλεψης (Bretschneider & Gurr 1989). Ένα σημαντικό αντικείμενο συζήτησης θα μπορούσε να είναι: " Για ποιο λόγο ακριβώς επιθυμούμε μια πρόβλεψη "; (Russ Maddox, ISF 1991). Κάποιος πρέπει να σκεφτεί σοβαρά και προσεκτικά το σκοπό μιας συγκεκριμένης πρόβλεψης, να αποφασίσει για το κατάλληλο επίπεδο του τεχνικού περιεχομένου και να χρησιμοποιήσει τη φαντασία και εφευρετικότητά του και στην ανάπτυξη, αλλά και στη διανομή (μεταβίβαση), ώστε να εξασφαλίσει ότι το τελικό αποτέλεσμα θα είναι κατανοητό. Σύμφωνα με τον Keith Ord (ISF 1991), ένα σημείο κλειδί είναι η διάκριση μεταξύ προβλέψεων και σχεδίων-πλάνων. Για παράδειγμα ένας πωλητής έχει έναν στόχο, τον οποίο αποκαλεί πρόβλεψη. Ο Μακρυδάκης (1988) επισημαίνει ότι οι χρήστες θα πρέπει να γνωρίζουν

ακριβώς τι μπορεί να προβλεφθεί και τι όχι, εφόσον υπάρχουν σημαντικές συνέπειες και ανατροπές αν το μέλλον προκύψει διαφορετικό από αυτό για το οποίο έχουν γίνει σχέδια. Γι' αυτό το λόγο, οι προγνώστες πρέπει να αφιερώσουν χρόνο ώστε να κατανοήσουν τους χρήστες και την κουλτούρα τους (Chaman Jain, ISF 1991). Η εκπαίδευση των manager είναι επίσης σημαντική. Αυτή θα πρέπει να εστιάζεται στις αρχές που διέπουν μια διαδικασία πρόβλεψης, παρά σε στατιστικές λεπτομέρειες, έτσι ώστε ένας manager να μάθει να διακρίνει τις "καλές" από τις "κακές" προβλέψεις. Το Διεθνές Ινστιτούτο Πρόβλεψης και διάφοροι άλλοι οργανισμοί που σχετίζονται με στατιστικά δεδομένα και management μπορούν να διασπείρουν γνώσεις και βοήθεια ώστε οι χρήστες να κατανοήσουν τις προβλέψεις. Εκπαιδευτικά εγχειρήματα συνεργασίας με σκοπό την επιμόρφωση των συμμετεχόντων πάνω σε τεχνικές προβλέψεων, θα έπαιζαν σημαντικό ρόλο στην ανταλλαγή ιδεών και πληροφοριών. Τέτοια εγχειρήματα θα μπορούσαν να γίνουν τακτικό χαρακτηριστικό των Διεθνών Συμποσίων Πρόβλεψης.

- Γεφύρωση του κενού δεδομένων (bridging the data gap)

Στη γεφύρωση του κενού των δεδομένων θα βοηθούσε αν καλούνταν οι οργανισμοί που επιθυμούν να μοιραστούν πληροφορίες με μέλη του IIF για σκοπούς ανάλυσης, να το πράξουν. Επιπρόσθετα, αν οι οργανισμοί προσδιόριζαν αντικείμενα συζήτησης ώστε να αγορευτούν από μέλη του IIF, τότε αυτό θα βοηθούσε τους προμηθευτές δεδομένων να μάθουν για χρήσιμες εναλλακτικές λύσεις προβλημάτων management. Η ανάπτυξη βάσης δεδομένων είναι σίγουρα παράγοντας κλειδί. Το IIF θα μπορούσε να δημιουργήσει βάσεις δεδομένων χρονοσειρών που έχει συλλέξει από διάφορες μελέτες και οργανισμούς. Αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και από ερευνητές και από πρακτικούς. Θα βοηθούσε η προτροπή ακαδημαϊκών και πρακτικών μελών του IIF να εργαστούν μαζί και να μοιραστούν πληροφορίες.

- Γεφύρωση του κενού πολιτικής (bridging the political gap)

Ένας προγνώστης, ο οποίος είναι και επιτυχημένος στη χάραξη πολιτικής, μπορεί να πετύχει ομοφωνία σε μια πρόβλεψη. Ο manager είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσει μία πρόβλεψη, αν ο προγνώστης του αποκαλύψει με ποιο τρόπο μπορεί να χρησιμοποιήσει και τη διαίσθησή του (Allen Gutheim, ISF 1991). Οι προγνώστες έχουν αρχίσει να παραδέχονται ότι μπορούν μόνο να παρέχουν εργαλεία πρόβλεψης και ότι η κρίση του manager είναι σημαντική (John Hanke, ISF 1991). Το management είναι ομιχλώδες και ασαφές και οι manager έχουν έναν διαισθητικό τρόπο να χειρίζονται τα πράγματα σε όλη αυτή την πολυπλοκότητα. Πάντως ιδανικό είναι ο προγνώστης και ο χρήστης να είναι συνεργάτες στη διαδικασία πρόβλεψης. Ερευνητικές μελέτες που αφορούν την υλοποίηση προβλέψεων και μοντέλων πρόβλεψης γενικότερα, προτείνουν ότι η συμμετοχή του χρήστη είναι το κλειδί. Η Lawrence (1983) για παράδειγμα δηλώνει ότι χωρίς την ενεργό και ενθουσιώδη υποστήριξη των χρηστών, ένα σύστημα πρόβλεψης δε μπορεί να πετύχει. Σε ένα κείμενό του για τις στρατηγικές σημασίες, ο Badaracco (1991) παρουσιάζει την άποψη πολλών εταιριών, ότι δεν ενδιαφέρονται πλέον να επενδύσουν στην ανάπτυξη ασπίδας προστασίας από τον έξω κόσμος. Αντίθετα είναι ανοιχτές σε καινούργιες ιδέες από έξω. Η γνώση είναι για αυτές το κλειδί της επιτυχίας και η γνώση βρίσκεται όχι μόνο σε φόρμουλες και πατέντες, αλλά εξίσου και στις κοινωνικές σχέσεις.

Συμπερασματικά θα έλεγε κανείς ότι η ανοικοδόμηση καλών σχέσεων μεταξύ ακαδημαϊκών και πρακτικών είναι κάτι, το οποίο επέρχεται βαθμιαία. Πρέπει να υπάρχει εμπιστοσύνη μεταξύ αυτών που προπαρασκευάζουν τις προβλέψεις και αυτών που τις χρησιμοποιούν (χρήστες). Το Διεθνές Ινστιτούτο Πρόβλεψης, εξαιτίας της φύσης των μελών του, είναι το ιδανικό μέρος διακίνησης ιδεών για ανάπτυξη τέτοιων μηχανισμών. Με συχνούς διαλόγους και συζητήσεις, όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να μάθουν πολλά και να βγουν κερδισμένοι και οι ίδιοι, αλλά και να συνεισφέρουν για το καλό και την ανάπτυξη των προβλέψεων γενικότερα.

4.3 Δεδομένα

Τα δεδομένα που έχουμε στην διάθεση μας, μας δόθηκαν από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (EBZ), και πιο συγκεκριμένα από το εργοστάσιο Λάρισας. Αποτελούν πραγματικά στοιχεία και αφορούν μηνιαίες πωλήσεις σε κιλά ζάχαρης από το έτος 2000 έως και το 2005, καθώς και μηνιαία παραγωγή σε κιλά ζάχαρης για το ίδιο χρονικό διάστημα. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι πωλήσεις λαμβάνουν χώρα όλους τους μήνες κάθε έτους, ενώ παραγωγή έχουμε μόνο κατά την διάρκεια 5 μηνών κάθε έτους (περίοδος καμπάνιας). Συνεπώς για τις πωλήσεις έχουμε 72 μηνιαία δεδομένα (εποχικότητα 12), ενώ για την παραγωγή έχουμε 30 μηνιαία δεδομένα, θεωρώντας όμως ότι ο χρόνος έχει 5 μήνες (εποχικότητα 5) διότι μόνο 5 μήνες τον χρόνο έχουμε παραγωγή ζάχαρης.

Παρατηρώντας όμως το γράφημα των πωλήσεων (αρχική χρονοσειρά), διαπιστώσαμε μεγάλες αποκλίσεις στο ύψος των πωλήσεων μεταξύ των μηνών διαφόρων ετών (outliers). Κατόπιν νέας επικοινωνίας με το εργοστάσιο ζάχαρης στην Λάρισα μας έγινε γνωστό ότι οι υψηλές τιμές οφείλονταν σε λογιστική τακτοποίηση αποθεμάτων προηγούμενου έτους και δεν θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη. Για αυτό τον λόγο μας δόθηκαν τα διορθωμένα δεδομένα που αφορούσαν καθαρά τις πωλήσεις των αντιστοίχων ετών. Με αυτό τον τρόπο προέκυψε το διορθωμένο γράφημα (διορθωμένη χρονοσειρά), το οποίο ήταν προφανώς πιο εξομαλυμένο και με μικρότερες αιχμές. Παρόλα αυτά η εξομάλυνση των χρονοσειρών κρίθηκε απαραίτητη διότι οι γραφικές παραστάσεις περιείχαν outliers.

Οι χρονοσειρές και τα γραφήματα των δεδομένων χρονοσειρών πωλήσεων-παραγωγής ζάχαρης του εργοστασίου Λάρισας, φαίνονται παρακάτω :

	ΠΩΛΗΣΕΙΣ (ΚΙΛΑ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΚΙΛΑ)
2000		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5062650	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	5200570	
ΜΑΡΤΙΟΣ	4919750	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4181000	
ΜΑΙΟΣ	2659328	
ΙΟΥΝΙΟΣ	3097780	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5600920	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7540883	22850150
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	5961984	23387000
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5346260	22103400
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	5763290	24026226

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6536520	5261430
2001		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	6060180	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	5294290	
ΜΑΡΤΙΟΣ	6181080	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5219140	
ΜΑΙΟΣ	6703400	
ΙΟΥΝΙΟΣ	6081110	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5737630	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6577380	17664750
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6353692	18600500
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	4599740	21299650
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	7749020	21667250
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	5672410	3767000
2002		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5247270	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	5312740	
ΜΑΡΤΙΟΣ	5714520	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7155260	
ΜΑΙΟΣ	4630430	
ΙΟΥΝΙΟΣ	4027920	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5173070	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5302200	7340950
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6092400	14249050
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5906970	22728130
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	5599320	21419800
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6667560	5604740
2003		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	4805660	1251050
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4630220	
ΜΑΡΤΙΟΣ	5605710	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4885090	
ΜΑΙΟΣ	4707518	
ΙΟΥΝΙΟΣ	4558860	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5534140	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7418104	3242000
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7310268	23610700
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	7013521	23535800
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	6661540	5383070
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	5839160	
2004		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5863216	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4612888	
ΜΑΡΤΙΟΣ	5867512	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4695928	
ΜΑΙΟΣ	4848790	
ΙΟΥΝΙΟΣ	5457260	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5526080	

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	4532990	1736000
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4276600	25175000
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	3854000	11767000
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	4461590	14700000
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2773770	13090200
2005		
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9117780	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3894900	
ΜΑΡΤΙΟΣ	4398840	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4167740	
ΜΑΙΟΣ	3293170	
ΙΟΥΝΙΟΣ	3215430	
ΙΟΥΛΙΟΣ	4155200	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	9970505	2340360
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	8840672	20573561
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	9672120	26340802
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	4015835	22879760
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	5631205	7640916





4.4 Εξομάλυνση Δεδομένων

Αρχικά παρατηρήσαμε τις γραφικές παραστάσεις των δεδομένων χρονοσειρών και διαπιστώσαμε ότι έχουμε αρκετές απότομες αλλαγές στη συμπεριφορά τους, οι οποίες έχουν παροδικό χαρακτήρα δηλαδή έχουν επίδραση μικρής χρονικής διάρκειας στην χρονοσειρά (outliers). Για τον λόγο αυτό, εξομαλύνουμε τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις με την ακόλουθη μέθοδο (Fildes *et al.* 1998):

1. Αρχικά υπολογίζονται οι διαφορές $Z_t = X_t - X_{t-1}$, όπου $X_1, X_2, \dots, X_N$ η αρχική χρονοσειρά. Έτσι μειώνουμε κατά 1 το πλήθος των στοιχείων της χρονοσειράς. Αφαιρούμε δηλαδή από κάθε στοιχείο της χρονοσειράς το προηγούμενό του ($B=71$ για τις πωλήσεις, $B=29$ για την παραγωγή).
2. Τα στοιχεία της νέας χρονοσειράς Z_t που προκύπτει, τα τοποθετούμε κατά αύξουσα σειρά.
3. Ορίζουμε το άνω και κάτω όριο για την εξομάλυνση ως εξής:

$$U_z = B \times \left(\frac{75 \times (n-1)}{100} \right) \quad L_z = B \times \left(\frac{25 \times (n-1)}{100} \right)$$

όπου 75,25 είναι αριθμοί οι οποίοι καθορίζουν το ποσοστό εξομάλυνσης.

Στην συγκεκριμένη εργασία γίνονται και δύο άλλες εξομαλύνσεις με ποσοστά 65,35 και 70,30 με σκοπό να επιλεγεί η καλύτερη εξομάλυνση και για την παραγωγή και για τις πωλήσεις, βάσει του τετραγωνικού σφάλματος με την μέθοδο Theta όπως θα δούμε παρακάτω.

4. Μια παρατήρηση ορίζεται ως outlier αν ισχύει :

$$Z_t < L_z - 1.5 (U_z - L_z) \text{ ή}$$

$$Z_t > U_z + 1.5 (U_z - L_z)$$

Τα outliers που προκύπτουν από τη χρονοσειρά Z_t διαγράφονται κι έτσι δημιουργείται μια νέα τροποποιημένη χρονοσειρά X'_t . Στη θέση ενός τυχαίου outlier X_K τοποθετείται ως νέο στοιχείο το:

$$X'_K = X_K - [L_z - 1.5(U_z - L_z)] \quad \text{αν } Z_t < L_z - 1.5 (U_z - L_z)$$

$$X'_K = X_K + [U_z + 1.5(U_z - L_z)] \quad \text{αν } Z_t > U_z + 1.5 (U_z - L_z)$$

Οι υπόλοιπες παρατηρήσεις της αρχικής χρονοσειράς που δεν αποτελούν outliers παραμένουν ίδιες.

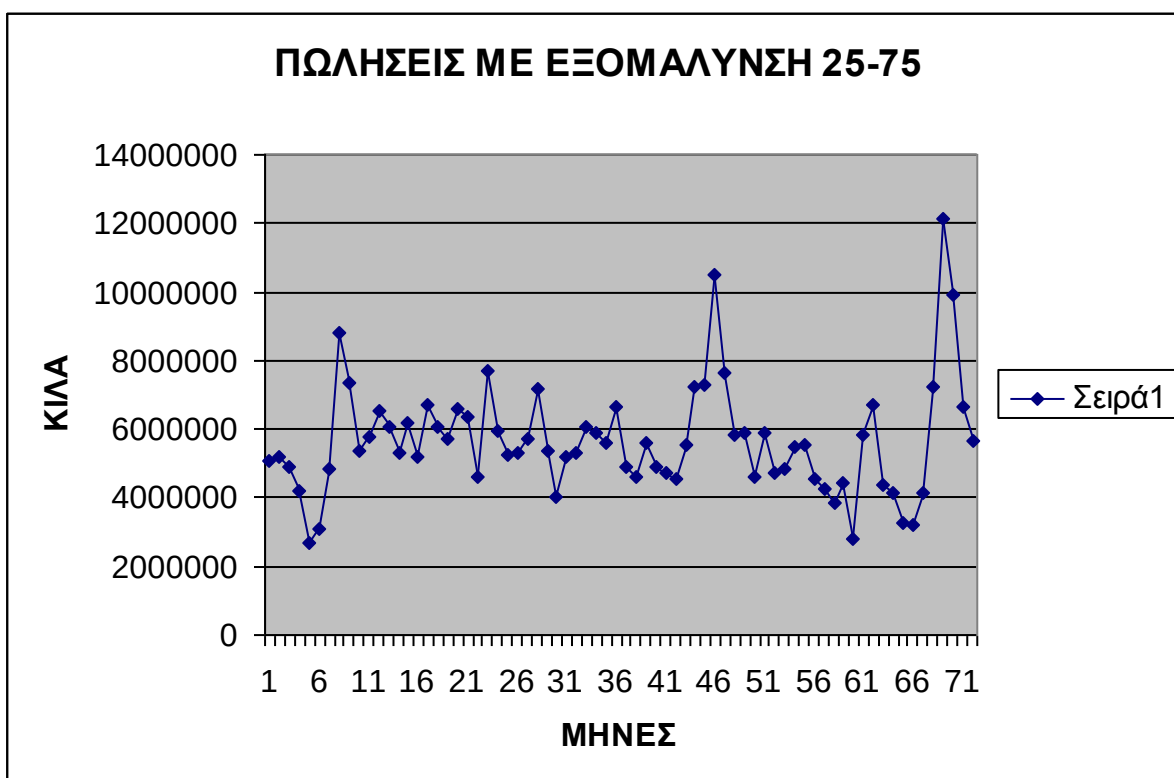
Με τον παραπάνω τρόπο λαμβάνουμε τελικά μία νέα χρονοσειρά για κάθε έναν τύπο εξομάλυνσης που επιλέξαμε. Οι προκύπτουσες χρονοσειρές τόσο για τις πωλήσεις όσο και για την παραγωγή, φαίνονται στους πίνακες και στα διαγράμματα που ακολουθούν:

ΠΩΛΗΣΕΙΣ

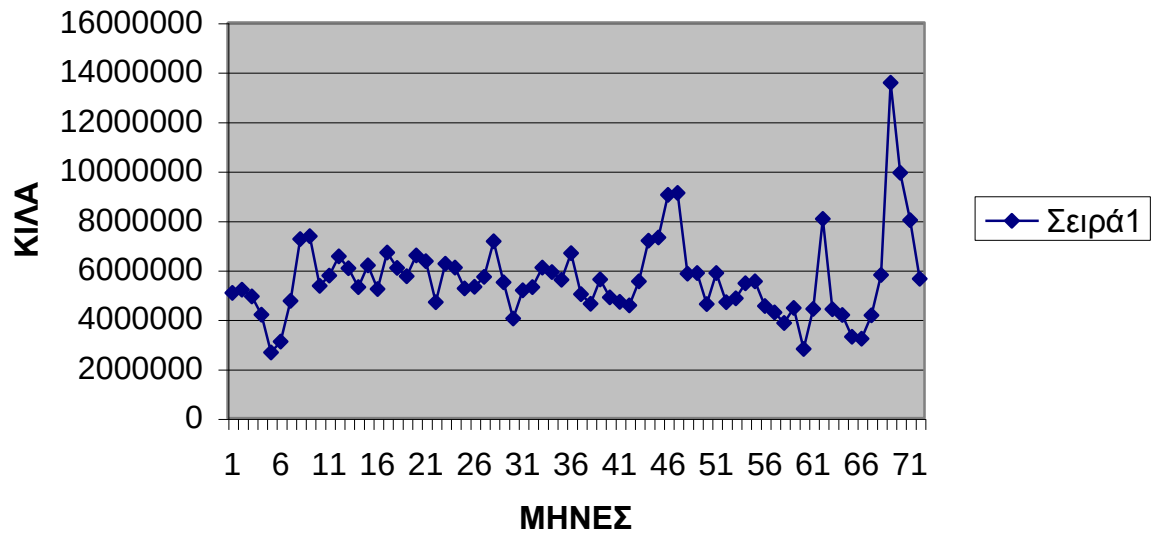
ΤΥΠΟΙ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ		
25-75	35-65	30-70
5062650	5062650	5062650
5200570	5200570	5200570
4919750	4919750	4919750
4181000	4181000	4181000
2659328	2659328	2659328
3097780	3097780	3097780
4816740	4736130	5540341
8809990	7239270	8200825
7361476	7361476	6442061
5346260	5346260	5346260
5763290	5763290	5763290
6536520	6536520	6536520
6060180	6060180	6060180
5294290	5294290	5294290
6181080	6181080	6181080
5219140	5219140	5219140

6703400	6703400	6703400
6081110	6081110	6081110
5737630	5737630	5737630
6577380	6577380	6577380
6353692	6353692	6353692
4599740	4694522	4599740
7683365	6238090	7042301
5955500	6089850	5672410
5247270	5247270	5247270
5312740	5312740	5312740
5714520	5714520	5714520
7155260	7155260	7155260
5361740	5496090	4704565
4027920	4027920	4027920
5173070	5173070	5173070
5302200	5302200	5302200
6092400	6092400	6092400
5906970	5906970	5906970
5599320	5599320	5599320
6667560	6667560	6667560
4874040	5008390	4805660
4630220	4630220	4630220
5605710	5605710	5605710
4885090	4885090	4885090
4707518	4707518	4707518
4558860	4558860	4558860
5534140	5534140	5534140
7253100	7172490	7418104
7310268	7310268	7310268
10519338	9029228	9910173
7664980	9112710	8193295
5839160	5839160	5839160
5863216	5863216	5863216
4612888	4612888	4612888
5867512	5867512	5867512
4695928	4695928	4695928
4848790	4848790	4848790
5457260	5457260	5457260
5526080	5526080	5526080
4532990	4532990	4532990
4276600	4276600	4276600
3854000	3854000	3854000
4461590	4461590	4461590
2776770	2802420	2776770
5860395	4415120	5219331
6685605	8058610	7267085
4398840	4398840	4398840
4167740	4167740	4167740

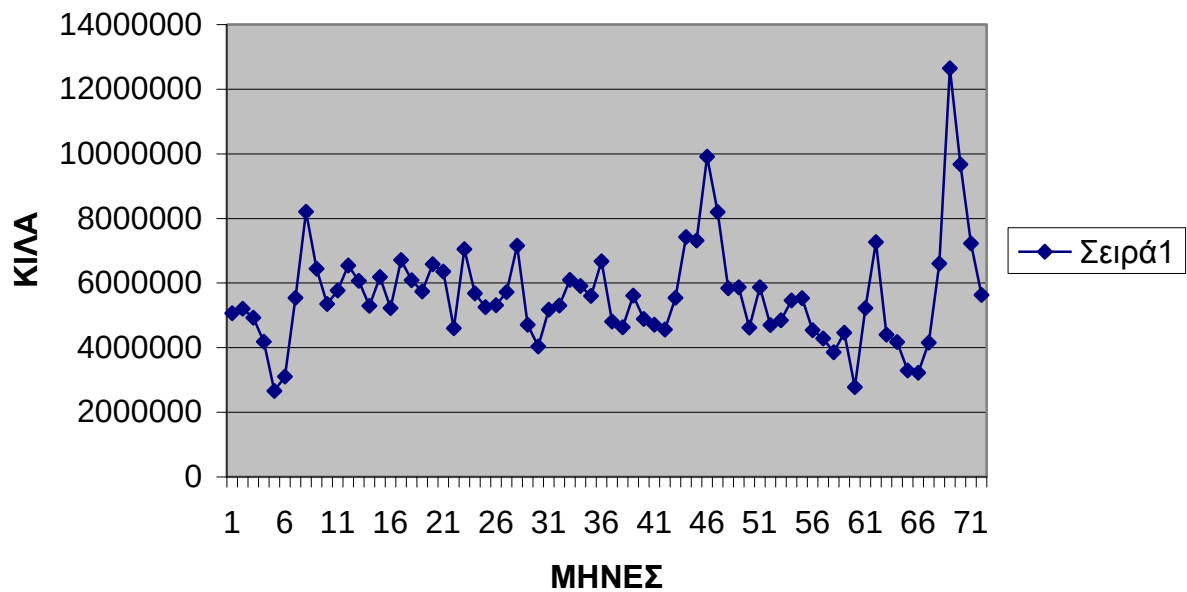
3293170	3293170	3293170
3215430	3215430	3215430
4155200	4155200	4155200
7238825	5793550	6597761
12113000	13560730	12641315
9920090	9920090	9672120
6639945	8012950	7221425
5631205	5631205	5631205



ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 35-65



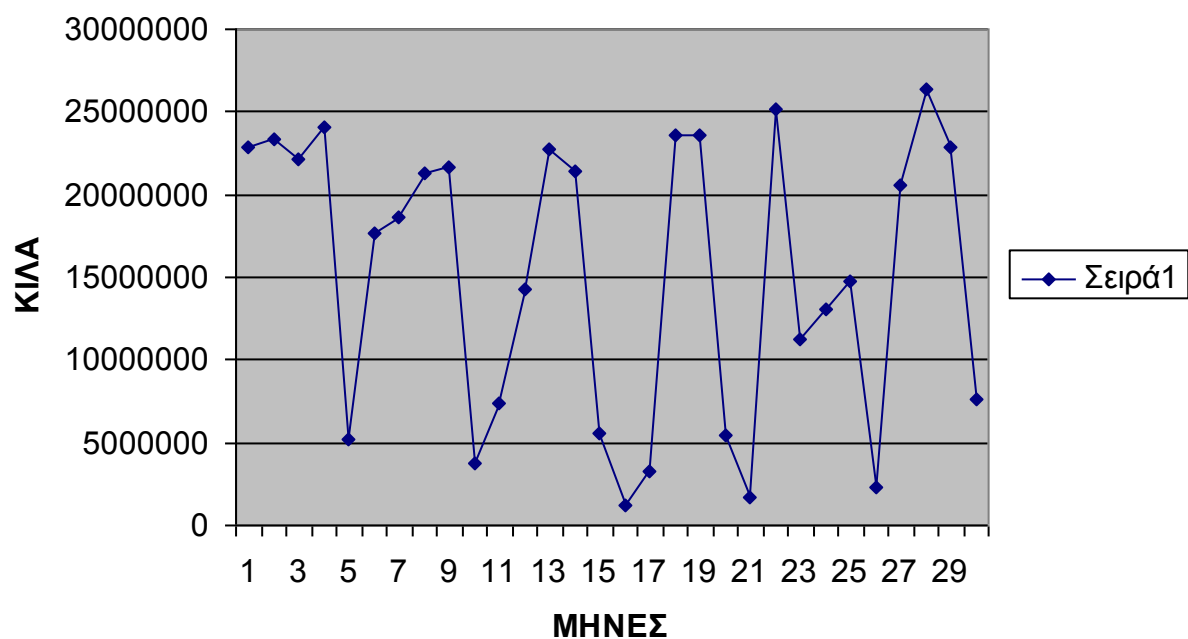
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 30-70



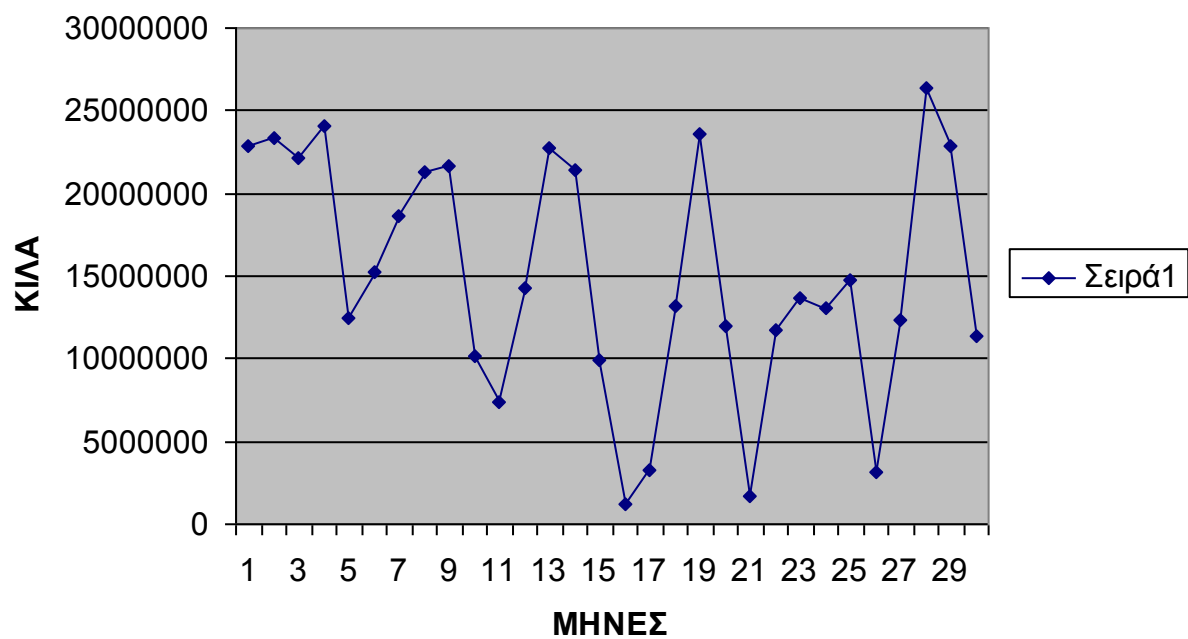
ΠΑΡΑΓΩΓΗ

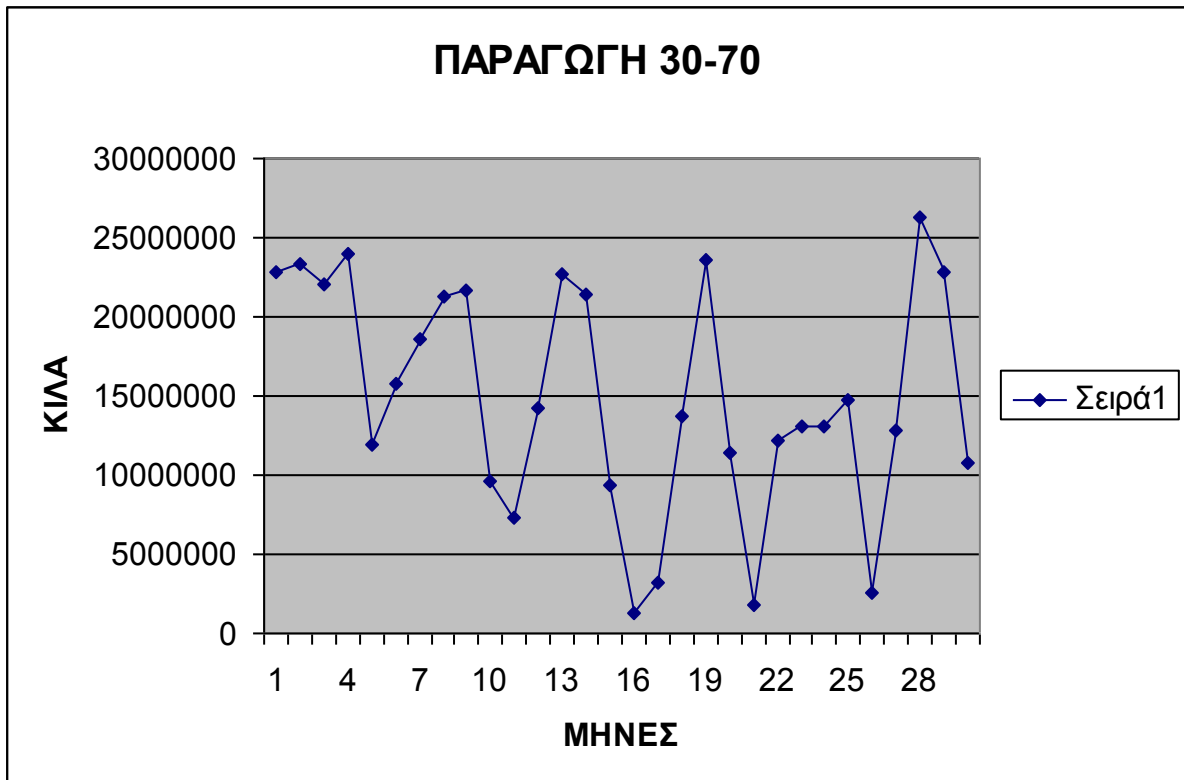
ΤΥΠΟΙ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ		
25-75	35-65	30-70
22850150	22850150	22850150
23387000	23387000	23387000
22103400	22103400	22103400
24026226	24026226	24026226
5261430	5261430	5261430
17664750	17664750	17664750
18600500	18600500	18600500
21299650	21299650	21299650
21667250	21667250	21667250
3767000	3767000	3767000
7340950	7340950	7340950
14249050	14249050	14249050
22728130	22728130	22728130
21419800	21419800	21419800
5604740	5604740	5604740
1251050	1251050	1251050
3242000	3242000	3242000
23610700	23610700	23610700
23535800	23535800	23535800
5383070	5383070	5383070
1736000	1736000	1736000
25175000	25175000	25175000
11267000	11267000	11267000
13090200	13090200	13090200
14700000	14700000	14700000
2340360	2340360	2340360
20573561	20573561	20573561
26340802	26340802	26340802
22879760	22879760	22879760
7640916	7640916	7640916

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 25-75



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 35-65





4.5 Επιλογή Χρονοσειρών

α) Πωλήσεις : Εισάγουμε στο Theta τις εξομαλυμένες χρονοσειρές πωλήσεων με εποχικότητα 12 και κρατώντας 12 παρατηρήσεις κρυφές. Συγκρίνοντας τις προβλέψεις που έδωσε το πρόγραμμα με τις 12 κρυφές παρατηρήσεις που έχουμε, υπολογίζουμε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να κάνουμε συγκρίσεις. Τα αποτελέσματα σε κάθε τύπο εξομάλυνσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 30-70			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5219331	4361237.5	858093.5	7.36324E+11
7267085	3909370.3	3357714.7	1.12742E+13
4398840	3626702.1	772137.9	5.96197E+11
4167740	4286719.7	-118979.7	14156169012
3293170	3630688.3	-337518.3	1.13919E+11
3215430	3777295.7	-561865.7	3.15693E+11
4155200	3102220.5	1052979.5	1.10877E+12
6597761	4013987.5	2583773.5	6.67589E+12
12641315	4890676.6	7750638.4	6.00724E+13
9672120	4846168.4	4825951.6	2.32898E+13
7221425	4393314.9	2828110.1	7.99821E+12
5631205	4765547.4	865657.6	7.49363E+11
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1.12945E+14
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			9.41208E+12
ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 25-75			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5860395	4684434.9	1175960.1	1.38288E+12
6685605	4135051	2550554	6.50533E+12
4398840	3835569.9	563270.1	3.17273E+11
4167740	4529893.3	-362153.3	1.31155E+11
3293170	3876850.8	-583680.8	3.40683E+11
3215430	4261016.1	-1045586.1	1.09325E+12
4155200	3286882.3	868317.7	7.53976E+11
7238825	4100975.6	3137849.4	9.8461E+12
12113000	5120864.5	6992135.5	4.8890E+13
9920090	5137652.6	4782437.4	2.28717E+13
6639945	4624808.4	2015136.6	4.06078E+12
5631205	5167512.4	463692.6	2.15011E+11
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			9.64081E+13
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			8.03401E+12
ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 35-65			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
4415120	4492290.5	-77170.5	5955286070
8058610	3901852.2	4156757.8	1.72786E+13
4398840	3590003.2	808836.8	6.54217E+11
4167740	4247580.3	-79840.3	6374473504
3293170	3611025.4	-317855.4	1.01032E+11
3215430	4015043.5	-799613.5	6.39382E+11
4155200	3062414.9	1092785.1	1.19418E+12
5793550	3839931.9	1953618.1	3.81662E+12
13560730	4798891.4	8761838.6	7.67698E+13
9920090	4794439.6	5125650.4	2.62723E+13
8012950	4364399.3	3648550.7	1.33119E+13
5631205	4433902.2	1197302.8	1.43353E+12
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1.41484E+14
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			1.17903E+13

Τα αποτελέσματα, προκειμένου να διευκολυνθούμε στη σύγκριση, παρατίθενται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

Είδος εξομάλυνσης	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα
25-75	8,03401E +12
35-65	1,17903 E+13
30-70	9,41208 E+12

Συνεπώς επιλέγουμε την χρονοσειρά με εξομάλυνση 25-75 (λόγω του ότι παρουσιάζει το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα), την οποία και θα επεξεργαστούμε στην συνέχεια της εργασίας μας.

β) Παραγωγή : Εισάγουμε πάλι όπως παραπάνω στο Theta τις τρεις εξομαλυμένες χρονοσειρές παραγωγής με εποχικότητα 5 και κρατώντας 5 παρατηρήσεις κρυφές και στη συνέχεια υπολογίζουμε το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE). Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 30-70			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
2595900	7706932.7	-5111032.7	2.61227E+13
12788340	3089854.3	9698485.7	9.40606E+13
26340802	6280862.5	20059939.5	4.02401E+14
22879760	11649943.7	11229816.3	1.26109E+14
10775660	14186916.1	-3411256.1	1.16367E+13
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			6.6033E+14
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			1.32066E+14
ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 25-75			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
2340360	5265054	-2924694	8.55383E+12
20573561	4188604.5	16384956.5	2.68467E+14
26340802	8482777	17858025	3.18909E+14
22879760	16659922.6	6219837.4	3.86864E+13
7640916	18567680.2	-10926764.2	1.19394E+14
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			7.5401E+14
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			1.50802E+14
ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ 35-65			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
3163156	14258296.3	-11095140.3	1.23102E+14
12338988	7751434.7	4587553.3	2.10456E+13
26340802	4496453.3	21844348.7	4.77176E+14
22879760	9659267.5	13220492.5	1.74781E+14
11342916	11191227.6	151688.4	23009370695
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			7.96128E+14
ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ			1.59226E+14

Όμοια τα αποτελέσματα παρατίθενται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

Είδος εξομάλυνσης	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα
25-75	1,50802E +14
35-65	1,59226E+14
30-70	1,32066 E+14

Παρόμοια επιλέγουμε την χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70 (λόγω του ότι παρουσιάζει το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα), την οποία και θα επεξεργαστούμε στην συνέχεια της εργασίας μας.

4.6 Επεξεργασία - Αποτελέσματα

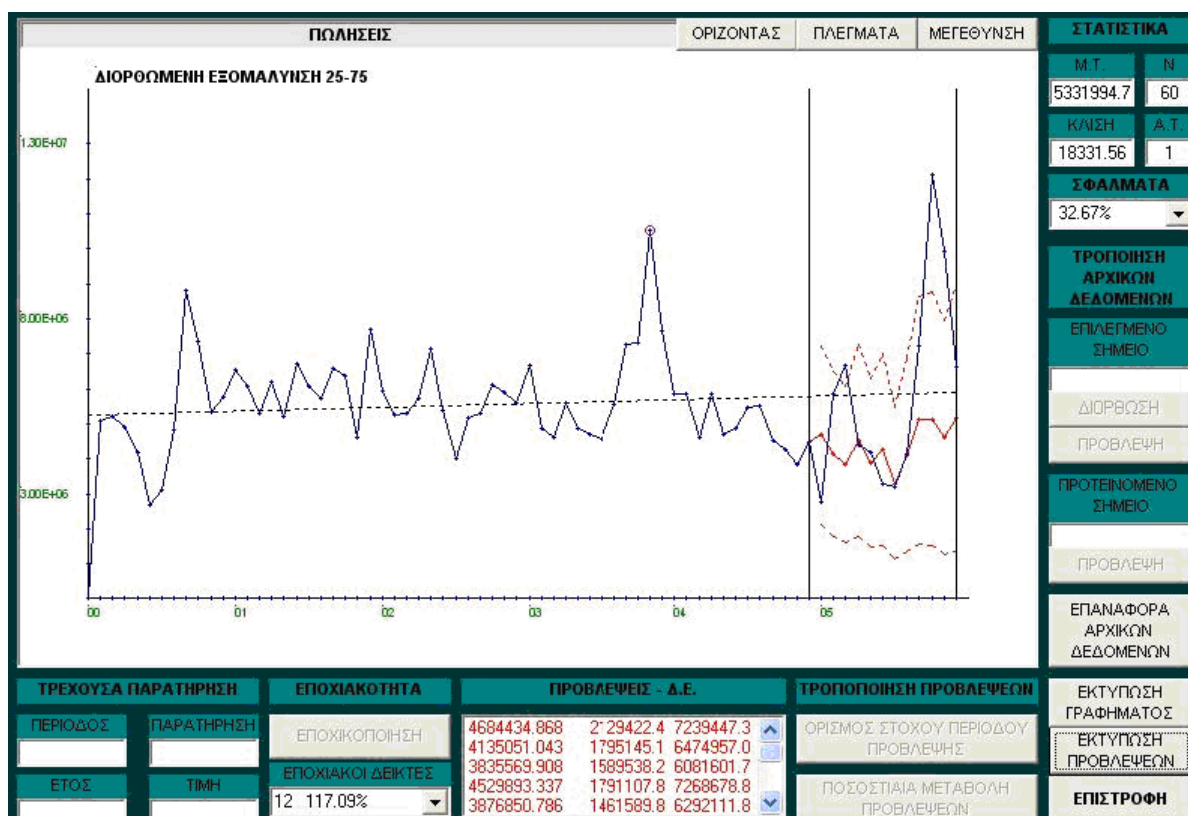
4.6.1 Εφαρμογή Λογισμικού Theta Forecaster

Το Theta Forecaster είναι μία μέθοδος προβλέψεων, η οποία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τη Μονάδα Προβλέψεων και Προοπτικής του ΕΜΠ. Στο εργαστήριο παρέχεται σε 2 εκδόσεις, Theta Forecaster και Theta Forecaster Student Version.

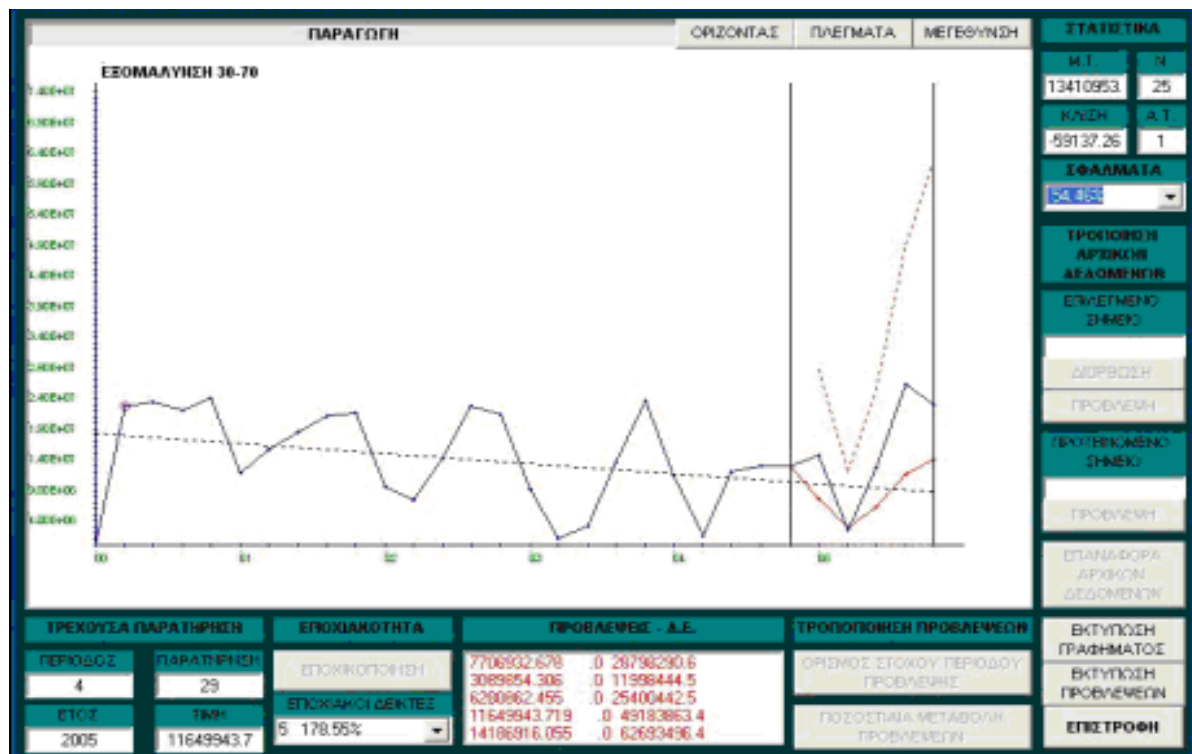
Το THETA Forecaster διαθέτει ένα σύνολο από τις πλέον διαδομένες μεθόδους προβλέψεων ανάμεσα στις οποίες και την μέθοδο THETA, η οποία έχει αποδειχθεί ως η πλέον ακριβής στον μεγάλο διαγωνισμό πρόβλεψης (M3) που έλαβε χώρα το 1999 και μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελέτης και περαιτέρω έρευνας (Makridakis & Hibon 2000). Το THETA Forecaster παράγει προβλέψεις με το ελάχιστο μέσο σφάλμα (ME), ενώ στην Student Version δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει αυτός τις μεθόδους που επιθυμεί ή συνδυασμό αυτών με ανάλογο βάρος, να κάνει αποεποχικοποίηση και να συγκρίνει σφάλματα.

Όπως προαναφέρθηκε, η χρονοσειρά **πωλήσεων** με εξομάλυνση 25-75 και η χρονοσειρά **παραγωγής** με εξομάλυνση 30-70 δίνουν το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE). Έχοντας λοιπόν τις εξομαλυσμένες χρονοσειρές που αφορούν τις πωλήσεις και την παραγωγή ζάχαρης, δημιουργούμε 2 βάσεις δεδομένων που σχετίζονται με τη δική μας μελέτη, μία για την πώληση και μία για την παραγωγή. Τις βάσεις αυτές τις λαμβάνει το Theta και παράγει τις ανάλογες προβλέψεις, κρατώντας 12 παρατηρήσεις κρυφές για τις πωλήσεις και 5 παρατηρήσεις κρυφές για την παραγωγή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω γραφήματα:

Πωλήσεις Ζάχαρης

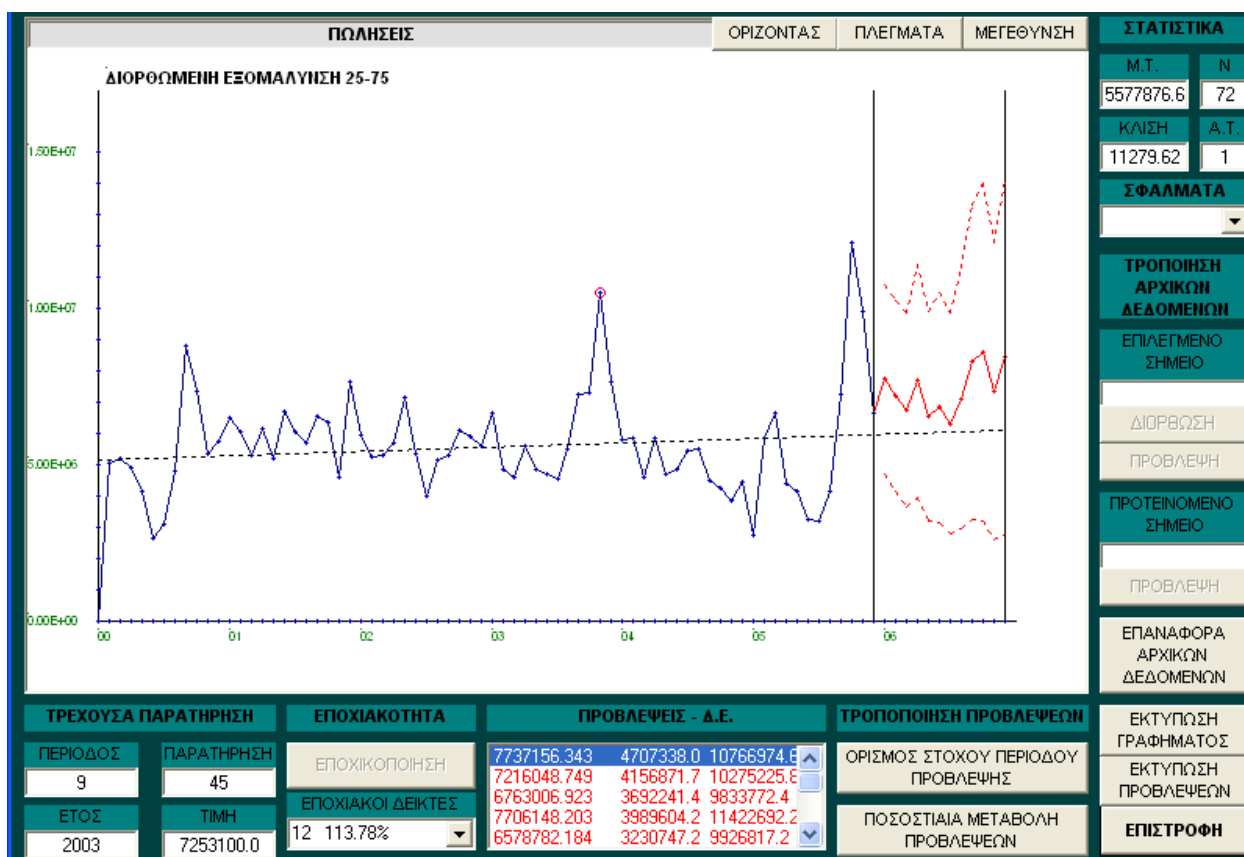


Παραγωγή Ζάχαρης



Στη συνέχεια θέτουμε 0 παρατηρήσεις κρυφές και παράγουμε προβλέψεις με βάση τις εξομαλυμένες χρονοσειρές που αφορούν τις πωλήσεις και την παραγωγή ζάχαρης

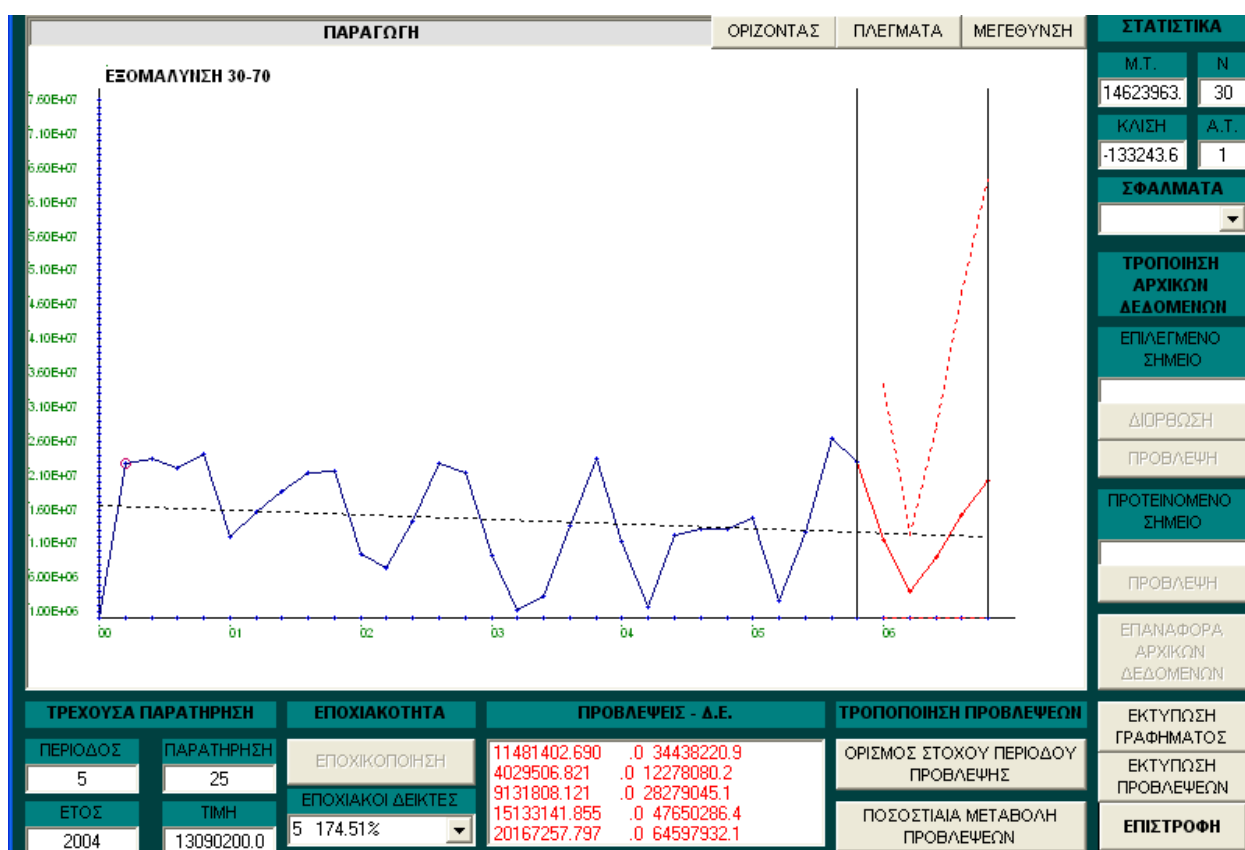
Πωλήσεις Ζάχαρης



Οι προβλέψεις που παράγει το Theta Forecaster για τις πωλήσεις του 2006 παρατίθενται παρακάτω:

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7737156.3
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	7216048.7
ΜΑΡΤΙΟΣ	6763006.9
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7706148.2
ΜΑΪΟΣ	6578782.2
ΙΟΥΝΙΟΣ	6844895.2
ΙΟΥΛΙΟΣ	6327686.2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7135477.2
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	8289727.4
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	8607193.7
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	7359413.7
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	8468311.3

Παραγωγή Ζάχαρης



Οι προβλέψεις που παράγει το Theta Forecaster για την παραγωγή του 2006 παρατίθενται παρακάτω:

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	11481402.7
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4029506.8
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	9131808.1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	15133141.9
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	20167257.8

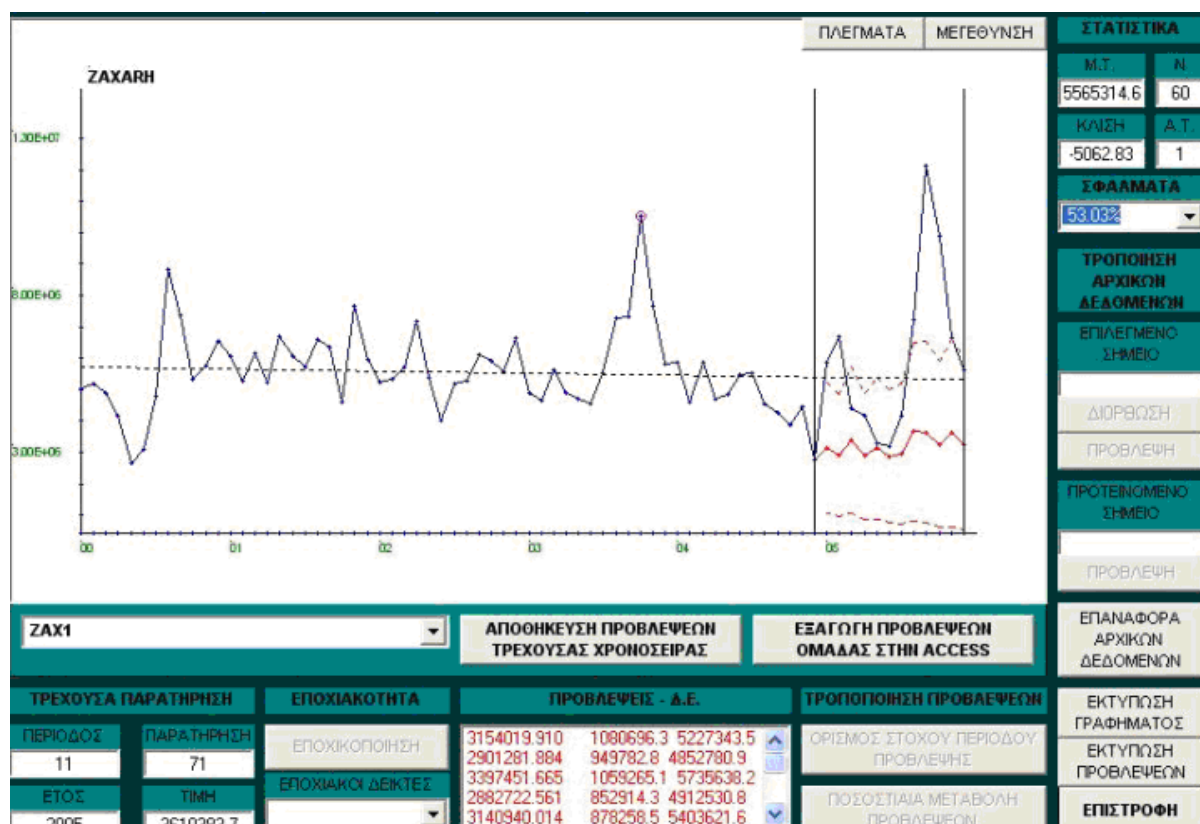
Επεξήγηση Γραφημάτων: Κάθε γράφημα που παράγει το Theta περιλαμβάνει 2 περιοχές, οι οποίες χωρίζονται από μία διακεκομμένη κάθετη γραμμή. Αριστερά αυτής, βρίσκονται τα ιστορικά δεδομένα των πωλήσεων ή της παραγωγής ζάχαρης αντίστοιχα, ενώ δεξιά υπάρχει η πρόβλεψη που παράγει η μέθοδος. Οι διακεκομμένες γραμμές που περιβάλλουν την καμπύλη πρόβλεψης απεικονίζουν τα διαστήματα εμπιστοσύνης, εντός των οποίων μπορεί να κινείται η πρόβλεψη. Επίσης ο οριζόντιος άξονας εμφανίζει τους μήνες και ο κατακόρυφος τις πωλήσεις ή την παραγωγή ζάχαρης σε κιλά .

Εισάγοντας τις επιλεγμένες χρονοσειρές στο Theta student version, για την πώληση και παραγωγή ζάχαρης αντίστοιχα, επιλέγουμε 15 μεθόδους και συνδυασμούς αυτών τόσο για τις

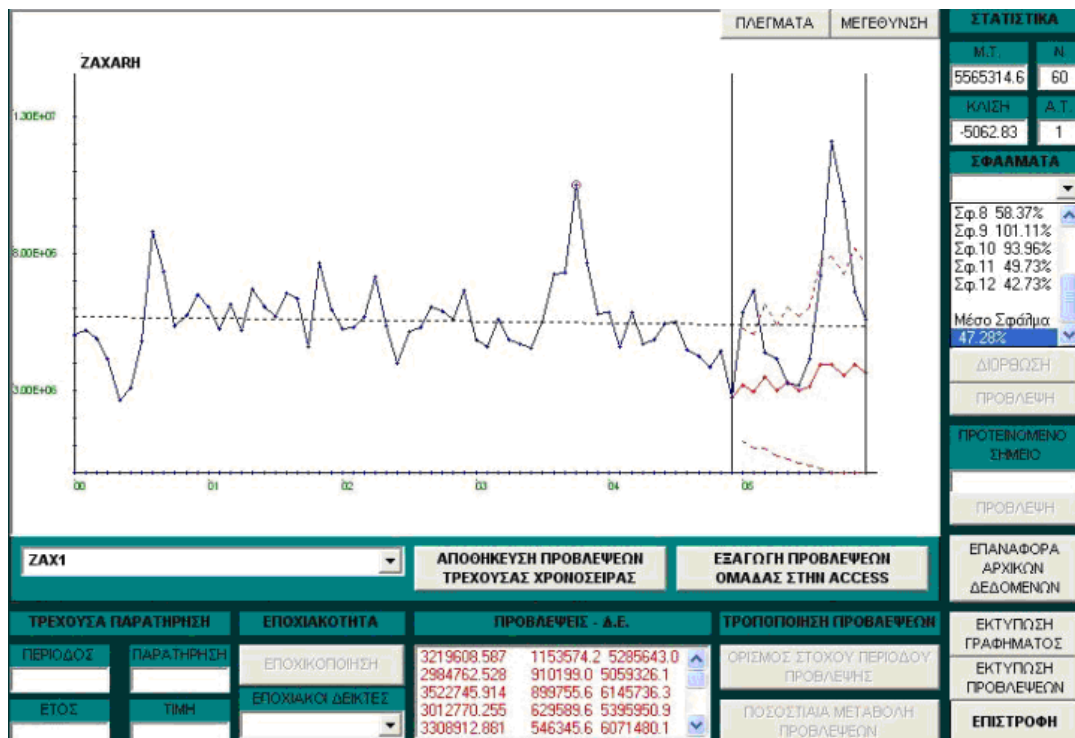
πωλήσεις όσο και για την παραγωγή. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, το βάρος καθεμιάς και οι προβλέψεις φαίνονται παρακάτω:

ΠΩΛΗΣΕΙΣ

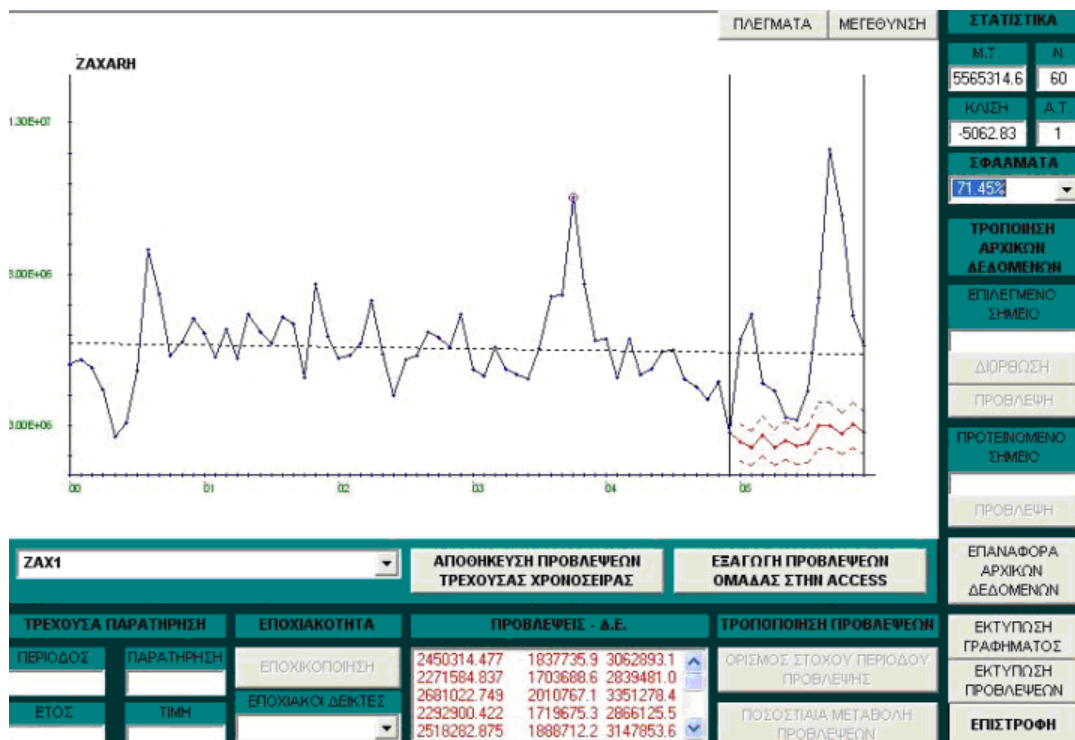
1. ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT



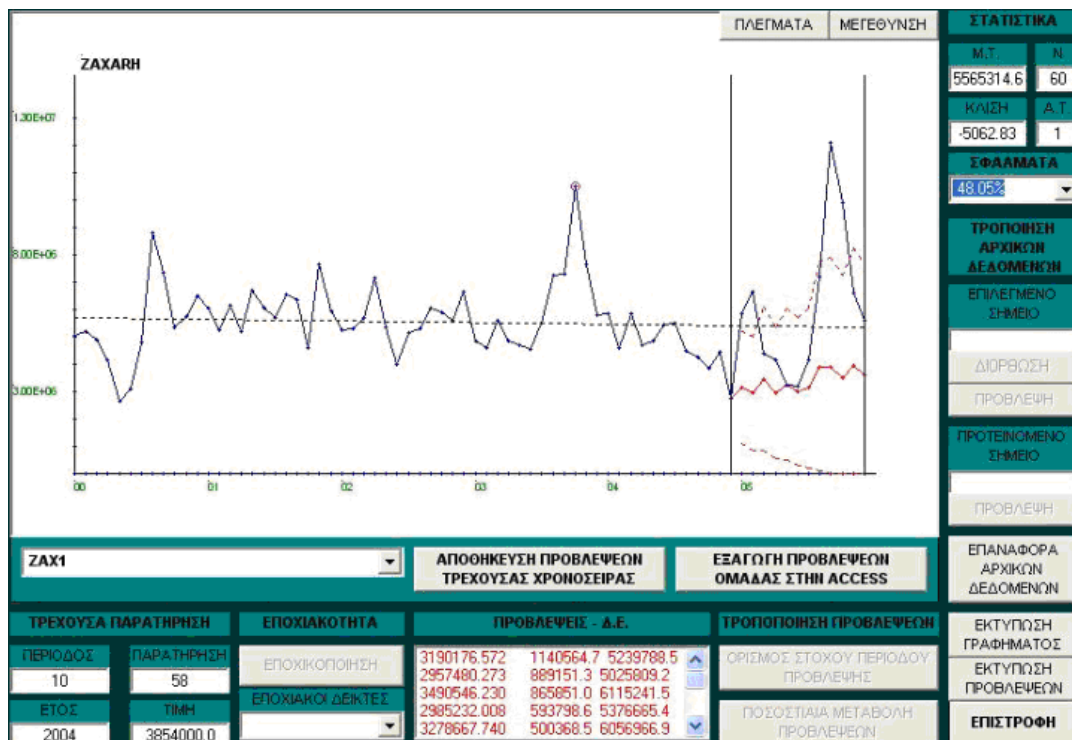
2. ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED



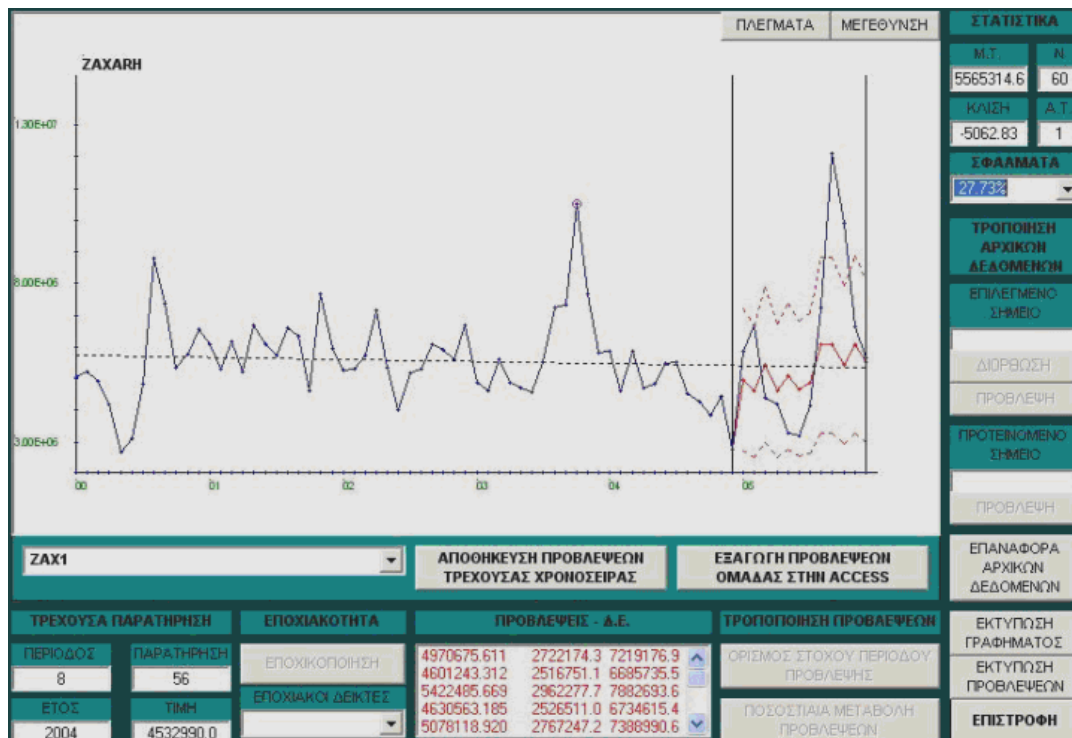
3. ΜΕΘΟΔΟΣ NAIVE



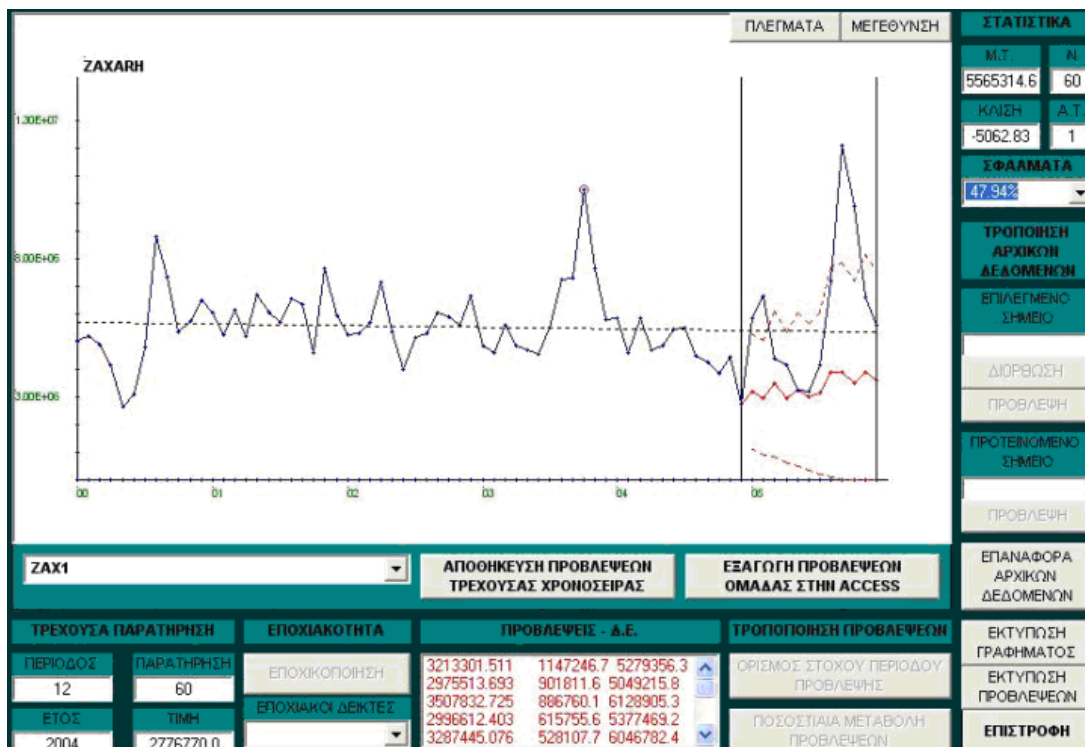
4. ΜΕΘΟΔΟΣ SIMPLE



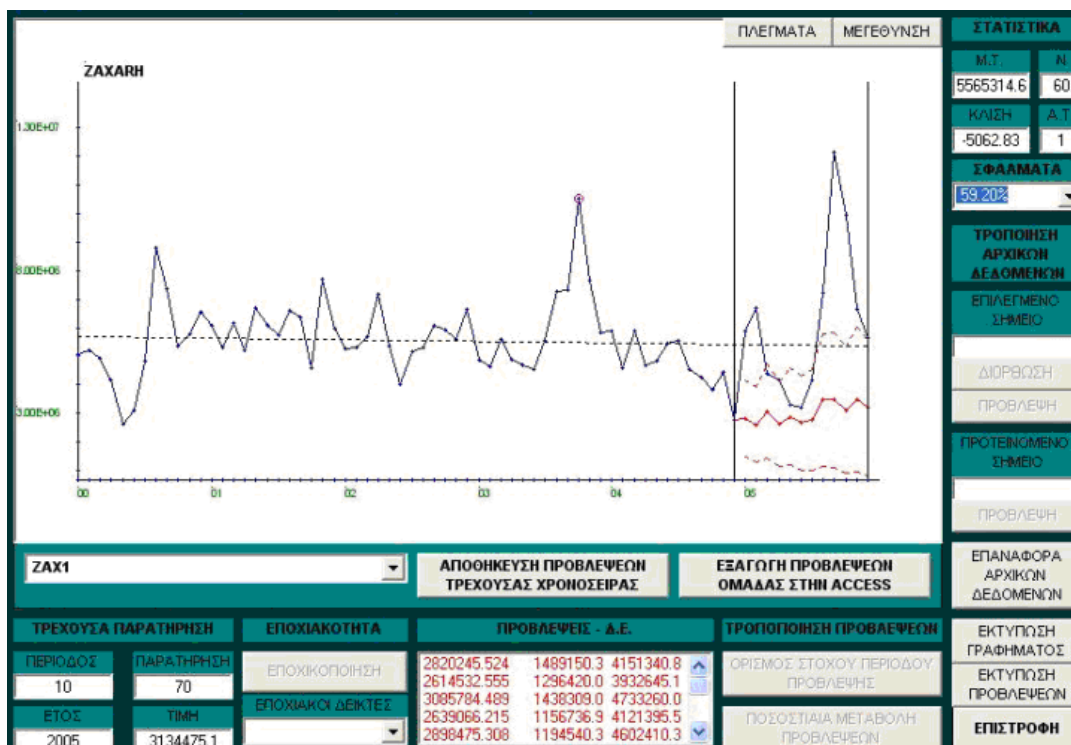
5. ΜΕΘΟΔΟΣ POLYNOMIAL



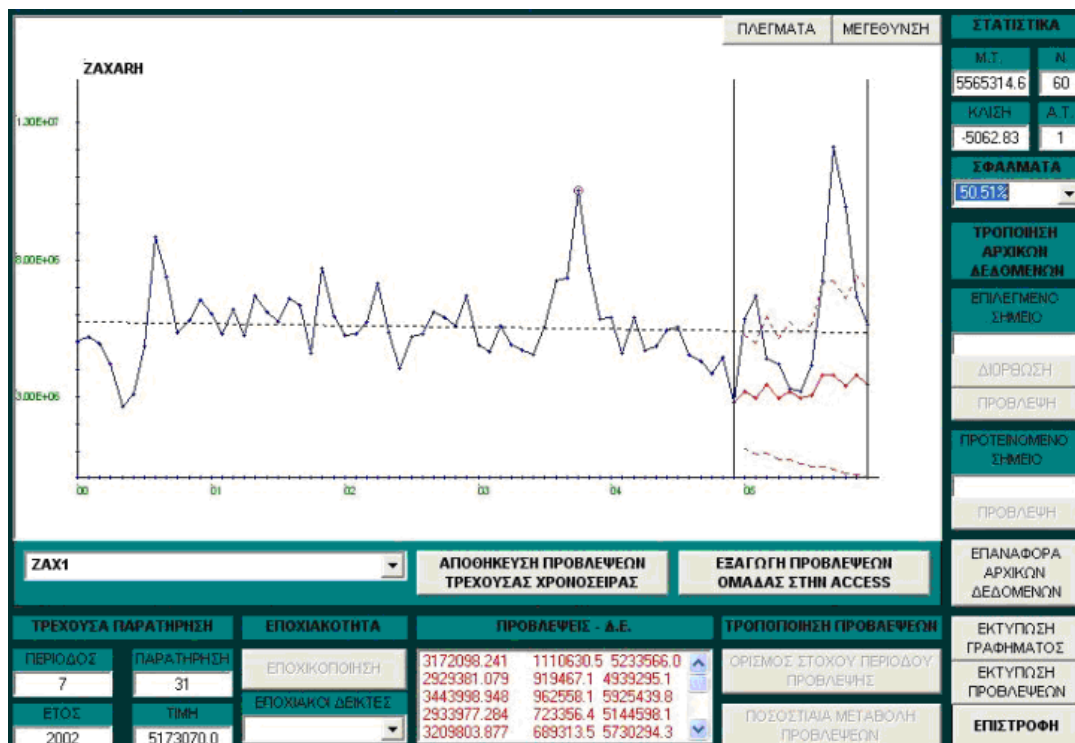
6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ PARAMETER



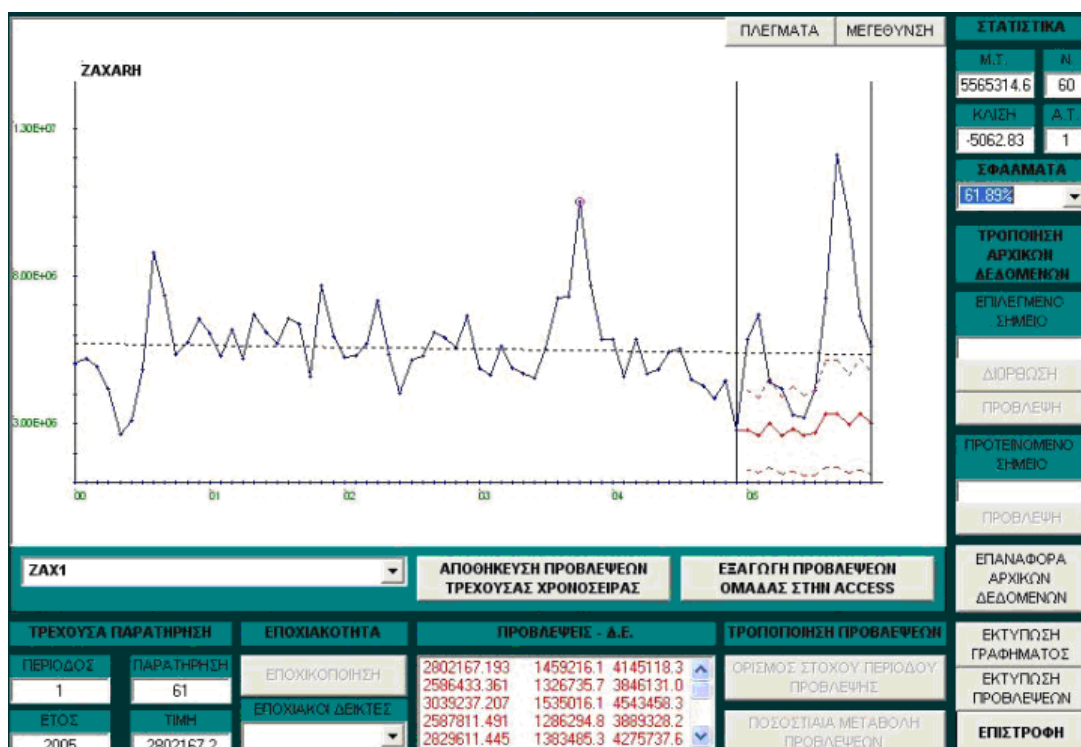
7. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SIMPLE(50%) - NAIVE(50%)



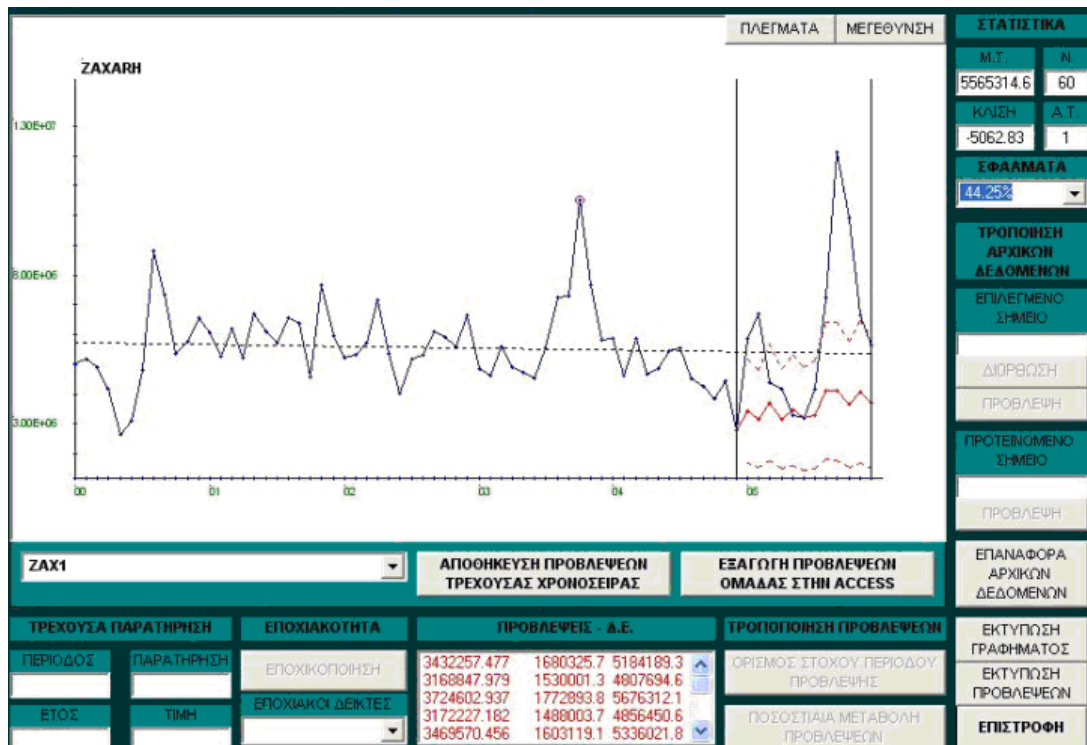
8. ΜΕΘΟΔΟΣ SIMPLE(50%) - HOLT(50%)



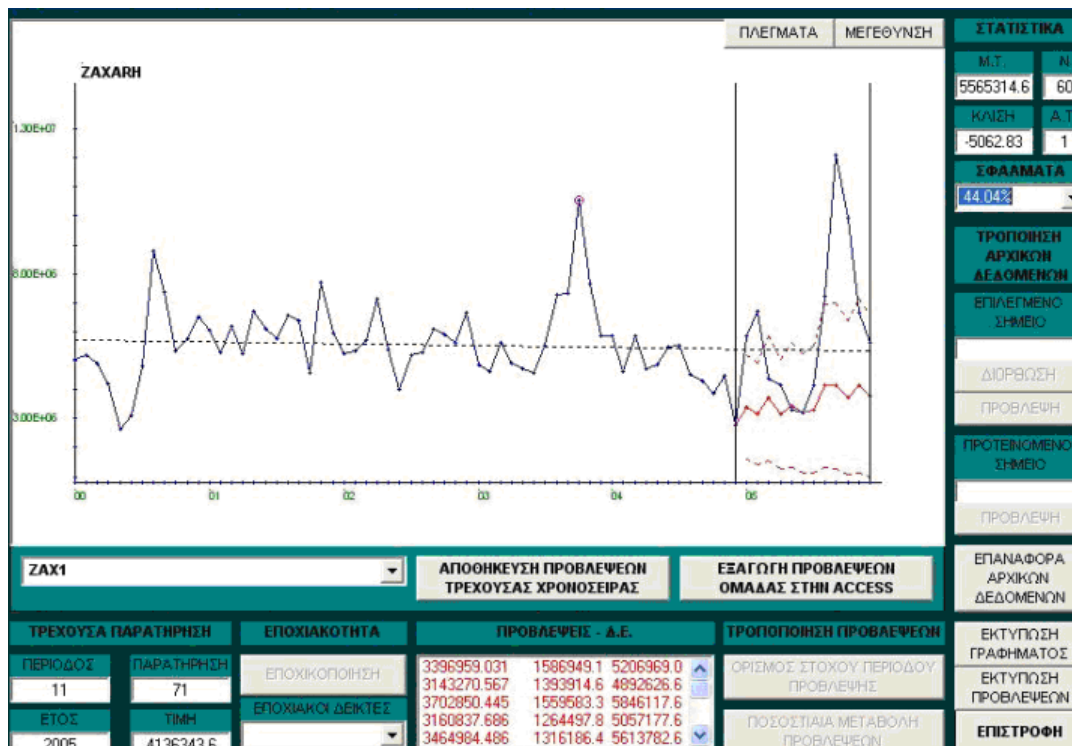
9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT(50%) – ΝΑΙΒΕ(50%)



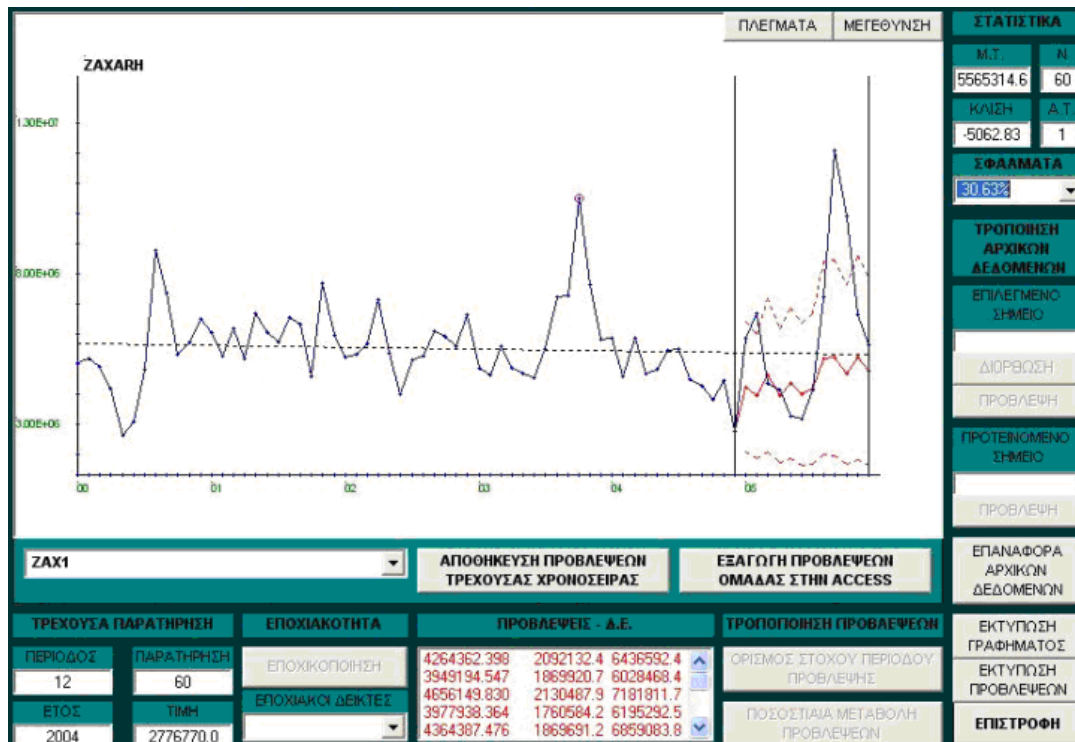
10. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT(50%) – POLYNOMIAL(25%) - NAIVE(25%)



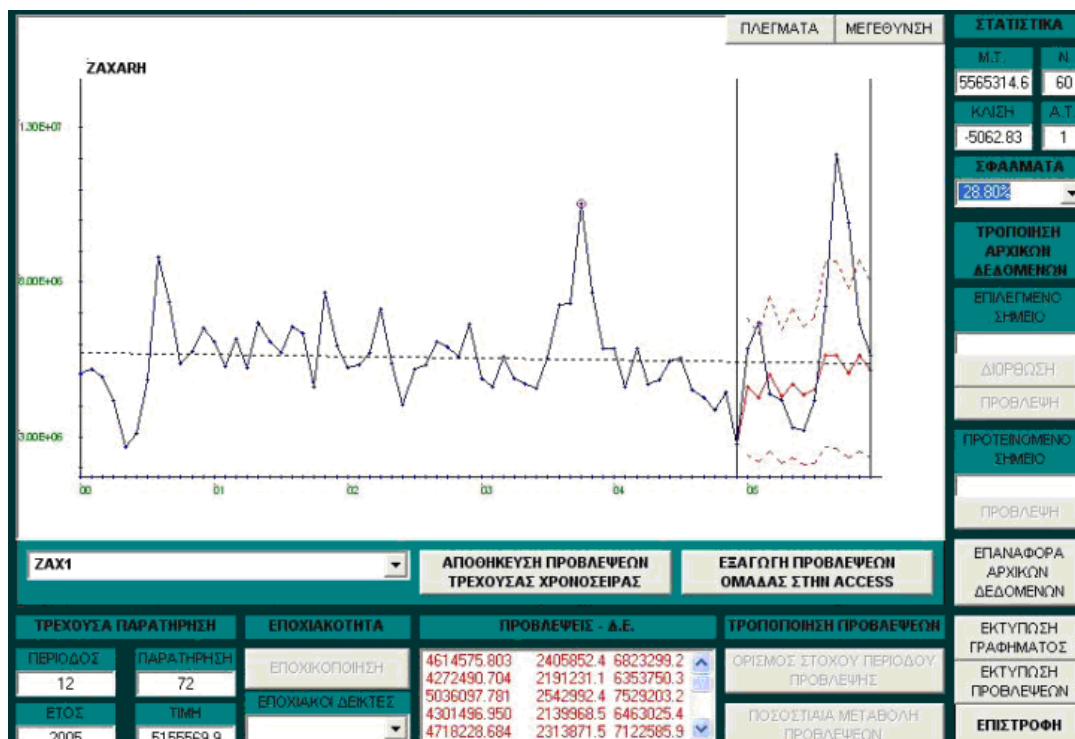
11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SIMPLE(20%) – HOLT(20%) - NAIVE(20%) – DAMPED(20%) - POLYNOMIAL(20%)



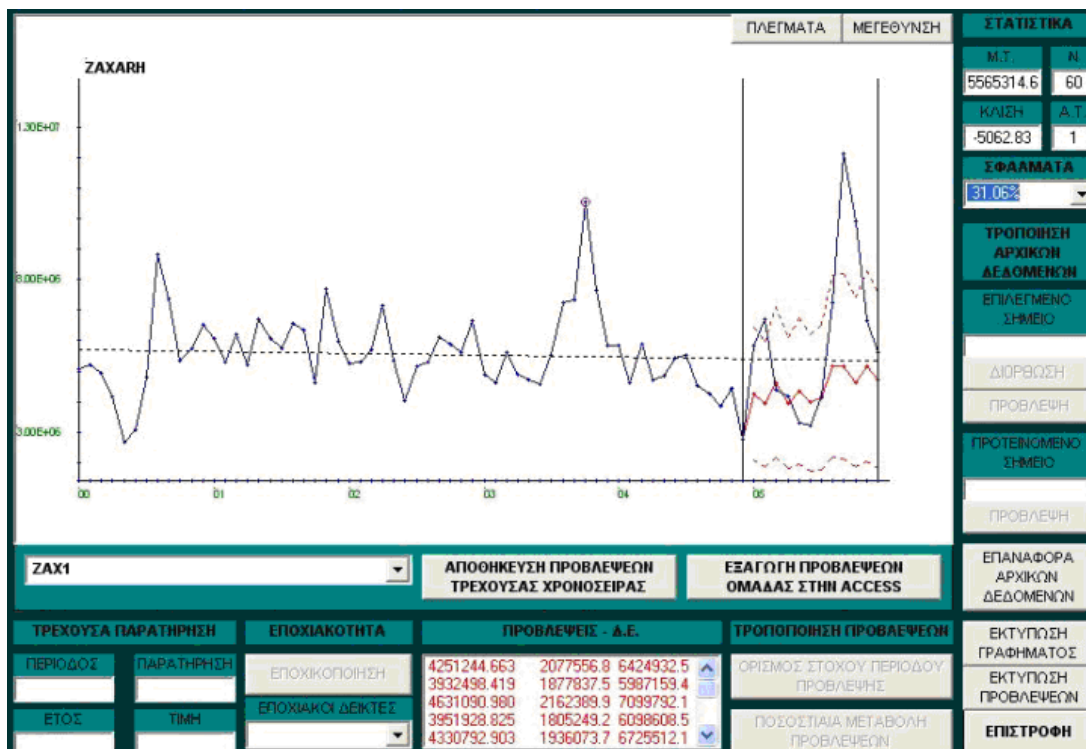
12. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ POLYNOMIAL(60%) - SIMPLE(20%) – DAMPED(20%)



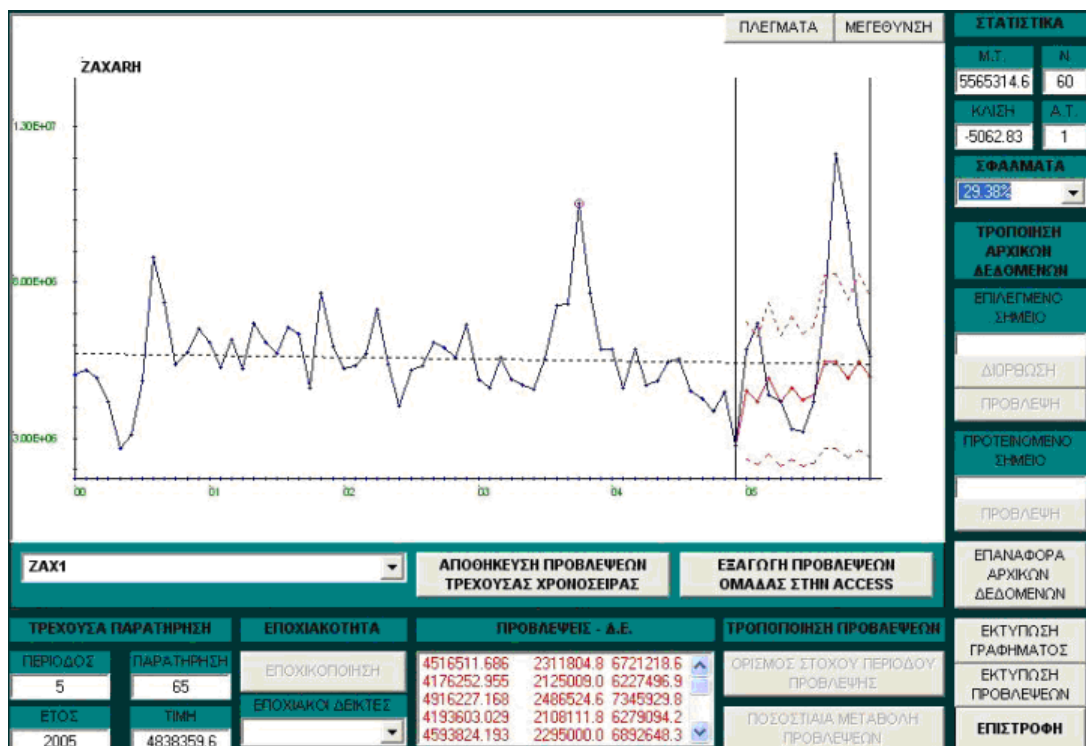
13. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ POLYNOMIAL(80%) - SIMPLE(20%)



14. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ POLYNOMIAL(60%) - SIMPLE(20%) – HOLT(20%)

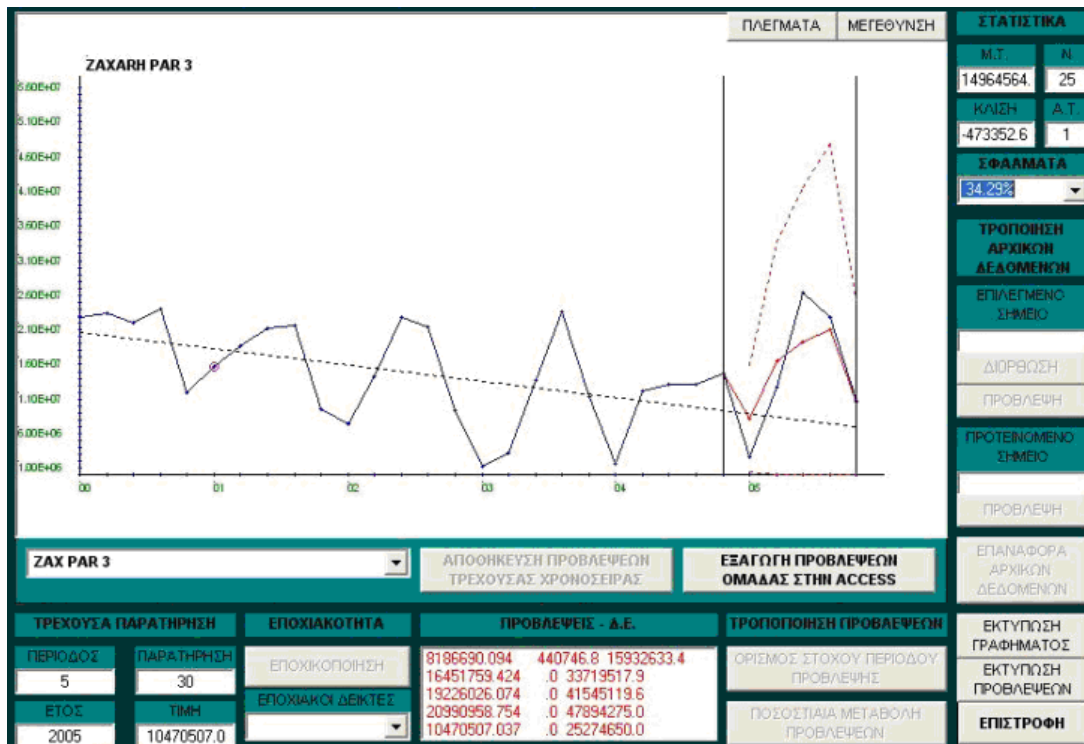


15. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ POLYNOMIAL(75%) - HOLT(25%)

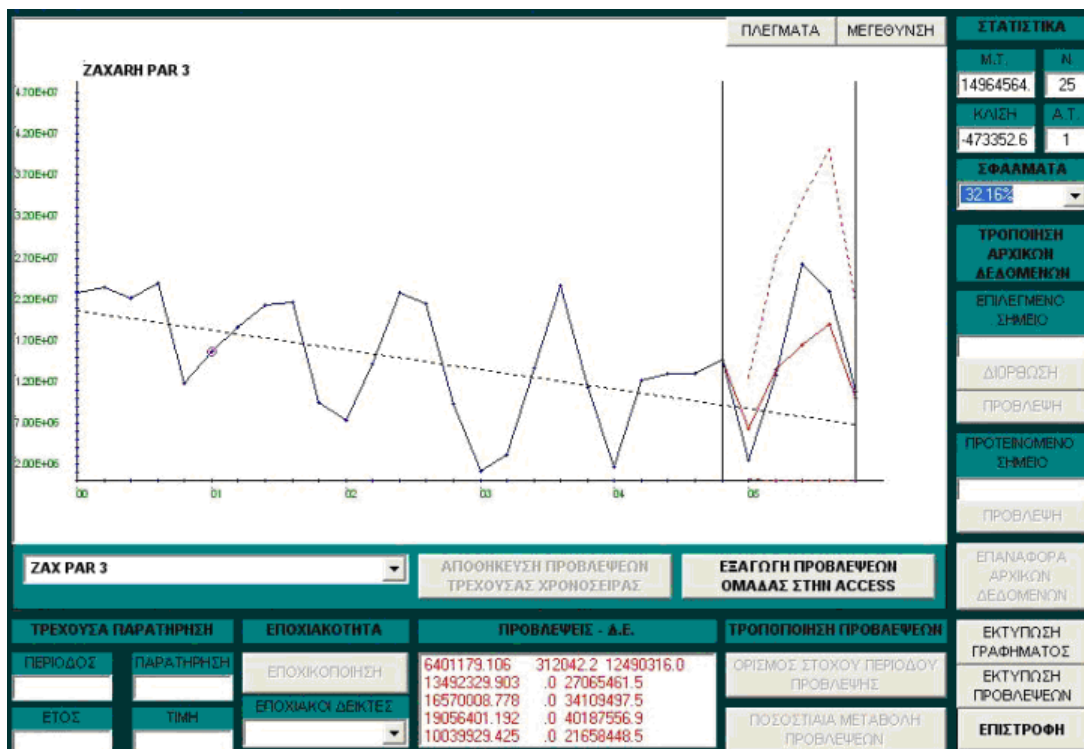


ΠΑΡΑΓΩΓΗ

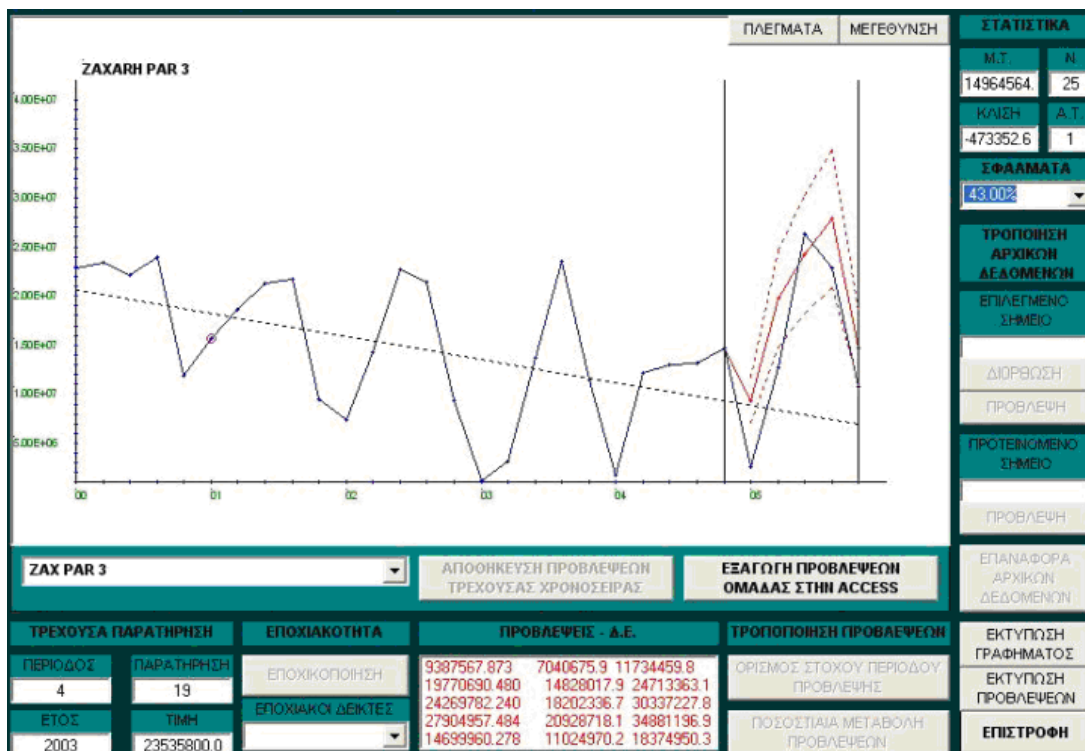
1. ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT



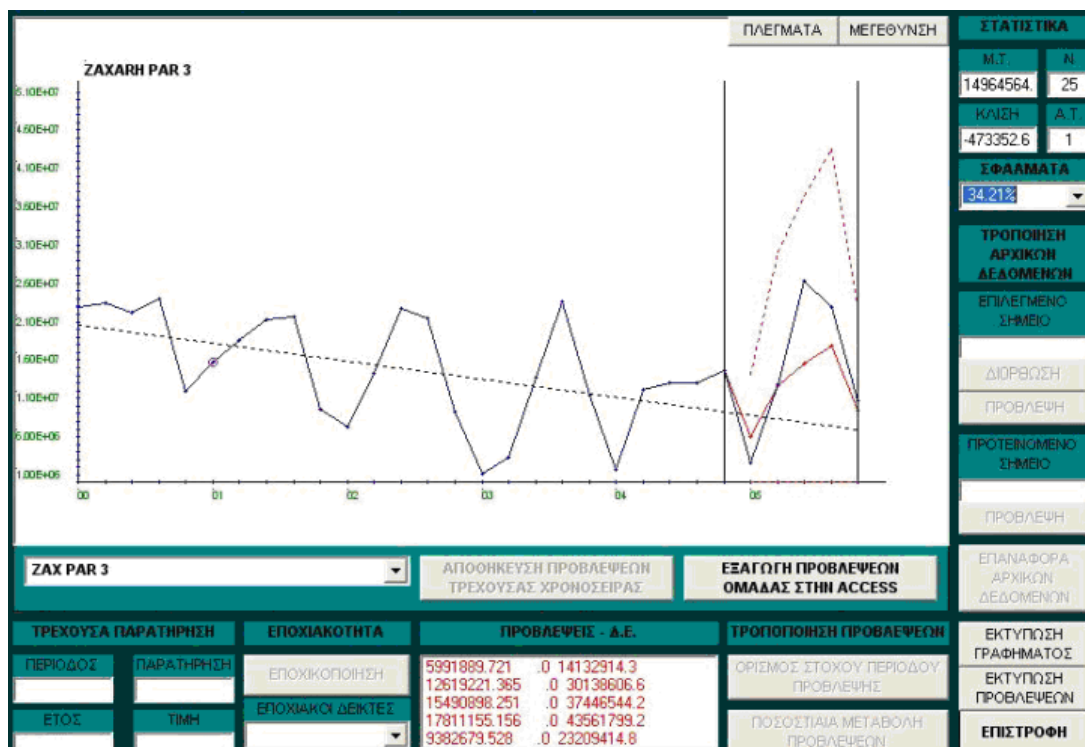
2. ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED



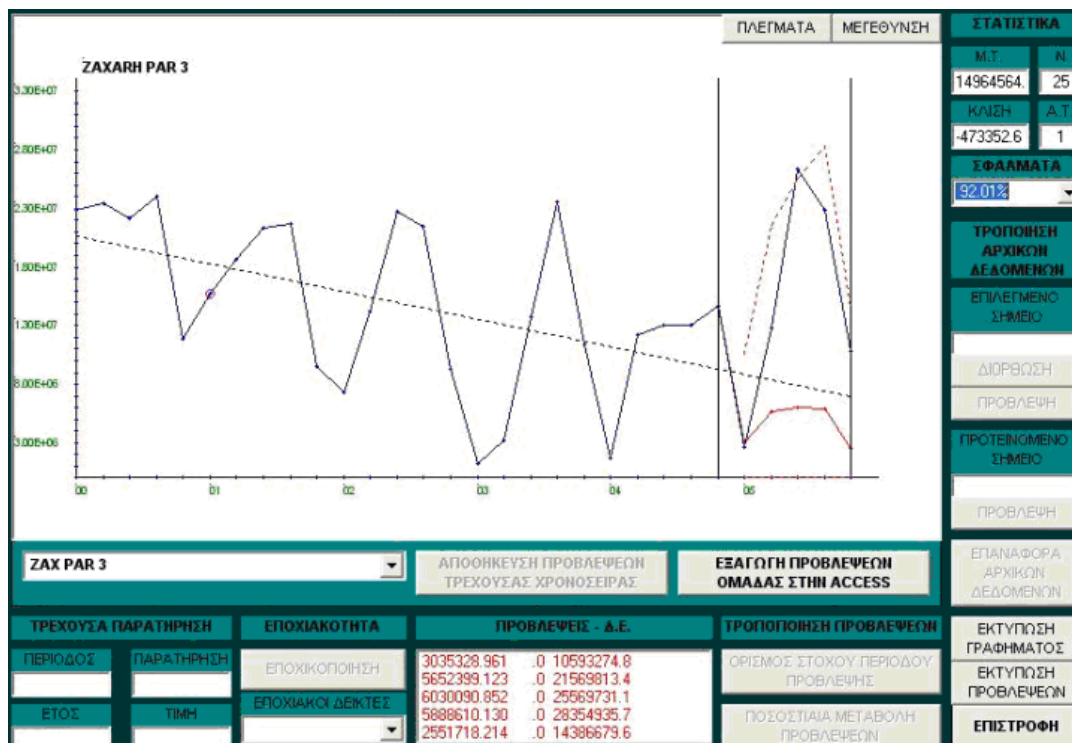
3. ΜΕΘΟΔΟΣ NAIVE



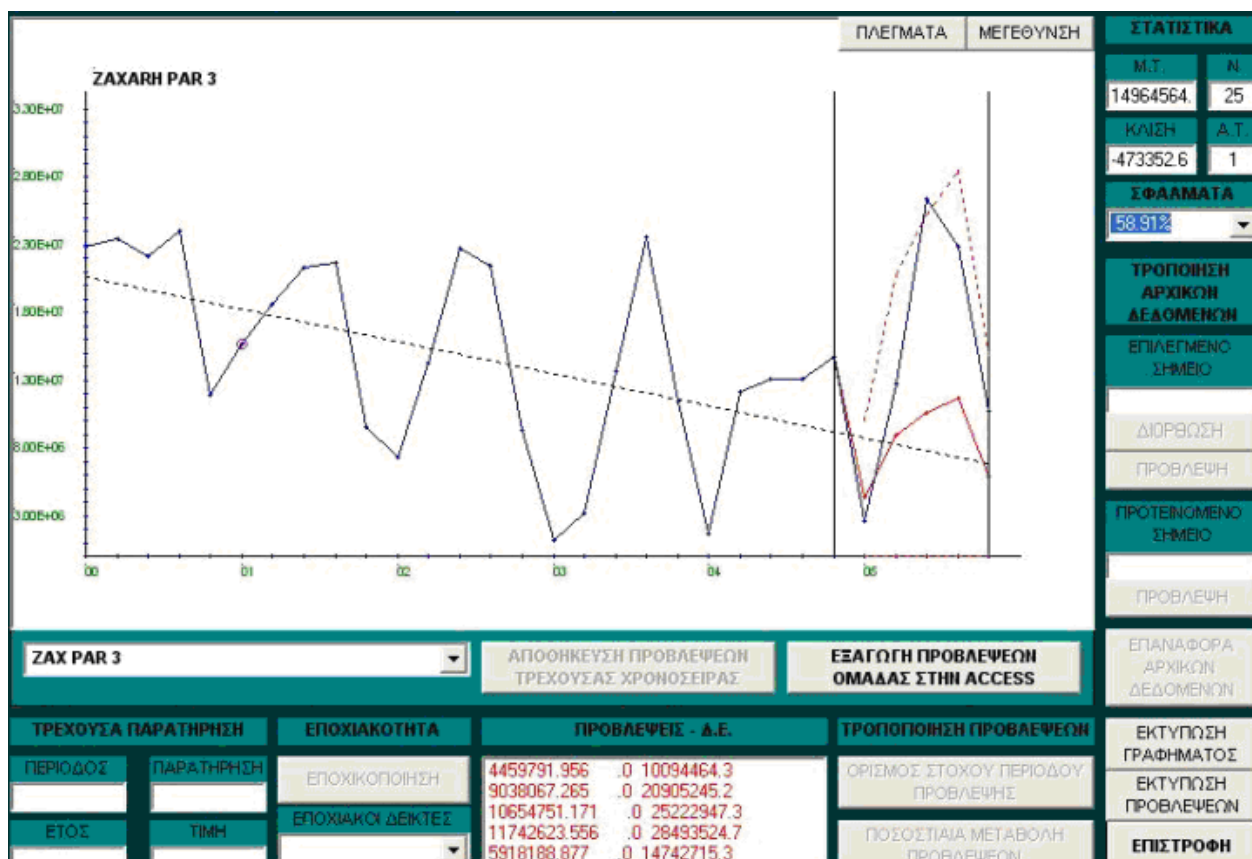
4. ΜΕΘΟΔΟΣ SIMPLE



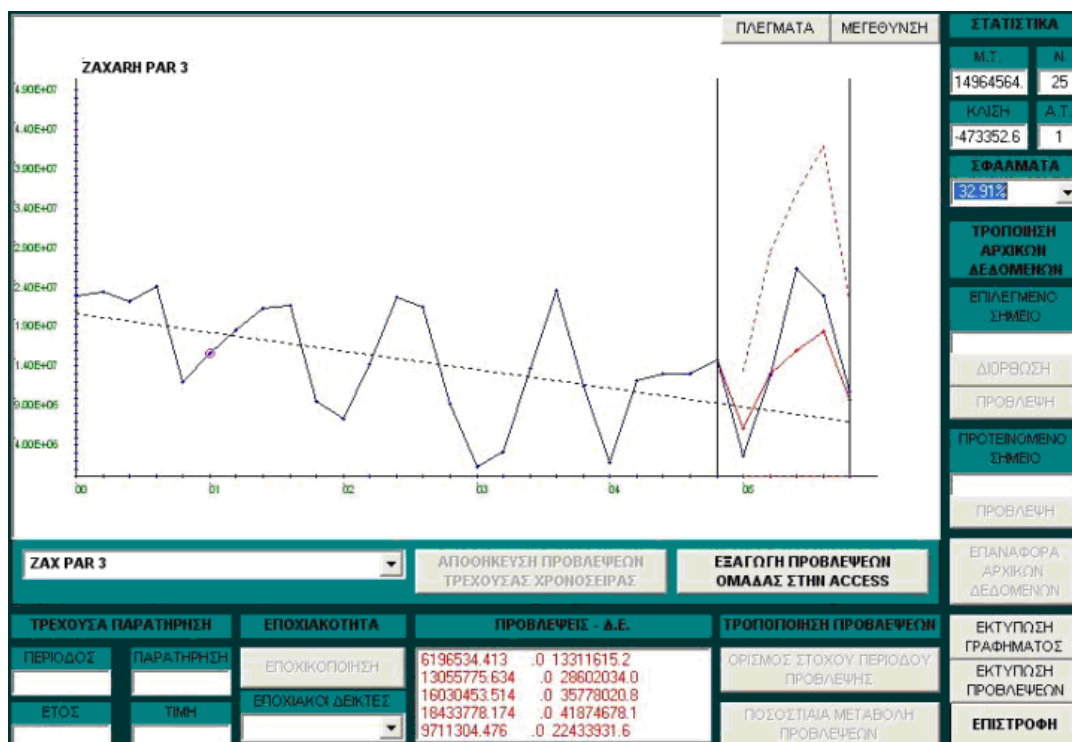
5. ΜΕΘΟΔΟΣ POLYNOMIAL



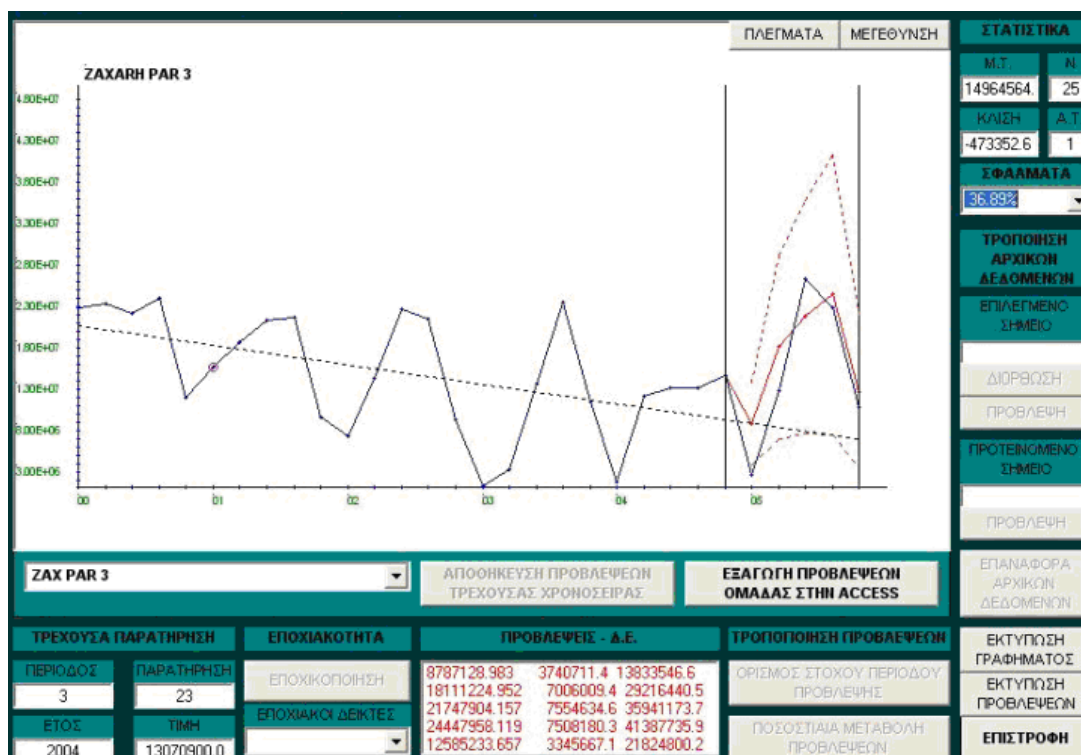
6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ PARAMETER



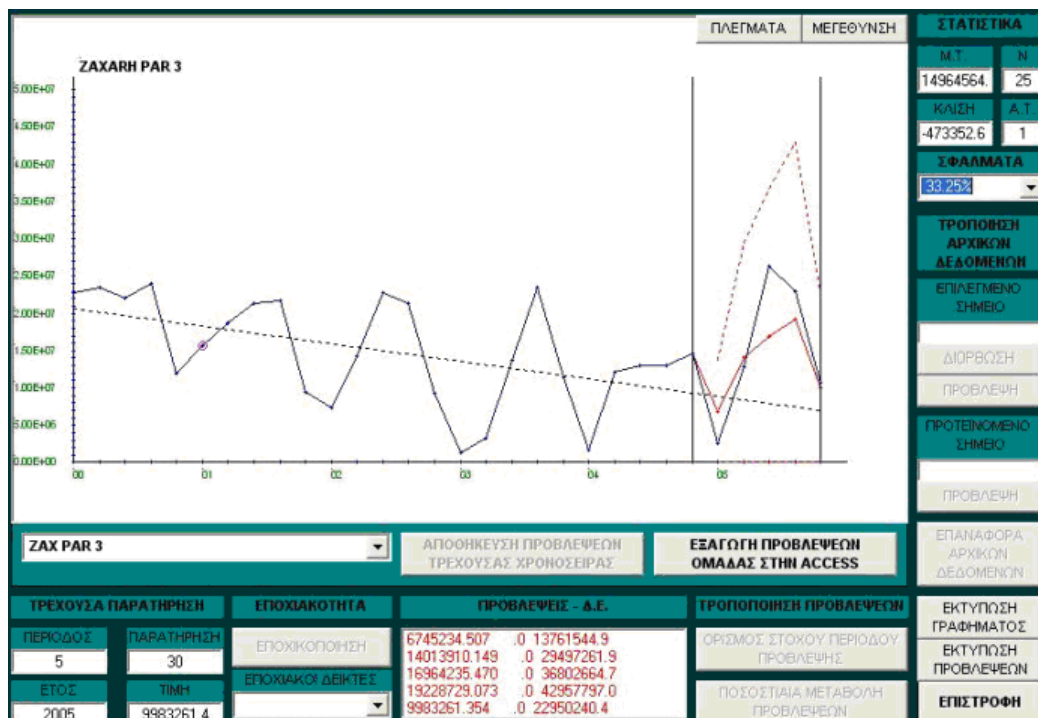
7. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED(50%) - SIMPLE (50%)



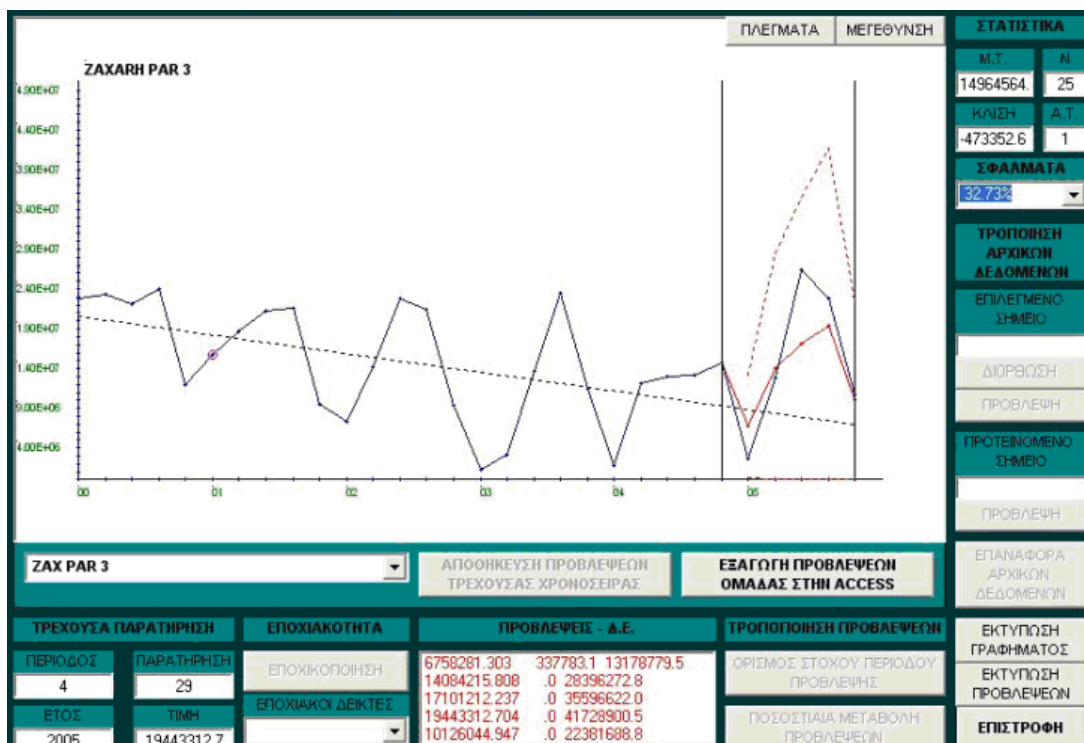
8. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT(50%) - NAIVE(50%)



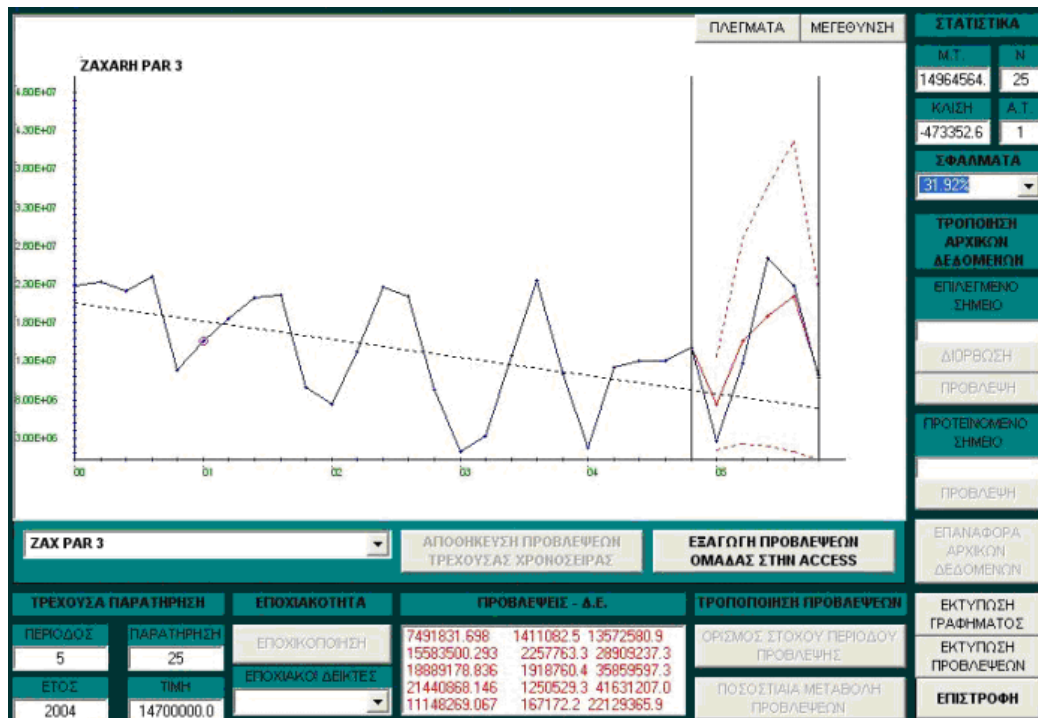
9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED(50%) - SIMPLE(25%) - HOLT(25%)



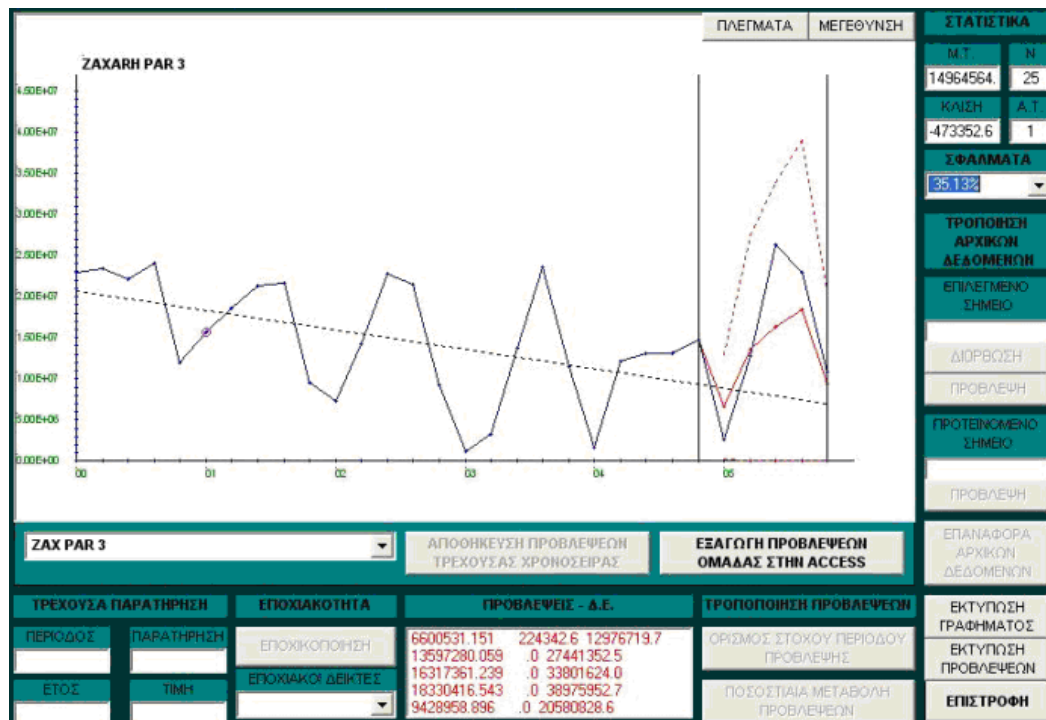
10. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED (80%) - HOLT (20%)



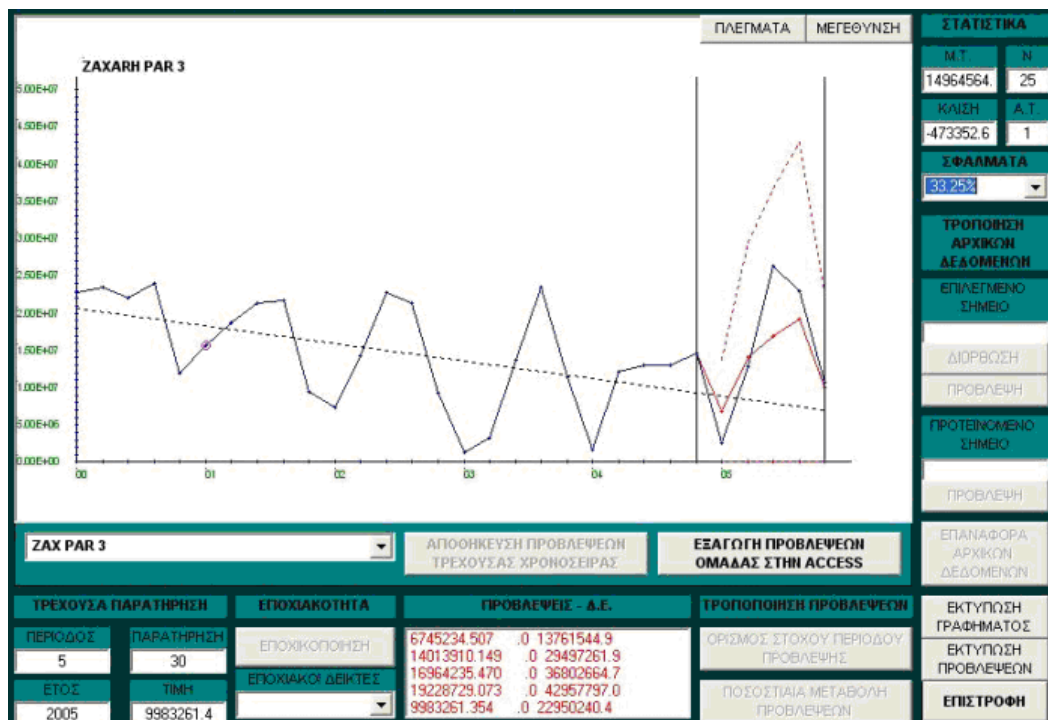
11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED(25%) - SIMPLE(25%) - HOLT (25%) - NAIVE(25%)



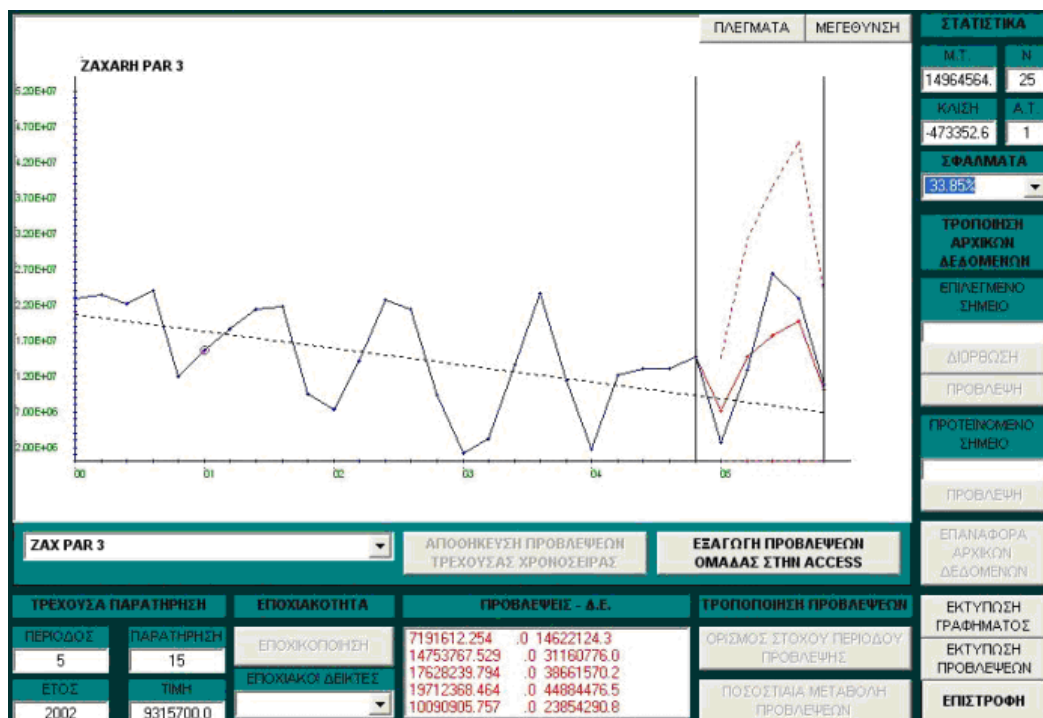
12. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SIMPLE (20%) - HOLT(20%) – DAMPED(20%) - NAIVE(20%) - POLYNOMIAL(20%)



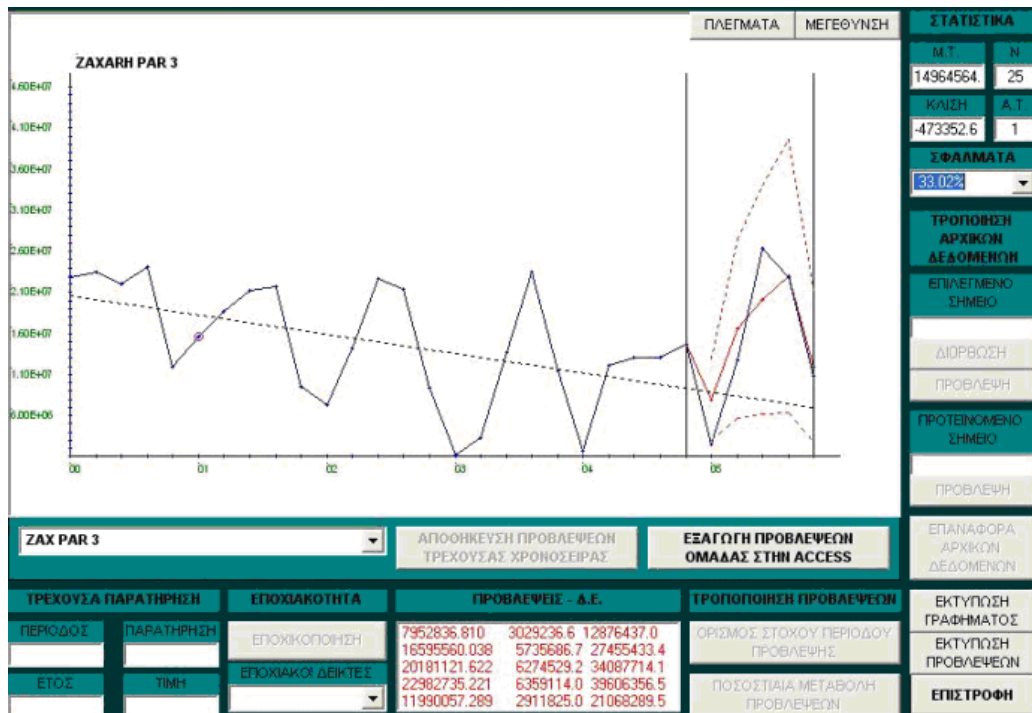
13. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED(62.5%) - SIMPLE(25%) - HOLT(12.5%)



14. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT(50%) – DAMPED(25%) – SIMPLE(25%)



15. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ DAMPED(40%) - NAIVE(40%) - HOLT(20%)



Τα παραπάνω φαίνονται συγκεντρωτικά στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας εφαρμογής μεθόδων για τις πωλήσεις ζάχαρης

A/A	Μέθοδοι	Βάρος(%)	Σφάλμα Χωρίςαποεποχικοποίηση (%)	Σφάλμα με αποεποχικοποίηση (%)
1	Holt	100	54.27	53.03
2	Damped	100	49.56	47.28
3	Naive	100	65.64	71.45
4	Simple	100	49.44	48.05
5	Polynomial	100	32.70	27.73
6	Theta parameter	100	49.88	47.94
7	S-N	50-50	56.59	59.20
8	S-H	50-50	51.48	50.51
9	H-N	50-50	56.59	61.89
10	H-P-N	50-25-25	45.52	44.25
11	S-H-N-D-P	20-20-20- 20-20	45.56	44.04
12	P-S-D	60-20-20	34.99	30.63
13	P-S	80-20	33.85	28.80
14	P-S-H	60-20-20	35.20	31.06
15	P-H	75-25	34.40	29.38

Πίνακας εφαρμογής μεθόδων για την παραγωγή ζάχαρης
(το πρόγραμμα δεν παρέχει δυνατότητα για αποεποχικοποίηση)

A/A	Μέθοδοι	Βάρος(%)	Σφάλμα Χωρίς αποεποχικοποίηση (%)
1	Holt	100	34.29
2	Damped	100	32.16
3	Naive	100	43.00
4	Simple	100	34.21
5	Polynomial	100	92.01
6	Theta parameter	100	58.91
7	D-S	50-50	32.91
8	H-N	50-50	36.89
9	D-S-H	50-25-25	33.25
10	D-H	80-20	32.73
11	D-S-H-N	25-25-25- 25	31.92
12	S-H-D-N-P	20-20-20- 20-20	35.13
13	D-S-H	62.5-25- 12.5	32.91
14	H-D-S	50-25-25	33.85
15	D-N-H	40-40-20	33.02

Συμπεράσματα

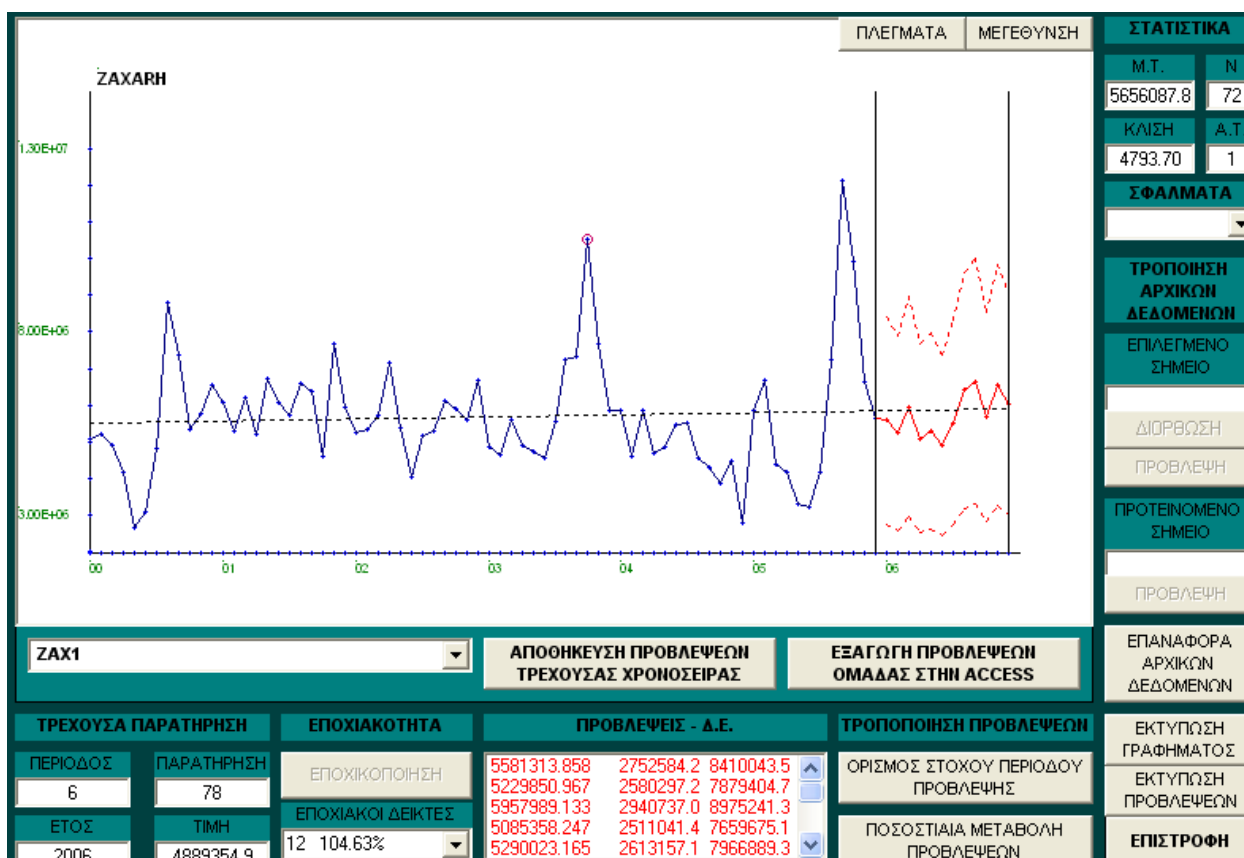
Από τους παραπάνω πίνακες ανάλυσης των αποτελεσμάτων συμπεραίνουμε τα εξής:

► Για τα δεδομένα των πωλήσεων, η μέθοδος Polynomial (πολυωνυμική) δίνει την πρόβλεψη με το μικρότερο σφάλμα, ενώ στα ίδια επίπεδα με λίγο μεγαλύτερο σφάλμα κυμαίνεται και ο συνδυασμός της Polynomial με την Simple και τη Holt με μεγαλύτερο βάρος στην Polynomial. Η Naive δίνει την πρόβλεψη με το μεγαλύτερο σφάλμα.

► Για τα δεδομένα της παραγωγής, η μέθοδος Damped δίνει πρόβλεψη με μικρό σφάλμα, αλλά ο συνδυασμός της Damped με τις Simple, Holt και Naive με ίσο βάρος για την κάθε μία δίνει το μικρότερο σφάλμα. Η Polynomial δίνει την πρόβλεψη με το μεγαλύτερο σφάλμα.

Στη συνέχεια με βάση την επιλεγθείσα χρονοσειρά και τη μέθοδο που δίνει το μικρότερο σφάλμα δηλαδή την Polynomial (πολυωνυμική), παράγουμε προβλέψεις πωλήσεων του έτους 2006:

Πωλήσεις Ζάχαρης

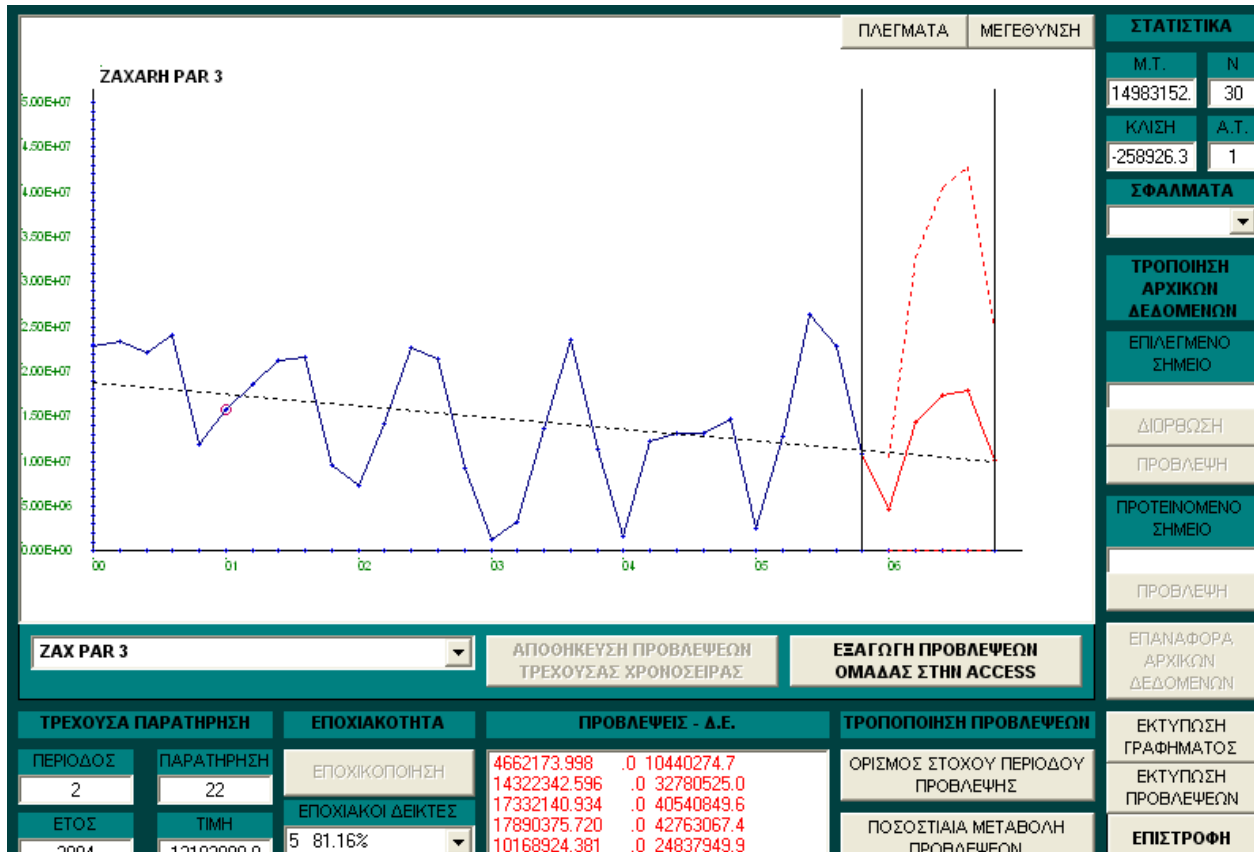


Οι προβλέψεις που παράγει το Theta Forecaster για τις πωλήσεις του 2006 παρατίθενται παρακάτω:

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5581313.9
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	5229851.0
ΜΑΡΤΙΟΣ	5957989.1
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5085358.2
ΜΑΪΟΣ	5290023.2
ΙΟΥΝΙΟΣ	4889354.9
ΙΟΥΛΙΟΣ	5512475.5
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6402979.4
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6646956.2
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5682311.3
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	6537329.3
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6013961.1

Όμοια με βάση την επιλεχθείσα χρονοσειρά και τη μέθοδο που δίνει το μικρότερο σφάλμα δηλαδή τον συνδυασμό της Damped με τις Simple, Holt και Naive με ίσο βάρος για την κάθε μία, παράγουμε προβλέψεις πωλήσεων του έτους 2006:

Παραγωγή Ζάχαρης



Οι προβλέψεις που παράγει το Theta Forecaster για την παραγωγή του 2006 παρατίθενται παρακάτω:

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΩΛΗΣΕΩΝ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	4662174.0
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	14322342.6
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17332140.9
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	17890375.7
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	10168924.4

4.6.2 Εφαρμογή Λογισμικού Πυθία

Το λογισμικό Pythia είναι ένα αναβαθμισμένο πρόγραμμα προβλέψεων που εφαρμόζεται κυρίως σε επιχειρήσεις. Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε από τη Μονάδα προβλέψεων και Προοπτικής της Σχολής ΗΜΜΥ του ΕΜΠ, υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Βασίλη Ασημακόπουλου, και με την συνεργασία του κ. Σπύρου Μακριδάκη. Το λογισμικό αυτό παρέχει την δυνατότητα για την εφαρμογή πλήθους μεθόδων πρόβλεψης, καθώς και συνδυασμό μέχρι και 3 μεθόδων αυτών, με βαρύτητα στην κάθε μέθοδο που μπορεί να καθοριστεί από τον χρήστη. Παρέχει την δυνατότητα εμφάνισης αναλυτικών γραφημάτων στα οποία ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προσθαφαιρεί στοιχεία βάσει των χαρακτηριστικών των χρονοσειρών (εποχικότητα, κύκλος κ.λ.π.). Επίσης παρέχει την δυνατότητα εμφάνισης πολλών ειδών σφαλμάτων και άλλων στατιστικών στοιχείων, εύκολα και αναλυτικά παρέχοντας έτσι σημαντική βοήθεια στον χρήστη. Ένα άλλο πλεονέκτημα του λογισμικού αυτού είναι ότι σε μια χρονοσειρά μπορούμε να χειριστούμε ειδικά γεγονότα-καταστάσεις (special events & actions) όπως διαφήμιση, απεργίες, ασυνήθιστες καιρικές συνθήκες, αυξήσεις-μειώσεις τιμών, διάφοροι ανταγωνιστικοί παράγοντες και άλλα. Ακόμη μπορούμε να μεταβάλλουμε τη χρονική τους περίοδο καθώς επίσης και την ευαισθησία τους. Με αυτόν τον τρόπο μας δίνεται η δυνατότητα να προσαρμόζουμε τα δεδομένα μας στις εκάστοτε συνθήκες που αφορούν την επιχείρησή μας και συνεπώς να έχουμε πιο ακριβείς και αξιόπιστες προβλέψεις.

Δεδομένου ότι χρησιμοποιείται κυρίως όπως προαναφέρθηκε, σε επιχειρήσεις, παρέχει την δυνατότητα να χειρίζεται την “πυραμίδα” μιας επιχείρησης σε ότι αφορά τις κατηγορίες των προϊόντων που παράγει. Επιλέγοντας ένα προϊόν ή μία κατηγορία, εμφανίζεται σε γράφημα η αντίστοιχη χρονοσειρά καθώς και το ποσοστό συμβολής του στο σύνολο της επιχείρησης. Επιπλέον, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει τις προβλέψεις του επιπέδου στο οποίο ανήκει, αλλά και αυτές των προϊόντων ή κατηγοριών της αμέσως κατώτερης βαθμίδας της πυραμίδας (bottom-up). Επίσης ο χρήστης μπορεί να στείλει την πρόβλεψή του, για τα προϊόντα για τα οποία είναι υπεύθυνος, στα κατώτερα επίπεδα, ώστε να την λάβουν υπόψη τους στις δικές τους προβλέψεις ή να αναπροσαρμόσουν τις προβλέψεις που έχουν ήδη κάνει (top-down). Παρέχεται λοιπόν ένα είδος ανατροφοδότησης δεδομένων και προβλέψεων.

Στην παρούσα εργασία ασχολούμαστε με τη χρονοσειρά των πωλήσεων και εργαζόμαστε ως εξής: για κάθε μια από τις 3 χρονοσειρές που έχουν προκύψει από τις εξομαλύνσεις (25-75,30-70,35-65), εφαρμόζουμε μία σειρά μεθόδων και συνδυασμών αυτών (τις ίδιες και για τους τρεις τύπους εξομάλυνσης), οπότε και παράγονται από το πρόγραμμα οι αντίστοιχες προβλέψεις. Αναλυτικότερα έχουμε:

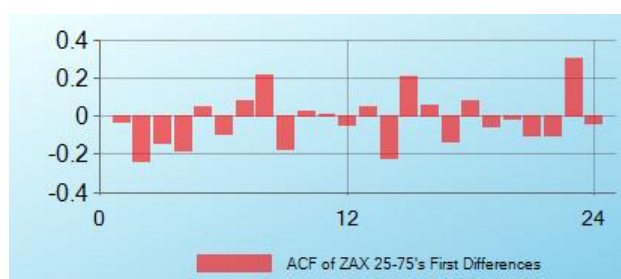
4.6.2.1 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 25-75

Για τη χρονοσειρά που έχει προκύψει μετά την εν λόγω εξομάλυνση, παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες οι στατιστικοί δείκτες, οι δείκτες εποχικότητας, οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης, τα οποία είναι κοινά για όλες τις μεθόδους που εξετάζουμε:

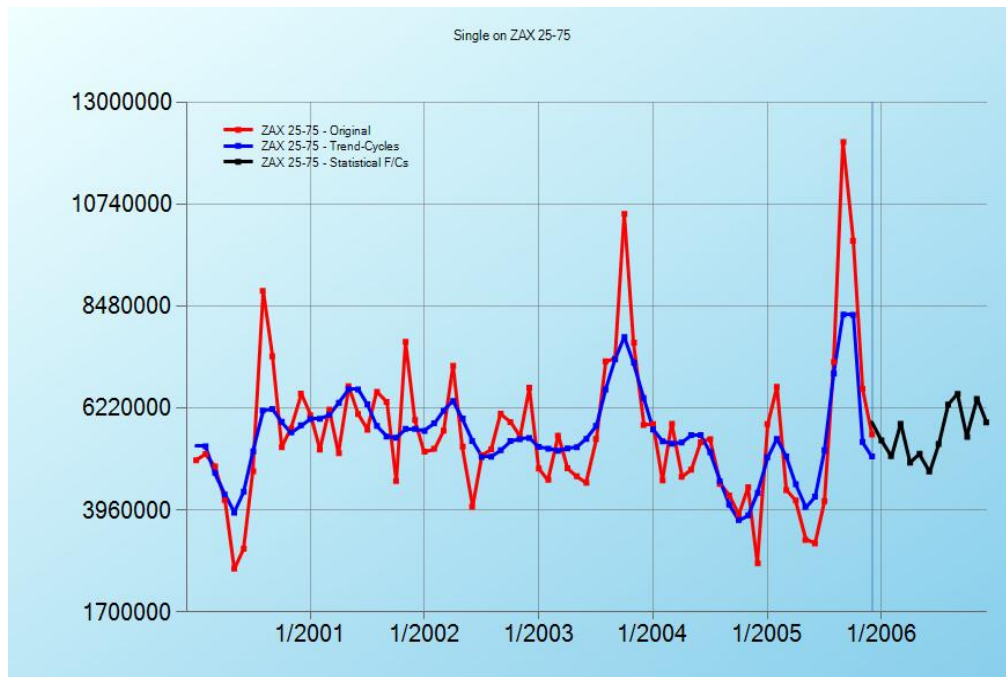
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	
Number of Periods with Data	72
Mean	5656088
Max Value	12113000
Min Value	2659328
R-Square	0.004
MAD	1132723
Average Percentage Errors	
Original Data	3.615
Deseasonalized Data	3.216

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ	
1	97,52487
2	91,3475
3	104,0245
4	88,75359
5	92,28914
6	85,26548
7	96,09419
8	111,5736
9	115,7793
10	98,93778
11	113,7802
12	104,6299

ACF		
1	0.55	-0.026
2	0.123	-0.235
3	-0.093	-0.139
4	-0.186	-0.182
5	-0.121	0.053
6	-0.103	-0.094
7	0.005	0.078
8	0.056	0.22
9	-0.096	-0.171
10	-0.099	0.023
11	-0.121	0.008
12	-0.149	-0.042
13	-0.14	0.052
14	-0.18	-0.218
15	-0.021	0.209
16	-0.053	0.054
17	-0.129	-0.134
18	-0.087	0.081
19	-0.119	-0.055
20	-0.098	-0.014
21	-0.065	-0.103
22	0.055	-0.101
23	0.276	0.3
24	0.222	-0.035



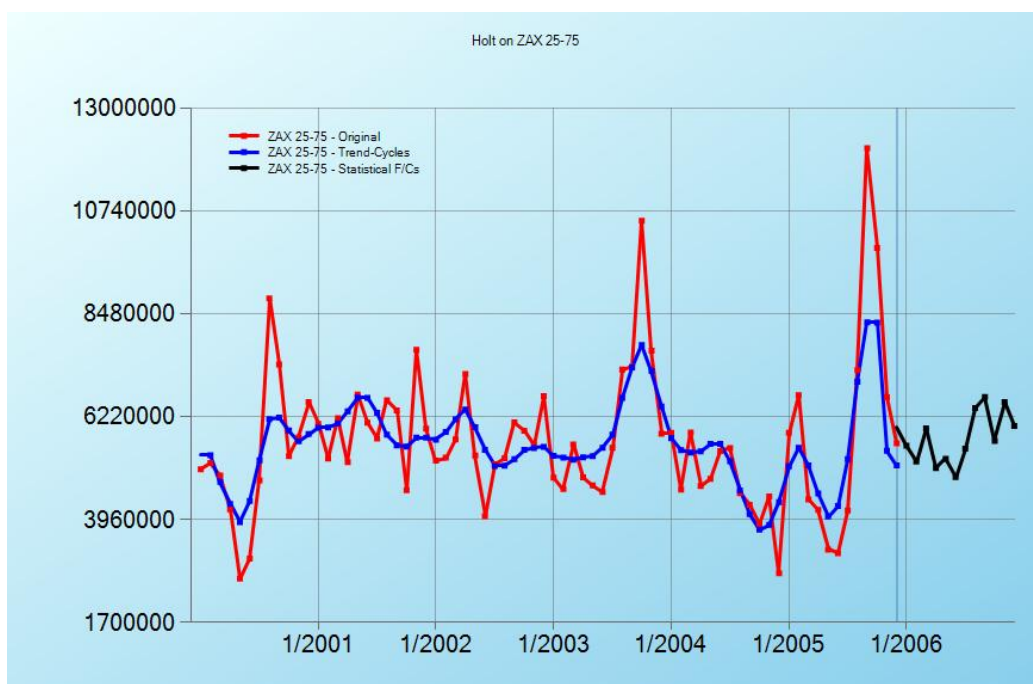
1. ΜΕΘΟΔΟΣ SINGLE



Statistical	
Bias (%)	-6.21%
MAE	974534
MSE	2.12603E+12
RMSE	1458092
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.714
Residual Erros (Max Error)	5123

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5500821
Φεβ-06	5152390
Μαρ-06	5867426
Απρ-06	5006083
Μαϊ-06	5205503
Ιουν-06	4809339
Ιουλ-06	5420124
Αυγ-06	6293228
Σεπ-06	6530450
Οκτ-06	5580514
Νοε-06	6417688
Δεκ-06	5901575

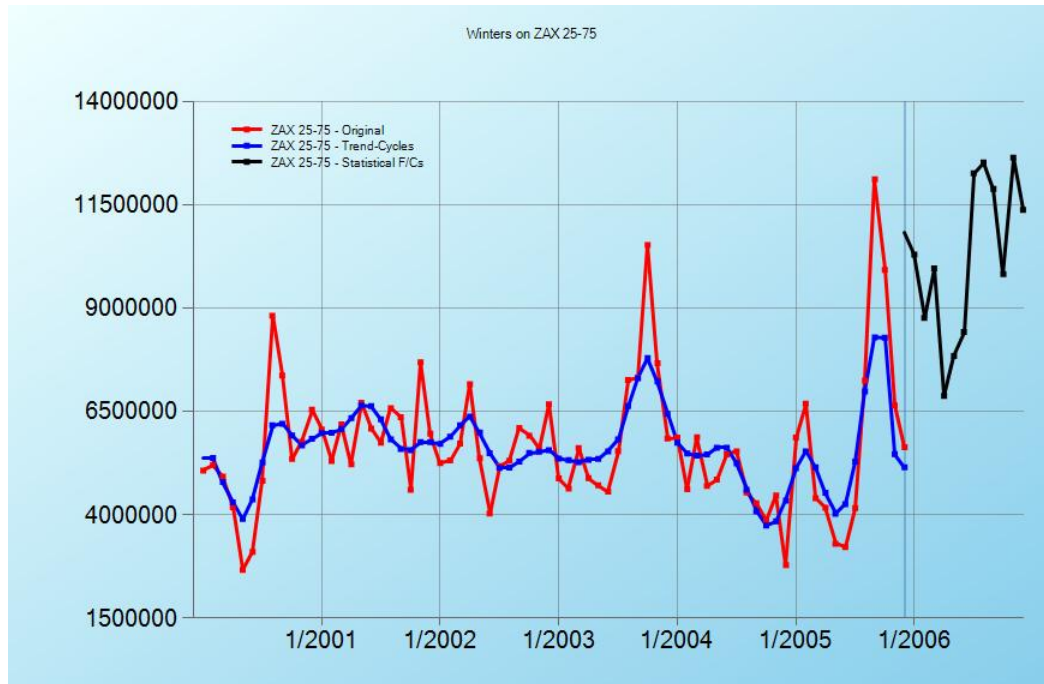
2. ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT



Statistical	
Bias (%)	-6.22%
MAE	977860
MSE	2.12343E+12
RMSE	1457198
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.754
Residual Erros (Max Error)	94.03

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5581331
Φεβ-06	5229868
Μαρ-06	5958008
Απρ-06	5085375
Μαϊ-06	5290041
Ιουν-06	4889371
Ιουλ-06	5512494
Αυγ-06	6403001
Σεπ-06	6646979
Οκτ-06	5682331
Νοε-06	6537352
Δεκ-06	6013983

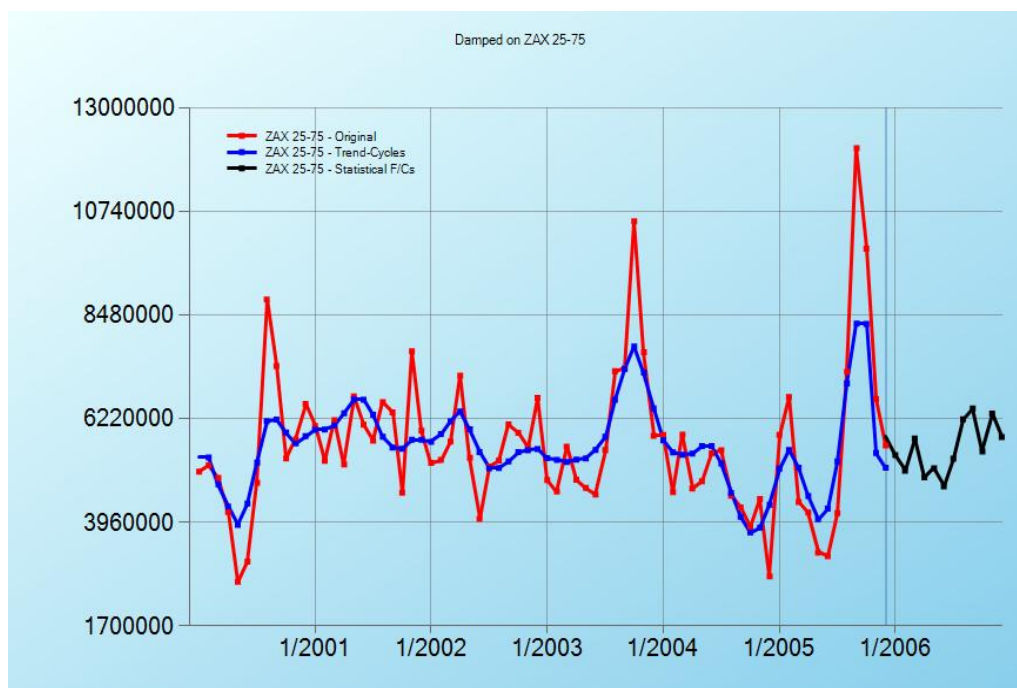
3. ΜΕΘΟΔΟΣ WINTERS



Statistical	
Bias (%)	-36.54%
MAE	2086027
MSE	8.10475E+12
RMSE	2846885
MAPE	0.37%
Symmetric MAPE	0.24%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	3.896
Residual Erros (Max Error)	0

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	10290113
Φεβ-06	8757955
Μαρ-06	9953992
Απρ-06	6869188
Μαϊ-06	7836454
Ιουν-06	8416230
Ιουλ-06	12256068
Αυγ-06	12514422
Σεπ-06	11880993
Οκτ-06	9817976
Νοε-06	12635713
Δεκ-06	11373609

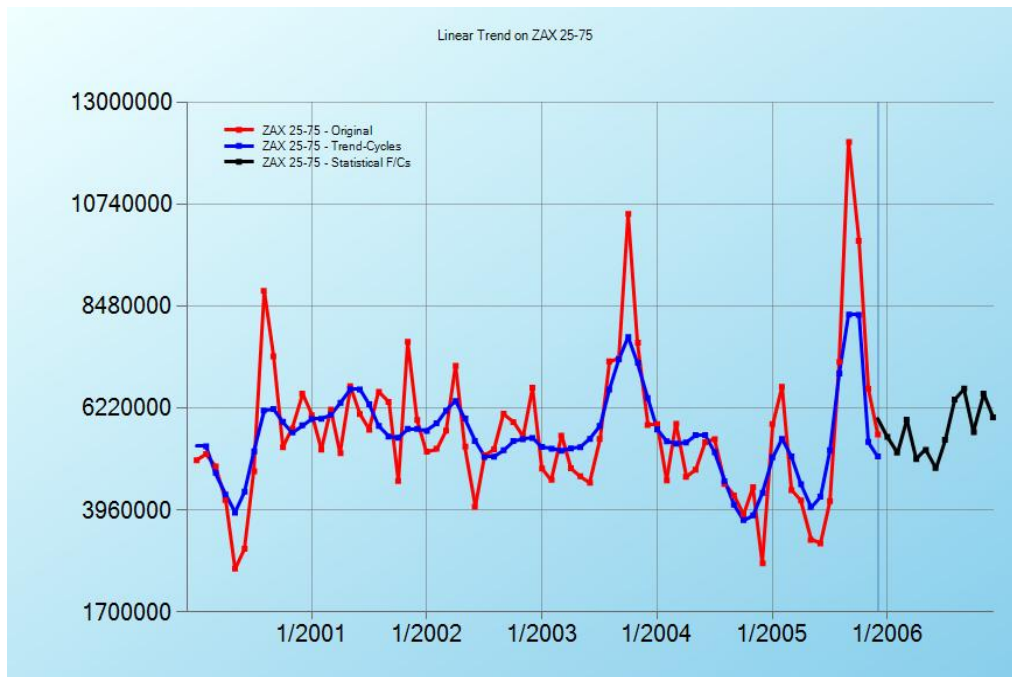
4. ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED



Statistical	
Bias (%)	-4.65%
MAE	971391
MSE	2.13815E+12
RMSE	1462242
MAPE	0.05%
Symmetric MAPE	0.02%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.714
Residual Errors (Max Error)	68.49

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5420310
Φεβ-06	5076979
Μαρ-06	5781550
Απρ-06	4932813
Μαϊ-06	5129314
Ιουν-06	4738949
Ιουλ-06	5340794
Αυγ-06	6201120
Σεπ-06	6434869
Οκτ-06	5498837
Νοε-06	6323758
Δεκ-06	5815199

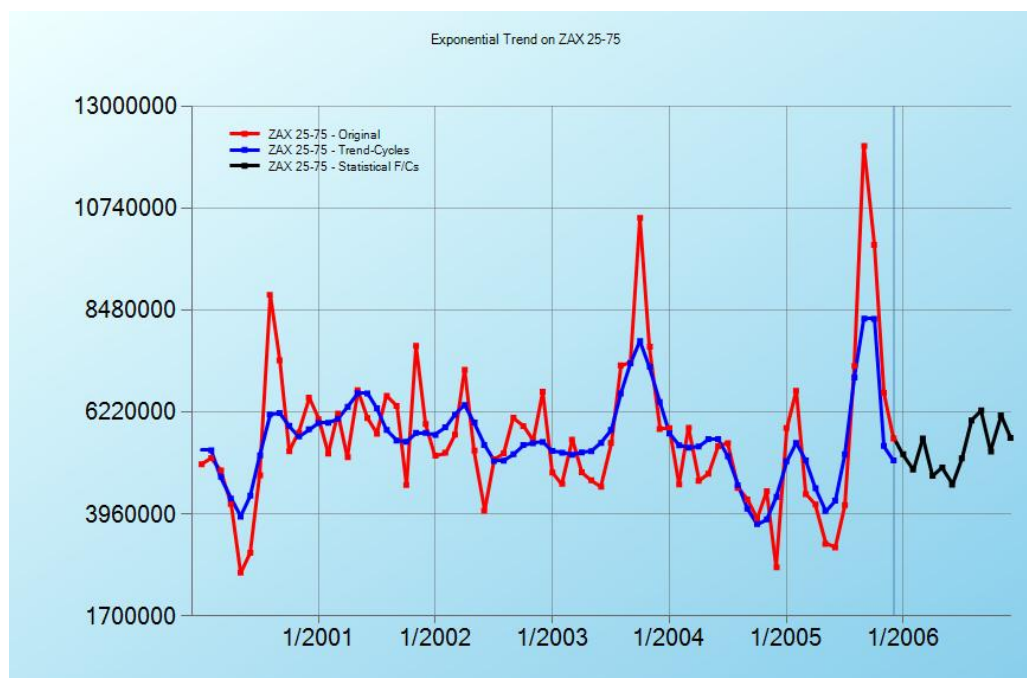
5. ΜΕΘΟΔΟΣ LINEAR TREND



Statistical	
Bias (%)	-6.22%
MAE	977860
MSE	2.12343E+12
RMSE	1457198
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.754
Residual Erros (Max Error)	94.03

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5581331
Φεβ-06	5229868
Μαρ-06	5958008
Απρ-06	5085375
Μαϊ-06	5290041
Ιουν-06	4889371
Ιουλ-06	5512494
Αυγ-06	6403001
Σεπ-06	6646979
Οκτ-06	5682331
Νοε-06	6537352
Δεκ-06	6013983

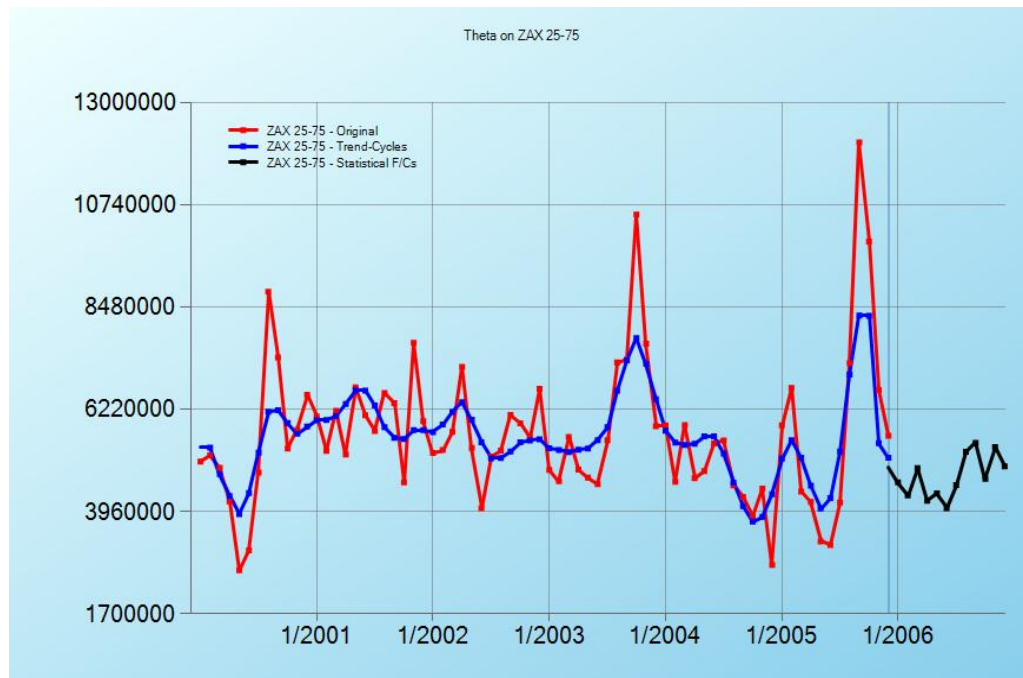
6. ΜΕΘΟΔΟΣ EXPONENTIAL TREND



Statistical	
Bias (%)	-3.06%
MAE	969729
MSE	2.16943E+12
RMSE	1472899
MAPE	0.03%
Symmetric MAPE	0%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.684
Residual Erros (Max Error)	559.2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5280284
Φεβ-06	4944343
Μαρ-06	5628821
Απρ-06	4801067
Μαϊ-06	4990826
Ιουν-06	4609619
Ιουλ-06	5193485
Αυγ-06	6028275
Σεπ-06	6253637
Οκτ-06	5342368
Νοε-06	6141976
Δεκ-06	5646345

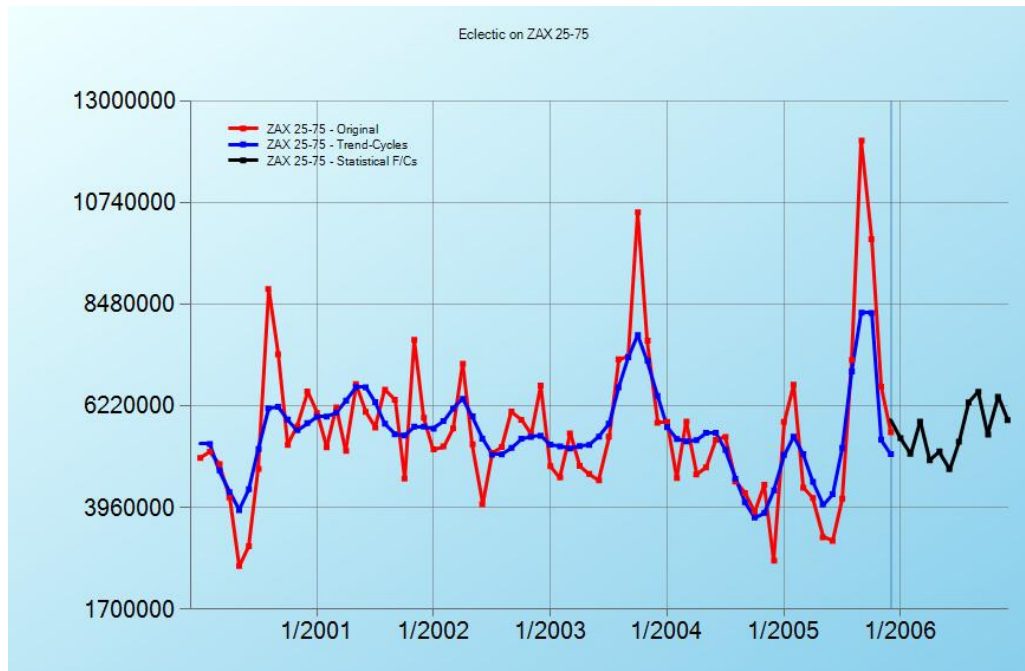
7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ



Statistical	
Bias (%)	11.89%
MAE	1281329
MSE	3.11683E+12
RMSE	1765455
MAPE	-0.12%
Symmetric MAPE	-0.15%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.738
Residual Erros (Max Error)	130.3

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	4603534
Φεβ-06	4312972
Μαρ-06	4912692
Απρ-06	4192508
Μαϊ-06	4360562
Ιουν-06	4029667
Ιουλ-06	4542520
Αυγ-06	5275517
Σεπ-06	5475685
Οκτ-06	4680298
Νοε-06	5383710
Δεκ-06	4951933

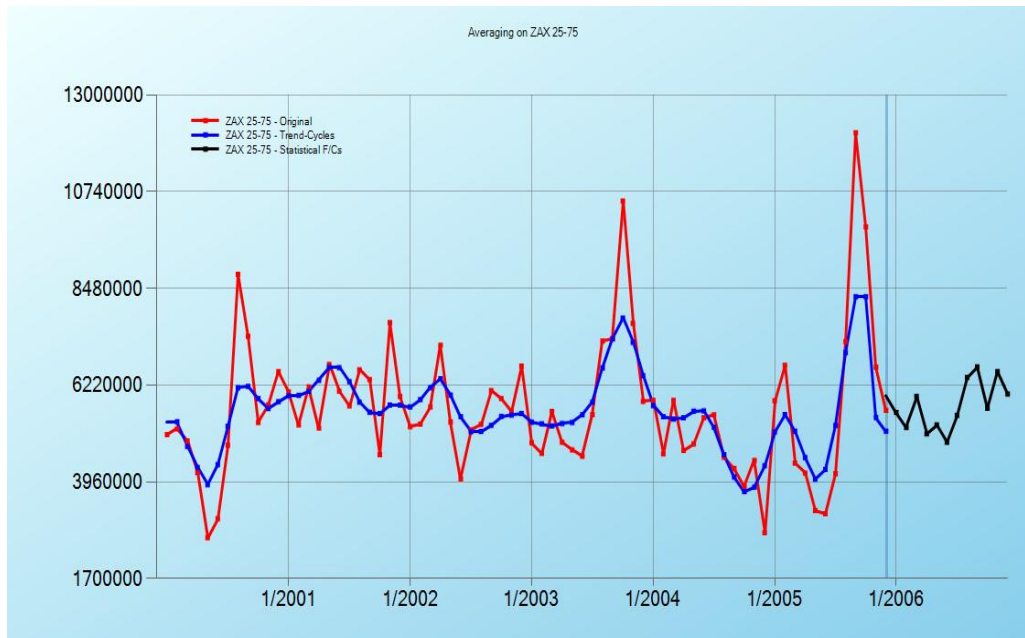
8. ΜΕΘΟΔΟΣ ECLECTIC



Statistical	
Bias (%)	-6.21%
MAE	974534
MSE	2.12603E+12
RMSE	1458092
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.714
Residual Erros (Max Error)	5123

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5500821
Φεβ-06	5152390
Μαρ-06	5867426
Απρ-06	5006083
Μαϊ-06	5205503
Ιουν-06	4809339
Ιουλ-06	5420124
Αυγ-06	6293228
Σεπ-06	6530450
Οκτ-06	5580514
Νοε-06	6417688
Δεκ-06	5901575

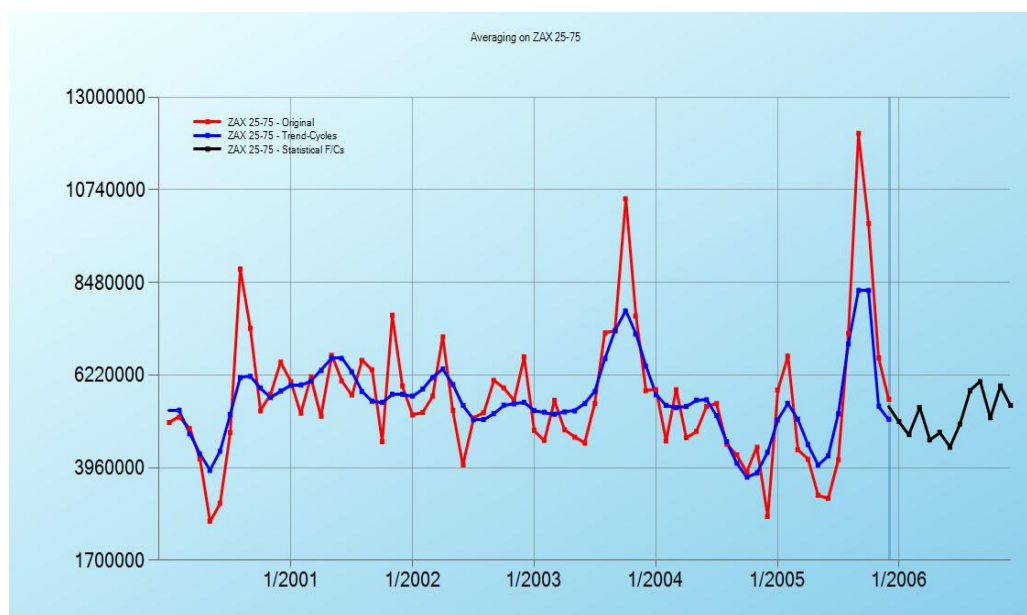
9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – TREND (50%)



Statistical	
Bias (%)	-6,22%
MAE	977860
MSE	2,12343E+12
RMSE	1457198
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,754
Residual Erros (Max Error)	94,03

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5581331
Φεβ-06	5229868
Μαρ-06	5958008
Απρ-06	5085375
Μαϊ-06	5290041
Ιουν-06	4889371
Ιουλ-06	5512494
Αυγ-06	6403001
Σεπ-06	6646979
Οκτ-06	5682331
Νοε-06	6537352
Δεκ-06	6013983

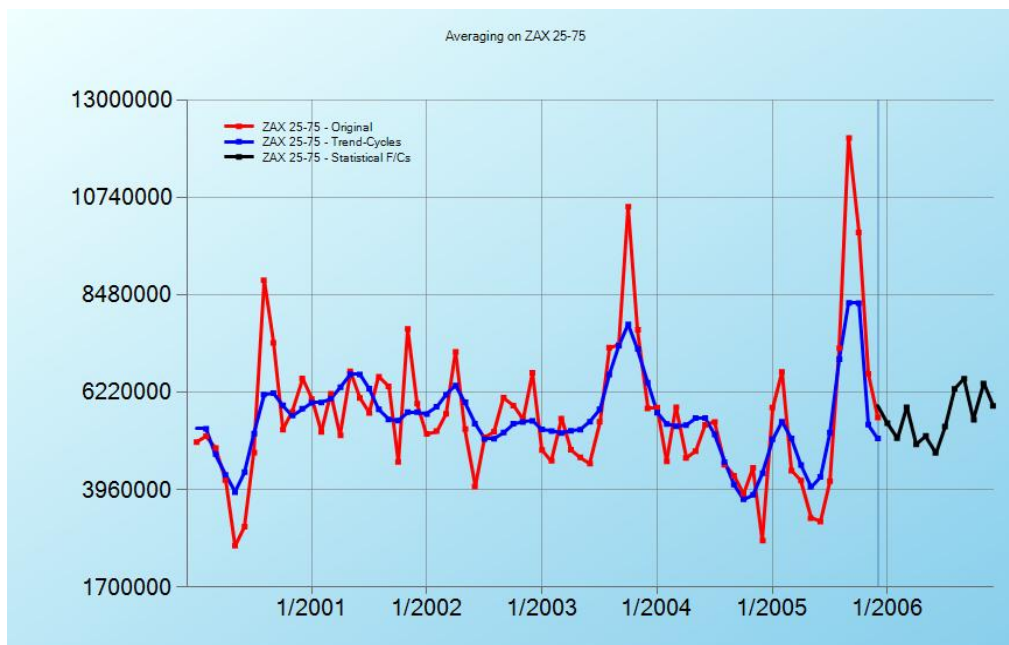
10. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – ΘΗΤΑ (50%)



Statistical	
Bias (%)	2,83%
MAE	1041801
MSE	2,3866E+12
RMSE	1544863
MAPE	-0,03%
Symmetric MAPE	-0,06%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,747
Residual Erros (Max Error)	83,14

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5092433
Φεβ-06	4771420
Μαρ-06	5435350
Απρ-06	4638941
Μαϊ-06	4825302
Ιουν-06	4459519
Ιουλ-06	5027507
Αυγ-06	5839259
Σεπ-06	6061332
Οκτ-06	5181314
Νοε-06	5960531
Δεκ-06	5482958

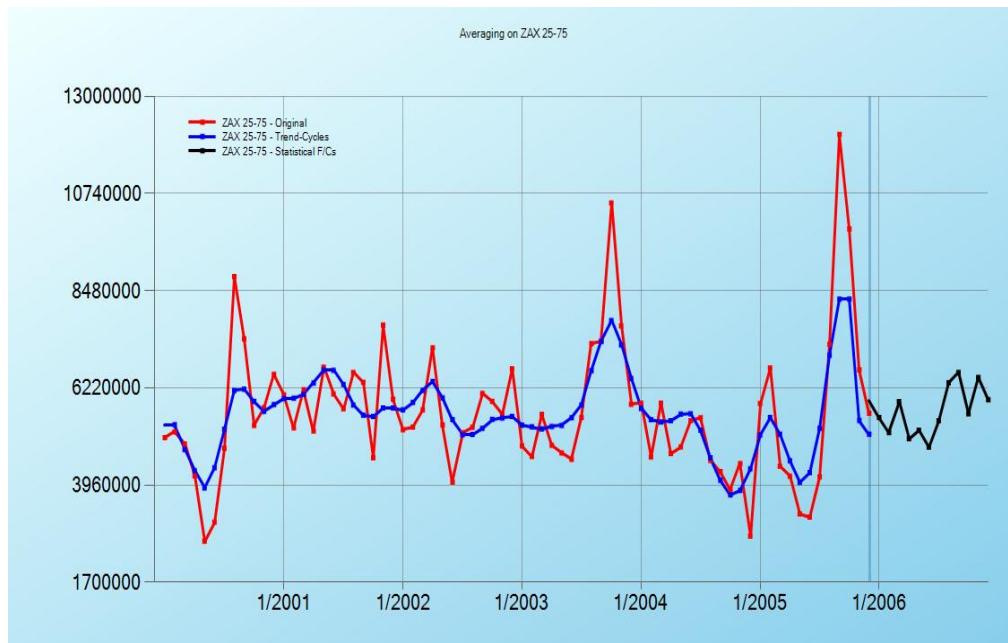
11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (70%) – ECLECTIC (30%)



Statistical	
Bias (%)	-6.21%
MAE	974534
MSE	2.12603E+12
RMSE	1458092
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.714
Residual Erros (Max Error)	5123

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5500821
Φεβ-06	5152390
Μαρ-06	5867426
Απρ-06	5006083
Μαϊ-06	5205503
Ιουν-06	4809339
Ιουλ-06	5420124
Αυγ-06	6293228
Σεπ-06	6530450
Οκτ-06	5580514
Νοε-06	6417688
Δεκ-06	5901575

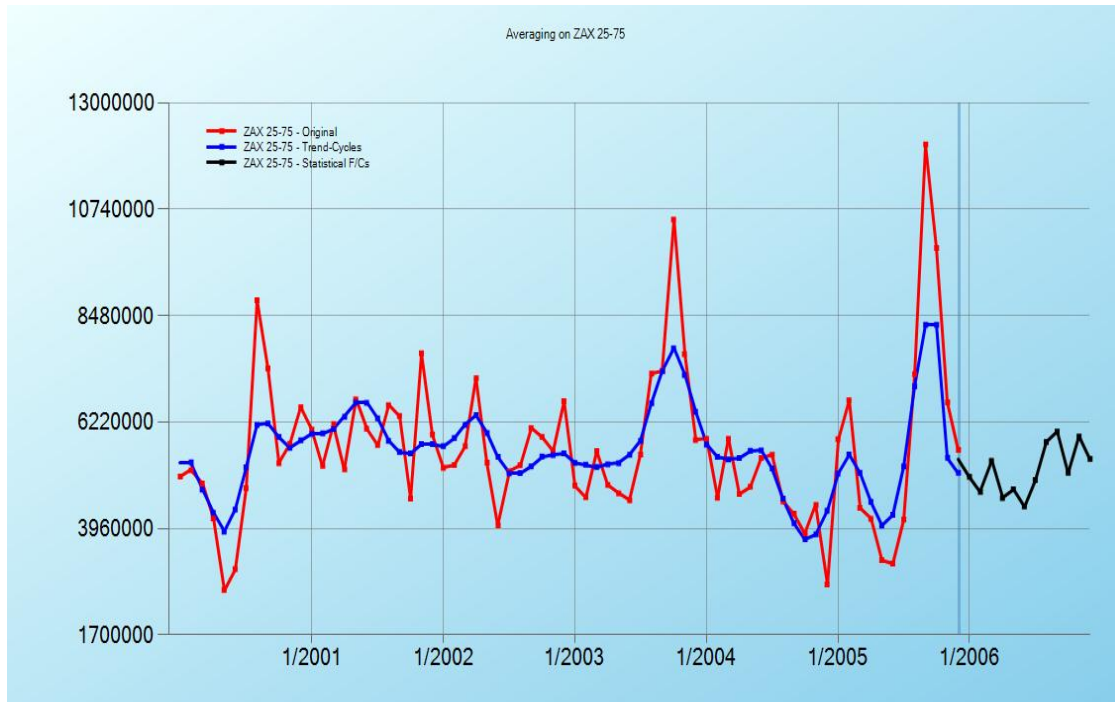
12. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (60%) – HOLT (20%) – TREND(20%)



Statistical	
Bias (%)	-6,21%
MAE	975863
MSE	2,12445E+12
RMSE	1457551
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,73
Residual Erros (Max Error)	72,63

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5533025
Φεβ-06	5183381
Μαρ-06	5903659
Απρ-06	5037800
Μαϊ-06	5239318
Ιουν-06	4841352
Ιουλ-06	5457072
Αυγ-06	6337137
Σεπ-06	6577061
Οκτ-06	5621241
Νοε-06	6465554
Δεκ-06	5946538

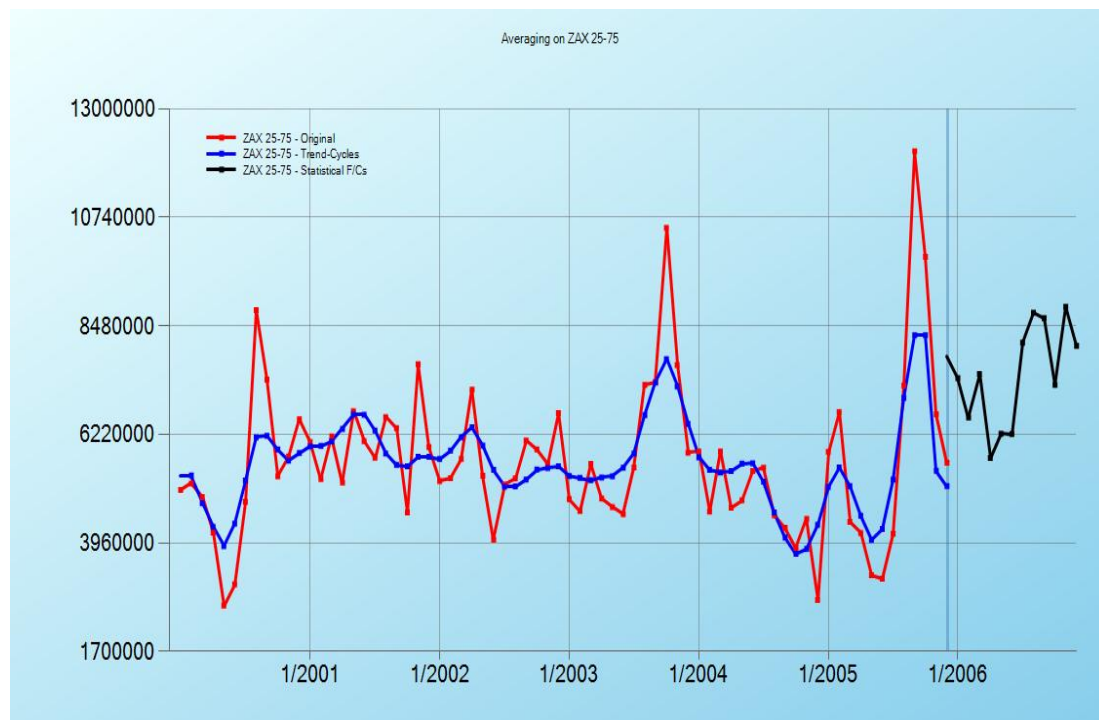
13. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΗΤΑ (50%) – DAMPED (20%) – TREND(30%)



Statistical	
Bias (%)	3,15%
MAE	1046685
MSE	2,40448E+12
RMSE	1550637
MAPE	-0,03%
Symmetric MAPE	-0,06%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,738
Residual Erros (Max Error)	100,2

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5060228
Φεβ-06	4740842
Μαρ-06	5400058
Απρ-06	4608429
Μαϊ-06	4793156
Ιουν-06	4429434
Ιουλ-06	4993167
Αυγ-06	5798883
Σεπ-06	6018910
Οκτ-06	5144616
Νοε-06	5917812
Δεκ-06	5443201

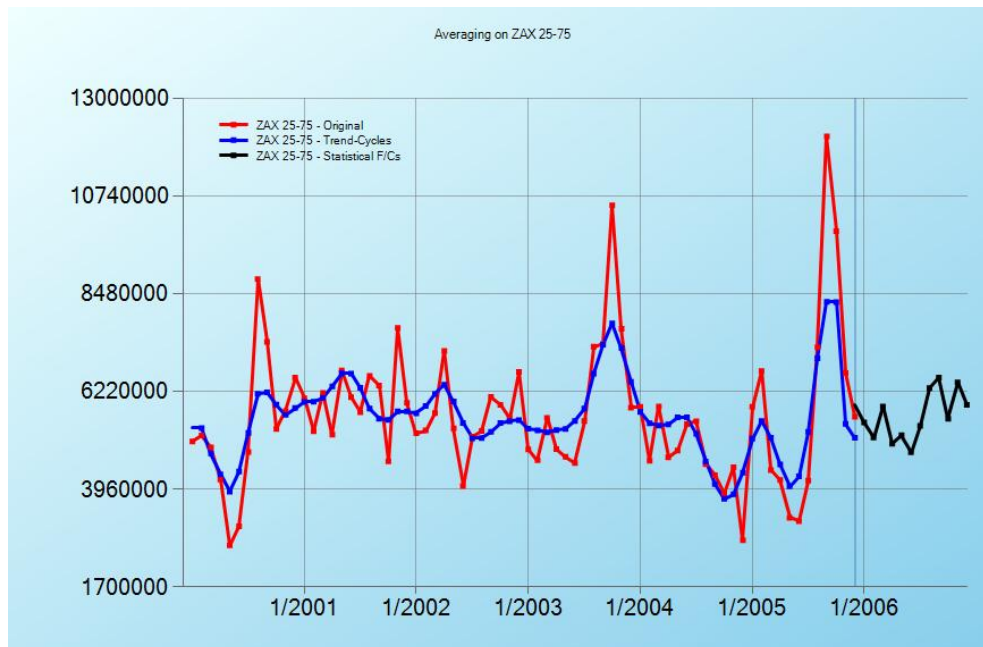
14. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ WINTERS(40%) – ECLECTIC(30%) - DAMPED (30%)



Statistical	
Bias (%)	-17,87%
MAE	1274213
MSE	2,8465E+12
RMSE	1687156
MAPE	0,18%
Symmetric MAPE	0,13%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	1,672
Residual Erros (Max Error)	162,4

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	7392384
Φεβ-06	6571993
Μαρ-06	7476290
Απρ-06	5729344
Μαϊ-06	6235027
Ιουν-06	6230978
Ιουλ-06	8130703
Αυγ-06	8754073
Σεπ-06	8641993
Οκτ-06	7250996
Νοε-06	8876719
Δεκ-06	8064476

15. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE(70%) – HOLT(15%) – DAMPED(15%)



Statistical	
Bias (%)	-5.98%
MAE	974320
MSE	2.1263E+12
RMSE	1458182
MAPE	0.06%
Symmetric MAPE	0.03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0.72
Residual Errors (Max Error)	159.4

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5500821
Φεβ-06	5152700
Μαρ-06	5868132
Απρ-06	5006986
Μαϊ-06	5206755
Ιουν-06	4810785
Ιουλ-06	5422080
Αυγ-06	6295878
Σεπ-06	6533592
Οκτ-06	5583535
Νοε-06	6421548
Δεκ-06	5905480

Συνοπτικά, σύγκριση των παραπάνω μεθόδων με βάση το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) γίνεται στον παρακάτω πίνακα

A/A	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΒΑΡΟΣ	MSE
1	Single	100	2.126 E+12
2	Holt	100	2.123 E+12
3	Winters	100	8.105 E+12
4	Damped	100	2.138 E+12
5	Linear Trend	100	2.123 E+12
6	Exponential Trend	100	2.169 E+12
7	Theta	100	3.117 E+12
8	Eclectic	100	2.126 E+12
9	H-Trend	50-50	2.123 E+12
10	H-Theta	50-50	2.387 E+12
11	S-E	70-30	2.126 E+12
12	S-H-Trend	60-20-20	2.404 E+12
13	Theta-D-Trend	50-20-30	2.311 E+12
14	W-E-D	40-30-30	2.846 E+12
15	S-H-D	70-15-15	2.126 E+12

Παρατηρούμε ότι οι μέθοδοι Holt, Linear Trend και ο συνδυασμός Holt - Trend δίνουν πρόβλεψη με το μικρότερο MSE και για αυτό το λόγο μπορούν να θεωρηθούν οι πιο κατάλληλες για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

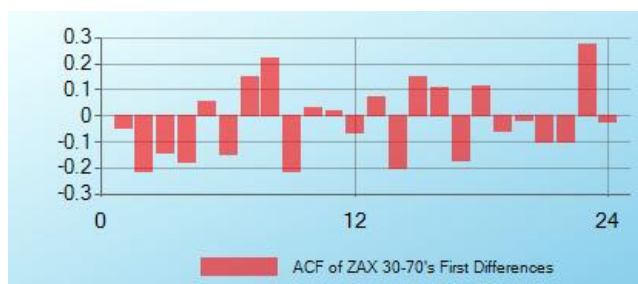
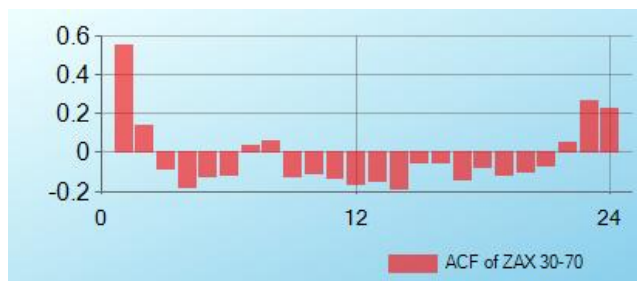
4.6.2.2 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70

Για τη χρονοσειρά που έχει προκύψει μετά την εν λόγω εξομάλυνση, παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες οι στατιστικοί δείκτες, οι δείκτες εποχικότητας, οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης, τα οποία είναι κοινά για όλες τις μεθόδους που εξετάζουμε:

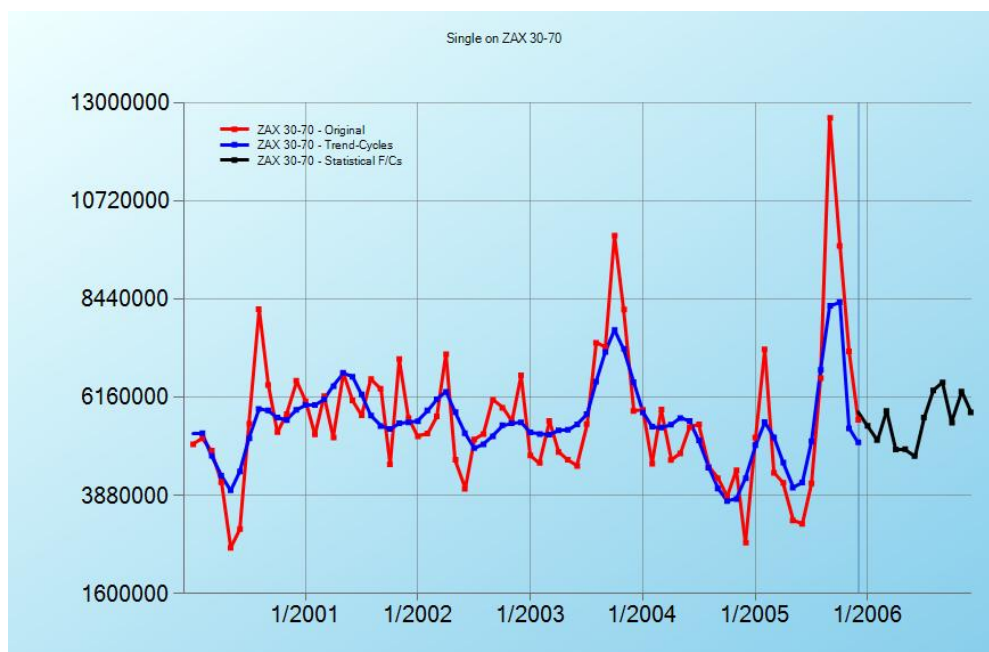
Statistical	
Number of Periods with Data	72
Mean	5625402
Max Value	12641315
Min Value	2659328
R-Square	0,007
MAD	1109271
Average Percentage Errors	
Original Data	3,441
Deseasonalized Data	3,023

Seasonal Indices	
1	97,95055
2	91,99319
3	104,0025
4	88,15847
5	88,18107
6	85,37227
7	101,3155
8	112,5633
9	115,8715
10	99,14136
11	112,0229
12	103,4273

ACF		
1	0,551	-0,045
2	0,142	-0,21
3	-0,08	-0,139
4	-0,18	-0,179
5	-0,125	0,055
6	-0,117	-0,15
7	0,032	0,148
8	0,058	0,221
9	-0,12	-0,212
10	-0,111	0,034
11	-0,132	0,019
12	-0,167	-0,065
13	-0,145	0,07
14	-0,189	-0,2
15	-0,05	0,15
16	-0,049	0,107
17	-0,14	-0,173
18	-0,077	0,112
19	-0,116	-0,059
20	-0,098	-0,019
21	-0,064	-0,098
22	0,052	-0,1
23	0,267	0,276
24	0,229	-0,021



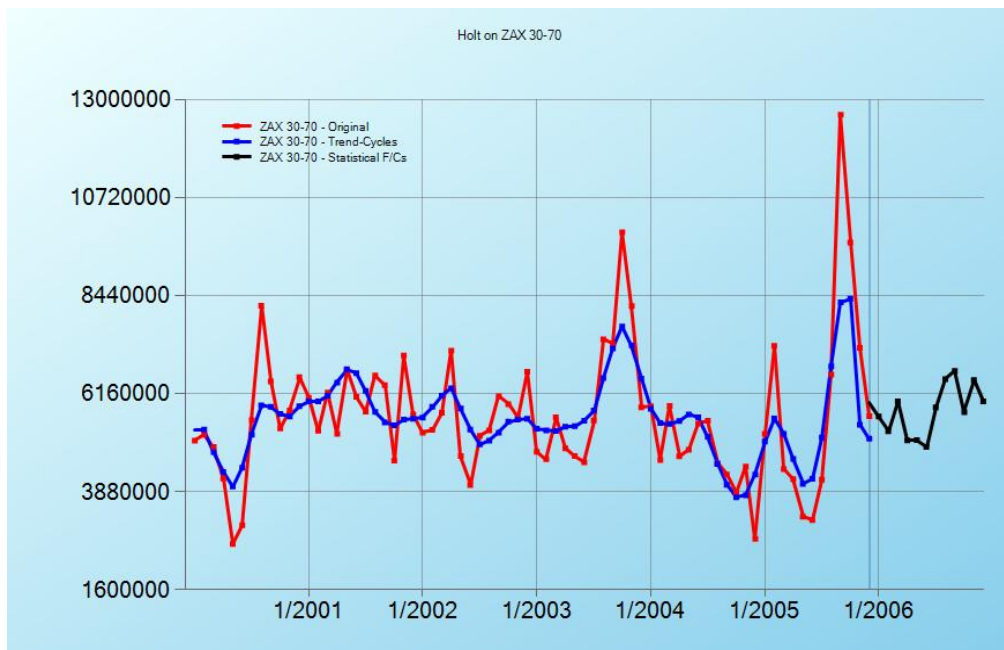
1. ΜΕΘΟΔΟΣ SINGLE



Statistical	
Bias (%)	-5,99%
MAE	943804
MSE	2,07821E+12
RMSE	1441599
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,647
Residual Erros (Max Error)	80,86

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5495740
Φεβ-06	5161489
Μαρ-06	5835296
Απρ-06	4946333
Μαϊ-06	4947601
Ιουν-06	4790007
Ιουλ-06	5684540
Αυγ-06	6315625
Σεπ-06	6501236
Οκτ-06	5562553
Νοε-06	6285303
Δεκ-06	5803027

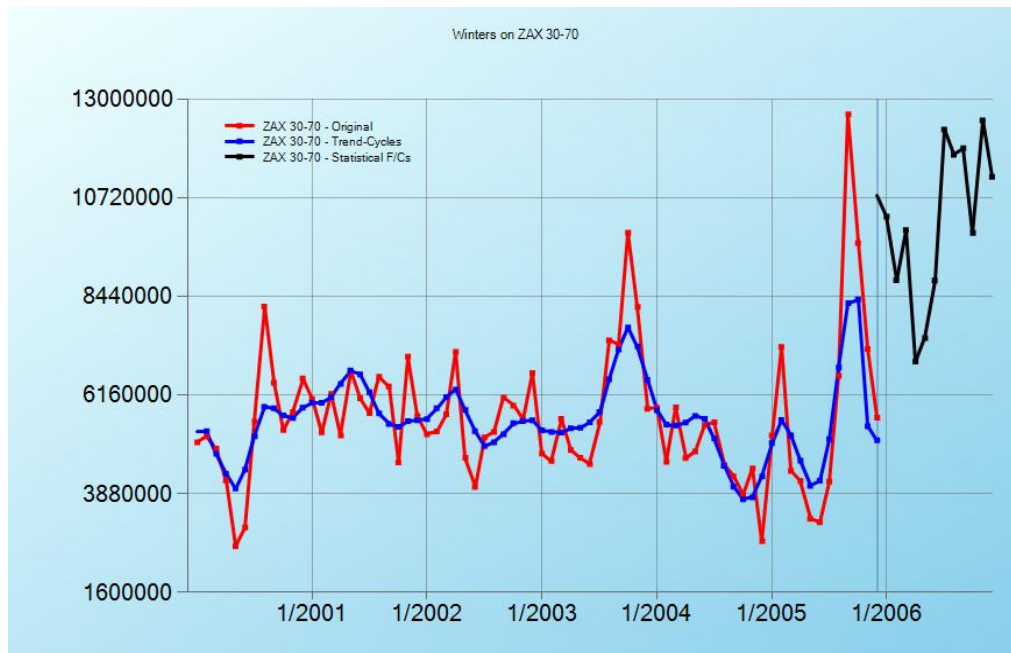
2. ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT



Statistical	
Bias (%)	-6,02%
MAE	948276
MSE	2,07007E+12
RMSE	1438774
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,71
Residual Erros (Max Error)	157,2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5622836
Φεβ-06	5284125
Μαρ-06	5977639
Απρ-06	5070125
Μαϊ-06	5074560
Ιουν-06	4915957
Ιουλ-06	5837613
Αυγ-06	6489692
Σεπ-06	6684538
Οκτ-06	5722914
Νοε-06	6470482
Δεκ-06	5977674

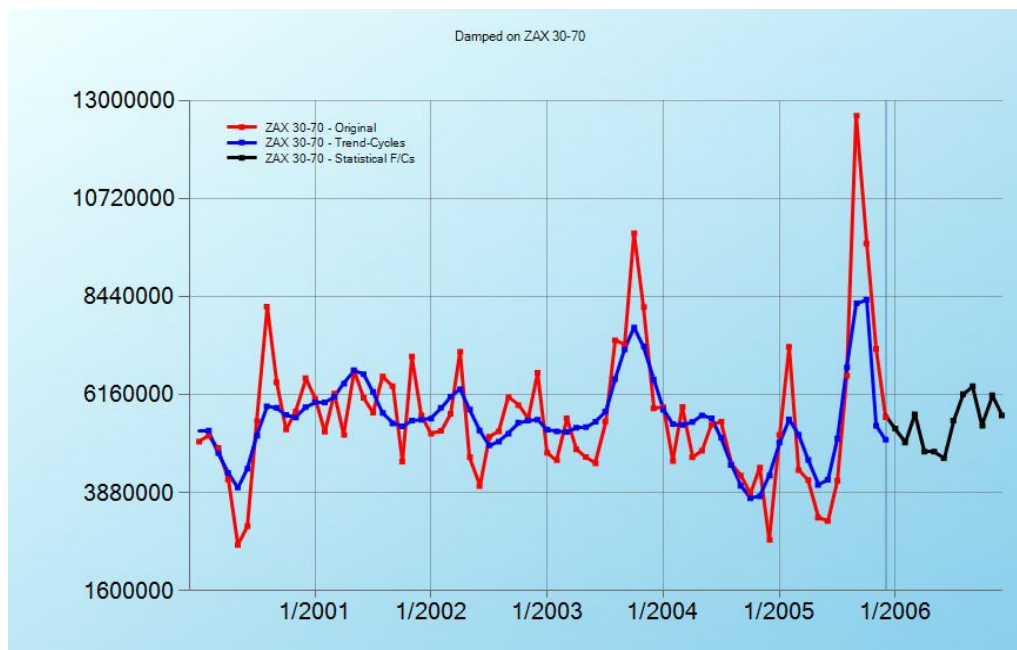
3. ΜΕΘΟΔΟΣ WINTERS



Statistical	
Bias (%)	-36,11%
MAE	2024279
MSE	7,60538E+12
RMSE	2757785
MAPE	0,36%
Symmetric MAPE	0,24%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	3,545
Residual Erros (Max Error)	0

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	10280284
Φεβ-06	8806128
Μαρ-06	9968391
Απρ-06	6927429
Μαϊ-06	7469576
Ιουν-06	8802370
Ιουλ-06	12287233
Αυγ-06	11708647
Σεπ-06	11859137
Οκτ-06	9901160
Νοε-06	12504095
Δεκ-06	11200292

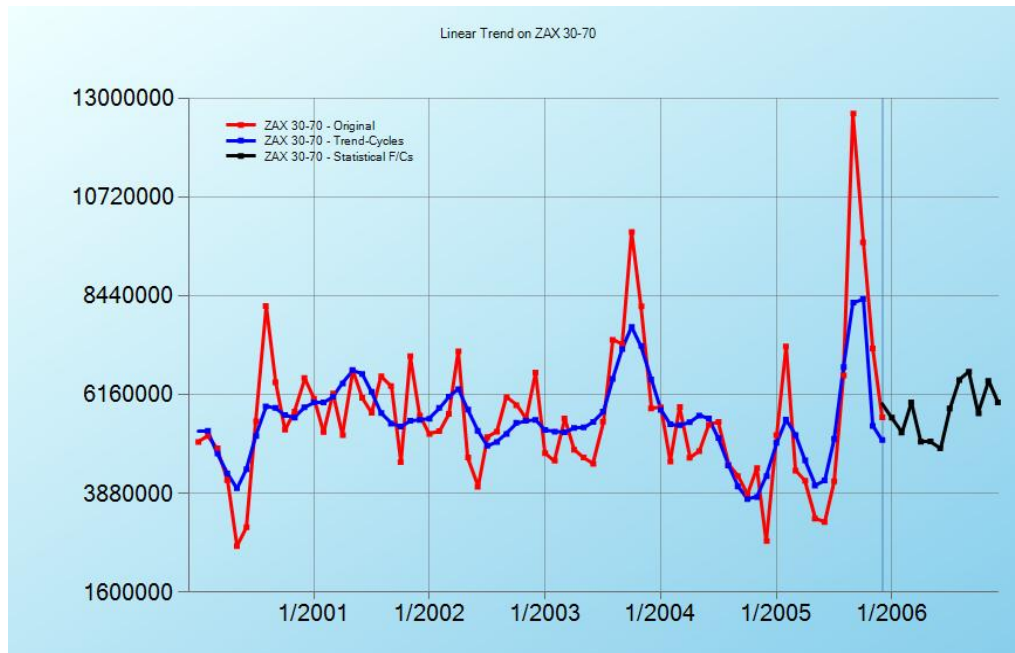
4. ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED



Statistical	
Bias (%)	-3,54%
MAE	924869
MSE	2,10292E+12
RMSE	1450145
MAPE	0,04%
Symmetric MAPE	0,01%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,646
Residual Erros (Max Error)	452,9

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5368644
Φεβ-06	5042123
Μαρ-06	5700347
Απρ-06	4831943
Μαϊ-06	4833182
Ιουν-06	4679232
Ιουλ-06	5553078
Αυγ-06	6169568
Σεπ-06	6350886
Οκτ-06	5433912
Νοε-06	6139947
Δεκ-06	5668825

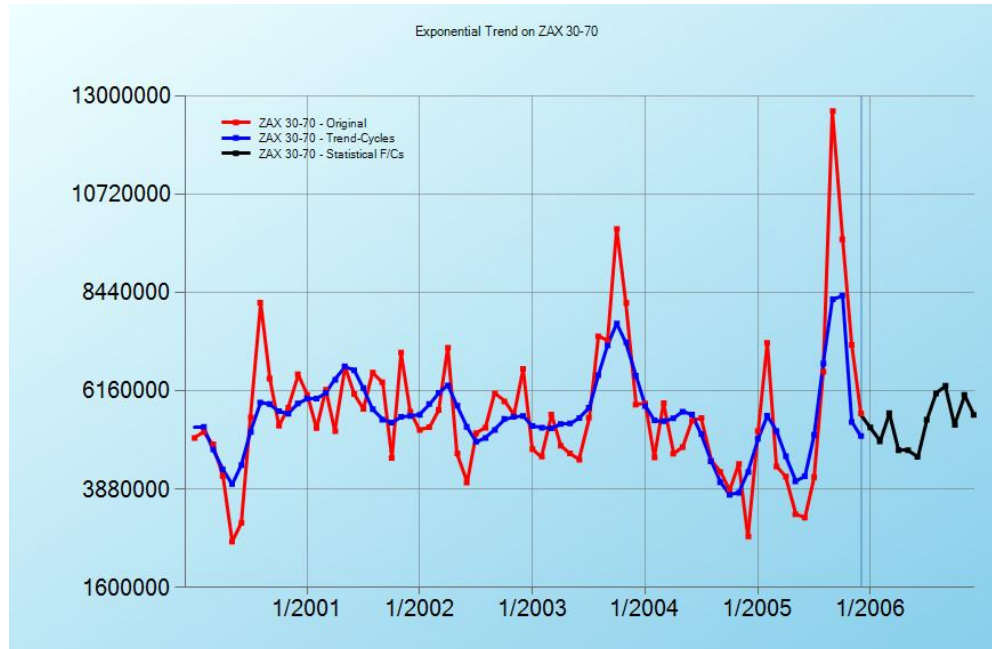
5. ΜΕΘΟΔΟΣ LINEAR TREND



Statistical	
Bias (%)	-6,02%
MAE	948276
MSE	2,07007E+12
RMSE	1438774
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,71
Residual Erros (Max Error)	157,2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5622836
Φεβ-06	5284125
Μαρ-06	5977639
Απρ-06	5070125
Μαϊ-06	5074560
Ιουν-06	4915957
Ιουλ-06	5837613
Αυγ-06	6489692
Σεπ-06	6684538
Οκτ-06	5722914
Νοε-06	6470482
Δεκ-06	5977674

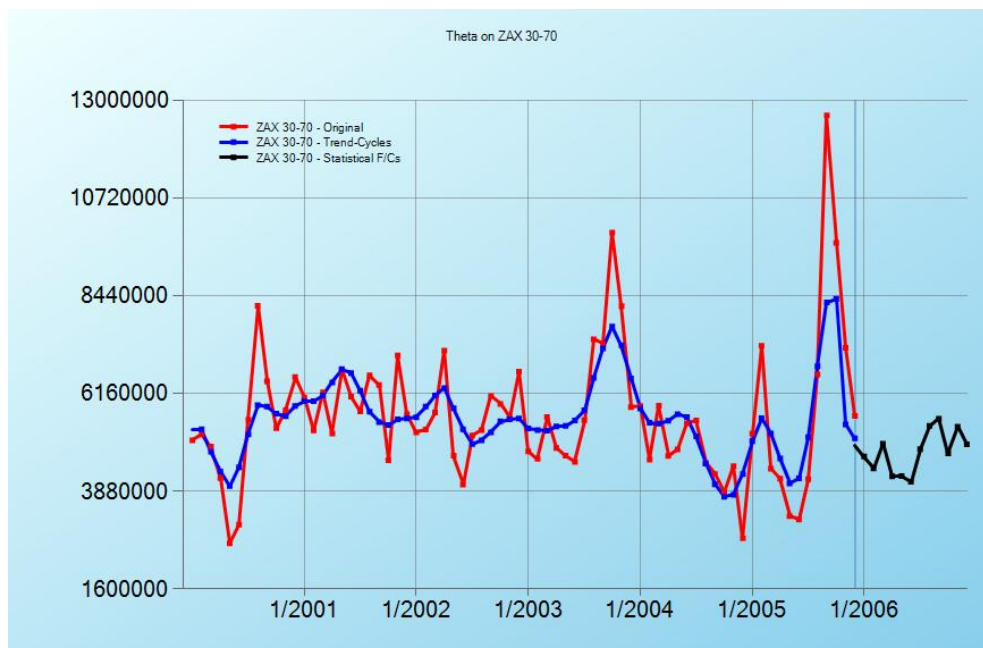
6. ΜΕΘΟΔΟΣ EXPONENTIAL TREND



Statistical	
Bias (%)	-2,93%
MAE	924430
MSE	2,11758E+12
RMSE	1455192
MAPE	0,03%
Symmetric MAPE	0%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,632
Residual Erros (Max Error)	709,6

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5309037
Φεβ-06	4985414
Μαρ-06	5635414
Απρ-06	4776205
Μαϊ-06	4776733
Ιουν-06	4623907
Ιουλ-06	5486620
Αυγ-06	6094843
Σεπ-06	6273051
Οκτ-06	5366532
Νοε-06	6062928
Δεκ-06	5596899

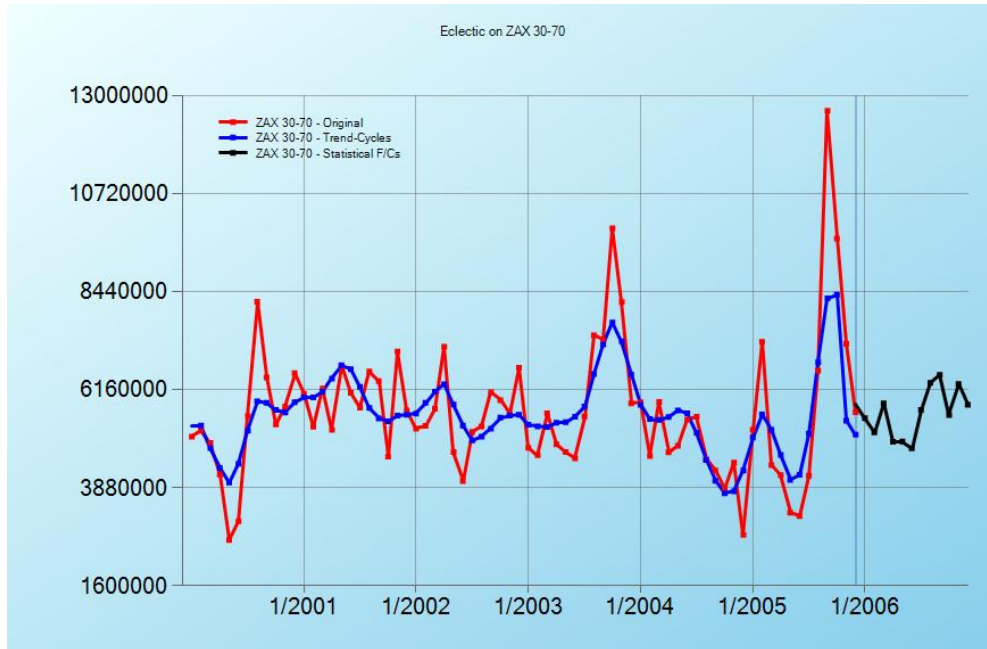
7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ



Statistical	
Bias (%)	10,79%
MAE	1220200
MSE	2,92226E+12
RMSE	1709461
MAPE	-0,11%
Symmetric MAPE	-0,14%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,684
Residual Erros (Max Error)	187,7

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	4688437
Φεβ-06	4404921
Μαρ-06	4981811
Απρ-06	4224437
Μαϊ-06	4227087
Ιουν-06	4093961
Ιουλ-06	4860309
Αυγ-06	5401889
Σεπ-06	5562706
Οκτ-06	4761296
Νοε-06	5381928
Δεκ-06	4970807

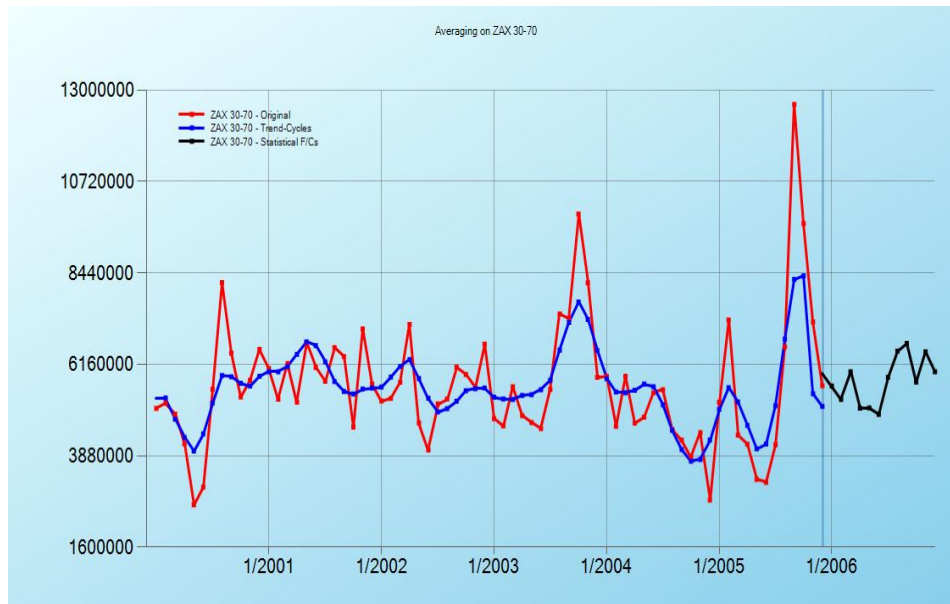
8. ΜΕΘΟΔΟΣ ECLECTIC



Statistical	
Bias (%)	-5,99%
MAE	943804
MSE	2,07821E+12
RMSE	1441599
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,647
Residual Erros (Max Error)	80,86

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5495740
Φεβ-06	5161489
Μαρ-06	5835296
Απρ-06	4946333
Μαϊ-06	4947601
Ιουν-06	4790007
Ιουλ-06	5684540
Αυγ-06	6315625
Σεπ-06	6501236
Οκτ-06	5562553
Νοε-06	6285303
Δεκ-06	5803027

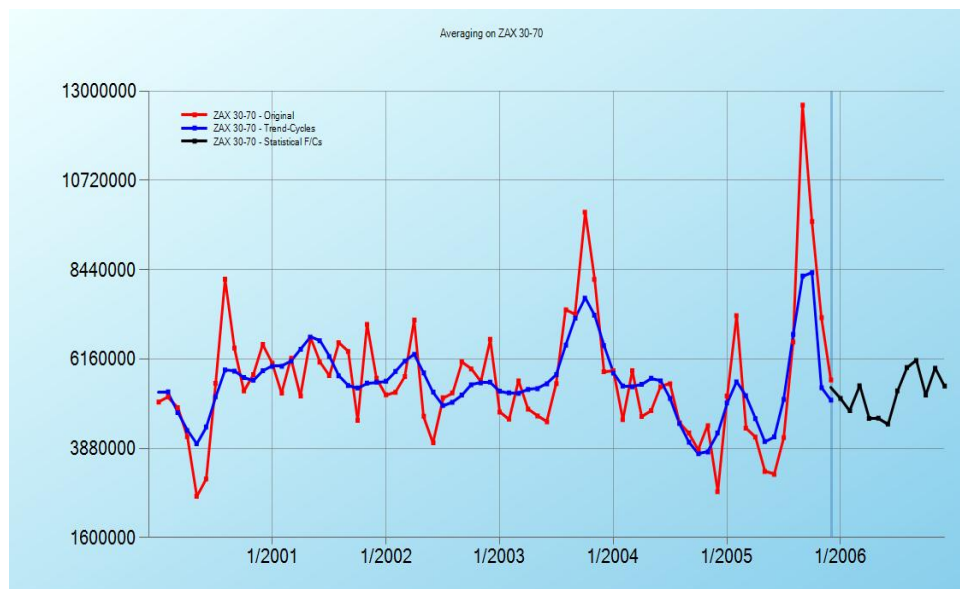
9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – TREND (50%)



Statistical	
Bias (%)	-6,02%
MAE	948276
MSE	2,07007E+12
RMSE	1438774
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,71
Residual Erros (Max Error)	157,2

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5622836
Φεβ-06	5284125
Μαρ-06	5977639
Απρ-06	5070125
Μαΐ-06	5074560
Ιουν-06	4915957
Ιουλ-06	5837613
Αυγ-06	6489692
Σεπ-06	6684538
Οκτ-06	5722914
Νοε-06	6470482
Δεκ-06	5977674

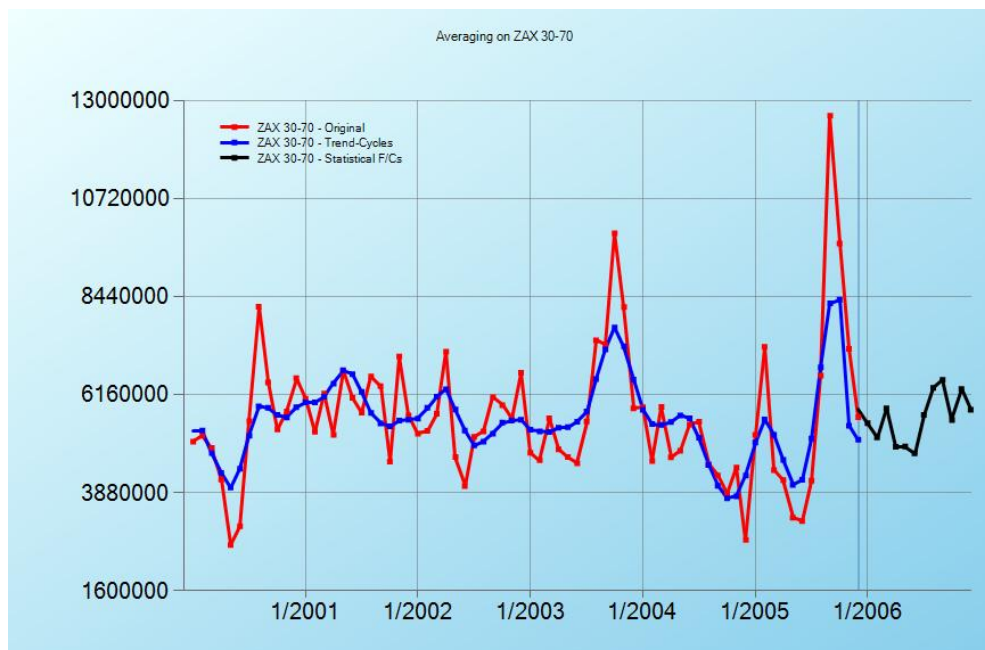
10. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – ΘΗΤΑ (50%)



Statistical	
Bias (%)	2,39%
MAE	1002419
MSE	2,29603E+12
RMSE	1515265
MAPE	-0,02%
Symmetric MAPE	-0,05%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,698
Residual Erros (Max Error)	80,47

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5155637
Φεβ-06	4844523
Μαρ-06	5479725
Απρ-06	4647281
Μαϊ-06	4650824
Ιουν-06	4504959
Ιουλ-06	5348961
Αυγ-06	5945791
Σεπ-06	6123622
Οκτ-06	5242105
Νοε-06	5926205
Δεκ-06	5474241

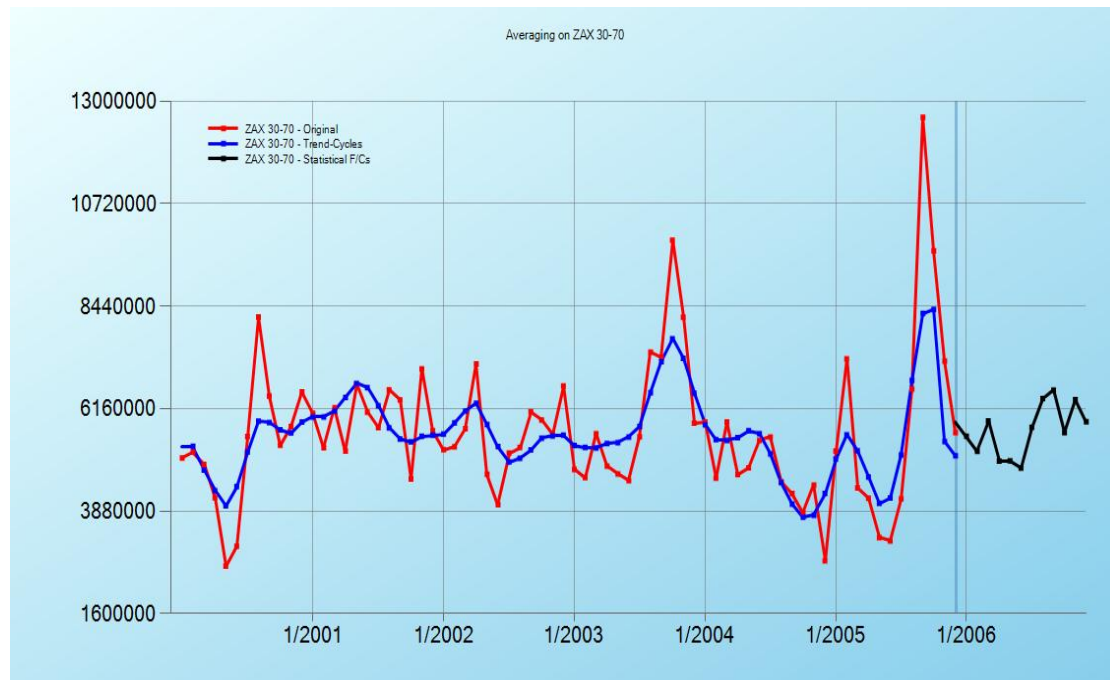
11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (70%) – ECLECTIC (30%)



Statistical	
Bias (%)	-5,99%
MAE	943804
MSE	2,07821E+12
RMSE	1441599
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,647
Residual Erros (Max Error)	80,86

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5495740
Φεβ-06	5161489
Μαρ-06	5835296
Απρ-06	4946333
Μαϊ-06	4947601
Ιουν-06	4790007
Ιουλ-06	5684540
Αυγ-06	6315625
Σεπ-06	6501236
Οκτ-06	5562553
Νοε-06	6285303
Δεκ-06	5803027

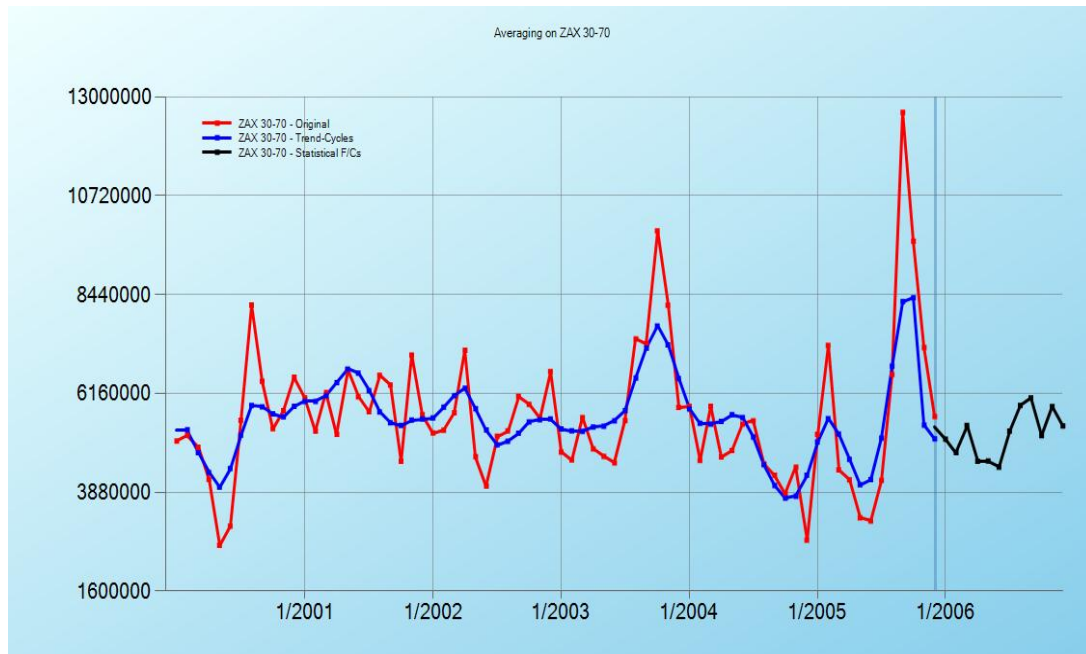
12. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (60%) – HOLT (20%) – TREND(20%)



Statistical	
Bias (%)	-6,00%
MAE	944686
MSE	2,07363E+12
RMSE	1440010
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,672
Residual Erros (Max Error)	66,8

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5546578
Φεβ-06	5210543
Μαρ-06	5892233
Απρ-06	4995850
Μαϊ-06	4998385
Ιουν-06	4840387
Ιουλ-06	5745769
Αυγ-06	6385252
Σεπ-06	6574557
Οκτ-06	5626698
Νοε-06	6359375
Δεκ-06	5872886

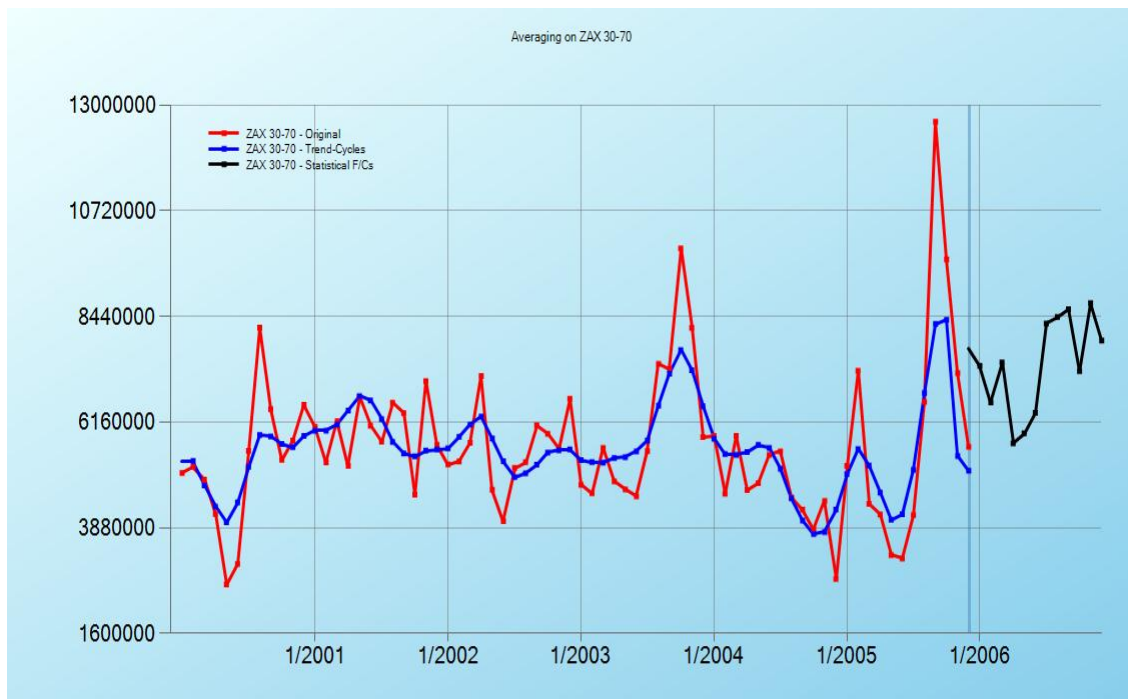
13. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΗΤΑ (50%) – DAMPED (20%) – TREND(30%)



Statistical	
Bias (%)	2,88%
MAE	1010603
MSE	2,32303E+12
RMSE	1524148
MAPE	-0,03%
Symmetric MAPE	-0,06%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,685
Residual Erros (Max Error)	70,52

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5104798
Φεβ-06	4796123
Μαρ-06	5424267
Απρ-06	4599645
Μαϊ-06	4602548
Ιουν-06	4457614
Ιουλ-06	5292054
Αυγ-06	5881766
Σεπ-06	6056892
Οκτ-06	5184305
Νοε-06	5860098
Δεκ-06	5412471

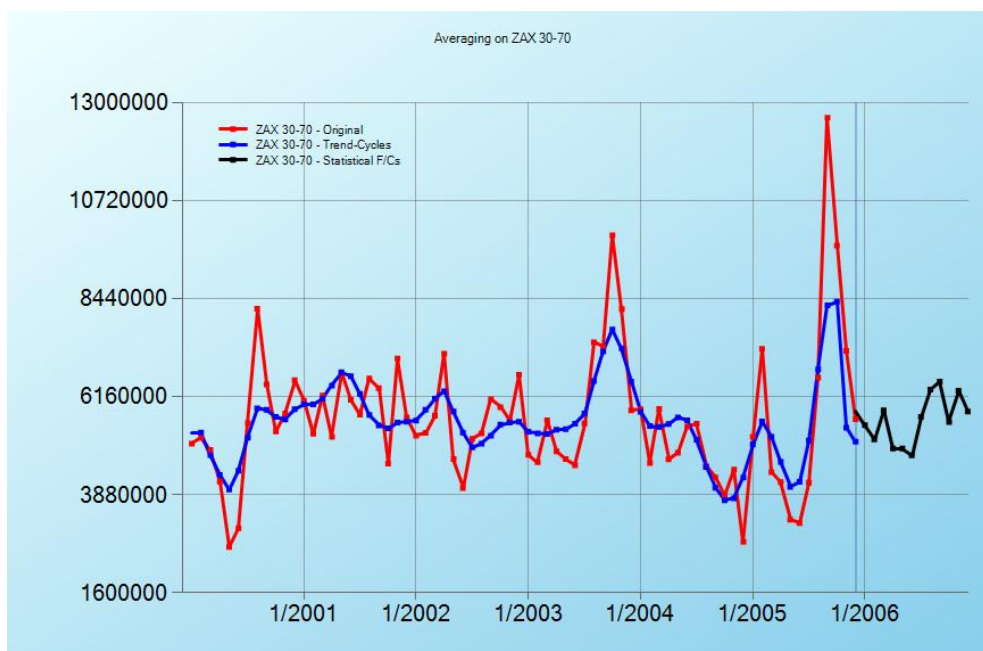
14. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ WINTERS(40%) – ECLECTIC(30%) - DAMPED (30%)



Statistical	
Bias (%)	-17,30%
MAE	1234468
MSE	2,76293E+12
RMSE	1662207
MAPE	0,17%
Symmetric MAPE	0,12%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	1,532
Residual Erros (Max Error)	93,12

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	7371429
Φεβ-06	6583535
Μαρ-06	7448050
Απρ-06	5704454
Μαϊ-06	5922065
Ιουν-06	6361720
Ιουλ-06	8286179
Αυγ-06	8429017
Σεπ-06	8599291
Οκτ-06	7259404
Νοε-06	8729213
Δεκ-06	7921672

15. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE(70%) – HOLT(15%) – DAMPED(15%)



Statistical	
Bias (%)	-5,63%
MAE	940542
MSE	2,07782E+12
RMSE	1441464
MAPE	0,06%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,656
Residual Erros (Max Error)	71,27

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5495740
Φεβ-06	5161979
Μαρ-06	5836405
Απρ-06	4947743
Μαϊ-06	4949482
Ιουν-06	4792283
Ιουλ-06	5687782
Αυγ-06	6319826
Σεπ-06	6506179
Οκτ-06	5567311
Νοε-06	6291277
Δεκ-06	5809094

Συνοπτικά, σύγκριση των παραπάνω μεθόδων με βάση το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) γίνεται στον παρακάτω πίνακα:

A/A	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΒΑΡΟΣ	MSE
1	Single	100	2.078 E+12
2	Holt	100	2.070 E+12
3	Winters	100	7.605 E+12
4	Damped	100	2.103 E+12
5	Linear Trend	100	2.070 E+12
6	Exponential Trend	100	2.117 E+12
7	Theta	100	2.922 E+12
8	Eclectic	100	2.078 E+12
9	H-Trend	50-50	2.070 E+12
10	H-Theta	50-50	2.296 E+12
11	S-E	70-30	2.078 E+12
12	S-H-Trend	60-20-20	2.074 E+12
13	Theta-D-Trend	50-20-30	2.323 E+12
14	W-E-D	40-30-30	2.763 E+12
15	S-H-D	70-15-15	2.078 E+12

Όμοια οι μέθοδοι Holt, Linear Trend και ο συνδυασμός Holt - Trend δίνουν πρόβλεψη με το μικρότερο MSE και για αυτό το λόγο μπορούν να θεωρηθούν οι πιο κατάλληλες για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

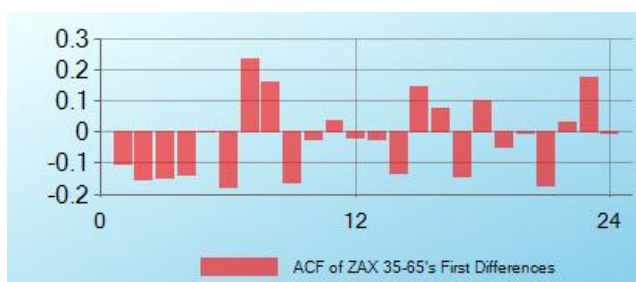
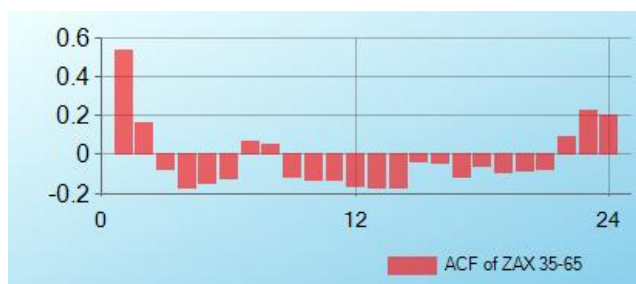
4.6.2.3 Χρονοσειρά με εξομάλυνση 35-65

Για τη χρονοσειρά που έχει προκύψει μετά την εν λόγω εξομάλυνση, παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες οι στατιστικοί δείκτες, οι δείκτες εποχικότητας, οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης, τα οποία είναι κοινά για όλες τις μεθόδους που εξετάζουμε:

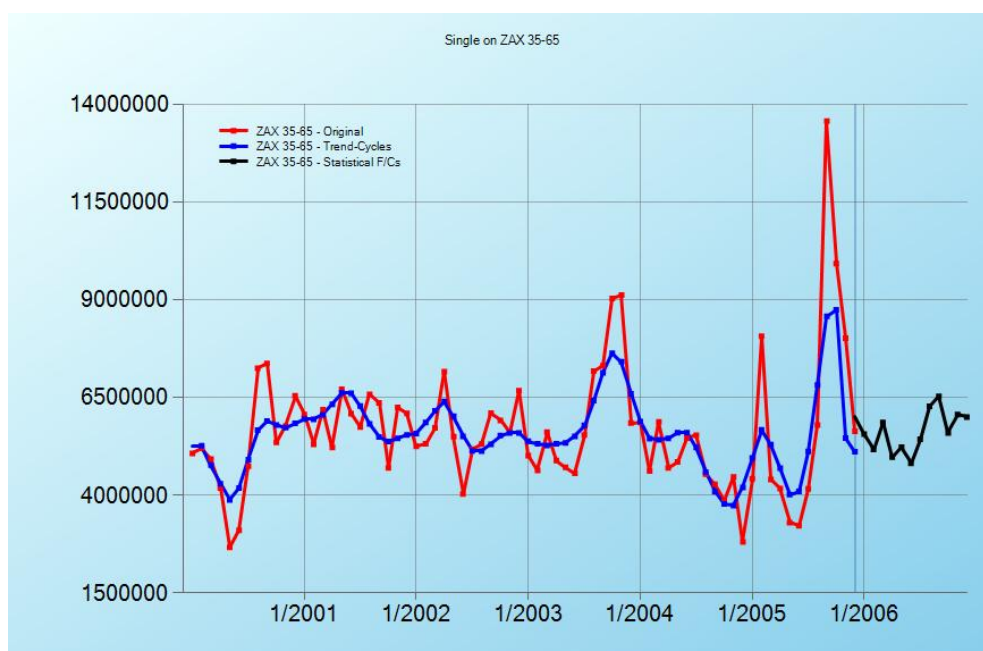
Statistical	
Number of Periods with Data	72
Mean	5636742
Max Value	13560730
Min Value	2659328
R-Square	0,011
MAD	1136054
Average Percentage Errors	
Original Data	3,512
Deseasonalized Data	3,175

Seasonal Indices	
1	98,85795
2	91,89409
3	104,1879
4	88,47879
5	92,96891
6	85,58115
7	96,59442
8	111,592
9	116,0222
10	99,38687
11	107,8268
12	106,6089

ACF		
1	0,533	-0,101
2	0,159	-0,15
3	-0,074	-0,148
4	-0,172	-0,136
5	-0,148	0
6	-0,123	-0,175
7	0,069	0,233
8	0,052	0,161
9	-0,115	-0,164
10	-0,134	-0,023
11	-0,131	0,038
12	-0,161	-0,019
13	-0,174	-0,024
14	-0,168	-0,132
15	-0,035	0,146
16	-0,041	0,076
17	-0,113	-0,141
18	-0,056	0,101
19	-0,094	-0,047
20	-0,085	-0,001
21	-0,076	-0,17
22	0,087	0,029
23	0,228	0,175
24	0,205	-0,003



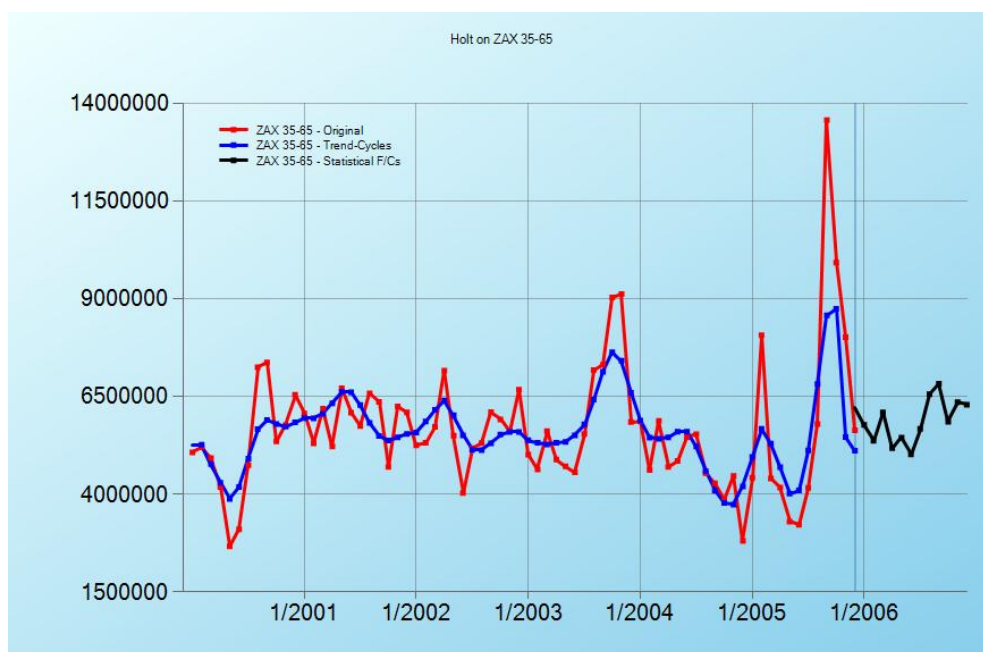
1. ΜΕΘΟΔΟΣ SINGLE



Statistical	
Bias (%)	-6,47%
MAE	994952
MSE	2,33316E+12
RMSE	1527468
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,643
Residual Erros (Max Error)	180,2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5556689
Φεβ-06	5165259
Μαρ-06	5856278
Απρ-06	4973289
Μαϊ-06	5225673
Ιουν-06	4810416
Ιουλ-06	5429459
Αυγ-06	6272455
Σεπ-06	6521473
Οκτ-06	5586419
Νοε-06	6060818
Δεκ-06	5992362

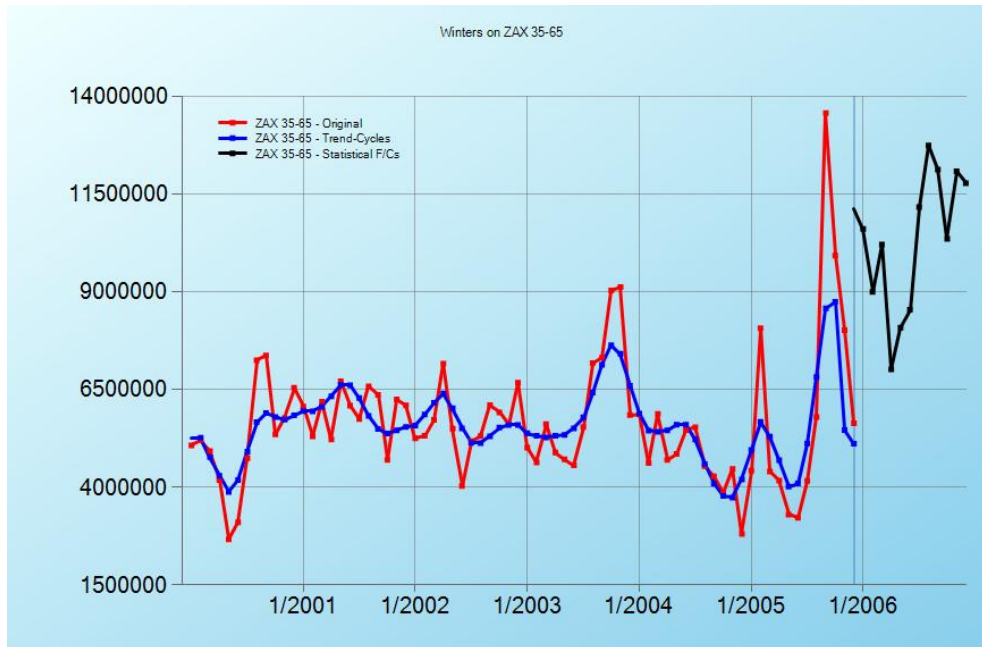
2. ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT



Statistical	
Bias (%)	-6,50%
MAE	1013216
MSE	2,31395E+12
RMSE	1521166
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,745
Residual Errors (Max Error)	94,74

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5765820
Φεβ-06	5364983
Μαρ-06	6088761
Απρ-06	5175847
Μαϊ-06	5443899
Ιουν-06	5016261
Ιουλ-06	5667391
Αυγ-06	6553797
Σεπ-06	6820709
Οκτ-06	5848511
Νοε-06	6351416
Δεκ-06	6285857

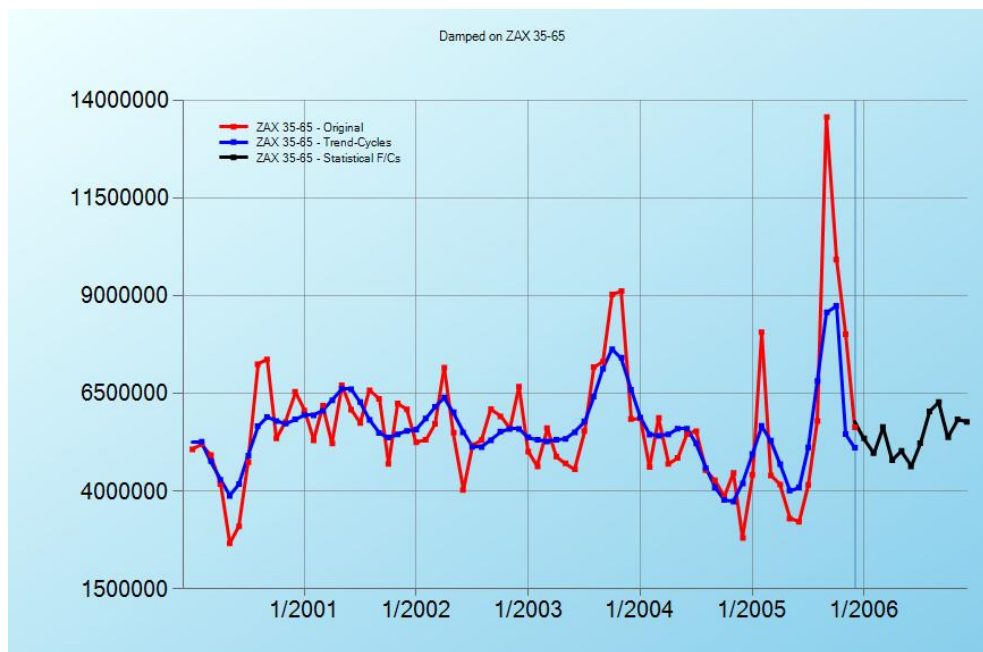
3. ΜΕΘΟΔΟΣ WINTERS



Statistical	
Bias (%)	-36,77%
MAE	2024208
MSE	7,65886E+12
RMSE	2767465
MAPE	0,37%
Symmetric MAPE	0,24%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	3,112
Residual Erros (Max Error)	0

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	10601276
Φεβ-06	8993156
Μαρ-06	10199852
Απρ-06	7011844
Μαϊ-06	8073548
Ιουν-06	8530342
Ιουλ-06	11158302
Αυγ-06	12731891
Σεπ-06	12116989
Οκτ-06	10345566
Νοε-06	12072014
Δεκ-06	11771262

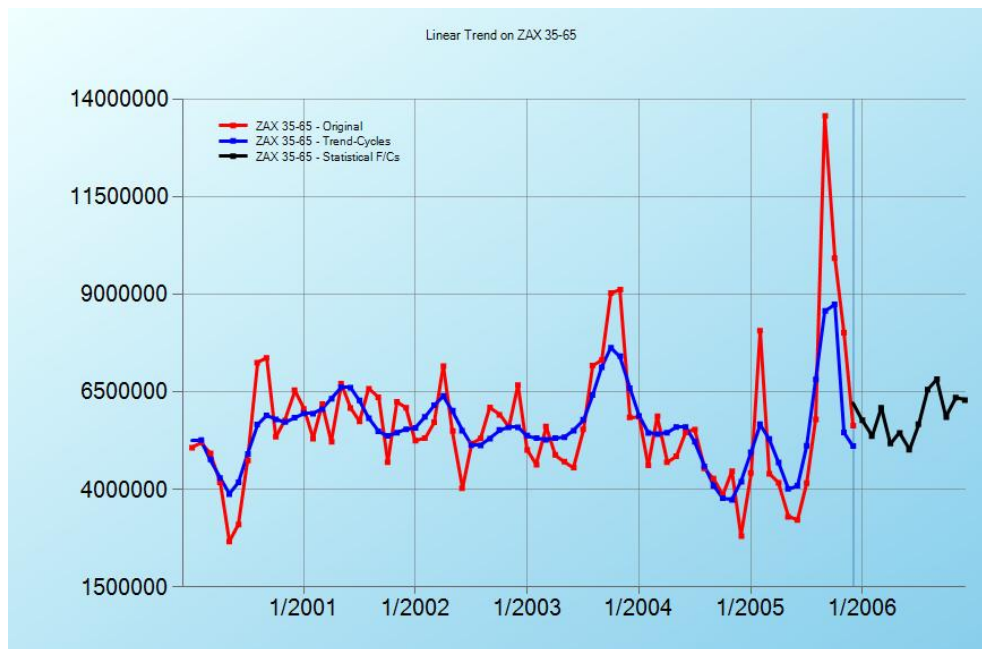
4. ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED



Statistical	
Bias (%)	-2,46%
MAE	981909
MSE	2,3921E+12
RMSE	1546641
MAPE	0,03%
Symmetric MAPE	-0,01%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,642
Residual Erros (Max Error)	97,26

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5347558
Φεβ-06	4970860
Μαρ-06	5635872
Απρ-06	4786115
Μαϊ-06	5029001
Ιουν-06	4629372
Ιουλ-06	5225116
Αυγ-06	6036386
Σεπ-06	6276032
Οκτ-06	5376170
Νοε-06	5832714
Δεκ-06	5766835

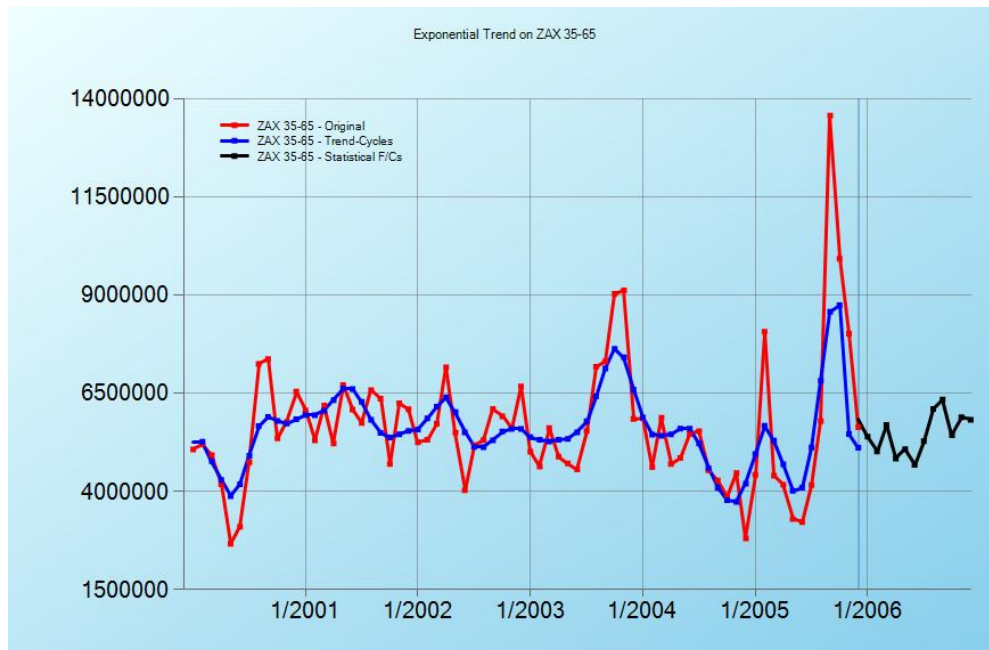
5. ΜΕΘΟΔΟΣ LINEAR TREND



Statistical	
Bias (%)	-6,50%
MAE	1013216
MSE	2,31395E+12
RMSE	1521166
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,745
Residual Erros (Max Error)	94,74

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5765820
Φεβ-06	5364983
Μαρ-06	6088761
Απρ-06	5175847
Μαϊ-06	5443899
Ιουν-06	5016261
Ιουλ-06	5667391
Αυγ-06	6553797
Σεπ-06	6820709
Οκτ-06	5848511
Νοε-06	6351416
Δεκ-06	6285857

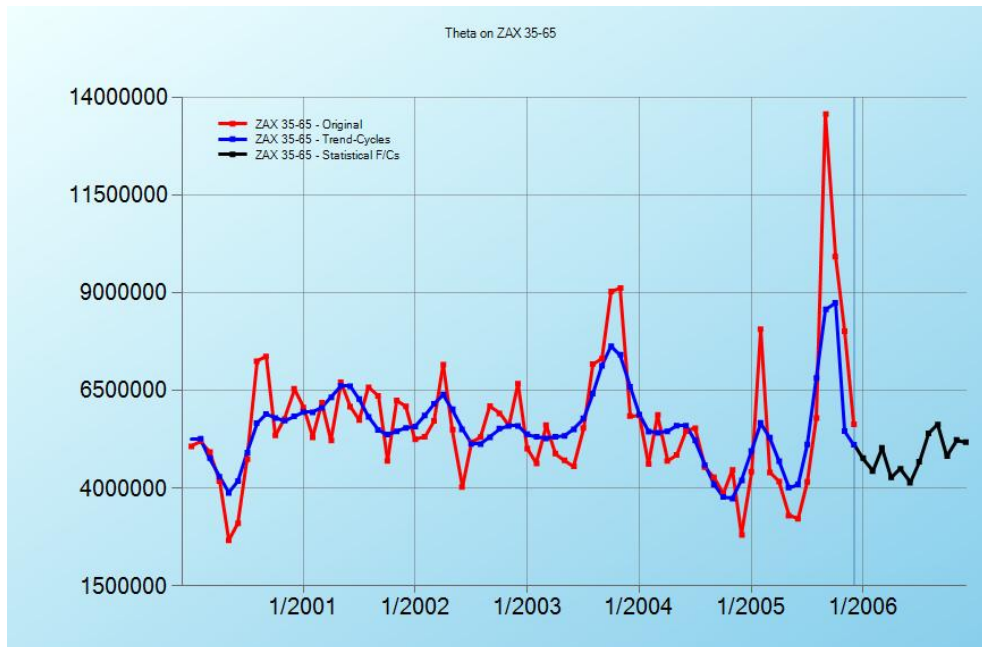
6. ΜΕΘΟΔΟΣ EXPONENTIAL TREND



Statistical	
Bias (%)	-3,16%
MAE	982357
MSE	2,37357E+12
RMSE	1540640
MAPE	0,03%
Symmetric MAPE	0%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,648
Residual Erros (Max Error)	53,47

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5394618
Φεβ-06	5014874
Μαρ-06	5686080
Απρ-06	4829013
Μαϊ-06	5074348
Ιουν-06	4671367
Ιουλ-06	5272799
Αυγ-06	6091799
Σεπ-06	6333985
Οκτ-06	5426105
Νοε-06	5887207
Δεκ-06	5821024

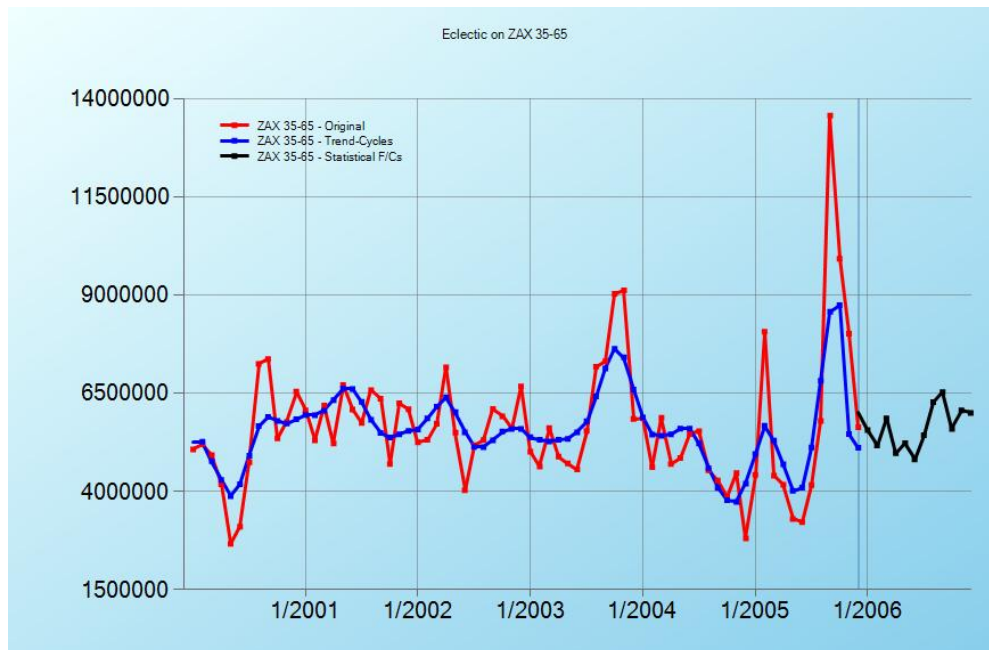
7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ



Statistical	
Bias (%)	10,68%
MAE	1253867
MSE	3,20494E+12
RMSE	1790235
MAPE	-0,11%
Symmetric MAPE	-0,14%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,704
Residual Erros (Max Error)	47,32

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	4765464
Φεβ-06	4432433
Μαρ-06	5028432
Απρ-06	4272827
Μαϊ-06	4492358
Ιουν-06	4137854
Ιουλ-06	4673145
Αυγ-06	5401947
Σεπ-06	5619768
Οκτ-06	4816882
Νοε-06	5229056
Δεκ-06	5173084

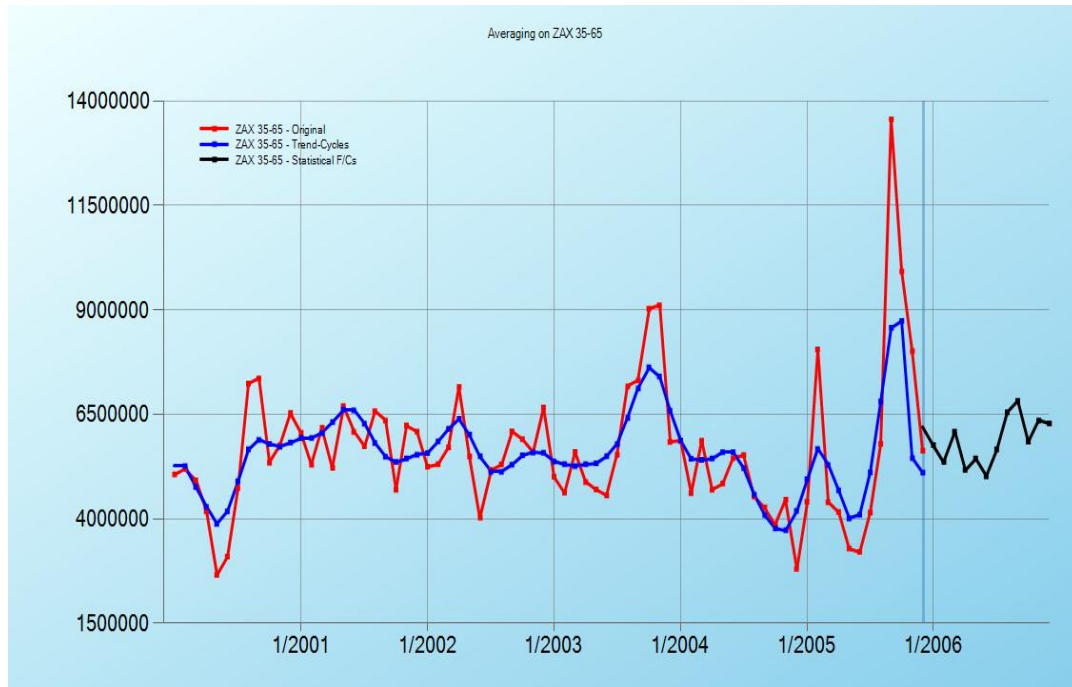
8. ΜΕΘΟΔΟΣ ECLECTIC



Statistical	
Bias (%)	-6,47%
MAE	994952
MSE	2,33316E+12
RMSE	1527468
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,643
Residual Erros (Max Error)	180,2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5556689
Φεβ-06	5165259
Μαρ-06	5856278
Απρ-06	4973289
Μαϊ-06	5225673
Ιουν-06	4810416
Ιουλ-06	5429459
Αυγ-06	6272455
Σεπ-06	6521473
Οκτ-06	5586419
Νοε-06	6060818
Δεκ-06	5992362

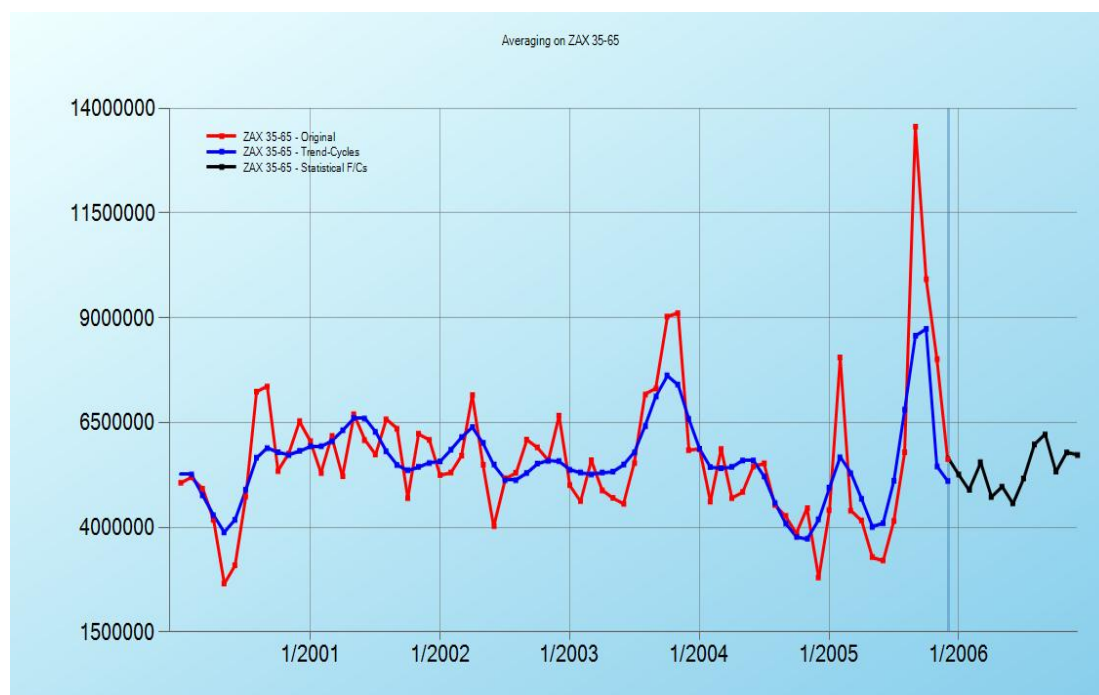
9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – TREND (50%)



Statistical	
Bias (%)	-6,50%
MAE	1013216
MSE	2,31395E+12
RMSE	1521166
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,745
Residual Erros (Max Error)	94,74

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5765820
Φεβ-06	5364983
Μαρ-06	6088761
Απρ-06	5175847
Μαϊ-06	5443899
Ιουν-06	5016261
Ιουλ-06	5667391
Αυγ-06	6553797
Σεπ-06	6820709
Οκτ-06	5848511
Νοε-06	6351416
Δεκ-06	6285857

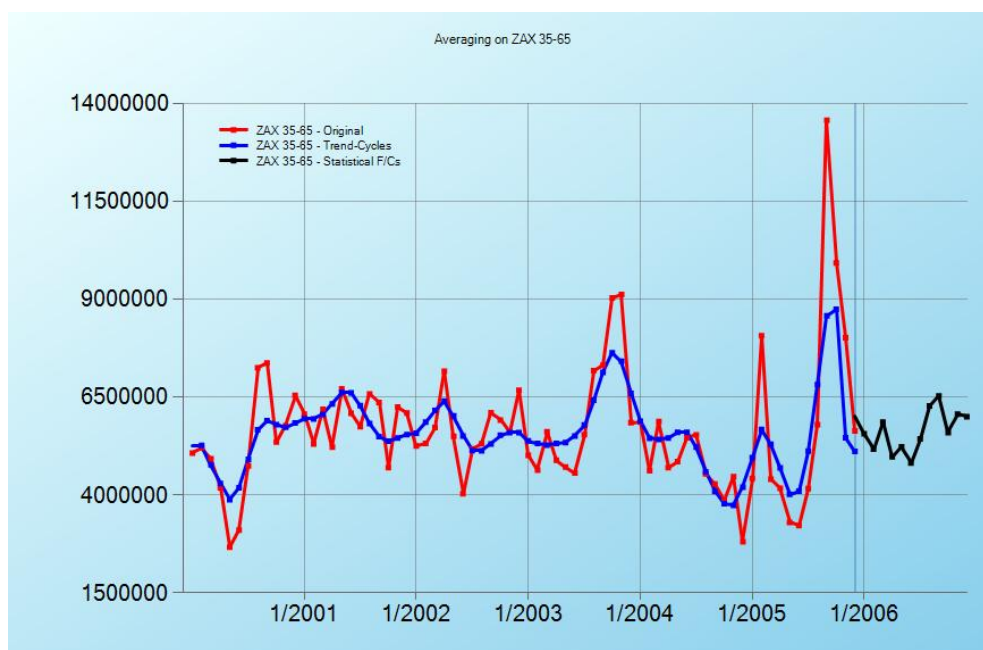
10. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ HOLT (50%) – ΘΗΤΑ (50%)



Statistical	
Bias (%)	2,09%
MAE	1044235
MSE	2,55113E+12
RMSE	1597226
MAPE	-0,02%
Symmetric MAPE	-0,05%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,726
Residual Erros (Max Error)	128,3

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5265642
Φεβ-06	4898708
Μαρ-06	5558597
Απρ-06	4724337
Μαϊ-06	4968129
Ιουν-06	4577057
Ιουλ-06	5170268
Αυγ-06	5977872
Σεπ-06	6220238
Οκτ-06	5332696
Νοε-06	5790236
Δεκ-06	5729470

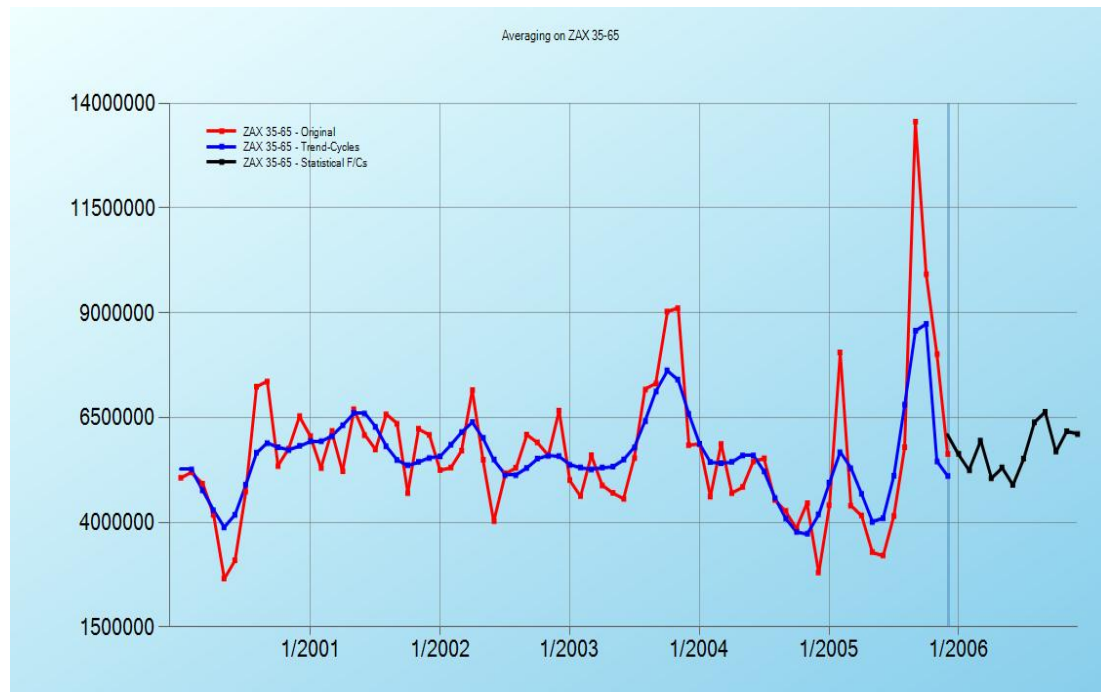
11. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (70%) – ECLECTIC (30%)



Statistical	
Bias (%)	-6,47%
MAE	994952
MSE	2,33316E+12
RMSE	1527468
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,643
Residual Erros (Max Error)	180,2

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5556689
Φεβ-06	5165259
Μαρ-06	5856278
Απρ-06	4973289
Μαϊ-06	5225673
Ιουν-06	4810416
Ιουλ-06	5429459
Αυγ-06	6272455
Σεπ-06	6521473
Οκτ-06	5586419
Νοε-06	6060818
Δεκ-06	5992362

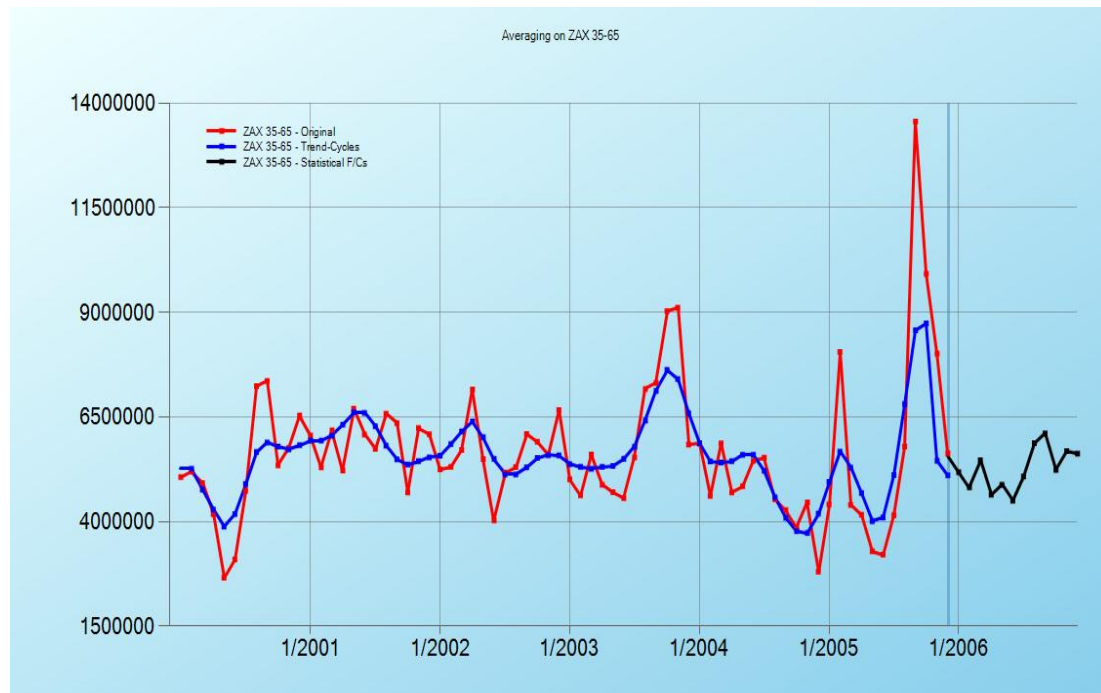
12. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE (60%) – HOLT (20%) – TREND(20%)



Statistical	
Bias (%)	-6,48%
MAE	1001993
MSE	2,32196E+12
RMSE	1523798
MAPE	0,07%
Symmetric MAPE	0,03%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,684
Residual Erros (Max Error)	119,4

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5640341
Φεβ-06	5245148
Μαρ-06	5949271
Απρ-06	5054312
Μαϊ-06	5312964
Ιουν-06	4892754
Ιουλ-06	5524632
Αυγ-06	6384992
Σεπ-06	6641167
Οκτ-06	5691256
Νοε-06	6177057
Δεκ-06	6109760

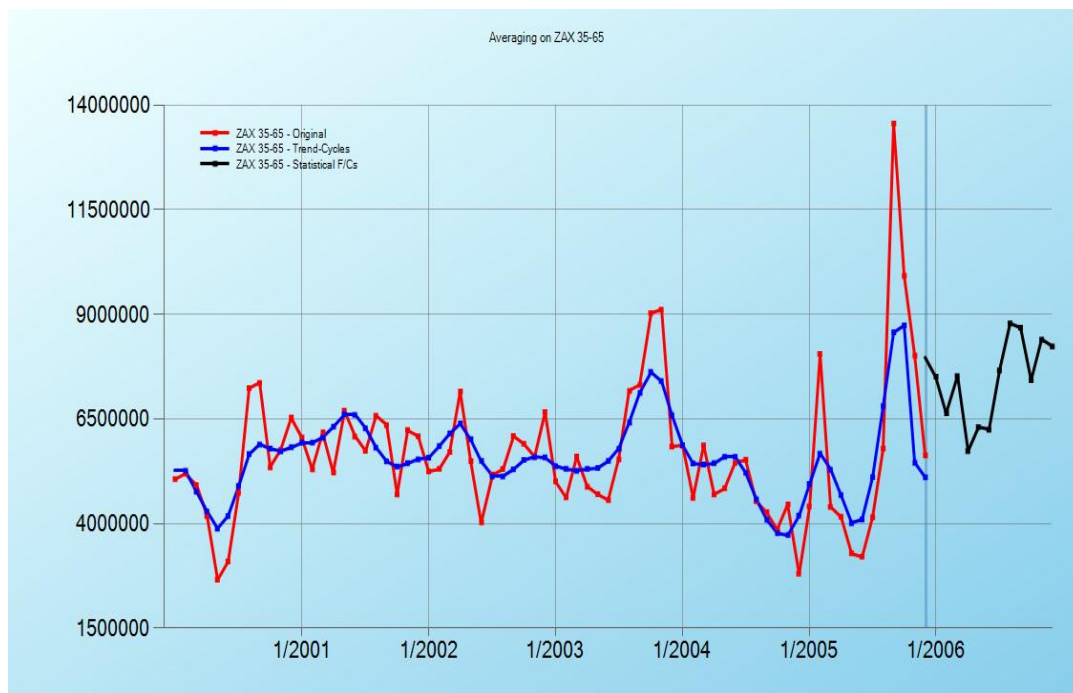
13. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΘΗΤΑ (50%) – DAMPED (20%) – TREND(30%)



Statistical	
Bias (%)	2,90%
MAE	1052204
MSE	2,59757E+12
RMSE	1611697
MAPE	-0,03%
Symmetric MAPE	-0,06%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,704
Residual Erros (Max Error)	253,7

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5181989
Φεβ-06	4819883
Μαρ-06	5468019
Απρ-06	4646391
Μαϊ-06	4885149
Ιουν-06	4499679
Ιουλ-06	5081813
Αυγ-06	5874390
Σεπ-06	6111303
Οκτ-06	5238228
Νοε-06	5686496
Δεκ-06	5625666

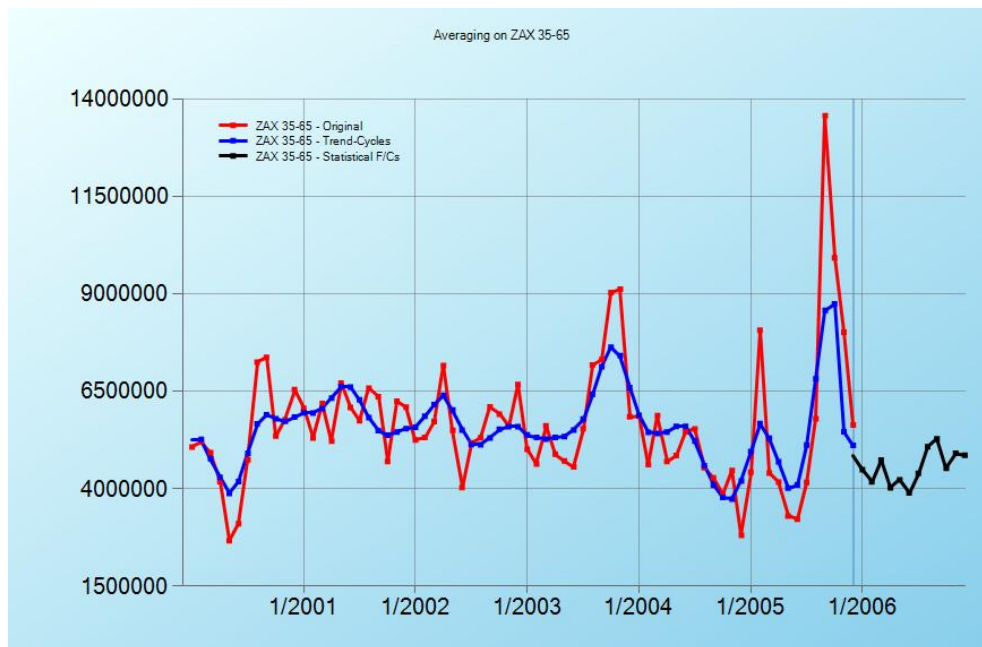
14. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ WINTERS(40%) – ECLECTIC(30%) - DAMPED (30%)



Statistical	
Bias (%)	-17,38%
MAE	1264168
MSE	2,87178E+12
RMSE	1694634
MAPE	0,17%
Symmetric MAPE	0,12%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	1,434
Residual Erros (Max Error)	67,74

Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	7511785
Φεβ-06	6638098
Μαρ-06	7527586
Απρ-06	5732559
Μαϊ-06	6305821
Ιουν-06	6244073
Ιουλ-06	7659693
Αυγ-06	8785408
Σεπ-06	8686047
Οκτ-06	7427003
Νοε-06	8396865
Δεκ-06	8236264

15. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ SINGLE(70%) – HOLT(15%) – DAMPED(15%)



Statistical	
Bias (%)	14,82%
MAE	1388197
MSE	3,67342E+12
RMSE	1916617
MAPE	-0,15%
Symmetric MAPE	-0,19%
Average Percentage Errors	
Model Fit (Min Error)	0,669
Residual Erros (Max Error)	86,32

Forecasts	
Period	Statistical F/Cs
Ιαν-06	5556689
Φεβ-06	5166057
Μαρ-06	5858090
Απρ-06	4975597
Μαϊ-06	5228906
Ιουν-06	4814136
Ιουλ-06	5434497
Αυγ-06	6279246
Σεπ-06	6529542
Οκτ-06	5594196
Νοε-06	6070192
Δεκ-06	6002557

Συνοπτικά, σύγκριση των παραπάνω μεθόδων με βάση το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) γίνεται στον παρακάτω πίνακα

A/A	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΒΑΡΟΣ	MSE
1	Single	100	2.333 E+12
2	Holt	100	2.314 E+12
3	Winters	100	7.659 E+12
4	Damped	100	2.392 E+12
5	Linear Trend	100	2.314 E+12
6	Exponential Trend	100	2.374 E+12
7	Theta	100	3.205 E+12
8	Eclectic	100	2.333 E+12
9	H-Trend	50-50	2.314 E+12
10	H-Theta	50-50	2.551 E+12
11	S-E	70-30	2.333 E+12
12	S-H-Trend	60-20-20	2.322 E+12
13	Theta-D-Trend	50-20-30	2.597 E+12
14	W-E-D	40-30-30	2.872 E+12
15	S-H-D	70-15-15	2.331 E+12

Όμοια οι μέθοδοι Holt, Linear Trend και ο συνδυασμός Holt - Trend δίνουν πρόβλεψη με το μικρότερο MSE και για αυτό το λόγο μπορούν να θεωρηθούν οι πιο κατάλληλες για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

4.6.2.4 Συμπεράσματα

Παρατηρούμε ότι και για τους τρεις τύπους εξομάλυνσης, οι μέθοδοι Holt και Linear Trend δίνουν το μικρότερο MSE στην πρόβλεψη που παράγουν. Επίσης οι διάφορες μέθοδοι που εφαρμόστηκαν δίνουν συγκριτικά μικρότερα σφάλματα στη χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70. Μεγαλύτερο σφάλμα από τις μεθόδους που επιλέξαμε δίνει η πρόβλεψη με τη μέθοδο Winters, αλλά ακόμη μεγαλύτερο οι συνδυασμοί Holt-Trend, Holt-Theta και Theta-Damped-Trend.

4.7 Συγκρίσεις μεταξύ των Λογισμικών Theta Forecaster-Pythia

Στην παρούσα παράγραφο, θα επιχειρήσουμε να κάνουμε μία σύγκριση των δύο λογισμικών χρησιμοποιώντας ως βάση μεθόδους προβλέψεων, οι οποίες είναι κοινές και στα δύο. Οι μέθοδοι αυτές είναι η Simple, η Damped, η Holt και η Theta. Ως κριτήριο για τη σύγκριση θα πάρουμε τους παρακάτω τύπους σφαλμάτων:

- Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE)

- Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)

Υπενθυμίζεται ότι οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόστηκαν στη χρονοσειρά με τα δεδομένα των πωλήσεων ζάχαρης.

α) Λογισμικό Theta Forecaster

Για τον υπολογισμό του Μέσου απολύτου σφάλματος (MAE) και του Μέσου τετραγωνικού σφάλματος (MSE) χρησιμοποιήσαμε τις διαφορές των προβλέψεων του προγράμματος για την κάθε μέθοδο, με τα πραγματικά δεδομένα της χρονοσειράς με εξομάλυνση 25-75. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τη βοήθεια του Microsoft Excel για κάθε μία από τις 4 μεθόδους, φαίνονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες:

ΜΕΘΟΔΟΣ SIMPLE

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5860395	3190176.6	2670218.4	2670218.4	7.13007E+12
6685605	2957480.3	3728124.7	3728124.7	1.38989E+13
4398840	3490546.2	908293.8	908293.8	8.24998E+11
4167740	2985232	1182508	1182508	1.39833E+12
3293170	3278667.7	14502.3	14502.3	210316705.3
3215430	3018742.4	196687.6	196687.6	38686011994
4155200	3150905.2	1004294.8	1004294.8	1.00861E+12
7238825	3931640.2	3307184.8	3307184.8	1.09375E+13
12113000	3941656	8171344	8171344	6.67709E+13
9920090	3545623.6	6374466.4	6374466.4	4.06338E+13
6639945	3958829.8	2681115.2	2681115.2	7.18838E+12
5631205	3615223.1	2015981.9	2015981.9	4.06418E+12
			MAE	MSE
			2687893.492	1.28245E+13

ΜΕΘΟΔΟΣ DAMPED

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5860395	3219608.6	2640786.4	2640786.4	6.97375E+12
6685605	2984762.5	3700842.5	3700842.5	1.36962E+13
4398840	3522745.9	876094.1	876094.1	7.67541E+11
4167740	3012770.3	1154969.7	1154969.7	1.33396E+12
3293170	3308912.9	-15742.9	15742.9	247838900.4
3215430	3046589.8	168840.2	168840.2	28507013136
4155200	3179971.7	975228.3	975228.3	9.5107E+11
7238825	3967908.9	3270916.1	3270916.1	1.06989E+13
12113000	3978017.1	8134982.9	8134982.9	6.61779E+13
9920090	3578331.3	6341758.7	6341758.7	4.02179E+13
6639945	3995349.3	2644595.7	2644595.7	6.99389E+12
5631205	3648572.9	1982632.1	1982632.1	3.93083E+12
			MAE	MSE
			2658949.133	1.26476E+13

ΜΕΘΟΔΟΣ HOLT

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5860395	3154019.9	2706375	2706375.1	7.32447E+12
6685605	2901281.9	3784323	3784323.1	1.43211E+13
4398840	3397451.7	1001388	1001388.3	1.00278E+12
4167740	2882722.6	1285017	1285017.4	1.65127E+12
3293170	3140940	152230	152230	23173972900
3215430	2868784.6	346645.4	346645.4	1.20163E+11
4155200	2970219.8	1184980	1184980.2	1.40418E+12
7238825	3676035.1	3562790	3562789.9	1.26935E+13
12113000	3655173.7	8457826	8457826.3	7.15348E+13
9920090	3260736	6659354	6659354	4.4347E+13
6639945	3610383.7	3029561	3029561.3	9.17824E+12
5631205	3269297.5	2361908	2361907.5	5.57861E+12
			MAE	MSE
			2877699.875	1.40983E+13

ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΗΤΑ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΣΦΑΛΜΑ	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ
5860395	4684434,9	1175960,1	1175960,1	1.38288E+12
6685605	4135051,0	2550554	2550554	6.50533E+12
4398840	3835569,9	563270,1	563270,1	3.17273E+11
4167740	4529893,3	-362153,3	362153,3	1.31155E+11
3293170	3876850,8	-583680,8	583680,8	3.40683E+11
3215430	4261016,1	-1045586,1	1045586,1	1.09325E+12
4155200	3286882,3	868317,7	868317,7	7.53976E+11
7238825	4100975,6	3137849,4	3137849,4	9.8461E+12
12113000	5120864,5	6992135,5	6992135,5	4.889E+13
9920090	5137652,6	4782437,4	4782437,4	2.28717E+13
6639945	4624808,4	2015136,6	2015136,6	4.06078E+12
5631205	5167512,4	463692,6	463692,6	2.15011E+11
			MAE	MSE
			2045064,467	8.03401E+12

β) Λογισμικό Pythia

Από τον πίνακα στατιστικών δεικτών που εμφανίζει το πρόγραμμα μετά την παραγωγή προβλέψεων, έχουμε ήδη το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) για κάθε μία από τις 4 μεθόδους. Τα παραπάνω φαίνονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

ΜΕΘΟΔΟΣ	MAE	MSE
SIMPLE	974534	2.12603E+12
DAMPED	971391	2.13815E+12
HOLT	977860	2.12343E+12
THETA	1281329	3.11683E+12

Θα πρέπει εδώ να τονίσουμε ότι για να είναι δυνατή η σύγκριση του εν λόγω λογισμικού με το Theta Forecaster, θα πρέπει να υπολογίσουμε το MAE και το MSE των 12 τελευταίων παρατηρήσεων της χρονοσειράς με εξομάλυνση 25-75. Με τη βοήθεια του Microsoft Excel υπολογίζουμε τα σφάλματα, τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΜΕΘΟΔΟΣ	MAE	MSE
SIMPLE	1694269,5	5,34589E+12
DAMPED	1698251,75	5,448E+12
HOLT	1690033	5,2596E+12
THETA	1854103	7,27666E+12

γ) Συγκρίσεις Theta Forecaster - Pythia

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η σύγκριση των δύο λογισμικών θα γίνει, έχοντας ως κριτήριο σύγκρισης το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE). Έχοντας συλλέξει λοιπόν τα εν λόγω σφάλματα και για τα δύο, παραθέτουμε τα αποτελέσματα στους παρακάτω συγκριτικούς πίνακες:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΟΥ ΑΠΟΛΥΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (MAE)

ΜΕΘΟΔΟΣ	MAE Theta Forecaster	MAE Pythia
SIMPLE	2687893.492	1694269,5
DAMPED	2658949.133	1698251,75
HOLT	2877699.875	1690033
THETA	2045064,467	1854103

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (MSE)

ΜΕΘΟΔΟΣ	MSE Theta Forecaster	MSE Pythia
SIMPLE	1.28245E+13	5,34589E+12
DAMPED	1.26476E+13	5,448E+12
HOLT	1.40983E+13	5,2596E+12
THETA	8.03401E+12	7,27666E+12

Από τα παραπάνω συγκριτικά αποτελέσματα, συμπεραίνουμε ότι το λογισμικό Pythia δίνει προβλέψεις με μικρότερο MAE, αλλά και μικρότερο MSE για όλες τις μεθόδους, τις οποίες επιλέξαμε (και όπως προαναφέραμε είναι κοινές και στα δύο λογισμικά), ώστε να κάνουμε τη σύγκριση. Υπενθυμίζεται ότι και στα δύο λογισμικά και προκειμένου να γίνει η σύγκριση, χρησιμοποιήθηκε η χρονοσειρά με εξομάλυνση 25-75. Έχοντας υπόψη ότι η Pythia δίνει τα βέλτιστα αποτελέσματα για τη χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70, ενώ το Theta Forecaster για τη χρονοσειρά με εξομάλυνση 25-75, συμπεραίνουμε ότι αν η σύγκριση γινόταν με βάση τη χρονοσειρά με εξομάλυνση 30-70 θα έδινε ακόμη καλύτερα αποτελέσματα. Επίσης για το λογισμικό Pythia και με κριτήριο το MSE, η Holt δίνει το μικρότερο σφάλμα από τις 4 μεθόδους. Αρκετά κοντά είναι η Simple και η Damped, ενώ η Theta δίνει το μεγαλύτερο σφάλμα πρόβλεψης. Με κριτήριο το MAE η Holt δίνει το μικρότερο σφάλμα από τις 4 μεθόδους πρόβλεψης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ - ΕΞΕΛΙΞΗ

Σε αυτή την παράγραφο θα αναφερθούμε στα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία, τα οποία βοηθούν να γίνει κατανοητός ο σκοπός αυτής. Επίσης θα αναφερθούμε γενικά στον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι προβλέψεις σε εφόδια – υλικά – πυρομαχικά στους τρεις κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων (Στρατός Ξηράς, Πολεμικό Ναυτικό, Πολεμική Αεροπορία) και στις προοπτικές εξέλιξης των προβλέψεων στο χώρο αυτό. Η αναφορά θα είναι περιληπτική, λόγω της λειτουργίας των Ενόπλων Δυνάμεων, η οποία διέπεται από την αρχή ασφαλείας του απορρήτου.

5.1 Συμπεράσματα

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης είμαστε σε θέση να επιλέξουμε την πιο κατάλληλη μέθοδο για τις πωλήσεις και την παραγωγή ζάχαρης, συγκρίνοντας όπου είναι εφικτό τα δύο λογισμικά και επιλέγοντας τη μέθοδο ή συνδυασμό μεθόδων με το μικρότερο Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Mean Square Error). Σε ότι αφορά λοιπόν την παραγωγή ζάχαρης, εφαρμόσαμε το λογισμικό Theta Forecaster και διαπιστώσαμε ότι η μέθοδος Damped δίνει πρόβλεψη με μικρό σφάλμα, αλλά ο συνδυασμός της Damped με τις Simple, Holt και Naïve με ίσο βάρος για την κάθε μία δίνει το μικρότερο σφάλμα.

Σε ότι αφορά τις πωλήσεις, εφαρμόσαμε και το Theta Forecaster και το Pythia και συμπεράναμε ότι η μέθοδοι Holt και Linear Trend δίνουν το μικρότερο σφάλμα με εφαρμογή του λογισμικού Pythia, , ενώ η Polynomial δίνει το μικρότερο σφάλμα με εφαρμογή του λογισμικού Theta Forecaster.

Συγκρίνοντας τα δύο λογισμικά στην παραγωγή προβλέψεων με τις κοινές μεθόδους για τις πωλήσεις ζάχαρης, διαπιστώσαμε ότι το Pythia δίνει γενικά καλύτερες προβλέψεις και πιο συγκεκριμένα η μέθοδος Holt.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μας και την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων, παρατηρήσαμε αρκετά μεγάλα σφάλματα. Αυτά, ναι μεν οφείλονται και στους απρόβλεπτους παράγοντες που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή, καθώς και στον μικρό όγκο των ιστορικών δεδομένων, αλλά καταδεικνύουν επίσης ότι υπάρχουν μεγάλα περιθώρια βελτίωσης της πρόβλεψης των πωλήσεων και της παραγωγής ζάχαρης.

5.2 Προβλέψεις στις Ένοπλες Δυνάμεις

Είναι αναμφισβήτητο γεγονός ότι στους 3 κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων (Στρατός Ξηράς, Πολεμικό Ναυτικό, Πολεμική Αεροπορία) απαιτούνται προβλέψεις σε ότι αφορά στην προμήθεια πολλών διαφορετικών ειδών ένδυσης και ιματισμού, πυρομαχικών, ανταλλακτικών, τροφίμων, υγειονομικού υλικού και πολλών άλλων.

Στον Στρατό Ξηράς, οι προβλέψεις για μελλοντικές καταναλώσεις σε καύσιμα, πυρομαχικά, ανταλλακτικά, τρόφιμα, είδη ιματισμού και πάσης φύσης εφόδια και υλικά γίνονται αποκλειστικά με εμπειρικό τρόπο, σε συνάρτηση βέβαια πάντα και με τα διατιθέμενα κονδύλια από το κράτος. Ο εμπειρικός τρόπος προβλέψεων καθορίζεται από τις ισχύουσες διαταγές όσον αφορά στα αποθέματα σε πόλεμο και ειρήνη, τις ανάγκες εκπαίδευσης και

τυχόν αστάθμητους παράγοντες. Γι' αυτό τον σκοπό χρησιμοποιούνται τα υπηρεσιακά έγγραφα προηγούμενων ετών βάσει των οποίων φαίνονται οι καταναλώσεις όλων των υλικών-εφοδίων, καθώς επίσης και οι πάγιες διαταγές όπου αναγράφονται ανάλογα με το υλικό-εφόδιο, συντελεστές για την κατανάλωσή του κατά άτομο ανάλογα με την κρισιμότητα του. Στη συνέχεια, κατόπιν επεξεργασίας των δεδομένων αυτών σε συνδυασμό φυσικά με τον αριθμό του προσωπικού και το ύψος των διατιθέμενων πιστώσεων, καθορίζονται οι απαιτήσεις για την επόμενη χρονική περίοδο. Το όλο σύστημα ελέγχεται για τα ανταλλακτικά από κεντρικό σύστημα μηχανοργάνωσης, το οποίο ανά πάσα στιγμή γνωρίζει τι υπάρχει, και τι καταναλώνεται για να μην υπάρχει πρόβλημα έλλειψης. Επιπλέον θα πρέπει να πούμε ότι φυσικά λαμβάνονται υπόψη και οι ημερομηνίες λήξης τροφίμων και πυρομαχικών ενώ για τα καύσιμα και ελαιολιπαντικά χρησιμοποιείται κινητός μέσος όρος 3 ετών για να τηρούνται τα προβλεπόμενα αποθέματα. Ένα χαρακτηριστικό των χρονοσειρών είναι η εποχικότητα, π.χ. το καλοκαίρι γίνονται οι ασκήσεις, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη κατανάλωση πυρομαχικών, ενώ τον χειμώνα καταναλώνονται κάποια συγκεκριμένα τρόφιμα(τσάι,σταφίδες).

Στο Πολεμικό Ναυτικό, οι προβλέψεις στους διάφορους τύπους προμηθειών έχουν ως εξής:

Σε ότι αφορά στα τρόφιμα, αυτά παρέχονται από τον Στρατό Ξηράς, κατόπιν αιτήσεως από τα αρμόδια ανεφοδιαστικά όργανα του Ναυτικού βάσει του αριθμού του προσωπικού και των ισχυουσών διαταγών.

Για τα ανταλλακτικά και τελευταία και για τα καύσιμα και ελαιολιπαντικά, χρησιμοποιούνται χρονοσειρές με κινητό μέσο όρο πενταετίας, με χρήση τυποποιημένων συντελεστών βαρύτητας και συντελεστών εξομάλυνσης, οι οποίοι καθορίζονται από την πείρα των χειριστών. Έτσι καθορίζονται οι ποσότητες των απαραίτητων αποθεμάτων που προβλέπονται, λαμβάνοντας πάντα υπόψη και κάποια τυχαία γεγονότα που μπορεί να συμβούν.

Για τα πυρομαχικά ακολουθείται ένα εμπειρικό μοντέλο, βασιζόμενο και τεχνικά στοιχεία και υπηρεσιακά στοιχεία, καθώς επίσης και τον αριθμό απαιτούμενων βλημάτων ανά στόχο για την καταστροφή του. Για τα πυρομαχικά υψηλής αξίας υπάρχει πρόβλεψη βάσει κωδικών NATO με το λογισμικό MARMEP ACROSS.

Η Πολεμική Αεροπορία διαθέτει ένα πλήρως μηχανογραφημένο σύστημα από τα τέλη της δεκαετίας του 80. Επομένως ως κλάδος διαθέτει μηχανογραφική εμπειρία αρκετών ετών. Χρησιμοποιεί την βάση δεδομένων Oracle, η οποία περιέχει περίπου 350 διαφορετικά είδη αρχείων. Για τις προβλέψεις σε ανταλλακτικά, λαμβάνονται υπόψη τα 3 προηγούμενα εξάμηνα και στη συνέχεια γίνεται αναγωγή στον χρόνο (στα 2 εξάμηνα). Με αυτόν τον τρόπο η εποχικότητα κατά τη διάρκεια του έτους έχει ληφθεί υπόψη και δεν επηρεάζει περαιτέρω τις προβλέψεις. Βασική επιδίωξη είναι η επίτευξη της μέγιστης εφοδιαστικής υποστήριξης με το μικρότερο δυνατό κόστος. Οι αρμόδιοι μεριμνούν πάντα ώστε οι παραγγελίες να ξεπερνούν μέχρι ενός καθορισμένου ποσοστού τις απαιτήσεις, προκειμένου να αντιμετωπιστούν κάποια ειδικά ή έκτακτα γεγονότα, όπως ατυχήματα, απεργίες πολιτικού προσωπικού, κρίσεις κι άλλα, τα οποία θα έχουν ως συνέπεια τη διακοπή της συνηθισμένης ροής ανεφοδιασμού.

5.3 Προοπτικές Εξέλιξης

Σκόπιμα στο σημείο αυτό επαναλαμβάνεται το γεγονός ότι η παρούσα εργασία στηρίχτηκε σε δεδομένα ενός παραδοσιακού κλάδου όπως η επεξεργασία τεύτλων και η παραγωγή ζάχαρης. Υπενθυμίζουμε επίσης ότι αναζητούμε μία απάντηση στο ερώτημα: “Υπάρχει περιθώριο εξέλιξης της επιστήμης των προβλέψεων στους κόλπους των Ενόπλων Δυνάμεων”; Η αληθινή απάντηση απλά και περιεκτικά είναι πως τόσο στην παραγωγή και στις πωλήσεις ζάχαρης όσο και στις Ένοπλες Δυνάμεις, βρισκόμαστε ακόμη σε “εμβρυακό” στάδιο. Σήμερα οι προβλέψεις βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία των στελεχών. Οι εμπειρικές ή κριτικές μέθοδοι μπορεί να είναι αρκετά απλές στην εφαρμογή τους, αλλά είναι υποκειμενικές και όχι αντικειμενικές, οπότε και υστερούν σε ακρίβεια. Με βάση δεδομένα περασμένων ετών θα μπορούσαν να εξαχθούν προβλέψεις για το μέγεθος των απαιτούμενων υλικών, ανταλλακτικών, εφοδίων και προμηθειών γενικότερα και για τους 3 κλάδους των Ενόπλων Δυνάμεων (Στρατός Ξηράς, Πολεμικό Ναυτικό, Πολεμική Αεροπορία). Τα απαιτούμενα ιστορικά δεδομένα παρέχονται από τις Στατιστικές Υπηρεσίες του κάθε κλάδου αντίστοιχα. Θα θέλαμε να τονίσουμε στο σημείο αυτό την μεγάλη ανάγκη για έγκυρες και αξιόπιστες προβλέψεις στις Ένοπλες Δυνάμεις της χώρας. Δε μιλάμε για μία επιχείρηση ή οργανισμό που απασχολεί μερικές εκατοντάδες ή λίγες χιλιάδες κόσμο. Πρόκειται για έναν τεράστιο μηχανισμό, με εξίσου τεράστιες ανάγκες και απαιτήσεις για προβλέψεις σε μία πληθώρα διαφορετικών κατηγοριών προμηθειών, οι οποίες να υπενθυμίσουμε ότι κοστίζουν πολύ ακριβά στο κράτος και συνεπώς στον Ελληνικό λαό. Όλοι έχουμε ακούσει για το υψηλό κόστος, όχι μόνο ενός πολεμικού αεροσκάφους ή ενός άρματος μάχης, αλλά και της αγοράς ενός απλού ανταλλακτικού αυτών. Επομένως είναι σημαντικό να παρέχεται μια αρκετά έγκυρη και αξιόπιστη πρόβλεψη για την απαίτηση σε οικονομικούς πόρους τα προσεχή έτη. Το γεγονός αυτό θα αποτελούσε σημαντικό εργαλείο και χρήσιμο βοήθημα για τους εκάστοτε επικεφαλής των 3 κλάδων των Ενόπλων Δυνάμεων, αλλά και για τους διοικητές των επιμέρους Σχηματισμών και Μονάδων. Επιθυμία μας θα ήταν να διατεθούν οι απαραίτητοι οικονομικοί πόροι και να εφαρμοστούν σύγχρονα προγράμματα για τις απαιτήσεις της άμυνας της χώρας, ώστε το προσωπικό να αρχίσει να εξοικειώνεται σταδιακά με αυτά και να αποκτά πείρα στη χρήση τους. Καλή γνώση των ποσοτικών μεθόδων, σε συνδυασμό με τις ποιοτικές, μπορούν να δώσουν αξιόπιστες, αν όχι τις καλύτερες δυνατές προβλέψεις.

Είναι σημαντικό να αρχίσει να γίνεται χρήση σύγχρονων πακέτων πρόβλεψης και λογισμικών προγραμμάτων στην όλη διαδικασία, από ειδικά εκπαιδευμένο στρατιωτικό ή πολιτικό προσωπικό του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να γίνει σταδιακά καλύτερη κατανόηση των “εργαλείων” που είναι απαραίτητα σε μία πρόβλεψη (λογισμικά προγράμματα – εφαρμογή μεθόδων). Επίσης θα συμβάλλει σημαντικά στην απόκτηση τεχνογνωσίας και εμπειρίας πάνω σε αυτά και στην όλο και καλύτερη αξιοποίησή τους.

Αποτελεί επομένως πρόκληση, αλλά και επιτακτική ανάγκη ο εκσυγχρονισμός της όλης διαδικασίας. Οφείλουμε να πούμε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει κάποια μικρά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση, αλλά σίγουρα απέχουν πολύ από το επίπεδο που θα έπρεπε να είναι και που βρίσκονται άλλοι τομείς τόσο του ιδιωτικού όσο και του δημόσιου τομέα.

Βέβαια η υπεράσπιση της εδαφικής ακεραιότητας της Ελλάδας είναι ένα πολύ ευαίσθητο θέμα και το μέγεθος και το είδος των εξοπλισμών για τη θωράκιση της χώρας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν. Ενδεικτικά αναφέρονται οι απώλειες σε Υλικό λόγω ατυχημάτων, μηχανικών βλαβών, καταπόνησης

του υλικού λόγω της υφιστάμενης κατάστασης, κακών χειρισμών κατά την εκπαίδευση του προσωπικού και τέλος οι εξοπλιστικές κινήσεις των όμορων χωρών.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Armstrong, J. S., 1985. " *LONG – RANGE FORECASTING FROM CRYSTAL BALL TO COMPUTER* ". 2nd ed.
New York : John Wiley and Sons.
- [2] Ασημακόπουλος, Β. 2005. " *Μέθοδοι Προβλέψεων* ".
Αθήνα : ΕΜΠ.
- [3] Brockwell, P. J. & Davis, R. A. 1987. " *Time Series: Theory and Methods* ".
New York : Springer Verlag
- [4] Delurgio, S. A. & Bhamu, C. D., 1991. " *Forecasting Systems For Operations Management* ".
Illinois : Richard D. Irwin.
- [5] Fildes, R., Hibon, M., Makridakis, S. & Meade, N., 1998. " *Generalising about univariate forecasting methods : further empirical evidence* ". International Journal of Forecasting 14, 339-358. Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [6] Hamilton, J. D., 1994. " *Time Series Analysis* ".
New Jersey : Princeton University Press.
- [7] Hanke, J. E. & Reitsch, A. G., 1998. " *Business Forecasting* ". 6nd ed.
New Jersey : Prentice – Hall.
- [8] Higgins, A. J. & Muchow, R. C., 2003. " *Assessing the potential benefits of alternative cane supply arrangements in the Australian sugar industry* ". Agricultural systems 76, 623-638. Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [9] Hu, A., Zheng, J. & Qiu, T., 2005. " *Industrial experiments for the application of ultrasound on scale control in the Chinese sugar industry* ".
Ultrasonics Sonochemistry. Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [10] Ioannou, G., 2005. " *Streamlining the supply chain of the Hellenic Sugar Industry* ".
Journal of Food Engineering 70, 323-332.
Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [11] Kaburlasos, V.G., Spais, V., Petridis, V., Petrou, L., Kazarlis, S., Maslaris, N. & Kallinakis, A., 2002. " *Intelligent clustering techniques for prediction of sugar production* ". Mathematics and Computers in Simulation 60, 159-168.
Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [12] Mahmud, E., DeRoeck, R., Brown, R. & Rice, G., 1992. " *Bridging the gap between theory and practice in forecasting* ". International Journal of Forecasting 8, 251-267.
Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- [13] Makridakis, S., Wheelwright, S. C. & Hyndman R. J., 1998. “ *FORECASTING METHODS AND APPLICATIONS* ”. 3rd ed.
New York : John Wiley and Sons.
- [14] Makridakis, S. & Hibon, M., 2000. “ *The M3-Competition: results, conclusions and implications* ”. International Journal of Forecasting 16, 451-476.
Available from : [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [15] ΝΑΥΤΕΜΠΟΡΙΚΗ, 2004

Πηγές από το Διαδύκτιο:

www.ebz.gr