

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ LOGISTICS MANAGEMENT

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Κατηγοριοποίηση Υλικών και Πρόβλεψη της Ζήτησης κατά τη διαδικασία
Διαχείρισης Αποθεμάτων στον Δημόσιο Τομέα»**

ΤΣΕΡΓΑ ΚΕΡΑΣΙΑ (TML1928)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΥΛΟΣ ΕΙΡΗΝΑΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2023

ΔΗΛΩΣΗ

«Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου».

«Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού ΜΔΕ ανήκουν στο μεταπτυχιακό φοιτητή και το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και τον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του μη συμμετέχοντα στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ακριβής πρόβλεψη απαίτησης υλικών κρίσιμης σημασίας αποτελεί ζωτικό στάδιο της διαδικασίας επιχειρησιακής σχεδίασης μιας επιχείρησης. Με την αυθαίρετη εξασφάλιση μεγάλων ή μικρών ποσοτήτων υλικών που δεν σχετίζονται με την ζήτηση, ελλοχεύει το ενδεχόμενο η επιχείρηση να οδηγηθεί σε ανεπιθύμητα και μη αναστρέψιμα αποτελέσματα. Από την μελέτη των παραπάνω, ανακύπτει το μέγεθος του ρόλου που διαδραματίζει ο αναλυτής, ο οποίος καλείται να επεξεργαστεί τα δεδομένα και να εφαρμόσει κατάλληλες μεθόδους κατηγοριοποίησης και πρόβλεψης ζήτησης των υλικών που θα προσεγγίζουν την πραγματικότητα και θα οδηγούν σε λήψη αποφάσεων με γνώμονα την βιωσιμότητα και εξέλιξη της επιχείρησης, επιδιώκοντας παράλληλα την εξασφάλιση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

Βασισόμενη στα παραπάνω, η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται το ζήτημα της πρόβλεψης της ζήτησης, έχοντας στόχο να προβάλλει την σημασία και χρησιμότητά της ως στάδιο της διαδικασίας δημιουργίας, διατήρησης, παρακολούθησης και ελέγχου των αποθεμάτων για τον στρατηγικό σχεδιασμό μιας επιχείρησης και ειδικότερα μιας Υπηρεσίας του δημοσίου τομέα που δραστηριοποιείται στη διαχείριση της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στα προαναφερθέντα πλαίσια, αρχικά παρουσιάζεται αναλυτικά το υφιστάμενο θεωρητικό υπόβαθρο σε σχέση με την διαχείριση αποθεμάτων και έπειτα εφαρμόζονται οι υπάρχουσες αρχές της θεωρίας. Ειδικότερα, μέσα από την οικονομική κατηγοριοποίηση (βάσει της αξίας ζήτησης) και την εφαρμογή της ανάλυσης ABC, επιλέγονται συγκεκριμένα υλικά από το σύνολο εκείνων που διαχειρίζεται πληροφοριακά η Υπηρεσία. Στη συνέχεια επιλέγονται συγκεκριμένες βασικές μέθοδοι πρόβλεψης (που περιλαμβάνουν μεθόδους κινούμενου μέσου και εκθετικής εξομάλυνσης), καθώς και η στοχαστική μέθοδος ARIMA (Box- Jenkins) και δοκιμάζονται στα στοιχεία χρονοσειρών των επιλεχθέντων υλικών από το έτος 2012 και μετά. Ανάλογα με την μέθοδο που δοκιμάζεται κάθε φορά, ακολουθεί η αξιολόγησή της συγκρίνοντας τα παραγόμενα στοιχεία προβλέψεων με τα αντίστοιχα δεδομένα της καταγεγραμμένης ζήτησης της χρονοσειράς. Από την παραπάνω ανάλυση εξάγονται ωφέλιμα συμπεράσματα, προβάλλοντας το μεγάλο εύρος της βιβλιογραφικής προσέγγισης και το χάσμα με την πρακτική εφαρμογή, καθώς και την δυσκολία (λόγω πολυπλοκότητας) επιλογής των μεθόδων που είναι προσαρμοσμένες στα εκάστοτε δεδομένα και σύμφωνα με την κρίση του αναλυτή. Τέλος, μέσα από την παρούσα μελέτη και τις προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση και παρά την αβεβαιότητα και τις αντιξοότητες που ανακύπτουν, καθίσταται αντιληπτό ότι η υιοθέτηση πολιτικής πρόβλεψης της ζήτησης είναι μονόδρομος ώστε να αποκτηθεί από την Υπηρεσία ευελιξία εφοδιαστικής αλυσίδας που θα της εξασφαλίσει την δυνατότητα άμεσης, βέλτιστης και αποτελεσματικής ανταπόκρισης στις αλλαγές της ζήτησης, μειώνοντας τα κόστη και παράλληλα ικανοποιώντας τις προβαλλόμενες απαιτήσεις που παρουσιάζονται στον σύγχρονο και ευαίσθητο τομέα της Άμυνας.

ABSTRACT

Accurate demand forecasting of critical items is a vital step in business operational planning process. Any company that retains arbitrary, unrelated to demand inventory, could be led to undesirable and irreversible outcomes. It is clear that time series analysts have crucial role because they are called to process data, classify inventory and apply demand forecasting techniques so as to provide reliable forecasts. The results of these procedures are used in the decision making process to reserve company's sustainability and development in order that a competitive advantage can be achieved.

Based on the above mentioned aspects, the aim of this thesis is to determine demand forecast as a function of inventory management in public sector. Specifically, through this study it is highlighted how important and useful predictions are, in a way that can affect procurement, retaining, monitoring and controlling of inventory in military logistics.

In line with the aforementioned aim, the theoretical background of inventory management is initially presented and then specific principles are applied on time series data. In particular, using ABC analysis (based on the demand value), material classification is implemented in the items that are managed by a military organization and a set of 19 spare parts is selected. Afterwards, some widespread forecasting techniques (such as moving average and exponential smoothing) as well as the stochastic ARIMA (Box- Jenkins) method are chosen and are tested on the time series spare parts set, using data since 2012. Then, measurement of the forecasting error of each tested method is evaluated, depending on the comparison between forecast results and the real, recorded demand data. Beneficial conclusions are drawn, as it is noted that there is a wide gap between theoretical approach and implementation of forecasting methods and consequently, because of complexity, the analyst has difficulty in choosing one method that properly fits in time series data. Finally, present research and proposed future research subjects indicate that even if residuals and uncertainty arise, the adoption of a forecasting policy is the only way for the military organization to ensure supply chain agility and the ability to adapt to demand changes immediately, effectively and optimally, aligning with cost reduction and fulfillment of the unique, distinct military requirements.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί την κορύφωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Ένα μοναδικό ταξίδι που συμπίπτει με μια επίσης μοναδική και πρωτόγνωρη προσωπική και οικογενειακή συγκυρία, φτάνει στο τέλος του.

Ευχαριστώ από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Παύλο Ειρηνάκη, ο οποίος με το ήθος και τις γνώσεις του, συντέλεσε τα μέγιστα στην ολοκλήρωση της μελέτης. Με την εκδήλωση αμέριστης εμπιστοσύνης προς το πρόσωπό μου και με την παροχή ελευθερίας στις επιλογές μου, αλλά και με την καίρια καθοδήγηση, τις συμβουλές και την συνεχή υποστήριξή του, κατόρθωσα να επιτύχω τον πιο σημαντικό έως τώρα ακαδημαϊκό μου στόχο. Η συνεργασία μαζί του αποτέλεσε τιμή για εμένα και ήταν καθοριστική για την ποιότητα και το εύρος του τελικού αποτελέσματος.

Ευχαριστώ θερμά τους συναδέλφους στο Κέντρο Ελέγχου Υλικών (ΚΕΥ) που ο καθένας από το δικό του μετερίζι και με την επαγγελματική του συμβολή, συντέλεσαν στο να «μολυνθώ» από το μικρόβιο της συνεχούς επιδίωξης καλύτερης διαχείρισης και βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καραμπέρα Νικόλαο για την άμεση ανταπόκρισή του και την απρόσκοπτη παροχή όλων των απαραίτητων δεδομένων που αποτέλεσαν την βάση της μελέτης μου, κάθε φορά που αυτό απαιτήθηκε. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κο Γαλάνη Ιωάννη που κατά τη διάρκεια της διοίκησής του στο ΚΕΥ, μέσω της ανταλλαγής απόψεων και των παρεχόμενων συμβουλών του γύρω από τον τομέα της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας σε εγχώριο αλλά και διεθνές επίπεδο, επηρέασε αποφασιστικά τον τρόπο που πλέον αντιμετωπίζω τις επαγγελματικές προκλήσεις σε μικρό και μεγάλο χρονικό ορίζοντα.

Ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αγάπη και την στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μου, θέτοντας τις βάσεις για την μέχρι τώρα πορεία μου.

Τέλος, ευχαριστώ τον καθημερινό στυλοβάτη μου, Μιχάλη, για την αγάπη του, την αδιάκοπη ενθάρρυνσή του και την ιώβειο υπομονή του, ο οποίος στέκεται πάντα δίπλα μου, με ανέχεται και με τον τρόπο του με οδηγεί στο να εξελίσσομαι καθημερινά σε κάθε επίπεδο.

Αφιερώνω την διπλωματική μου στον γιο μου που βρίσκεται καθοδόν και σύντομα θα ανοίξει ένα νέο κεφάλαιο...

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xiii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	1
1.2 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΤΗΡΗΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	1
1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΜΕ ΤΗΝ ΤΗΡΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	2
1.4 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΡΗΣΗΣ «ΙΔΑΝΙΚΟΥ» ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ.....	3
1.5 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	5
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	5
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	5
2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ	6
2.2.1 Ποσοτικές Μέθοδοι Κατηγοριοποίησης	6
2.2.2 Ποιοτικές Μέθοδοι Κατηγοριοποίησης	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	11
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	11
3.1 ΓΕΝΙΚΑ	11
3.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΙΑΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	12
3.3 ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	12
3.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	13
3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	17
3.5.1 Ποιοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης.....	18
3.5.2 Ποσοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης.....	19
3.6 ΜΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ-ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ARIMA	28
3.6.1 Ιστορική Αναδρομή.....	28
3.6.2 Σύγκριση μοντέλων Box- Jenkins και μεθόδων Προεκβολής	29
3.6.3 Απαραίτητες Έννοιες για την Κατανόηση των Μοντέλων ARIMA.....	29

3.6.4	Περιγραφή και Συνιστώσες Μοντέλων ARIMA	34
3.6.5	Διαδικασία Πρόβλεψης βάσει της Μεθόδου Box- Jenkins	36
3.7	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ.....	43
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	46
	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	46
4.1	ΓΕΝΙΚΑ	46
4.2	ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ.....	46
4.3	ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΔΟΜΗ	47
4.4	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	48
4.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΔΩΝ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ	49
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	53
	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	53
5.1	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ- ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	53
5.2	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	55
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	118
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	118
	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	122
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	127
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I- ABC ανάλυση υλικών που επιλέχθηκαν (αναλυτικός πίνακας).....	128
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II- Εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης (αναλυτικοί πίνακες)	129
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III- Βέλτιστη μέθοδος πρόβλεψης ανά υλικό (αναλυτικός πίνακας) ..	251

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Παράδειγμα οριζόντιας ζήτησης.....	14
Γράφημα 2: Παράδειγμα εποχιακής ζήτησης	15
Γράφημα 3: Παράδειγμα εποχιακής και κυκλικής ζήτησης	15
Γράφημα 4: Παράδειγμα ζήτησης με ανοδική τάση.....	16
Γράφημα 5: Παράδειγμα διακοπτόμενης ζήτησης.....	16
Γράφημα 6: Σύγκριση των μεθόδων απλής εξομάλυνσης και κινουμένου μέσου όρου	25
Γράφημα 7: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς πριν και μετά τη διαφόριση.	30
Γράφημα 8: Παράδειγμα χρονοσειράς τυχαίων αριθμών	32
Γράφημα 9: Παράδειγμα χρονοσειράς με τάση και εποχικότητα.....	32
Γράφημα 10: Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης χρονοσειράς με τάση και πρώτων διαφορών της	33
Γράφημα 11: Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης χρονοσειράς με και χωρίς εποχικότητα	33
Γράφημα 12: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) των AR(1) και AR(2) μοντέλων.....	38
Γράφημα 13: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) των MA(1) και MA(2) μοντέλων	39
Γράφημα 14: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) ενός ARMA (1,1) μοντέλου	40
Γράφημα 15: Καμπύλη Pareto για τα υλικά που αξιολογήθηκαν.....	51
Γράφημα 16: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 587108	55
Γράφημα 17: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 587108.....	56
Γράφημα 18: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	56
Γράφημα 19: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 418584	57
Γράφημα 20: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 418584.....	58
Γράφημα 21: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	58
Γράφημα 22: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)..	59
Γράφημα 23: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,0)..	59
Γράφημα 24: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,1)..	59
Γράφημα 25: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 543578	61
Γράφημα 26: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 543578.....	62
Γράφημα 27: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	62
Γράφημα 28: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς.....	62
Γράφημα 29: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών.....	63
Γράφημα 30: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)	63
Γράφημα 31: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)	64
Γράφημα 32: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)	64
Γράφημα 33: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,2)	64

Γράφημα 34: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)	65
Γράφημα 35: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,2)	65
Γράφημα 36: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 150037	67
Γράφημα 37: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 150037	68
Γράφημα 38: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	68
Γράφημα 39: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 83578	69
Γράφημα 40: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 83578	70
Γράφημα 41: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	70
Γράφημα 42: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)	71
Γράφημα 43: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (2,1)	71
Γράφημα 44: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (2,0)	71
Γράφημα 45: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,1)	71
Γράφημα 46: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 469023	73
Γράφημα 47: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 469023	74
Γράφημα 48: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	74
Γράφημα 49: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς	74
Γράφημα 50: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών	75
Γράφημα 51: Δεύτερες Διαφορές Χρονοσειράς	75
Γράφημα 52: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Δεύτερων Διαφορών	75
Γράφημα 53: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,2,1)	76
Γράφημα 54: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,2,1)	76
Γράφημα 55: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 551471	78
Γράφημα 56: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 551471	79
Γράφημα 57: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	79
Γράφημα 58: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 346195	80
Γράφημα 59: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 346195	81
Γράφημα 60: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	81
Γράφημα 61: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς	81
Γράφημα 62: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών	82
Γράφημα 63: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)	82
Γράφημα 64: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 82655	83
Γράφημα 65: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 82655	84
Γράφημα 66: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	84
Γράφημα 67: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,2)	84
Γράφημα 68: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 555124	86
Γράφημα 69: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 555124	87
Γράφημα 70: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	87
Γράφημα 71: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)	87
Γράφημα 72: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 543258	89

Γράφημα 73: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 543258.....	90
Γράφημα 74: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	90
Γράφημα 75: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 423373	91
Γράφημα 76: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 423373.....	92
Γράφημα 77: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	92
Γράφημα 78: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς.....	92
Γράφημα 79: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών.....	93
Γράφημα 80: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)	93
Γράφημα 81: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)	93
Γράφημα 82: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 519284	95
Γράφημα 83: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 519284.....	96
Γράφημα 84: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	96
Γράφημα 85: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)..	96
Γράφημα 86: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,3)..	97
Γράφημα 87: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,3)..	97
Γράφημα 88: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 81170	98
Γράφημα 89: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 81170.....	99
Γράφημα 90: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	99
Γράφημα 91: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 589102	100
Γράφημα 92: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 589102.....	101
Γράφημα 93: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	101
Γράφημα 94: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς.....	101
Γράφημα 95: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών.....	102
Γράφημα 96: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,3)	102
Γράφημα 97: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)	102
Γράφημα 98: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)	103
Γράφημα 99: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 82486	104
Γράφημα 100: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 82486.....	105
Γράφημα 101: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	105
Γράφημα 102: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 97197	106
Γράφημα 103: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 97197.....	107
Γράφημα 104: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	107
Γράφημα 105: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 218715	108
Γράφημα 106: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 218715.....	109
Γράφημα 107: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	109
Γράφημα 108: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)	109
Γράφημα 109: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,2)	110

Γράφημα 110: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,0)	110
Γράφημα 111: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,2)	110
Γράφημα 112: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 515540	112
Γράφημα 113: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 515540	113
Γράφημα 114: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς	113
Γράφημα 115: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς	114
Γράφημα 116: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών	114
Γράφημα 117: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)	115
Γράφημα 118: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,1)	115
Γράφημα 119: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)	115
Γράφημα 120: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)	115
Γράφημα 121: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,3)	116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Στάδια Ανάπτυξης και Διαχείρισης Αποθεμάτων	4
Πίνακας 2: Παράδειγμα Σύγκρισης Σχετικής Βαρύτητας Κριτηρίων	10
Πίνακας 3: Παράδειγμα Σύγκρισης Κριτηρίων	10
Πίνακας 4: Δεδομένα Μηνιαίας Ζήτησης ενός Υποθετικού Υλικού για Περίοδο 2 Ετών	23
Πίνακας 5: Κινούμενοι Μέσοι Όροι για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης ζήτησης.	24
Πίνακας 6: Εκθετική Εξομάλυνση για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης Ζήτησης ..	25
Πίνακας 7: Διπλή Εκθετική Εξομάλυνση για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης Ζήτησης.....	26
Πίνακας 8: Αρχές Προσδιορισμού Στασιμότητας Χρονοσειράς.....	36
Πίνακας 9: Αρχές Καθορισμού Μοντέλου ARIMA	41
Πίνακας 10: Κατανομή Υλικών βάσει της Ανάλυσης ABC.....	51
Πίνακας 11: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 418584	60
Πίνακας 12: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 543578	66
Πίνακας 13: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 83578	72
Πίνακας 14: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 469023	77
Πίνακας 15: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 346195	82
Πίνακας 16: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 82655	85
Πίνακας 17: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 555124	88
Πίνακας 18: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 423373	94
Πίνακας 19: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 519284	97
Πίνακας 20: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 589102	103
Πίνακας 21: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 218715	111
Πίνακας 22: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 515540	116
Πίνακας 23: Συγκεντρωτικός Πίνακας Βέλτιστων Μεθόδων Πρόβλεψης.....	118

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τα τέσσερα βήματα στη διαδικασία διαχείρισης αποθέματος	4
Εικόνα 2: Κατανομή ενός αποθέματος βάση της αξίας των υλικών	6
Εικόνα 3: ABC Κατηγοριοποίηση με πολλαπλά κριτήρια	7
Εικόνα 4: Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου ΑΗΡ	9
Εικόνα 5: Μέθοδοι Πρόβλεψης Ζήτησης	18
Εικόνα 6: Στάδια Διαδικασίας Μεθόδου Box- Jenkins	36
Εικόνα 7: Οργανόγραμμα Υπηρεσίας.....	48
Εικόνα 8: Μήνυμα του εργαλείου Real Statistics Data Analysis για μοντέλο ARMA (4,4).....	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Απόθεμα αποτελεί κάθε υλικό ή πόρος που συσσωρεύεται σε έναν οργανισμό, προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες του (Plinere & Borisov, 2015).

Η διαχείριση αποθεμάτων είναι ένα πεδίο της εφοδιαστικής αλυσίδας ιδιαίτερα περίπλοκο, ωστόσο απαραίτητο για την βιωσιμότητα ενός οργανισμού καθώς διασφαλίζει την κάλυψη των αναγκών του τελικού χρήστη με την παράδοση των προϊόντων στην επιθυμητή ποσότητα, στον κατάλληλο χρόνο και σε ανταγωνιστικό κόστος. Έτσι, τα αποθέματα καλύπτουν μεν τις παρουσιαζόμενες ανάγκες αλλά ταυτόχρονα δεσμεύουν κεφάλαια της επιχείρησης που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε άλλους τομείς της επιχειρηματικής δραστηριότητας (όπως για παράδειγμα στην επέκταση της επιχείρησης), αποτελούν δηλαδή «αναγκαίο κακό».

Για να γίνει αντιληπτή η σημασία της εύρεσης ιδανικού τρόπου διαχείρισης, παρακάτω παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και οι ενδοιασμοί που συνδέονται με την τήρηση αποθεμάτων.

1.2 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΤΗΡΗΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Βελτίωση Εξυπηρέτησης Πελατών

Οι λειτουργίες και οι διαδικασίες ενός συστήματος ενδεχομένως δεν είναι ικανές να ανταποκριθούν άμεσα στις απαιτήσεις για υλικά ή/και υπηρεσίες του τελικού χρήστη. Η ύπαρξη αποθεμάτων και η εγγύτητά τους, καλύπτει τις προσδοκίες του τελικού χρήστη (ανεξάρτητα από την μεταβαλλόμενη ζήτηση), διατηρώντας έτσι ή αυξάνοντας τις πωλήσεις. Στο σημείο αυτό εισέρχεται και η έννοια του κόστους έλλειψης. Σε περίπτωση που δεν υφίσταται απόθεμα για την ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη, η επιχείρηση θα στραφεί σε τρόπους γρήγορης απόκτησης αγαθών που προσαυξάνει το τελικό κόστος, καθώς εισέρχονται τα κόστη επιτάχυνσης και ειδικής αποστολής. Από την άλλη πλευρά, λόγω της καθυστέρησης κάλυψης των αναγκών του, ο πελάτης ενδέχεται να στραφεί σε άλλα προϊόντα και επιχειρήσεις και η επιχείρηση θα χάσει το τρέχον κέρδος από το συγκεκριμένο προϊόν ή ακόμη και τη αξιοπιστία της απέναντι στον καταναλωτή.

Μείωση Δαπανών

Όπως προαναφέρθηκε, η τήρηση αποθεμάτων ισοδυναμεί με δέσμευση κεφαλαίων. Ωστόσο, υπάρχουν δραστηριότητες σε άλλα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας που η δημιουργία αποθεμάτων μειώνει τα λειτουργικά κόστη και ισοσκελίζεται η διαφορά από την τήρησή τους.

Αρχικά, με την τήρηση αποθεμάτων εξασφαλίζονται οικονομίες κλίμακας που αφορούν την παραγωγή, την αγορά και την μεταφορά τους. Μία μονάδα, αξιοποιώντας εκτενώς και πολυεπίπεδα τις γραμμές παραγωγής της για μεγαλύτερες ποσότητες προϊόντων, επιτυγχάνει την μείωση του κόστους κάθε μονάδας. Ακόμη, από την πλευρά του αγοραστή που επιδιώκει την δημιουργία αποθεμάτων, η προμήθεια σε ποσότητες μεγαλύτερες των παρουσιαζόμενων αναγκών εξασφαλίζει την παροχή εκπτώσεων. Αντίστοιχα για τον τομέα της μεταφοράς, τα κόστη διαχείρισης ανά μονάδα μειώνονται με την μεταφορά μεγαλύτερων ποσοτήτων για δημιουργία αποθέματος.

Επιπρόσθετα, η προμήθεια ποσοτήτων που καλύπτουν άμεσες ανάγκες και χρησιμοποιούνται για την διατήρηση αποθεμάτων (προς κάλυψη μελλοντικών αναγκών) σε τρέχουσες τιμές, θα επιφέρει μείωση του κόστους λόγω αποφυγής προμήθειας σε μελλοντικές τιμές που ενδεχομένως θα είναι αυξημένες.

Αποφυγή κινδύνου

Κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι πολύ πιθανό να προκύψουν δυσχέρειες που σχετίζονται με την παρουσία αστάθμητων παραγόντων όπως είναι οι φυσικές καταστροφές, οι απεργίες και οι καθυστερήσεις, οι οποίες προκαλούν αβεβαιότητα διαθεσιμότητας προϊόντων επηρεάζοντας τα επίπεδα εξυπηρέτησης πελατών. Η τήρηση αποθεμάτων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στις παραπάνω περιπτώσεις, καθώς καλύπτει τις άμεσες απαιτήσεις μέχρι να αποκατασταθεί η λειτουργικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΜΕ ΤΗΝ ΤΗΡΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Το πρόβλημα της αποθεματοποίησης επιφανειακά φαίνεται απλό. Η διατήρηση αποθέματος επιφέρει συγκεκριμένα κόστη που σχετίζονται με την αγορά, την μεταφορά και την διατήρηση. Τα κεφάλαια που δεσμεύονται, αξιοποιούνται στην προμήθεια μεγαλύτερων ποσοτήτων προϊόντων, στην τοποθέτηση παραγγελιών, στην παραγωγή, στη διακίνησή τους, στην δημιουργία αποθηκών ή στην μίσθωση αποθηκευτικών χώρων, στην φορολογία, στα έξοδα συντήρησης και στα ασφάλιστρα και όχι σε άλλους τομείς της επιχείρησης. Ωστόσο, εκτός από τα προφανή, υπάρχουν κόστη που σχετίζονται με τον κίνδυνο απαρχαίωσης, φθοράς ή και απαξίωσης των υλικών του αποθέματος. Τι γίνεται για παράδειγμα όταν τα εναπομείναντα εποχιακά είδη στο τέλος κάθε σεζόν δεν προσφερθούν με έκπτωση ή τα ανταλλακτικά ενός μηχανήματος

κριθούν άχρηστα λόγω της αντικατάστασής του από κάποιο νεότερης τεχνολογίας ή τα λαχανικά που δεν πωληθούν αλλοιωθούν; Τέλος, υπάρχουν κόστη ευκαιρίας που εμφανίζονται όταν δεν υπάρχει απόθεμα την στιγμή που εμφανίζεται η ζήτηση, και εξαρτώνται από τις συνέπειες που προκύπτουν από αυτή την κατάσταση. Δηλαδή, αν χαθεί ένας πελάτης, εμφανίζεται κόστος χαμένων πωλήσεων. Αν η ικανοποίηση της ανάγκης καθυστερήσει, εμφανίζεται ποινική ρήτρα, απώλεια της καλής θέλησης και κόστος λόγω της καθυστέρησης.

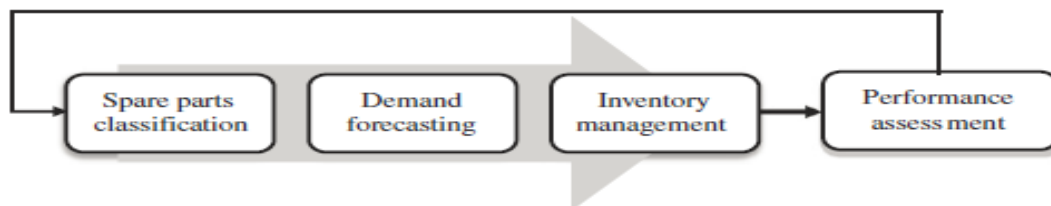
Τα τυπικά προβλήματα που αναδύονται από την διαχείριση αποθεμάτων σχετίζονται με τις ποσότητες αποθεμάτων, τις ποσότητες παραγγελίας και την συχνότητα παραγγελίας. Για τα υλικά με χαμηλή ζήτηση είναι εύκολο να αποφασιστεί η δημιουργία ή όχι αποθέματος. Κατά βάση, η σύγκριση του κόστους αποθεματοποίησης και του κόστους μη αποθεματοποίησης, θα δώσει την ένδειξη για το όφελος δημιουργίας αποθέματος. Μετά την λήψη απόφασης για την δημιουργία αποθέματος, πρέπει να αποφασιστεί το επίπεδο αποθέματος. Βασιζόμενοι στον τύπο του υλικού και στον ρυθμό ζήτησης, μπορεί να επιλεγθεί η μέθοδος της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (Economic Order Quantity- EOQ). Ωστόσο, κάποια είδη ενδεχομένως έχουν εξαιρετικά χαμηλή ζήτηση και η μέθοδος της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας δεν είναι η πιο κατάλληλη ώστε να αποφασιστεί το επίπεδο αποθέματος. Το τελικό στάδιο είναι η απόφαση για το χρόνο τοποθέτησης παραγγελίας, δηλαδή το σημείο αναπαραγγελίας. Αν η παραγγελία τοποθετηθεί νωρίς, θα εφαρμοστούν ανεπιθύμητα κόστη αποθέματος. Αντίθετα, αν η παραγγελία τοποθετηθεί αργά ενδέχεται να προκύψουν ποινικές ρήτρες εξαιτίας της καθυστέρησης.

1.4 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΡΗΣΗΣ «ΙΔΑΝΙΚΟΥ» ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με πηγές του αμερικανικού στρατού, 1 δις δολάρια ξοδεύεται ετησίως σε υλικά που δεν απαιτούνται ή δεν χρησιμοποιούνται (Erwin, 2015), ενώ είναι γνωστό ότι η τήρηση αποθέματος είναι μία από τις πιο ακριβές δραστηριότητες των επιχειρήσεων, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 50% του συνολικού κεφαλαίου τους. Αναγνωρίζοντας την κρισιμότητα που έχει η τήρηση του ιδανικού επιπέδου αποθεμάτων, ένα από τα αντικείμενα της επιχειρησιακής έρευνας αποτελεί η διαχείριση αποθεμάτων (inventory management)• αφενός, τα έξοδα μιας επιχείρησης μειώνονται με την μείωση του αποθέματος, αφετέρου η έλλειψη ενός αγαθού επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή και την ικανοποίηση του τελικού χρήστη. Το ερώτημα λοιπόν είναι ποια είναι η ιδανική στάθμη αποθέματος και ποια πολιτική αποθεματοποίησης πρέπει να εφαρμοστεί από μια επιχείρηση, ώστε ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της ροής των αποθεμάτων να εξασφαλίσει την σωστή ισορροπία.

1.5 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τους Bacchetti και Saccani (2012) η διαδικασία λήψης απόφασης για την δημιουργία και διαχείριση αποθεμάτων περιλαμβάνει τέσσερα στάδια, όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1: Τα τέσσερα βήματα στη διαδικασία διαχείρισης αποθέματος
(Πηγή: Bacchetti & Saccani 2012, p. 733)

Βάσει της θεωρίας τους, όταν η ζήτηση είναι γνωστή μπορεί να αναπτυχθεί και αντίστοιχη πολιτική διαχείρισης αποθέματος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα διάφορα είδη του αποθέματος έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την κρισιμότητα, τον χρόνο παράδοσης και την τιμή, τότε συμπεραίνουμε ότι μπορούν να αναπτυχθούν διαφορετικές πολιτικές διαχείρισής τους. Οι πολιτικές διαχείρισης μπορούν να ποικίλλουν από την μη δημιουργία αποθέματος έως τις πολλαπλές μεθόδους διαχείρισης αποθέματος βάσει των μοντέλων ζήτησης. Το τελικό στάδιο σε κάθε περίπτωση περιλαμβάνει την αξιολόγηση και επικαιροποίηση των αποτελεσμάτων και πιθανές προσαρμογές που πρέπει να πραγματοποιηθούν.

Πίνακας 1: Στάδια Ανάπτυξης και Διαχείρισης Αποθεμάτων

ΣΤΑΔΙΟ	ΣΚΟΠΟΣ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	Διαχωρισμός των υλικών βάσει των τεχνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών τους. Σε αυτό το στάδιο τίθενται οι βάσεις για την πρόβλεψη της ζήτησης.
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ	Τα υλικά απαιτούν διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης αν η ζήτηση είναι χαμηλή ή σποραδική. Σε αυτό το στάδιο, τα υλικά δύνανται να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω ανάλογα με τα μοντέλα πρόβλεψης.
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ	Υιοθέτηση πολιτικής διαχείρισης αποθέματος. Ανάλογα με την κατηγορία των υλικών, οι πολιτικές διαχείρισης κυμαίνονται από μη δημιουργία αποθέματος έως τις πολλαπλές πολιτικές διαχείρισης αποθέματος.
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	Διεξαγωγή ελέγχου για την καταγραφή αποτελεσμάτων, βασισμένων στην υιοθετηθείσα πολιτική διαχείρισης.

Στην παρούσα μελέτη θα αναλυθούν τα δύο πρώτα στάδια της διαδικασίας διαχείρισης αποθέματος. Θα παρουσιαστεί το θεωρητικό υπόβαθρο και θα εφαρμοστούν οι θεωρητικές αρχές σε πρακτικό επίπεδο με την χρήση πραγματικών δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Μετά την κωδικοποίηση του κάθε υλικού, επιλέγεται μοντέλο κατηγοριοποίησης. Λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των υλικών που χρησιμοποιούνται, πραγματοποιείται διαχωρισμός τους μέσω της κατηγοριοποίησης. Η κατηγοριοποίηση βασίζεται σε τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των υλικών, όπως η κρισιμότητα, η φάση του κύκλου ζωής, ο χρόνος παράδοσης και η τιμή. Είναι σημαντικό στάδιο, κατά το οποίο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλαπλά κριτήρια αλλά παράλληλα να διατηρείται απλό το μοντέλο.

Μέσω της κατηγοριοποίησης των αποθεμάτων επιτυγχάνονται τα παρακάτω:

-προσδιορισμός επαρκούς επιπέδου ελέγχου.

-επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου πρόβλεψης και ελέγχου.

-εδραίωση συγκεκριμένων δεικτών απόδοσης σχετικών με τα έσοδα και την εξυπηρέτηση πελατών.

Όπως έχει προαναφερθεί, ο σπουδαιότερος λόγος για την τήρηση των αποθεμάτων είναι η ικανοποίηση των αναγκών σε κάθε ιδιαίτερο υλικό χωρίς καθυστέρηση. Σε ιδανικές συνθήκες, κάθε υλικό πρέπει να τηρείται σε επαρκή ποσότητα ώστε να ικανοποιείται κάθε αίτηση. Η λύση όμως αυτή δεν είναι πρακτική. Λογική λύση είναι η διατήρηση αποθεμάτων σε υλικά, ανάλογα με την σπουδαιότητά τους. Με βάση τα παραπάνω προκύπτει το ερώτημα με ποια κριτήρια δύναται να επιτευχθεί ο διαχωρισμός ή πως δύναται να διαχωρίζονται τα υλικά σε σχέση με την σπουδαιότητα τους. Σε κάθε περίπτωση, η διαδικασία πρόβλεψης της ζήτησης επηρεάζεται από τα δεδομένα που συλλέγονται για τις διάφορες κατηγορίες αποθεμάτων, καθώς η βελτίωση της απόδοσης ενδέχεται να βασιστεί σε συγκεκριμένες κρίσιμες κατηγορίες στις οποίες και θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθόδων διαχωρισμού• οι ποσοτικές και ποιοτικές μέθοδοι.

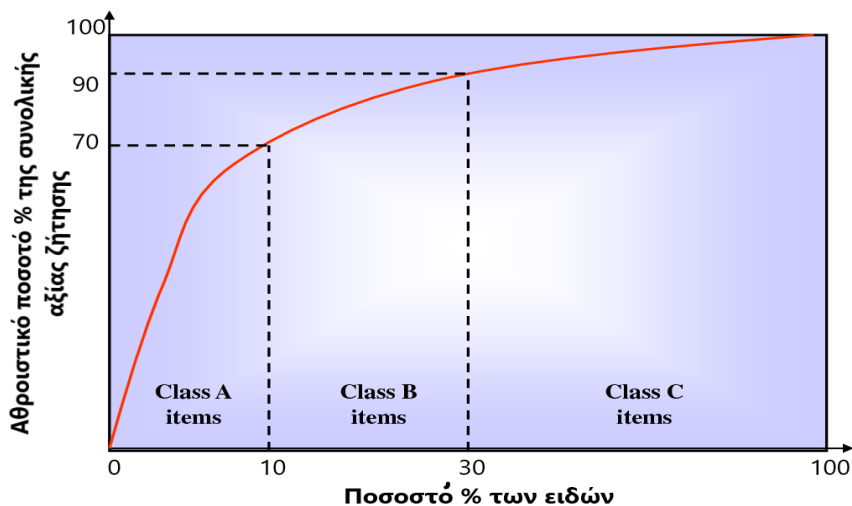
2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

2.2.1 Ποσοτικές Μέθοδοι Κατηγοριοποίησης

Ανάλυση ABC

Ξεκινώντας με τις ποσοτικές μεθόδους, στην βιομηχανία, παραδοσιακή μέθοδος διαχωρισμού αποτελεί η ανάλυση ABC (γνωστή και ως ανάλυση Pareto) η οποία χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί το επίπεδο απαίτησης των ειδών. Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάλυσης ABC είναι η κατηγοριοποίηση του αποθέματος σε τρεις κατηγορίες: Κατηγορία A που περιλαμβάνει υλικά υψηλής αξίας, κατηγορία B με υλικά μέσης αξίας και κατηγορία C με τα υλικά χαμηλής αξίας. Αυτή η ανάλυση χρησιμοποιείται για ομογενή υλικά. Ο διαχωρισμός βασίζεται σε διάφορα κριτήρια (αλλά χρησιμοποιώντας ένα κριτήριο κάθε φορά), ανάλογα με την βαρύτητα που επιλέγει κάθε φορά η επιχείρηση να δώσει σε καθένα από αυτά. Έτσι, τα υλικά μπορούν να διαχωριστούν βάσει της ετήσιας ζήτησης, της μέσης αξίας των υλικών, της διαθεσιμότητας κ.ά.

Σύμφωνα με την ανάλυση ABC, το 10% των υλικών αντιπροσωπεύει το 70% της συνολικής ετήσιας αξίας ζήτησης, το 20% των υλικών περίπου αντιστοιχεί στο 20% της ετήσιας αξίας ζήτησης και το εναπομείναν 70% αντιστοιχεί στο υπόλοιπο 10% της αξίας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 2: Κατανομή ενός αποθέματος βάση της αξίας των υλικών
(Πηγή: Johnson & Kaplan, 1987)

Σύμφωνα με τα παραπάνω διακρίνεται η σχέση που προκύπτει «λίγα υλικά- μεγάλο κόστος», βάσει της οποίας διαμορφώνεται και ο έλεγχος που θα εφαρμοστεί στο απόθεμα. Ανάλογα δηλαδή με την κατηγορία που εντάσσονται υπάρχουν υλικά που πρέπει να παρακολουθούνται μεμονωμένα και τακτικά (κατηγορία A), υλικά που

παρακολουθούνται λιγότερο συχνά και με μικρότερη λεπτομέρεια (κατηγορία B) και τέλος υλικά που μελετώνται αραιά και σύμφωνα με στατιστικά δείγματα (κατηγορία C). Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στο αντίστοιχο σχήμα που αποτελεί την γνωστή και ως καμπύλη Pareto.

Η ανάλυση ABC είναι απλή και γι' αυτό τον λόγο έχει κερδίσει δημοτικότητα σε βάθος χρόνου. Ωστόσο, η μέθοδος παρουσιάζει προβλήματα όταν οι κατηγορίες των αποθεμάτων παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως είναι ο χρόνος παράδοσης ή η κρισιμότητα κάθε υλικού. Για παράδειγμα, ένα υλικό κατατάσσεται στην κατηγορία C και είναι απαραίτητο για την παραγωγική διαδικασία. Όταν υπάρχουν δυσχέρειες στις τελωνειακές διαδικασίες και παρουσιάζονται καθυστερήσεις στην παράδοση του υλικού, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον έλεγχο των αποθεμάτων του. Αυτόματα προκύπτει ότι αν ένα από τα κριτήρια της κατηγοριοποίησης αποθεμάτων ήταν ο χρόνος παράδοσης, το υλικό θα κατατάσσονταν σε κατηγορία A ή B.

Η καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η θέσπιση ενός μοντέλου κατηγοριοποίησης που περιλαμβάνει περισσότερα του ενός κριτήρια. Αυτό το μοντέλο προτάθηκε από τον Flores και λοιπούς (1992) και περιλαμβάνει την χρήση επιπλέον κριτηρίου όπως η εναλλαξιμότητα, η απαρχαίωση, η κρισιμότητα, ο χρόνος παράδοσης και ο βαθμός επισκευής που μπορεί να εφαρμοστεί. Σε αυτό το σημείο δέον να αναφερθεί ότι τα κριτήρια κατηγοριοποίησης δεν θα ξεπερνούν τα τρία γιατί το μοντέλο που προκύπτει είναι περίπλοκο. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν οι κατηγορίες AA, AB, AC, BA, BC, BB, CA, CB και CC του παρακάτω πίνακα, στις οποίες εφαρμόζονται διαφορετικές πολιτικές κάθε φορά (δηλαδή 9 διαφορετικές πολιτικές διαχείρισης).

		CRITICALITY		
		A	B	C
ANNUAL DOLLAR USAGE	A	X	* * *	**
	B	* * *	X	* * *
	C	* *	* *	X

Εικόνα 3: ABC Κατηγοριοποίηση με πολλαπλά κριτήρια
(Πηγή: Flores et al. 1992, p. 73)

Ανάλυση FSN

Η ανάλυση FSN αποτελεί μία ακόμη ποσοτική μέθοδο. Η συγκεκριμένη μέθοδος κατηγοριοποιεί τα αποθέματα στις εξής τρεις κατηγορίες: Κατηγορία F (fast-moving) που περιλαμβάνει υλικά με ταχεία κίνηση, κατηγορία S (slow-moving) με υλικά που παρουσιάζουν αργή κίνηση και κατηγορία N (non-moving) που περιλαμβάνει

ακινήτουντα υλικά. Αυτή η μέθοδος βασίζεται σε ανάλυση των απαιτήσεων και οδηγεί σε κατηγοριοποίηση βάσει του ρυθμού κίνησης των υλικών.

Η ανάλυση FSN εξυπηρετεί στην επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου διαχείρισης αποθέματος (Vrat, 2014). Για τα κλασσικά μοντέλα διαχείρισης όπως είναι το EOQ, η ανάλυση ABC λαμβάνει υπόψη μόνο τα υλικά με ταχεία κίνηση και όχι τα υλικά των κατηγοριών S και N, τα οποία έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

S (slow-moving): τα υλικά που παρουσιάζουν αργή κίνηση χαρακτηρίζονται από μη συνεχή ζήτηση και τυπικά παραδείγματα είναι κάποια ακριβά μηχανολογικά είδη. Τα μοντέλα διαχείρισης αποθέματος των αργά κινούμενων ειδών διαφέρουν από τα κλασσικά μοντέλα διαχείρισης.

N (non-moving): Η διαχείριση των ακινήτων υλικών αφορά πιο πολύ την διαχείριση αποθέματος κατά την αντίστροφη διαδικασία. Το πρόβλημα δεν είναι «πόσο να αγοράσω» ή «πότε να αγοράσω», αλλά «πώς θα διαχειριστώ όσα έχω ήδη αγοράσει». Σαν αποτέλεσμα, η διαχείριση του «νεκρού» αποθέματος αφορά κυρίως την βέλτιστη πρακτική διάθεσης του πλεονάζοντος υλικού, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση. Συνήθως αναφέρεται ως διαχείριση SOS (surplus, obsolete, scrap) και είναι αναγκαίο να αντιμετωπιστεί ως διαχείριση αχρήστων υλικών με έμφαση στην μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (reduce, reuse, recycle-3Rs).

Αντίστοιχα και με την μέθοδο ABC μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη περισσότερα κριτήρια εκτός από την απαίτηση και τον ρυθμό κίνησης των υλικών.

2.2.2 Ποιοτικές Μέθοδοι Κατηγοριοποίησης

Μέθοδος VED

Στον αντίποδα, οι ποιοτικές μέθοδοι βασίζονται σε βαθμολόγηση των υλικών. Αρχικά η μέθοδος VED (vital, essential, desirable) βασίζεται στην εμπειρία. Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο, τα υλικά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την κρισιμότητά τους όπως παρακάτω:

- Ζωτικό (Vital): σημαντικές απώλειες και καθυστερήσεις εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας του υλικού.
- Απαραίτητο (Essential): μέτριες απώλειες και μειωμένη απόδοση εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας του υλικού.
- Επιθυμητό (Desirable): μικρές απώλειες και καμία επίδραση στην απόδοση εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας του υλικού.

Παρόλη την απλότητα της μεθόδου, η ταξινόμηση ενδέχεται να είναι δύσκολη λόγω της ύπαρξης υποκειμενικότητας. Για τον περιορισμό της υποκειμενικότητας

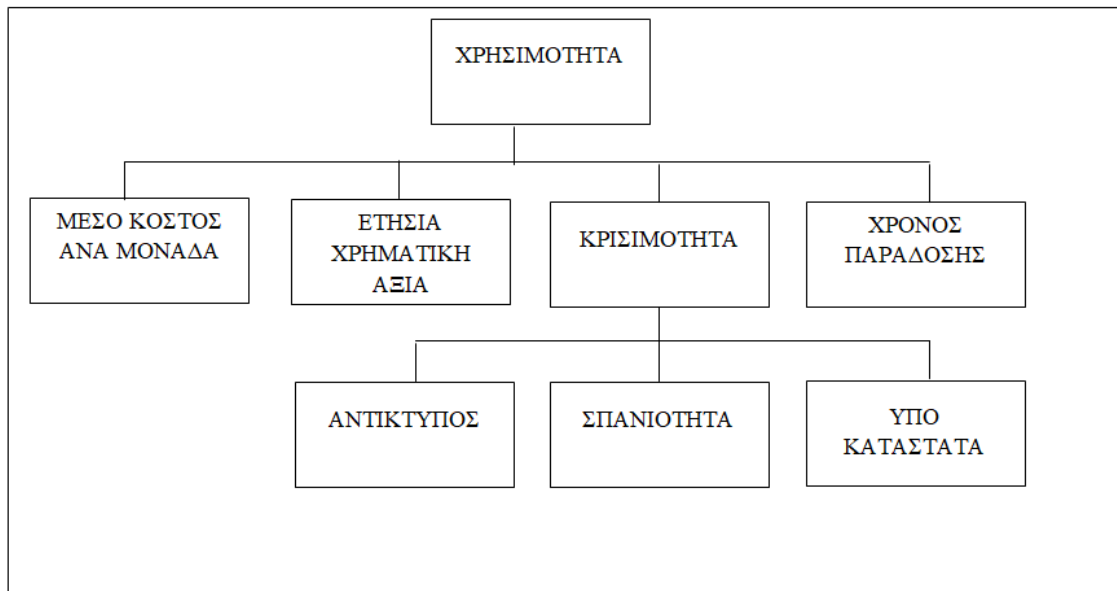
αναπτύχθηκε μια άλλη μέθοδος, αυτή της αναλυτικής ιεράρχησης AHP (Analytic Hierarchy Process).

Μέθοδος AHP

Σύμφωνα με τον Flores και λοιπούς (1992) η AHP (Analytic Hierarchy Process) κατακερματίζει μία περίπλοκη διαδικασία σε βασικά στοιχεία. Μέσω της μεθόδου τα στοιχεία οργανώνονται σε μία ιεραρχία κόμβων και κλάδων, ενώ τα διάφορα υποκειμενικά κριτήρια δομούνται με μια σχετική αριθμητική αξία σε κλίμακα, κατόπιν σύγκρισής τους. Μέσα από την σύγκριση προσδιορίζεται η βαρύτητα και η σχετική απόδοση κάθε κριτηρίου. Όλα τα κριτήρια αξιολόγησης μπορούν να ληφθούν υπόψη. Ωστόσο, επειδή ο ανθρώπινος εγκέφαλος αντιλαμβάνεται ταυτόχρονα περιορισμένο αριθμό αυτών, προτείνεται η χρήση μέχρι επτά κριτηρίων την κάθε φορά.

Η AHP μπορεί να αναλυθεί σε τρία στάδια. Αρχικά, ο μελετητής προσδιορίζει τα κριτήρια βαρύτητας που θα οδηγήσουν στη λήψη απόφασης. Έπειτα, τα κριτήρια οργανώνονται ιεραρχικά, σε ένα ή περισσότερα επίπεδα. Αν δηλαδή κάποια κριτήρια συνδέονται φυσικά, αποτελούν υποκριτήρια στην ίδια κατηγορία. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει αριθμό συγκρίσεων μεταξύ των κόμβων κριτηρίων, ώστε η υποκειμενικότητα των κριτηρίων να αποδοθεί σε κλίμακα σχετικής βαρύτητας.

Ένα παράδειγμα εφαρμογής της AHP που σχετίζεται με την διαχείριση αποθέματος είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4: Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου AHP

Στο παραπάνω παράδειγμα, η χρήση της AHP τοποθετεί τα τέσσερα κριτήρια του μέσου κόστους ανά μονάδα, της ετήσιας χρηματικής αξίας, της κρισιμότητας και του χρόνου παράδοσης σε έναν γραμμικό συνδυασμό. Ο διαχωρισμός των μεταβλητών μπορεί να συνεχίσει σε χαμηλότερα επίπεδα. Η κρισιμότητα, λόγω χάρη, αποτελείται από τον προσδιορισμό του αντίκτυπου στην επιχείρηση (ποιοτικά και ποσοτικά), την ενδεχόμενη σπανιότητα- έλλειψη προμηθευτών και την ύπαρξη ή όχι υποκαταστάτων.

Η σύγκριση της σχετικής βαρύτητας των κριτηρίων μπορεί να ταξινομηθεί αριθμητικά σε μια κλίμακα, όπως στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Παράδειγμα Σύγκρισης Σχετικής Βαρύτητας Κριτηρίων

ΚΛΙΜΑΚΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
1	Ίση αξία	Τα δύο κριτήρια είναι ισάξια
3	Ελαφρώς προτιμητέο	Το εξεταστέο κριτήριο έχει ελαφρώς μεγαλύτερη βαρύτητα
5	Σαφώς προτιμητέο	Το εξεταστέο κριτήριο έχει σαφώς μεγαλύτερη βαρύτητα
7	Απόλυτη προτίμηση	Η βαρύτητα του εξεταστέου κριτηρίου είναι η μέγιστη δυνατή.

Τα 2,4,6 της κλίμακας αποτελούν ενδιάμεσες σχετικές αξίες της κλίμακας. Αν το εξεταστέο κριτήριο (γραμμή) είναι λιγότερο σημαντικό από το κριτήριο σύγκρισης (στήλη), τότε χρησιμοποιούνται τα αντίστροφα κλάσματα. Από το παραπάνω παράδειγμα, μπορεί να προκύψει ο εξής πίνακας:

Πίνακας 3: Παράδειγμα Σύγκρισης Κριτηρίων

	ΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΧΡΗΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ
ΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	1	1	1/6	¼
ΕΤΗΣΙΑ ΧΡΗΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ		1	1/3	1/6
ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ				1
ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ				1

Η ίδια διαδικασία θα εφαρμοστεί και στο επόμενο επίπεδο, με τα υποκριτήρια του κριτηρίου «ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Υπάρχουν δύο στρατηγικές που κινούν την εφοδιαστική αλυσίδα• η στρατηγική της ώθησης και αυτή της έλξης (push and pull method). Η στρατηγική της ώθησης αποτελεί παραδοσιακή μέθοδο κατά την οποία τα αγαθά παράγονται πριν την τοποθέτηση παραγγελιών από τον πελάτη. Σε αγορές με χαμηλό ανταγωνισμό και σταθερή ζήτηση, αυτή η στρατηγική έχει θετικά αποτελέσματα, καθώς διατηρούνται αποθέματα που θα καλύψουν την ζήτηση του τελικού χρήστη. Στον αντίποδα, βρίσκεται η στρατηγική της έλξης. Διαδόθηκε τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς ο ανταγωνισμός εξελίχθηκε εντονότερος, η ανάγκη για προσαρμοσμένα (customized) αγαθά αυξήθηκε και ο κίνδυνος για απαρχαίωση άλλων ελλόχευε. Σύμφωνα με αυτή την στρατηγική (Christopher, 2007), η παραγωγή και διαχείριση αγαθών στην εφοδιαστική αλυσίδα βασίζεται στην ζήτηση και δίνει έμφαση στις συγκεκριμένες και προσωποποιημένες ανάγκες του καταναλωτή.

Στην πραγματικότητα, στην σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα εφαρμόζεται συνδυασμός των δύο στρατηγικών προκειμένου να μειωθούν τα αρνητικά αποτελέσματα μιας αμιγούς στρατηγικής έλξης (Chopra & Meindl, 2013). Έτσι, για τις περισσότερο χρονοβόρες διαδικασίες προμήθειας ή παραγωγής εφαρμόζεται μια στρατηγική ώθησης που θα επιτρέψει στην επιχείρηση να παραμείνει ανταγωνιστική. Επειδή η πραγματική ζήτηση δεν είναι γνωστή, βάση για την στρατηγική αποτελεί η αναμενόμενη ζήτηση των πελατών γνωστή και ως πρόβλεψη ζήτησης. Εξαιρετικής σημασίας είναι οι ακριβείς προβλέψεις ζήτησης, καθώς επηρεάζεται άμεσα ο σχεδιασμός της επιχείρησης και στους άλλους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας (παραγωγή, προμήθεια, μεταφορά, εναποθήκευση κλπ.).

Η πρόβλεψη παρέχει πληροφορίες σχετικές με την μελλοντική ζήτηση και αποτελεί την βάση για τις μελλοντικές επιχειρηματικές αποφάσεις. Ο στόχος των προβλέψεων είναι η ταύτιση της ζήτησης και της προμήθειας. Μέσω της πρόβλεψης παρέχονται πληροφορίες για τις δυνατότητες ή προμήθειες που απαιτούνται ώστε να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Για τον σχεδιασμό παραγωγής απαιτείται να είναι γνωστό το εργατικό δυναμικό και ο εξοπλισμός που θα χρειαστεί για κάλυψη της ζήτησης. Το τμήμα προμηθειών χρειάζεται να γνωρίζει τις ποσότητες και τα είδη προμήθειας, ενώ απαραίτητος είναι και ο σχεδιασμός των τηρούμενων αποθεμάτων καθώς και των μεταφορικών. Οι προβλέψεις χρησιμοποιούνται για δύο σκοπούς• ο πρώτος είναι ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός που καθορίζει το χρονοδιάγραμμα των αγαθών και υπηρεσιών που θα προσφέρονται και τα είδη των εγκαταστάσεων, της τοποθεσίας και του εξοπλισμού που απαιτούνται. Ο δεύτερος σκοπός είναι βραχυπρόθεσμος και

μεσοπρόθεσμος και αφορά ζητήματα όπως τα επίπεδα αποθέματος και εργατικού δυναμικού. Οι προβλέψεις υλοποιούνται με την χρήση υπολογιστικών συστημάτων και περίπλοκων μαθηματικών μοντέλων. Ωστόσο, η εμπειρία και η κριτική ικανότητα είναι ζωτικής σημασίας καθώς τα καλύτερα μοντέλα πρόβλεψης παρουσιάζουν κενά. Η εξαγωγή των προβλέψεων είναι περισσότερο ευθύνη του τμήματος πωλήσεων ή μάρκετινγκ, αφού σχετίζονται με την πλευρά του πελάτη και όχι τόσο του κόστους (Stevenson, 2009).

3.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΙΑΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Τα στοιχεία που αναφέρονται ως μεγάλης σημασίας για μια αξιόπιστη πρόβλεψη και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους υπεύθυνους είναι τα παρακάτω:

- Η μέθοδος της πρόβλεψης πρέπει να είναι κατανοητή. Οι χρήστες είναι αναγκαίο να κατανοούν πώς λειτουργεί και ποιοι περιορισμοί υπάρχουν. Αυτός είναι και ο λόγος που οι απλούστερες μέθοδοι είναι και οι πιο διαδεδομένες.
- Οι προβλέψεις είναι πάντα ανακριβείς και ο υπολογισμός του σφάλματος πρόβλεψης είναι καθοριστικής σημασίας. Ο έλεγχος είναι η βάση για την επιλογή εναλλακτικής, καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης.
- Η πρόβλεψη είναι απαραίτητο να είναι αξιόπιστη και σταθερή. Οι χρήστες βασίζονται στην πρόβλεψη, γνωρίζοντας βέβαια πως ενδεχομένως υπάρχουν σφάλματα.
- Η πρόβλεψη πρέπει να εξάγεται σε σωστό χρόνο. Οι ενέργειες μετά την πρόβλεψη απαιτούν χρόνο. Δεν είναι εφικτό, για παράδειγμα η παραγωγική ικανότητα ή τα επίπεδα αποθεμάτων να τροποποιηθούν άμεσα.
- Η πρόβλεψη πρέπει να είναι σε σωστή μονάδα μέτρησης. Το τμήμα παραγωγής και προμήθειας πρέπει να γνωρίζει τις σωστές ποσότητες. Το οικονομικό τμήμα πρέπει να γνωρίζει πόσα χρήματα (σε χρηματικές μονάδες) θα απαιτηθούν. Ο κάθε χρήστης της πρόβλεψης και ο σκοπός που θα χρησιμοποιηθεί η πρόβλεψη, καθορίζει και τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης.
- Οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακρίβεια έναντι των μακροπρόθεσμων. Ο καταλληλότερος χρόνος εξαγωγής προβλέψεων πρέπει να καθοριστεί.
- Τα οφέλη των προβλέψεων πρέπει να είναι μεγαλύτερα από τα κόστη που συνεπάγονται.
- Η παραμόρφωση των προβλέψεων είναι μεγαλύτερη καθώς η εφοδιαστική αλυσίδα μεγαλώνει. Ένας από τους κυριότερους λόγους είναι τα φαινόμενα του μαστιγίου (Stevenson, 2009).

3.3 ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Υπάρχουν τα παρακάτω έξι βήματα που ακολουθούνται κατά την πρόβλεψη:

1. Κατανόηση του σκοπού της πρόβλεψης. Πότε και πώς θα χρησιμοποιηθεί. Τα αποτελέσματα των προβλέψεων χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς σχεδιασμούς και διαδικασίες λήψης αποφάσεων και οι χρήστες των αποτελεσμάτων πρέπει να προσδιοριστούν.
2. Προσδιορισμός του χρονικού ορίζοντα της πρόβλεψης. Συνήθως όταν αυξάνεται η χρονική διάρκεια, η ακρίβεια των αποτελεσμάτων μειώνεται.
3. Προσδιορισμός της μεθόδου πρόβλεψης.
4. Εύρεση, διαλογή και ανάλυση δεδομένων. Σε περίπτωση που δεν πραγματοποιηθεί διαλογή δεδομένων και χρησιμοποιηθούν λανθασμένα στοιχεία, αυτά ενδεχομένως να οδηγήσουν σε λανθασμένες ενέργειες.
5. Προετοιμασία της πρόβλεψης.
6. Επανεξέταση των αποτελεσμάτων της πρόβλεψης. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων πρέπει να μετράται και να αξιολογείται. Αν η ακρίβεια δεν είναι ικανοποιητική, απαιτείται η μελέτη των λόγων που το προκάλεσε. Οι λόγοι ενδέχεται να είναι λανθασμένα δεδομένα ή λανθασμένη επιλογή μεθόδου. Μετά την κατανόηση και επίλυση των ζητημάτων που προκάλεσαν την ανακρίβεια, ακολουθεί επικαιροποίηση της πρόβλεψης.

3.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΖΗΤΗΣΗΣ

Η καταγεγραμμένη ζήτηση για ένα υλικό είναι το κύριο στοιχείο εισόδου για την παραγωγή των προβλέψεων του μελλοντικού χρονικού διαστήματος. Έχει σημασία λοιπόν πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των μεθόδων πρόβλεψης, η ανάλυση των μοντέλων της ζήτησης και πώς αυτά διαμορφώνονται.

Το σύνολο των παρατηρήσεων της ζήτησης για ένα προϊόν που καταγράφονται διαχρονικά σε ισαπέχοντα σημεία του χρόνου και με την σειρά εμφανίσεώς τους, αποτελούν μια χρονοσειρά (time series). Στα στοιχεία των καταγεγραμμένων και παρελθοντικών στοιχείων ζήτησης υπάρχουν τις περισσότερες φορές κάποια εύκολα αναγνωρίσιμα χαρακτηριστικά. Οι περισσότερες μέθοδοι πρόβλεψης είναι σχεδιασμένες ώστε να λαμβάνουν υπόψη αυτά τα χαρακτηριστικά και να παρέχουν πιο ακριβή στοιχεία σε σχέση με απλές μεθόδους. Ωστόσο, επειδή κάποια μοντέλα είχαν επαναληφθεί στο παρελθόν δεν σημαίνει ότι θα συνεχίσουν να το κάνουν και στο μέλλον σε ένα περιβάλλον αγοράς που μεταβάλλεται συνεχώς. Αν και οι προβλέψεις ενδέχεται να πάνε να έχουν εφαρμογή, εντούτοις η αναγνώριση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και των αντίστοιχων μοντέλων ζήτησης χρησιμοποιείται για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης. Κάθε μοντέλο ζήτησης συνίσταται από ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Winters, 1960):

Οριζόντιο- Επίπεδο (horizontal, level): Είναι το πιο τυπικό χαρακτηριστικό των μοντέλων ζήτησης, σύμφωνα με το οποίο η ζήτηση κινείται πάνω ή κάτω από

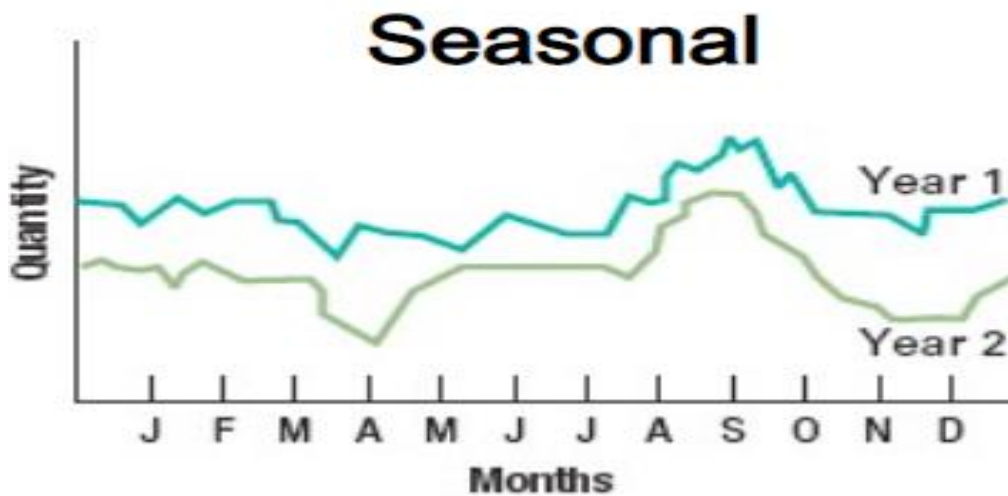
συγκεκριμένο επίπεδο και δεν εμφανίζει κάποια επιρροή εποχικότητας ή τάσης. Αποτελεί τον μέσο όρο του αθροίσματος των καταγεγραμμένων στοιχείων ζήτησης για συγκεκριμένο αριθμό χρονικών περιόδων ζήτησης. Αν θεωρητικά υποθέσουμε ότι κάθε μοντέλο ζήτησης δεν είχε κάποιο από τα χαρακτηριστικά που αναλύονται παρακάτω παρά μόνο το επίπεδο, τότε η ζήτηση θα ήταν σταθερή στον χρόνο.



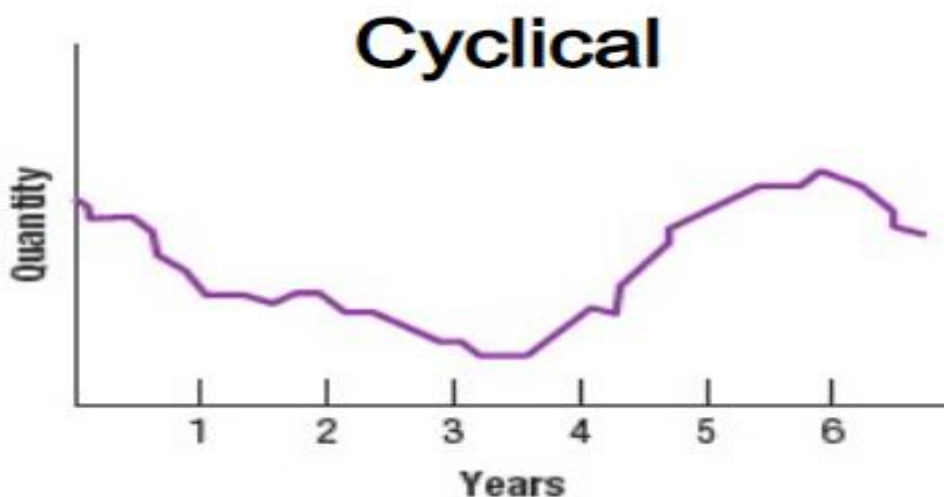
Γράφημα 1: Παράδειγμα οριζόντιας ζήτησης

(Πηγή: Pearson Education, 2007, slide 3)

Εποχικότητα και κυκλικότητα (seasonality, cyclicity): Η ζήτηση παρουσιάζει επαναλαμβανόμενη διακύμανση σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους• όταν η περιοδικότητα έχει μήκος μικρότερο του έτους αναφερόμαστε σε εποχικότητα, ενώ όταν το μήκος περιοδικότητας είναι μεγαλύτερο του έτους και χωρίς σταθερότητα μιλάμε για κυκλικό στοιχείο. Για ορισμένα αγαθά οι εποχιακές αλλαγές διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο και η παραγωγή στοιχείων πρόβλεψης με τις παραδοσιακές, απλές μεθόδους δεν θα επιφέρει επιθυμητά αποτελέσματα.

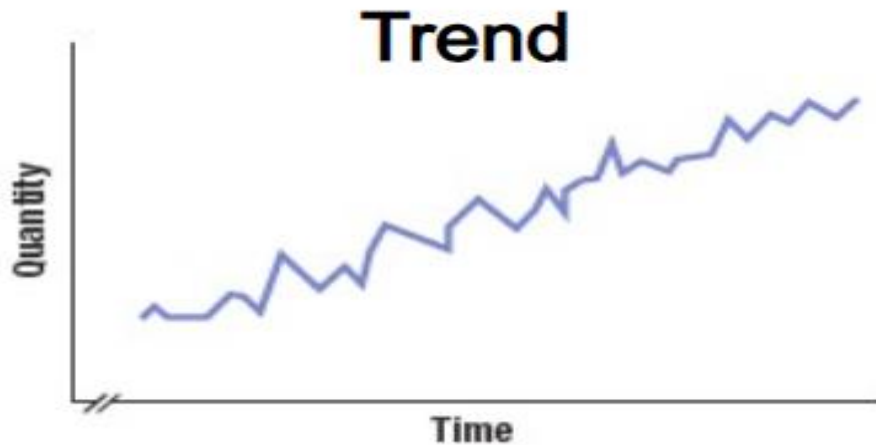


Γράφημα 2: Παράδειγμα εποχιακής ζήτησης
(Πηγή: Pearson Education, 2007, slide 3)



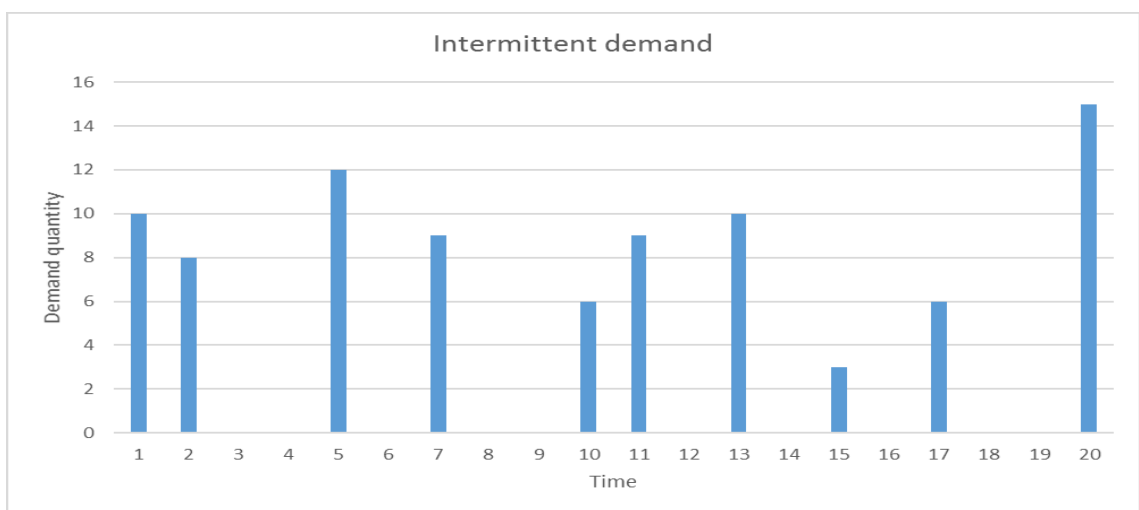
Γράφημα 3: Παράδειγμα εποχιακής και κυκλικής ζήτησης
(Πηγή: Pearson Education, 2007, slide 3)

Τάση (trend): Όπως συμβαίνει με τα εποχιακά μοντέλα, είναι πιθανό να αναγνωριστούν τάσεις στην ζήτηση που θα επηρεάσουν την πρόβλεψη. Τάση εμφανίζεται όταν η ζήτηση σταδιακά αυξάνεται ή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και παράδειγμα τέτοιας ζήτησης παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα. Η χρήση της τάσης είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση, καθώς η πρόβλεψη βασίζεται στην υπόθεση ότι η τάση θα διατηρηθεί και στο μέλλον. Είναι δυνατό να διαπιστωθεί διαφορετικός τύπος τάσης, όπως είναι η γραμμική, η εκθετική, τύπου καμπύλης S, ακόμη και οριζόντια τάση (που υποδηλώνει την μη ύπαρξη τάσης).



Γράφημα 4: Παράδειγμα ζήτησης με ανοδική τάση
(Πηγή: Pearson Education, 2007, slide 3)

Υπόλοιπα (residuals, errors): Εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά μοντέλα ζήτησης καταγράφονται περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η μοντελοποίηση και στις οποίες περιλαμβάνονται τυχαίες τιμές ζήτησης. Τότε μιλάμε για μη κανονική διακύμανση και ασυνέχεια η οποία εμφανίζεται σποραδικά σε τυχαία διαστήματα με περιόδους ακόμη και μηδενικής ζήτησης και γραφικά παρουσιάζει εικόνα όπως στο παράδειγμα του επόμενου πίνακα. Σαν αποτέλεσμα, οι αλλαγές είναι απότομες στο πρότυπο συμπεριφοράς, η ποικιλομορφία είναι μεγάλη, η εξαγωγή στοιχείων πρόβλεψης είναι δυσχερής, ενώ τα οποιαδήποτε σφάλματα των προβλέψεων μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα κοστοβόρα εξαιτίας του κινδύνου απαρχαίωσης ή έλλειψης αγαθών (Syntetos & Boylan, 2005). Ειδικές περιπτώσεις μη κανονικής διακύμανσης αποτελούν ο λευκός θόρυβος (white noise) και ο τυχαίος περίπατος (random walk).



Γράφημα 5: Παράδειγμα διακοπτόμενης ζήτησης
(Πηγή: Vaskinen, 2017)

Όλα τα παραπάνω παραδείγματα και γραφήματα αφορούν απλοποιημένες και τεχνητές χρονοσειρές που παρουσιάζουν ντετερμινιστικά μοντέλα με τα χαρακτηριστικά του οριζόντιου στοιχείου, της τάσης και της εποχικότητας. Ωστόσο στην πραγματική ζωή αυτά τα μοντέλα είναι πιο δυναμικά και περίπλοκα, φανερώνοντας την στοχαστική τους φύση. Γενικά, τα χαρακτηριστικά των χρονοσειρών (οριζόντιο στοιχείο, τάση, εποχικότητα και τυχαίο στοιχείο) αλληλεπιδρούν με δύο τρόπους• προσθετικά και πολλαπλασιαστικά (Svetunkov, 2022).

Προσθετικό μοντέλο: $F_t = L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-m} + E_t$

Πολλαπλασιαστικό μοντέλο: $F_t = L_{t-1} * T_{t-1} * S_{t-m} * E_t$

Όπου

L_{t-1} : Οριζόντιο- επίπεδο

T_{t-1} : Τάση

S_{t-m} : Εποχικότητα με περιοδικότητα m

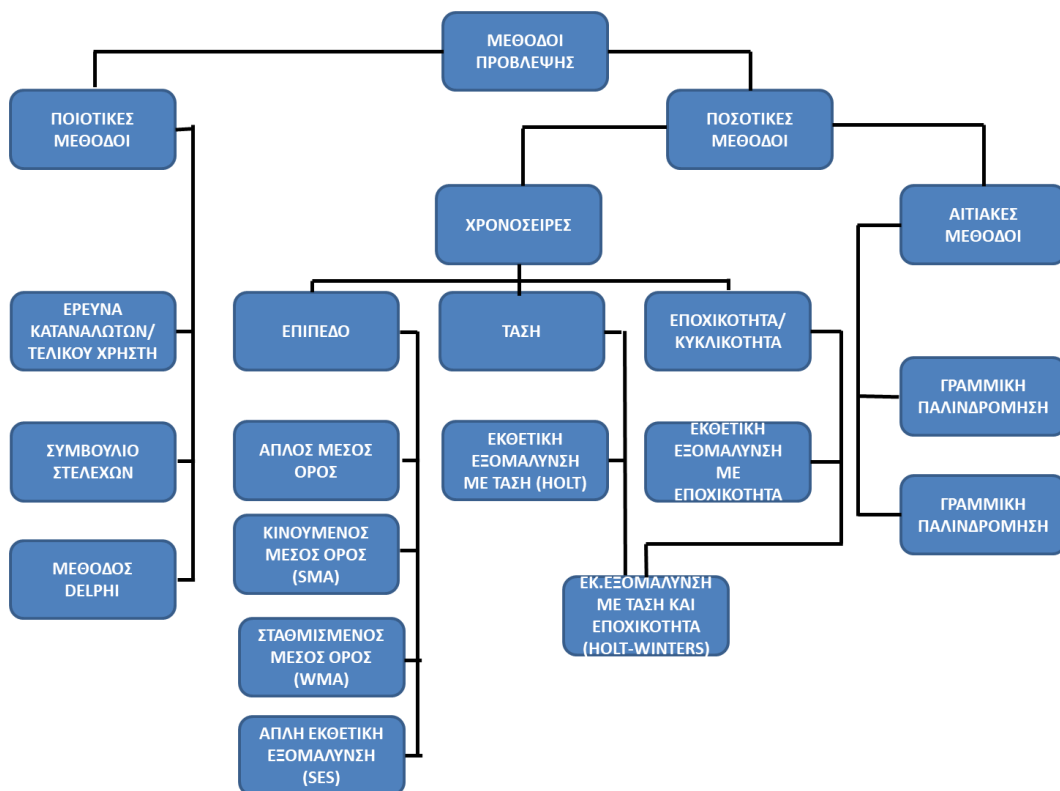
E_t : τυχαίο στοιχείο

Είναι δυνατό να προσδιοριστούν ανάμεικτα μοντέλα, στα οποία κάποιο από τα παραπάνω χαρακτηριστικά (π.χ. τάση) είναι προσθετικό και τα υπόλοιπα είναι πολλαπλασιαστικά, δηλαδή $F_t = (L_{t-1} + T_{t-1}) * S_{t-m} * E_t$.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όσο πιο ακριβής και λεπτομερής είναι η καταγεγραμμένη ζήτηση κάθε υλικού, τόσο πιο ευέλικτες, ακριβείς και καλύτερες είναι οι παραγόμενες προβλέψεις σύμφωνα με όσα θα αναλυθούν παρακάτω.

3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι πρόβλεψης που παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία. Συνήθως διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες• είναι οι ποιοτικές και οι ποσοτικές μέθοδοι ανάλογα με το τι είδους στοιχεία χρησιμοποιούνται σαν στοιχεία εισόδου και φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Καμία μέθοδος δεν έχει αποδειχθεί καλύτερη από την άλλη και η απόφαση για το ποια θα χρησιμοποιηθεί εξετάζεται κατά περίπτωση.



Εικόνα 5: Μέθοδοι Πρόβλεψης Ζήτησης

3.5.1 Ποιοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι ποιοτικές μέθοδοι πρόβλεψης απαιτούν εξειδικευμένο και έμπειρο ανθρώπινο δυναμικό, του οποίου οι απόψεις και η κρίση οδηγεί στις προβλέψεις. Μειονέκτημα αυτών των μεθόδων είναι το υψηλό κόστος και η απαίτηση περισσότερου χρόνου διεξαγωγής, ενώ επειδή είναι υποκειμενικές ενδέχεται να χαρακτηρίζονται από προκατάληψη και να επηρεάσουν την ακρίβεια της πρόβλεψης. Δεν είναι κατάλληλες για περιπτώσεις που απαιτείται λεπτομερής καταγραφή των επιπέδων πρόβλεψης. Ωστόσο, ενίοτε τα ιστορικά δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, ειδικότερα στις περιπτώσεις εισαγωγής νέων προϊόντων, και οι ποιοτικές μέθοδοι είναι οι μόνες κατάλληλες.

Στις ποιοτικές μεθόδους συγκαταλέγονται οι παρακάτω:

- Έρευνα καταναλωτών ή γενικότερα τελικού χρήστη. Μέσω ερωτηματολογίου ή συνεντεύξεων καθορίζονται οι προτιμήσεις του κοινού επιθυμίας και λαμβάνονται αποφάσεις βάσει αυτών των προτιμήσεων.
- Συμβούλιο. Μέσω της συζήτησης και επιχειρηματολογίας συγκεκριμένων κάθε φορά στελεχών (που επιλέγονται με κριτήρια που σχετίζονται με τον τομέα που εξετάζεται), αποφασίζεται η στρατηγική που θα ακολουθηθεί.
- Μέθοδος Delphi. Μέσω της δημιουργίας ενός διαδικτυακού πάνελ με συμμετέχοντες που ενδεχομένως δεν γνωρίζουν ο ένας τον άλλο, επιδιώκεται η λήψη απόφασης. Αρχικά διανέμονται ερωτηματολόγια και εκφέρει ο καθένας την άποψή του για συγκεκριμένο θέμα. Έπειτα ο καθένας λαμβάνει ενημέρωση για τις απαντήσεις και τα επιχειρήματα των υπολοίπων και ακολουθεί η ίδια

διαδικασία μέχρι να συμφωνήσουν τα μέλη για μέρος ή επί του συνόλου των θεμάτων και να ληφθεί κοινή απόφαση.

3.5.2 Ποσοτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται και έχουν ως στοιχεία εισόδου αριθμητικά δεδομένα, ενώ χρησιμοποιούν μαθηματική μοντελοποίηση. Σε αντίθεση με τις ποιοτικές μεθόδους, είναι αντικειμενικές και δεν επηρεάζονται από τον ανθρώπινο παράγοντα. Βασικός στόχος των ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης είναι η μελέτη της συμπεριφοράς μιας χρονοσειράς, η αναγνώριση των στοιχείων της και η εφαρμογή των αναγνωρισθέντων σημερινών στοιχείων- συνθηκών στο μέλλον.

Οι επιχειρήσεις συνήθως έχουν διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία, ειδικότερα τα τελευταία χρόνια που χρησιμοποιούνται συστήματα ERP (enterprise resource planning) ακόμη και από τις μικρότερες εταιρείες. Τα ιστορικά στοιχεία είναι τα δεδομένα εισόδου στις χρονοσειρές που χρησιμοποιούν ως υπόθεση ότι τα δεδομένα του παρελθόντος θα επαναληφθούν στο μέλλον και με την χρήση μαθηματικών προτύπων, εξάγουν στοιχεία προβλέψεων. Υπάρχουν πάνω από 70 μέθοδοι χρονοσειρών που έχουν αναπτυχθεί και κυμαίνονται από υπερβολικά απλές ως υπερβολικά περίπλοκες. Οι ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης διακρίνονται σε αιτιακές και μεθόδους προεκβολής.

3.5.2.1 Αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης

Οι αιτιακές μέθοδοι βασίζονται στην υπόθεση ότι η πρόβλεψη της ζήτησης σχετίζεται άμεσα με άλλους παράγοντες του περιβάλλοντος (π.χ. κατάσταση οικονομίας, τα ενδιαφέροντα του καταναλωτικού κοινού, διαφημιστικές ενέργειες, τιμή πώλησης κλπ.). Μέσω των αιτιακών μεθόδων αναζητείται η συσχέτιση μεταξύ της ζήτησης (εξαρτημένη μεταβλητή) και της υποτιθέμενης μελλοντικής διαμόρφωσης των περιβαλλοντικών παραγόντων (ανεξάρτητη μεταβλητή) και έπειτα διερευνάται το είδος και η σχέση των δύο μεγεθών. Για παράδειγμα, η τιμή του προϊόντος συσχετίζεται με την ζήτηση και η επιχείρηση θα χρησιμοποιήσει αιτιακές μεθόδους για να καθορίσει τον αντίκτυπο των προσφορών που διοχετεύει στην αγορά στη ζήτηση. Στα αιτιακά μοντέλα συγκαταλέγονται οι μέθοδοι παλινδρόμησης (regression) και οι οικονομετρικές μέθοδοι (Chopra & Meindl, 2013).

Η πιο απλή αιτιακή μέθοδος είναι αυτή της γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression), κατά την οποία η ζήτηση (εξαρτημένη μεταβλητή) εξαρτάται και επηρεάζεται από μια ανεξάρτητη μεταβλητή (παράγοντες περιβάλλοντος) σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$F = a + bX$$

όπου F: η πρόβλεψη ζήτησης

X: ανεξάρτητη μεταβλητή

a, b: οι συντελεστές της εξίσωσης ώστε το a να είναι η αρχική τιμή του F όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι μηδέν και b είναι ο ρυθμός μεταβολής του F για κάθε μοναδιαία μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής X.

Σε περιπτώσεις που υπάρχει η ανάγκη για αντιμετώπιση προβλημάτων με πιο σύνθετα μοντέλα, στα οποία λαμβάνονται υπόψη περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές, χρησιμοποιούνται αιτιακές μέθοδοι πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression). Σε αυτά συνδυάζονται οι επιμέρους ανεξάρτητες μεταβλητές μέσω μαθηματικών εξισώσεων ώστε να προκύψουν μακροπρόθεσμες προβλέψεις.

Γενικά, οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης είναι περίπλοκες και δύσκολες στην εφαρμογή λόγω της μεγάλης απαίτησης δεδομένων και του αυξημένου κόστους εφαρμογής. Ωστόσο, επιλέγονται σε περιπτώσεις που απαιτείται η κατανόηση των συνθηκών και η παραγωγή προβλέψεων υπό το πρίσμα συγκεκριμένων μεταβλητών.

3.5.2.2 Βασικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι βασικές μέθοδοι πρόβλεψης είναι μέθοδοι προεκβολής, βασίζονται στα ποσοτικοποιημένα δεδομένα ζήτησης και παρέχουν δεδομένα μέσω της διερεύνησης της συμπεριφοράς τους και της ανάλυσης των αντίστοιχων χρονοσειρών. Βάση τους αποτελεί η υπόθεση ότι η παρελθούσα ζήτηση αποτελεί ενδεικτική του μέλλοντος, ενώ θεωρούνται κατάλληλες όταν το βασικό μοντέλο ζήτησης παραμένει αμετάβλητο από τον ένα χρόνο στον επόμενο. Σε αντίθεση με τις αιτιακές μεθόδους, οι μέθοδοι προεκβολής δεν εξετάζουν πώς επηρεάζεται μια μεταβλητή σε σχέση με κάποια άλλη, αλλά θεωρούν ότι η πρόβλεψη του μέλλοντος θα βασιστεί αποκλειστικά στα ιστορικά καταγεγραμμένα στοιχεία. Η συμπεριφορά κάθε μεταβλητής περιγράφεται από δύο στοιχεία• το συστηματικό (systematic) και το τυχαίο (random). Το συστηματικό περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν στα μοντέλα ζήτησης, το επίπεδο, την τάση και την εποχικότητα. Το τυχαίο αφορά όλα εκείνα τα στοιχεία που επηρεάζουν την μεταβλητή αλλά δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν. Επομένως, η μελέτη της συμπεριφοράς μιας μεταβλητής αναφέρεται αποκλειστικά στην μελέτη του συστηματικού και όχι του τυχαίου μέρους.

Η απλούστερη μέθοδος προεκβολής περιλαμβάνει την χρήση της τελευταίας ζήτησης ως πρόβλεψη για το μέλλον. Άλλες απλές αλλά ευρέως διαδεδομένες χρονοσειρές είναι αυτές του απλού κινούμενου μέσου όρου και της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Πιο περίπλοκες χρονοσειρές αναλύουν την παρελθοντική ζήτηση και λαμβάνουν υπόψη την εποχικότητα ή την τάση κατά την εξαγωγή των προβλέψεων. Οι πιο συνηθισμένες αναλύονται παρακάτω (Mentzer & Moon, 2005).

Μέθοδος του απλού μέσου όρου (μέσης τιμής)

Όταν ένα νέο είδος υλικού εισάγεται για πρώτη φορά, δεν υπάρχουν προγενέστερα στοιχεία για την ζήτησή του που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική πρόβλεψη. Ωστόσο, αν υπάρχουν στοιχεία για παρόμοια είδη (π.χ. υποκατάστατα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να αναλυθούν. Με την εύρεση της μέσης τιμής όλων αυτών των υλικών, δύναται να πραγματοποιηθεί αρχική προσέγγιση για το νέο υλικό. Όταν αποκτηθούν περαιτέρω στοιχεία, δείχνοντας τον αναμενόμενο κατά προσέγγιση χρόνο περαιτέρω παραμονής του νέου υλικού πριν να απαιτηθεί η αντικατάσταση η επισκευή του, η πρόβλεψη δύναται να προσαρμοστεί με τη βοήθεια ενός συντελεστή που αντιπροσωπεύει αυτή τη βελτίωση και έτσι να προσδιοριστεί ακριβέστερα.

Μέθοδος του Κινούμενου Μέσου Όρου (Simple Moving Average- SMA)

Μια άλλη μέθοδος διαμορφώσεως των προβλέψεων είναι γνωστή ως μέθοδος του κινούμενου μέσου όρου (SMA). Η μέθοδος συνίσταται στην εύρεση του μέσου όρου N δεδομένων περιόδων ζήτησης (π.χ. μηνών ή τριμήνων) αρχίζοντας από ένα καθορισμένο χρόνο t . Η νέα πρόβλεψη F_t παράγεται σε κάθε αλλαγή της περιόδου, με τις παλιότερες παρατηρήσεις να την διαμορφώνουν. Όλες οι παρατηρήσεις που χρησιμοποιούνται έχουν την ίδια βαρύτητα.

Για παράδειγμα, υποθέτουμε ότι η μηνιαία ζήτηση ενός συγκεκριμένου είδους για 6 συνεχείς μήνες ήταν 5, 7, 3, 6, 6 και 4 τεμάχια. Ποια θα ήταν η προβλεφθείσα ζήτηση για τον 4^ο μήνα επί τη βάση του απλού μέσου όρου των πρώτων 3 μηνών; Αυτή προφανώς θα ήταν:

$$F_4 = \frac{5+7+3}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ τεμάχια}$$

Η τιμή αυτή συγκρίνεται με την πραγματική παρατηρηθείσα ζήτηση στον 4^ο μήνα της οποίας η τιμή είναι 6 τεμάχια. Συμβολικά, ο κινούμενος μέσος όρος δύναται να γραφεί ως παρακάτω:

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

Όπου:

F_t = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t

D_i = η παρατηρούμενη ζήτηση σε χρόνο t

N = ο αριθμός των παρατηρήσεων οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό του μέσου όρου

Στο αναφερόμενο παράδειγμα, ο χρόνος t ήταν 3 μήνες, ο N ήταν 3 περίοδοι ζήτησης και οι τιμές των τριών προηγούμενων ζητήσεων ήταν 5, 7 και 3. Η F_t ανταποκρίνεται στις μεταβολές της διαμορφωμένης βασικής ζήτησης και εξαρτάται από την εκλογή του N . Εάν ο N είναι μικρός, ο κινούμενος μέσος όρος θα ανταποκρίνεται γρήγορα στις μεταβολές της βασικής στάθμης ζήτησης, ενώ εάν ο N είναι μεγάλος, ο κινούμενος μέσος όρος θα ανταποκρίνεται αργά στην τιμή «α» (σταθερά ζήτησης ή αληθής μέση τιμή ζήτησης).

Η μέθοδος SMA δεν είναι η πιο ακριβής, ωστόσο λόγω της απλότητας χαρακτηρίζεται ως η περισσότερο εφαρμοζόμενη μέθοδος στην πράξη.

Μέθοδος του Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (Weighting Moving Average- WMA)

Η μέθοδος σταθμισμένου κινούμενου μέσου (WMA) είναι παρόμοια με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου όρου (SMA). Η διαφορά έγκειται στο ότι κάθε παρελθούσα παρατήρηση έχει διαφορετική βαρύτητα για κάθε περίοδο, σε αντίθεση με την SMA που κάθε παρατήρηση έχει το ίδιο βάρος.

Συμβολικά, ο σταθμισμένος κινούμενος μέσος όρος μπορεί να περιγραφεί από την παρακάτω σχέση:

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

Όπου:

F_t = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t

D_{t-i} = η παρατηρούμενη ζήτηση σε χρόνο $t - i$

w_i = ο συντελεστής βαρύτητας για την περίοδο $t - i$

Στην παραπάνω σχέση, το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας πρέπει να ισούται με 1.

Στο προηγούμενο παράδειγμα, με την μηνιαία ζήτηση του υλικού για 6 συνεχείς μήνες στα 5, 7, 3, 6, 6 και 4 τεμάχια θέτουμε συντελεστές βαρύτητας 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, όπου ο μεγαλύτερος συντελεστής βαρύτητας αντιστοιχεί στην καταγεγραμμένη ζήτηση της τελευταίας περιόδου. Έτσι, τον 5^ο μήνα η προβλεφθείσα ζήτηση είναι:

$$F_5 = 0,1*5+0,2*7+0,3*3+0,4*6=5,2, \text{ περίπου δηλαδή } 5 \text{ τεμάχια.}$$

Το πλεονέκτημα του WMA είναι ότι δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Η πρόκληση βέβαια σε αυτή την περίπτωση παραμένει η εύρεση των καταλληλότερων συντελεστών βαρύτητας.

Μέθοδος Απλής Εκθετικής Εξομάλυνσης (Single Exponential Smoothing- SES)

Αυτή η μέθοδος χειρισμού των δεδομένων ζήτησης χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό προγενέστερης πρόβλεψης και την πλέον πρόσφατη παρατηρούμενη ζήτηση προς απόκτηση μιας αναθεωρημένης πρόβλεψης για την επόμενη ζήτηση. Η μέθοδος αυτή καλείται απλή εκθετική εξομάλυνση, εφαρμόστηκε αρχικά το 1959 από τον Brown, και σύμφωνα με αυτή δίνεται μικρότερη βαρύτητα στα παλαιότερα δεδομένα ζήτησης παρόλο που όλα τα προηγούμενα στοιχεία συμμετέχουν στην διαδικασία εξαγωγής της νέας πρόβλεψης. Μια σταθερά «α» που καλείται σταθερά εξομάλυνσης, χρησιμοποιείται για να καθορίσει πόση βαρύτητα έχουν οι παλαιότερες παρατηρήσεις σε σχέση με τις νέες. Μικρότερη τιμή του «α» δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στις παλιότερες προβλέψεις και ανταποκρίνεται αργά στις αλλαγές, ενώ η μέθοδος προσεγγίζει περισσότερο την μέθοδο SMA. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του «α», τόσο ανταποκρίνεται πιο γρήγορα και είναι πιο ευαίσθητη στις αλλαγές.

Συμβολικά η εκθετικά εξομαλυνθείσα πρόβλεψη δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

Όπου:

F_t = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t

F_{t-1} = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο $t - 1$

D_{t-1} = η παρατηρούμενη ζήτηση σε χρόνο $t - 1$

a = η σταθερά εξομάλυνσης

Ο όρος $(D_{t-1} - F_{t-1})$ αντιπροσωπεύει το σφάλμα πρόβλεψης και υποδηλώνει τον τρόπο με τον οποίο ο μαθηματικός τύπος λαμβάνει υπόψη το σφάλμα πρόβλεψης.

Ο όρος εξομάλυνση υποδηλώνει ότι η βαρύτητα κάθε παλαιότερης παρατήρησης μειώνεται εκθετικά κατά $(1-a)$. Έτσι, κάνοντας τις απαραίτητες αντικαταστάσεις στον προηγούμενο τύπο έχουμε:

$$F_t = a * D_{t-1} + a * (1 - a) * D_{t-2} + (1 - a)^2 * F_{t-2}$$

Γενικά,

$$F_t = a * D_{t-1} + a * (1 - a) * D_{t-2} + (1 - a)^2 * D_{t-3} + \dots + (1 - a)^m * D_{t-m-1} + (1 - a)^m * F_{t-m-1}$$

Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι ο συντελεστής εξομάλυνσης a ήταν 0,1 και η πραγματική ζήτηση για ένα υλικό την $t - 1$ ήταν 100 ενώ η πρόβλεψη ζήτησης της ίδιας περιόδου ήταν 120, τότε η εκθετικά εξομαλυνθείσα πρόβλεψη για $t=3$ είναι:

$$F_2 = (0,1) * 100 + (1-0,1) * 120 = 118$$

Για λόγους σύγκρισης, θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα ζήτησης ενός υποθετικού υλικού του παρακάτω πίνακα και θα προσδιορίσουμε την πρόβλεψη ζήτησης με τις μεθόδους του κινούμενου μέσου όρου και της εκθετικής εξομάλυνσης.

Πίνακας 4: Δεδομένα Μηνιαίας Ζήτησης ενός Υποθετικού Υλικού για Περίοδο 2 Ετών

Ημερομηνία (Μήνες)	Ζήτηση (Μονάδες)	Ημερομηνία (Μήνες)	Ζήτηση (Μονάδες)
1	15	13	34
2	10	14	38
3	12	15	44
4	17	16	41
5	19	17	39
6	18	18	46
7	24	19	49
8	22	20	59
9	34	21	55
10	29	22	58
11	35	23	65
12	33	24	69

Αρχικά επιλέχθηκε μια τιμή $a=0,1$ για την σταθερά εξομάλυνσης. Επίσης, για την έναρξη εφαρμογής της μεθόδου εκθετικής εξομάλυνσης στις προβλέψεις απαιτείται κάποια αρχή πρόβλεψης. Μία μέθοδος είναι η εκλογή μιας αρχικής πρόβλεψης, όπως προκύπτει από την εφαρμογή του κινούμενου μέσου όρου. Μια εναλλακτική πορεία είναι η χρησιμοποίηση της πρώτης ζήτησης ως σημείο έναρξης και αρχική πρόβλεψη.

Με την πρόοδο εφαρμογής της μεθόδου για αρκετό χρόνο, η σπουδαιότητα της αρχικής εκτίμησης καθίσταται ολοένα και μικρότερης σπουδαιότητας.

Η διαδικασία υπολογισμού και τα αριθμητικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες, ενώ η γραφική παράσταση των αποτελεσμάτων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Πίνακας 5: Κινούμενοι Μέσοι Όροι για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης Ζήτησης

Ημερομηνία t	Δεδομένα D _t	Πρόβλεψη κινουμένου μέσου όρου F (N=7)	Ημερομηνία t	Δεδομένα D _t	Πρόβλεψη κινουμένου μέσου ορού F (N=7)
1	15		13	34	27.9
2	10		14	38	30.1
3	12		15	44	32.1
4	17		16	41	35.3
5	19		17	39	36.3
6	18		18	46	37.7
7	24		19	49	39.3
8	22	16.4(A)	20	59	41.6
9	24	17.4(B)	21	55	45.1
10	29	20.9	22	58	47.6
11	35	23.3	23	65	49.6
12	33	25.9	24	69	53.0

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

$$(A): F_8 = \frac{24+18+19+17+12+10+15}{7} = 16.4$$

$$(B): F_9 = \frac{22+24+18+19+17+12+10}{7} = 17.4$$

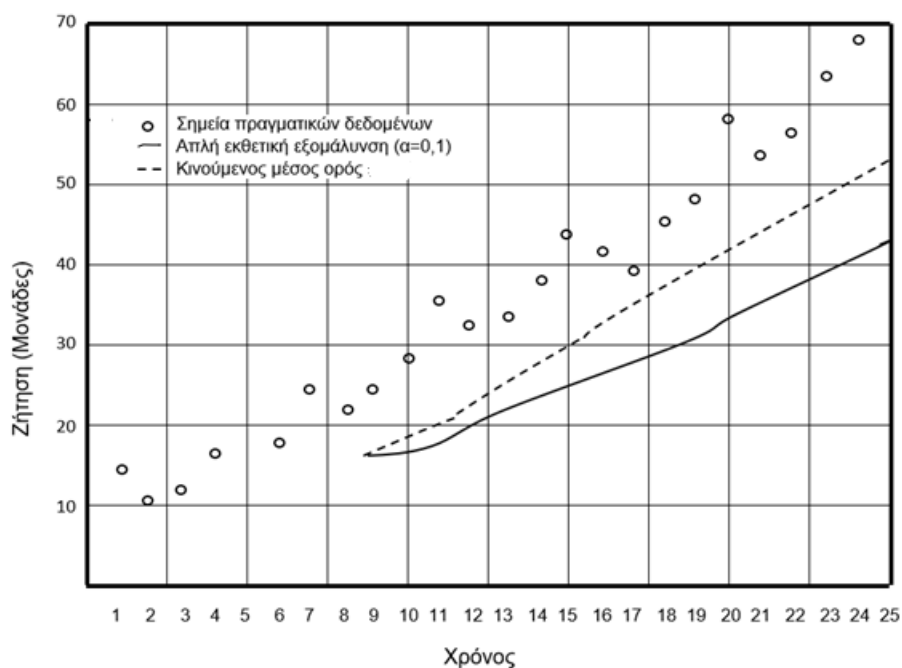
Πίνακας 6: Εκθετική Εξομάλυνση για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης Ζήτησης

Ημερομηνία t	Δεδομένα D _t	Εξομαλυνθείσα Πρόβλεψη F _t	Ημερομηνία t	Δεδομένα D _t	Εξομαλυνθείσα Πρόβλεψη F _t
1	15		13	34	22.4
2	10		14	38	23.6
3	12		15	44	25.0
4	17		16	41	26.9
5	19		17	39	28.3
6	18		18	46	29.4
7	24		19	49	31.0
8	22	16.4	20	59	32.8
9	24	17.0(A)	21	55	35.5
10	29	18.7(B)	22	58	37.4
11	35	19.7	23	65	39.5
12	33	21.2	24	69	42.0

$F_8 = 16.4$ (λήφθηκε σαν αρχική τιμή πρόβλεψης από τη μέθοδο του κινούμενου μέσου όρου του Πίνακα 2)

(A): $F_9 = 16.4 + 0.1 \cdot (22 - 16.4) = 17.0$

(B): $F_{10} = 17.0 + 0.1 \cdot (24 - 17.0) = 18.7$



Γράφημα 6: Σύγκριση των μεθόδων απλής εξομάλυνσης και κινουμένου μέσου όρου

Μέθοδος διπλής εκθετικής εξομάλυνσης ή μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης με γραμμική τάση (Holt's Model, Double Exponential Smoothing- DES)

Μια άλλη μέθοδος για την εκτίμηση μιας πρόβλεψης είναι η αναφερόμενη ως μέθοδος της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης ή αλλιώς μέθοδος Holt. Η διαδικασία αυτή φέρει την μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, αλλά προσαρμόζεται ανάλογα με την τάση και δεν εμπεριέχει την εποχικότητα. Όπως στην SES υπάρχει η σταθερά εξομάλυνσης «α», στην μέθοδο διπλής εκθετικής εξομάλυνσης υπάρχουν οι σταθερές «α» και «β»

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

$$G_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * G_{t-1}$$

$$F_{t,t+p} = S_t + p * G_t$$

Όπου:

D_t = η πραγματική ζήτηση για την περίοδο t

S_t = η αρχική μελλοντική πρόβλεψη για την περίοδο t

G_t = η τάση για την περίοδο t

$F_{t,t+p}$ = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t, t + p

D_{t-1} = η παρατηρούμενη ζήτηση σε χρόνο t - 1

α, β = οι σταθερές εξομάλυνσης με $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$

Ένα παράδειγμα για τον τρόπο διεξαγωγής της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης, δίνεται στον παρακάτω πίνακα χρησιμοποιώντας τα στοιχεία ζήτησης του πίνακα 4.

Πίνακας 7: Διπλή Εκθετική Εξομάλυνση για τα Δεδομένα της Καταγεγραμμένης Ζήτησης

Ημερομηνία t	Δεδομένα D_t	Αρχική Πρόβλεψη S_t	Τάση G_t	Εξομαλυνθείσα Πρόβλεψη F_t	Ημερομηνία t	Δεδομένα D_t	Αρχική Πρόβλεψη S_t	Τάση G_t	Εξομαλυνθείσα Πρόβλεψη F_t
1	15	15,0	0,0		13	34	24,0	0,2	25,2
2	10	14,5 (A)	-0,015 (B)	14,985 (Γ)	14	38	25,6	0,3	27,2
3	12	14,2	0,0	14,5	15	44	27,7	0,3	29,7
4	17	14,5	0,0	14,2	16	41	29,3	0,4	32,9
5	19	14,9	0,0	14,4	17	39	30,7	0,4	35,5
6	18	15,2	0,0	14,9	18	46	32,6	0,5	37,6
7	24	16,1	0,0	15,3	19	49	34,6	0,5	40,8
8	22	16,7	0,1	16,4	20	59	37,5	0,6	44,2
9	34	18,5	0,1	17,2	21	55	39,8	0,6	49,0
10	29	19,7	0,1	19,5	22	58	42,2	0,7	52,9
11	35	21,3	0,2	21,0	23	65	45,1	0,7	57,1
12	33	22,6	0,2	23,3	24	69	48,1	0,8	62,2

Για τους παραπάνω υπολογισμούς λάβαμε υπόψη ότι $\alpha=0,1$ και $\beta=0,03$. Προκειμένου να εφαρμόσουμε την μέθοδο, θέτουμε $G_0=0$ και $S_0=D_0$.

$$(A): S_1 = 0,1 * 10 + (1 - 0,1) * (15 + 0) = 14,5$$

$$(B): G_1 = 0,03 * (14,5 - 15) + (1 - 0,03) * 0 = -0,015$$

$$(Γ): F_1 = 15 + 1 * (-0,015) = 14,985$$

Οι υπολογισμοί και οι τιμές πρόβλεψης που προκύπτουν επηρεάζονται από τις σταθερές εξομάλυνσης. Ωστόσο, με την αξιολόγηση της πρόβλεψης και την επιλογή διαφορετικών τιμών καταλήγουμε στην επιλογή τιμών που ανταποκρίνονται καλύτερα στο μοντέλο. Επίσης, η πρόβλεψη επηρεάζεται και από τις αρχικές τιμές G_0 και S_0 που επιλέγουμε, ωστόσο αυτή η επιρροή εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου καθώς προστίθενται δεδομένα επόμενων περιόδων.

Μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης με εποχικότητα

Μια άλλη μέθοδος για πρόβλεψη σε δεδομένα στα οποία διακρίνεται εποχικότητα είναι η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης που προσαρμόζει τα αποτελέσματα με βάση την εξέλιξη της περιοδικότητας της ζήτησης.

$$S_t = a * D_t / I_{t-L} + (1 - a) * S_{t-1}$$

$$I_t = \gamma * D_t / S_t + (1 - \gamma) * I_{t-L}$$

$$F_{t+1} = S_t * I_{t-L+1}$$

Όπου:

D_t = η πραγματική ζήτηση για την περίοδο t

S_t = η αρχική μελλοντική πρόβλεψη για την περίοδο t

I_t = ο δείκτης εποχικότητας για την περίοδο t

I_{t-L} = ο δείκτης εποχικότητας του προηγούμενου έτους ($L=12$)

F_{t+1} = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t + 1

α, γ = οι σταθερές εξομάλυνσης με $0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$

Όπως σε κάθε μοντέλο εκθετικής εξομάλυνσης, έτσι και σε αυτό οι σταθερές εξομάλυνσης επηρεάζουν τα αποτελέσματα της πρόβλεψης. Με τροποποίηση και δοκιμές συγκρίνοντας τα σφάλματα πρόβλεψης, είναι δυνατό να προκύψει η βέλτιστη τιμή.

Μέθοδος τριπλής εκθετικής εξομάλυνσης ή μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης με τάση και εποχικότητα (Holt- Winters Model, Triple Exponential Smoothing- TES)

Μια άλλη μέθοδος για την εκτίμηση μιας πρόβλεψης σε δεδομένα στα οποία διακρίνεται τάση και εποχικότητα είναι η μέθοδος της τριπλής εκθετικής εξομάλυνσης. Η χρήση της μεθόδου υπερτερεί έναντι της μεθόδου απλής εξομάλυνσης στις περιπτώσεις που η εποχικότητα είναι μεγαλύτερη από τις τυχαίες μεταβολές. Σε

αντίθετη περίπτωση, επιλέγεται απλή εκθετική εξομάλυνση με υψηλή σταθερά εξομάλυνσης που να ανταποκρίνεται γρήγορα στις τιμές της πραγματικής ζήτησης.

Το μοντέλο αυτό επίσης ακολουθεί την μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, αλλά προσαρμόζεται ανάλογα με την περιοδικότητα των δεδομένων της χρονοσειράς. Όπως στην SES υπάρχει η σταθερά εξομάλυνσης «α», στην μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης με τάση και εποχικότητα υπάρχουν οι σταθερές «α», «β» και «γ».

$$S_t = a * D_t / I_{t-L} + (1 - a) * (S_{t-1} + G_{t-1})$$

$$G_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * G_{t-1}$$

$$I_t = \gamma * D_t / S_t + (1 - \gamma) * I_{t-L}$$

$$F_{t+1} = (S_t + G_t) * I_{t-L+1}$$

Όπου:

D_t = η πραγματική ζήτηση για την περίοδο t

S_t = η αρχική μελλοντική πρόβλεψη για την περίοδο t

G_t = η τάση για την περίοδο t

I_t = ο δείκτης εποχικότητας για την περίοδο t

I_{t-L} = ο δείκτης εποχικότητας του προηγούμενου έτους (L=12)

F_{t+1} = η προβλεφθείσα ζήτηση για περίοδο t + 1

α, β, γ = οι σταθερές εξομάλυνσης με $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$

3.6 ΜΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ-ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ARIMA

3.6.1 Ιστορική Αναδρομή

Το 1970 οι Box G. & Jenkins G. μέσα από το βιβλίο τους *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, διέδωσαν τα ολοκληρωμένα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητών μέσων όρων ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) γνωστά πλέον και ως μοντέλα Box- Jenkins. Αποτελούν στοχαστικά μαθηματικά μοντέλα και όταν εμφανίστηκαν δημιούργησαν μεγάλο ενθουσιασμό στην ακαδημαϊκή κοινότητα λόγω του εκτενούς θεωρητικού υποβάθρου που παρέχουν. Σύμφωνα με τους Box & Jenkins, εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις τα μοντέλα ARIMA αποτελούν τα βέλτιστα μοντέλα πρόβλεψης. Ωστόσο, συγκριτικά με άλλα μοντέλα αυτό δεν σημαίνει ότι τα μοντέλα Box- Jenkins είναι καλύτερα• ειδικά όταν τα δεδομένα δεν ανταποκρίνονται στα τεθέντα κριτήρια (κάτι που συμβαίνει κατά κόρον στα πραγματικά δεδομένα των επιχειρήσεων).

Αρχικά με τη διάδοσή τους, τα μοντέλα Box- Jenkins δεν χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην επιχειρηματική κοινότητα λόγω της χρονοβόρας και δύσκολης διαδικασίας που περιγράφηκε από τους Box- Jenkins. Συγκεκριμένα, μεταγενέστερες μελέτες απέδειξαν ότι παρά την θεωρητική υπεροχή των μοντέλων Box- Jenkins, αυτά δεν υπερείχαν

έναντι των κλασικών μεθόδων χρονοσειρών όταν εφαρμόζονταν στην πράξη σε ρεαλιστικά στοιχεία.

Σύμφωνα με τους Makridakis και Fildes (1984), πριν το 1960 η βαρύτητα που δίνονταν στη μελέτη των χρονοσειρών σχετιζόταν κυρίως με γραμμικά στατικά μοντέλα. Η έκδοση των Box & Jenkins (1970) ήταν εκείνη που διέδωσε τις χρονοσειρές προτείνοντας μια πρακτική προσέγγιση για την μοντελοποίηση των γραμμικών μη στατικών χρονοσειρών που περιλαμβάνουν στοιχεία αυτοπαλινδρόμησης (autoregressive) ή/και κινούμενου μέσου όρου. Η προτεινόμενη μεθοδολογία περιλάμβανε την μετατροπή των μη στατικών χρονοσειρών σε στατικές και την εφαρμογή μοντέλων ARIMA. Αν και η έκδοση των Box & Jenkins δεν αποκάλυπτε κάτι νέο θεωρητικά, εντούτοις είχε νέα δυναμική που βασιζόταν στην άποψη ότι το ισχυρό θεωρητικό μοντέλο μπορούσε να εφαρμοστεί και πρακτικά σε ευρύ πλαίσιο με κάποιες μετατροπές και προϋποθέσεις. Σε κάθε περίπτωση, η μελέτη των Makridakis και Fildes R. (1984), κατέληγε ότι οι αναλυτές προβλέψεων πρέπει να εναλλάσσουν τις διαφορετικές εφαρμοζόμενες μεθόδους και να τις προσαρμόζουν στο εκάστοτε σύνολο στοιχείων.

3.6.2 Σύγκριση μοντέλων Box- Jenkins και μεθόδων Προεκβολής

Τα μοντέλα ARIMA παρέχουν μια διαφορετική προσέγγιση από τις μεθόδους προεκβολής. Αμφότερες οι μέθοδοι αποτελούν διαδομένους τρόπους μελέτης και πρόβλεψης των χρονοσειρών και αποτελούν συμπληρωματικές προσεγγίσεις του προβλήματος. Διερευνώντας τα κοινά σημεία τους, θα πρέπει να συμπεριλάβουμε ότι και τα δύο είδη λαμβάνουν υπόψη τα στοιχεία της τάσης και της εποχικότητας ενώ και με τους δύο τρόπους γίνεται αυτοματοποίηση των υπό εξέταση δεδομένων.

Εντοπίζοντας τις διαφορές τους, εκτός από το εκτεταμένο θεωρητικό υπόβαθρο που συνδέεται με τα μοντέλα ARIMA (όπως αναφέρθηκε στην ιστορική αναδρομή), αυτά διαφοροποιούνται από τις μεθόδους προεκβολής στο γεγονός ότι ενσωματώνουν έναν επιπλέον τύπο δεδομένων τις αυτοσυσχετίσεις (*autocorrelations*).

Οι Box & Jenkins (1976) βέβαια υποστήριξαν ότι πολλές μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης (από τις μεθόδους προεκβολής) αποτελούν ειδικές περιπτώσεις των μοντέλων ARIMA. Αυτός ήταν και ο λόγος που για πολλά χρόνια τα μοντέλα ARIMA θεωρούνταν καλύτερα από άλλες μεθόδους πρόβλεψης. Ωστόσο, μεταγενέστερα και στην πράξη αποδείχθηκε ότι η απλότητα που προσφέρουν οι μέθοδοι προεκβολής αποτελεί καλύτερο εργαλείο για τη δημιουργία προβλέψεων. Σε κάθε περίπτωση, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ των δύο τρόπων πρόβλεψης και οι αναλυτές, εφαρμόζοντάς τους, μπορούν να οδηγηθούν σε ωφέλιμα συμπεράσματα που θα ευνοήσουν και τους δύο τρόπους σκέψης (Svetunkov, 2022).

3.6.3 Απαραίτητες Έννοιες για την Κατανόηση των Μοντέλων ARIMA

- Στασιμότητα (stationarity)

Μια χρονοσειρά ορίζεται ως στάσιμη όταν η μέση τιμή της, η διακύμανση και η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (ACF) είναι σταθερά στο χρόνο, όταν δηλαδή οι τιμές της κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο γύρω από μια μέση τιμή. Μια χρονοσειρά δεν είναι

στάσιμη όταν οι τιμές της αυξάνονται ή μειώνονται στον χρόνο. Χρονοσειρές με τάση και εποχικότητα δεν είναι στάσιμες. ενώ κυκλικές χρονοσειρές που δεν έχουν τάση και εποχικότητα είναι στάσιμες. Ο λευκός θόρυβος είναι μια στάσιμη χρονοσειρά.

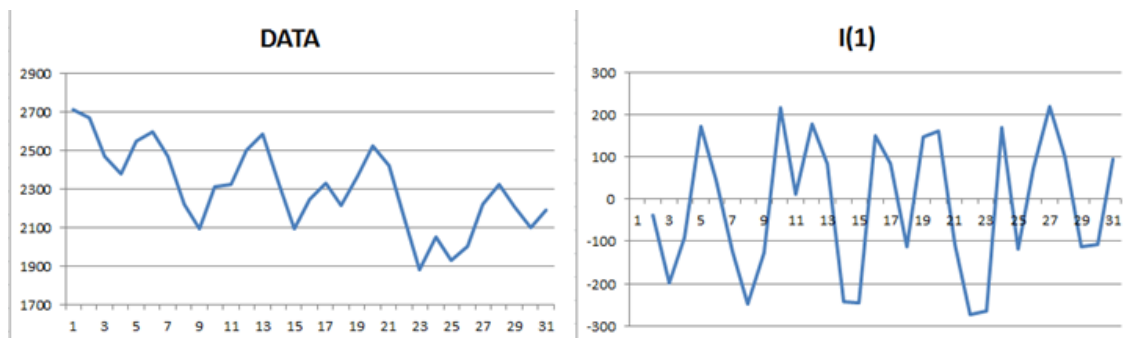
Μια χρονοσειρά μπορεί να μην είναι στάσιμη εξαρχής, μπορεί όμως να γίνει στάσιμη όταν διαφορίζεται. Με αυτό τον τρόπο περιορίζονται οι διακυμάνσεις της και γίνεται πιο σταθερή στον χρόνο, ενώ αποβάλλεται η τάση και η εποχικότητα. Ουσιαστικά μετά τη διαφορίση έχουμε μια νέα χρονοσειρά με τιμές τις διαφορές της αρχικής χρονοσειράς. Συνήθως τα δεδομένα διαφορίζονται μέχρι δύο φορές για μετατροπή μη στάσιμης σε στάσιμη χρονοσειρά, χωρίς βέβαια να υπάρχει περιορισμός στην τάξη της διαφορίσης. Αν Y_t είναι η τιμή της αρχικής χρονοσειράς την χρονική στιγμή t , τότε οι τιμές της χρονοσειράς πρώτων διαφορών προκύπτουν από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

Οι τιμές της χρονοσειράς δεύτερων διαφορών προκύπτουν από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta Y'_t = \Delta Y_t - Y_{t-1} = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$$

Ανάλογα προκύπτουν και οι τιμές χρονοσειρών των επόμενων διαφορών.



Γράφημα 7: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς πριν και μετά τη διαφορίση.

- Παλινδρόμηση- Αυτοπαλινδρόμηση (regression- autoregression)

Με τον όρο «ανάλυση παλινδρόμησης» περιγράφουμε τη διαδικασία μέσω της οποίας προσπαθούμε να βρούμε και να μοντελοποιήσουμε τη σχέση που υπάρχει μεταξύ μιας μεταβλητής X (ανεξάρτητη μεταβλητή) με μια άλλη μεταβλητή Y (εξαρτημένη μεταβλητή). Ειδικότερα, όταν η μεταβλητή Y λαμβάνει τιμές της ίδιας της μεταβλητής X διαφορετικής χρονικής στιγμής και μοντελοποιούμε τη σχέση της μεταβλητής X με την ίδια την μεταβλητή, αναφερόμαστε στην αυτοπαλινδρόμηση. Γενικά, τα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα πρέπει να μελετώνται διαφορετικά από τα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης γιατί οι μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες αλλά παρουσιάζουν μια εξαρτημένη σχέση κατά την περιγραφή της ίδιας μεταβλητής.

- Συσχέτιση- Αυτοσυσχέτιση (correlation- autocorrelation)

Με τον όρο «συσχέτιση» αναφερόμαστε στο μέτρο που εξετάζει τη γραμμική σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών X και Y . Αυτοσυσχέτιση, λοιπόν, είναι η συσχέτιση των τιμών μιας μεταβλητής με τις τιμές διαφορετικών χρονικών περιόδων της ίδιας μεταβλητής.

Δεδομένου ότι η συμπεριφορά και οι συνθήκες μιας χρονοσειράς αναμένουμε να επαναληφθούν και στο μέλλον, η ύπαρξη αυτοσυσχετίσεων και μάλιστα θετικών είναι επίσης αναμενόμενη.

Πριν συνεχιστεί η επεξήγηση, πρέπει να επισημανθεί ότι η διαφορά της παλινδρόμησης με την συσχέτιση αφορά την κατεύθυνση μελέτης των δεδομένων. Με άλλα λόγια, ενώ η ανάλυση παλινδρόμησης μελετά τη σχέση της ανεξάρτητης με την εξαρτημένη μεταβλητή και όχι αντίστροφα, η ανάλυση συσχέτισης μελετά ταυτόχρονα την επίδραση όλων των μεταβλητών που καταγράφονται στις υπόλοιπες μεταβλητές. Για παράδειγμα, όταν πρέπει να αναλύσουμε την μεταβολή του ύψους και του βάρους ενός πληθυσμού σε κάθε ηλικιακή ομάδα, θα χρησιμοποιήσουμε την ανάλυση συσχέτισης. Όταν όμως πρέπει να προσδιοριστεί το βάρος χρησιμοποιώντας το ύψος ενός δείγματος, θα χρησιμοποιήσουμε ανάλυση παλινδρόμησης.

Για τον υπολογισμό του βαθμού αυτοσυσχετίσης χρησιμοποιούμε τον συντελεστή αυτοσυσχετίσης (autocorrelation coefficient) που δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y}) * (Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

όπου

Y_t : η τιμή της χρονοσειράς την χρονική στιγμή t

\bar{Y} : η μέση τιμή των n παρατηρήσεων της μεταβλητής

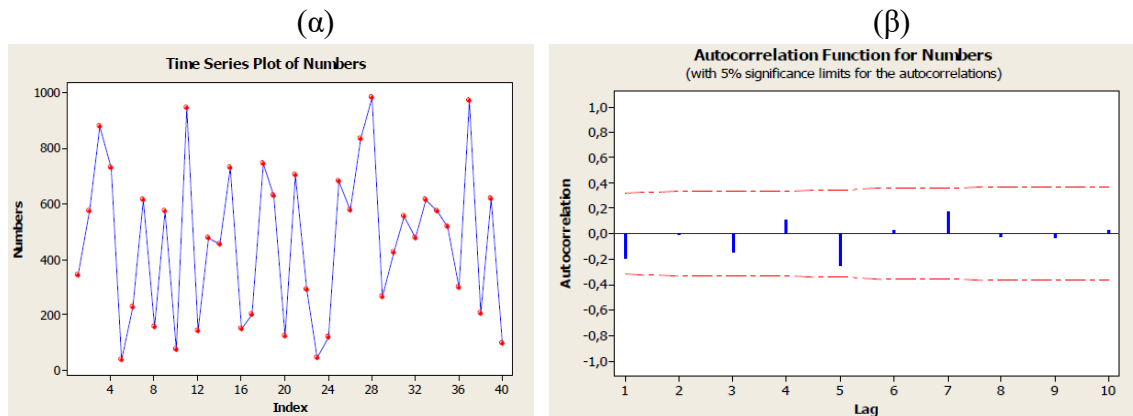
k : η καθυστέρηση

Με τον συντελεστή αυτοσυσχετίσης υπολογίζουμε πώς συσχετίζονται μεταξύ τους οι παρατηρήσεις της χρονοσειράς που αποτελούν χρονοκαθυστέρηση (lag) της αρχικής χρονοσειράς. Ουσιαστικά, ο συντελεστής αυτοσυσχετίσης δείχνει κατά πόσο η τιμή μιας χρονοσειράς σε μια περίοδο εξαρτάται από την τιμή της παρατήρησης k περιόδων πίσω. Οι συντελεστές αυτοσυσχετίσης για $k=1, 2, \dots, n$ δημιουργούν τη συνάρτηση αυτοσυσχετίσης (autocorrelation function- ACF) και η γραφική της απεικόνιση ονομάζεται διάγραμμα αυτοσυσχετίσης (correlogram).

Επειδή η συνάρτηση αυτοσυσχετίσης παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ των δεδομένων, η σημασία της είναι πολύ μεγάλη γιατί μέσω αυτής εντοπίζεται αν τα δεδομένα:

- Είναι τυχαία ($r_k \approx 0$).
- Εμφανίζουν τάση ($r_k \approx 1$).
- Είναι στάσιμα (r_k φθίνει γρήγορα).
- Εμφανίζουν εποχικότητα (ο r_k παρουσιάζει ταλαντώσεις με κάποια κορυφή σε lag 4 για δεδομένα τριμήνου, σε lag 12 για δεδομένα μηνός κ.ο.κ).

Παραδείγματα διαγραμμάτων αυτοσυσχέτισης (correlogram) είναι τα παρακάτω.

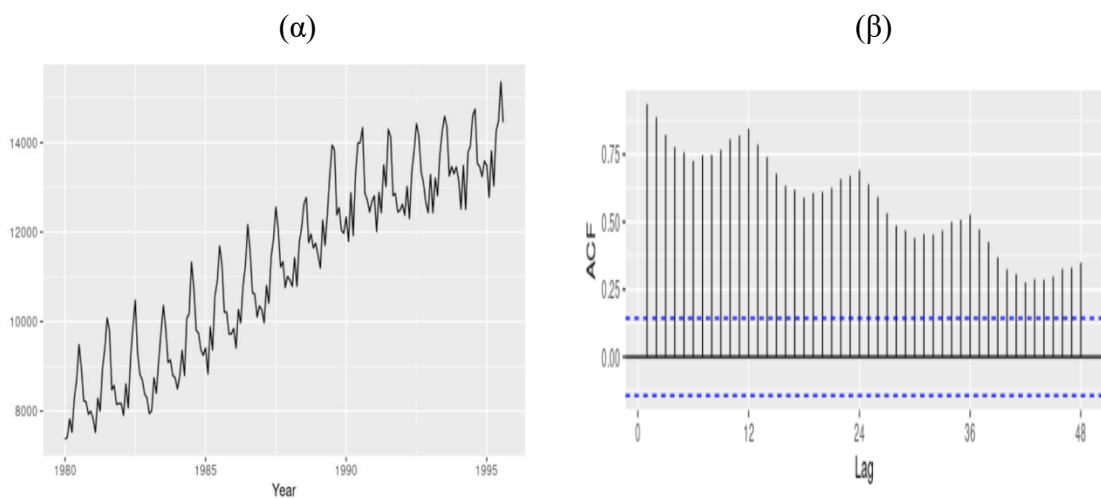


Γράφημα 8: Παράδειγμα χρονοσειράς τυχαίων αριθμών

(α) Γραφική παράσταση της χρονοσειράς

(β) Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) της χρονοσειράς του σχήματος (α)

(Πηγή: Κυριακίδης Μ., 2017)

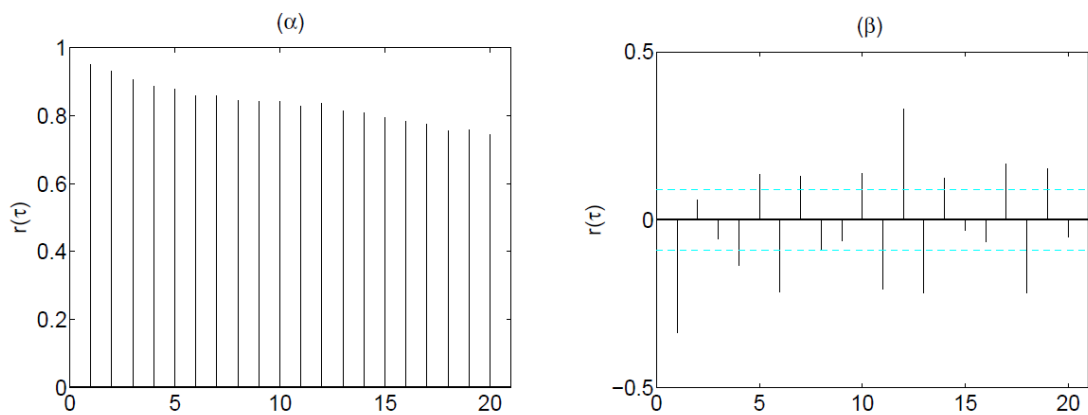


Γράφημα 9: Παράδειγμα χρονοσειράς με τάση και εποχικότητα

(α) Γραφική παράσταση της χρονοσειράς

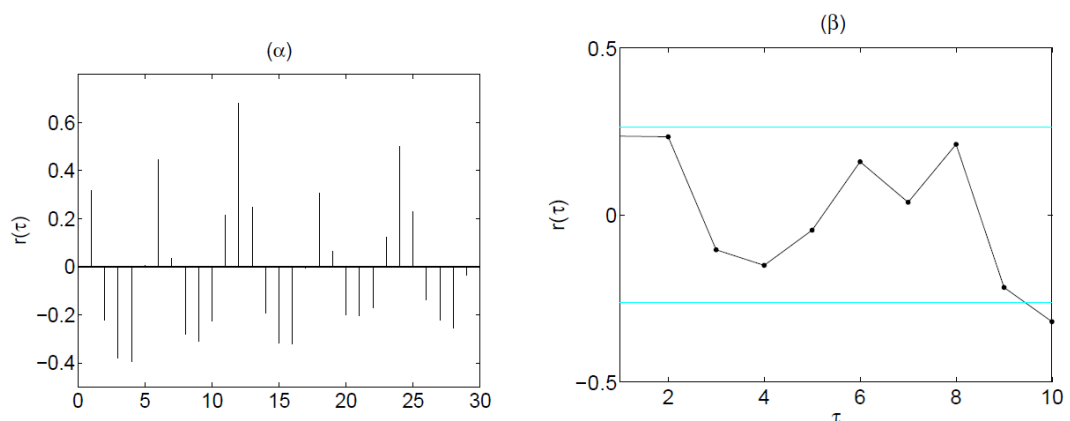
(β) Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) της χρονοσειράς του σχήματος (α)

(Πηγή: Hyndman R.J. & Athanasopoulos G., 2018)



Γράφημα 10: Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης χρονοσειράς με τάση και πρώτων διαφορών της

Στο παραπάνω σχήμα (α) παρουσιάζεται το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης μιας μη στάσιμης χρονοσειράς με τάση, για την οποία παρουσιάζονται υψηλές τιμές κοντά στο 1 και φθίνει πολύ αργά. Υπάρχουν δηλαδή υψηλές συσχετίσεις μεταξύ κοντινών χρονικά σημείων, λόγω της τάσης. Στο σχήμα (β) παρουσιάζεται το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης των πρώτων διαφορών της συνάρτησης του σχήματος (α).



Γράφημα 11: Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης χρονοσειράς με και χωρίς εποχικότητα

Στο παραπάνω σχήμα (α) παρουσιάζεται το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης μιας μη στάσιμης χρονοσειράς με εποχικότητα και περίοδο ενός μήνα, για την οποία παρουσιάζονται κορυφές που είναι πολλαπλάσια της περιοδικότητας στο 12 και στο 24. Στο σχήμα (β) παρουσιάζεται το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης της συνάρτησης του σχήματος (α), αφού έχει αφαιρεθεί η εποχικότητα.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να δοθεί ο ορισμός και να περιγραφεί επίσης η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης (partial autocorrelation function- PACF). Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης δείχνει κατά πόσο η τιμή Y_t μιας χρονοσειράς σε μια περίοδο εξαρτάται από την τιμή Y_{t-k} της παρατήρησης k περιόδων πίσω, χωρίς να υπολογίζονται οι ενδιάμεσες τιμές της χρονοσειράς που ενδέχεται να επιδρούν σε αυτή. Οι συντελεστές μερικής αυτοσυσχέτισης για $k=1, 2, \dots, n$ δημιουργούν τη συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης (autocorrelation function- PACF) και η γραφική της

απεικόνιση ονομάζεται διάγραμμα μερικής αυτοσυσχέτισης. Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης προκύπτει χρησιμοποιώντας τη μέθοδο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την Y_t και ανεξάρτητες τις Y_{t-1}, \dots, Y_{t-k} . Δηλαδή,

$$Y_t = b_0 + b_1 * Y_{t-1} + \dots + b_k * Y_{t-k}$$

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης a_k ισούται με τον b_k . Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για $k=1$ είναι και $r_1=a_1$.

3.6.4 Περιγραφή και Συνιστώσες Μοντέλων ARIMA

Στις αιτιακές μεθόδους πρόβλεψης περιγράφηκαν τα μοντέλα παλινδρόμησης ως αυτά που μελετούν μια εξαρτημένη μεταβλητή σε σχέση μια ή περισσότερες ανεξάρτητες. Συγκριτικά με αυτά, στα ολοκληρωμένα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητών μέσων όρων ARIMA θεωρούμε ως εξαρτημένη μεταβλητή Y_t την μεταβλητή της χρονοσειράς για χρονική στιγμή t και ανεξάρτητη μεταβλητή $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ την ίδια μεταβλητή σε προηγούμενες χρονικές στιγμές. Τα μοντέλα ARIMA χρησιμοποιούνται για στάσιμες και μη στάσιμες χρονοσειρές. Με αυτά, επιδιώκεται η αναγνώριση μοτίβων στα ιστορικά στοιχεία, τα οποία παράγουν και επηρεάζουν τα ιστορικά στοιχεία, και η εύρεση του μοντέλου ARIMA που περιγράφει τα αναγνωρισθέντα μοτίβα. Στα μοντέλα ARIMA διακρίνονται τα παρακάτω τρία χαρακτηριστικά που προωθούν την περιγραφή του μοτίβου:

α. Στοιχείο AR (autoregressive)- αυτοπαλινδρομικό που υποδηλώνει πώς η τιμή της μεταβλητής επηρεάζεται από προηγούμενες τιμές της ίδιας της μεταβλητής. Ένα αυτοπαλινδρομικό μοντέλο p τάξης περιγράφεται από την παρακάτω συνάρτηση:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

όπου

Y_t : η εξαρτημένη μεταβλητή

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$: η εξαρτημένη μεταβλητή για χρόνους με καθυστέρηση $t-1, t-2, \dots, t-p$

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_p$: οι συντελεστές που πρέπει να υπολογιστούν

ε_t : το σφάλμα σε χρόνο t

Ο συντελεστής φ_0 εκφράζει το σταθερό επίπεδο της **στάσιμης** χρονοσειράς. Τα μοντέλα AR(p) εφαρμόζονται σε στάσιμες χρονοσειρές και όπως παρατηρούμε από την παραπάνω συνάρτηση, η εξαρτημένη μεταβλητή Y_t εξαρτάται από τις προηγούμενες τιμές της ίδιας της χρονοσειράς.

β. Στοιχείο MA (moving average)- κινούμενου μέσου όρου: το οποίο σχετίζεται με τα σφάλματα που εμπεριέχονται στις τιμές της μεταβλητής και η μελέτη τους οδηγεί σε πιο ξεκάθαρη απεικόνιση της συμπεριφοράς της μεταβλητής.

Ένα μοντέλο κινούμενου μέσου q τάξης περιγράφεται από την παρακάτω συνάρτηση:

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \omega_q \varepsilon_{t-q}$$

όπου

Y_t : η εξαρτημένη μεταβλητή

μ : ο σταθερός μέσος

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$: οι συντελεστές που πρέπει να υπολογιστούν

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_q$: σφάλματα των αντίστοιχων χρονικών περιόδων $t-1, t-2, \dots, t-q$

ε_t : το σφάλμα σε χρόνο t

Τα μοντέλα MA(q) εφαρμόζονται σε στάσιμες χρονοσειρές και όπως παρατηρούμε από την παραπάνω συνάρτηση, η εξαρτημένη μεταβλητή Y_t εξαρτάται από τις προηγούμενες τιμές του σφάλματος της χρονοσειράς.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η καθιέρωση του όρου «κινούμενος μέσος όρος» οφείλεται σε καθαρά ιστορικούς λόγους και δεν θα πρέπει να δημιουργείται σύγχυση με τις διαδικασίες που περιγράφηκαν στις μεθόδους προεκβολής. Ειδικότερα, στα μοντέλα ARIMA ο κινούμενος μέσος αναφέρεται στο ότι καθώς παρέρχεται ο χρόνος τα σφάλματα **κινούνται** επίσης μπροστά και η απόκλιση της απόκρισης από το **μέσο** είναι γραμμικός συνδυασμός των τρεχόντων και παρελθοντικών σφαλμάτων.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά AR(p) και MA(q) συνδυαζόμενα δίνουν τα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου ARMA (p,q) που περιγράφονται από την παρακάτω συνάρτηση:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \omega_q \varepsilon_{t-q}$$

Τα μοντέλα ARMA επίσης περιγράφουν στάσιμες χρονοσειρές και τα αποτελέσματα αυτού δίνουν προβλέψεις που εμπεριέχουν τα στοιχεία των προηγούμενων τιμών των χρονοσειρών καθώς και των σφαλμάτων τους.

γ. Στοιχείο I (integrated)- ολοκλήρωσης, το οποίο αναφέρεται όχι στις καθαρές τιμές της ίδιας της μεταβλητής αλλά στις αλλαγές που υφίσταται λόγω της ύπαρξης τάσης. Στην πραγματικότητα η μελέτη αυτού του στοιχείου είναι απαραίτητη για την μετατροπή των μη στάσιμων σε στάσιμα δεδομένα και εφαρμογή των μοντέλων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ανάλογα με το πόσες φορές θα χρειαστεί να πάρουμε τις διαφορές της χρονοσειράς (καμία, μία, δύο, d φορές, κλπ), λέμε ότι η χρονοσειρά είναι ολοκληρωμένη καμίας, πρώτης, δεύτερης, d τάξης.

Μετά και εισαγωγή και του όρου της ολοκλήρωσης, προκύπτουν τα μεικτά ολοκληρωμένα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητών μέσων όρων (Autoregressive Integrated Moving Average) ARIMA (p, d, q). Ο γενικός τύπος για τις προβλέψεις με μοντέλα ARIMA είναι περίπλοκος ωστόσο για να καταλάβουμε πώς λειτουργεί το μοντέλο ας θεωρήσουμε ότι στην χρονοσειρά y_0, y_1, \dots, y_n εφαρμόζοντας τη μέθοδο των διαφορών για $d=1$ παίρνουμε την χρονοσειρά x_0, x_1, \dots, x_n όπου $x_t = y_t - y_{t-1}$. Με την εφαρμογή μοντέλου ARMA (p, q) στη δεύτερη χρονοσειρά για την επόμενη

χρονική περίοδο $x_n(1)$, η πρόβλεψη θα είναι $y_n(1) = y_n + x_n(1)$. Το σφάλμα πρόβλεψης $\varepsilon_n(1)$ του y_{n+1} είναι ίδιο με το σφάλμα του x_{n+1} .

Ειδικότερα, το μοντέλο λευκού θορύβου είναι το ARIMA (0, 0, 0) και περιγράφεται από την συνάρτηση $Y_t = c + \varepsilon_t$, ενώ το μοντέλο τυχαίου περιπάτου το ARIMA (0, 1, 0) με εξίσωση $Y_t = c + Y_{t-1} + \varepsilon_t$.

3.6.5 Διαδικασία Πρόβλεψης βάσει της Μεθόδου Box- Jenkins

Για μία χρονοσειρά, η επιλογή ενός μοντέλου ARIMA δεν είναι πάντα εύκολη. Συχνά, τα αποτελέσματα των διαφόρων μοντέλων ταυτίζονται και απαιτείται η υποκειμενική επιλογή ενός μοντέλου που δε θα δίνει απλά τα καλύτερα αποτελέσματα, αλλά θα πρέπει να είναι απλό στην εφαρμογή του. Ωστόσο, για να αυτοματοποιηθεί μια διαδικασία επιλογής και εφαρμογής ενός μοντέλου υπάρχουν τα παρακάτω συγκεκριμένα στάδια που θα τηρηθούν:



Εικόνα 6: Στάδια Διαδικασίας Μεθόδου Box- Jenkins

α. Ταυτοποίηση (identification)

Η ταυτοποίηση αναφέρεται στον έλεγχο της στασιμότητας της χρονοσειράς. Ο έλεγχος πραγματοποιείται αξιολογώντας το διάγραμμα στο οποίο σχεδιάζονται ταυτόχρονα οι γραφικές παραστάσεις της χρονοσειράς και της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης. Γενικά ισχύει:

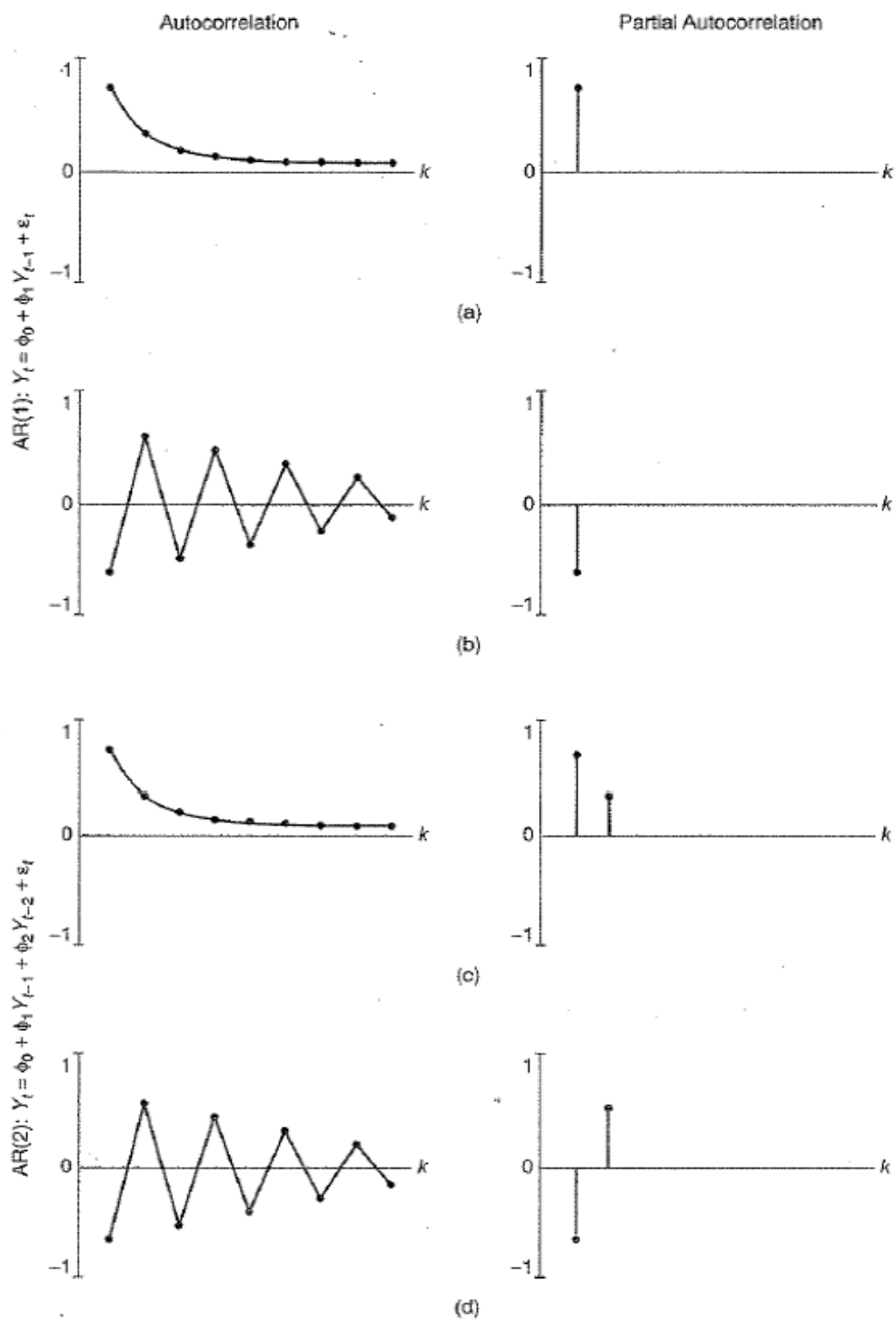
Πίνακας 8: Αρχές Προσδιορισμού Στασιμότητας Χρονοσειράς

ΕΙΔΟΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ	ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ	ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ
Στάσιμη	Οι τιμές κινούνται γύρω από το ίδιο επίπεδο	Φθίνει γρήγορα
Μη στάσιμη	Αύξηση ή μείωση στον χρόνο	Δεν φθίνει γρήγορα

Για την εφαρμογή των μοντέλων ARIMA απαιτείται η μετατροπή των μη στάσιμων χρονοσειρών σε στάσιμες. Σε αυτό το στάδιο, δηλαδή, εκτός από τον έλεγχο γίνεται και η μετατροπή της χρονοσειράς σε στάσιμη με την μέθοδο της διαφορίσης που

περιγράφηκε παραπάνω. Η νέα στάσιμη χρονοσειρά των διαφορών (όσες φορές απαιτηθεί η διαφορίση) αντικαθιστά την αρχική μη στάσιμη χρονοσειρά και ακολουθούνται τα επόμενα βήματα.

Επιπλέον, η ταυτοποίηση περιλαμβάνει την αναγνώριση του μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί, αφού οι χρονοσειρές γίνουν στάσιμες. Το μοντέλο αναγνωρίζεται συγκρίνοντας τα γραφήματα ACF και PACF της συγκεκριμένης χρονοσειράς με τα αντίστοιχα γραφήματα των θεωρητικών τιμών ACF και PACF, όπως φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Με βάση τις θεωρητικές συσχετίσεις επιλέγεται το κατάλληλο μοντέλο. Βέβαια, τα γραφήματα των θεωρητικών τιμών ACF και PACF παρέχουν ένα πλήθος μοντέλων και είναι αδύνατη η θέσπιση κανόνων ώστε να επιλεγθεί ένα και μοναδικό ως καταλληλότερο μοντέλο. Ωστόσο, αυτό δεν αποτελεί μειονέκτημα καθώς είναι δυνατό περισσότερα μοντέλα να παρέχουν προβλέψεις που προσεγγίζουν την πραγματικότητα. Πέρα από τη θεωρητική προσέγγιση, στην πράξη αυτό που ισχύει είναι ότι σπάνια επιλέγονται τιμές διαφορετικές των 0, 1, 2 για την τάξη των μοντέλων ARIMA.

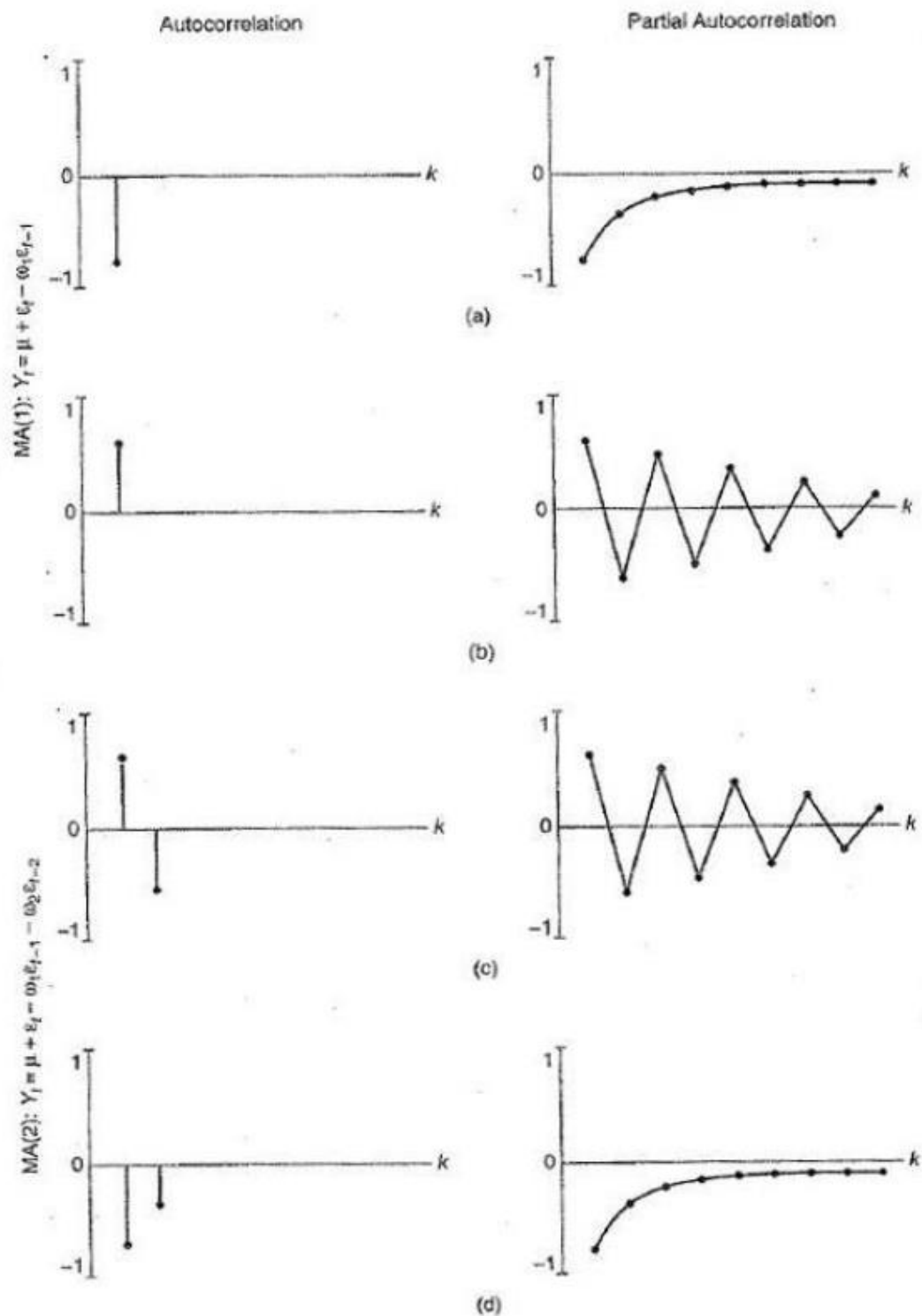


Γράφημα 12: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) των AR(1) και AR(2) μοντέλων

(a), (b) Για AR(1), η ACF φθίνει σταδιακά στο 0, ενώ η PACF διακόπτεται μετά το πρώτο lag.

(c), (d) Για AR(2), η ACF φθίνει σταδιακά στο 0, ενώ η PACF διακόπτεται μετά το δεύτερο lag.

(Πηγή: Κυριακίδης Μ., 2017)

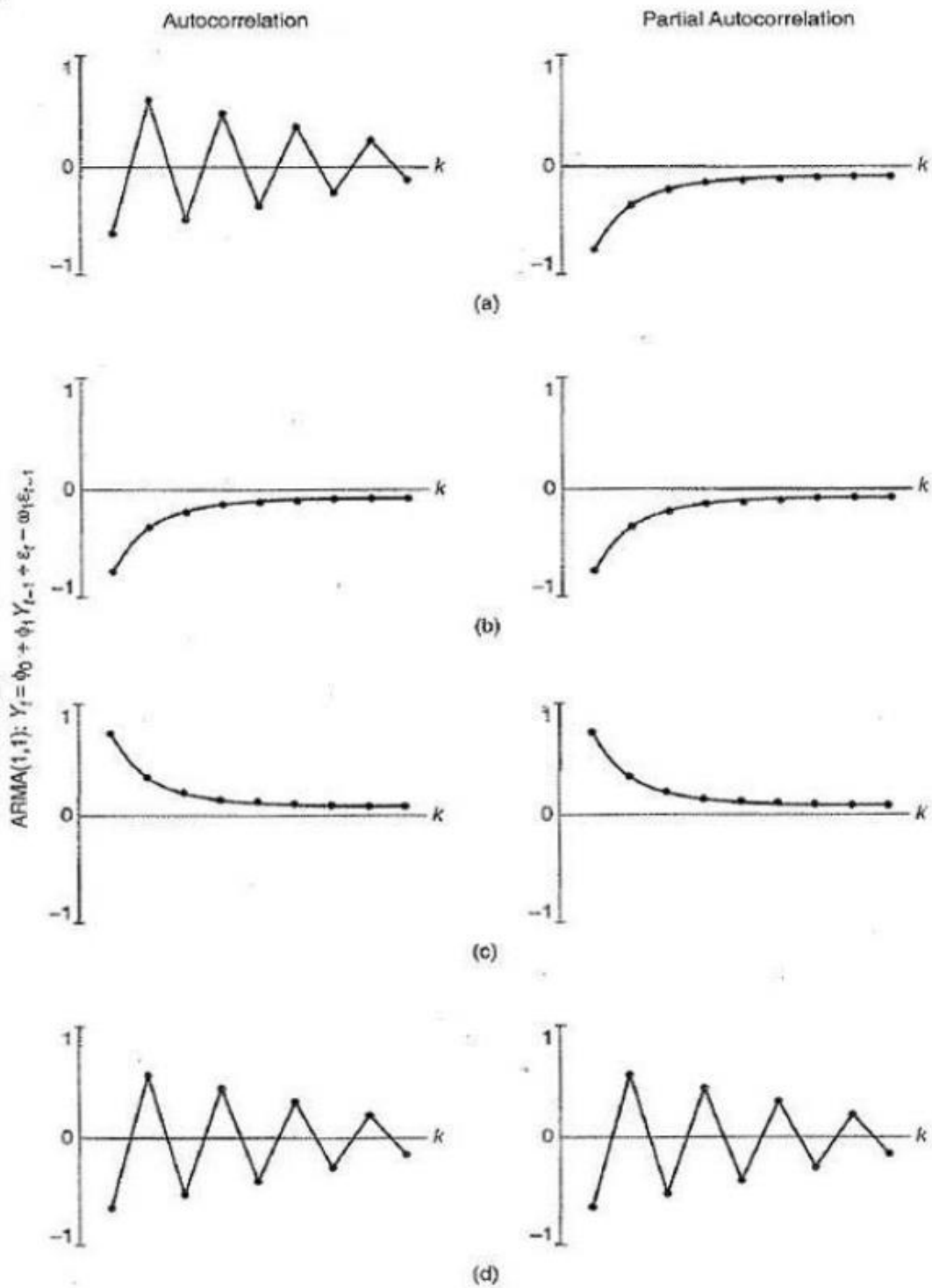


Γράφημα 13: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) των MA(1) και MA(2) μοντέλων

(a), (b) Για MA(1), η ACF διακόπτεται μετά το πρώτο lag, ενώ η PACF φθίνει σταδιακά στο 0.

(c), (d) Για MA(2), η ACF διακόπτεται μετά το δεύτερο lag, ενώ η PACF φθίνει σταδιακά στο 0.

(Πηγή: Κυριακίδης Μ., 2017)



Γράφημα 14: Γραφική παράσταση της αυτοσυσχέτισης (ACF) και μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) ενός ARMA (1,1) μοντέλου

(a), (b), (c), (d) Για ARMA(1,1), η ACF και η PACF φθίνουν σταδιακά στο 0. (Πηγή: Κυριακίδης Μ., 2017)

Κάθε χρονοσειρά έχει τα δικά της γραφήματα ACF, PACF. Ωστόσο, πρέπει να επιλέξουμε εποπτικά ένα από τα θεωρητικά μοτίβα που ταιριάζουν στην προς μελέτη

χρονοσειρά και να υιοθετήσουμε το αντίστοιχο μοντέλο ARIMA. Το παραπάνω υλοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω αρχές:

Πίνακας 9: Αρχές Καθορισμού Μοντέλου ARIMA

ΕΙΔΟΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑΣ	ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ
AR (p)	Φθίνει εκθετικά προς το 0	Διακόπτεται
MA (q)	Διακόπτεται	Φθίνει εκθετικά προς το 0
ARMA (p,q)	Φθίνει εκθετικά προς το 0	Φθίνει εκθετικά προς το 0
ARMA (p,q)- Απαιτείται διερεύνηση	Διακόπτεται	Διακόπτεται

Αυτή η διαδικασία είναι κυρίως διερευνητική και περιλαμβάνει την αξιολόγηση του αρχικά επιλεγμένου μοντέλου και την επανεκλογή άλλου μοντέλου που ανταποκρίνεται καλύτερα στις παρατηρήσεις της χρονοσειράς.

β. Εκτίμηση (estimation)

Μετά την επιλογή του μοντέλου, εκτιμώνται οι παράμετροί του. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση παραμέτρων είναι οι παρακάτω:

- Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων: η εφαρμογή της δυσχεραίνεται όταν ο κινούμενος μέσος MA είναι κάποιας τάξης ($q > 0$). Ο τρόπος που εφαρμόζεται περιλαμβάνει μια επαναληπτική διαδικασία βελτίωσης των παραμέτρων μέχρι να ελαχιστοποιηθεί το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων $SSE = \sum_{i=1}^n \varepsilon^2 = (D_t - F_t)^2$.

- Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας: Βασίζεται επίσης στην επαναληπτική μέθοδο βελτίωσης των παραμέτρων του μοντέλου μέχρι να μεγιστοποιηθεί η προσδοκώμενη πιθανοφάνεια L (likelihood estimation), δηλαδή η πιθανότητα οι παραγόμενες από το μοντέλο τιμές να προσεγγίζουν τα πραγματικά στοιχεία της χρονοσειράς.

Με τα παρεχόμενα υπολογιστικά πακέτα των μοντέλων ARIMA πλέον οι στατιστικοί έλεγχοι που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της καταλληλότητας του μοντέλου γίνονται αυτόματα και προσδιορίζονται οι παράμετροι του μοντέλου.

Μετά τον προσδιορισμό των παραμέτρων επιλέγεται το βέλτιστο μοντέλο ARIMA. Σε περίπτωση που περισσότερα μοντέλα δίνουν τα βέλτιστα αποτελέσματα και για να επιλεγθεί το κατάλληλο, θα μπορούσαμε να ελαχιστοποιήσουμε το άθροισμα ελαχίστων τετραγώνων ή να μεγιστοποιήσουμε την πιθανοφάνεια. Υπάρχει, όμως, περίπτωση να δημιουργηθεί πολύπλοκο μοντέλο επειδή θα αυξηθούν οι όροι του.

Τα κριτήρια που επιλέγονται και θεωρούνται τα πιο αποδοτικά είναι το AIC (Akaike's Information Criterion) και το BIC (Bayesian Information Criterion), με τα οποία αξιολογείται κατά πόσο ταιριάζει το μοντέλο που επιλέχθηκε στη χρονοσειρά

συναρτήσει της πολυπλοκότητάς του και μας βοηθά να επιλέξουμε αν αξίζει να κάνουμε το μοντέλο πολυπλοκότερο ώστε η πρόβλεψη να ανταποκρίνεται στις πραγματικές τιμές. Με βάση αυτό, περιορίζεται η προσθήκη επιπλέον όρων στο μοντέλο, δηλαδή, επιλέγεται η προσθήκη όρων ώστε να ελαχιστοποιείται το AIC και το BIC στις παρακάτω σχέσεις:

$$AIC = -2\log L + 2(p + q + k + 1)$$

$$BIC = AIC + \log(n) + 2(p + q + k + 1)$$

όπου

L: η πιθανοφάνεια

p, q: οι όροι του μοντέλου

k=0 αν η σταθερά του μοντέλου ισούται με 0, ενώ k=1 σε διαφορετική περίπτωση

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, επιλέγοντας μία μέθοδο βελτιστοποίησης των παραμέτρων και μία μέθοδο ελαχιστοποίησης της πολυπλοκότητας εκτιμούμε ποιο είναι το καταλληλότερο μοντέλο για μία χρονοσειρά.

γ. Διαγνωστικός έλεγχος (diagnostic checking)

Ο διαγνωστικός έλεγχος περιλαμβάνει την αξιολόγηση της επάρκειας του μοντέλου. Επαρκές θεωρείται ένα μοντέλο όταν τα σφάλματα (διαφορά πραγματικών τιμών και τιμών πρόβλεψης) δεν ακολουθούν κάποιο πρότυπο και είναι τυχαία και ανεξάρτητα, ακολουθούν δηλαδή το μοντέλο και έχουν τα γνωρίσματα του λευκού θορύβου. Για να κριθεί το πόσο σημαντικά είναι τα σφάλματα και αν επηρεάζουν την επιλογή του μοντέλου, ελέγχονται τα γραφήματα ACF, PACF των σφαλμάτων ώστε να διαπιστωθεί ότι δεν παρουσιάζουν σημαντικές τιμές για μικρές καθυστερήσεις. Αν δεν προκύπτει μοντέλο λευκού θορύβου για τα σφάλματα, πρέπει να αναπροσαρμοστεί το επιλεχθέν μοντέλο που παράγει τις αντίστοιχες προβλέψεις.

Εκτός από τα γραφήματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο στατιστικός δείκτης Ljung-Box Q^* για έλεγχο των μεγεθών των αυτοσυσχετίσεων των καταλοίπων. Αν η τιμή του Q δεν είναι σημαντική, τότε τα σφάλματα θεωρούνται τυχαία και δεν επηρεάζουν το μοντέλο. Σε αντίθετη περίπτωση το μοντέλο είναι ανεπαρκές και πρέπει να διερευνηθεί η επιλογή άλλων μοντέλων.

Σε γενικές γραμμές, τα μοντέλα που δίνουν συγκριτικά μικρότερες τιμές AIC παρουσιάζουν συχνότερα σφάλματα με μορφή λευκού θορύβου. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που επιλέγουμε να αγνοήσουμε τα μοντέλα με τις μικρότερες τιμές AIC και να επιλέξουμε αυτό το μοντέλο με τα καλύτερα σφάλματα.

δ. Πρόβλεψη (forecasting)

Μετά την επιλογή του προκρινόμενου μοντέλου, μπορεί να υιοθετηθεί για την δημιουργία προβλέψεων. Σημαντική σε αυτό το στάδιο είναι και η δημιουργία των

διαστημάτων εμπιστοσύνης της πρόβλεψης που θα προσδιορίζουν τον χρονικό ορίζοντα που θα παρέχονται σχετικά αξιόπιστες προβλέψεις από το μοντέλο. Για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης, είναι αναμενόμενο ότι όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα πρόβλεψης, τόσο πιο αβέβαιη είναι η κάθε πρόβλεψη με την πάροδο του χρονικού διαστήματος.

Με την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου, αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται για επόμενες χρονικές περιόδους όσο συνεχίζουν να προστίθενται στοιχεία στην χρονοσειρά. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς και τα αποτελέσματα του μοντέλου χρειάζεται να παρατηρούνται συνεχώς γιατί υπάρχει περίπτωση να αλλάξουν το μοτίβο της χρονοσειράς. Γενικά, ένα μοντέλο χρειάζεται επαναξιολόγηση όταν τα επόμενα παραγόμενα σφάλματα πρόβλεψης:

- Τείνουν να είναι μεγαλύτερα συγκριτικά με αυτά των προηγούμενων χρονικών περιόδων.
- Παρουσιάζονται κάθε φορά και συνεχώς θετικά (underpredicting).
- Παρουσιάζονται κάθε φορά και συνεχώς αρνητικά (overpredicting).

3.7 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

Πόσα πληροφοριακά στοιχεία απαιτούνται για μια καλή εκτίμηση; Μια καλή εκτίμηση σημαίνει μια πρόβλεψη μη επηρεαζόμενη ουσιωδώς από τυχαίες διακυμάνσεις που αντιδρά γρήγορα στις πραγματικές μεταβολές της στάθμης ζήτησης. Αυτή η τυχαία διακύμανση ονομάζεται σφάλμα πρόβλεψης. Κάθε πρόβλεψη, ακόμη και η καλύτερη, εμπεριέχει κάποιο σφάλμα. Το σημαντικό, ωστόσο, είναι να αναλύονται αυτά τα σφάλματα κάθε φορά που γίνεται γνωστή η πραγματική ζήτηση και να ελαχιστοποιούνται (Chopra & Meindl, 2013).

Κάθε επιχειρηματικό σχέδιο που βασίζεται σε προβλέψεις πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα σφάλματα πρόβλεψης για τους παρακάτω λόγους:

- Χρήση της ανάλυσης σφάλματος για να καθοριστεί αν η τρέχουσα χρησιμοποιούμενη μέθοδος πρόβλεψης δίνει ακριβείς προβλέψεις. Για παράδειγμα, αν η μέθοδος πρόβλεψης δίνει συνεχώς θετικά σφάλματα γίνεται υπερεκτίμηση της πρόβλεψης και πρέπει να διορθωθεί.
- Συνυπολογισμός του σφάλματος πρόβλεψης στον προγραμματισμό του προϋπολογισμού και διοχέτευση των αντίστοιχων οικονομικών πόρων σε δραστηριότητες που εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητα της επιχείρησης.

Εφόσον τα παρατηρούμενα σφάλματα είναι εντός των υπολογισμών των ιστορικών στοιχείων, οι εταιρείες μπορούν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την τρέχουσα μέθοδο πρόβλεψης. Υπολογίζοντας σφάλματα που είναι πέρα από τα καταγεγραμμένα ιστορικά στοιχεία, διαφαίνεται ότι είτε το μοντέλο πρόβλεψης δεν είναι πλέον κατάλληλο είτε ότι

έχει αλλάξει το μοτίβο της ζήτησης. Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος πρόβλεψης πρέπει να επαναπροσδιοριστεί.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει μια πληθώρα μεθόδων καταγραφής της ακρίβειας πρόβλεψης. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης αναλύονται παρακάτω συγκεκριμένες μέθοδοι αξιολόγησης της ακρίβειας της παραγόμενης πρόβλεψης.

Το σφάλμα πρόβλεψης προκύπτει από τη σχέση:

$$e_t = D_t - F_t$$

Όπου:

e_t = το σφάλμα πρόβλεψης περιόδου t

D_t = η παρατηρούμενη ζήτηση περιόδου t

F_t = η πρόβλεψη ζήτησης περιόδου t

Το σφάλμα δηλαδή, αποτυπώνει τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής ζήτησης και της πρόβλεψης. Είναι σημαντικό η αξιολόγηση σφάλματος να λαμβάνει χώρα χρονικά σε διάστημα πριν χρειαστεί να αναληφθεί η ενέργεια και η απόφαση για την οποία σχηματίζεται η πρόβλεψη. Για παράδειγμα, αν ο χρόνος παράδοσης ενός προμηθευτή είναι 3 μήνες, το σφάλμα πρόβλεψης πρέπει να αξιολογηθεί 3 μήνες πριν την γνωστοποίηση της ζήτησης

Μια τεχνική μέτρησης του σφάλματος πρόβλεψης είναι η χρήση μιας ποσότητας καλούμενης Μέση Απόλυτη Απόκλιση (Mean Absolute Deviation- MAD) που δίνεται από την σχέση:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|$$

Όπου:

$|e_i|$ = η απόλυτη τιμή του σφάλματος πρόβλεψης περιόδου t

n = ο αριθμός περιόδων

Μια άλλη τεχνική μέτρησης του σφάλματος πρόβλεψης που προσδίδει αντικειμενικότητα γιατί εκφράζει το ποσοστό σφάλματος έναντι της πραγματικής ζήτησης και δεν εξαρτάται από το μέγεθος της ζήτησης ή της χρησιμοποιούμενης κλίμακας, είναι ο υπολογισμός του Μέσου Απόλυτου Ποσοστιαίου Σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error- MAPE) που δίνεται από την σχέση:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{D_i} \right| * 100$$

Το παραπάνω μέτρο παρουσιάζει μειονέκτημα σε περιπτώσεις που η καταγεγραμμένη ζήτηση είναι μηδενική. Επίσης, το MAPE παρουσιάζει ασυμμετρία γιατί ευνοεί τα μοντέλα που δίνουν υπερεκτιμημένες προβλέψεις, καθώς στα αρνητικά σφάλματα (όπου η πρόβλεψη είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση) δίνεται από τον τύπο μεγαλύτερη βαρύτητα.

Ένα μέτρο με το οποίο θεωρητικά εξαλείφονται οι παραπάνω περιορισμοί είναι το Συμμετρικό Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Symmetric Mean Absolute Percentage Error- SMAPE), το οποίο δίνεται από την σχέση:

$$SMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - D_t|}{|F_t| + |D_t|} * 100$$

Η συνολική απόδοση μιας μεθόδου πρόβλεψης προκύπτει όταν υπολογιστεί ο μέσος όρος της απόδοσης των επιμέρους περιόδων. Ωστόσο, αυτό ενέχει κίνδυνο καθώς πολύ υψηλά θετικά σφάλματα ενδεχομένως εξουδετερώνονται από αντίστοιχα αρνητικά και αντίστροφα. Έτσι επιλέγονται τεχνικές που χρησιμοποιούν απόλυτες μετρήσεις.

Γενικά, αφενός η επιλογή των συντελεστών βαρύτητας, των σταθερών εξομάλυνσης και των αρχικών τιμών για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και αφετέρου τα μοντέλα ARIMA της στοχαστικής μεθόδου που επιλέγονται, επηρεάζουν άμεσα την απόδοση της κάθε μεθόδου. Επομένως, η εύρεση της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης προκύπτει από δοκιμές τέτοιων τιμών και την εφαρμογή τους ώστε να δίνεται η βέλτιστη λύση στην επιλεχθείσα τεχνική μέτρησης σφάλματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα λάβει χώρα αρχικά η παρουσίαση μιας δημόσιας υπηρεσίας που δραστηριοποιείται στον τομέα της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας (army logistics) και από την οποία αντλήθηκαν τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν. Έπειτα, παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο προβάλλεται η ζήτηση και πώς αυτή η ζήτηση διαμορφώνεται και προκύπτουν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος που επιλέχθηκαν συγκεκριμένοι κωδικοί υλικών προς μελέτη.

4.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τον ΣΚ 5-101 (ΓΕΣ/ΔΥΠ, 2013) η αρχική συγκρότηση της υπηρεσίας ήταν αποτέλεσμα της ανάγκης για άσκηση κεντρικού ελέγχου στο σύνολο των διακινούμενων υλικών προς υποστήριξη των οπλικών συστημάτων και μέσω του Στρατού Ξηράς στους τομείς του σχεδιασμού, της υλοποίησης, της εξασφάλισης (προμήθεια), καθώς και της ροής (κανονικής και αντίστροφης) - διακίνησης από τις κεντρικές αποθήκες μέχρι τα άκρα του συστήματος εφοδιασμού, καλύπτοντας ουσιαστικά το σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Δημιουργήθηκε έτσι ένα πρότυπο μηχανογραφικό κέντρο logistics, του οποίου η αποστολή περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- α. Την παροχή στοιχείων σε αρμόδιους προϊστάμενους φορείς, για την αποθεματική κατάσταση και τους διαμορφωμένους εκάστοτε δείκτες συντήρησης, για τον ορθό υπολογισμό των αναγκών συντήρησης του Στρατού σε υλικά, για καθορισμένη χρονική περίοδο.
- β. Την εκδήλωση των απαιτούμενων ενεργειών εξασφάλισης της προβλεπόμενης στάθμης αποθεμάτων και την παρακολούθηση υλοποίησης αυτών.
- γ. Την εισήγηση κατανομής και κλιμάκωσης των παρακολουθουμένων αποθεμάτων, κατά περιοχή συντήρησης και εφοδιαστικό όργανο, για την υποστήριξη των επιχειρησιακών σχεδίων.
- δ. Τον κεντρικό έλεγχο των αποθεμάτων όλων των υπαγόμενων (πληροφοριακά) σε αυτό εφοδιαστικών οργάνων, όπως και των ελεγχόμενων υλικών, και τη διακίνηση ή εισήγηση διακίνησης (ελεγχόμενων και παρακολουθουμένων) για την κάλυψη των αναγκών του Στρατού.

ε. Την κατά τα πρότυπα του NATO τυποποίηση και κωδικοποίηση των υλικών αρμοδιότητάς του.

στ. Την συγκέντρωση, τήρηση και παροχή αρμοδίως, πάσης φύσεως πληροφοριακών στοιχείων, για υλικά αρμοδιότητάς του (αποθεματική κατάσταση, στοιχεία αναγνώρισης, κόστους – όγκου - βάρους, εναλλαξιμότητας, συσκευασίας, συντήρησης, πηγών προμήθειας κλπ).

ζ. Την τήρηση στατιστικών και τεχνικών στοιχείων για τα συγκεκριμένα υλικά.

η. Την ανάλυση, σχεδίαση, υλοποίηση και συντήρηση των απαραίτητων μηχανογραφικών εφαρμογών και δικτύων αυτών, για την πραγματοποίηση της αποστολής του.

4.3 ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΔΟΜΗ

Για λόγους διαβάθμισης πληροφοριών, θα χρησιμοποιηθεί ένα γενικευμένο οργανόγραμμα. Η γενική οργάνωση της υπόψη Υπηρεσίας είναι:

α. Διοίκηση.

β. Διεύθυνση Διοικητικής Μέριμνας (ΔΔΜ), με ευθύνη τον χειρισμό θεμάτων προσωπικού, ασφάλειας, εκπαίδευσης συντήρησης υλικού – εγκαταστάσεων και υποστήριξης ΔΜ της Υπηρεσίας γενικώς.

γ. Διεύθυνση Υλικών (ΔΥ), η οποία αφενός ασκεί κεντρικό έλεγχο στα αποθέματα υλικών και φροντίζει για τη διακίνησή τους, με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών συντήρησης και ανακατασκευών του Στρατού. Αφετέρου, μεριμνά για την τοποθέτηση παραγγελιών για την εξασφάλιση της στάθμης των αποθεμάτων που απαιτούνται, την ικανοποίηση των αναγκών συντήρησης και ανακατασκευών, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διαταγές, στο χρόνο που προβλέπεται και εισηγείται για την κατανομή – κλιμάκωσή τους.

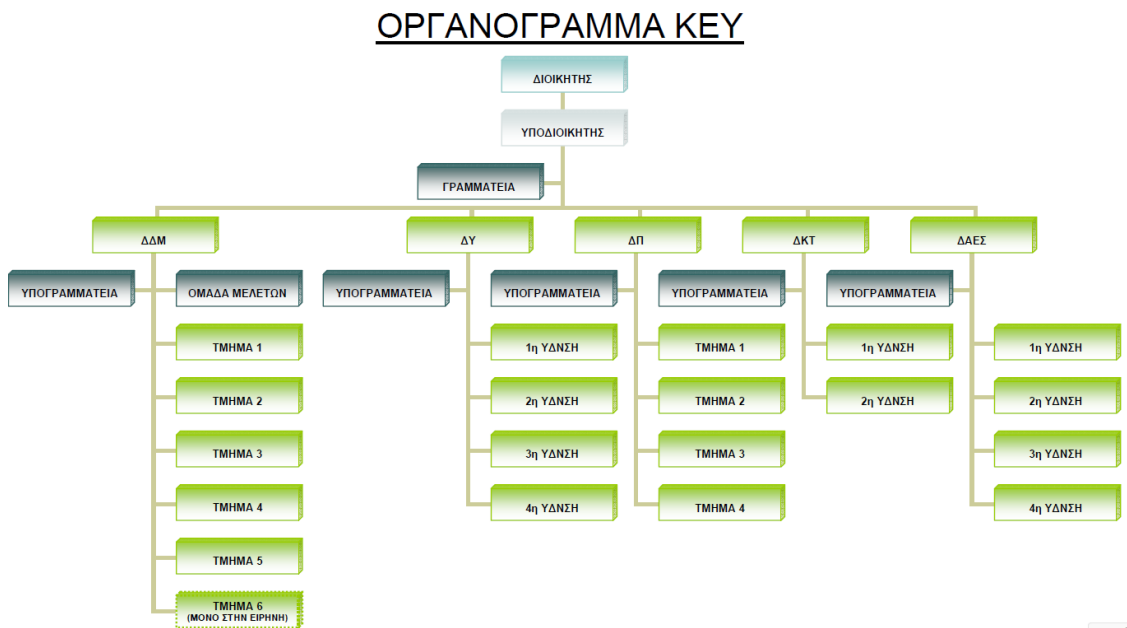
δ. Διεύθυνση Πυρομαχικών (ΔΠ), η οποία μεριμνά για τη διαχείριση των αποθεμάτων πυρομαχικών ολόκληρου του ελλαδικού χώρου, εξασφαλίζει τον ορθό χειρισμό της μηχανογραφικής εφαρμογής από τους χειριστές των κόμβων της μηχανογραφικής εφαρμογής, καταχωρεί και επικαιροποιεί τα δεδομένα πυρομαχικών και οπλικών συστημάτων, υλοποιεί εκπαιδεύσεις – σεμινάρια στο προσωπικό που χειρίζεται την εφαρμογή στους κόμβους και παρέχει μετά από επεξεργασία κάθε μορφής πληροφοριακά στοιχεία για τα πυρομαχικά (στοιχεία αναγνώρισης, κόστους, όγκου, εναλλαξιμότητας, συσκευασίας, συντήρησης, πηγών προμήθειας κλπ.) στην Ιεραρχία, εκμεταλλεζόμενη τη βάση δεδομένων της μηχανογραφικής εφαρμογής.

ε. Διεύθυνση Κωδικοποίησης-Τυποποίησης (ΔΚΤ), η οποία χειρίζεται θέματα αναγνώρισης υλικών, συντηρεί τα πληροφοριακά στοιχεία της βάσης δεδομένων (εκμεταλλεζόμενη αντίστοιχες πληροφοριακές βάσεις), τηρεί βιβλιοθήκη τεχνικών καταλόγων και τέλος ως αρχική υπηρεσία κωδικοποίησης υλικού (ΑΥΚΥ) χειρίζεται

θέματα κωδικοποίησης και τυποποίησης όλων των υλικών, ανεξαρτήτως αρμοδιότητας χειρισμού.

στ. Διεύθυνση Αυτόματης Επεξεργασίας Στοιχείων (ΔΑΕΣ), με ευθύνη τον χειρισμό θεμάτων πληροφοριακών στοιχείων υλικών και πυρομαχικών, ανάλυσης προβλημάτων και κατάρτισης προγραμμάτων για επεξεργασία από το μηχανογραφικό σύστημα της Υπηρεσίας, την παροχή πληροφοριακών στοιχείων για επεξεργασία, την παροχή τεχνικής υποστήριξης στα τμήματα που είναι συνδεδεμένα με τα πληροφοριακά συστήματα ΟΣΕΥΣ και ΑΣΠΥΣ, την ανάλυση, σχεδιασμό και υλοποίηση νέων μηχανογραφικών εφαρμογών και τέλος τη διαχείριση των υφιστάμενων δικτύων επικοινωνιών μεταξύ της Υπηρεσίας και των υπολοίπων τμημάτων που υπάγονται πληροφοριακά σε αυτή, καθώς και μεταξύ της Υπηρεσίας και των ξένων φορέων, που είναι συνδεδεμένοι μαζί της.

Όπως διακρίνεται στην παρακάτω σχηματική απεικόνιση της δομής της εν λόγω Υπηρεσίας, κάθε διεύθυνση διαιρείται σε επιμέρους υποδιευθύνσεις και τμήματα προκειμένου να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη εκτέλεση της αποστολής της κάθε διεύθυνσης, όπως αποτυπώθηκε προηγουμένως.



Εικόνα 7: Οργανόγραμμα Υπηρεσίας

4.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, επειδή η πραγματική ζήτηση δεν είναι γνωστή, βάση για τη διαμόρφωση στρατηγικής μιας επιχείρησης αποτελεί η αναμενόμενη ζήτηση των πελατών (στην προκειμένη περίπτωση Μονάδων που είναι χρήστες των μέσων του Στρατού Ξηράς) γνωστή και ως πρόβλεψη ζήτησης. Η ποιότητα της πρόβλεψης ζήτησης εξαρτάται από την επιλογή μεθόδου πρόβλεψης, αλλά επίσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διαχρονικά προβαλλόμενη ζήτηση του τελικού χρήστη που θα διαμορφώσει τα ιστορικά στοιχεία και η οποία για τον Στρατό Ξηράς υλοποιείται μέσω

των αιτήσεων. Η αίτηση είναι έντυπο με συγκεκριμένη μορφή, συμπληρωμένο με συγκεκριμένα στοιχεία και ενέχει τη θέση και σκοπιμότητα ενός εντύπου παραγγελίας. Μέσω των αιτήσεων εκδηλώνονται οι απαιτούμενες ενέργειες από τους τελικούς χρήστες για την προβολή συγκεκριμένης ζήτησης και πρέπει να διέπεται από συγκεκριμένες αρχές, οι οποίες είναι οι παρακάτω (Βλάχος, 2013):

- α. Ανάλογη σχέση, μεταξύ του υποστηριζόμενου έργου των Μονάδων και του μεγέθους της ζήτησης.
- β. Έγκαιρη και ακριβής προβολή των αναγκών, μέσω των αιτήσεων, στους φορείς που έχουν την ευθύνη της εφοδιαστικής υποστήριξης του Στρατού Ξηράς.
- γ. Χαρακτηρισμός της αίτησης ως επαναλαμβανόμενης ή μη, ανάλογα με τη φύση της κάθε ανάγκης.
- δ. Συγκεντρωτική προβολή των απαιτήσεων δημιουργίας ή αναπλήρωσης αποθεμάτων, με βάση την κανονική εκτίμηση των αναγκών κατανάλωσης.
- ε. Αποφυγή σχηματισμού νεκρών αποθεμάτων, τα οποία συνεπάγονται αδικαιολόγητη δέσμευση οικονομικών μέσων και παρέχουν πλασματική εικόνα κατανάλωσης.
- στ. Απόκτηση των υλικών πριν την εμφάνιση της ανάγκης και εξασφάλιση ρεύματος ανεφοδιασμού αναλόγου προς το ύψος των γενικών αναγκών.

Με την σωστή εφαρμογή των παραπάνω αρχών, διαμορφώνεται η ζήτηση βάσει πάντα του παράγοντα «Υποστηριζόμενο έργο - κατανάλωση - χρόνος».

Όλα τα παραπάνω έχουν σαν προϋπόθεση την υποβολή αιτήσεων από τους φορείς που έχουν ανάγκη τα υλικά, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη δυνατότητας ικανοποίησης των αιτήσεων, με σκοπό την εμφάνιση των αναγκών. Οι παραπάνω αιτήσεις αποτελούν τη βάση του συστήματος πρόβλεψης, στα δεδομένα των οποίων στηρίζεται η λειτουργία της Υπηρεσίας.

4.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΔΩΝ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ

Η Υπηρεσία διαχειρίζεται πληροφοριακά μία πληθώρα υλικών (συνολικά περισσότερες από 600.000 εγγραφές) για τα οποία έχουν συλλεχθεί πληροφορίες από διαφορετικές πηγές και τηρούνται σε υφιστάμενο αρχείο που χρονολογείται πριν το 1982. Προκειμένου τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία να είναι προσαρμοσμένα σε επίκαιρα δεδομένα και για την οικονομία της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκαν υλικά που παρουσιάζουν κίνηση (ζήτηση, προμήθεια, διακίνηση) από το 2010 και έπειτα και ανέρχονται σε 145.833 είδη. Επιπλέον, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης και για λόγους που σχετίζονται με ειδικές διαδικασίες προμήθειας, αποθεματοποίησης, διακίνησης, ζήτησης και κατ' επέκταση πρόβλεψης της ζήτησης, εξαιρέθηκαν οι παρακάτω κατηγορίες υλικών:

- Ελεγχόμενα: Υλικά στα οποία ασκείται -μέσω καθορισμένων διαδικασιών και φορέων- εξειδικευμένος έλεγχος διακινήσεων για λόγους σπανιότητας, κόστους και τεχνικής φύσεως.

- Α' ύλες εργοστασίων για την κατασκευή τελικών προϊόντων και βιομηχανικά αέρια.

- Αεροθάλαμοι, αντιολισθητικές αλυσίδες, εδαφικοί τροχοί, ελαστικά επίσωτρα, τροχοί υποστηρίξεως, πέδιλα, πέλματα, συσσωρευτές, πυροσβεστήρες, ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z), κινητήρες, ξηρά στοιχεία, υγρά φρένων.

- Ειδικός ιματισμός, καλύμματα, υλικά στρατωνισμού, χειμερινός ιματισμός, ελαιοχρώματα.

- Λοιπά ειδικά υλικά λόγω της ιδιαιτερότητας της στρατιωτικής χρήσης τους.

Εξαιρώντας τα παραπάνω, η κατηγορία των υλικών που επιλέχθηκε για να αναλυθεί χαρακτηρίζεται ως «κοινά υλικά» και σε αυτή περιλαμβάνονται ανταλλακτικά και είδη για την υποστήριξη των μέσων του Στρατού Ξηράς. Τα εν λόγω υλικά απαριθμούνται σε 142.856 είδη. Για τα υπόψη υλικά είναι που εφαρμόζονται από την Υπηρεσία πλήρως (ανάλογα με τις απαιτήσεις) και οι παρακάτω λειτουργίες:

- Πρόβλεψη ζήτησης
- Τοποθέτηση παραγγελίας
- Προμήθεια
- Διαχείριση υλικού
- Εκποίηση

Επιπρόσθετα, και για λόγους που σχετίζονται με την κατηγοριοποίηση των υλικών όπως αναλύθηκε στο πρώτο κεφάλαιο και συγκεκριμένα με την ανάλυση ABC, απορρίφθηκαν υλικά για τα οποία δεν υφίστανται επικαιροποιημένες τιμές έτους 2022. Τα τελικώς επιλεγέντα είδη που μελετήθηκαν ανέρχονται σε 50.730.

Από τα 50.730 είδη επιλέχθηκαν τα 6.737 για τα οποία υποβλήθηκε έστω και μία φορά αίτηση (εκδηλώθηκε ζήτηση) το έτος 2021, ώστε μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία ζήτησης της τελευταίας δεκαετίας να υπάρχει σίγουρα και καταγεγραμμένη επίκαιρη μέτρηση.

Το σύνολο των 6.737 ειδών ταξινομήθηκε με βάση την ετήσια αξία ζήτησης και επιλέχθηκαν τα 100 υψηλότερα σε αξία ζήτησης υλικά για το 2021. Από αυτά εξαιρέθηκαν 4 υλικά για τα οποία η τιμή προέκυψε από μεμονωμένη σύμβαση που υλοποιήθηκε και δεν αποτελεί αντιπροσωπευτική τιμή προμήθειας του υλικού. Επιπλέον εξαιρέθηκαν 10 υλικά που αφορούν την υποστήριξη συστήματος το οποίο εντάχθηκε το 2019 στο δυναμικό του Στρατού Ξηράς και για το οποίο δεν υφίστανται δεδομένα αιτήσεων- ζήτησης πριν το 2019. Με αυτό τον τρόπο καταλήξαμε σε ένα σύνολο 86 υλικών στα οποία εφαρμόστηκε η ABC ανάλυση με κριτήριο την συνολική

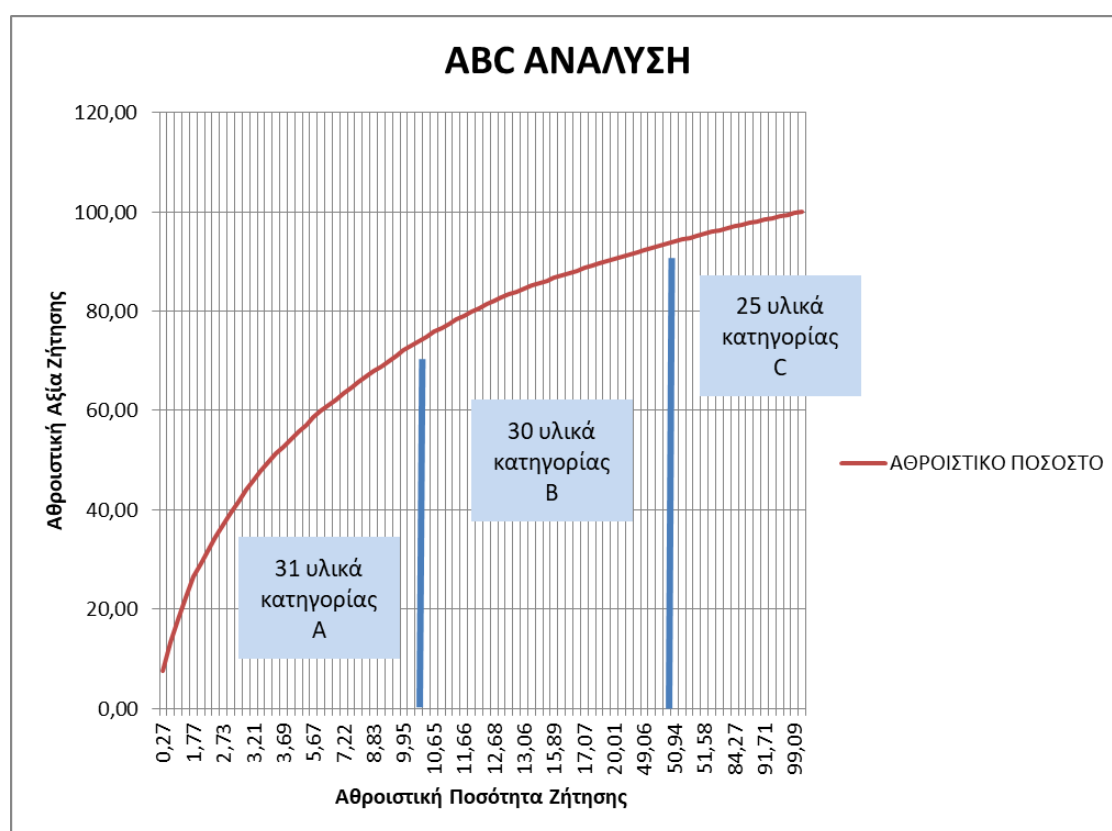
ετήσια αξία ζήτησης των υλικών για το έτος 2021, τα οποία φαίνονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 10: Κατανομή Υλικών βάσει της Ανάλυσης ABC

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΛΗΘΟΣ ΚΩΔΙΚΩΝ	ΑΞΙΑ ΚΩΔΙΚΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΩΔΙΚΩΝ
A	9,42%	70%	31
B	11%	20%	30
C	80%	10%	25
ΣΥΝΟΛΟ	100%	100%	86

Ο αναλυτικός πίνακας παράθεσης των παραπάνω στοιχείων εμπεριέχεται στο Παράρτημα Ι.

Η γραφική αποτύπωση αυτών των στοιχείων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου επιβεβαιώνεται η ύπαρξη της καμπύλης Pareto και της διαπίστωσής του για τον αριθμό των υλικών που συνεισφέρουν στην συνολική αξία ζήτησης.



Γράφημα 15: Καμπύλη Pareto για τα υλικά που αξιολογήθηκαν

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα και γραφήματος, παρατηρούμε ότι:

- το 9 % των υλικών αντιπροσωπεύει περίπου το 70 % της ζήτησης (υλικά A).

- το 11 % των υλικών αντιπροσωπεύει περίπου το 20 % της ζήτησης (υλικά Β).

- το 80 % των υλικών αντιπροσωπεύει περίπου το 10 % της ζήτησης (υλικά C).

Τα ποσοστά διαμορφώνονται περίπου στα ίδια επίπεδα με όσα αναφέρθηκαν για την ανάλυση ABC (το 10% των υλικών αντιπροσωπεύει το 70% της συνολικής ετήσιας αξίας ζήτησης, το 20% των υλικών περίπου αντιστοιχεί στο 20% της ετήσιας αξίας ζήτησης και το εναπομείναν 70% αντιστοιχεί στο υπόλοιπο 10% της αξίας), Εύκολα δηλαδή διακρίνεται η σχέση «λίγα υλικά- μεγάλο κόστος» που είναι και η βάση της ανάλυσης ABC και βάσει της οποίας θα διενεργηθεί περαιτέρω επεξεργασία των στοιχείων και θα διαμορφωθεί η πολιτική διαχείρισης του αποθέματος.

Επειδή η ακρίβεια της πρόβλεψης συνδέεται άμεσα με την ύπαρξη πλήθους ποσοτικών στοιχείων, επιλέξαμε από κάθε κατηγορία τα υλικά που παρουσίασαν τα περισσότερα στοιχεία ζήτησης ετησίως από το 2012 και μετά. Με αυτό τον τρόπο καταλήξαμε στο παρακάτω σύνολο 19 υλικών:

Υλικά κατηγορίας Α (6 υλικά)

- 587108: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ
- 418584: ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ
- 543578: ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ
- 150037: ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΡΟΤΟΡΑ
- 83578: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ
- 469023: ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ

Υλικά κατηγορίας Β (10 υλικά)

- 551471: ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ
- 346195: ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ
- 82655: ΠΤΕΡΥΓΙΟ
- 555124: ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ
- 543258: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ (ΠΛΗΡΗΣ)
- 423373: ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ
- 519284: ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ
- 81170: ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (ΠΛΗΡΗΣ)
- 589102: ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ
- 82486: ΑΞΟΝΑΣ (ΠΛΗΡΗΣ)

Υλικά κατηγορίας C (3 υλικά)

- 97197: ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ
- 218715: ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ
- 515540: ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

5.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ- ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόζονται οι επιλεγείσες μέθοδοι πρόβλεψης σε πραγματικά δεδομένα και επιτυγχάνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Σκοπός της εφαρμογής των μεθόδων και ανάλυσης των παρεχόμενων αποτελεσμάτων είναι η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης που παρέχει την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Λόγω της διαβάθμισης πληροφοριών, τα διάφορα δεδομένα θα παρουσιάζονται κωδικοποιημένα.

Τα μοντέλα πρόβλεψης που επιλέχθηκαν να εφαρμοστούν είναι ποσοτικά, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα αποτελέσματα της μελέτης χρειάζεται να διακρίνονται από αντικειμενικότητα. Ένας επιπλέον παράγοντας για την επιλογή ποσοτικών μεθόδων είναι η ύπαρξη αριθμητικών δεδομένων και η επιλογή χρήσης μαθηματικής μοντελοποίησης. Τα καταγεγραμμένα ιστορικά στοιχεία ζήτησης θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου στις χρονοσειρές.

Επειδή τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ποσοτήτων πρόβλεψης έχουν άμεσο αντίκρισμα σε οικονομικά δεδομένα και σε υπηρεσιακές διαδικασίες που αφορούν την κατ' ελάχιστο ετήσια στοχοθεσία και κατάρτιση προγραμματισμού, επιλέχθηκε η επεξεργασία και ανάλυση ετήσιων στοιχείων για τα έτη 2012 έως 2021.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο που περιγράφει τη διαδικασία επιλογής των υλικών, συλλέχθηκαν στοιχεία ζήτησης των υλικών της τελευταίας δεκαετίας 2012-2021 βάσει των οποίων θα γίνει και η προεκβολή των χρονοσειρών στο μέλλον. Έτσι, στα καταγεγραμμένα στοιχεία ζήτησης των παραπάνω 19 υλικών εφαρμόστηκαν με τη χρήση του Excel οι παρακάτω μέθοδοι πρόβλεψης:

Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης που περιλαμβάνουν:

- Κινούμενο μέσο όρο 2 ετών για τα έτη 2012- 2021.
- Κινούμενο μέσο όρο 3 ετών για τα έτη 2012- 2021.
- Σταθμισμένο κινούμενο μέσο 2 ετών για τα έτη 2012- 2021.
- Σταθμισμένο κινούμενο μέσο 3 ετών για τα έτη 2012- 2021.
- Απλή εκθετική εξομάλυνση για τα έτη 2012- 2021, με αρχική τιμή πρόβλεψης την πραγματική ζήτηση του 2012.
- Διπλή εκθετική εξομάλυνση για τα έτη 2012- 2021, με αρχική τιμή S_0 την πραγματική ζήτηση του 2012 και $G_0=0$.

Έπειτα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Solver του Excel με στόχο την ελαχιστοποίηση του μέσου ποσοστιαίου σφάλματος και για την εύρεση των παρακάτω:

- Συντελεστές βαρύτητας w_1, w_2, w_3 στις μεθόδους σταθμισμένου κινούμενου μέσου 2 και 3 ετών.
- Σταθερά εξομάλυνσης α στη μέθοδο απλής εκθετικής εξομάλυνσης.

- Σταθερές εξομάλυνσης α και β στη μέθοδο διπλής εκθετικής εξομάλυνσης.

Τελικά, καταρτίστηκε το αντίστοιχο γράφημα που παρουσιάζει τις διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης για κάθε υλικό, σε σκοπό την πιο αντιληπτή κατανόηση των εξαχθέντων αποτελεσμάτων.

Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης που περιλαμβάνει:

Μοντέλα ARIMA, τα οποία επιλέχθηκαν ανάλογα με το μοτίβο των στοιχείων των χρονοσειρών και εφαρμόζοντας την διαδικασία Box- Jenkins. Αναλυτικά, καταρτίστηκε η γραφική παράσταση της χρονοσειράς και τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης. Έπειτα, με βάση τα ίδια διαγράμματα προσδιορίστηκε/-αν το/τα μοντέλο/-α ARIMA. Επισημαίνεται ότι σε κάποιες περιπτώσεις οι τιμές των ACF, PACF που βρίσκονται εντός και προσεγγίζουν τα όρια σημαντικότητας των αντίστοιχων διαγραμμάτων, σκόπιμα δεν λήφθηκαν υπόψη προκειμένου να αξιολογηθούν περισσότερα μοντέλα ARIMA.

Στα καθορισθέντα μοντέλα ARIMA εφαρμόστηκε το εργαλείο Real Statistics Data Analysis και έγινε η στατιστική ανάλυση, εφαρμόστηκε, δηλαδή, εκτίμηση και διαγνωστικός έλεγχος. Σε σχέση με την εκτίμηση του μοντέλου, προβάλλονται και συγκρίνονται οι δείκτες SSE (δείκτης ελαχίστων τετραγώνων), LL (δείκτης μέγιστης πιθανοφάνειας), καθώς και τα κριτήρια AIC και BIC. Για τον διαγνωστικό έλεγχο καταρτίστηκαν τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης των σφαλμάτων και εξήχθη ο δείκτης Ljung- Box. Τέλος, εξήχθησαν τα αποτελέσματα προβλέψεων για κάθε μοντέλο ARIMA.

Για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, προκειμένου να συγκριθούν τα παρεχόμενα αποτελέσματα των μοντέλων πρόβλεψης, υπολογίστηκε το Συμμετρικό Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Symmetric Mean Absolute Percentage Error- SMAPE):

$$SMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - D_t|}{|F_t| + |D_t|} * 100$$

Σκοπός της ανάλυσης είναι η πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς της ζήτησης σε ένα πολύ μικρό δείγμα (σε σχέση με το πλήθος των υλικών που διαχειρίζεται η Υπηρεσία). Για καθένα από τα 19 υλικά που επιλέχθηκαν, οι αρχικές τιμές ζήτησης χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή των μοντέλων ενώ οι επόμενες τιμές θεωρήθηκαν άγνωστες προκειμένου να συγκριθούν τα παραγόμενα αποτελέσματα των μοντέλων με τις πραγματικές τιμές. Με αυτή την μελέτη θα εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την χρησιμότητα του κάθε μοντέλου πρόβλεψης μέσω της εφαρμογής του καθενός στα επιμέρους υλικά, αλλά και μέσω της σύγκρισης των διαφορετικών προσεγγίσεων (μέθοδοι κινούμενων μέσων όρων- εξομάλυνσης και μέθοδος Box- Jenkins) στο σύνολο των υλικών.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

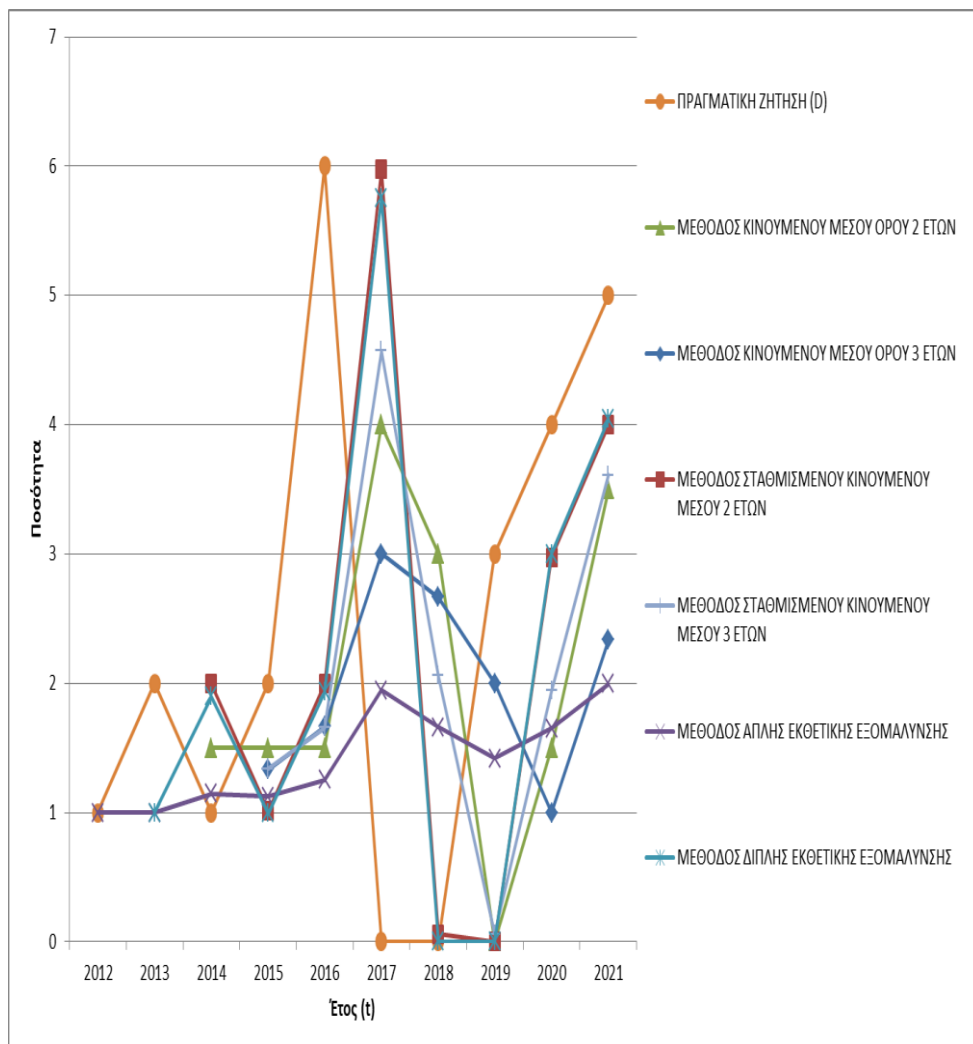
Με βάση τα παραπάνω, παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες που περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα αξιολόγησης της κάθε μεθόδου πρόβλεψης, βάσει των οποίων προκύπτουν και τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Οι αναλυτικοί πίνακες για κάθε υλικό περιλαμβάνονται στο Παράρτημα ΙΙ, και σε αυτούς εμφανίζονται τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή του εργαλείου Solver.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ «Α»

587108: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης

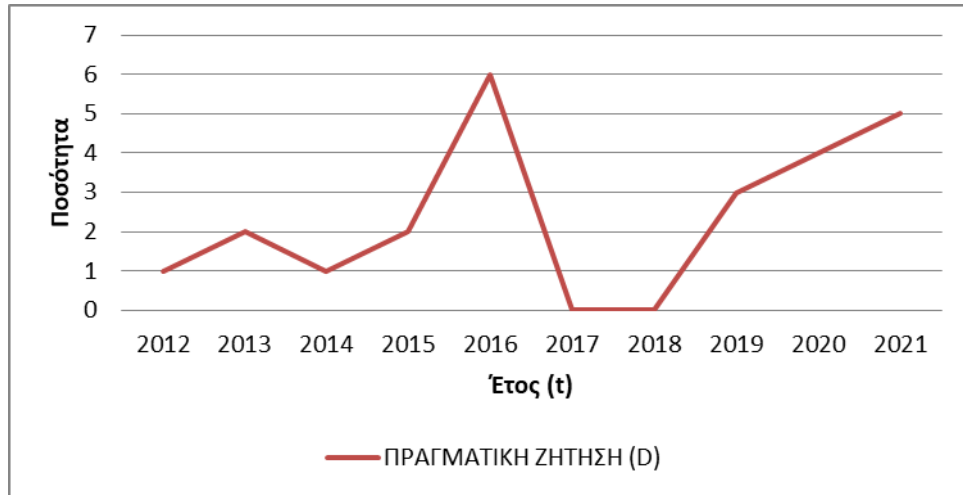
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	MAD	SMAPE %
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ	2,44	57,17
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ	2,48	56,13
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	2,13	55,24
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ	2,25	52,94
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	1,92	50,44
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	1,96	52,66



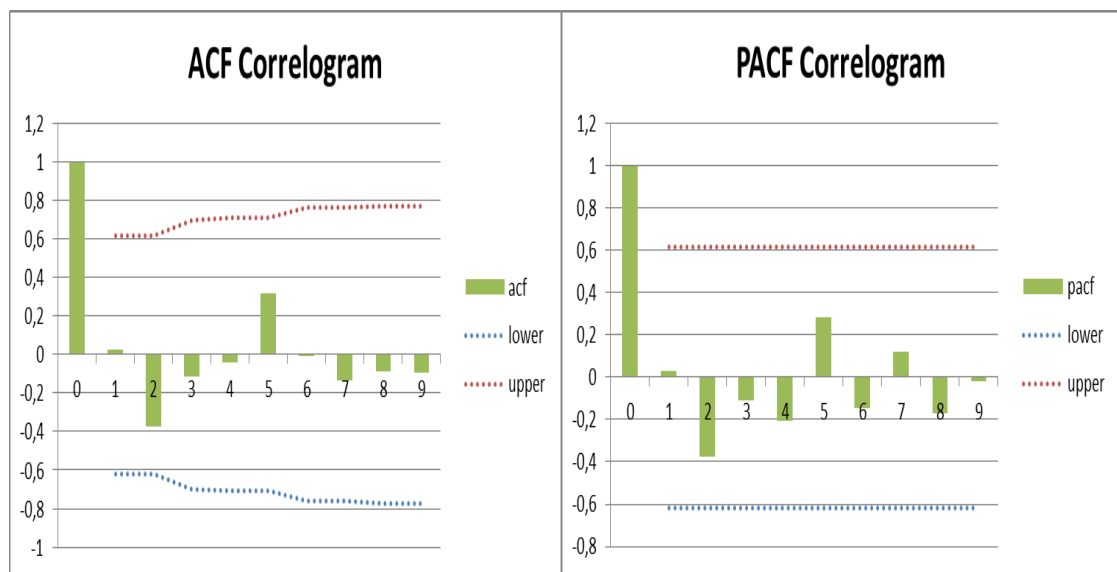
Γράφημα 16: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 587108

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 50,44%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 17: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 587108



Γράφημα 18: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

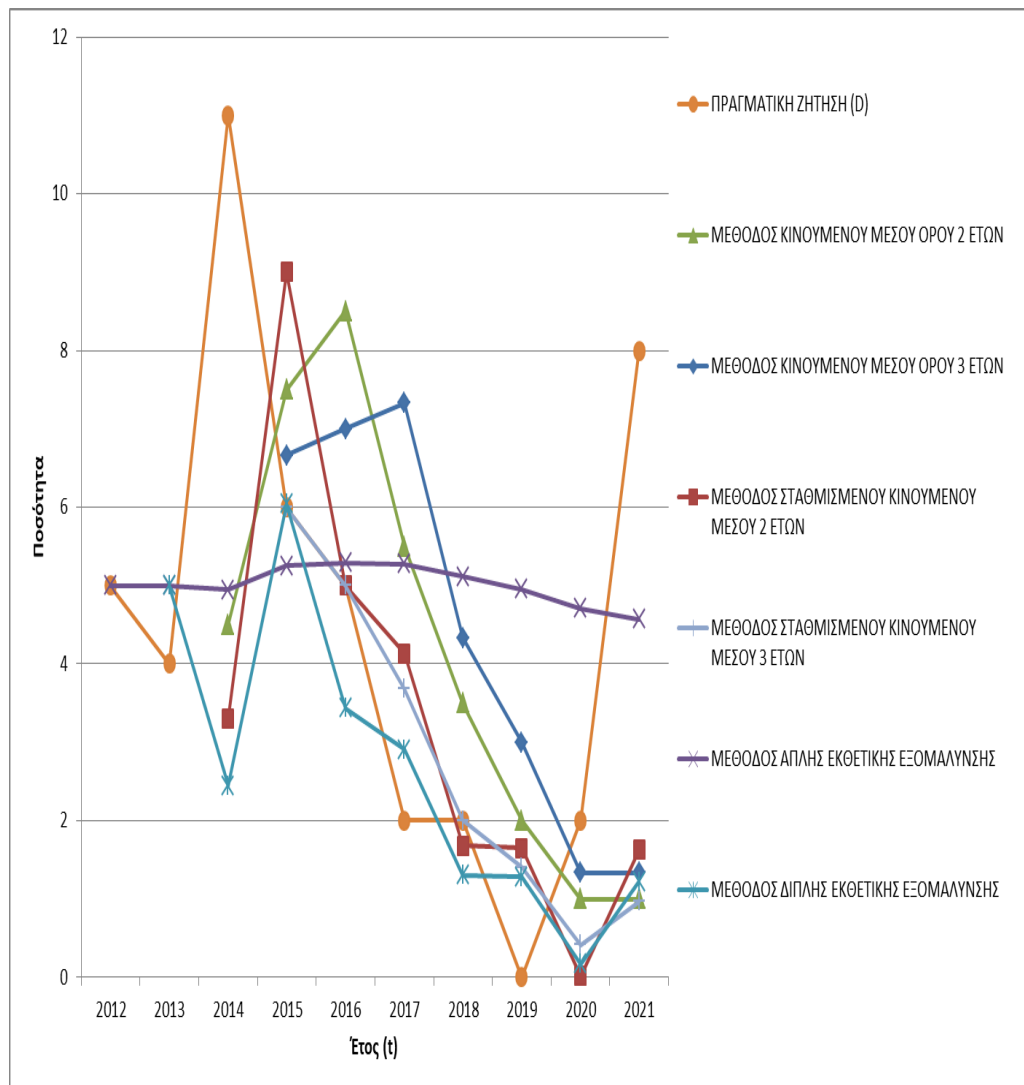
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχουν τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 2 και 5 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 2,4 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 2,4 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

418584: ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ

- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης

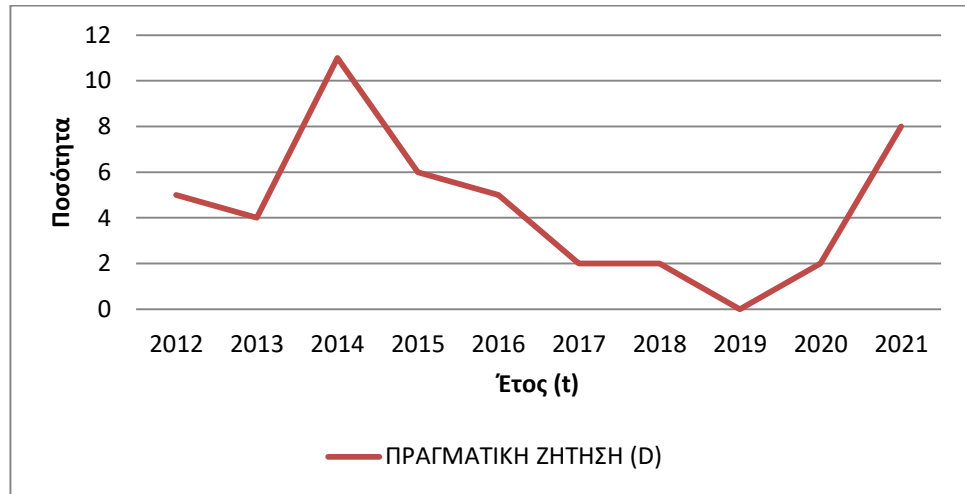
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	MAD	SMAPE %
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ	3,31	45,50
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ	2,95	43,91
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	2,89	47,67
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ	1,46	34,16
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	2,84	34,99
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	2,52	43,47



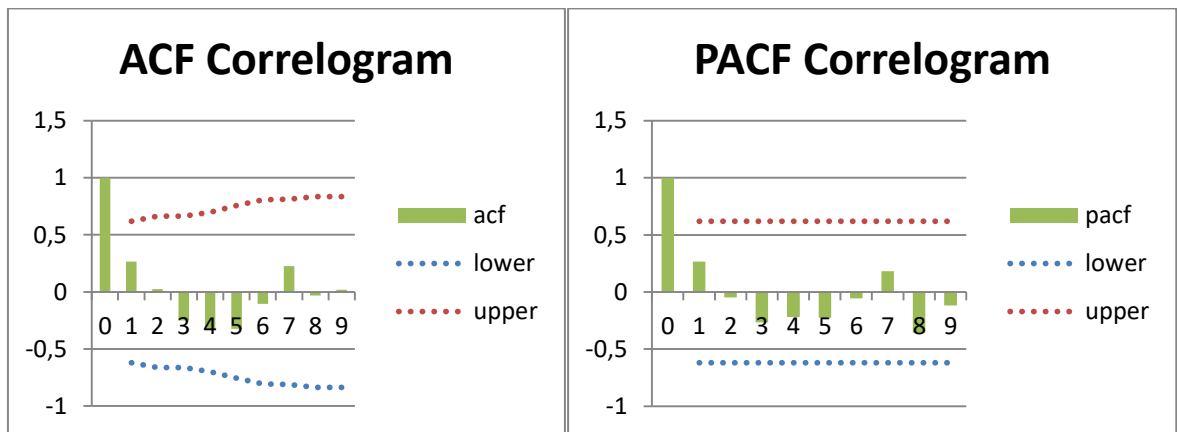
Γράφημα 19: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 418584

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,16%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

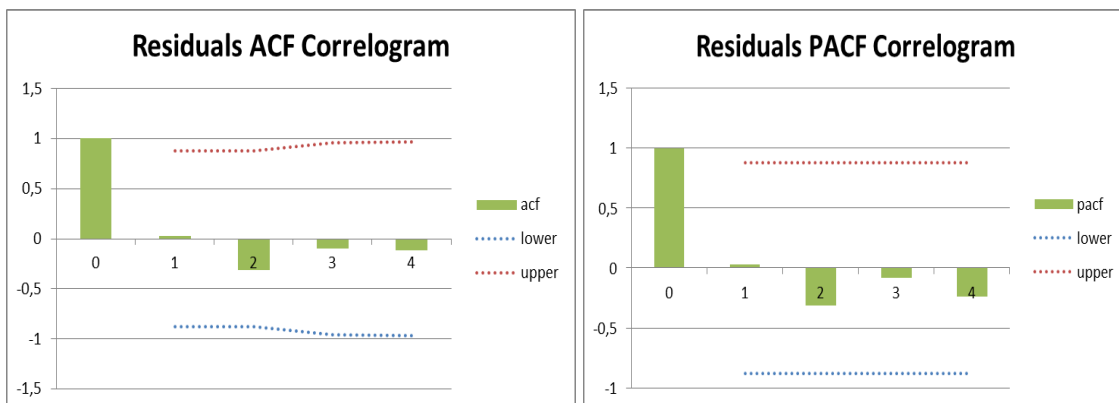


Γράφημα 20: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 418584

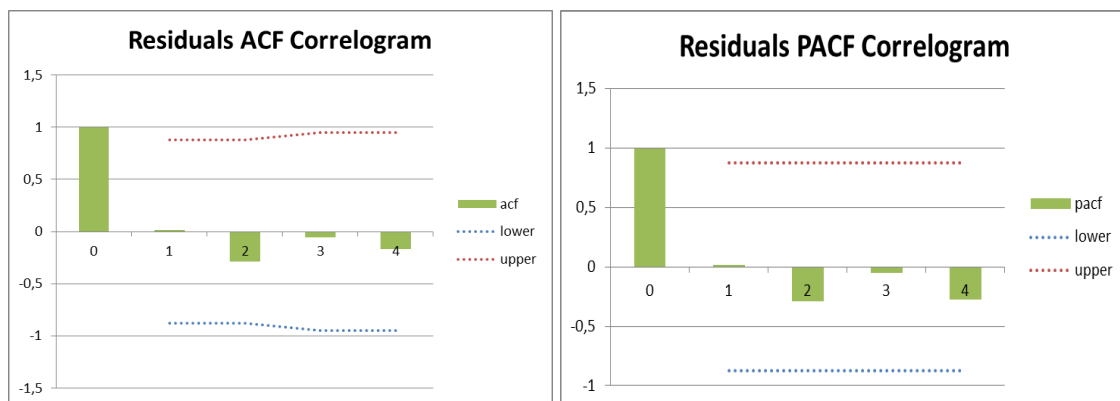


Γράφημα 21: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

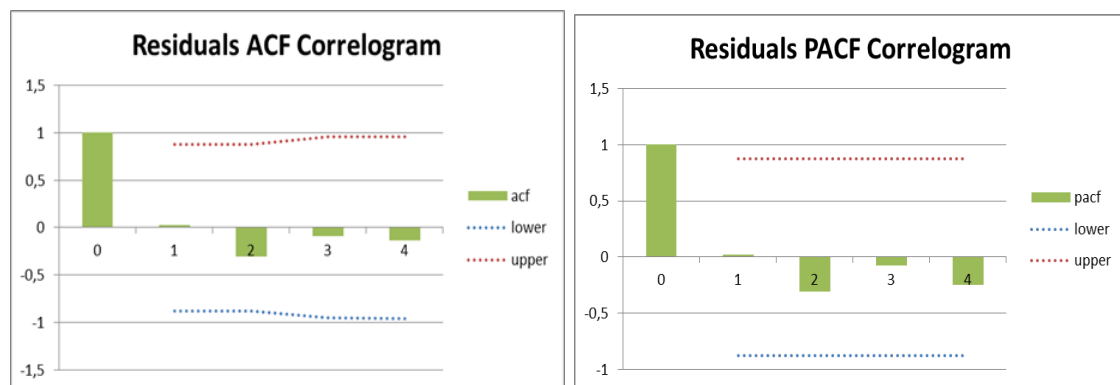
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο ενώ η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει πολύ γρήγορα, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box-Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p , q του μοντέλου ARMA (p, q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στα δύο γραφήματα μετά την καθυστέρηση 1 οι αυτοσυσχετισμοί είναι 0, ενώ ταυτόχρονα τείνουν να μηδενιστούν όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARMA (1,1) αλλά και για AR (1) και MA (1), τα μοντέλα ARMA (1,0) και ARMA (0,1) αντίστοιχα.



Γράφημα 22: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)



Γράφημα 23: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,0)



Γράφημα 24: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,1)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των τριών μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 11: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 418584

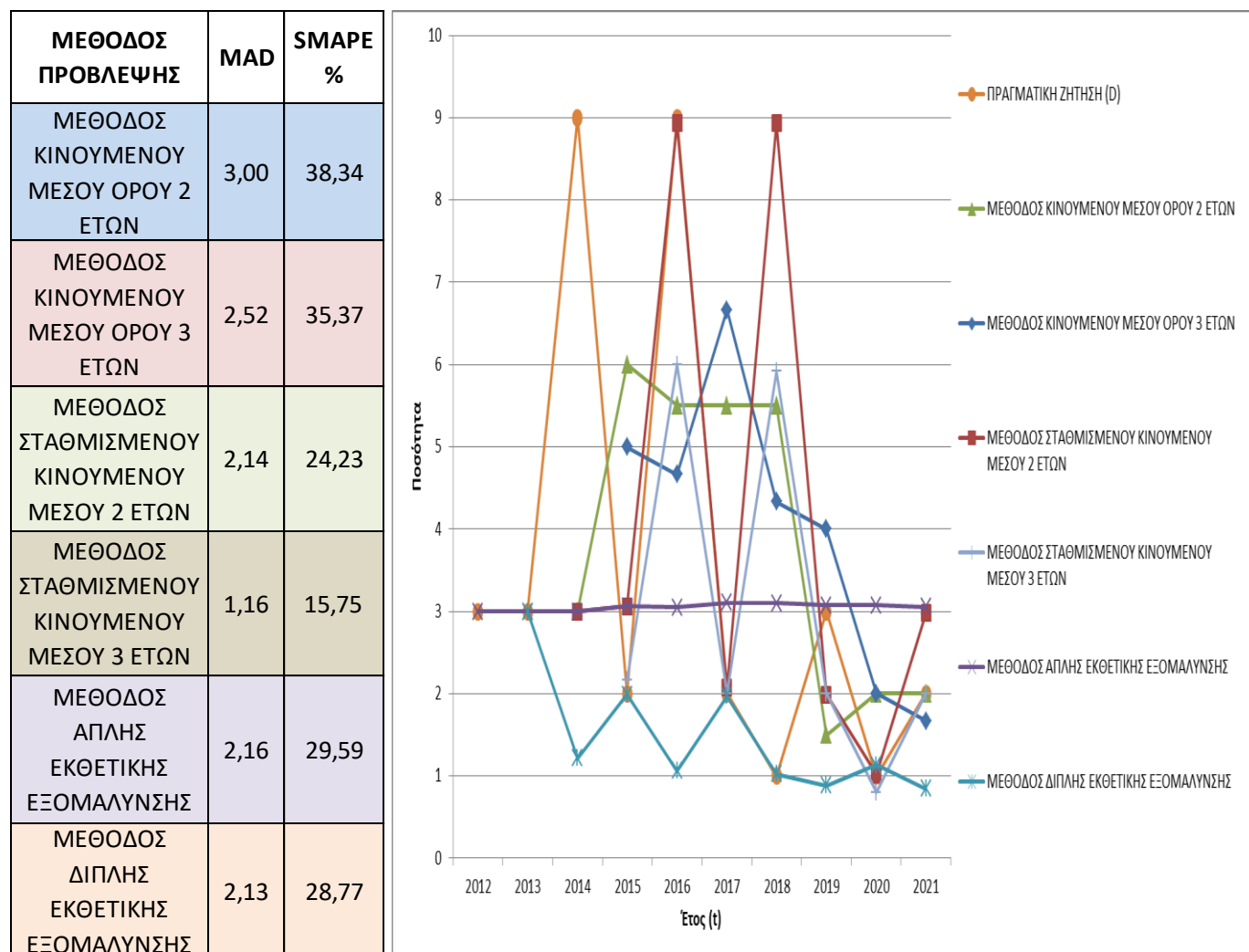
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,q,d)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (1,1)	0,11	1,48	-6,32	-8,77	0,77	2,70	46,00
ARMA (1,0)	26,21	-9,44	11,52	10,29	0,73	4,36	54,14
ARMA (0,1)	0,08	3,22	-14,63	-15,80	0,77	3,42	50,51

Και τα τρία μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARMA (0,1) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα τρία μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARMA (1,1).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ» (418584) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,16%.

543578: ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ

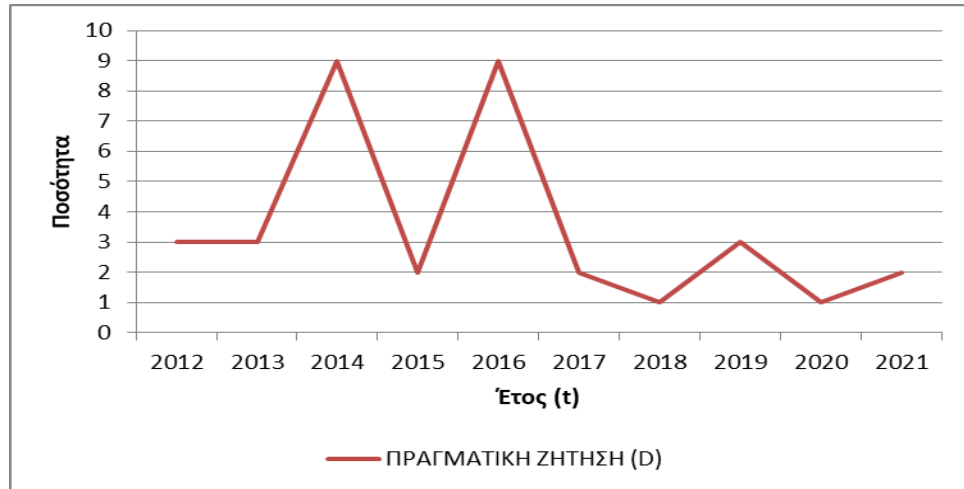
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



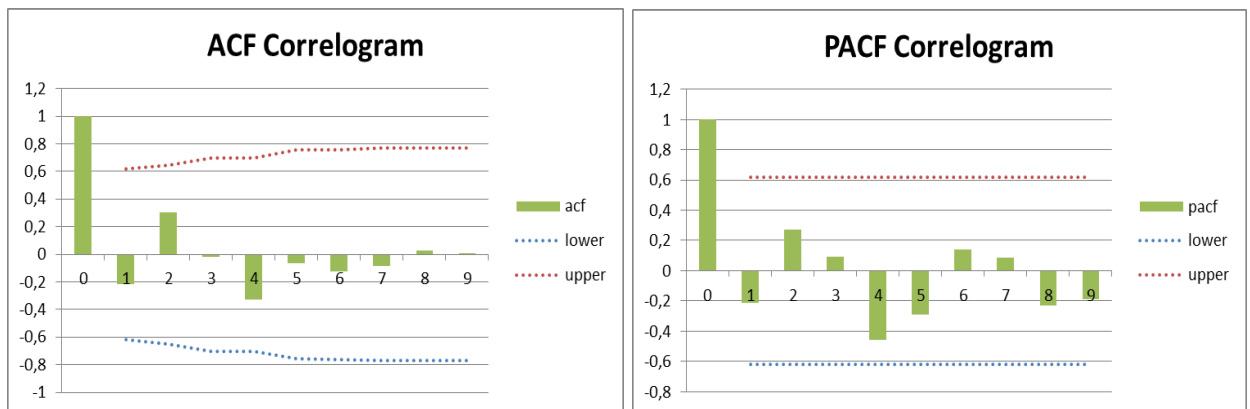
Γράφημα 25: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 543578

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 15,75%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

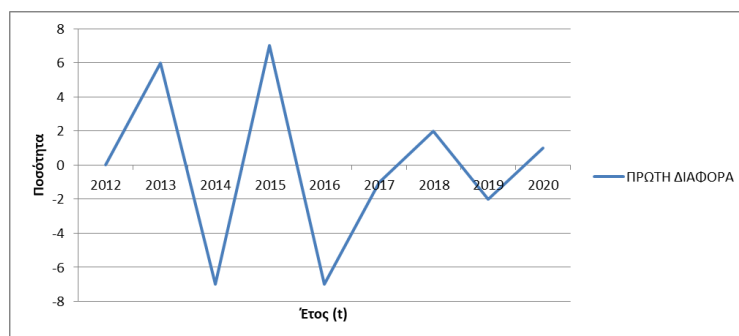


Γράφημα 26: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 543578

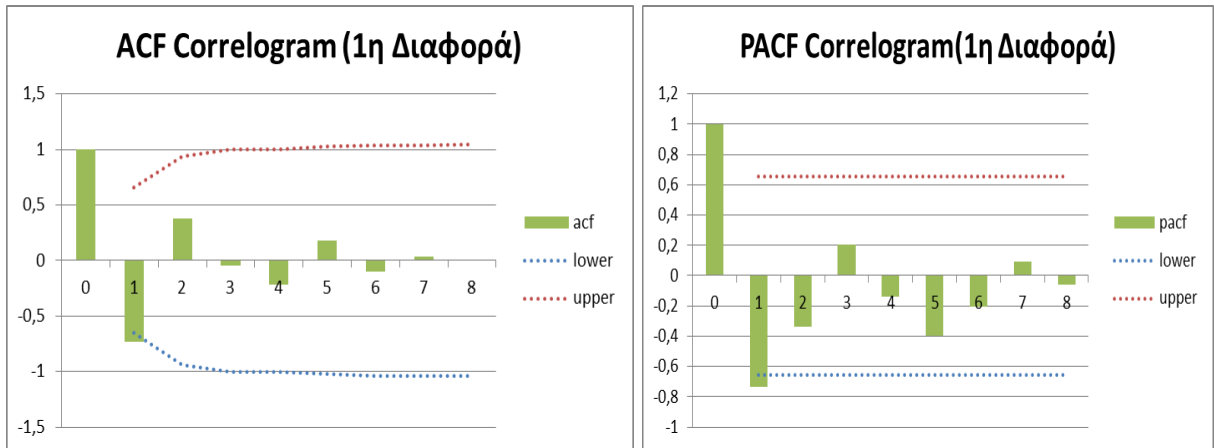


Γράφημα 27: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά μείωση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και αφού καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF θα εφαρμόσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins.

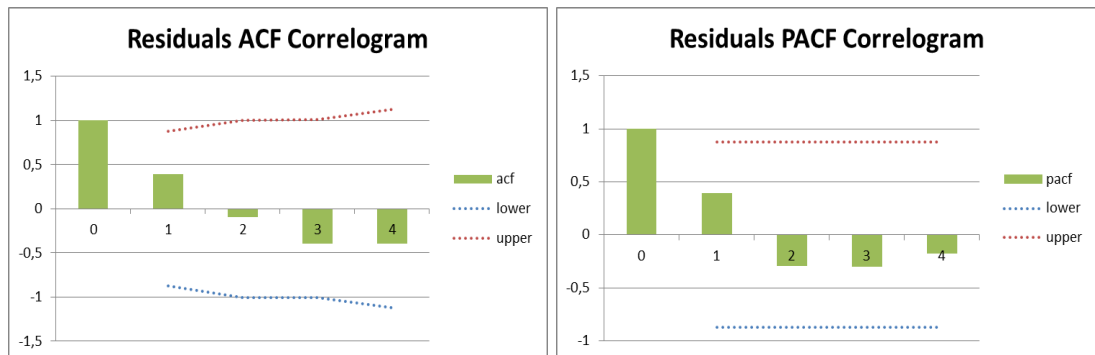


Γράφημα 28: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς

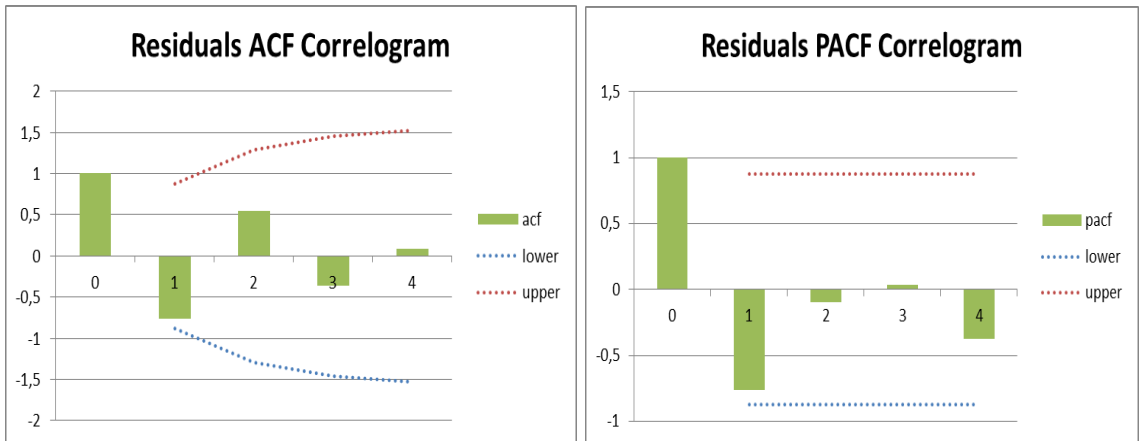


Γράφημα 29: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

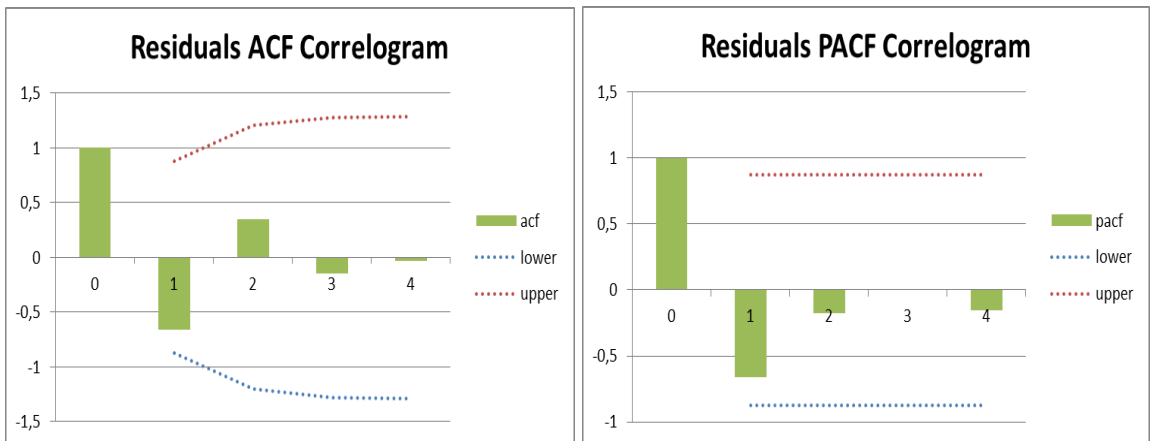
Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,1,q). Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA (p,1,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στα δύο γραφήματα μετά την καθυστέρηση 2 οι αυτοσυσχετισμοί είναι κοντά στο 0, ενώ ταυτόχρονα τείνουν να μηδενιστούν όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (1,1,1) αλλά και για AR (1), AR (2) και MA (1), MA (2), τα μοντέλα ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,2), ARIMA (2,1,0) και ARIMA (2,1,2).



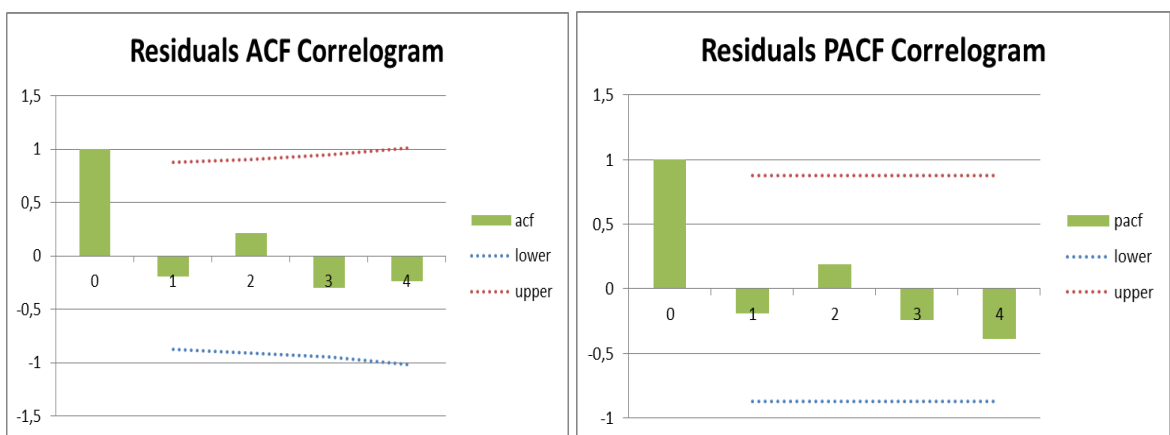
Γράφημα 30: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)



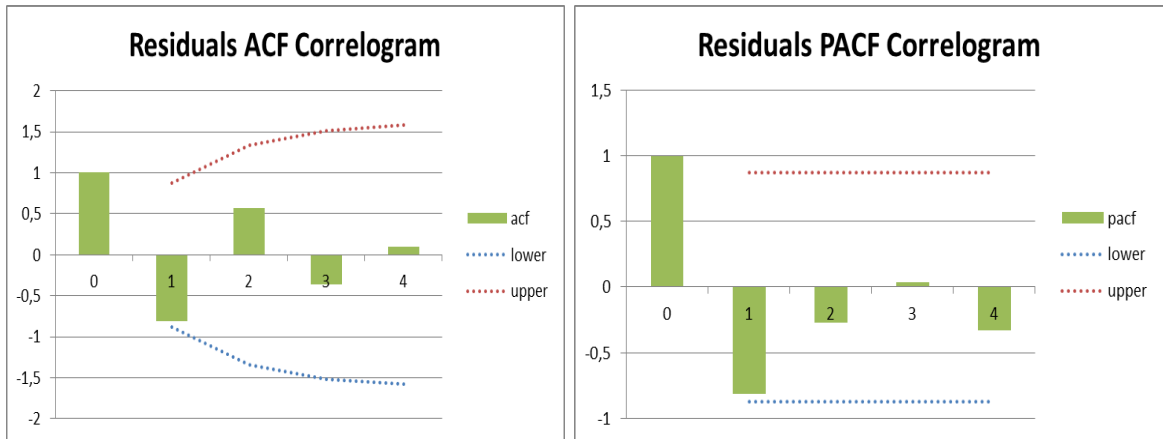
Γράφημα 31: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)



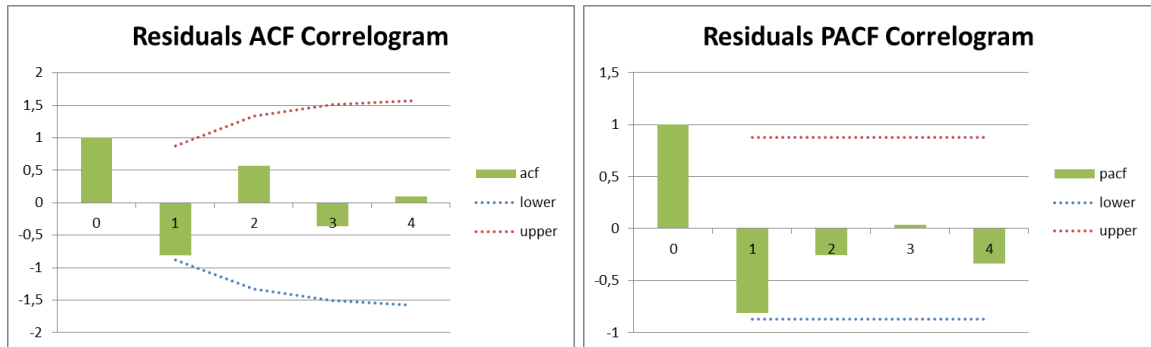
Γράφημα 32: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)



Γράφημα 33: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,2)



Γράφημα 34: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)



Γράφημα 35: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,2)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των επιλεγθέντων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 12: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 543578

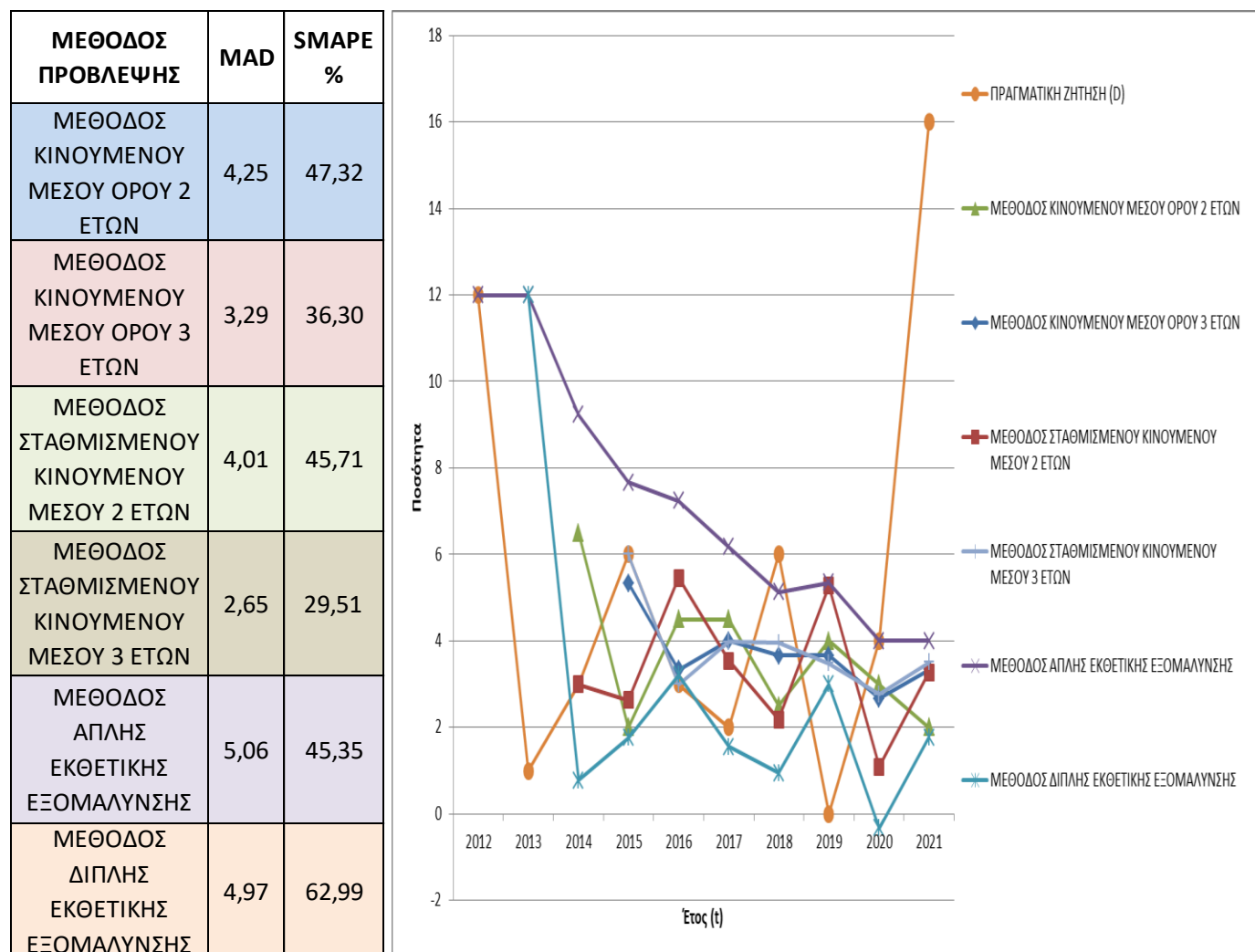
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (1,1,1)	0,36	-1,07	1,62	-1,98	0,05	25,04	86,23
ARIMA (1,1,0)	28,44	-7,63	10,74	8,94	0,02	5,69	52,47
ARIMA (0,1,1)	0,14	0,96	-7,27	-9,11	0,22	6,98	66,78
ARIMA (0,1,2)	0,48	-1,45	-0,43	-2,89	0,37	1,79	35,49
ARIMA (2,1,0)	0,00	21,63	-42,93	-46,85	0,02	4,60	76,80
ARIMA (2,1,2)	0,00	24,52	-42,72	-50,56	0,01	4,77	79,11

Και τα έξι μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARIMA (2,1,2) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα έξι μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (0,1,2).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ» (543578) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 15,75%.

150037: ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΡΟΤΟΡΑ

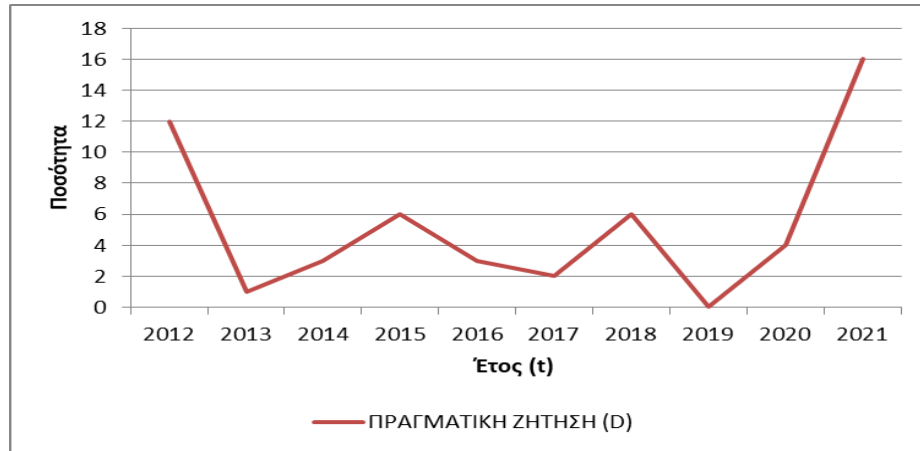
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



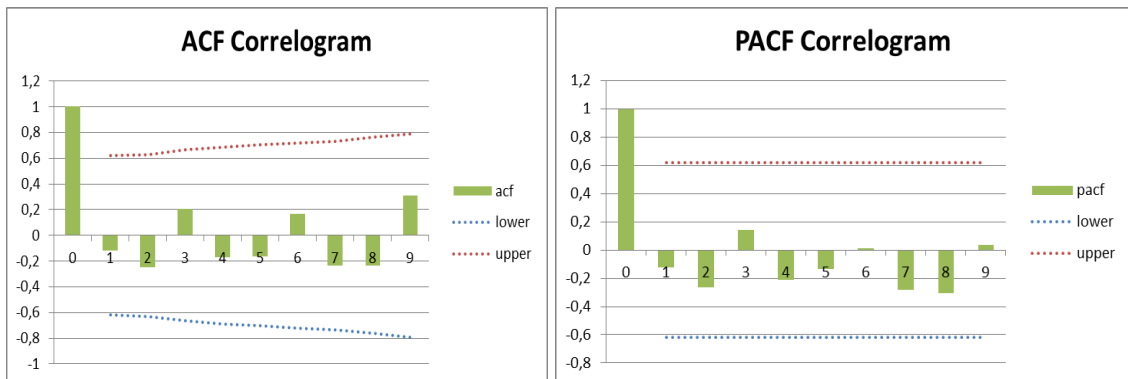
Γράφημα 36: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 150037

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 29,51%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 37: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 150037



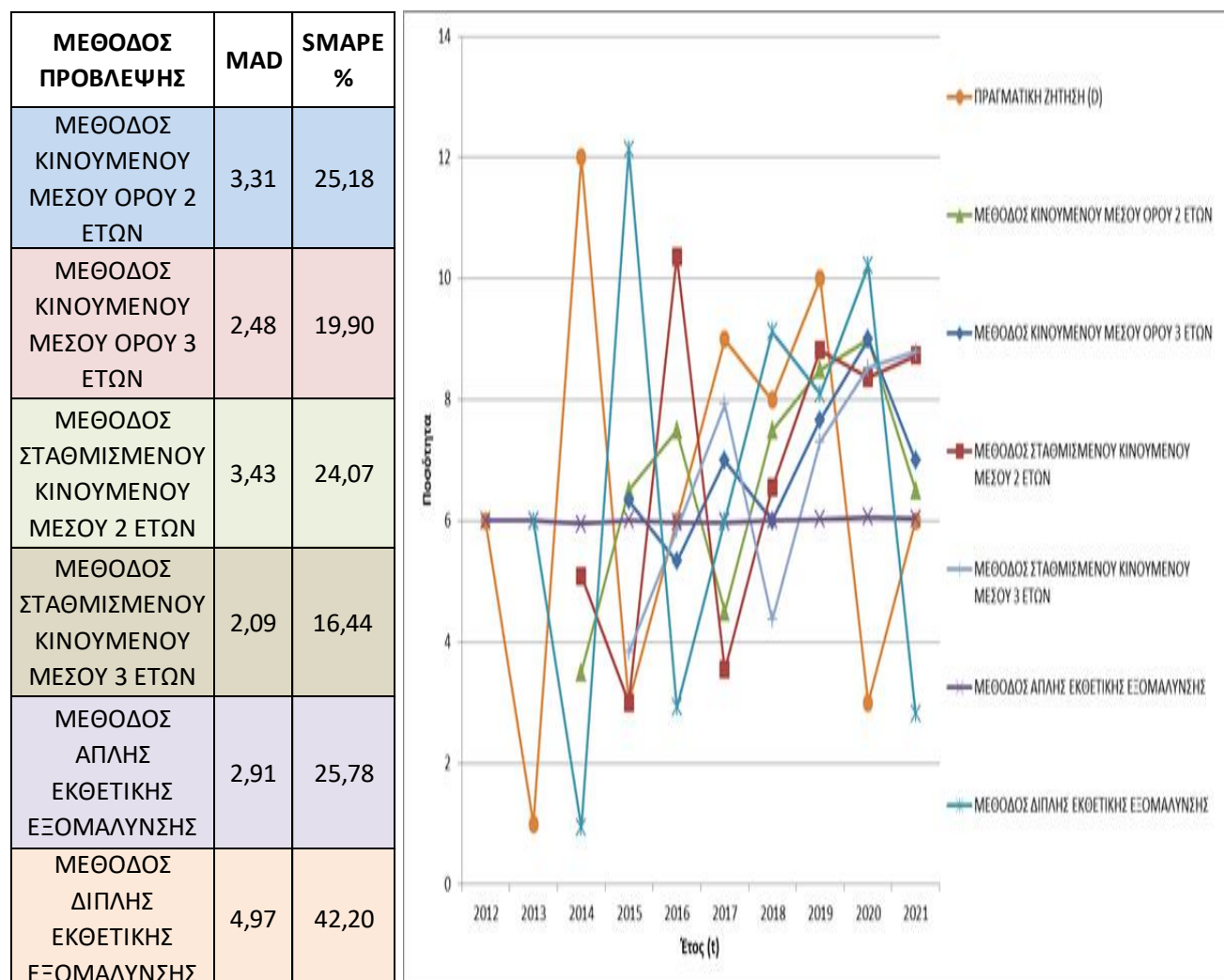
Γράφημα 38: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχει τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 2, 7 και 8 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Παράλληλα, φθίνουν γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 5,3 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 5,3 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

83578: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ

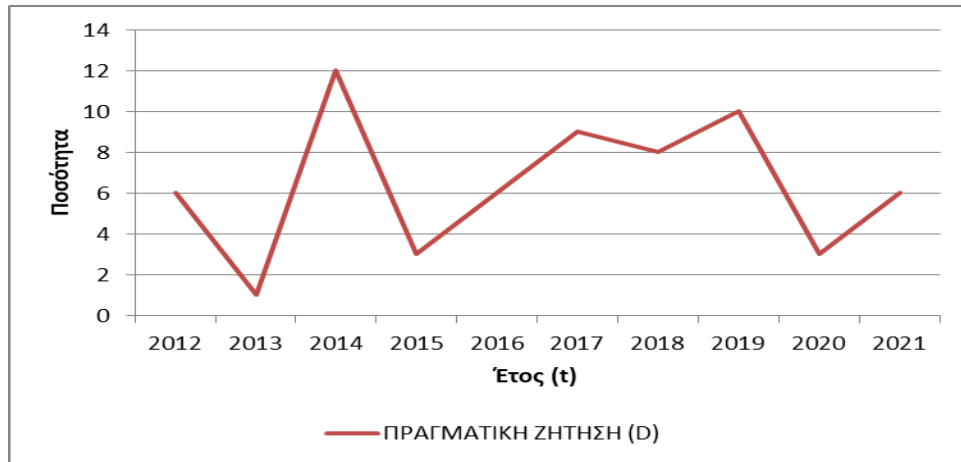
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



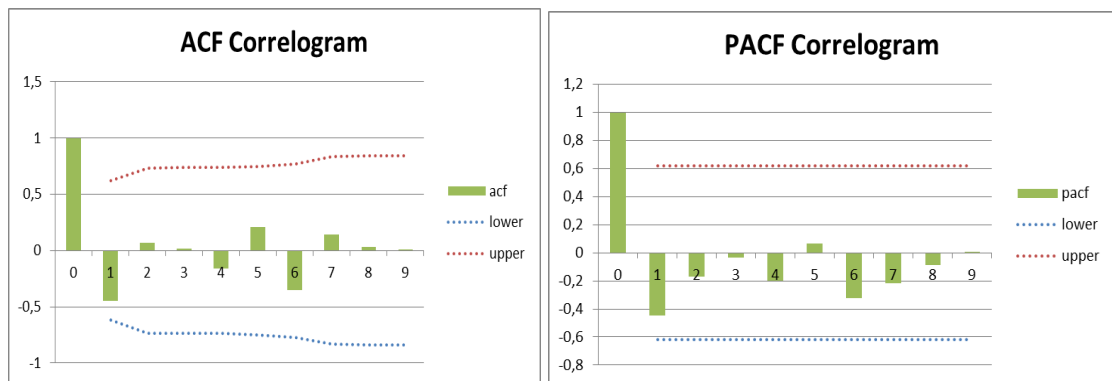
Γράφημα 39: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 83578

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 16,44%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

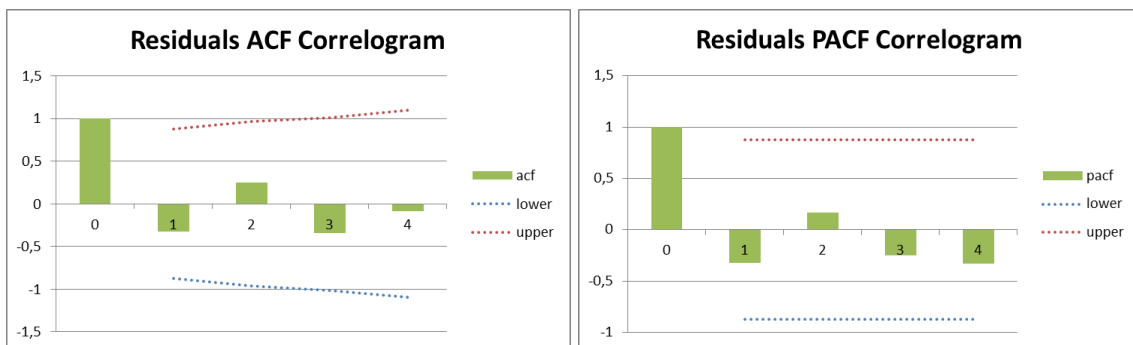


Γράφημα 40: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 83578

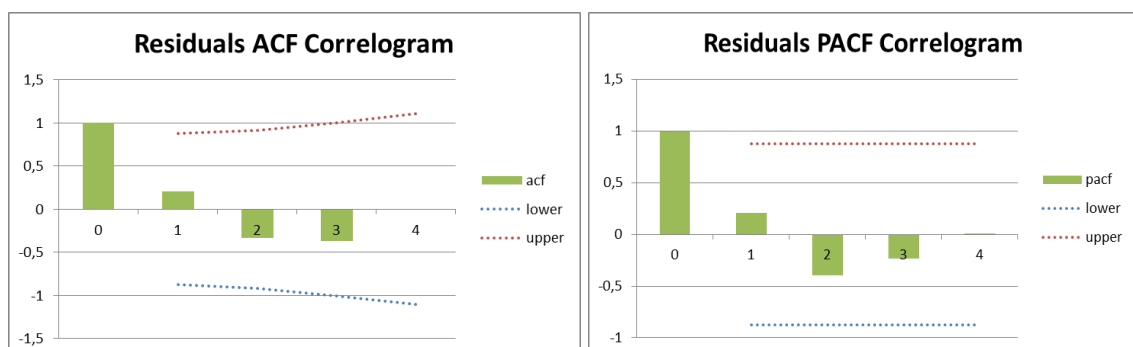


Γράφημα 41: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

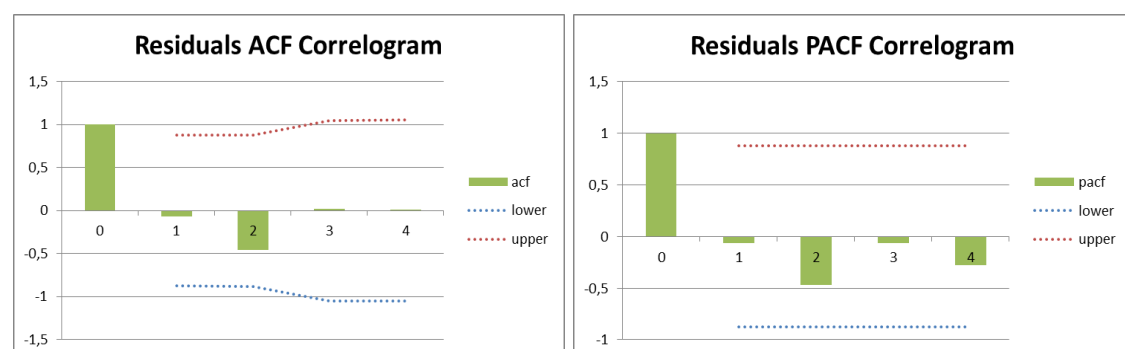
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο ενώ η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει πολύ γρήγορα, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box-Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p , q του μοντέλου ARMA (p, q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στο γράφημα ACF μετά την καθυστέρηση 1 οι αυτοσυσχετισμοί είναι 0, ενώ στο γράφημα PACF αυτό συμβαίνει μετά την καθυστέρηση 2. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε τα συνδυαστικά μοντέλα ARMA (1,1) και ARMA (2,1) αλλά και για AR (2) και MA (1), τα μοντέλα ARMA (2,0) και ARMA (0,1) αντίστοιχα.



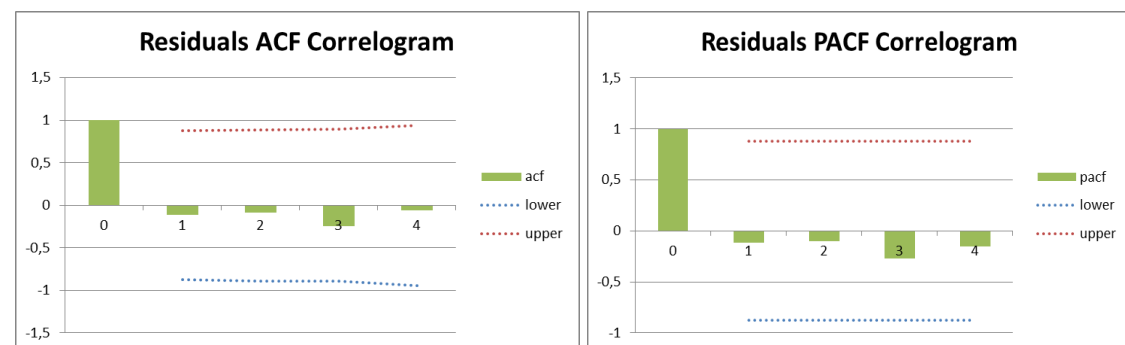
Γράφημα 42: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)



Γράφημα 43: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (2,1)



Γράφημα 44: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (2,0)



Γράφημα 45: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,1)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των τεσσάρων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές

κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά των σφαλμάτων έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 13: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 83578

ΜΟΝΤΕΛΟ ARMA (p,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (1,1)	0,28	-0,37	-2,61	-5,06	0,41	4,65	44,12
ARMA (2,1)	0,05	1,88	-2,27	-6,78	0,39	1,93	16,15
ARMA (2,0)	0,00	29,11	-60,73	-63,43	0,63	2,30	19,26
ARMA (0,1)	0,26	0,24	-8,67	-9,84	0,85	2,49	19,35

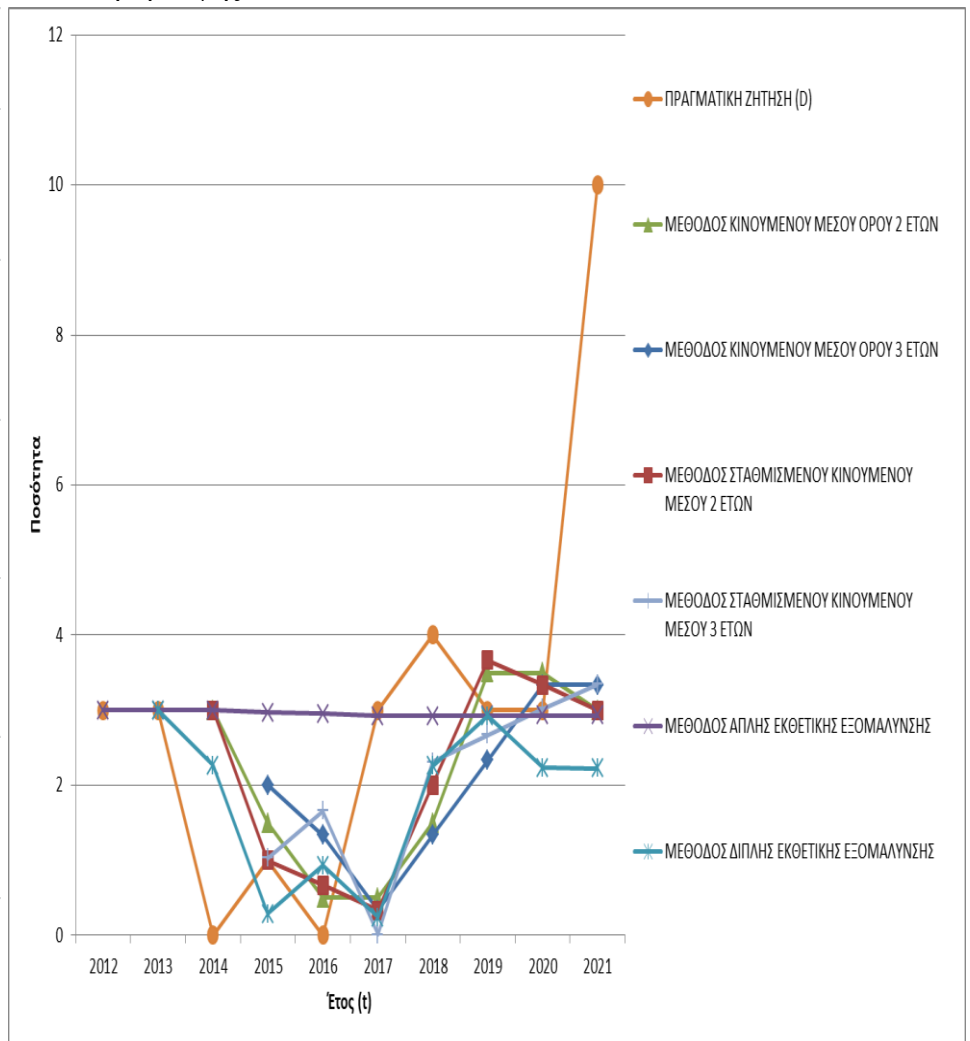
Και τα τέσσερα μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARMA (2,0) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα τέσσερα μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARMA (2,1) με δείκτη SMAPE στο 16,15%.

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ» (83578) φαίνεται να δίνονται από την στοχαστική μέθοδο και το μοντέλο ARMA (2,1) με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 16,15% έναντι του 16,44% που δίνει η μέθοδος του σταθμισμένου μέσου 3 ετών.

469023: ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ

• Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης

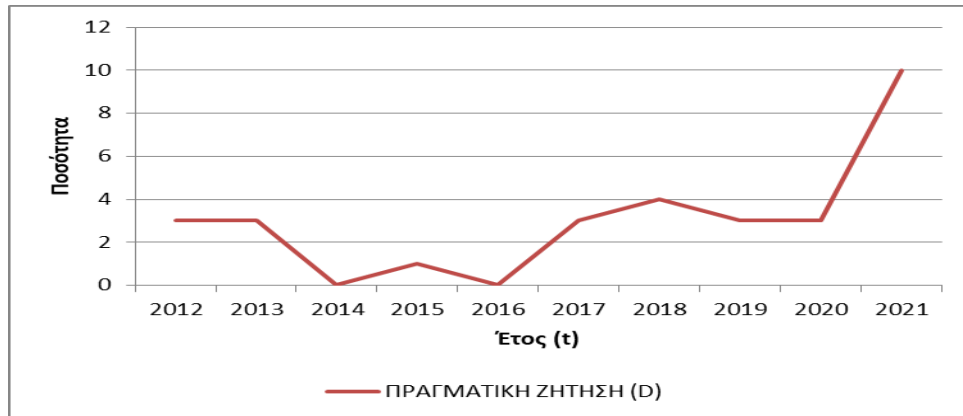
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	MAD	SMAPE %
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ	2,13	50,76
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ	2,19	47,30
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	2,04	47,81
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ	1,67	35,45
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	1,81	35,94
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	1,89	49,86



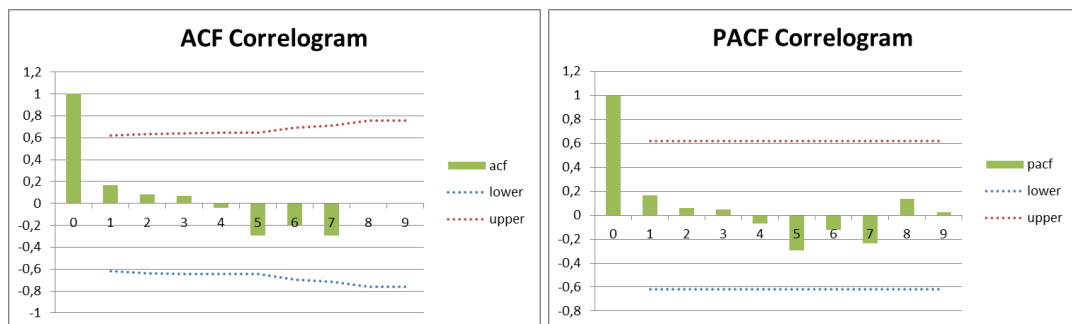
Γράφημα 46: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 469023

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 35,45%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 47: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 469023

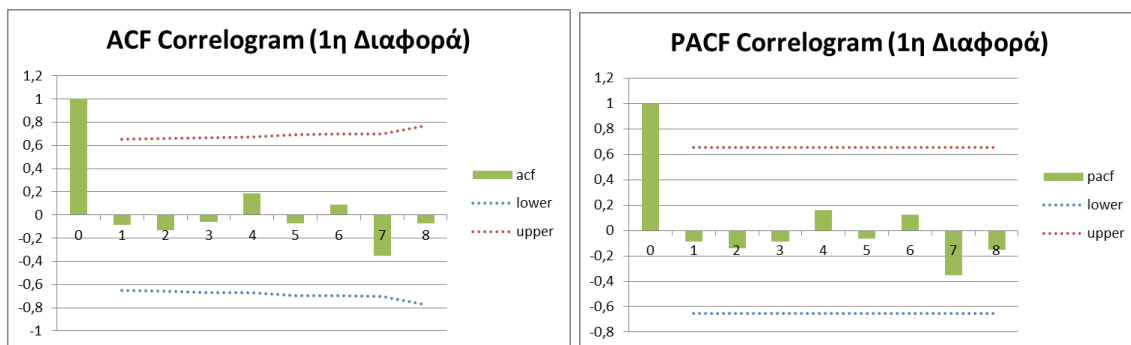


Γράφημα 48: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και θα καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF.



Γράφημα 49: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς

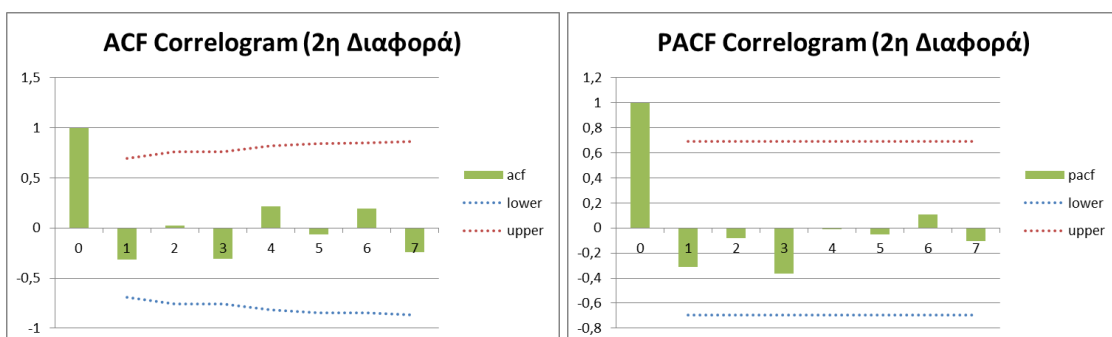


Γράφημα 50: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

Παρατηρούμε ότι για ακόμη μια φορά, η γραφική παράσταση των πρώτων διαφορών παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των δεύτερων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και θα καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF.



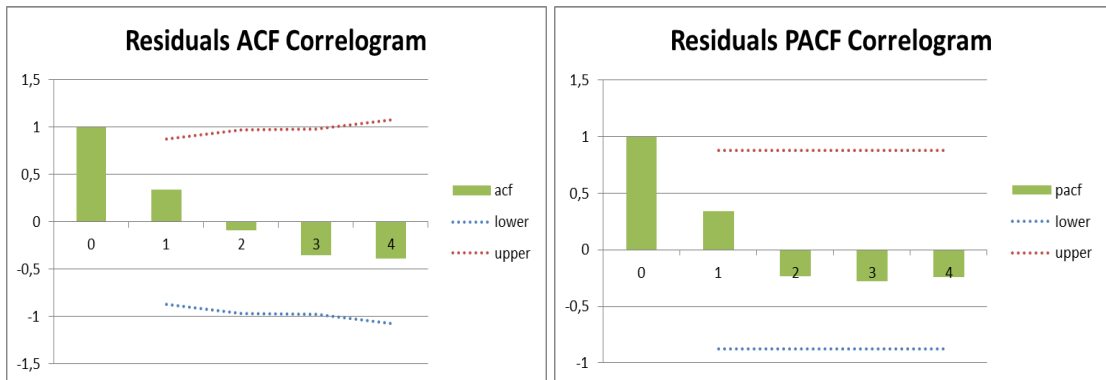
Γράφημα 51: Δεύτερες Διαφορές Χρονοσειράς



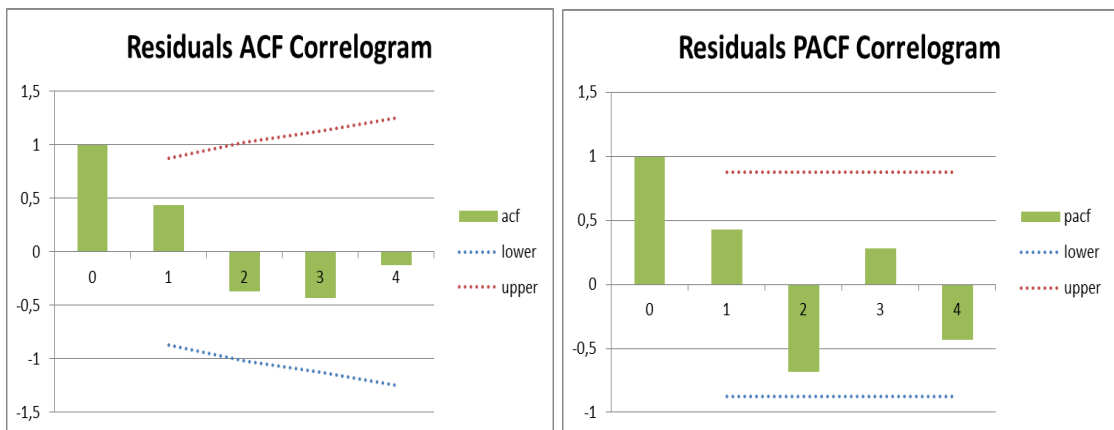
Γράφημα 52: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Δεύτερων Διαφορών

Αφού το διάγραμμα των δεύτερων διαφορών και τα γραφήματα αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης υποδηλώνουν στάσιμη χρονοσειρά, θα ακολουθήσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins. Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,2,q).

Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA ($p,2,q$) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στο γράφημα ACF μετά την καθυστέρηση 1 οι αυτοσυσχετισμοί είναι κοντά στο 0, ενώ ταυτόχρονα στο γράφημα PACF οι τιμές τείνουν να μηδενιστούν όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε για MA (1) ένα συνδυαστικό μοντέλο τα μοντέλα ARIMA (0,2,1). Αν θεωρήσουμε ότι η τιμή PACF για lag 2 είναι πολύ χαμηλή, τότε θα εφαρμόσουμε και ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (1,2,1).



Γράφημα 53: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,2,1)



Γράφημα 54: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,2,1)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των επιλεχθέντων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 14: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 469023

ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (0,2,1)	0,01	4,59	-11,69	-14,39	0,07	30,03	100,00
ARIMA (1,2,1)	0,00	22,88	-43,44	-48,67	0,13	3,02	26,62

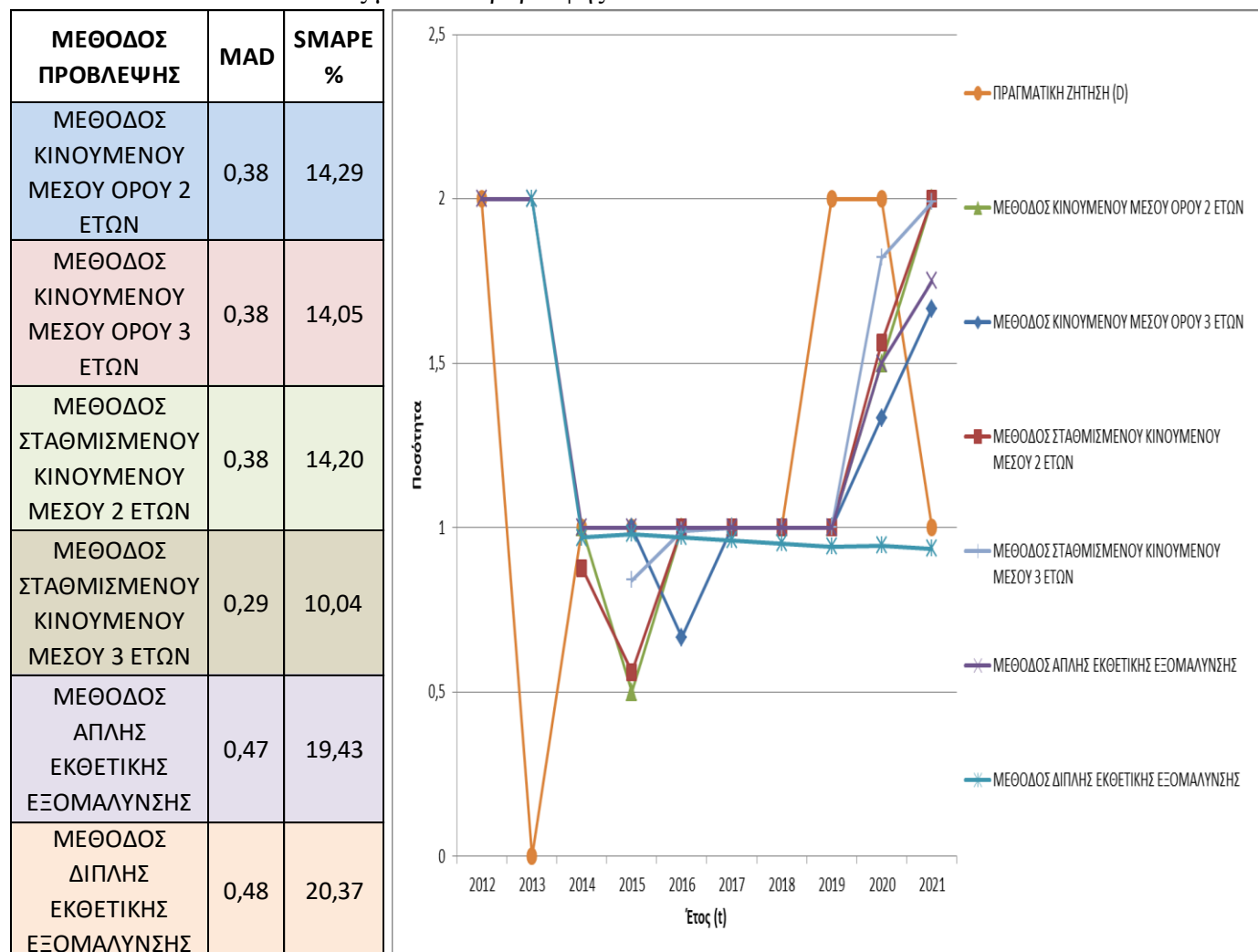
Και τα δύο μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARIMA (1,2,1) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα δύο μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (1,2,1).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ» (469023) φαίνεται να δίνονται από το ARIMA (1,2,1) με SMAPE 26,62% έναντι του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE στο 35,45%.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ «Β»

551471: ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ

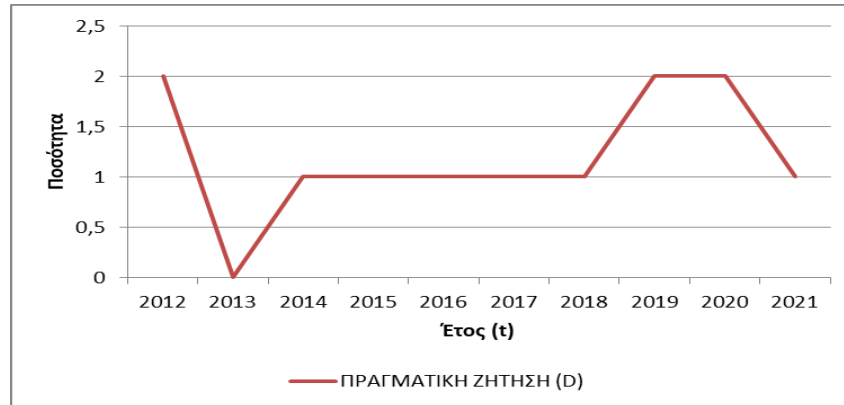
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



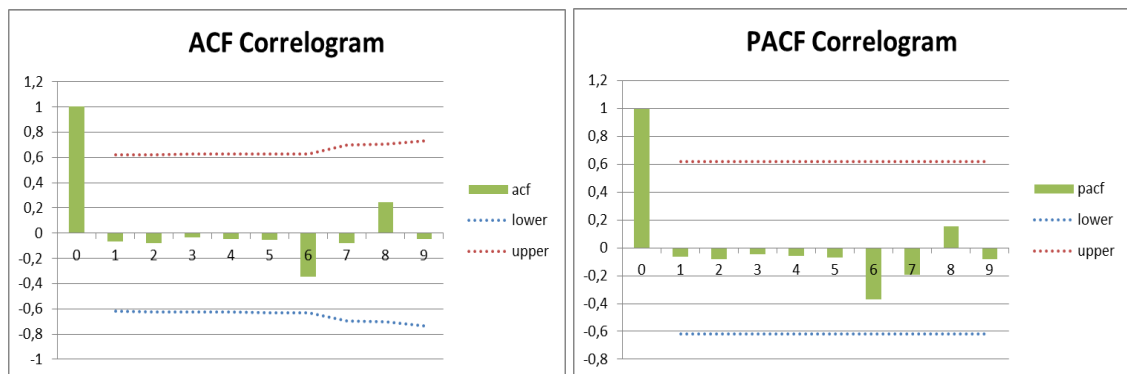
Γράφημα 55: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 551471

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 10,04%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 56: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 551471



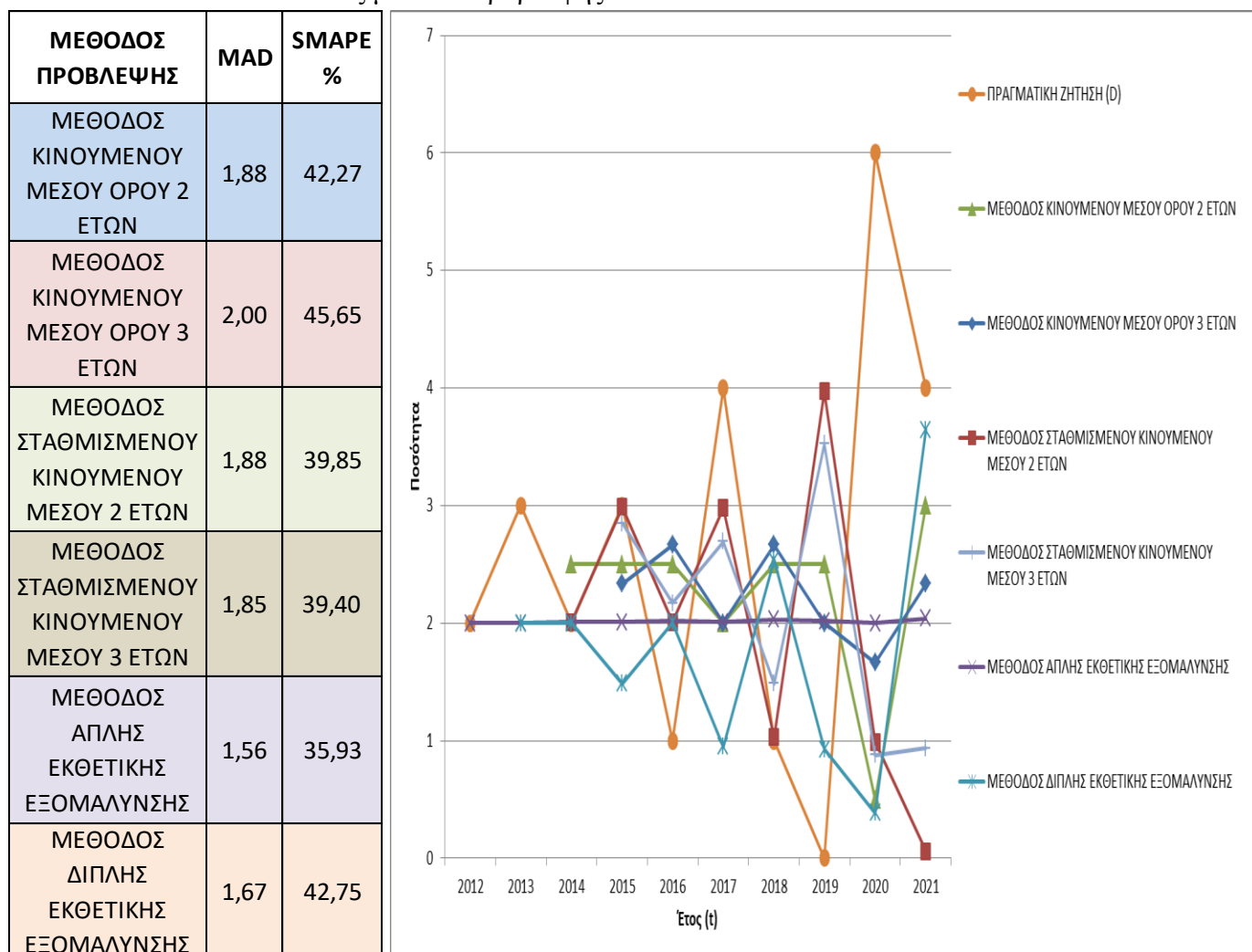
Γράφημα 57: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχει τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 6 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 1,2 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 1,2 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

346195: ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ

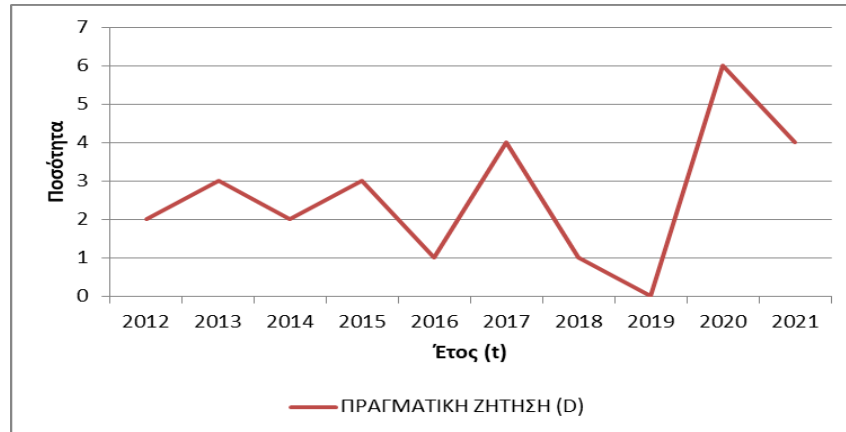
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



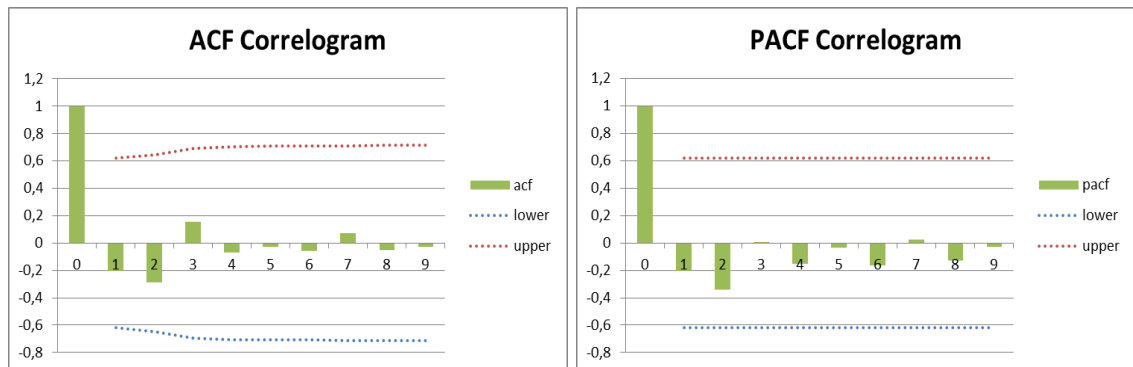
Γράφημα 58: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 346195

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 35,93%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 59: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 346195

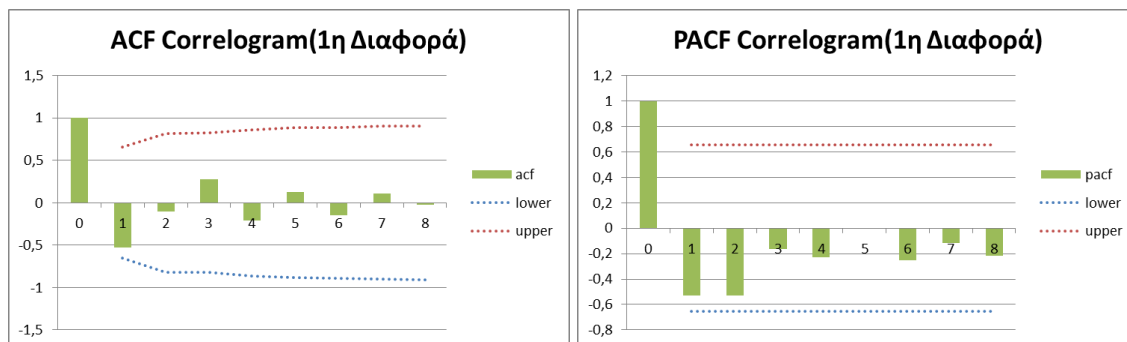


Γράφημα 60: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και αφού καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF θα εφαρμόσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins.

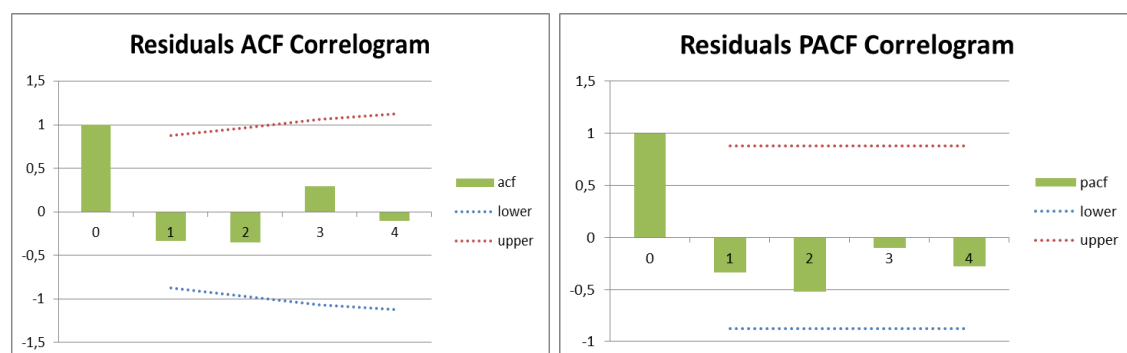


Γράφημα 61: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς



Γράφημα 62: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,1,q). Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA (p,1,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στο γράφημα μερικής αυτοσυσχέτισης οι τιμές φθίνουν αργά και τείνουν να μηδενιστούν όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση. Το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης διακόπτεται μετά την καθυστέρηση 1. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (0,1,1).



Γράφημα 63: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των επιλεχθέντων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 15: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 346195

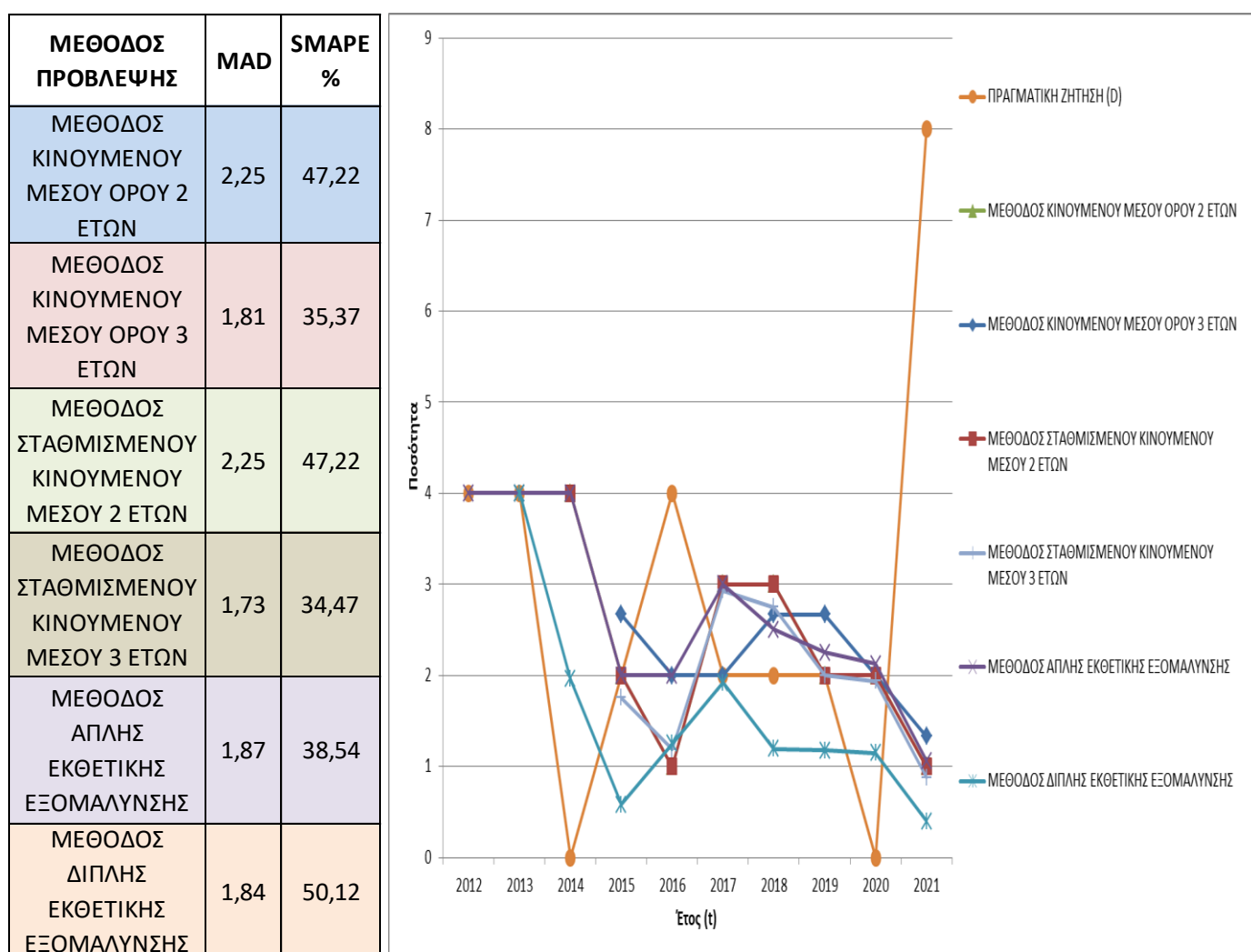
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (0,1,1)	0,02	5,24	-15,83	-17,67	0,36	2,19	41,76

Το μοντέλο είναι επαρκές λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box.

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ» (346195) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 35,93%.

82655: ΠΤΕΡΥΓΙΟ

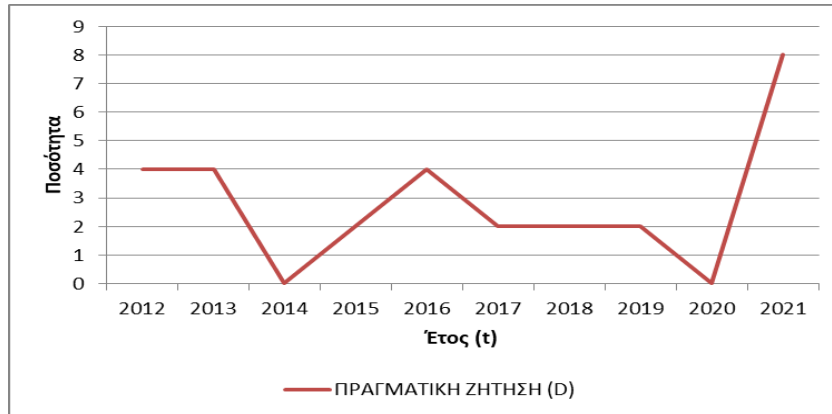
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



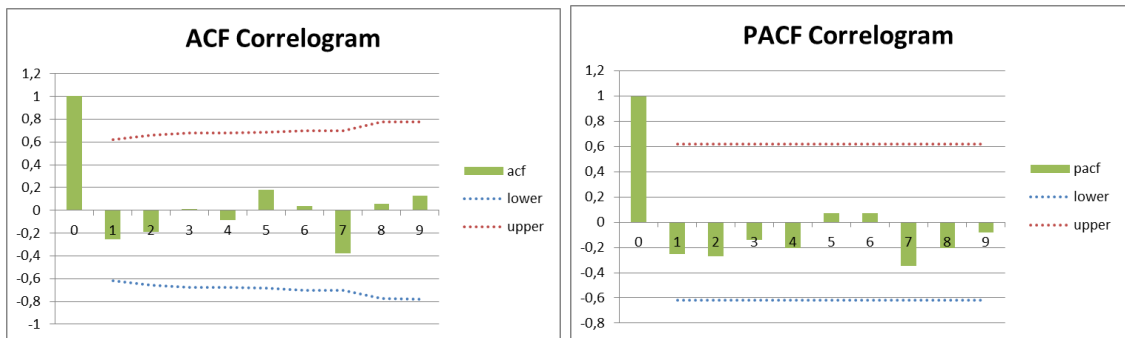
Γράφημα 64: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 82655

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,47%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

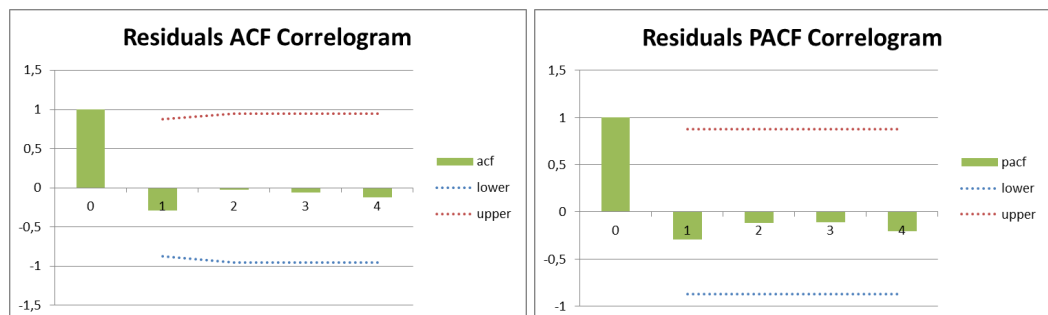


Γράφημα 65: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 82655



Γράφημα 66: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο ενώ η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει γρήγορα, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box- Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p , q του μοντέλου ARMA (p,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στο γράφημα ACF μετά την καθυστέρηση 2 οι αυτοσυσχετισμοί είναι 0, ενώ ταυτόχρονα στο γράφημα PACF οι τιμές φθίνουν εκθετικά προς το 0 όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARMA (0,2) για MA (2).



Γράφημα 67: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,2)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των τριών μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Παρά την επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου και προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερο πλήθος μοντέλων προς αξιολόγηση, διενεργήθηκαν δοκιμές και για τα παρακάτω μοντέλα με τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Πίνακας 16: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 82655

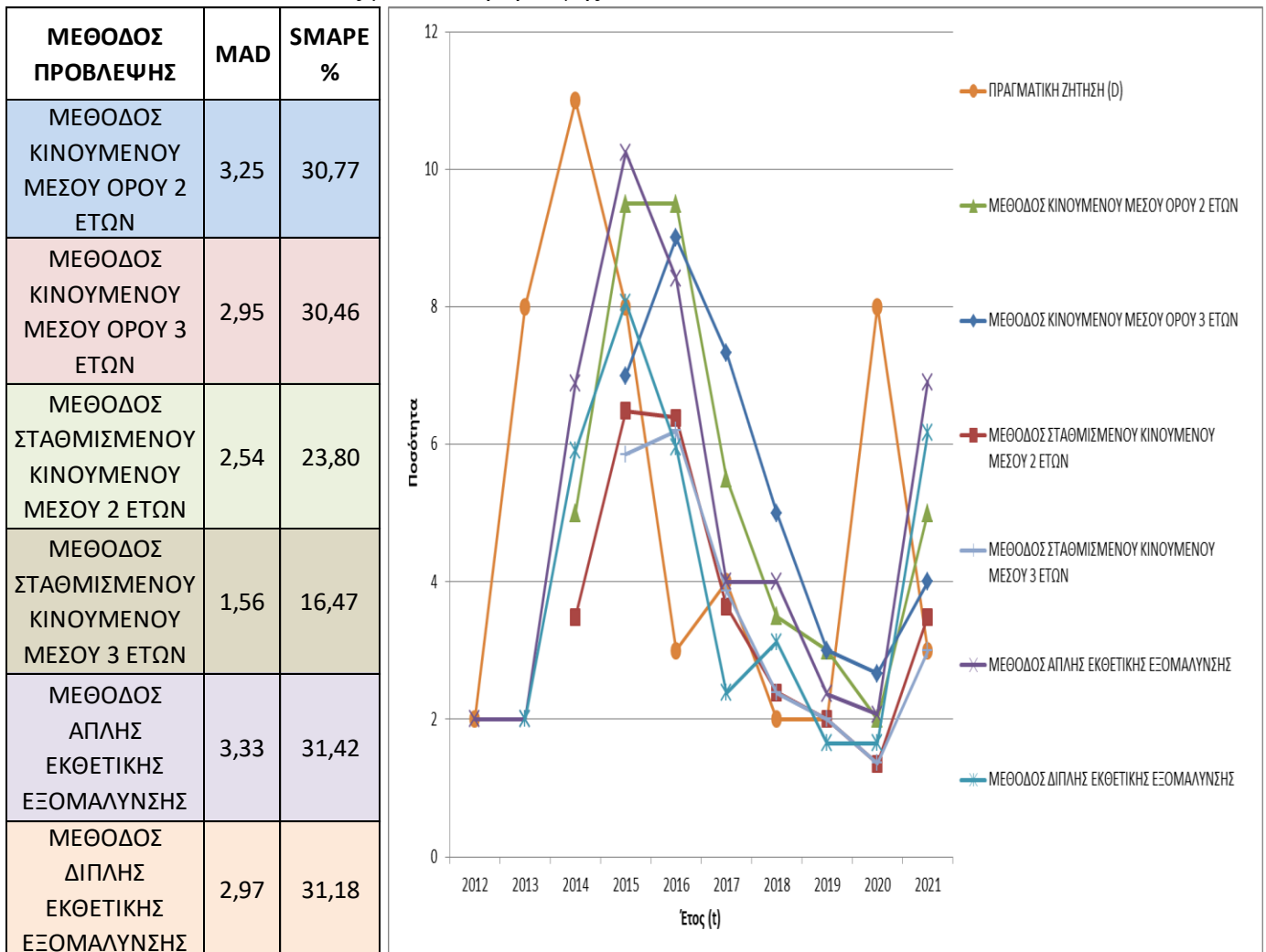
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (0,2)	0,09	2,97	-12,14	-13,70	0,85	2,84	47,15
ARIMA (0,1,2)	0,04	3,59	-10,54	-13,00	0,79	2,07	40,63
ARMA (1,1)	0,04	3,53	-10,41	-12,87	0,82	2,71	46,54

Και τα τρία μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, δεν προκύπτει ξεκάθαρα ποιο είναι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA, καθώς με το ARIMA (0,1,2) παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC δεν είναι τα μικρότερα. Τα μικρότερα κριτήρια AIC, BIC δίνονται από το ARMA (0,2), το οποίο φαίνεται λογικό καθώς είναι το πιο απλό μοντέλο με τους μικρότερους δείκτες p,d,q. Με βάση τα τρία μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (0,1,2) με δείκτη SMAPE 40,63%.

Σε κάθε περίπτωση, συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΠΤΕΡΥΓΙΟ» (82655) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,47%.

555124: ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

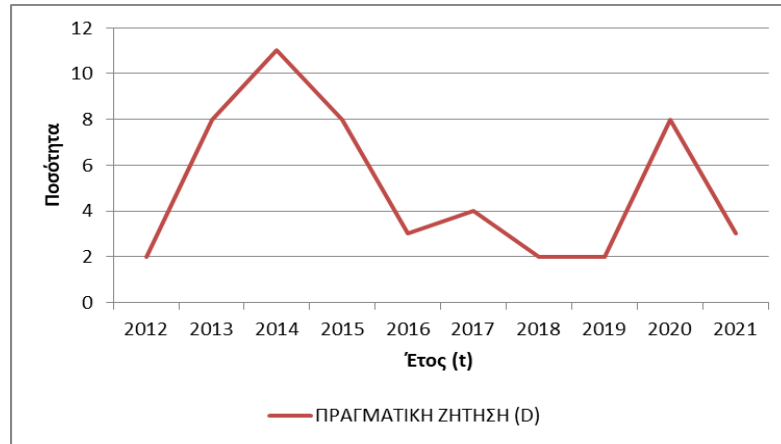
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



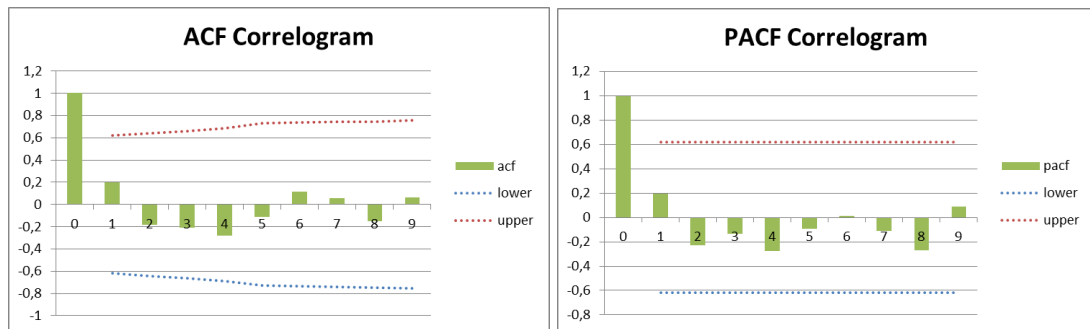
Γράφημα 68: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 555124

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 16,47%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

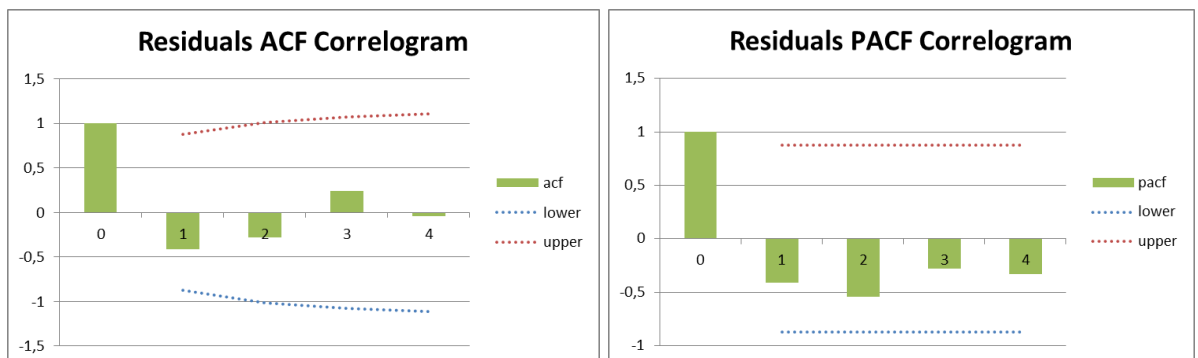


Γράφημα 69: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 555124



Γράφημα 70: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

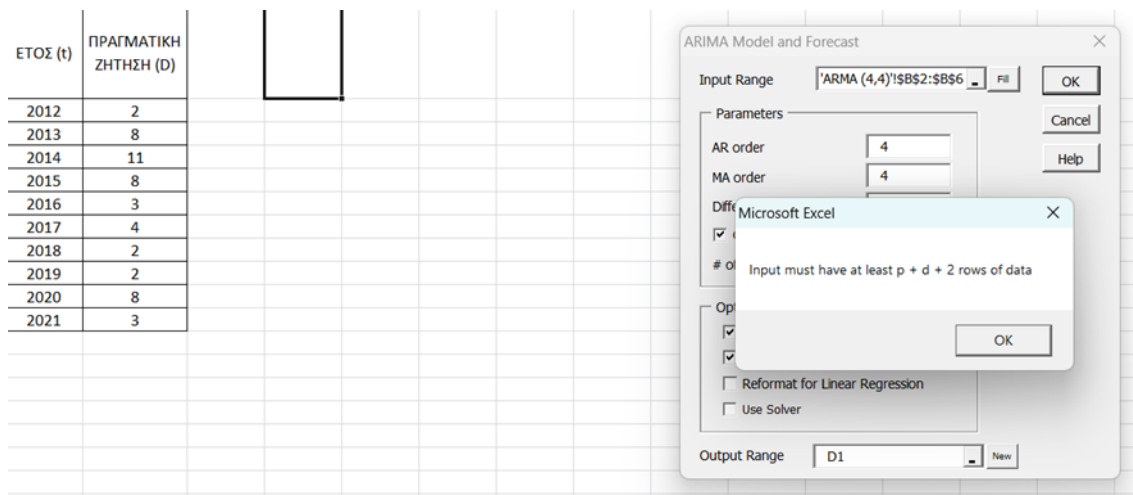
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο ανταποκρίνονται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box- Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p, q του μοντέλου ARMA (p, q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στα δύο γραφήματα, οι τιμές φθίνουν εκθετικά και μετά την καθυστέρηση 4 οι αυτοσυσχετισμοί είναι σχεδόν μηδενικοί. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARMA (1,1) και ARMA (4,4).



Γράφημα 71: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων του μοντέλου ARMA (1,1) έχουν τιμές κοντά στο 0. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Για το μοντέλο ARMA (4,4), εμφανίστηκε το παρακάτω μήνυμα.



Εικόνα 8: Μήνυμα του εργαλείου Real Statistics Data Analysis για μοντέλο ARMA (4,4)

Επομένως, διαπιστώνεται ότι απαιτείται μεγαλύτερο πλήθος δεδομένων χρονοσειράς για εφαρμογή του μοντέλου ARMA (4,4).

Από την εφαρμογή του ARMA (1,1), προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 17: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 555124

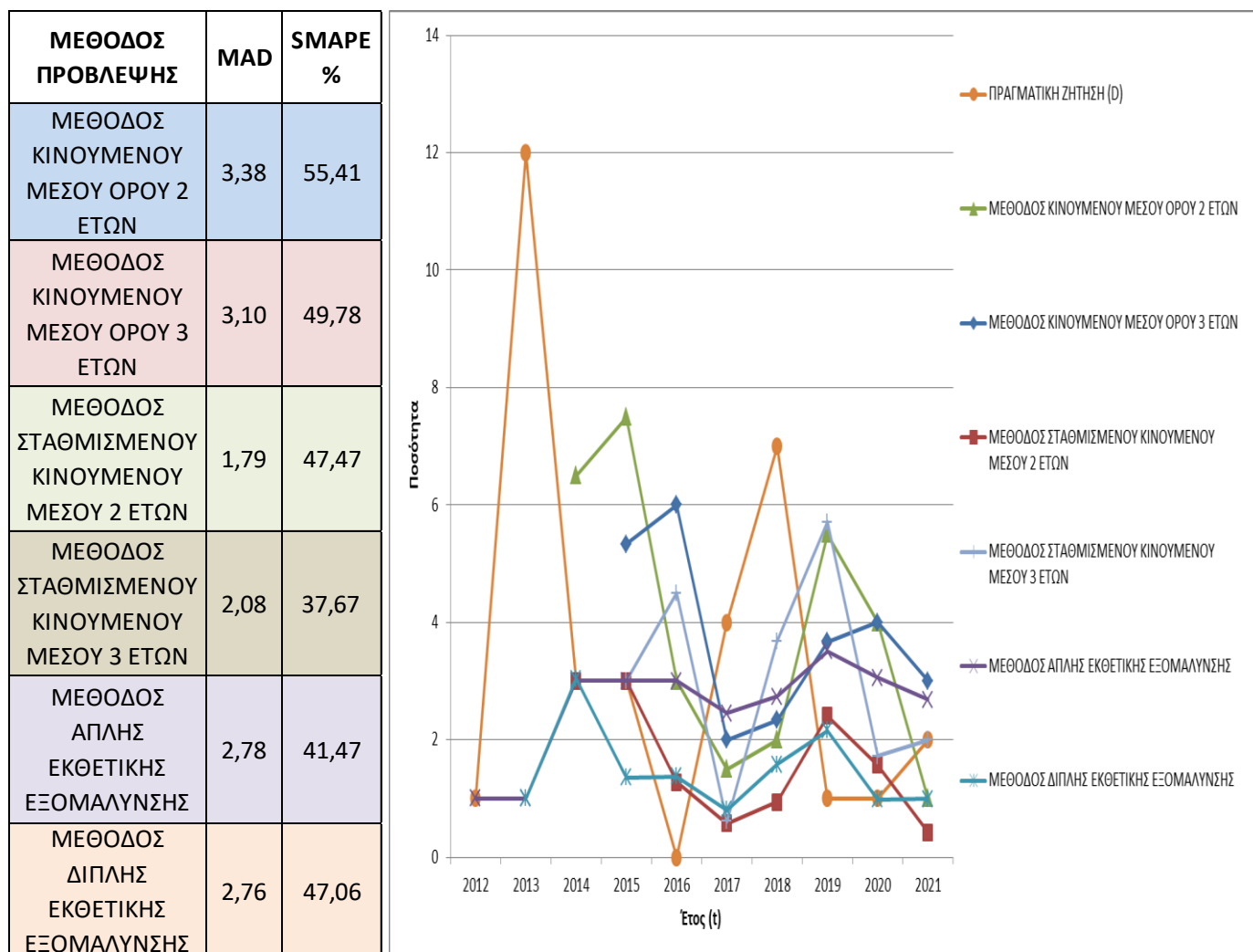
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (1,1)	0,07	2,48	-8,30	-10,76	0,48	5,33	44,74

Το μοντέλο είναι επαρκές λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Με βάση το μοντέλο προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι με το μοντέλο ARMA (1,1) δίνονται προβλέψεις με δείκτη SMAPE 44,74%.

Σε κάθε περίπτωση, συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ» (555124) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 16,47%.

543258: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ (ΠΛΗΡΗΣ)

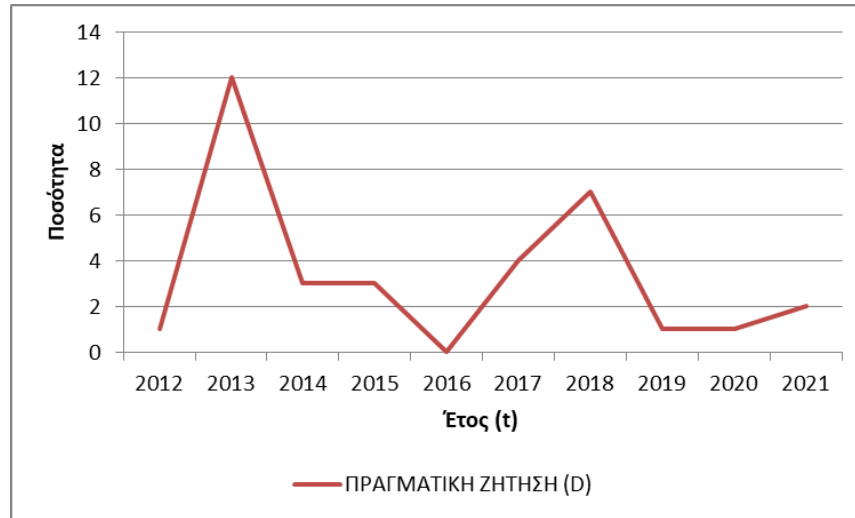
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



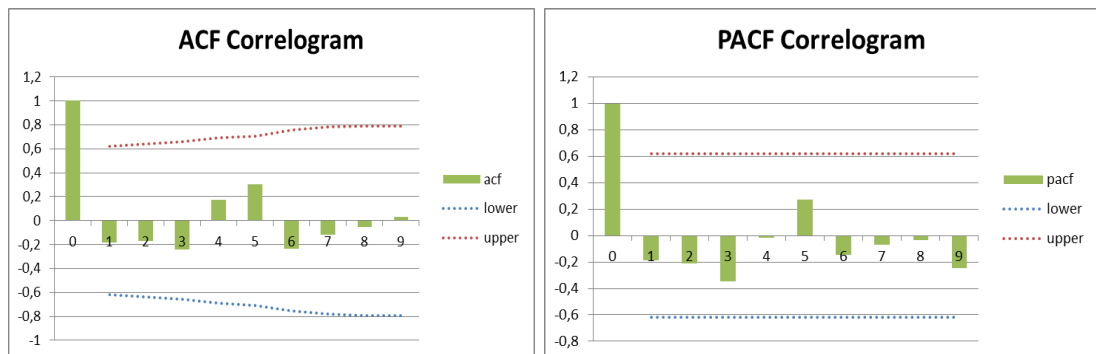
Γράφημα 72: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 543258

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 37,67%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 73: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 543258



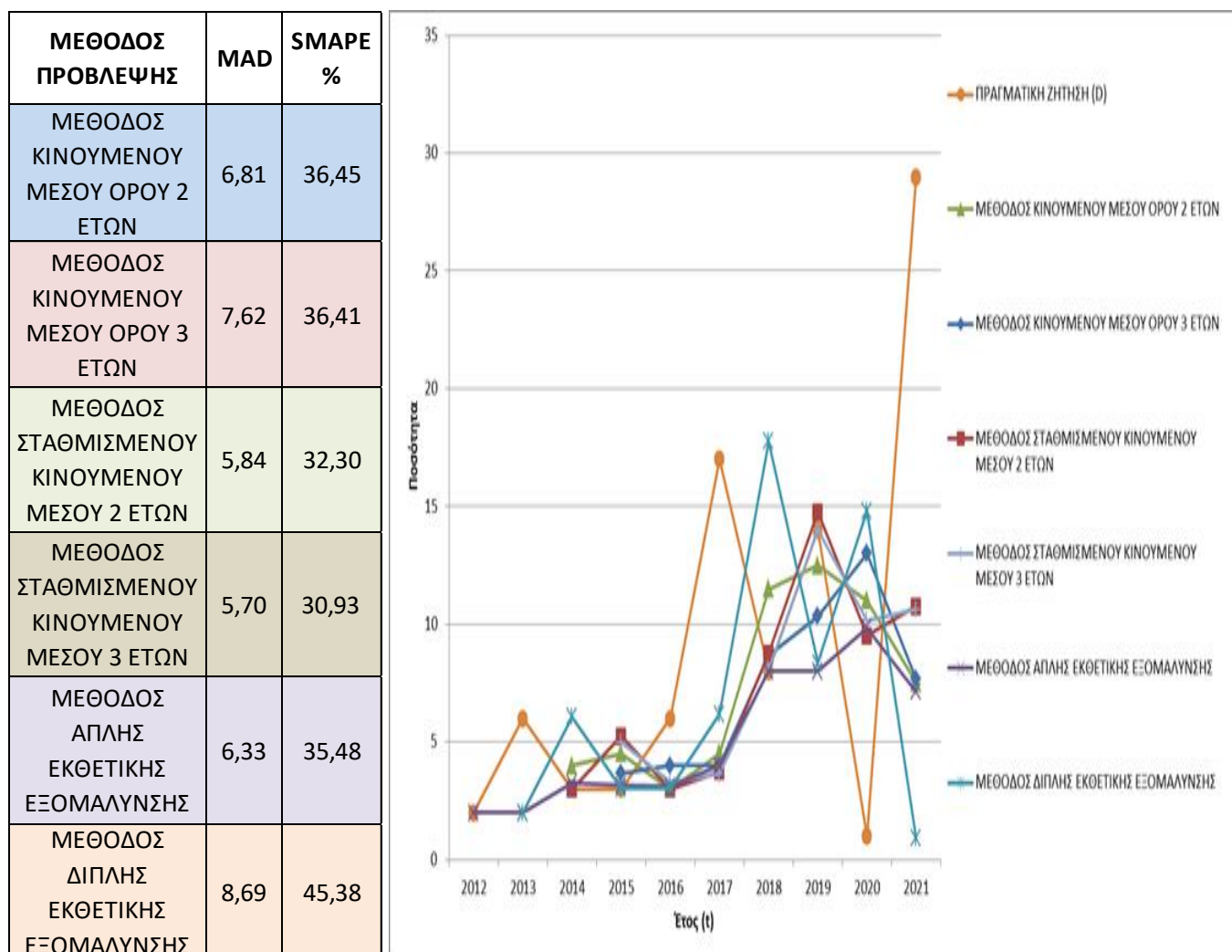
Γράφημα 74: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχει τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 3 και 5 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 3,4 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 3,4 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

423373: ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ

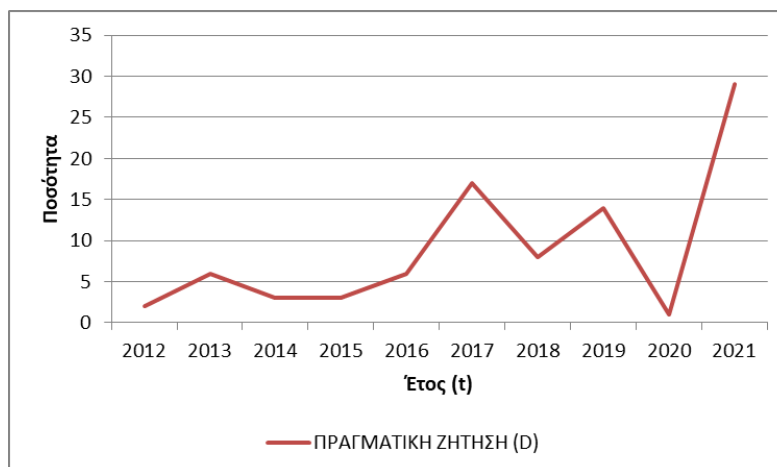
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



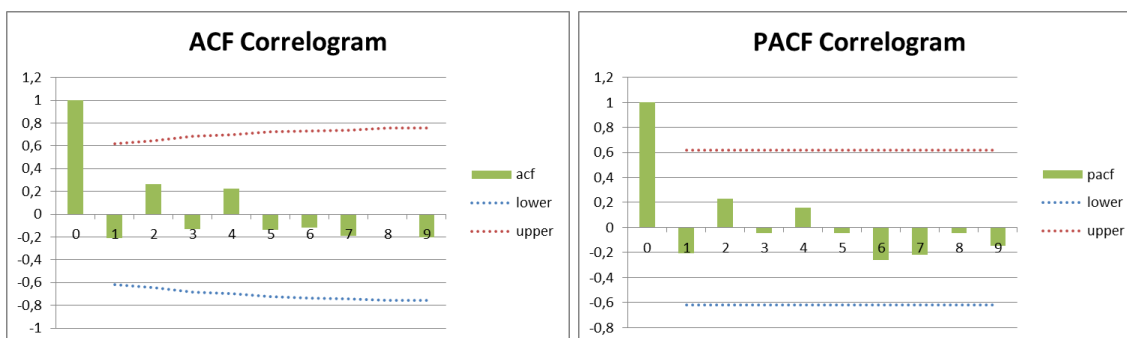
Γράφημα 75: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 423373

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 30,93%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 76: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 423373

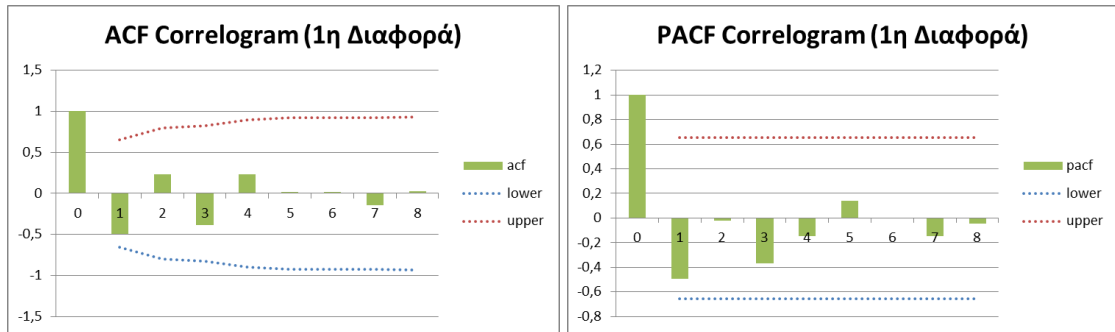


Γράφημα 77: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και αφού καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF θα εφαρμόσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins.

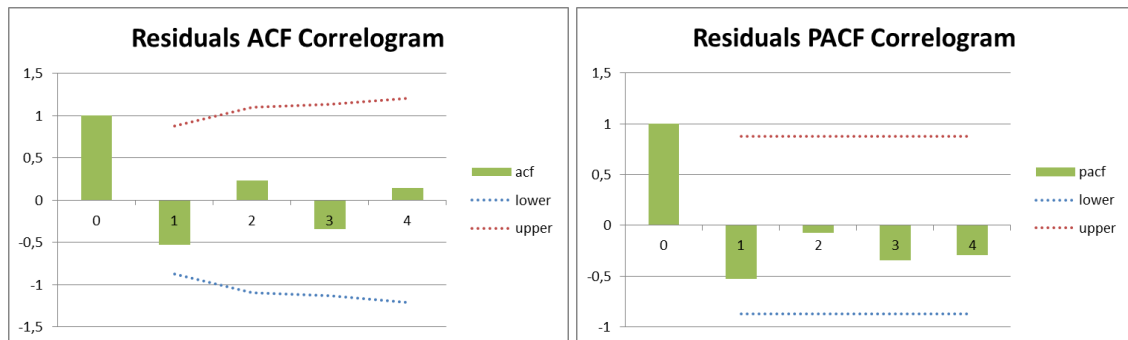


Γράφημα 78: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς

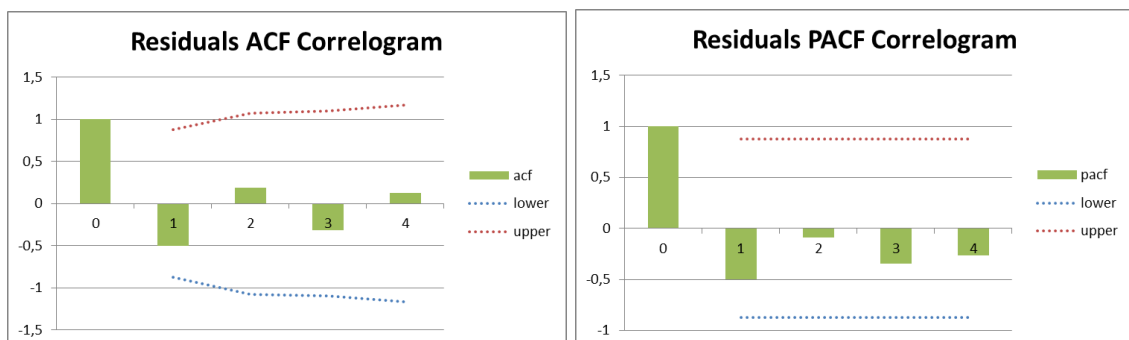


Γράφημα 79: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,1,q). Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA (p,1,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Το γράφημα ACF φθίνει εκθετικά, ενώ το γράφημα PACF μετά την καθυστέρηση 1 μηδενίζεται. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (1,1,1) αλλά και για AR (1) το μοντέλο ARIMA (1,1,0).



Γράφημα 80: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)



Γράφημα 81: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων έχουν μορφή τέτοια που η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 18: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 423373

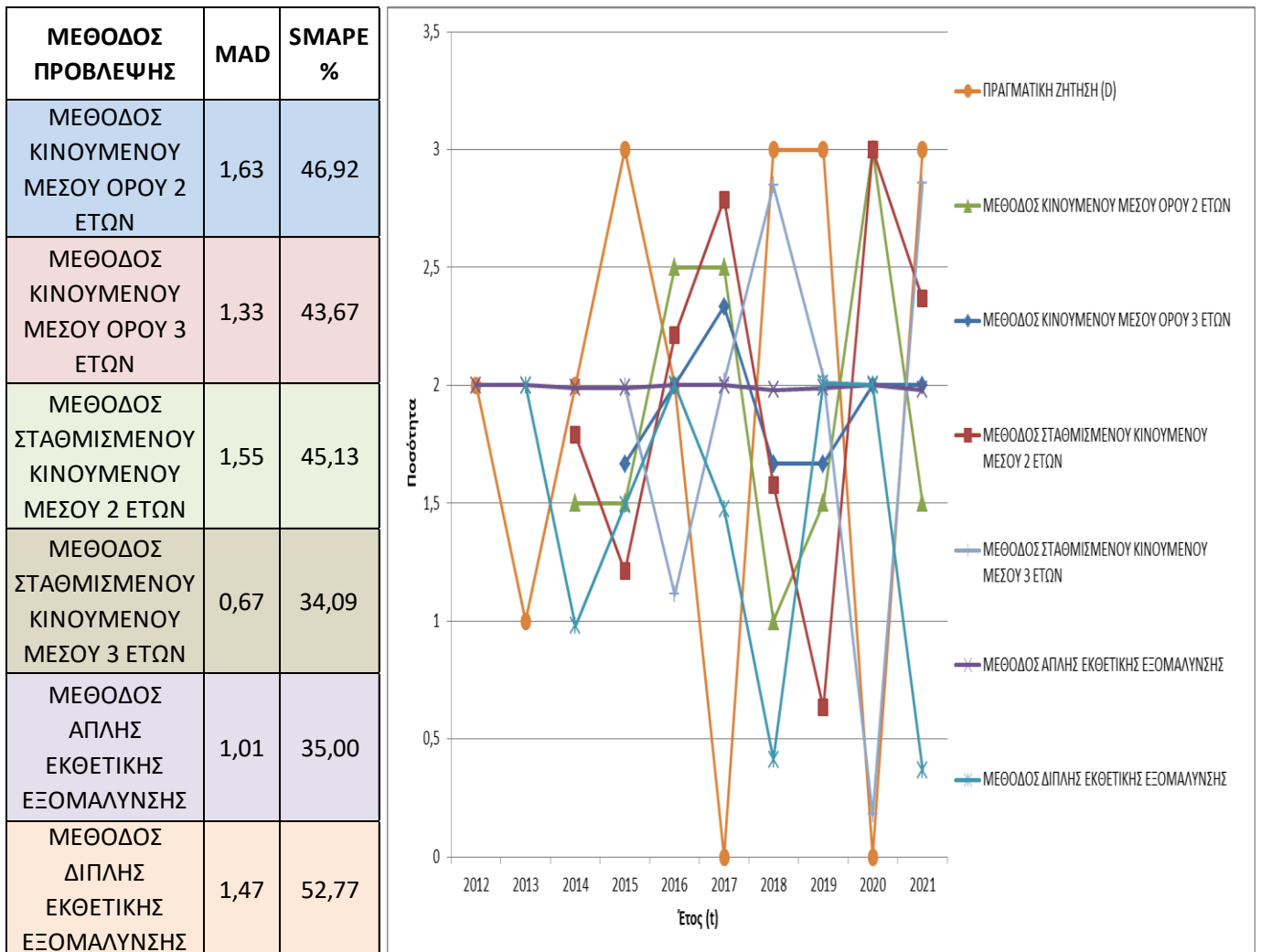
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (1,1,1)	0,06	1,57	-3,66	-7,26	0,21	10,93	55,45
ARIMA (1,1,0)	12,16	-6,36	8,20	6,40	0,30	10,30	51,54

Και τα δύο μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARIMA (1,1,1) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα δύο μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (1,1,0).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ» (423373) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 30,93%.

519284: ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ

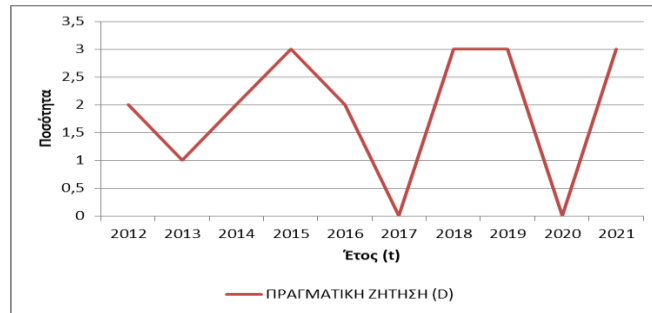
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



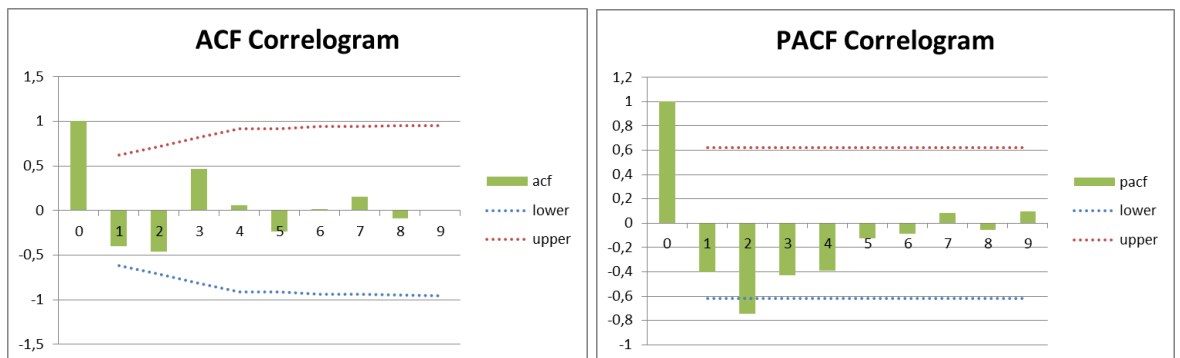
Γράφημα 82: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 519284

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,09%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

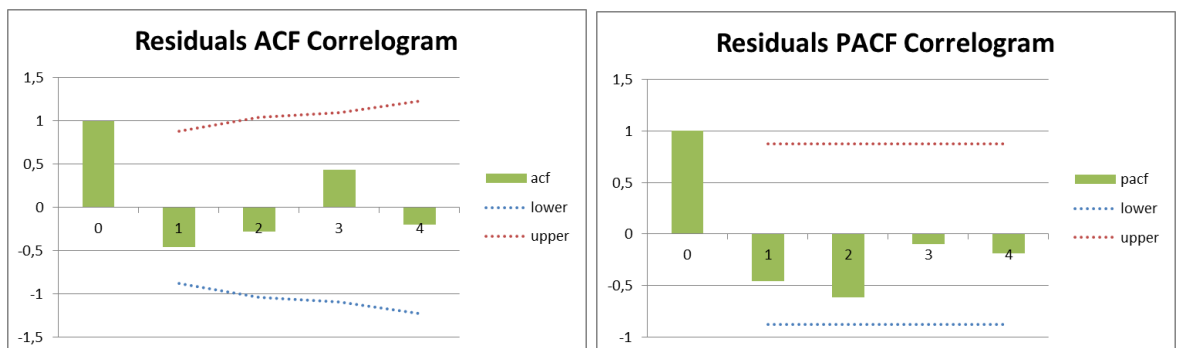


Γράφημα 83: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 519284

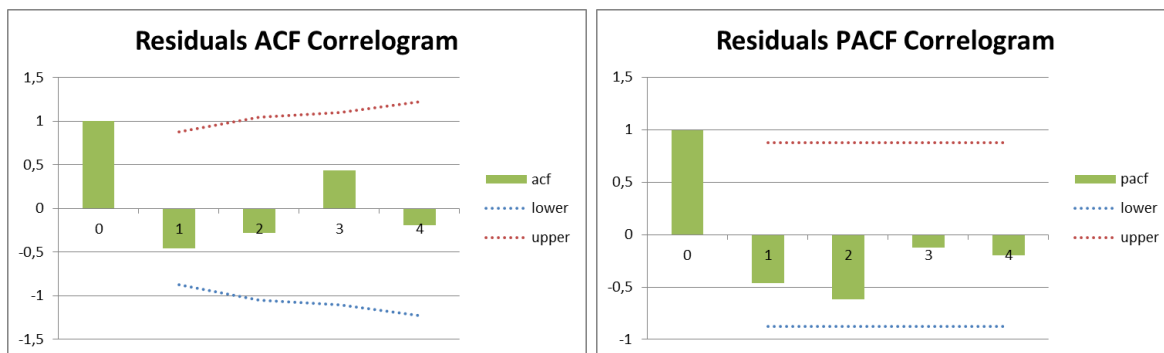


Γράφημα 84: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

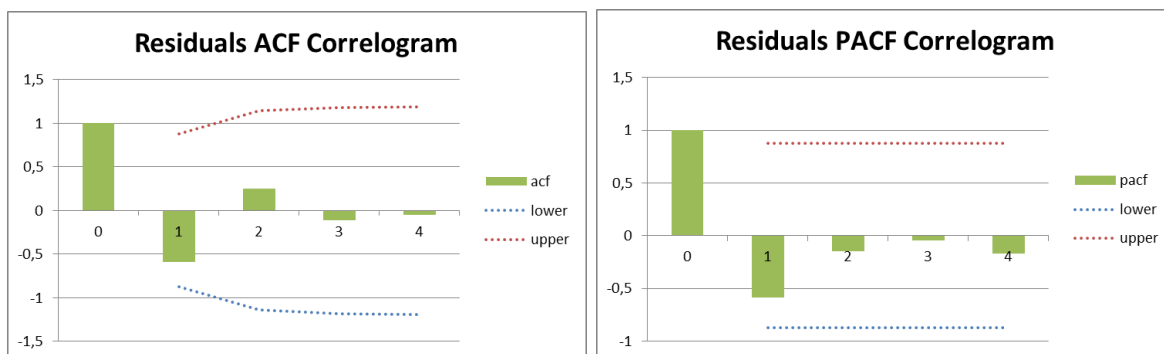
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο και η γραφική παράσταση αυτοσυσχέτισης φθίνει γρήγορα, ανταποκρίνονται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box- Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p , q του μοντέλου ARMA (p,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Στο γράφημα PACF οι τιμές φθίνουν εκθετικά και στο γράφημα ACF ενώ φθίνουν εκθετικά αρχικά, μετά την καθυστέρηση 3 οι αυτοσυσχετισμοί είναι σχεδόν μηδενικοί. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARMA (1,1) και για MA (3) τα μοντέλα ARMA (0,3) και ARMA (1,3).



Γράφημα 85: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)



Γράφημα 86: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,3)



Γράφημα 87: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,3)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των μοντέλων ARMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Από την εφαρμογή των μοντέλων, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 19: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 519284

ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (1,1)	0,01	7,38	-18,12	-20,58	0,11	1,52	60,93
ARMA (0,3)	0,01	8,74	-21,67	-23,62	0,12	1,45	53,99
ARMA (1,3)	0,06	2,61	-4,57	-8,25	0,40	10,69	86,33

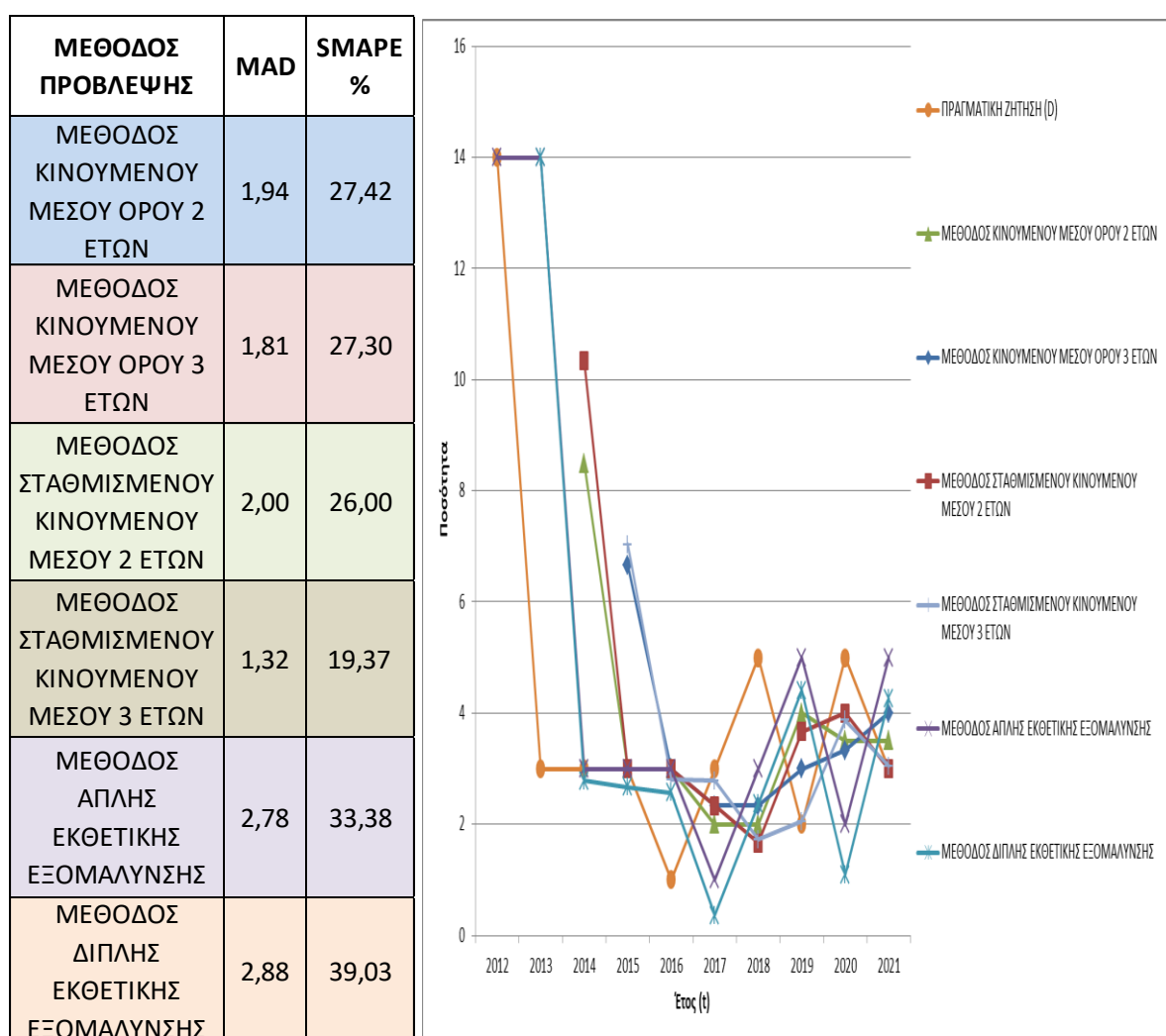
Το μοντέλο είναι επαρκές λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box-Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARMA (0,3) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα

κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα δύο μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARMA (0,3).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ» (519284) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 34,09%.

81170: ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (ΠΛΗΡΗΣ)

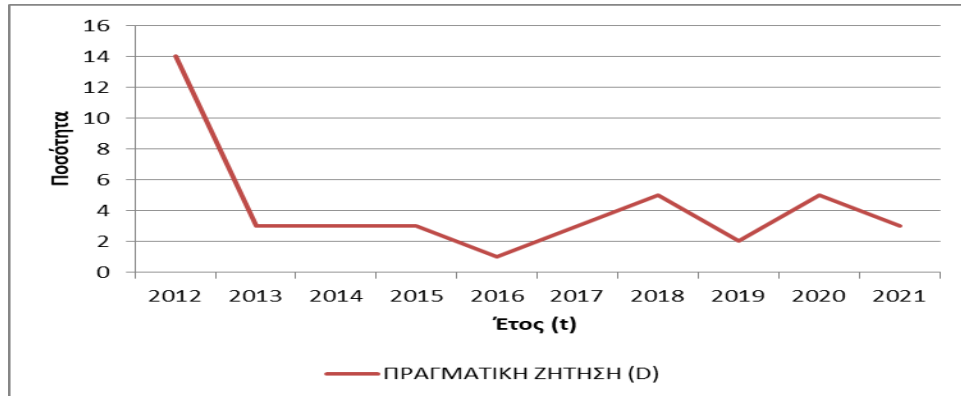
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



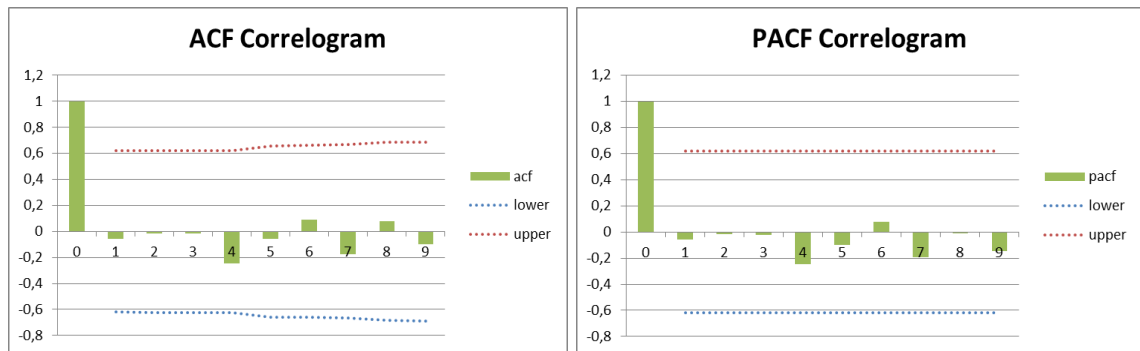
Γράφημα 88: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 81170

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 19,37%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 89: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 81170



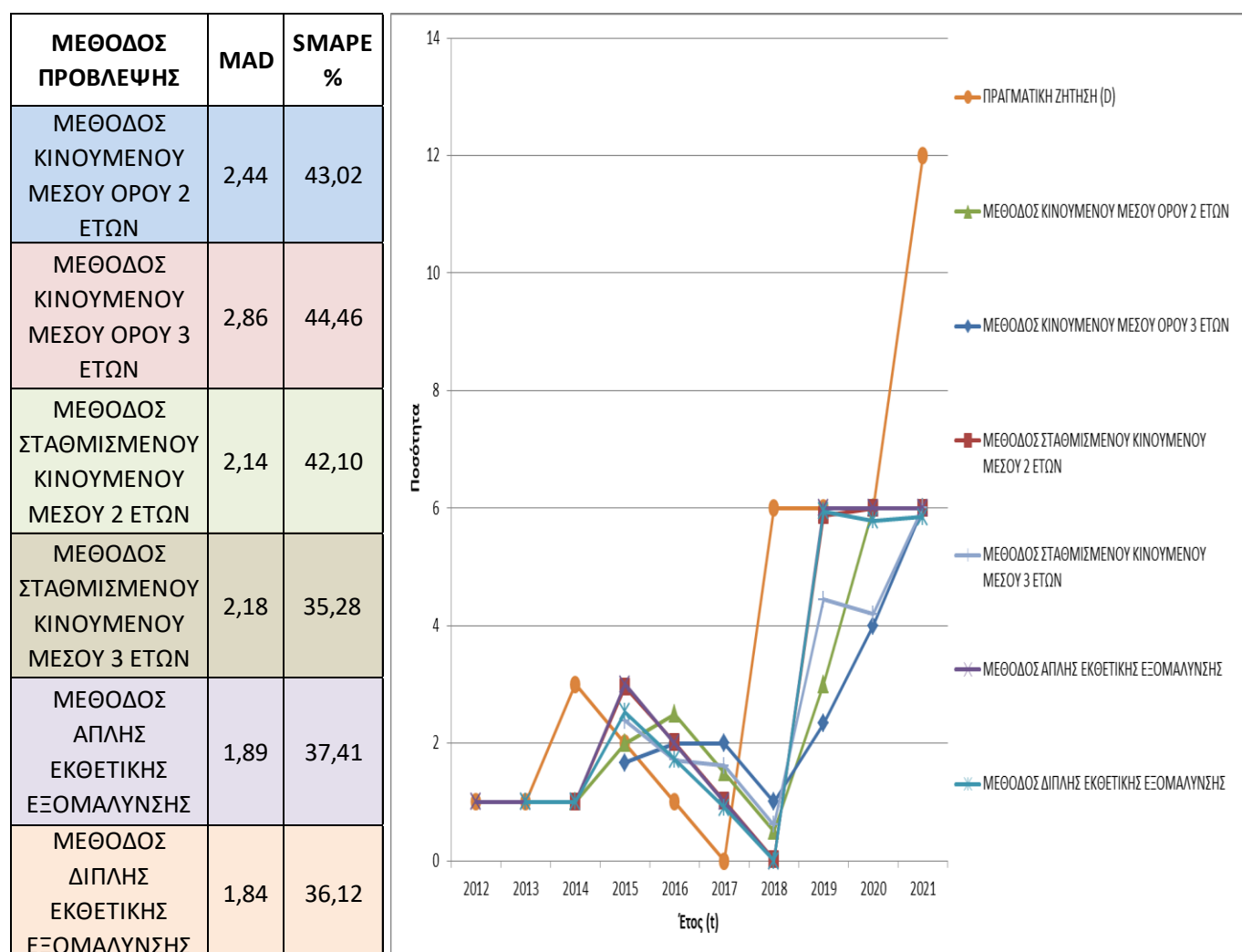
Γράφημα 90: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχει τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 4 και 7 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 4,2 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 4,2 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

589102: ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ

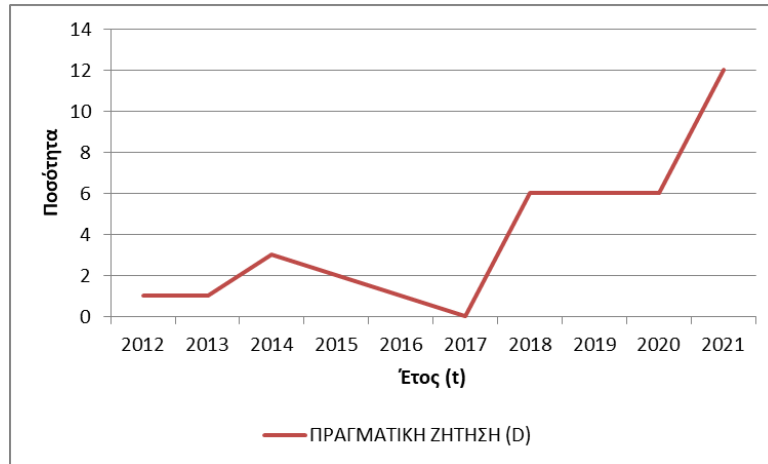
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



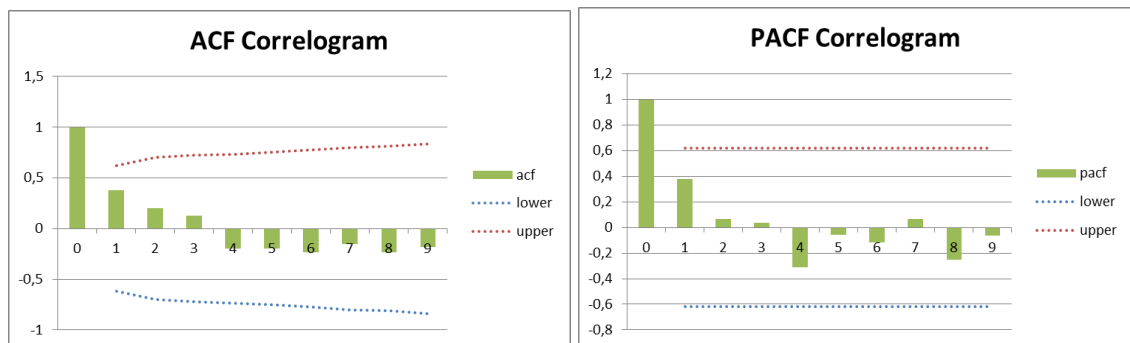
Γράφημα 91: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 589102

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 35,28%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 92: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 589102

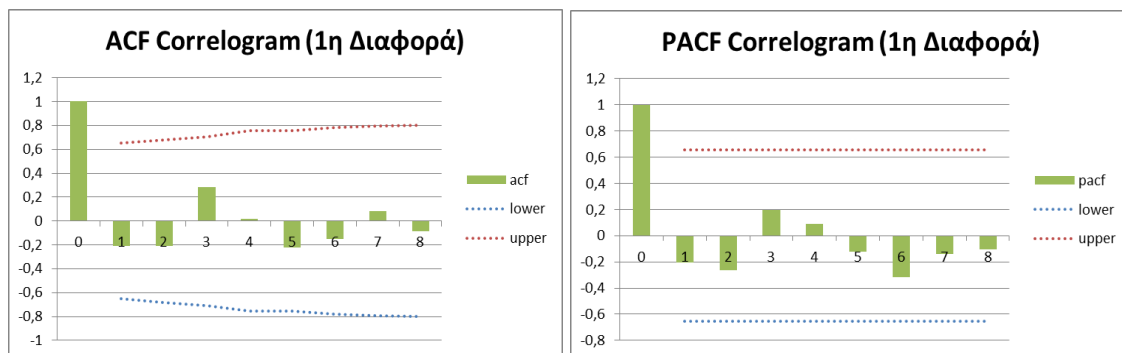


Γράφημα 93: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και αφού καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF θα εφαρμόσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins.

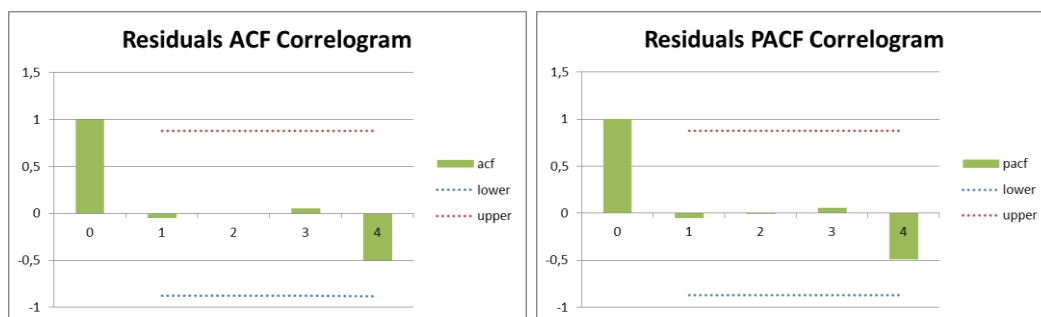


Γράφημα 94: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς

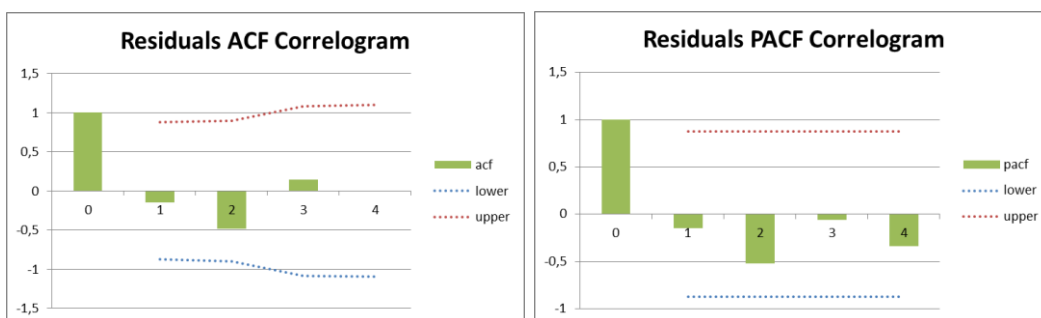


Γράφημα 95: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

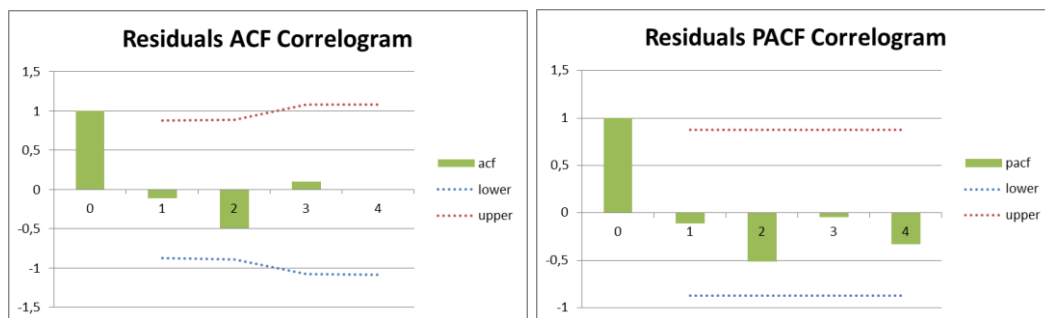
Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,1,q). Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA (p,1,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Το γράφημα PACF φθίνει εκθετικά ενώ στο γράφημα ACF οι τιμές τείνουν να μηδενιστούν όσο μεγαλώνει η καθυστέρηση και μετά την καθυστέρηση 3 οι αυτοσυσχετισμοί είναι κοντά στο 0. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (1,1,1) αλλά και για MA (3) τα μοντέλα ARIMA (0,1,3) και ARIMA (1,1,3).



Γράφημα 96: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (0,1,3)



Γράφημα 97: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)



Γράφημα 98: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των επιλεχθέντων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 20: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 589102

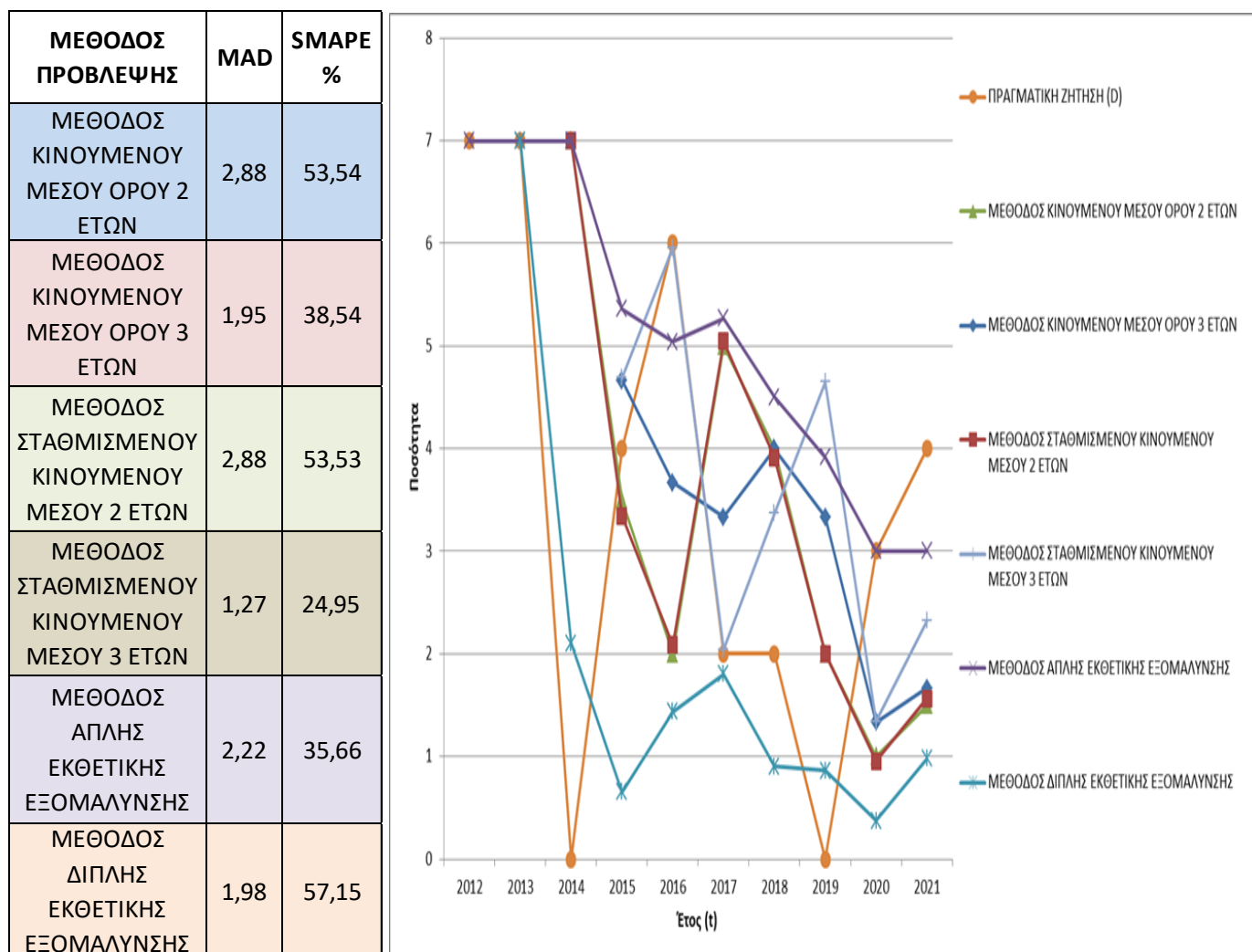
ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (0,1,3)	0,03	4,26	-9,87	-12,94	0,07	5,04	71,65
ARIMA (1,1,1)	0,04	2,16	-4,83	-8,44	0,50	2,31	31,30
ARIMA (1,1,3)	0,09	0,87	1,74	-3,66	0,53	2,04	31,18

Και τα τρία μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARIMA (0,1,3) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα τρία μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (1,1,3).

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ» (589102) φαίνεται να δίνονται από το μοντέλο ARIMA (1,1,3) με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 31,18% έναντι του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 35,28%.

82486: ΑΞΟΝΑΣ (ΠΛΗΡΗΣ)

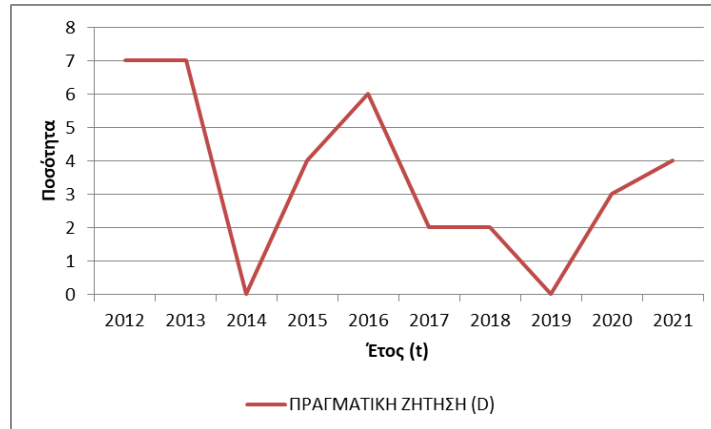
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



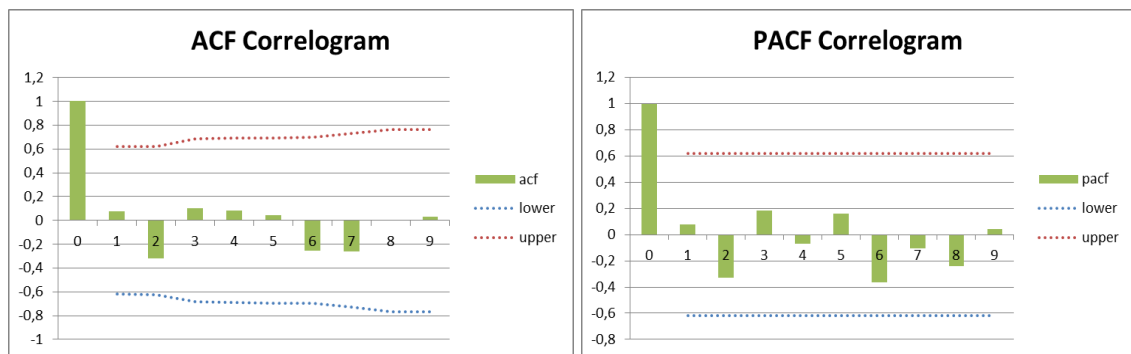
Γράφημα 99: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 82486

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 24,95%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 100: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 82486



Γράφημα 101: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

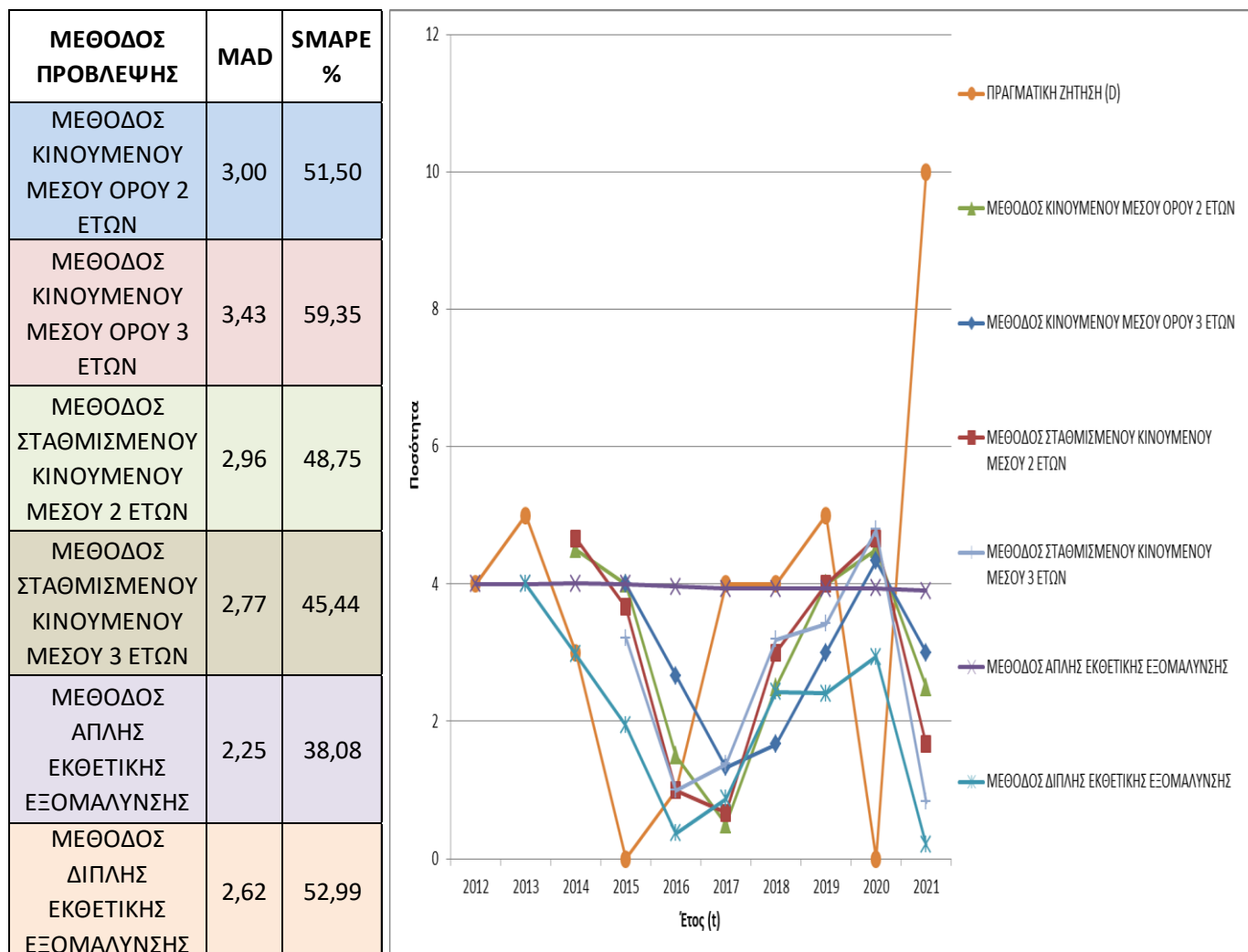
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχουν τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 2, 6 και 7 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 3,5 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 3,5 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ «C»

97197: ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ

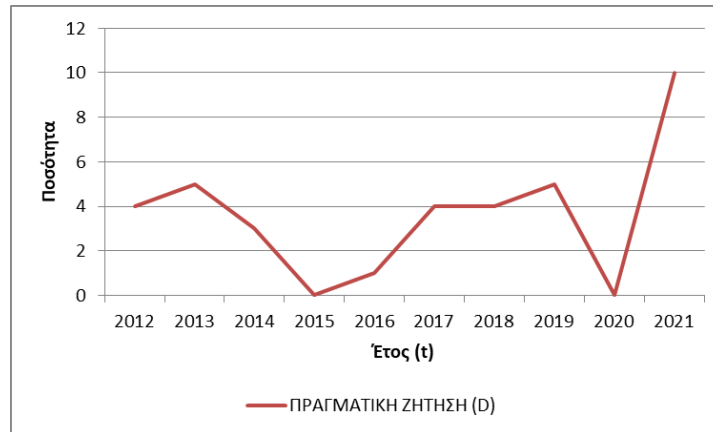
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



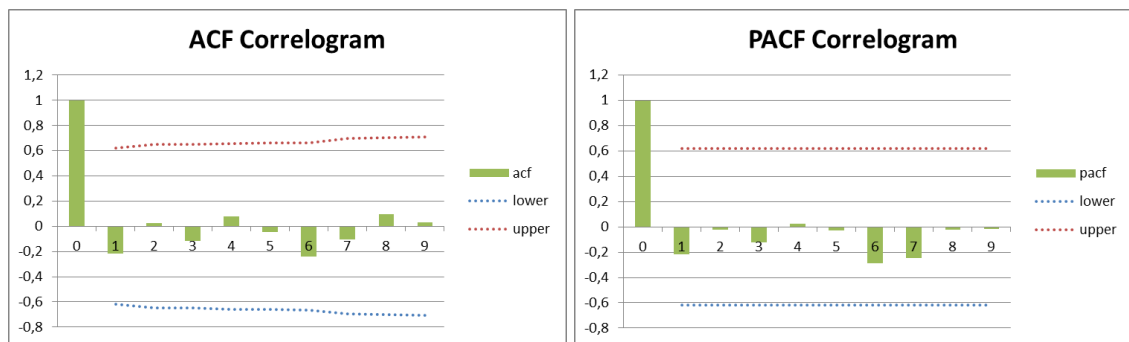
Γράφημα 102: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 97197

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 38,08%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 103: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 97197



Γράφημα 104: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

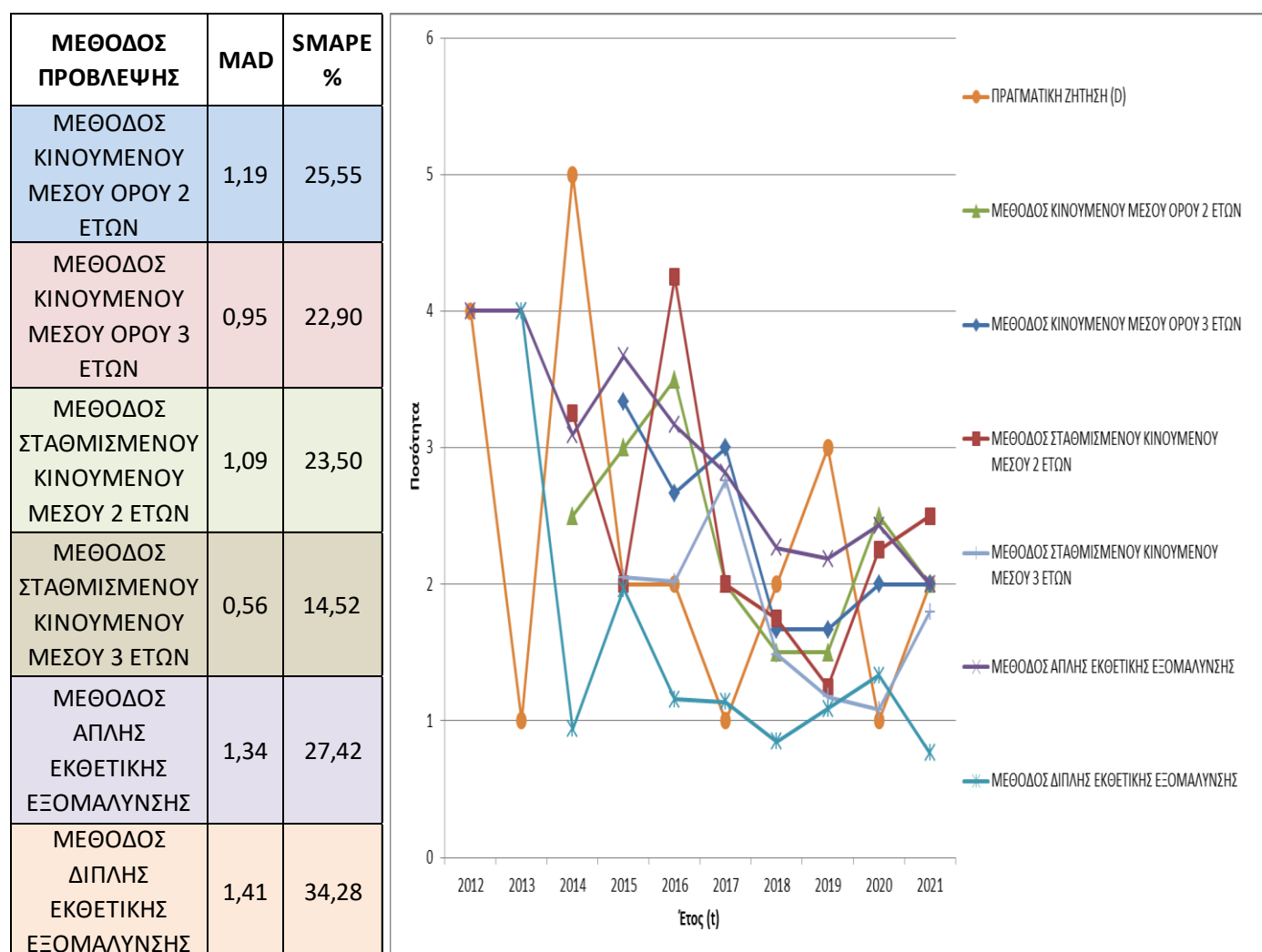
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των δεδομένων της χρονοσειράς έχουν τιμές κοντά στο 0 με εξαίρεση σχετικά υψηλές τιμές για υστέρηση 6 και 7 που όμως παραμένουν εντός των ορίων μη σημαντικότητας. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά είναι στάσιμη και έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου. Σε αυτή την περίπτωση δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο στην χρονοσειρά και επιλέγεται το μοντέλο ARIMA (0,0,0). Καμία άλλη μέθοδος δηλαδή, πέραν της χρήσης του μέσου όρου των δεδομένων δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή πρόβλεψη. Οπότε οι τιμές των προβλέψεων προκύπτουν από την εξίσωση:

$$F_t = 3,6 + \varepsilon_t, \text{ όπου } 3,6 \text{ είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων.}$$

Για την παραπάνω χρονοσειρά και για λόγους διερεύνησης εφαρμόστηκε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARMA (1,1). Ωστόσο, τα αποτελέσματα πρόβλεψης βάσει του δείκτη SMAPE έδωσαν αποτέλεσμα 94,38% οπότε απορρίφθηκε η αξιολόγηση περαιτέρω μοντέλων ARIMA.

218715: ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ

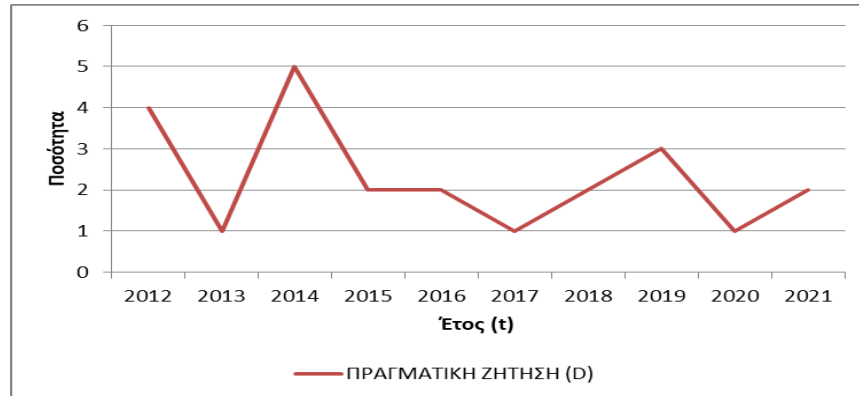
- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



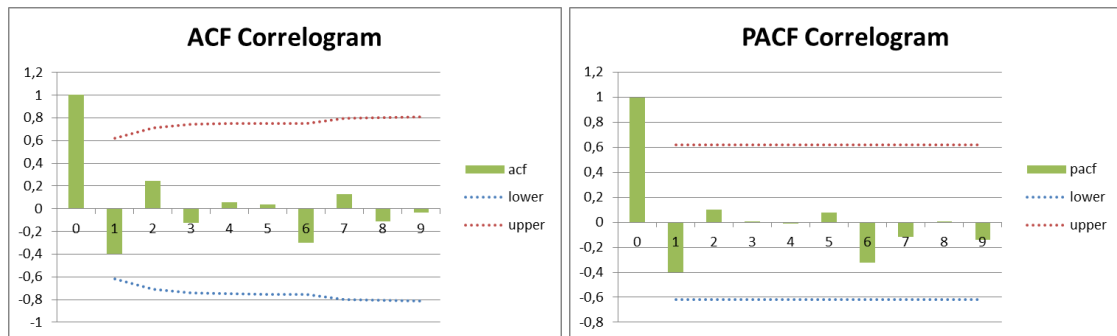
Γράφημα 105: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 218715

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 14,52%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης

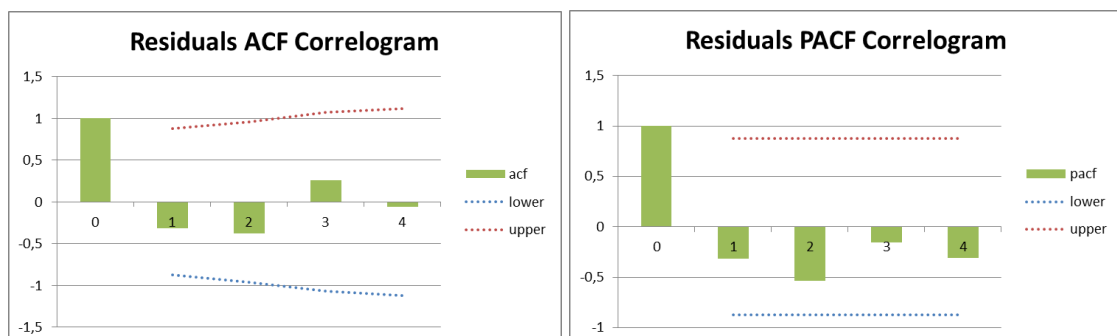


Γράφημα 106: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 218715

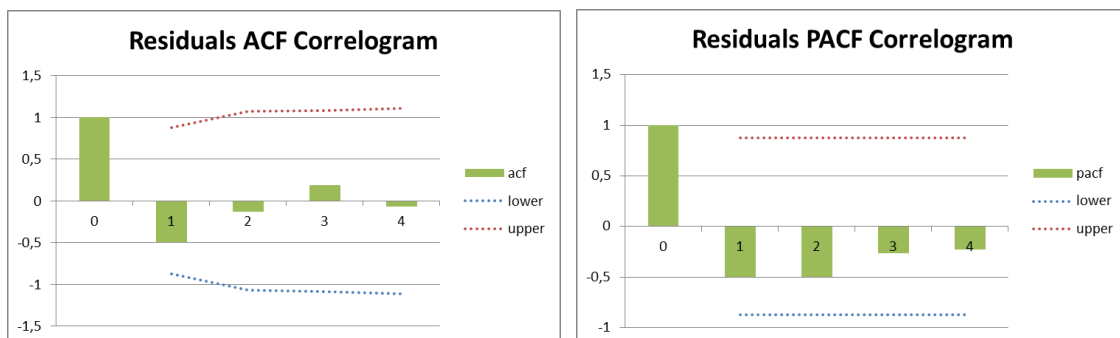


Γράφημα 107: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

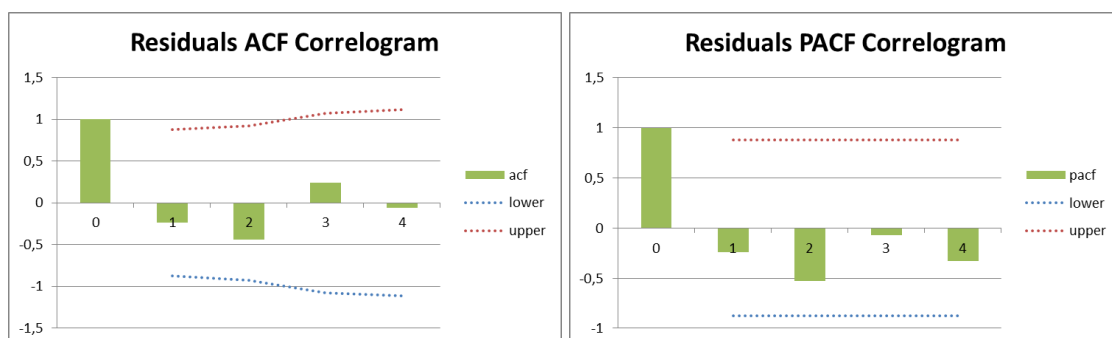
Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, οι τιμές της χρονοσειράς κινούνται στο ίδιο επίπεδο ενώ η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει πολύ γρήγορα, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας στάσιμης χρονοσειράς. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας Box-Jenkins, προσδιορίζουμε τις τάξεις p, q του μοντέλου ARMA (p, q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Το γράφημα ACF φθίνει εκθετικά και μετά την καθυστέρηση 2 οι αυτοσυσχετισμοί είναι κοντά στο 0, ενώ στο γράφημα PACF αυτό συμβαίνει μετά την καθυστέρηση 1. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε τα συνδυαστικά μοντέλα ARMA (1,1) και ARMA (1,2) αλλά και για AR (1) και MA (2), τα μοντέλα ARMA (1,0) και ARMA (0,2) αντίστοιχα.



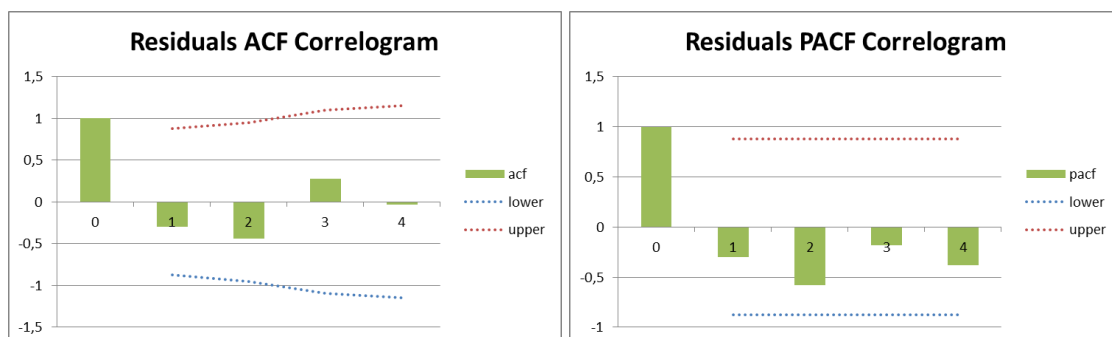
Γράφημα 108: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,1)



Γράφημα 109: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,2)



Γράφημα 110: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (1,0)



Γράφημα 111: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARMA (0,2)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των τεσσάρων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά των σφαλμάτων έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 21: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 218715

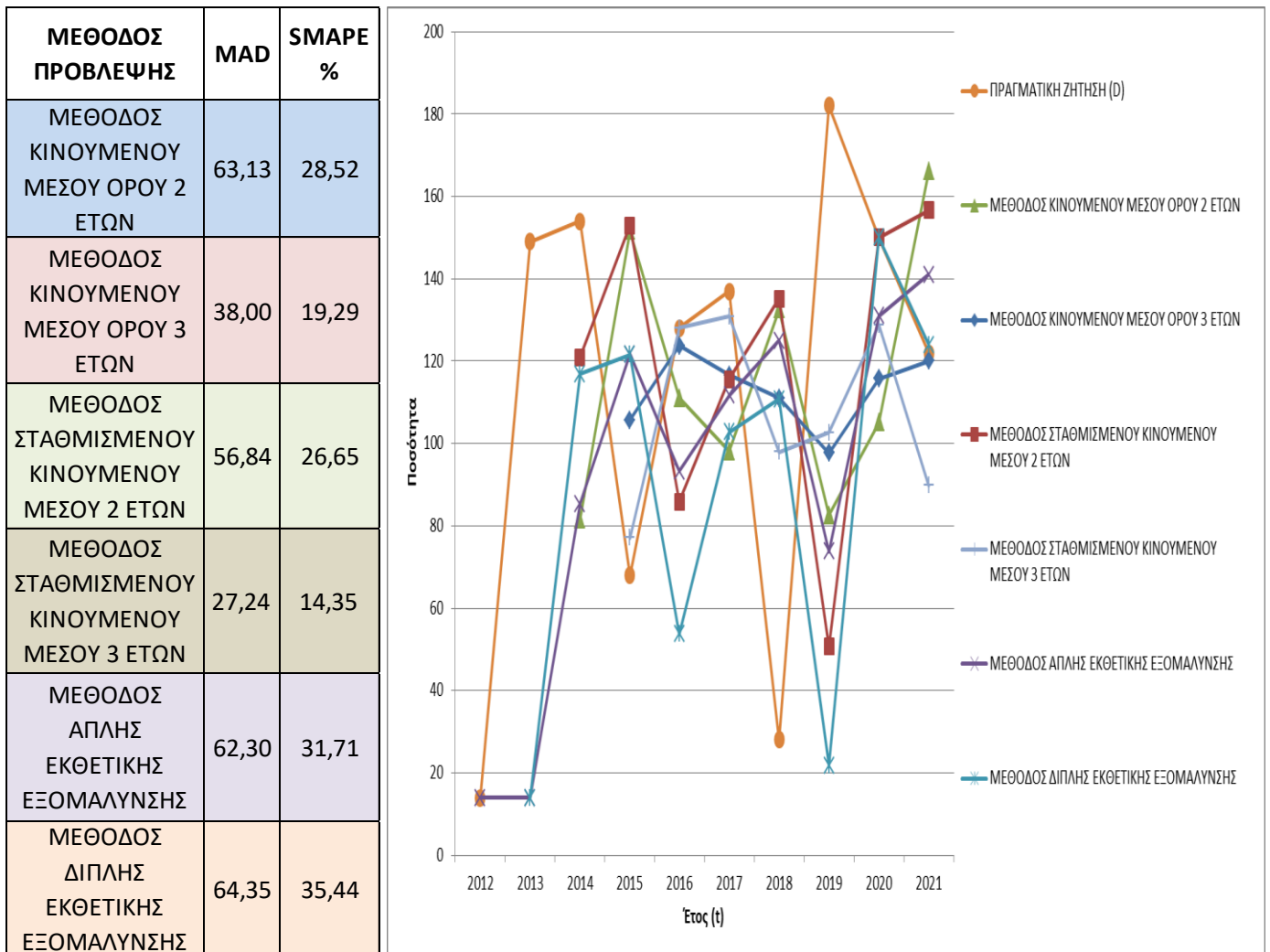
ΜΟΝΤΕΛΟ ARMA (p,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARMA (1,1)	0,01	5,52	-14,39	-16,84	0,43	0,79	21,33
ARMA (1,2)	0,07	2,26	-5,87	-8,94	0,54	0,97	24,75
ARMA (1,0)	4,10	-5,72	4,10	2,87	0,42	0,99	24,41
ARMA (0,2)	2,09	-4,92	3,64	2,08	0,35	1,02	25,02

Και τα τέσσερα μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARMA (1,1) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα τέσσερα μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει επίσης το μοντέλο ARMA (1,1) με δείκτη SMAPE στο 21,33%.

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ» (218715) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 14,52%.

515540: ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ

- Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης



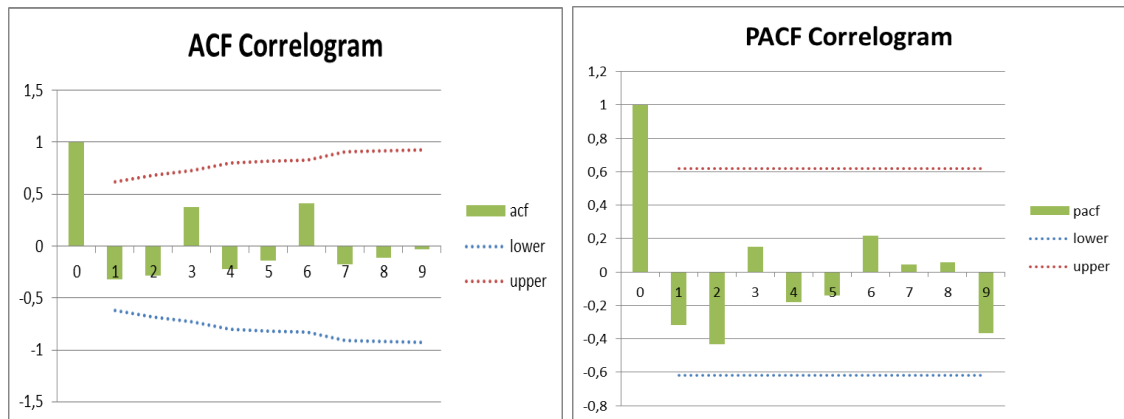
Γράφημα 112: Σύγκριση βασικών μεθόδων πρόβλεψης για τον κωδικό 515540

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των μεθόδων πρόβλεψης, η μέθοδος που αποτελεί την πιο αξιόπιστη για την συγκεκριμένη χρονοσειρά είναι αυτή του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 14,35%.

- Στοχαστική μέθοδος πρόβλεψης



Γράφημα 113: Καταγεγραμμένη Ζήτηση Κωδικού 515540

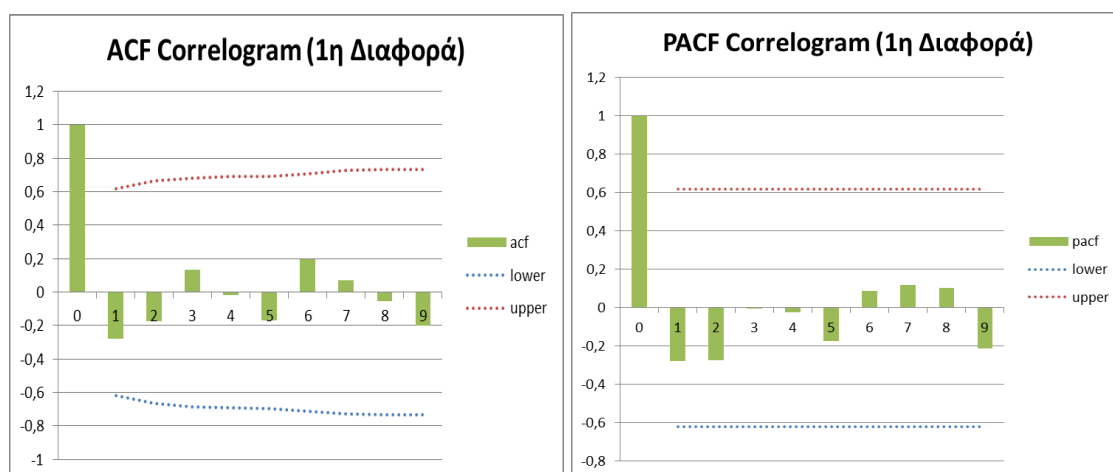


Γράφημα 114: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Χρονοσειράς

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα, η χρονοσειρά παρουσιάζει μια ελαφριά αύξηση στον χρόνο και η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων φθίνει σχετικά αργά, ανταποκρίνεται δηλαδή στη συμπεριφορά μιας μη στάσιμης χρονοσειράς. Οπότε θα δημιουργήσουμε το γράφημα των πρώτων διαφορών της μη στάσιμης χρονοσειράς για να μετατραπεί σε στάσιμη και αφού καταρτηθούν τα γραφήματα ACF, PACF θα εφαρμόσουμε τη διαδικασία Box- Jenkins.

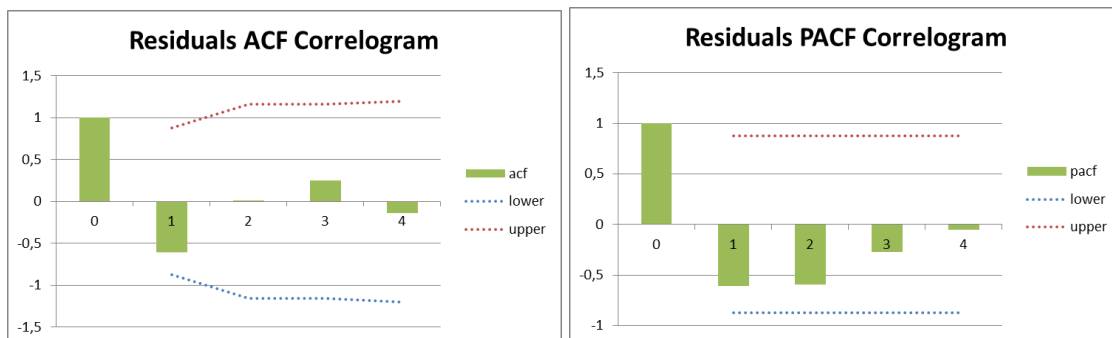


Γράφημα 115: Πρώτες Διαφορές Χρονοσειράς

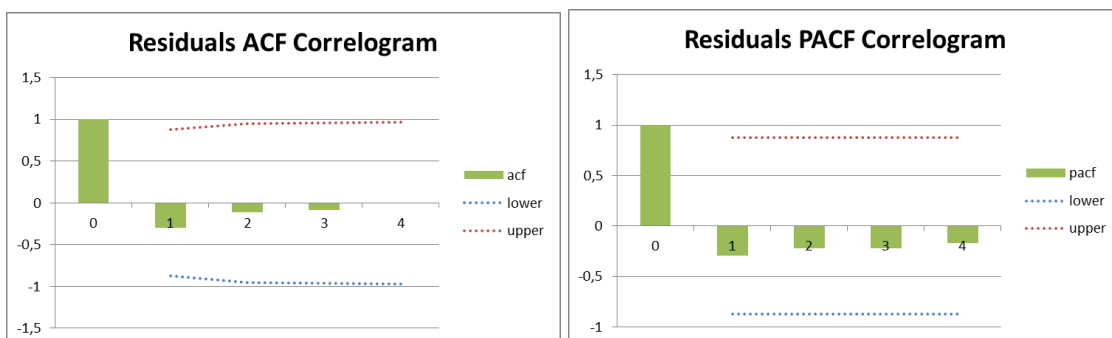


Γράφημα 116: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Πρώτων Διαφορών

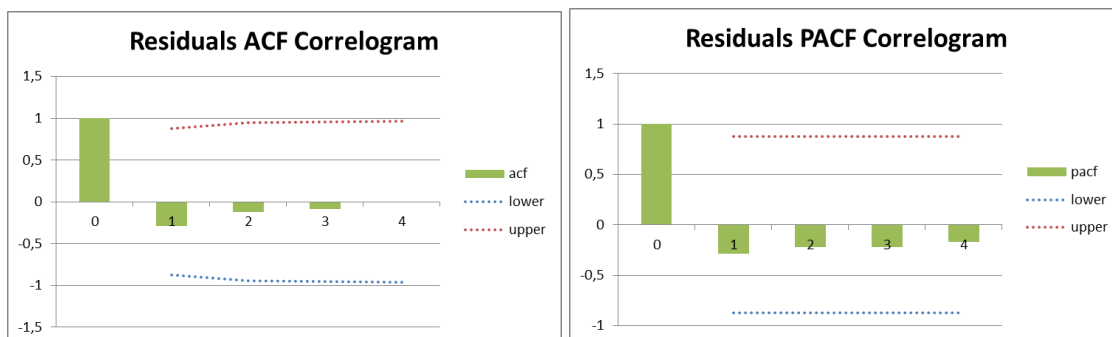
Με βάση το παραπάνω, έχουμε ένα μοντέλο ARIMA (p,1,q). Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τάξεων p, q του μοντέλου ARIMA (p,1,q) με βάση την μορφή των γραφημάτων ACF, PACF. Το γράφημα ACF φθίνει εκθετικά και μετά την καθυστέρηση 3 οι αυτοσυσχετισμοί είναι κοντά στο 0, ενώ το γράφημα PACF διακόπτεται μετά την υστέρηση 2. Επομένως, θα επιλέξουμε να εφαρμόσουμε ένα συνδυαστικό μοντέλο ARIMA (1,1,1) αλλά και για AR (2) και MA (3), τα μοντέλα ARIMA (2,1,1), ARIMA (2,1,0), ARIMA (1,1,3) και ARIMA (2,1,3).



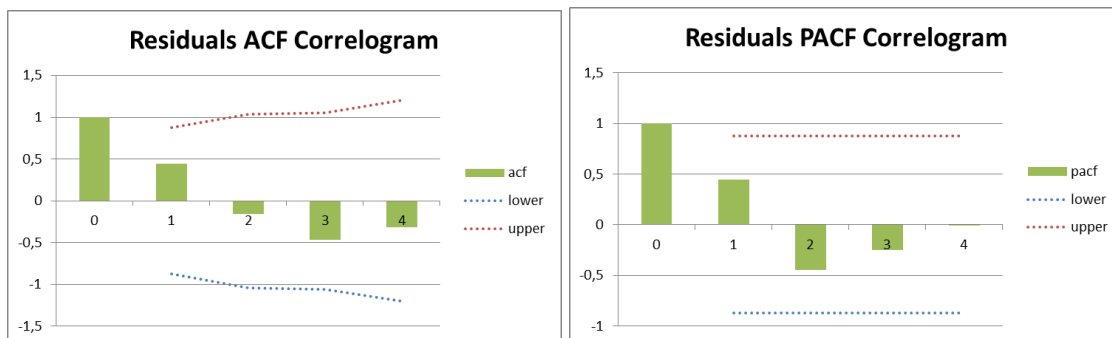
Γράφημα 117: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)



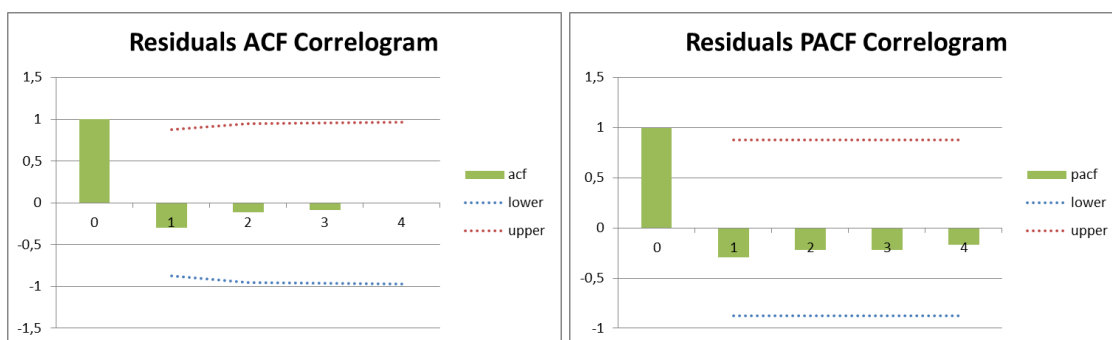
Γράφημα 118: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,1)



Γράφημα 119: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)



Γράφημα 120: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)



Γράφημα 121: Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση Σφαλμάτων ARIMA (2,1,3)

Με βάση τα παραπάνω γραφήματα η αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση των σφαλμάτων (residuals) των προβλέψεων των επιλεχθέντων μοντέλων ARIMA έχουν τιμές κοντά στο 0. Παράλληλα, φθίνουν πολύ γρήγορα. Συνεπώς, η χρονοσειρά έχει τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και δεν αναγνωρίζεται κάποιο μοτίβο σε αυτά.

Πίνακας 22: Σύγκριση Μοντέλων ARIMA για τον Κωδικό 515540

ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (p,d,q)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ				ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	
	SSE	LL	AIC	BIC	Ljung-Box (p-value)	MAD	SMAPE %
ARIMA (1,1,1)	49,12	-8,45	16,39	12,78	0,28	61,90	24,20
ARIMA (2,1,1)	0,00	18,21	-32,08	-38,62	0,90	32,80	17,72
ARIMA (2,1,0)	0,00	17,44	-34,56	-38,48	0,91	33,54	18,05
ARIMA (1,1,3)	1,90	-3,57	10,64	5,23	0,05	326,87	84,17
ARIMA (2,1,3)	0,00	18,20	-28,08	-37,24	0,90	32,80	17,72

Και τα πέντε μοντέλα είναι επαρκή λαμβάνοντας υπόψη ότι η σημασία των αυτοσυσχετισμών των καταλοίπων είναι σχεδόν μηδαμινή, βάσει και του δείκτη Ljung-Box. Επίσης, από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, αναφορικά με τα στάδια της διαδικασίας Box- Jenkins, προκύπτει ότι το καταλληλότερο μοντέλο ARIMA είναι το ARIMA (2,1,1) καθώς με αυτό παίρνουμε τα ελάχιστα τετράγωνα και την μέγιστη πιθανοφάνεια ενώ τα κριτήρια AIC, BIC είναι τα μικρότερα. Με βάση τα πέντε μοντέλα προχωρήσαμε σε εξαγωγή προβλέψεων, και διαπιστώνουμε ότι τις καλύτερες προβλέψεις δίνει το μοντέλο ARIMA (2,1,1) και ARIMA (2,1,3). Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημάνουμε ότι ανεξάρτητα από το πόσο κατάλληλο είναι ένα μοντέλο,

ενδέχεται να λαμβάνονται προβλέψεις που είναι προσαρμοσμένες στα δεδομένα μιας χρονοσειράς από περισσότερα μοντέλα.

Συνολικά για τις βασικές μεθόδους πρόβλεψης και για την στοχαστική μέθοδο, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αξιολόγησης του δείκτη SMAPE, τα καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων για το υλικό «ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ» (515540) φαίνεται να δίνονται από την μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών με τον δείκτη SMAPE να κυμαίνεται στο 14,35%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε περιορισμένος αριθμός υλικών που διαχειρίζεται η Υπηρεσία, με την επιλογή να βασίζεται στην ανάλυση ABC βάσει της οικονομικής αξίας ζήτησης για το έτος 2021. Από τον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα διαφαίνεται ότι, για τα 19 επιλεγθέντα υλικά προς αξιολόγηση καλύτερα αποτελέσματα προβλέψεων δίνονται από τη μέθοδο του σταθμισμένου κινούμενου μέσου 3 ετών, επιβεβαιώνοντας τη θεωρία του Makridakis και λοιπών (1984) ότι οι απλές στατιστικές μέθοδοι στις αναλύσεις χρονοσειρών έχουν τουλάχιστον όση επιτυχία έχουν και τα πιο πολύπλοκα μοντέλα.

Πίνακας 23: Συγκεντρωτικός Πίνακας Βέλτιστων Μεθόδων Πρόβλεψης

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΛΙΚΟΥ		
		A	B	C
ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ	3	1	1	1
ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	13	3	8	2
ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΡΙΜΑ	3	2	1	0

Αναλυτικότερα, μερικά από τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε μέσω της μελέτης και παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την Υπηρεσία ως τομείς βελτίωσης στην επιθυμητή έκταση, αφορούν τα παρακάτω σημεία:

- Διαπιστώνεται ότι ανακύπτουν προβλήματα καθιέρωσης ενός ενιαίου τρόπου πρόβλεψης λόγω πληθώρας υλικών (περίπου 600.000), αλλά όχι εξίσου επικερδών. Ακόμη και όσα δεν είναι επικερδή είναι αναγκαία για την υποστήριξη των οπλικών συστημάτων. Ο διαχωρισμός και η κατηγοριοποίηση των υλικών διαμορφώνει την αντίστοιχη πολιτική ζήτησης και την βαρύτητα που θα δοθεί, χωρίς να αγνοείται η επιχειρησιακή σημασία και του λιγότερο επικερδούς υλικού. Ανάλογα με την προσδιδόμενη βαρύτητα απαιτείται να καθιερωθεί και ένας κλιμακούμενος τρόπος επιθεώρησης και ελέγχου της πολιτικής διαχείρισης. Ειδικότερα, τα περισσότερο επικερδή θα ελέγχονται άμεσα και συχνά και θα εκτιμώνται οι παράμετροι που επηρεάζουν τις αποκλίσεις από την αναμενόμενη ζήτηση, ενώ για τα λιγότερο επικερδή θα τοποθετούνται μαζικές παραγγελίες, θα εξασφαλίζεται ένα απόθεμα ασφαλείας και θα ελέγχονται λιγότερο συχνά. Παράλληλα πρέπει να ελέγχεται και η κρισιμότητα των υλικών, ώστε να μην επηρεαστεί η επιχειρησιακή ετοιμότητα.

- Αποτελεί πια κοινό τόπο ότι μία πρόβλεψη περιέχει σφάλματα και ότι σημασία έχει η αναγνώριση επαναλαμβανόμενων μοτίβων στις χρονοσειρές. Τα μοντέλα

πρόβλεψης που παρουσιάστηκαν μπορούν να αποτελέσουν την βάση πάνω στην οποία θα εφαρμοστούν επιπλέον δοκιμές και μελέτες και θα δομηθεί το σύστημα πρόβλεψης και διαχείρισης αποθεμάτων.

- Για όσα υλικά μεγάλης αξίας δεν είναι δυνατή η παραγωγή αξιόπιστων προβλέψεων λόγω μη αναγνώρισης κάποιου συγκεκριμένου μοτίβου (υλικά με τυχαία και διακοπτόμενη ζήτηση), η λύση από την Υπηρεσία θα αναζητηθεί στην πολιτική διαχείρισης αποθέματος και όχι στην παραγωγή πρόβλεψης. Μία πιθανή αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η δημιουργία αποθέματος, ανάλογα με τον συντηρούμενο στόλο και με γνώμονα το κόστος (λόγω της μεγάλης μοναδιαίας αξίας του υλικού), στα οποία θα ασκείται κεντρική διαχείριση και όχι κλιμάκωση και διασπορά αποθεμάτων (που είναι η γενική πολιτική της Υπηρεσίας). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η τήρηση μηδενικού αποθέματος και η εκδήλωση ενεργειών την στιγμή εμφάνισης της ζήτησης επιφέρει τεράστιο κόστος έλλειψης• στην προκειμένη περίπτωση δεν αφορά απλά την μη ικανοποίηση του πελάτη και τον οικονομικό αντίκτυπο που αυτή έχει, αλλά την διακύβευση της αποτελεσματικότητας και του ρόλου που καλούνται να διαδραματίσουν οι Ένοπλες Δυνάμεις.

- Στις προβλέψεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το πώς επηρεάζεται η ζήτηση από άλλους παράγοντες, π.χ. μακροχρόνια άσκηση- εκπαίδευση που ενδεχομένως να έχει αντίκτυπο στη λειτουργικότητα και συντήρηση των οπλικών συστημάτων άρα και στην ζήτηση ανταλλακτικών.

- Σε συνέχεια του προηγούμενου συμπεράσματος, ο αναλυτής δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στο στενό πλαίσιο των μετρήσιμων σφαλμάτων ή μόνο στις μεθόδους πρόβλεψης και γενικά στα μαθηματικά μοντέλα. Πρέπει να διευρύνει το πλαίσιο μελέτης και να αξιολογεί πώς διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τα ιστορικά στοιχεία που αποτελούν τα δεδομένα των χρονοσειρών. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται στενή συνεργασία του αναλυτή με τους παρακάτω, καθώς επηρεάζουν την μορφή της ζήτησης και κατ' επέκταση τα αποτελέσματα της πρόβλεψης:

α) με το τμήμα της Υπηρεσίας που ασχολείται με την κωδικοποίηση- τυποποίηση των υλικών (ΔΚΤ), ώστε να διαπιστωθούν υλικά που χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα- εναλλάξιμα από τον τελικό χρήστη ή άλλων που έχουν απαρχαιωθεί και αντικαθιστώνται ή αντικαθιστούν άλλα.

β) με συνδέσμους- εκπροσώπους των λοιπών Υπηρεσιών (σαν τελικοί χρήστες) που θα εκφράζουν τις ειδικές καταστάσεις και χαρακτηριστικά που επικρατούν και διαμορφώνουν διαφορετικές συνθήκες ζήτησης.

- Όσο καλύτερο είναι το σύστημα πρόβλεψης και σχεδιασμού, τόσο πιο ευέλικτο είναι ώστε να προσαρμόζεται στα σφάλματα των προβλέψεων, να παρέχονται προβλέψεις έγκαιρα, να γίνεται επικαιροποίηση προβλέψεων περιοδικά, να επιδέχεται ανθρώπινης κρίσης και να λαμβάνονται άμεσες αποφάσεις. Μπορεί να επιφέρει κόστος αρχικής επένδυσης ή κόστος εσφαλμένης πρόβλεψης (υψηλά αποθέματα, ανικανοποίητη ζήτηση), αλλά τα μακροπρόθεσμα οφέλη είναι συγκριτικά ανώτερα.

- Ύπαρξη δαιδαλώδους συστήματος οικονομικού προγραμματισμού- προμηθειών για την υποστήριξη ενός μεγάλου αριθμού οπλικών συστημάτων με διαφορετικές απαιτήσεις και μοναδικές συνθήκες το καθένα. Παρουσιάζονται αντικρουόμενα

συμφέροντα μεταξύ οικονομικών υπηρεσιών και υπηρεσιών που στόχο έχουν την διαθεσιμότητα και επιχειρησιακή ετοιμότητα των μέσων.

- Μέσο «θεραπείας» του παραπάνω μπορούν να αποτελέσουν τα αποτελέσματα των προβλέψεων που χρησιμοποιούνται ως βάση για την λήψη αποφάσεων και διαμόρφωσης πολιτικής και με αυτό τον τρόπο οδηγούμαστε σε μείωση του κόστους διατήρησης αποθεμάτων και του λειτουργικού κόστους και εξασφαλίζεται η ικανοποίηση των πελατών- τελικού χρήστη (ειδικότερα για την Υπηρεσία καλύπτονται άμεσα οι παρουσιαζόμενες ανάγκες και δεν επηρεάζεται η επιχειρησιακή ετοιμότητα). Γενικεύοντας, η χρήση των παραγόμενων προβλέψεων εκφράζει την προσπάθεια εξισορρόπησης και ευθυγράμμισης των στόχων της εφοδιαστικής αλυσίδας με την επιχειρησιακή ετοιμότητα. Κατ' επέκταση, εξασφαλίζεται η καλύτερη υπηρεσιακή οργάνωση, κατανομή πόρων (προσωπικού και υλικών), οικονομικός προγραμματισμός, εξασφάλιση αποθεμάτων, εναποθήκευση, διασπορά, διανομή, μεταφορές, εξασφάλιση υποδομών και αναζήτηση αγορών σε λειτουργικό, τακτικό και στρατηγικό επίπεδο.

- Η καλή πρόβλεψη εξασφαλίζει τη γνώση των αναγκών σε βάθος χρόνου. Η αποκτηθείσα γνώση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαμόρφωση πολιτικής σε σχέση με προμηθευτές και την σύναψη συμβάσεων που θα εξασφαλίζουν συγκεκριμένους χρόνους παράδοσης, ποσότητες και τιμές μειώνοντας αντίστοιχα την ανάγκη για τήρηση αποθεμάτων που θα δεσμεύουν κεφάλαια. Βάση του παραπάνω αποτελεί η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ προμηθευτών και της Υπηρεσίας (με γνώμονα πάντα την διαβάθμιση πληροφοριών), ώστε οι πρώτοι να είναι πιο αποτελεσματικοί και να ανταποκρίνονται καλύτερα στις απαιτήσεις.

Πέραν των παραπάνω συμπερασμάτων, στα οποία μας οδήγησε το πλαίσιο μελέτης της παρούσας εργασίας, υφίσταται ένα ευρύ πεδίο που μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελέτης και μελλοντικής έρευνας και αφορά τους παρακάτω τομείς:

- Επιλογή άλλης μεθόδου κατηγοριοποίησης και ταξινόμησης των υλικών π.χ. AHP, VED ή χρήση επιπλέον κριτηρίου στην ABC κατηγοριοποίηση (όπως η απαρχαίωση, ο χρόνος παράδοσης, κλπ για να προκύψουν υλικά κατηγοριών AA, AB, AC κλπ). που θα βασίζονται σε φυσικά χαρακτηριστικά και όχι οικονομικά, όπως το αν επισκευάζονται, αν έχουν ημερομηνία λήξης ή ακόμη και το κατά πόσο επηρεάζει η έλλειψή τους την επιχειρησιακή ετοιμότητα. Επιλογή, δηλαδή, μεθόδου που θα στηρίζεται κυρίως όχι σε αριθμητικά αλλά σε ποιοτικά δεδομένα.

- Εφαρμογή άλλων μεθόδων πρόβλεψης, π.χ. ποιοτικές μέθοδοι πρόβλεψης ή αιτιοκρατικά μοντέλα για να διαπιστωθεί αν ανταποκρίνονται καλύτερα στους σκοπούς που θα θέτει κάθε φορά η Υπηρεσία.

- Για υλικά με συνεχή, μηνιαία ζήτηση εφαρμογή μεθόδων σε μηνιαία βάση και μικρότερο χρονικό ορίζοντα πρόβλεψης, ώστε να είναι πιο ακριβείς οι προβλέψεις. Μελέτη υπό το πρίσμα και του παράγοντα «εποχικότητα», καθώς δεν διερευνήθηκε στην παρούσα εργασία λόγω της φύσης των δεδομένων (ετήσια στοιχεία).

- Η πρόβλεψη, με τον τρόπο που αναλύθηκε στην παρούσα, αποτελεί τη βάση για την δημιουργία πολιτικής διαχείρισης αποθεμάτων. Σε μελλοντική έρευνα, μπορεί να γίνει δοκιμή μοντέλων διαχείρισης αποθέματος (μαθηματικά μοντέλα διαχείρισης που

θα καθορίζουν σημείο αναπαραγγελίας, ποσότητες διαφορετικών κατηγοριών αποθέματος, πού θα τηρούνται τα αποθέματα κλπ)

- Μέσα από την παρούσα διαπιστώθηκε η ύπαρξη υλικών που εμφανίζουν τυχαία ζήτηση. Μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να παρουσιάζει και να αναλύει μεθόδους πρόβλεψης και διαχείρισης υλικών με τυχαία και διακοπτόμενη ζήτηση.

- Χρήση άλλων λογισμικών προγραμμάτων παραγωγής προβλέψεων και στατιστικών δεικτών και αξιολόγηση- μελέτη- αναβάθμιση του ήδη υπάρχοντος πληροφοριακού συστήματος της Υπηρεσίας (ΟΣΕΥΣ), ώστε να ανταποκρίνεται στις τρέχουσες συνθήκες και στη μορφή των καταγεγραμμένων δεδομένων.

- Αξιοποίηση του υπάρχοντος προσωπικού της Υπηρεσίας που διαθέτει ακαδημαϊκή εκπαίδευση- εξειδίκευση στον προγραμματισμό και στη στατιστική. Ενίσχυση των κινήτρων ώστε να αποκτούν περισσότερα στελέχη της Υπηρεσίας αντίστοιχη εκπαίδευση. Ανάθεση από την Υπηρεσία των θεμάτων διπλωματικών που σχετίζονται με την ανάλυση των πτυχών της διαχείρισης αποθεμάτων και σε κατεύθυνση που θα καθορισθεί, εξασφαλίζοντας παράλληλα οικονομικό όφελος για την Υπηρεσία αφού δεν θα απαιτηθεί η απασχόληση επιπλέον ανθρωπίνου δυναμικού για την διεξαγωγή μελετών.

Επομένως, από όλα τα παραπάνω διαφαίνεται η αναγκαιότητα ενίσχυσης και ανάπτυξης του ήδη υπάρχοντος συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων, αλλά και η υιοθέτηση από την Υπηρεσία των «καλύτερων πρακτικών» που εφαρμόζονται στις επιχειρήσεις και στην βιομηχανία και γενικότερα η αλλαγή κουλτούρας για το πώς διαμορφώνεται η πολιτική και διεξάγονται οι διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων, με τρόπο που να συμβαδίζει με το σύγχρονο εμπορικό περιβάλλον και παράλληλα να λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες του τομέα της Άμυνας.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η διαχείριση αποθεμάτων είναι μια από τις βασικές λειτουργίες σε έναν οργανισμό που πέρα από την μεγάλη σημασία τους στην ικανοποίηση αναγκών και απαιτήσεων, έχουν και ανάλογα μεγάλο οικονομικό αντίκρισμα. Μία από τις σημαντικότερες εργασίες για την αντίληψη της επικρατούσας κατάστασης στον τομέα της διαχείρισης αποθέματος είναι η κατηγοριοποίηση του αποθέματος και η επιλογή των ειδών που είναι ζωτικής σημασίας και επηρεάζουν άμεσα τον κύκλο εργασιών του οργανισμού. Το επόμενο βήμα για την κατανόηση της κατάστασης είναι η άντληση πληροφορίας από την ανάλυση της συμπεριφοράς των στοιχείων των χρονοσειρών, η εφαρμογή μεθόδων πρόβλεψης και η λήψη αποφάσεων βασιζόμενες σε αυτή την επεξεργασία.

Η λήψη αποφάσεων ήταν και παραμένει η μεγάλη πρόκληση για τα διοικητικά στελέχη του κάθε οργανισμού. Οι ραγδαίες αλλαγές και το ευμετάβλητο, ανταγωνιστικό σύγχρονο περιβάλλον ενισχύουν την ανάγκη για λήψη ρεαλιστικότερων αποφάσεων που θα προωθούν την επιβίωση και εξέλιξη του οργανισμού. Μέσω των μεθόδων και μοντέλων πρόβλεψης που έχουν αναπτυχθεί και βασιζόμενοι στα αριθμητικά στοιχεία που αυτά παρέχουν, μειώνεται η αβεβαιότητα και προγραμματίζονται οι δραστηριότητες του κάθε οργανισμού με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Για την υλοποίηση των παραπάνω, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο η εμπειρία, εξοικείωση, παρατηρητικότητα και κριτική σκέψη του αναλυτή που πρέπει να είναι σε θέση να προβαίνει σε δοκιμές των μεθόδων στα εκάστοτε διαθέσιμα στοιχεία χρονοσειρών και σε συνδυασμό με την χρήση των διαθέσιμων εργαλείων software, να τα αξιολογεί, να καταλήγει στις κατάλληλες μεθόδους και να προτείνει ανάλογους χειρισμούς.

Ειδικότερα, μέσα από την παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση και την μελέτη περίπτωσης, επιδιώχθηκε να εκδηλωθεί η σημασία των εμπειρικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την συγκριτική ανάλυση των μεθόδων πρόβλεψης, υπό το πρίσμα της ακρίβειας που παρέχουν αλλά και των αδυναμιών τους. Η επιτυχημένη πρόβλεψη βασιζόμενη στις χρονοσειρές αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο κάθε επιχειρηματικού σχεδίου. Ωστόσο, παρατηρείται ένα χάσμα μεταξύ της θεωρητικής προσέγγισης και της πρακτικής εφαρμογής. Η εμπειρική εφαρμογή αποτελεί μοναδική ευκαιρία για πειραματισμούς που αν προσανατολιστεί και οργανωθεί σωστά μπορεί να οδηγήσει σε αντικειμενικά συμπεράσματα και διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής. Αφετέρου, είναι γνωστό ότι ελλείπει θεωρητικού υποβάθρου, τα αποτελέσματα των πρακτικών εφαρμογών δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθούν πλήρως και κινούνται χωρίς πυξίδα και χάρτη. Συμπερασματικά, είναι απαραίτητη η διασύνδεση της θεωρητικής και πρακτικής προσέγγισης για την μεγιστοποίηση του επιδιωκόμενου αποτελέσματος, ενώ η οποιαδήποτε έρευνα που διεξήχθη ή θα διεξαχθεί πρέπει να αποτελεί το εφαλτήριο για την περαιτέρω διερεύνηση και εξαγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- [1] Bacchetti A. & Saccani N. (2012) *Spare Parts Classification and Demand Forecasting for Stock Control: Investigating the Gap Between Research and Practice*, Article in Omega 40 722-737, available at www.researchgate.net.
- [2] Ballou R. (2004) *Business Logistics/ Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*. 5th edition. New Jersey: Pearson Education.
- [3] Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Revised Edition, San Francisco: Holden Day.
- [4] Chopra, S., Meindl, P. (2013) *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, 5th edition, Pearson Education.
- [5] Christopher, M. (2007) *Transforming the Supply chain into a Demand Chain* Cranfield, Cranfield School of Management.
- [6] Erwin S. (2015) *Defence Logistics: Too Much Unwanted Inventory, Not Enough of What Is Needed*, National Defence, Vol.99. No 736, National Defence Industrial Association
- [7] Flores B., Olson D. & Dorai V. K. (1992) *Management of Multicriteria Inventory Classification*, Great Britain, Journal of Operations Management.
- [8] Heizer J., Render B. and Munson Ch. (2017) *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 12th edition. England: Pearson Education.
- [9] Hyndman R.J. & Athanasopoulos G. (2018) *Forecasting: Principles and Practice*, 2nd edition, OTexts Monash University, Melbourne, Australia available at <https://otexts.com/fpp2/>.
- [10] Kansanoja K. (2016) *Spare Parts Classification- A Step for better Inventory Management* (Master's Thesis) Lappeenranta University of Technology.
- [11] Kaplan R. & Johnson T. (1987) *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*, Boston, Harvard Business School Press.
- [12] Krajewski L., Ritzman L. and Malhotra M. (2007) *Operations Management- Processes and Value Chains*, Pearson Education.
- [13] Kreinovich V., Nguyen H., Ouncharoen R.(2014) *How to Estimate Forecasting Quality: A System- Motivated Derivation of Symmetric Mean Absolute Percentage*

Error (SMAPE) and Other Similar Characteristics, Department Technical Reports (CS), University of Texas at El Paso.

[14] Makridakis, S. et al. (1984) *The Forecasting Accuracy of Major Time Series Methods*, Chichester: Wiley.

[15] Makridakis S. & Fildes R. (1995) *The Impact of Empirical Accuracy Studies On Time Series Analysis and Forecasting*, Department of Management Science, The Management School, Lancaster University.

[16] May B., Atkinson M. and Ferrer G. (2017), *Applying inventory classification to a large inventory management system*, Journal of Operations and Supply Chain Management (JOSCM), Sao Paolo, V.10, N.1, p. 68-86.

[17] Mentzer, J. T. & Moon, M. A. (2005) *Sales Forecasting Management: A demand Management Approach*. 2. edition. Thousand Oaks.

[18] Pearson Education (2007) *Demand Patterns – Time Series The repeated observations of demand a service. Forecasting Chapter 13* 2007 Pearson Education slideplayer 3/39 available at <https://slideplayer.com/slide/5177687/>.

[19] Plinere D. and Borisov A. (2015) *Case Study on Inventory Management Improvement*, Riga Technical University, De Gruyter Open, doi 10.1515/itms-2015-0014, available at https://www.academia.edu/35851031/Case_Study_on_Inventory_Management_Improvement?from=cover_page.

[20] Rego J., Mesquita M. (2011) *Spare parts inventory control: a literature review*, Producao, V.21, N.4, p. 655-666

[21] Stellwagen E. & Tashman L. (2013) *ARIMA: The Models of Box and Jenkins*, article in Forecasting Methods Tutorial, available at <https://www.researchgate.net/publication/285902264>.

[22] Stevenson W. (2009) *Operations Management*, 10th Edition, McGraw-Hill.

[23] Svetunkov I. (2022) *Forecasting and Analytics with ADAM*, Monograph, OpenForecast Lancaster, UK available at www.openforecast.org/adam.

[24] Syntetos, A. A. & Boylan, J. E. (2005) *The accuracy of intermittent demand estimates*, International Journal of Forecasting. Vol. 21. pp. 303-314.

[25] Teixeira C., Lopes I. and Figueirido M. (2017) *Multi-criteria classification for spare parts management: a case study*, 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy Procedia Manufacturing, available at www.sciencedirect.com.

[26] Thomopoulos N. (2015) *Demand Forecasting for Inventory Control*, New York, Springer.

[27] Vrat, P. (2014) *Materials Management: An Integrated Systems Approach*, India, Springer.

[28] Winters, P. R. (1960) *Forecasting sales by exponentially weighted moving averages*, Management Science. Vol. 6. pp. 324-342.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

[29] Αγαθάκη Αναστασία (2020) *Διαχείριση Αποθεμάτων μέσω Πρόβλεψης της Ζήτησης* (Διπλωματική Εργασία) Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

[30] Αγουρογιάννη Α. (2019) *Διαχείριση Αποθεμάτων και Τυχαία Ζήτηση* (Διπλωματική Εργασία) Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

[31] Βλάχος Αθανάσιος (2013) *Η Χρήση των Πληροφοριακών Συστημάτων στο Στρατό Ξηράς, Απαραίτητη Προϋπόθεση για τη Διακίνηση των υλικών. Οι Παραλαβές από Πηγές Προμήθειας Εσωτερικού- Εξωτερικού με τη χρήση BarCode και η Μετάβαση στην Τεχνολογία του RFID* (Διπλωματική Εργασία) Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

[32] ΓΕΣ/ΔΥΠΙ (2013) Στρατιωτικός Κανονισμός 5-101 *Κέντρο Ελέγχου Υλικών (ΚΕΥ)*, ΓΕΣ, Αθήνα

[33] ΓΕΣ/ΔΥΠΙ (2019) Τεχνικό Εγχειρίδιο 34-242 *Πρότυπος Έλεγχος Αποθεμάτων (Μη Κύριων Υλικών)*, ΓΕΣ, Αθήνα.

[34] ΚΕΥ/ΔΑΕΣ (2003), Πάγια Διαταγή 0-1, *Τυποποιημένες Λογιστικές Διαδικασίες ΚΕΥ*, ΚΕΥ, Άγιος Στέφανος.

[35] Κυριακίδης Μ. (2018) Σημειώσεις «Τεχνικές Ανάλυσης και Πρόβλεψης Τηλεπικοινωνιακών Αγορών», Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

[36] Μπέτσος Γεώργιος (2001) *Ανάλυση Δεδομένων Ζήτησης και η Ανάπτυξη ενός Συστήματος Προβλέψεων* (Διπλωματική Εργασία) Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

[37] Agarwal D. (2022) *Time Series Part 1- Introduction to Time Series*, available at https://www.linkedin.com/pulse/time-series-part-1-introduction-divyant-agarwal?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card

[38] Zaiontz C., *Real Statistics Using Excel*, available at <https://real-statistics.com/time-series-analysis> (Πρόσβαση Φεβρουάριος 2023)

[39] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, *Χρονοσειρές*, available at <https://users.auth.gr/dkugiu/Teach/DataAnalysis/Chp6.pdf> (Πρόσβαση Φεβρουάριος 2023)

- [40] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, *Μοντέλα Χρονοσειρών και Πρόβλεψη*, available at <https://users.auth.gr/dkugiu/Teach/Econophysics/Chp4.pdf> (Πρόσβαση Φεβρουάριος 2023)
- [41] Towards Data Science (2020) *Time Series Analysis: Identifying AR and MA Using ACF and PACF Plots*, available at <https://towardsdatascience.com/identifying-ar-and-ma-terms-using-acf-and-pacf-plots-in-time-series-forecasting-ccb9fd073db8>
- [42] Towards Data Science (2021) *How to Interpret ACF and PACF plots for Identifying AR, MA, ARMA or ARIMA Models*, available at <https://medium.com/@ooemma83/how-to-interpret-acf-and-pacf-plots-for-identifying-ar-ma-arma-or-arima-models-498717e815b6>
- [43] Quantstart *White Noise and Random Walks in Time Series Analysis*, available at <https://www.quantstart.com/articles/White-Noise-and-Random-Walks-in-Time-Series-Analysis/> (Πρόσβαση Φεβρουάριος 2023)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι- ABC ανάλυση υλικών που επιλέχθηκαν (αναλυτικός πίνακας)

ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑ 2021	ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (€)	ΑΞΙΑ ΖΗΤΗΣΗΣ 2021	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΖΗΤΗΣΗΣ 2021	ΑΦΡΟΙΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΞΙΑΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΑΦΡΟΙΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	ABC ΚΑΤΗΓΟΡΙΟ ΠΟΙΗΣΗ
587108	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	5	435.374,40	2.176.872,00	1	7,63	0,27	A
490513	ΤΟΥΡΜΠΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	11	147.539,02	1.622.929,22	2	13,31	0,86	A
82664	ΠΤΕΡΥΓΙΟ	10	134.760,31	1.347.603,10	3	18,03	1,39	A
543851	ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	4	306.882,20	1.227.528,80	4	22,33	1,61	A
82558	ΠΤΕΡΥΓΑ ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ	3	398.200,48	1.194.601,44	5	26,52	1,77	A
82559	ΠΤΕΡΥΓΑ ΟΠΙΣΘΙΑ	2	398.200,48	796.400,96	6	29,31	1,87	A
622829	ΣΤΡΟΦΕΙΟ ΣΤΡΟΒΙΛΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	4	195.316,80	781.267,20	7	32,05	2,09	A
584150	ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	4	182.713,68	730.854,72	8	34,61	2,30	A
418584	ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ	8	86.527,31	692.218,48	9	37,03	2,73	A
580840	ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΡΑΜΜΩΝ	4	168.895,39	675.581,56	10	39,40	2,94	A
84972	ΔΕΟΝΑΣ ΠΛΗΡΗΣ	2	331.049,80	662.099,60	11	41,72	3,05	A
543578	ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	2	319.661,84	639.323,68	12	43,96	3,16	A
82659	ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	1	591.248,61	591.248,61	13	46,03	3,21	A
568813	ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΟΣ ΔΙΣΚΟΣ	4	127.764,77	511.059,08	14	47,82	3,42	A
504788	ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	2	245.317,73	490.635,46	15	49,54	3,53	A
569747	ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	2	245.317,73	490.635,46	16	51,26	3,64	A
632513	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	1	435.374,40	435.374,40	17	52,78	3,69	A
150037	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΡΟΤΟΡΑ	16	26.337,79	421.404,64	18	54,26	4,55	A
83578	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ	6	69.057,97	414.347,82	19	55,71	4,87	A
466681	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ	5	82.669,08	413.345,40	20	57,16	5,14	A
469023	ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ	10	40.884,43	408.844,30	21	58,59	5,67	A
601869	ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	2	182.713,68	365.427,36	22	59,87	5,78	A
529415	ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ	14	25.776,65	360.873,24	23	61,13	6,53	A
233258	ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΡΟΠΗΣ	8	41.052,58	328.420,64	24	62,29	6,96	A
588668	ΜΟΝΤΕΜ	5	65.158,86	325.794,30	25	63,43	7,22	A
600548	ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	1	323.710,52	323.710,52	26	64,56	7,28	A
77784	ΣΚΟΠΕΥΤΙΚΟ ΕΚΤΟΣΕΥΤΗ	20	15.886,29	317.725,80	27	65,67	8,35	A
85325	ΒΑΡΟΥΛΟ	4	78.588,81	314.355,24	28	66,78	8,56	A
394423	ΛΥΧΝΙΑ	5	61.771,08	308.855,40	29	67,86	8,83	A
469303	ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	1	306.882,20	306.882,20	30	68,93	8,88	A
347088	ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ	10	30.601,08	306.010,80	31	70,00	9,42	A
551471	ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ	1	295.680,04	295.680,04	32	71,04	9,47	B
588047	ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ ΠΛΗΡΗΣ	9	31.667,60	285.008,40	33	72,04	9,95	B
583070	ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΗΣ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ	3	94.504,83	283.514,49	34	73,03	10,11	B
588104	ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	1	267.663,51	267.663,51	35	73,97	10,17	B
426677	ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ	2	131.104,61	262.209,22	36	74,89	10,27	B
421379	ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ	7	37.027,13	259.189,91	37	75,80	10,65	B
83586	ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	5	47.068,93	235.344,65	38	76,62	10,91	B
466683	ΑΝΥΦΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	4	58.505,20	234.020,80	39	77,44	11,13	B
616538	ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ	6	38.512,63	231.075,78	40	78,25	11,45	B
346195	ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ	4	56.757,71	227.030,84	41	79,07	11,66	B
82655	ΠΤΕΡΥΓΙΟ	8	27.587,33	220.698,64	42	79,82	12,09	B
620508	ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΤΗΣ	5	43.847,08	219.235,40	43	80,59	12,36	B
555124	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	3	70.771,09	212.313,27	44	81,33	12,52	B
591173	ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΟΣ ΔΙΣΚΟΣ	3	65.764,59	197.293,77	45	82,02	12,68	B
543258	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ (ΠΛΗΡΗΣ)	2	93.861,95	187.723,90	46	82,68	12,79	B
603926	ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	1	182.713,68	182.713,68	47	83,32	12,84	B
593214	ΚΑΡΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	1	173.939,06	173.939,06	48	83,93	12,89	B
567366	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ	3	57.160,91	171.482,73	49	84,53	13,06	B
591932	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	6	26.760,33	160.561,98	50	85,09	13,38	B
588241	ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	2	79.188,96	158.377,92	51	85,65	13,48	B
478040	ΦΡΕΝΟ (ΠΛΗΡΗΣ)	16	9.311,11	148.977,76	52	86,17	14,34	B
423373	ΜΕΙΩΤΗΣ ΡΙΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ	29	5.011,95	145.346,84	53	86,68	15,89	B
519284	ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	3	48.074,14	144.222,42	54	87,18	16,05	B
81170	ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (ΠΛΗΡΗΣ)	3	47.645,86	142.937,58	55	87,68	16,21	B
589102	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ	12	11.827,39	141.928,68	56	88,18	16,85	B
77095	ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	4	35.473,80	141.895,20	57	88,68	17,07	B
82486	ΔΕΟΝΑΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	4	35.209,03	140.836,12	58	89,17	17,28	B
605857	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	2	69.057,97	138.115,94	59	89,66	17,39	B
315298	ΡΑΒΔΟΣ ΣΤΡΕΨΕΩΣ	45	2.849,93	128.246,85	60	90,11	19,80	B
613709	ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΡΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΖΟΤΟΥ	4	32.015,98	128.063,92	61	90,55	20,01	B
123374	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	32	3.972,50	127.120,00	62	91,00	21,72	C
97197	ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ	10	12.695,61	126.956,10	63	91,44	22,26	C
148076	ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΜΒΟΛΩΝ	497	253,13	125.805,61	64	91,88	48,85	C
511834	ΕΞΑΡΤΗΜΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	4	30.675,69	122.702,76	65	92,31	49,06	C
203930	ΑΝΤΛΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	3	40.440,36	121.321,07	66	92,74	49,22	C
72551	ΣΥΛΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΠ	8	15.092,96	120.743,68	67	93,16	49,65	C
63743	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗΣ	10	11.721,48	117.214,80	68	93,57	50,19	C
497963	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	14	8.337,98	116.731,72	69	93,98	50,94	C
589289	ΕΚΤΟΣΕΥΤΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΟΥ ΠΥΡΑΥΛΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	1	116.287,63	116.287,63	70	94,39	50,99	C
83553	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΚΤΟΣΕΥΤΗ	6	18.890,75	113.344,50	71	94,79	51,31	C
617427	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΚΤΟΣΕΥΤΗ	3	37.780,56	113.341,68	72	95,18	51,47	C
218715	ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΡΙΑΣ	2	56.459,49	112.918,98	73	95,58	51,58	C
603937	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	1	111.900,78	111.900,78	74	95,97	51,63	C
149815	ΔΙΑΧΥΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	6	18.530,76	111.184,56	75	96,36	51,95	C
466672	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ	4	26.995,54	107.982,16	76	96,74	52,17	C
200466	ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	600	166,83	100.098,00	77	97,09	84,27	C
176962	ΔΕΟΝΑΣ	4	24.903,87	99.615,48	78	97,44	84,48	C
494895	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	2	49.454,66	98.909,32	79	97,79	84,59	C
515540	ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ	122	792,60	96.721,60	80	98,12	91,12	C
418804	ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ	11	8.264,59	90.910,49	81	98,44	91,71	C
223359	ΕΞΑΡΤΗΜΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ	5	18.149,49	90.747,45	82	98,76	91,97	C
82574	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΕΟΝΩΝ	121	747,86	90.491,05	83	99,08	98,45	C
204152	ΑΝΤΛΙΑ	3	9.921,95	89.297,64	84	99,39	98,93	C
346254	ΨΥΚΤΗΣ	3	29.382,52	88.147,56	85	99,70	99,09	C
458893	ΦΙΛΤΡΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ	17	5.048,83	85.830,11	86	100,00	100,00	C
	ΣΥΝΟΛΟ	1.869		28.544.205,47				

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ- Εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης
(αναλυτικοί πίνακες)**

Κωδικός: 587108

Περιγραφή: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

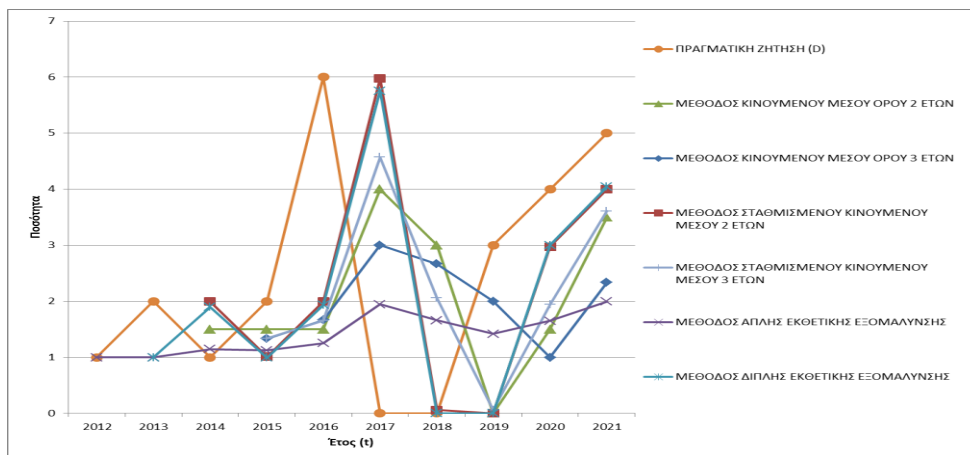
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλα ARIMA

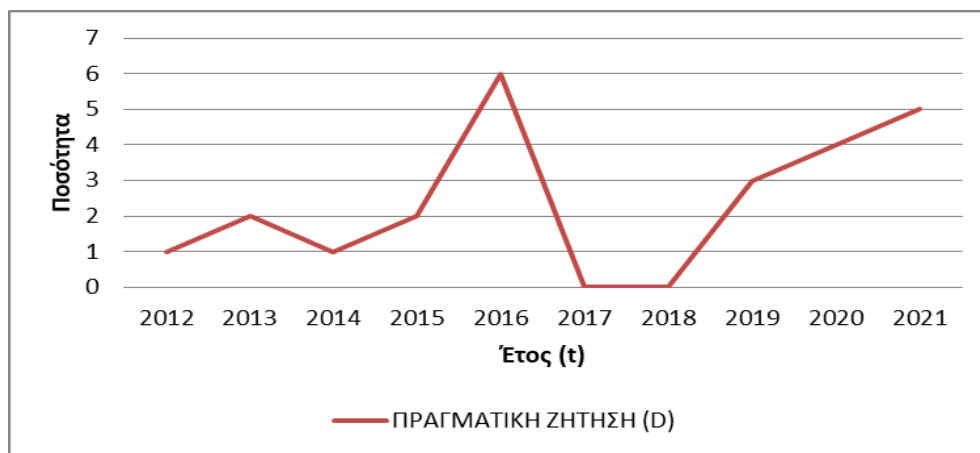
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ						
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMARE e _t /(F _t + D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	S	G	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMARE e _t /(F _t + D _t)
		1				0,15						
		1				0,86						
		2				0,02						
2012	1	1					1	0				
2013	2	1	1	1	0,33		2	0	1	1	0,33	
2014	1	1	0	0	0,07		1	0	2	-1	0,31	
2015	2	1	1	1	0,28		2	0	1	1	0,33	
2016	6	1	5	5	0,65		5	0	2	4	0,51	
2017	0	2	-2	2	1,00		0	0	6	-6	1,00	
2018	0	2	-2	2	1,00		0	0	0	0	1,00	
2019	3	1	2	2	0,36		3	0	0	3	1,00	
2020	4	2	2	2	0,42		4	0	3	1	0,14	
2021	5	2	3	3	0,43		4	0	4	1	0,11	
ΣΥΝΟΛΟ	24			17	5					18	4,74	
				1,92	0,50					1,96	0,53	
				50,44	52,66							

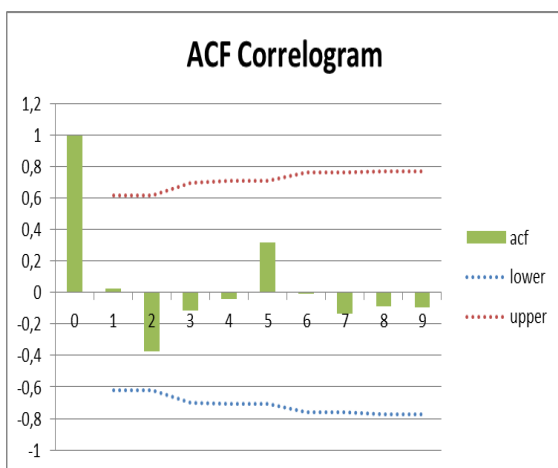
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



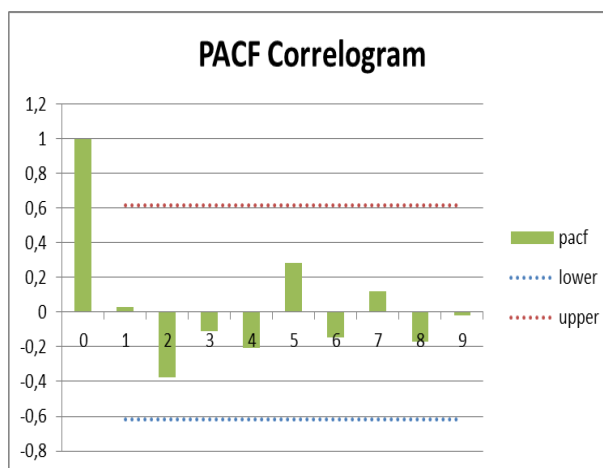
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

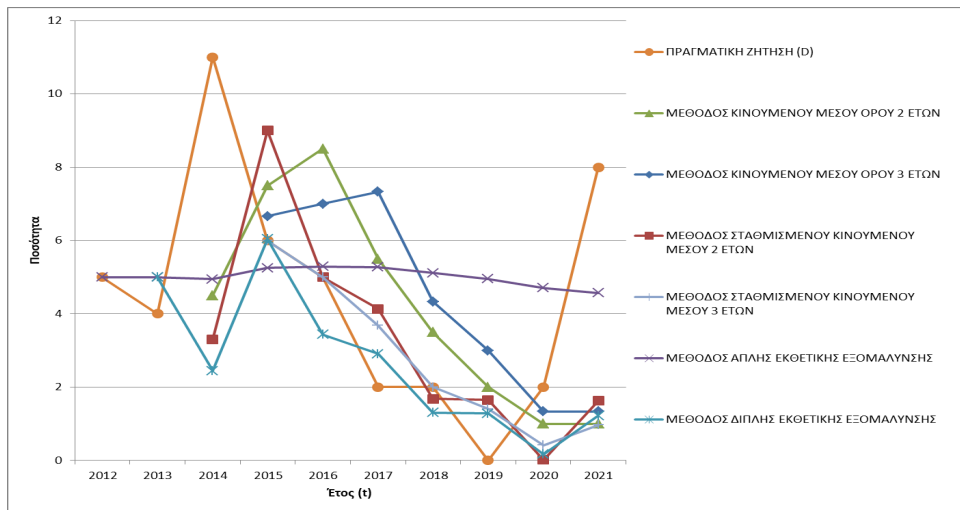
Κωδικός: 418584

Περιγραφή: ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ

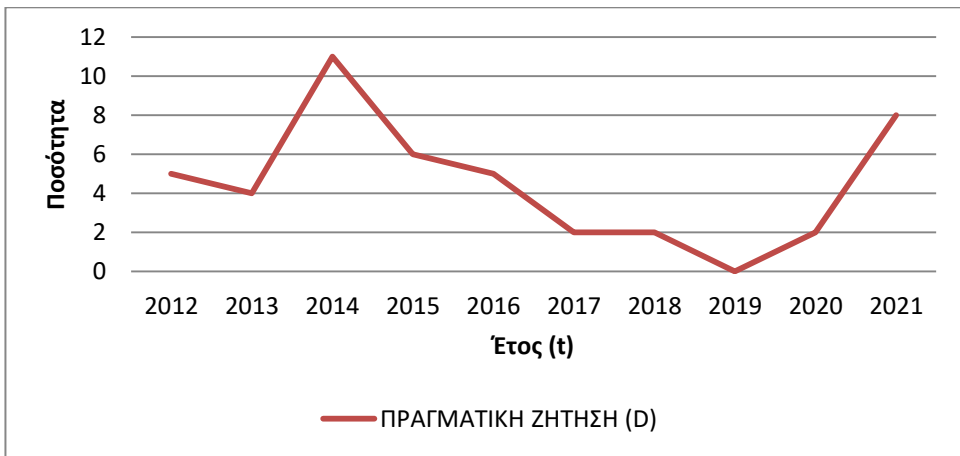
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,0)
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,0)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (0,1)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARMA (1,0)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARMA (0,1)

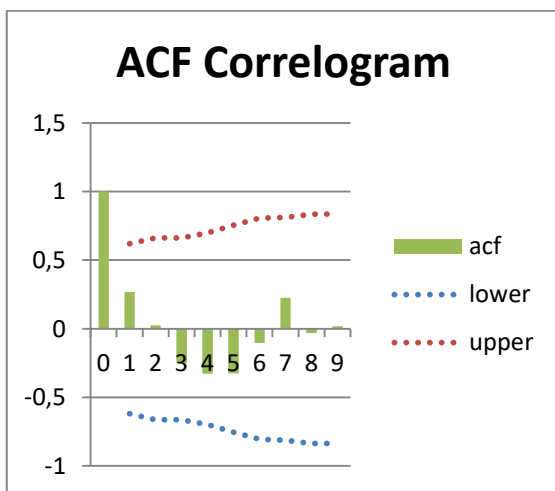
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



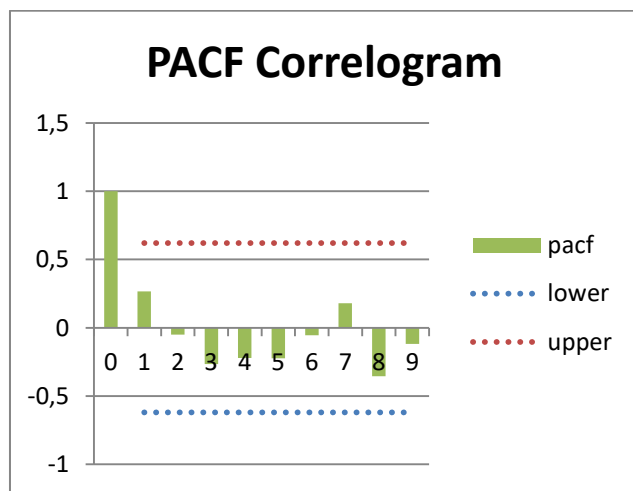
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

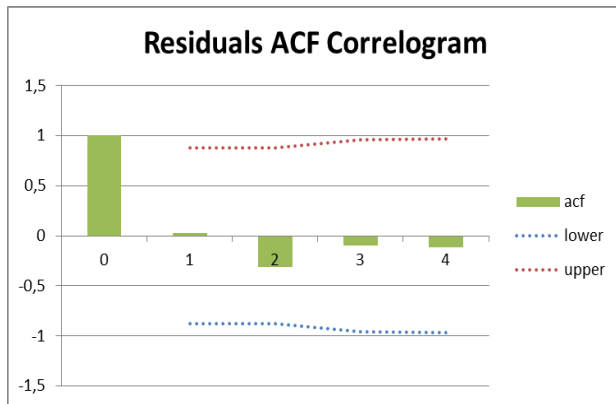


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

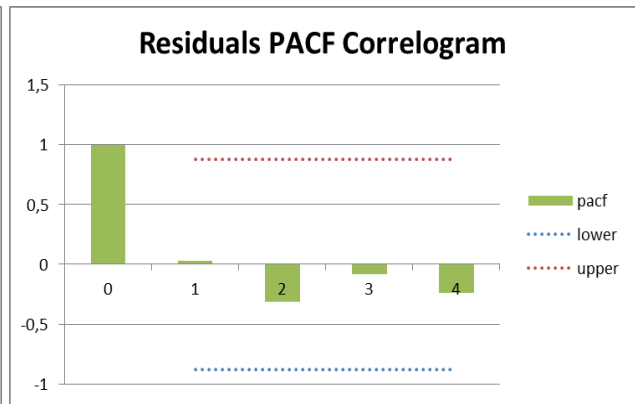
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))	
1	1,204366	0	1,204366	0,166993	0,877066	1,531666	1	5	5				
2	0,204366	-0,33	0,534364	0,166993	0,207064	0,861664	2	4	4				
3	7,204366	0,045876	7,15849	0,166993	6,83119	7,48579	3	11	11				
4	2,204366	-0,00957	2,213941	0,166993	1,88664	2,541241	4	6	6				
5	1,204366	0,021248	1,183118	0,166993	0,855817	1,510418	5	5	5				
6			0,079271	0,166993	-0,24803	0,406571	6	3,874904	2	-1,87	1,87	0,32	
7			0,035171	3,506497	-6,83744	6,907779	7	3,830805	2	-1,83	1,83	0,31	
8			0,015605	3,835431	-7,5017	7,532911	8	3,811239	0	-3,81	3,81	1,00	
9			0,006924	3,896915	-7,63089	7,644737	9	3,802558	2	-1,80	1,80	0,31	
10			0,003072	3,908905	-7,65824	7,664385	10	3,798706	8	4,20	4,20	0,36	
											13,52	2,30	
											MAD	2,70	0,46
											SMAPE		46,00

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6

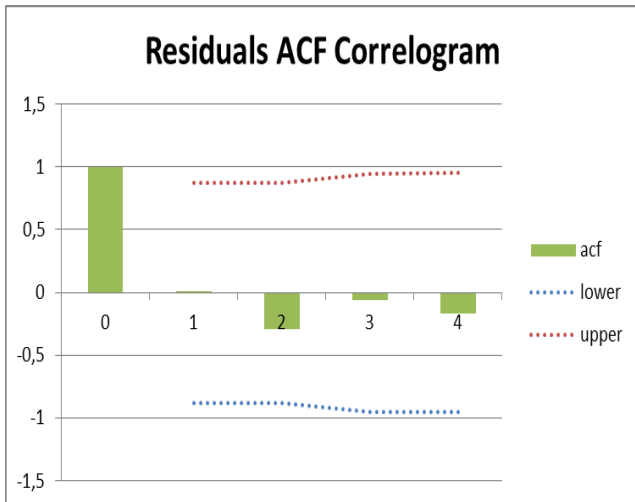


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

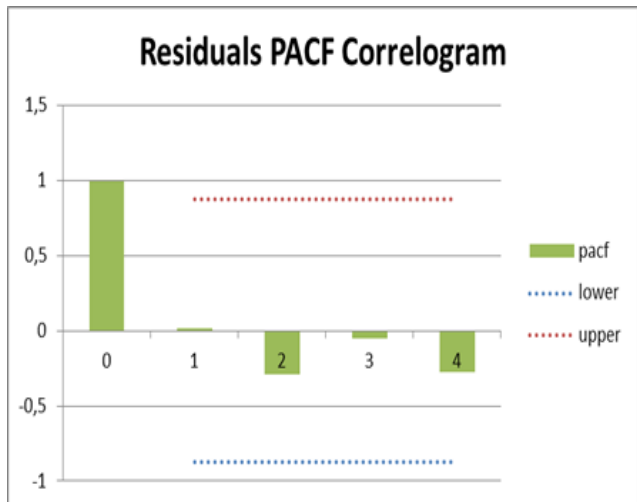
ARMA (1,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(I _t +D _t))	
1	-1,5	0	-1,5	3,619869	-8,59481	5,594812	1	5	5				
2	-2,5	-2,96552	0,465517	3,619869	-6,62929	7,560329	2	4	4				
3	4,5	3,724138	0,775862	3,619869	-6,31895	7,870674	3	11	11				
4	-0,5	0,896552	-1,39655	3,619869	-8,49136	5,69826	4	6	6				
5	-1,5	-1,65517	0,155172	3,619869	-6,93964	7,249984	5	5	5				
6			0,465517	3,619869	-6,62929	7,560329	6	6,965517	2	-4,97	4,97	0,55	
7			-0,14447	3,790184	-7,57309	7,284153	7	6,355529	2	-4,36	4,36	0,52	
8			0,044836	3,806185	-7,41515	7,504822	8	6,544836	0	-6,54	6,54	1,00	
9			-0,01391	3,807723	-7,47691	7,449085	9	6,486085	2	-4,49	4,49	0,53	
10			0,004318	3,807871	-7,45897	7,467608	10	6,504318	8	1,50	1,50	0,10	
											21,85	2,71	
											MAD	4,37	0,54
											SMAPE		54,14

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

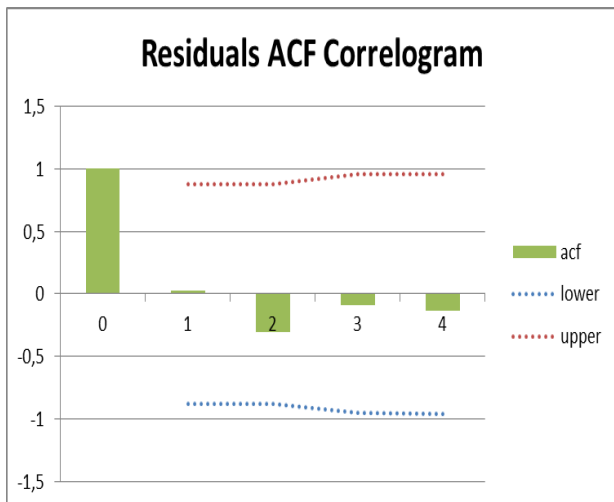


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

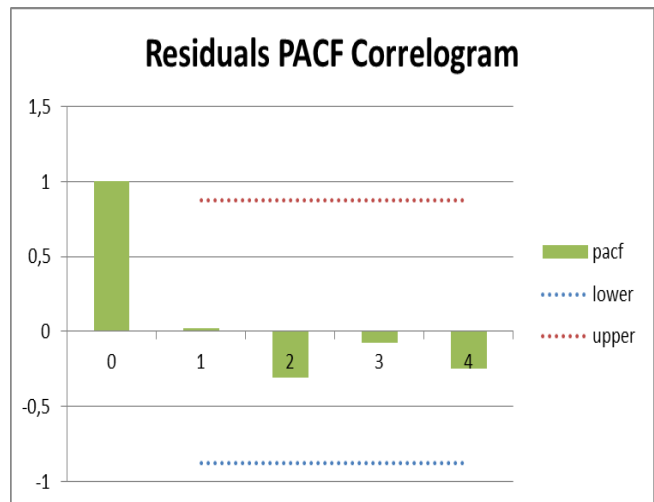
ARMA (0,1)

Forecast (reduced)							Forecast					
			Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +1 D _t)
0	0	0					1	5	5			
1	0,031588	0,031588	0	0,127043	-0,249	0,249	2	4	4			
2	-0,96841	-0,27821	-0,6902	0,127043	-0,9392	-0,4412	3	11	11			
3	6,031588	-0,04729	6,078883	0,127043	5,829883	6,327883	4	6	6			
4	1,031588	-0,0018	1,033392	0,127043	0,784392	1,282392	5	5	5			
5	0,031588	-0,00783	0,039418	0,127043	-0,20958	0,288418	6	5,139491	2	-3,14	3,14	0,44
6			0,171079	0,127043	-0,07792	0,420079	7	4,968412	2	-2,97	2,97	0,43
7			0	2,778799	-5,44635	5,446346	8	4,968412	0	-4,97	4,97	1,00
8			0	2,778799	-5,44635	5,446346	9	4,968412	2	-2,97	2,97	0,43
9			0	2,778799	-5,44635	5,446346	10	4,968412	8	3,03	3,03	0,23
10			0	2,778799	-5,44635	5,446346					17,08	2,53
										MAD	3,42	0,51
										SMAPE		50,51

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



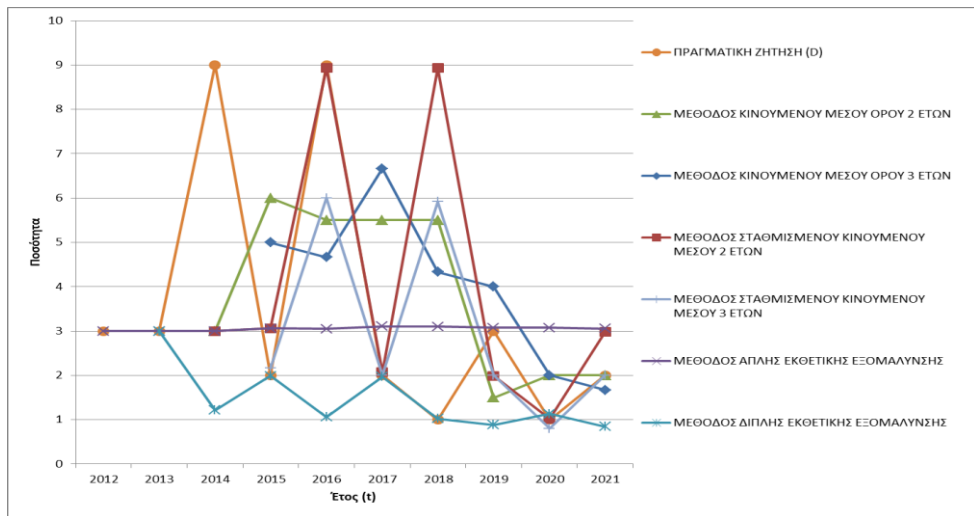
Κωδικός: 543578

Περιγραφή: ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ

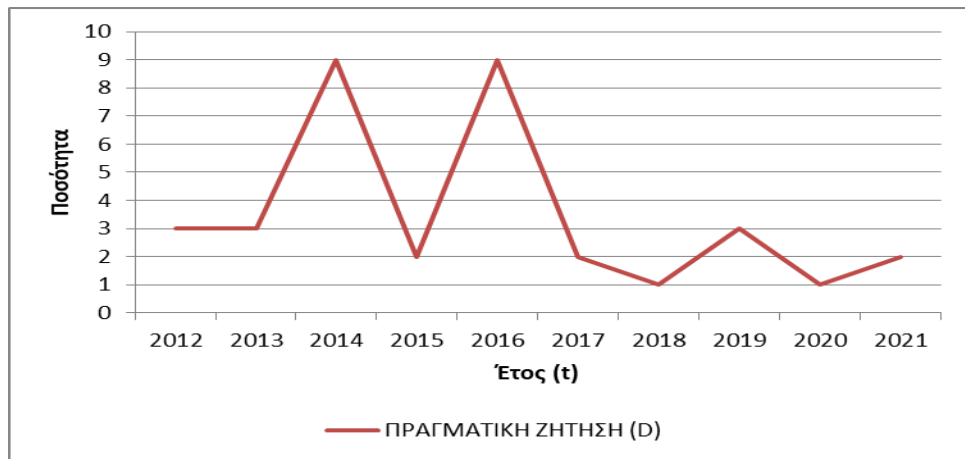
- Διάγραμμα:** Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7-Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)
Διάγραμμα 13- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)
Διάγραμμα 14- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,2)
Διάγραμμα 15- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,2)
Διάγραμμα 16- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)
Διάγραμμα 17- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)
Διάγραμμα 18- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,2)
Διάγραμμα 19- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,2)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (1,1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (1,1,0)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARIMA (0,1,1)
Πίνακας 6- Μοντέλο ARIMA (0,1,2)
Πίνακας 7- Μοντέλο ARIMA (2,1,0)
Πίνακας 8- Μοντέλο ARIMA (2,1,2)

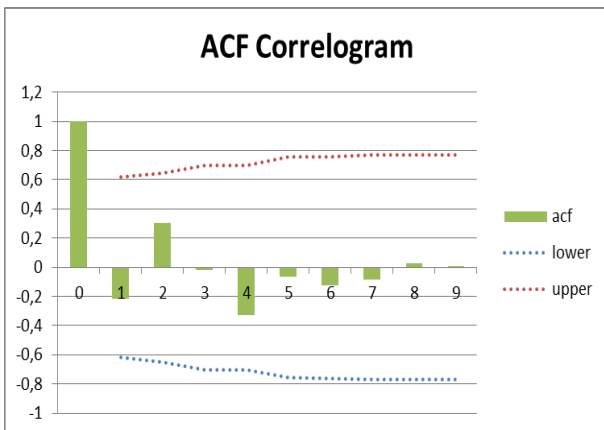
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



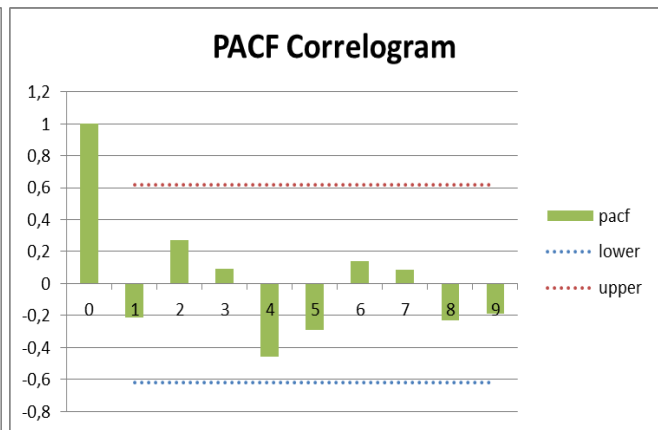
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



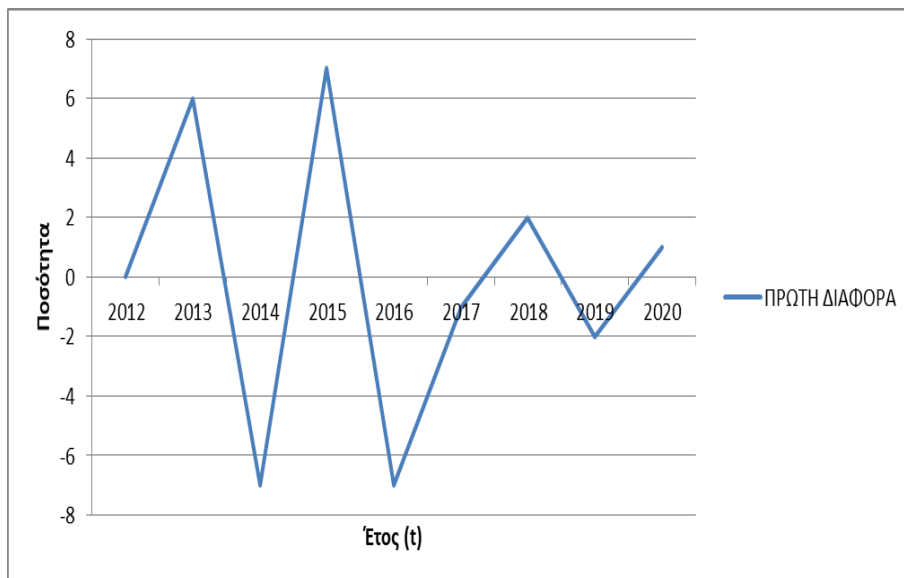
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



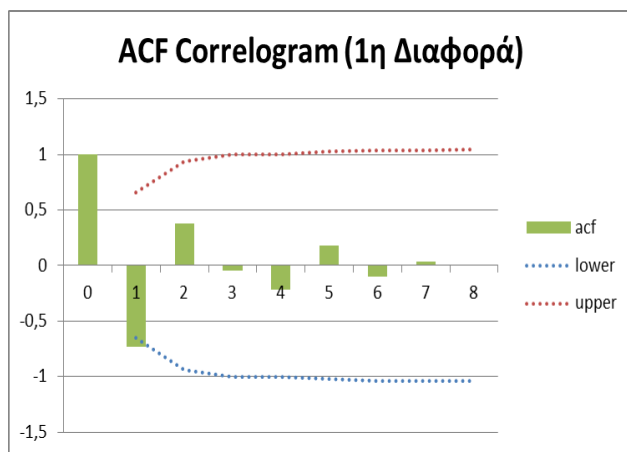
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



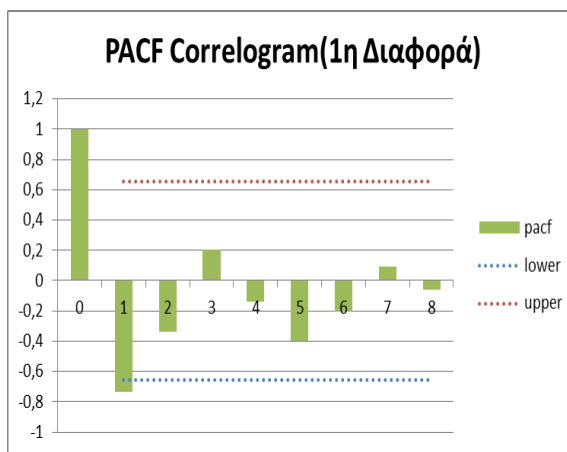
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7

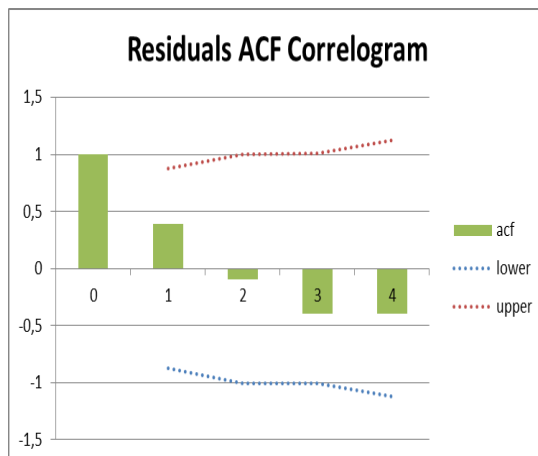


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

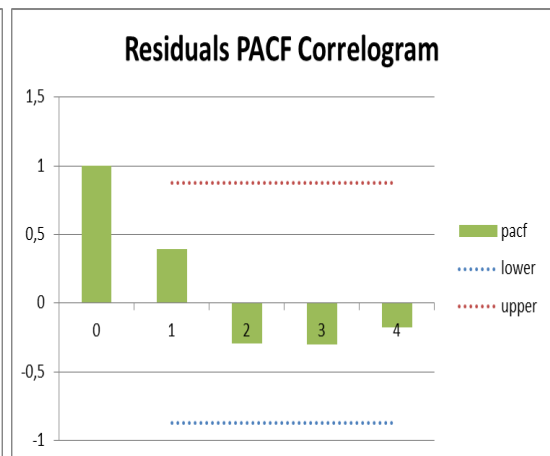
ARIMA (1,1,1)

cast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))	
1	-6,06787	0	-6,06787	0,345343	-6,74473	-5,39101	1	3	3				
2	-0,06787	0,588418	-0,65628	0,345343	-1,33314	0,020576	2	3	3				
3	-13,0679	-0,10564	-12,9622	0,345343	-13,6391	-12,2854	3	9	9				
4	0,932134	0,019744	0,91239	0,345343	0,235531	1,58925	4	2	2				
5			-0,33387	0,345343	-1,01073	0,342988	5	9	9				
6			-0,03611	7,573756	-14,8804	14,80818	6	14,73399	2	-12,73	12,73	0,76	
7			-0,00391	7,617834	-14,9346	14,92678	7	20,76575	1	-19,77	19,77	0,91	
8			-0,00042	7,618348	-14,9321	14,93127	8	26,82971	3	-23,83	23,83	0,80	
9			-4,6E-05	7,618354	-14,9317	14,93165	9	32,89715	1	-31,90	31,90	0,94	
							10	38,96497	2	-36,96	36,96	0,90	
											125,19	4,31	
											MAD	25,04	0,86
											SMAPE		86,23

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9

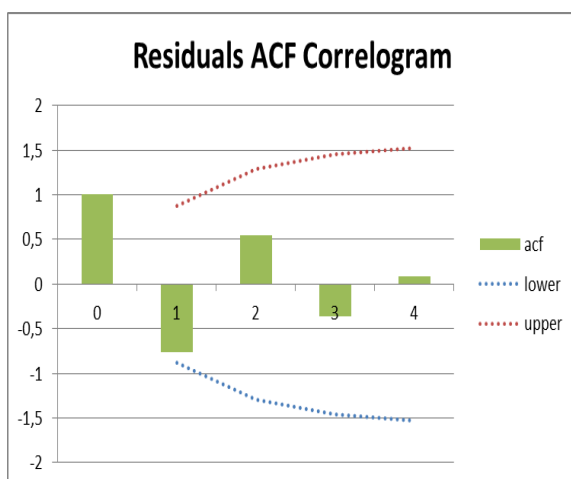


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

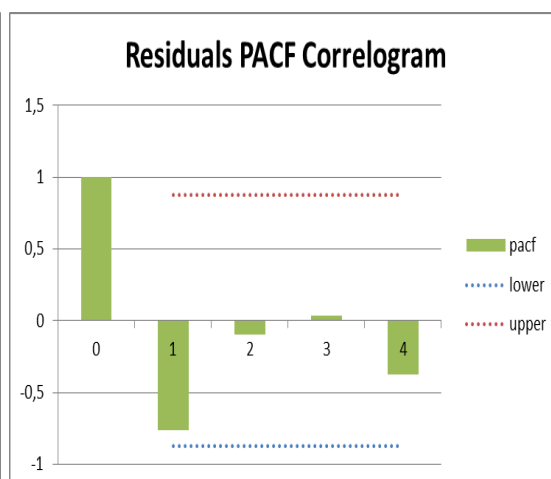
ARIMA (1,1,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
				Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	-0,80422	0	-0,80422	5,333374	-11,2574	9,648999	1	3	3				
2	5,195777	4,350394	0,845384	5,333374	-9,60784	11,29861	2	3	3				
3	-7,80422	-2,34252	-5,4617	5,333374	-15,9149	4,991519	3	9	9				
4	6,195777	-2,00787	8,203651	5,333374	-2,24957	18,65687	4	2	2				
5			-6,51288	5,333374	-16,9661	3,940338	5	9	9				
6			6,846221	7,737956	-8,31989	22,01233	6	3,291339	2	-1,29	1,29	0,24	
7			-7,19662	9,726598	-26,2604	11,86716	7	10,94178	1	-9,94	9,94	0,83	
8			7,564949	11,53185	-15,0371	30,16696	8	4,549387	3	-1,55	1,55	0,21	
9			-7,95213	13,24346	-33,9088	18,00458	9	12,91856	1	-11,92	11,92	0,86	
							10	5,77065	2	-3,77	3,77	0,49	
											28,47	2,62	
											MAD	5,69	0,52
											SMAPE		52,47

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11

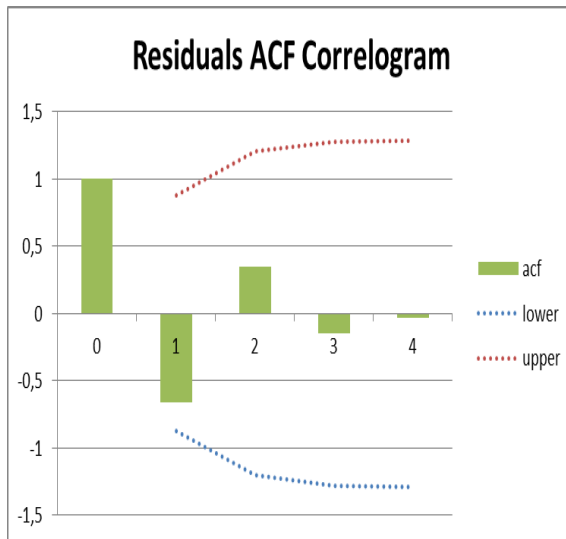


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

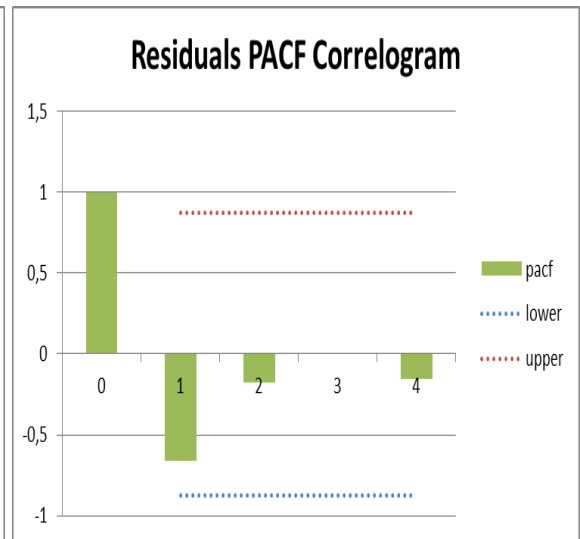
ARIMA (0,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
				Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
0	0	0					1	3	3				
1	-0,18887	-0,18887	0	0,190245	-0,37287	0,372874	2	3	3				
2	5,81113	0,235743	5,575387	0,190245	5,202513	5,948261	3	9	9				
3	-7,18887	-0,22983	-6,95904	0,190245	-7,33191	-6,58616	4	2	2				
4	6,81113	0,026512	6,784618	0,190245	6,411744	7,157492	5	9	9				
5			-0,78262	0,190245	-1,15549	-0,40974	6	8,406253	2	-6,41	6,41	0,62	
6			0	5,619195	-11,0134	11,01342	7	8,595124	1	-7,60	7,60	0,79	
7			0	5,619195	-11,0134	11,01342	8	8,783994	3	-5,78	5,78	0,49	
8			0	5,619195	-11,0134	11,01342	9	8,972865	1	-7,97	7,97	0,80	
9			0	5,619195	-11,0134	11,01342	10	9,161735	2	-7,16	7,16	0,64	
											34,92	3,34	
											MAD	6,98	0,67
											SMAPE		66,78

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13

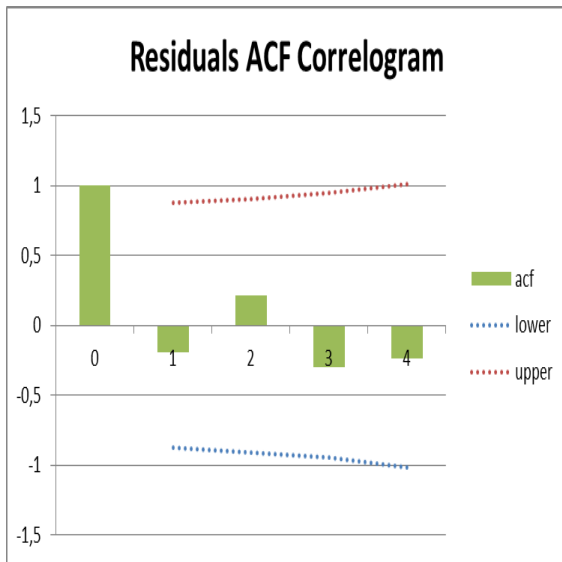


ΠΙΝΑΚΑΣ 6

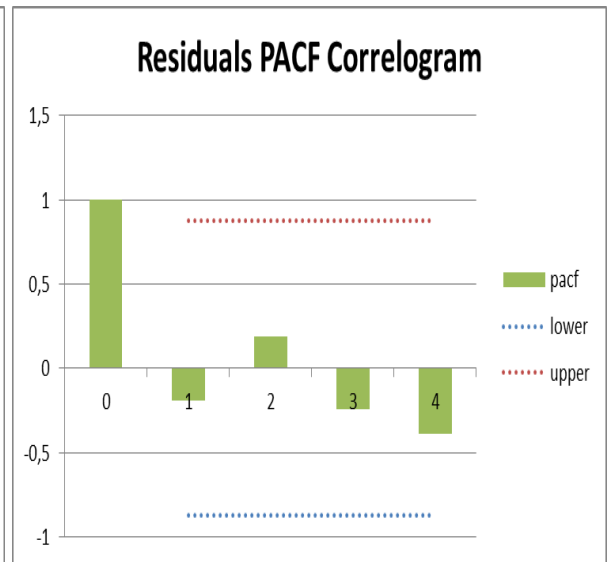
ARIMA (0,1,2)

Forecast (reduced)							Forecast								
				Alpha	0,05										
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)			
-1	0	0					1	3	3						
0	0	0					2	3	3						
1	-0,46969	-0,46969	0	0,348283	-0,68262	0,682622	3	9	9						
2	5,530314	0,03869	5,491625	0,348283	4,809003	6,174246	4	2	2						
3	-7,46969	-0,50491	-6,96477	0,348283	-7,64739	-6,28215	5	9	9						
4	6,530314	0,090357	6,439957	0,348283	5,757335	7,122579	6	1,412365	2	0,59	0,59	0,17			
5			-8,05732	0,348283	-8,73994	-7,3747	7	3,134895	1	-2,13	2,13	0,52			
6			1,252843	0,087031	-6,75759	9,263278	8	3,604581	3	-0,60	0,60	0,09			
7			0	6,326455	-12,3996	12,39962	9	4,074266	1	-3,07	3,07	0,61			
8			0	6,326455	-12,3996	12,39962	10	4,543952	2	-2,54	2,54	0,39			
9			0	6,326455	-12,3996	12,39962					8,95	1,77			
											MAD	1,79	0,35		
											SMAPE		35,49		

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15

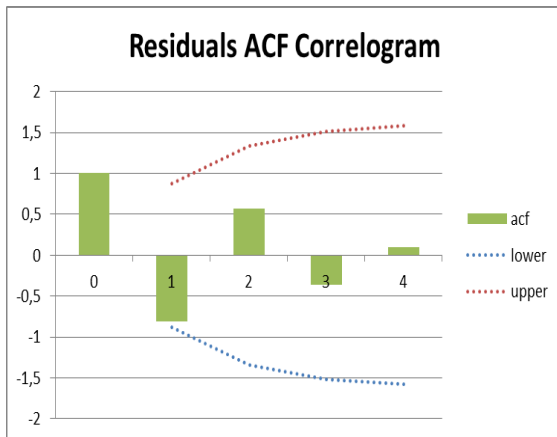


ΠΙΝΑΚΑΣ 7

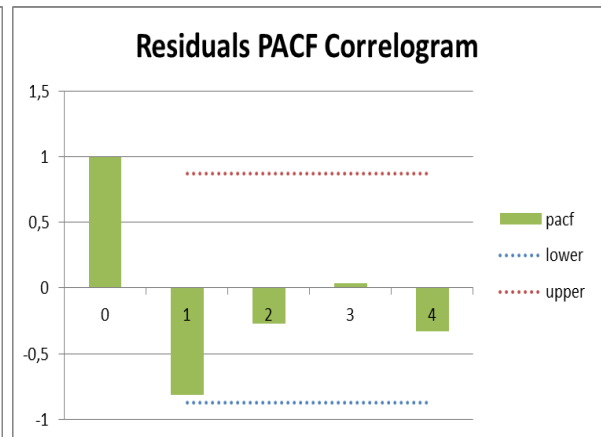
ARIMA (2,1,0)

Forecast (reduced)							Forecast													
				Alpha	0,05															
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))								
1	0,223318	0	0,223318	#API0!	#API0!	#API0!	1	3	3											
2	6,223318	0	6,223318	#API0!	#API0!	#API0!	2	3	3											
3	-6,77668	6,18E-06	-6,77669	#API0!	#API0!	#API0!	3	9	9											
4	7,223318	-3E-06	7,223321	#API0!	#API0!	#API0!	4	2	2											
5			-7,69594	#API0!	#API0!	#API0!	5	9	9											
6			8,19941	#API0!	#API0!	#API0!	6	1,080741	2	0,92	0,92	0,30								
7			-8,73581	#API0!	#API0!	#API0!	7	9,056833	1	-8,06	8,06	0,80								
8			9,30731	#API0!	#API0!	#API0!	8	0,0977	3	2,90	2,90	0,94								
9			-9,91619	#API0!	#API0!	#API0!	9	9,181692	1	-8,18	8,18	0,80								
							10	-0,95782	2	2,96	2,96	1,00								
											23,02	3,84								
											MAD	4,60	0,77							
											SMAPE		76,80							

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17

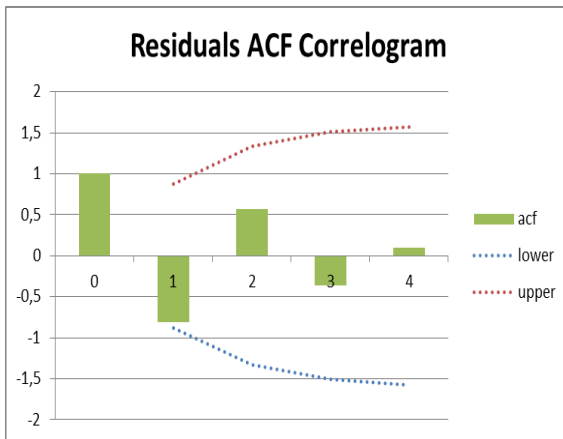


ΠΙΝΑΚΑΣ 8

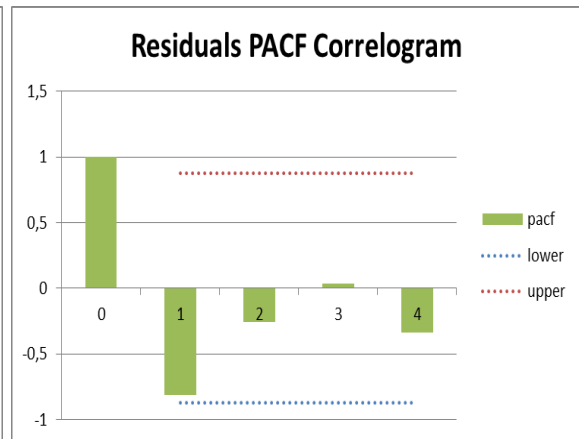
ARIMA (2,1,2)

Forecast (reduced)							Forecast						
				Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))	
1	0,249759	0	0,249759	1,14E-06	0,249757	0,249761	1	3	3				
2	6,249759	0	6,249759	1,14E-06	6,249757	6,249761	2	3	3				
3	-6,75024	-1,5E-06	-6,75024	1,14E-06	-6,75024	-6,75024	3	9	9				
4	7,249759	-5,3E-07	7,249759	1,14E-06	7,249757	7,249762	4	2	2				
5			-7,786	1,14E-06	-7,786	-7,786	5	9	9				
6			8,361907	2,02E-06	8,361903	8,361911	6	0,96424	2	1,04	1,04	0,35	
7			-8,98041	2,7E-06	-8,98042	-8,98041	7	9,076388	1	-8,08	8,08	0,80	
8			9,644663	3,32E-06	9,644656	9,644669	8	-0,15378	3	3,15	3,15	1,00	
9			-10,358	3,91E-06	-10,3581	-10,358	9	9,241122	1	-8,24	8,24	0,80	
							10	-1,36668	2	3,37	3,37	1,00	
											23,87	3,96	
											MAD	4,77	0,79
											SMAPE		79,11

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19



Κωδικός: 150037

Περιγραφή: ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΡΟΤΟΡΑ

Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλα ARIMA

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)			
2012	12	12	12	12	0	0	0	0		
2013	1	12	-11	0,85	1	0	12	-11	11	0,85
2014	3	9	-6	0,51	2	0	1	2	2	0,59
2015	6	8	-2	0,12	4	0	2	4	4	0,55
2016	3	7	-4	0,41	2	0	3	0	0	0,04
2017	2	6	-4	0,51	2	0	2	0	0	0,12
2018	6	5	1	0,08	4	0	1	5	5	0,73
2019	0	5	-5	1,00	1	0	3	-3	3	1,00
2020	4	4	0	0,00	3	0	0	4	4	1,00
2021	16	4	12	0,60	9	0	2	14	14	0,80
ΣΥΝΟΛΟ	53		46	4				45	45	5,67
			5,06	0,45				4,97	4,97	0,63
				45,35						62,99

Σταθερά εξομάλυνσης α

Σταθερά εξομάλυνσης β

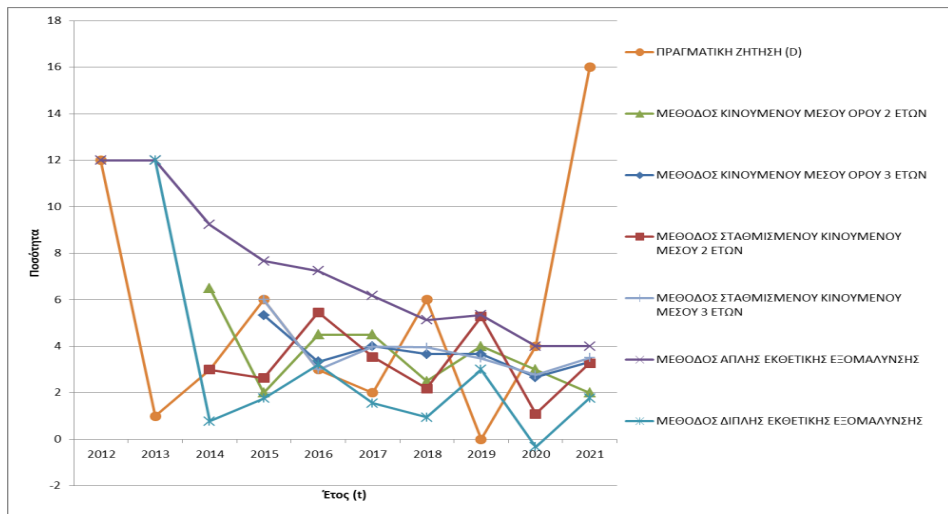
Σταθερά εξομάλυνσης α

0,25

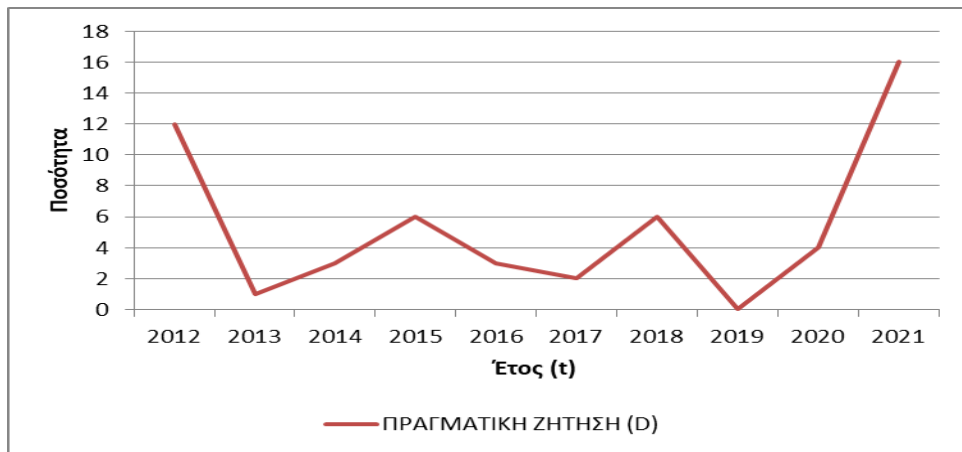
0,50

0,01

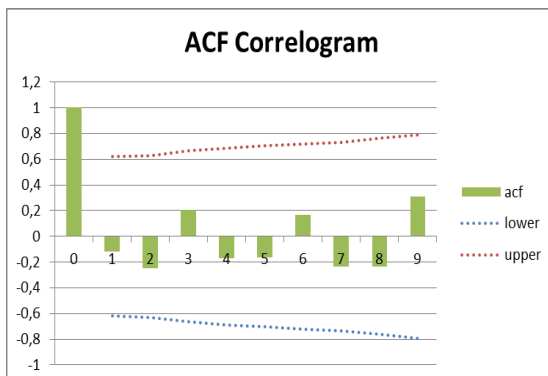
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



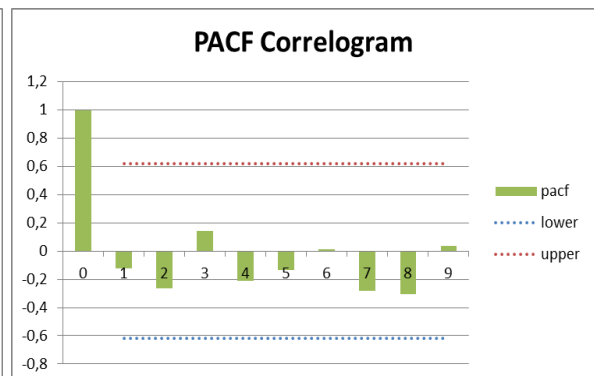
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

Κωδικός: 83578

Περιγραφή: ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ

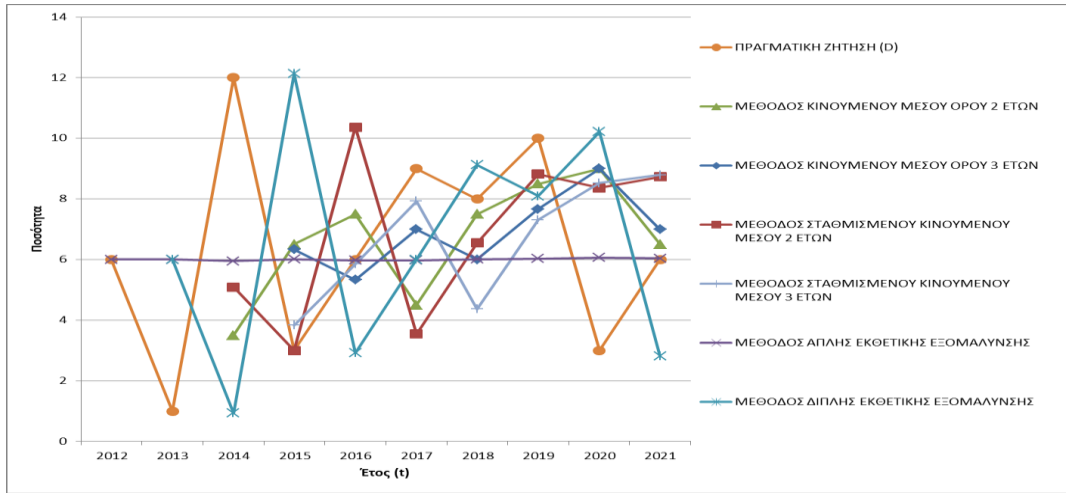
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (2,1)
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (2,1)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (2,0)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (2,0)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,1)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARMA (2,1)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARMA (2,0)
Πίνακας 6- Μοντέλο ARMA (0,1)

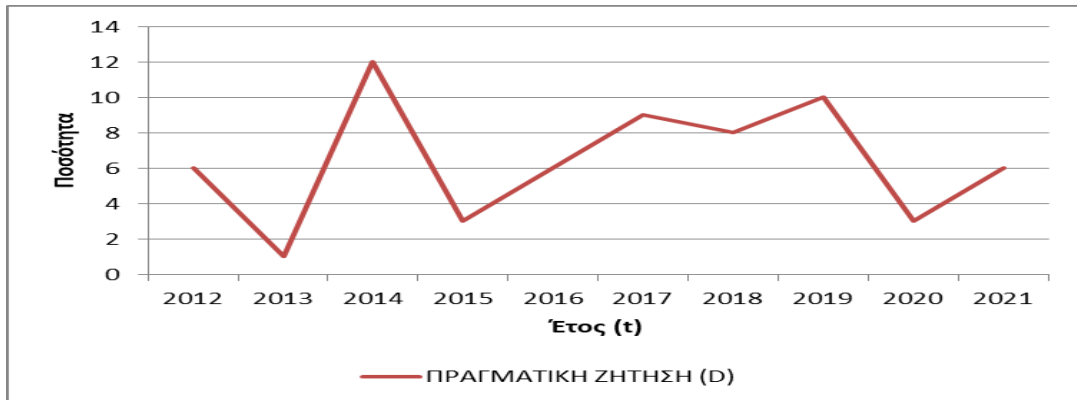
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΙΣΜΕΝΟΥ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ								
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΑΤΟΛΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΑΤΟΛΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΑΤΟΛΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e)	ΑΤΟΛΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e)						
2012	6																		
2013	1																		
2014	12	4	8,5	8,5	0,55	6	-3	3	0,36	5	7	7	0,40	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2015	3	7	-3,5	3,5	0,37	6	-3	3	0,36	5	7	7	0,40	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2016	6	8	-1,5	1,5	0,11	5	1	1	0,06	10	-4	4	0,27	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2017	9	5	4,5	4,5	0,33	7	2	2	0,13	4	5	5	0,43	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2018	8	8	0,5	0,5	0,03	6	2	2	0,14	7	1	1	0,10	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2019	10	9	1,5	1,5	0,08	8	2	2	0,13	9	1	1	0,06	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2020	3	9	-6	6	0,50	9	-6	6	0,50	8	-5	5	0,47	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
2021	6	7	-0,5	0,5	0,04	7	-1	1	0,08	9	-3	3	0,19	0,82	0,18	0,55	0,44	0,01	1,00
ΣΥΝΟΛΟ	64			26,5	2,01			17	1			27	2					17	1
			MAD	3,31	0,25			2,48	0,20			3,43	0,24					2,09	0,16
			SMAPE	25,18					19,90				24,07						16,44

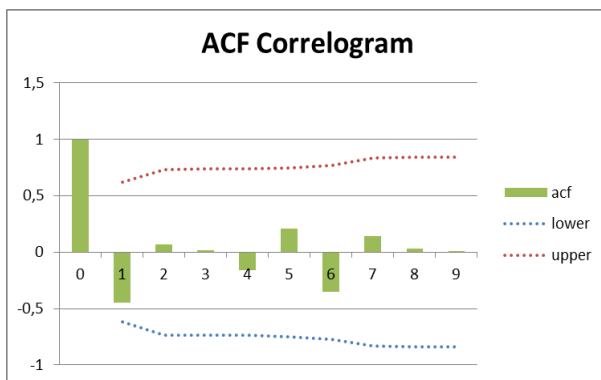
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



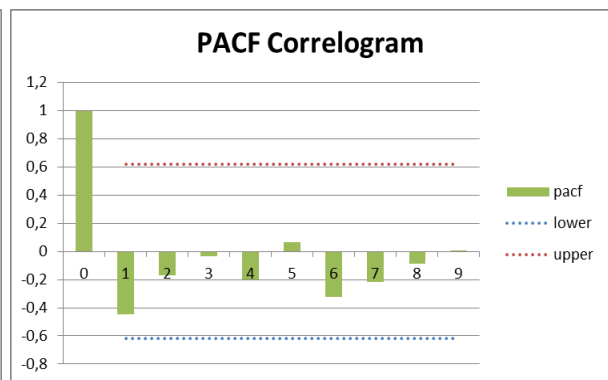
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

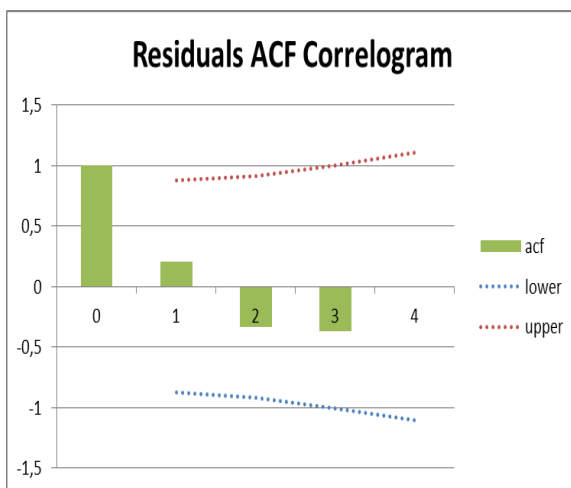


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

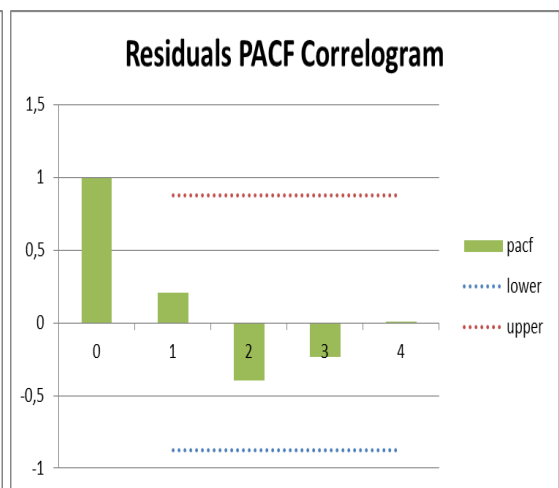
ARMA (2,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))	
1	0,35731	0	0,35731	0,129323	0,103841	0,610778	1	6	6				
2	-4,64269	0	-4,64269	0,129323	-4,89616	-4,38922	2	1	1				
3	6,35731	0,214794	6,142516	0,129323	5,889048	6,395984	3	12	12				
4	-2,64269	0,029677	-2,67237	0,129323	-2,92584	-2,4189	4	3	3				
5	0,35731	0,05618	0,30113	0,129323	0,047661	0,554598	5	6	6				
6			1,93452	0,129323	1,681052	2,187988	6	7,57721	9	1,42	1,42	0,09	
7			-2,85954	1,800401	-6,38826	0,669185	7	2,783154	8	5,22	5,22	0,48	
8			2,767002	3,108844	-3,32622	8,860225	8	8,409693	10	1,59	1,59	0,09	
9			-2,09201	3,930108	-9,79488	5,610859	9	3,550679	3	-0,55	0,55	0,08	
10			1,223022	4,317861	-7,23983	9,685875	10	6,865713	6	-0,87	0,87	0,07	
											9,65	0,81	
											MAD	1,93	0,16
											SMAPE		16,15

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

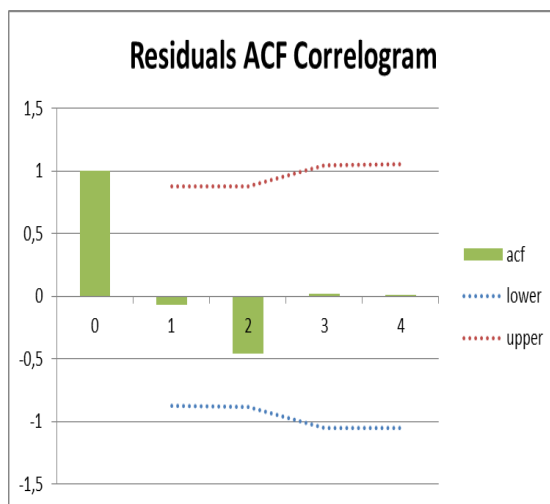


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

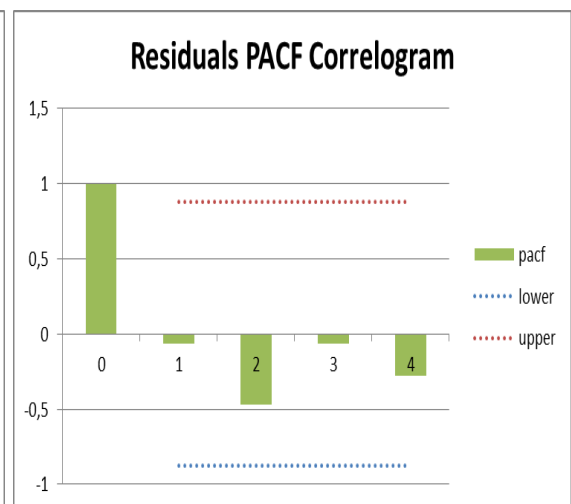
ARMA (2,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)	
1	-0,17307	0	-0,17307	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	1	6	6				
2	-5,17307	0	-5,17307	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	2	1	1				
3	5,826926	-4,8E-06	5,826931	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	3	12	12				
4	-3,17307	2,62E-06	-3,17308	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	4	3	3				
5	-0,17307	2,5E-05	-0,1731	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	5	6	6				
6			2,195352	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	6	8,368425	9	0,63	0,63	0,04	
7			-2,31714	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	7	3,855937	8	4,14	4,14	0,35	
8			1,174505	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	8	7,347578	10	2,65	2,65	0,15	
9			0,165325	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	9	6,338398	3	-3,34	3,34	0,36	
10			-0,92452	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	#ΔΙΑΙΡ./0!	10	5,248549	6	0,75	0,75	0,07	
											11,52	0,96	
											MAD	2,30	0,19
											SMAPE		19,26

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10

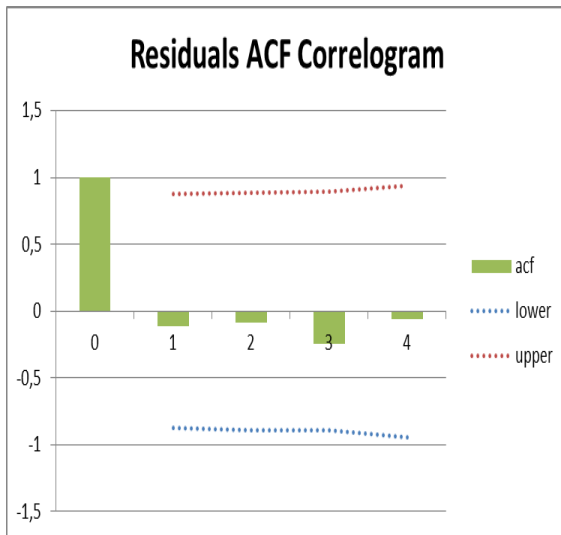


ΠΙΝΑΚΑΣ 6

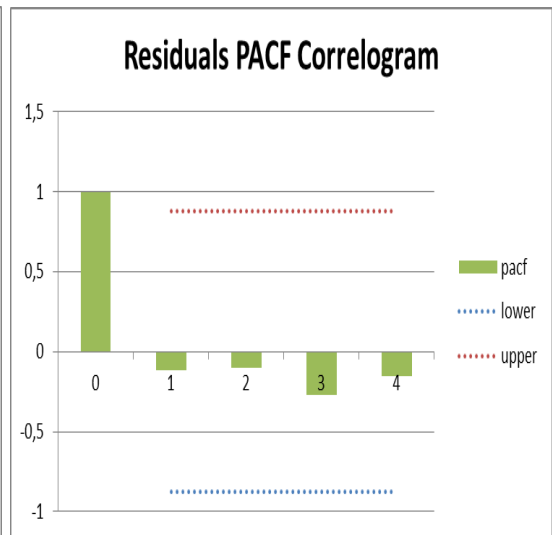
ARMA (0,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
				Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)	
0	0	0					1	6	6				
1	0,279845	0,279845	0	0,230574	-0,45192	0,451917	2	1	1				
2	-4,72015	-0,39501	-4,32514	0,230574	-4,77706	-3,87322	3	12	12				
3	6,279845	0,174729	6,105116	0,230574	5,653199	6,557034	4	3	3				
4	-2,72015	-0,01963	-2,70052	0,230574	-3,15244	-2,2486	5	6	6				
5	0,279845	-0,02361	0,303457	0,230574	-0,14846	0,755374	6	6,085077	9	2,91	2,91	0,19	
6			0,364923	0,230574	-0,08699	0,81684	7	5,720155	8	2,28	2,28	0,17	
7			0	3,571083	-6,99919	6,999194	8	5,720155	10	4,28	4,28	0,27	
8			0	3,571083	-6,99919	6,999194	9	5,720155	3	-2,72	2,72	0,31	
9			0	3,571083	-6,99919	6,999194	10	5,720155	6	0,28	0,28	0,02	
10			0	3,571083	-6,99919	6,999194					12,47	0,97	
											MAD	2,49	0,19
											SMAPE		19,35

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



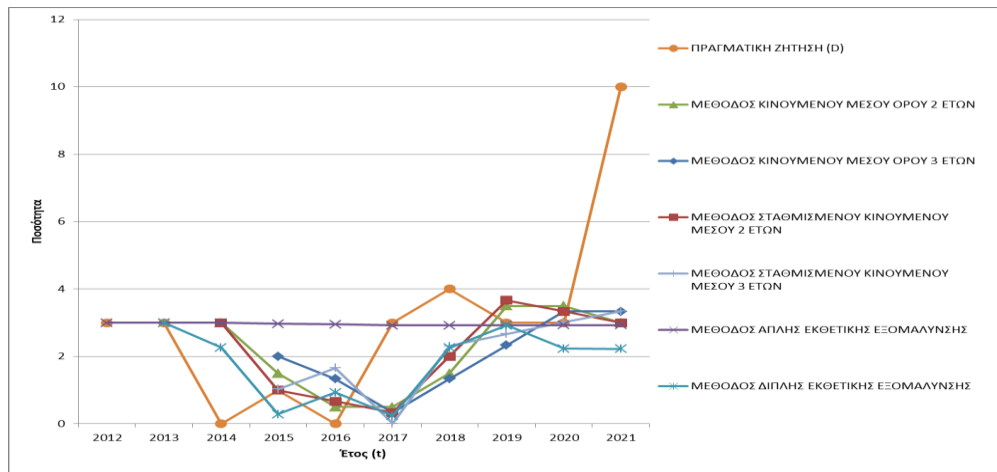
Κωδικός: 469023

Περιγραφή: ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ

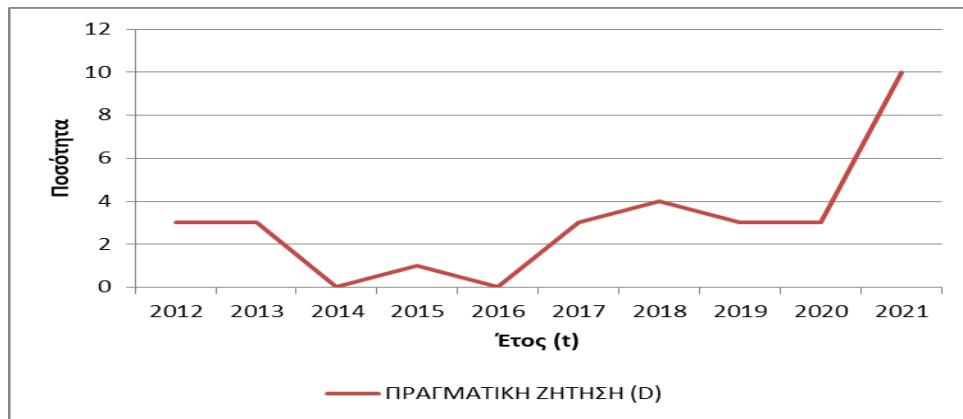
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Δεύτερων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Δεύτερων Διαφορών
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Δεύτερων Διαφορών
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,2,1)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,2,1)
Διάγραμμα 13- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,2,1)
Διάγραμμα 14- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,2,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (0,2,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (1,2,1)

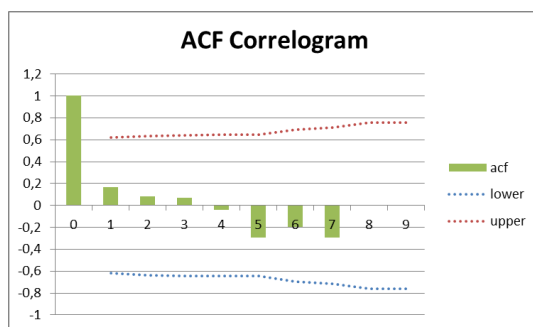
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



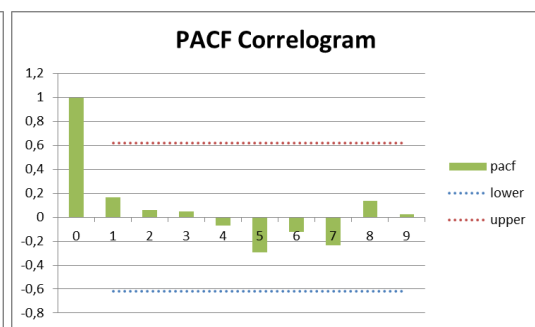
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



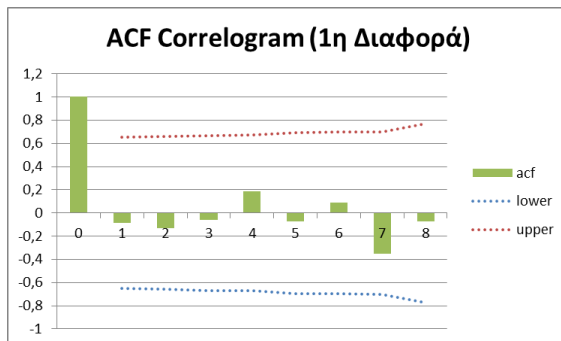
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



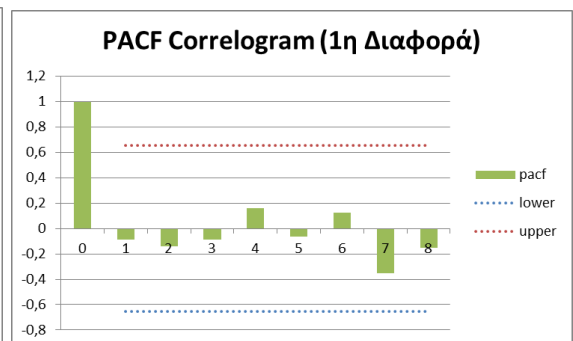
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



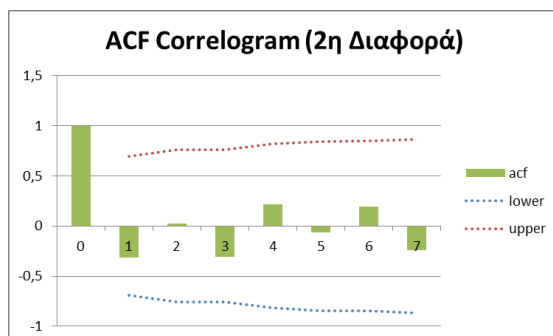
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



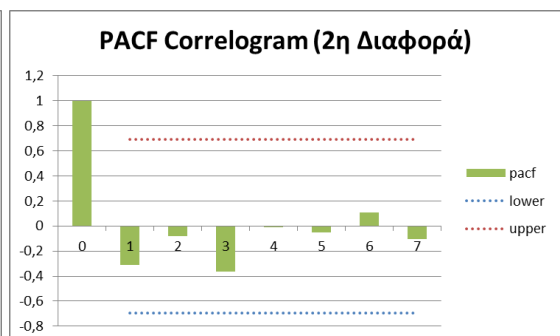
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10

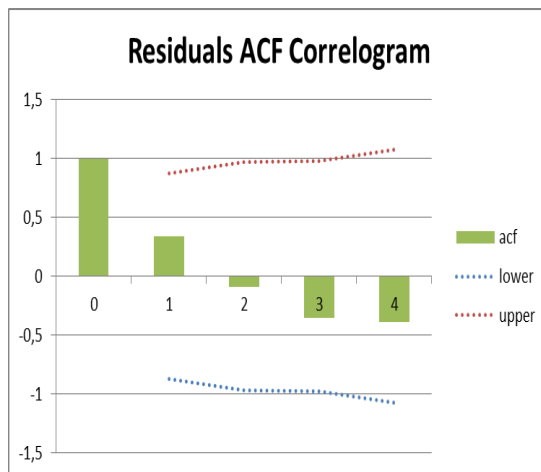


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

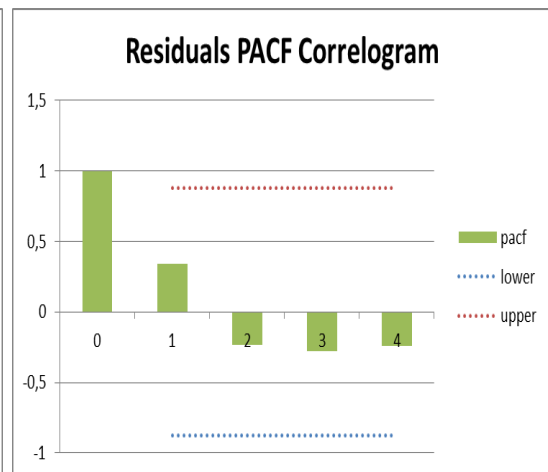
ARIMA (0,2,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
0	0	0					1	3	3				
1	-0,08967	-0,08967	0	0,052457	-0,10281	0,102813	2	3	3				
2	6,910334	-0,01168	6,922011	0,052457	6,819198	7,024824	3	0	0				
3	0,910334	0,008872	0,901462	0,052457	0,798649	1,004275	4	1	1				
4			-0,6849	0,052457	-0,78771	-0,58208	5	0	0				
5			0	4,049865	-7,93759	7,937589	6	-4,59523	3	7,60	7,60	1,00	
6			0	4,049865	-7,93759	7,937589	7	-12,1008	4	16,10	16,10	1,00	
7			0	4,049865	-7,93759	7,937589	8	-22,5167	3	25,52	25,52	1,00	
8			0	4,049865	-7,93759	7,937589	9	-35,8429	3	38,84	38,84	1,00	
							10	-52,0795	10	62,08	62,08	1,00	
											150,14	5,00	
											MAD	30,03	1,00
											SMAPE		100,00

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12

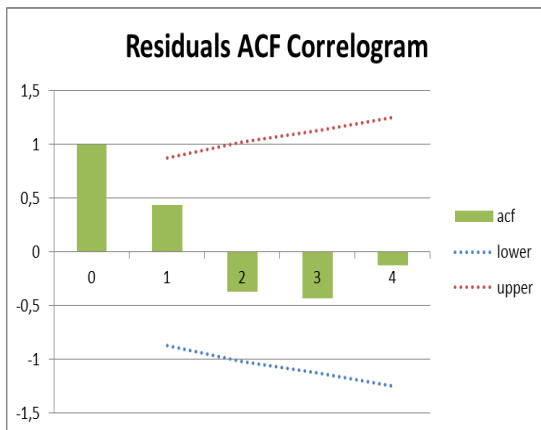


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

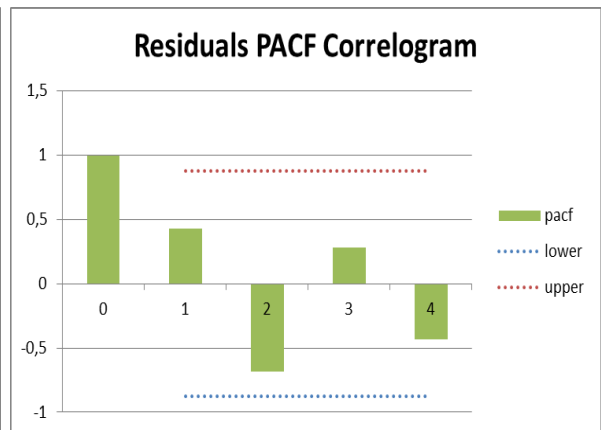
ARIMA (1,2,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
				Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	-3,76923	0	-3,76923	2,6E-06	-3,76923	-3,76922	1	3	3				
2	3,23077	-5,5E-07	3,230771	2,6E-06	3,230766	3,230776	2	3	3				
3	-2,76923	3,64E-06	-2,76923	2,6E-06	-2,76924	-2,76923	3	0	0				
4			2,373626	2,6E-06	2,373621	2,373631	4	1	1				
5			-2,03454	4,25E-06	-2,03455	-2,03453	5	0	0				
6			1,743891	5,14E-06	1,743881	1,743901	6	2,142855	3	0,86	0,86	0,17	
7			-1,49476	5,71E-06	-1,49478	-1,49475	7	3,020403	4	0,98	0,98	0,14	
8			1,281228	6,09E-06	1,281216	1,28124	8	6,411071	3	-3,41	3,41	0,36	
							9	9,076204	3	-6,08	6,08	0,50	
							10	13,79179	10	-3,79	3,79	0,16	
											15,12	1,33	
											MAD	3,02	0,27
											SMAPE		26,62

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14



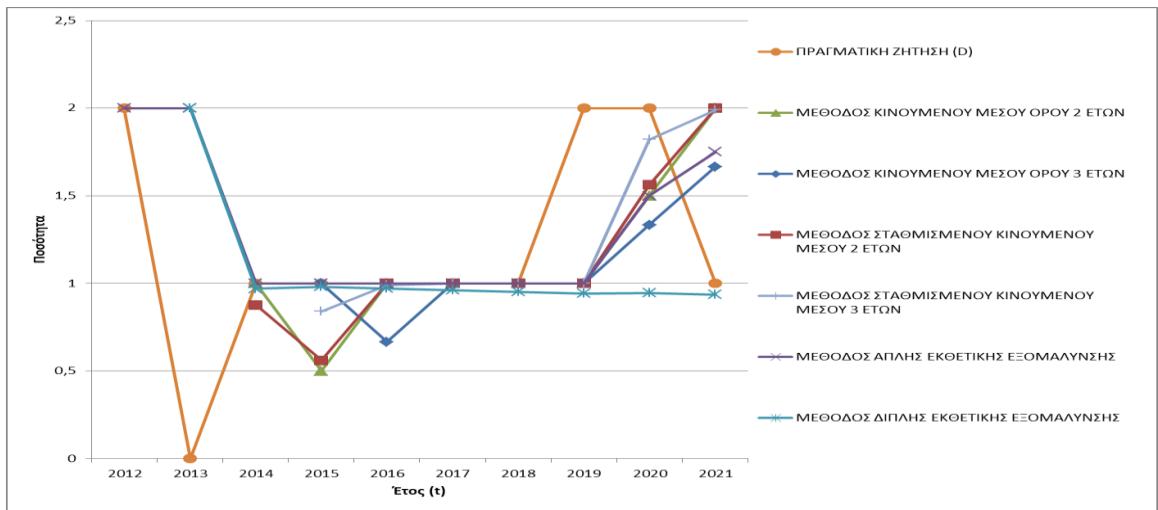
Κωδικός: 551471

Περιγραφή: ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ

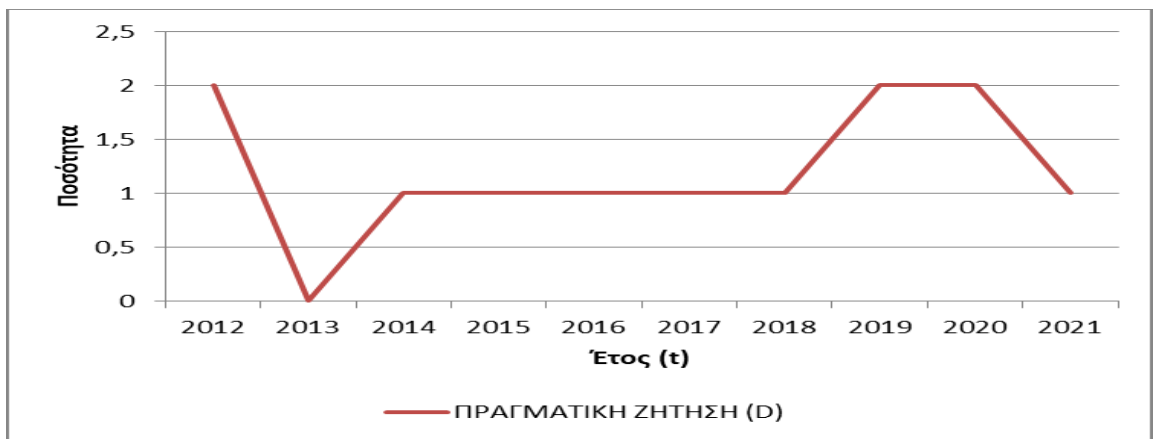
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλα ARIMA

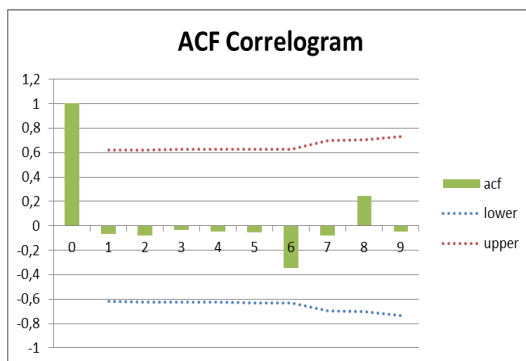
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



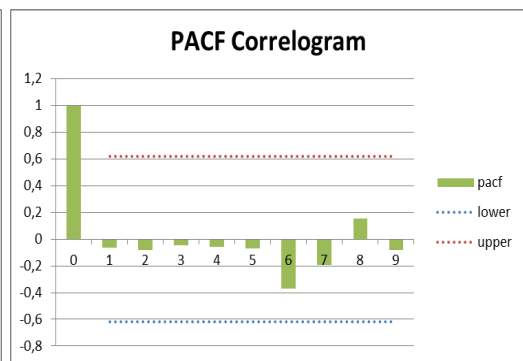
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

Κωδικός: 346195

Περιγραφή: ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ

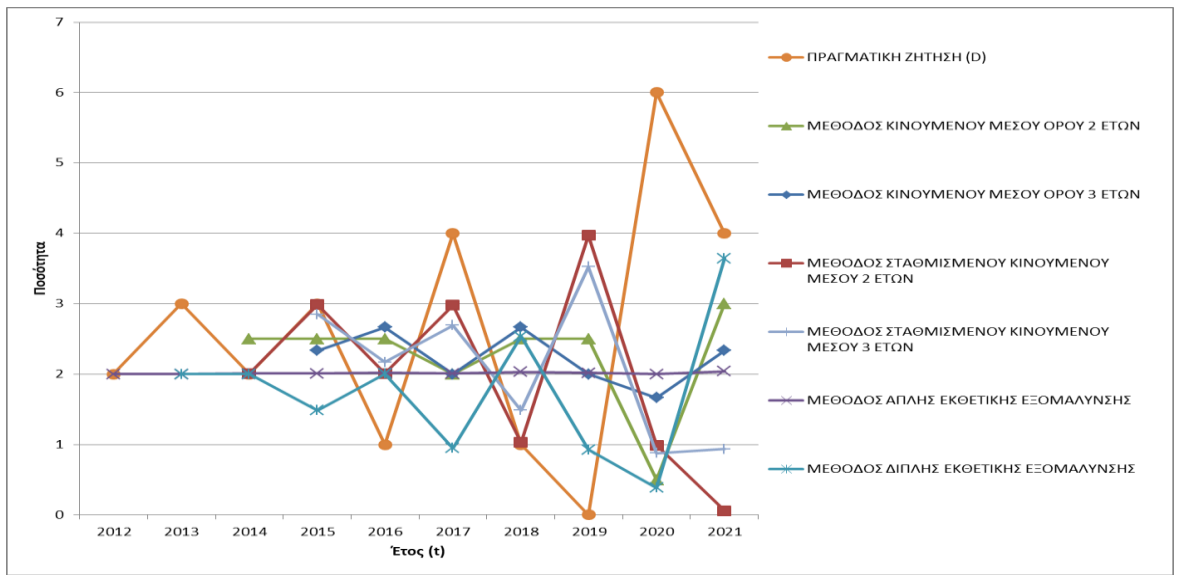
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7-Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (0,1,1)

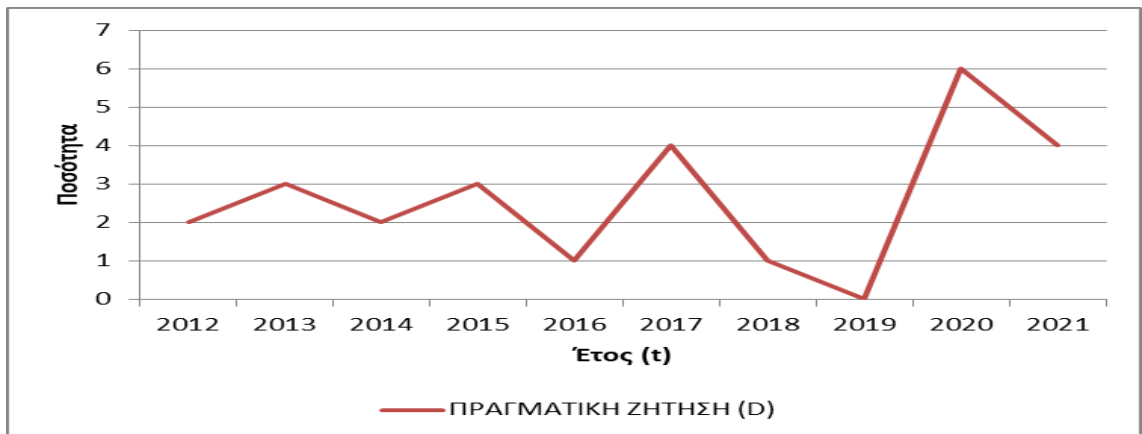
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)								
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)										
2012	2	2				2	0	0	0										
2013	3	2	1	1	0,20	2	0	2	0	1	1	0,20							0,20
2014	2	2	0	0	0,00	1	1	0	0	0	0	0,00							0,00
2015	3	2	1	1	0,20	2	2	0	0	1	2	0,20							0,34
2016	1	2	-1	1	0,34	1	1	0	0	2	-1	0,34							0,33
2017	4	2	2	2	0,33	3	3	0	0	1	3	0,33							0,62
2018	1	2	-1	1	0,34	1	1	0	0	3	-2	0,34							0,43
2019	0	2	-2	2	1,00	1	1	0	0	1	-1	1,00							1,00
2020	6	2	4	4	0,50	4	4	0	0	0	6	0,50							0,88
2021	4	2	2	2	0,32	2	2	0	0	4	0	0,32							0,05
ΣΥΝΟΛΟ	26			14	3						15	3,85							0,43
				1,56	0,36						1,67	42,75							
					35,93														

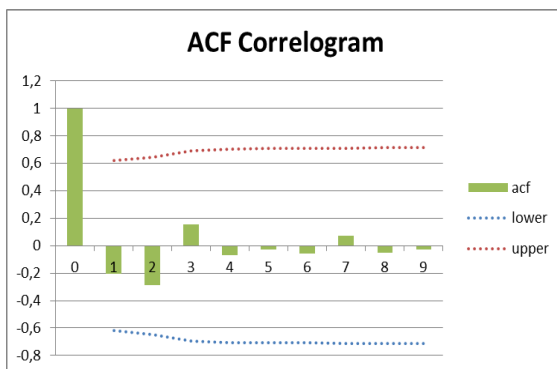
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



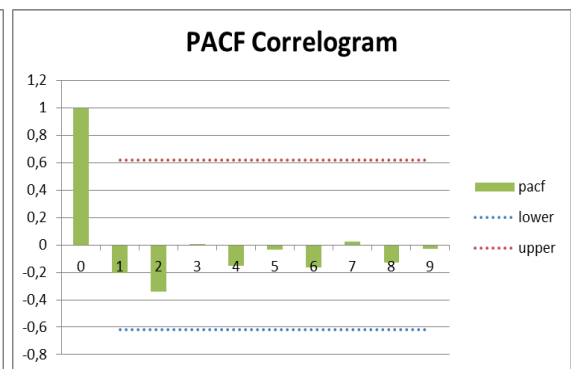
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



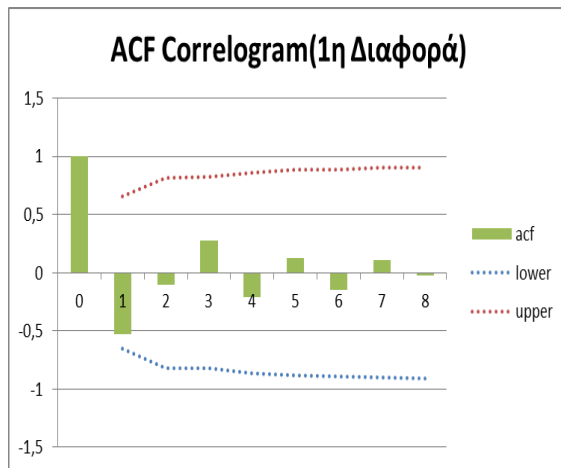
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



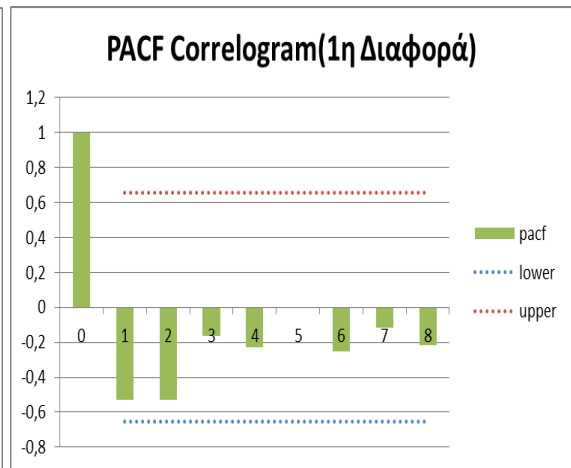
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7

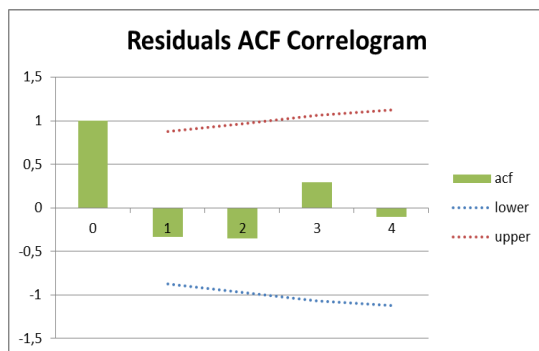


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

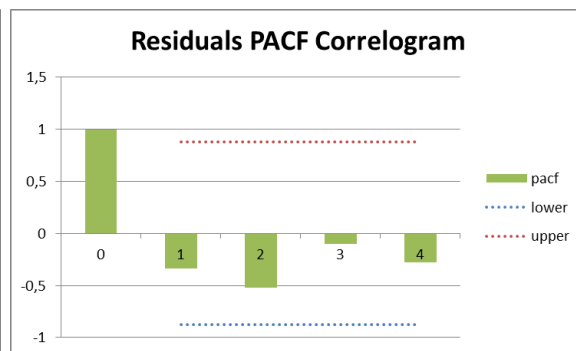
ARIMA (0,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast					
			Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +1 D _t)
0	0	0					1	2	2			
1	0,071776	0,071776	0	0,065294	-0,12797	0,127974	2	3	3			
2	-1,92822	0,001366	-1,92959	0,065294	-2,05756	-1,80162	3	2	2			
3	0,071776	0,108504	-0,03673	0,065294	-0,1647	0,091246	4	3	3			
4	-2,92822	-0,01125	-2,91698	0,065294	-3,04495	-2,789	5	1	1			
5			0,302331	0,065294	0,174357	0,430305	6	2,230555	4	1,77	1,77	0,28
6			0	1,756551	-3,44278	3,442777	7	3,158779	1	-2,16	2,16	0,52
7			0	1,756551	-3,44278	3,442777	8	4,087003	0	-4,09	4,09	1,00
8			0	1,756551	-3,44278	3,442777	9	5,015227	6	0,98	0,98	0,09
9			0	1,756551	-3,44278	3,442777	10	5,943452	4	-1,94	1,94	0,20
											10,94	2,09
										MAD	2,19	0,42
										SMAPE		41,76

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



Κωδικός: 82655

Περιγραφή: ΠΤΕΡΥΓΙΟ

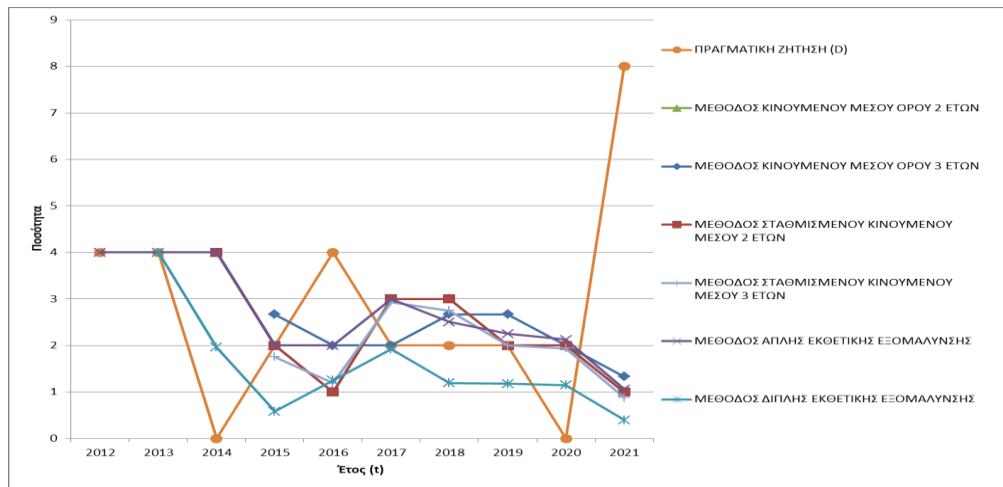
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (0,2)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,2)
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARIMA (0,1,2)
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARIMA (0,1,2)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (0,2)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (0,1,2)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARMA (1,1)

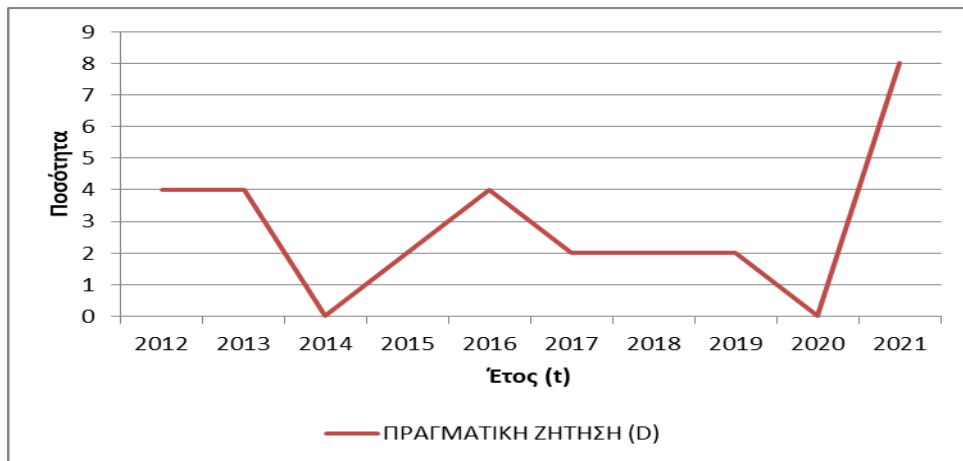
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ		ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ		ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ		ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ		ΣΜΑΡΕ $ e_t /(F_t+D_t)$	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e_t)	ΣΦΑΙΜΑ (e_t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΙΜΑ (e_t)	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e_t)	ΣΜΑΡΕ $ e_t /(F_t+D_t)$
	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ							
4					0,50	0,50	0,03	0,97							
4					0,50	0,50	0,41	0,59							
0	-4	4							1,00						
2	0	0										2	0	0	0,07
4	3	3										1	3	3	0,54
2	-1	1										3	-1	1	0,19
2	-1	1										3	-1	1	0,16
2	0	0										2	0	0	0,00
0	-2	2										2	-2	2	1,00
8	7	7										1	7	7	0,80
28		18											18	14	3
	MAD	2,25												1,73	0,34
	SMAPE	0,47												0,47	34,47
														2,25	47,22
														35,37	

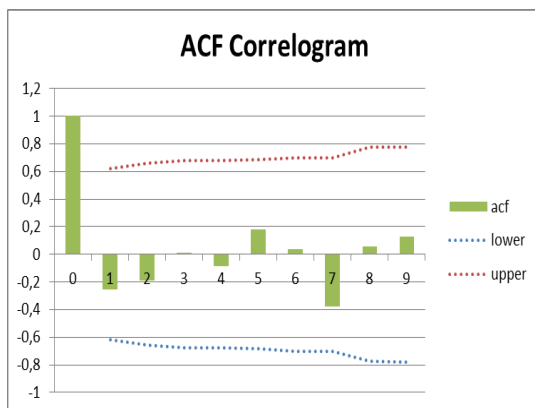
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



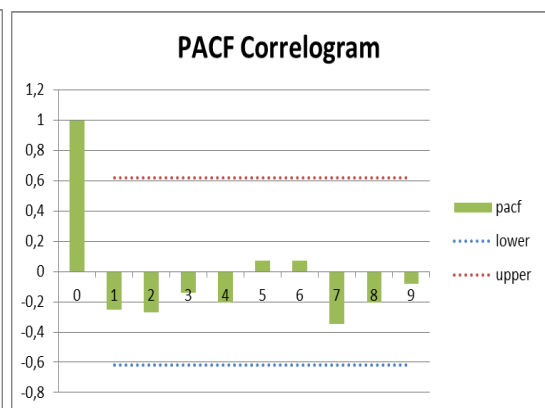
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

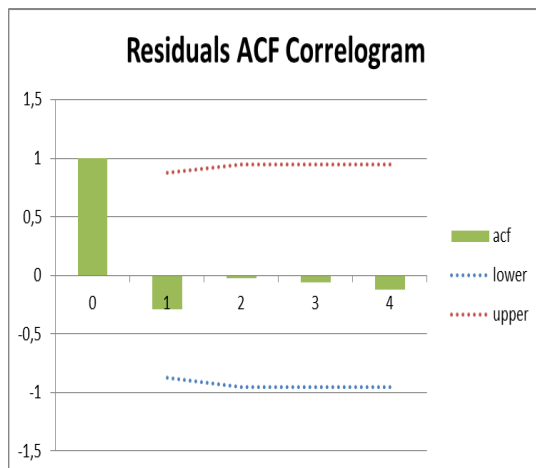


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

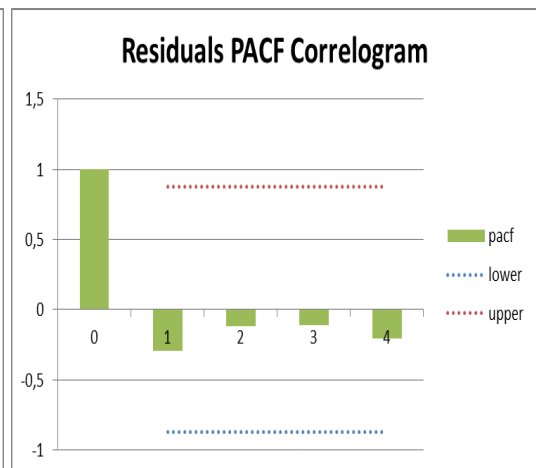
ARMA (0,2)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
<i>time</i>	<i>data</i>	<i>residual</i>	<i>pred</i>	<i>s.e.</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>time</i>	<i>forecast</i>	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e_t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ ($ e_t $)	SMAPE $ e_t /(F_t + D_t)$	
-1	0	0					1	4	4				
0	0	0					2	4	4				
1	0,021446	0,021446	0	0,13346	-0,26158	0,261578	3	0	0				
2	0,021446	0,29593	-0,27448	0,13346	-0,53606	-0,01291	4	2	2				
3	-3,97855	-0,02427	-3,95428	0,13346	-4,21586	-3,6927	5	4	4				
4	-1,97855	0,011723	-1,99028	0,13346	-2,25185	-1,7287	6	4,108063	2	-2,11	2,11	0,35	
5	0,021446	-0,01724	0,038687	0,13346	-0,22289	0,300265	7	4,112605	2	-2,11	2,11	0,35	
6			0,129509	0,13346	-0,13207	0,391087	8	3,978554	2	-1,98	1,98	0,33	
7			0,134051	1,71333	-3,22401	3,492117	9	3,978554	0	-3,98	3,98	1,00	
8			0	2,003074	-3,92595	3,925952	10	3,978554	8	4,02	4,02	0,34	
9			0	2,003074	-3,92595	3,925952					14,20	2,36	
10			0	2,003074	-3,92595	3,925952					MAD	2,84	0,47
											SMAPE		47,15

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6

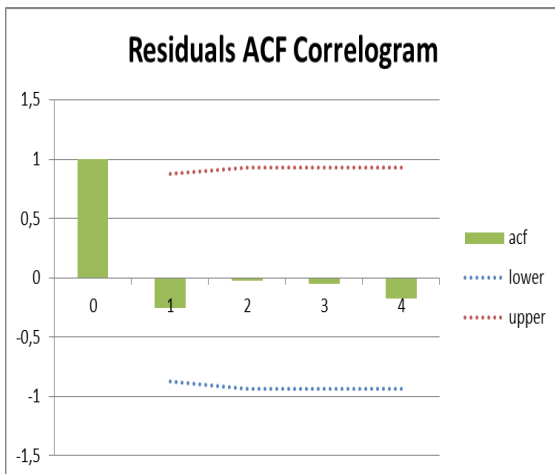


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

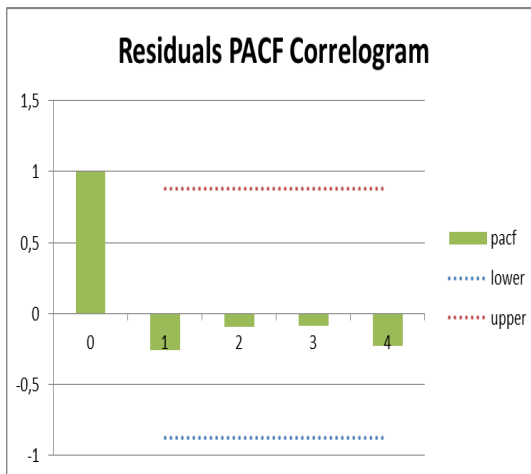
ARIMA (0,1,2)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
-1	0	0					1	4	4				
0	0	0					2	4	4				
1	0,181119	0,181119	0	0,098455	-0,19297	0,192968	3	0	0				
2	-3,81888	0,056582	-3,87546	0,098455	-4,06843	-3,68249	4	2	2				
3	2,181119	-0,05202	2,23314	0,098455	2,040172	2,426108	5	4	4				
4	2,181119	-0,00786	2,188979	0,098455	1,996011	2,381947	6	2,997927	2	-1,00	1,00	0,20	
5			-0,82095	0,098455	-1,01392	-0,62799	7	2,667345	2	-0,67	0,67	0,14	
6			-0,14946	2,108975	-4,28298	3,984052	8	2,486226	2	-0,49	0,49	0,11	
7			0	2,819988	-5,52708	5,527076	9	2,305107	0	-2,31	2,31	1,00	
8			0	2,819988	-5,52708	5,527076	10	2,123989	8	5,88	5,88	0,58	
9			0	2,819988	-5,52708	5,527076					10,33	2,03	
											MAD	2,07	0,41
											SMAPE		40,63

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

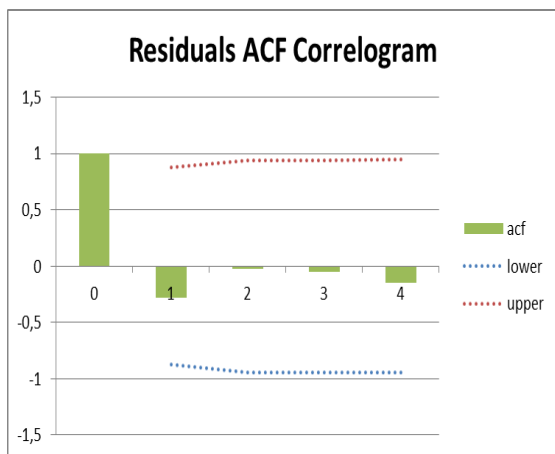


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

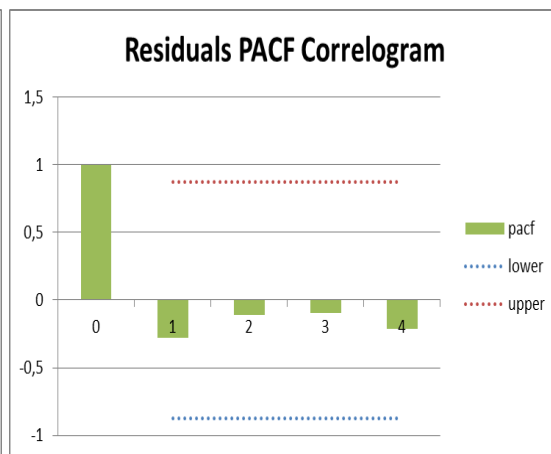
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast					
			Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)
1	0,547396	0	0,547396	0,100103	0,351198	0,743593	1	4	4			
2	0,547396	0,180705	0,36669	0,100103	0,170492	0,562888	2	4	4			
3	-3,4526	-0,04469	-3,40792	0,100103	-3,60412	-3,21172	3	0	0			
4	-1,4526	-0,0732	-1,37941	0,100103	-1,5756	-1,18321	4	2	2			
5	0,547396	-0,00853	0,555924	0,100103	0,359726	0,752122	5	4	4			
6			0,544839	0,100103	0,348641	0,741037	6	3,997443	2	-2,00	2,00	0,33
7			0,364978	2,026381	-3,60666	4,336611	7	3,817582	2	-1,82	1,82	0,31
8			0,244492	2,438104	-4,53411	5,023088	8	3,697096	2	-1,70	1,70	0,30
9			0,16378	2,601768	-4,93559	5,263153	9	3,616385	0	-3,62	3,62	1,00
10			0,109713	2,671954	-5,12722	5,346648	10	3,562318	8	4,44	4,44	0,38
											13,57	2,33
										MAD	2,71	0,47
										SMAPE		46,54

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



Κωδικός: 555124

Περιγραφή: ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

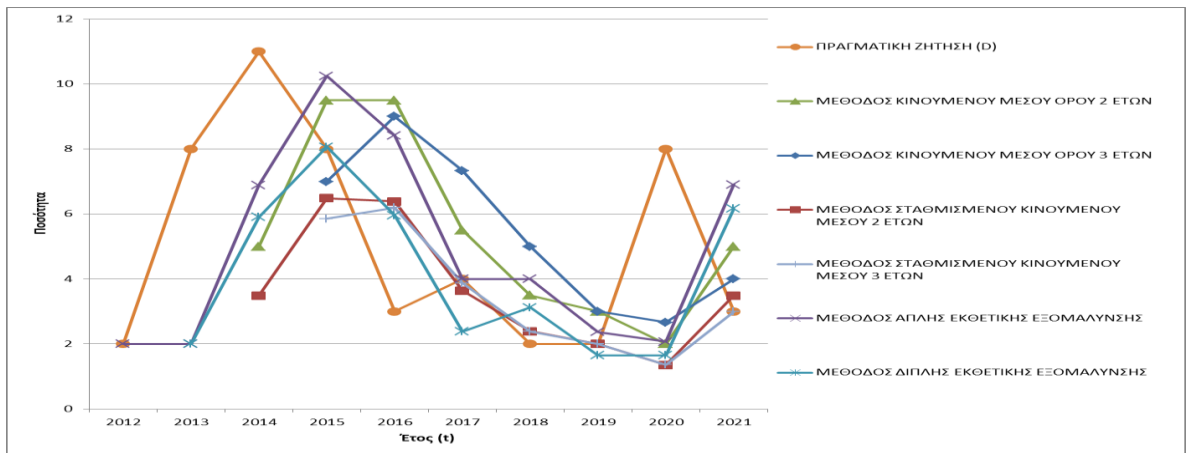
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)

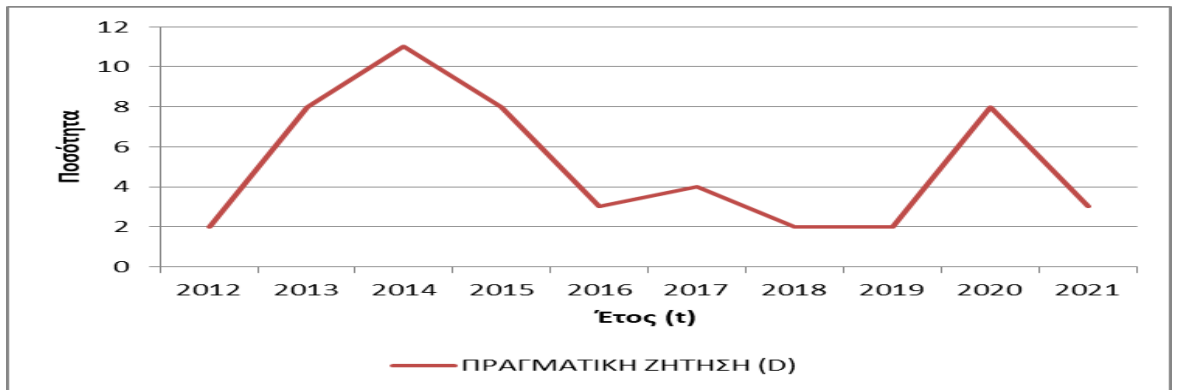
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	G	S	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMARE e _t /(F _t + D _t)
		0,82	Σταθερά εξομάλυνσης α	0,69	Σταθερά εξομάλυνσης α	0,01	Σταθερά εξομάλυνσης β									
2012	2									0		2				
2013	8									0		6		6	6	0,60
2014	11									0		8		5	5	0,30
2015	8									0		6		0	0	0,00
2016	3									0		2		-3	3	0,33
2017	4									0		3		2	2	0,25
2018	2									0		2		-1	1	0,22
2019	2									0		2		0	0	0,09
2020	8									0		6		6	6	0,66
2021	3									0		2		-3	3	0,35
ΣΥΝΟΛΟ	51												30		27	2,81
													3,33		2,97	0,31
																31,18

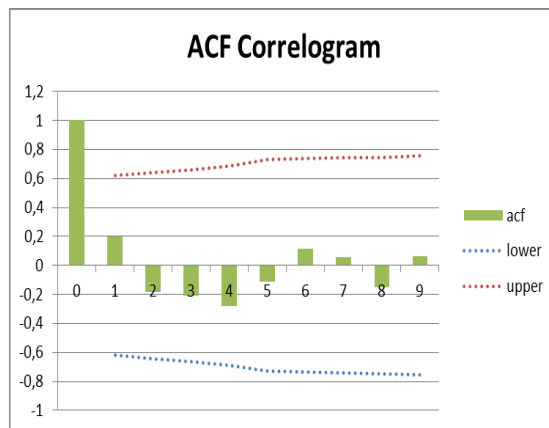
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



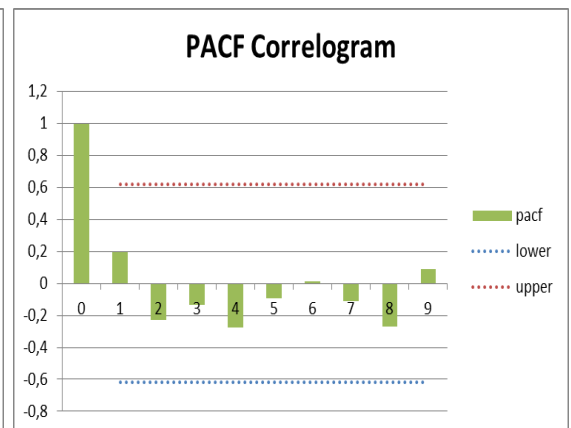
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

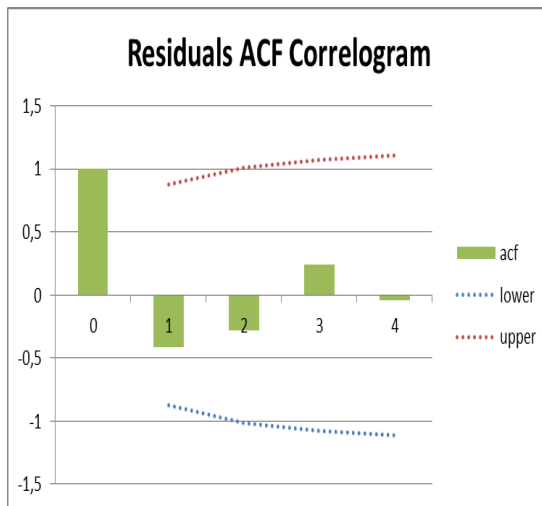


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

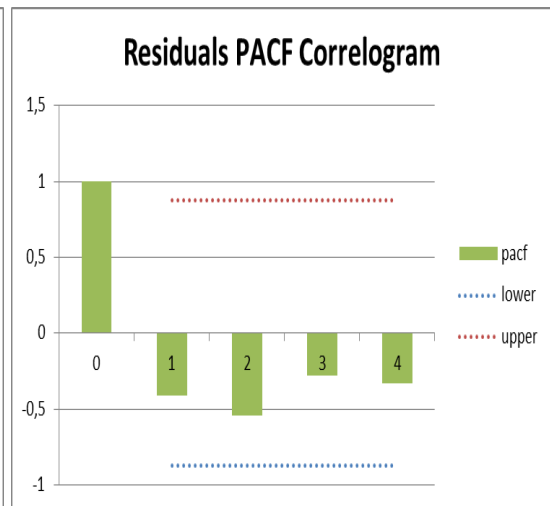
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	-7,40393	0	-7,40393	0,130278	-7,65927	-7,14859	1	2	2				
2	-1,40393	0,076397	-1,48032	0,130278	-1,73566	-1,22498	2	8	8				
3	1,596074	-0,05847	1,65454	0,130278	1,3992	1,909879	3	11	11				
4	-1,40393	-0,24203	-1,1619	0,130278	-1,41724	-0,90656	4	8	8				
5	-6,40393	0,00759	-6,41152	0,130278	-6,66686	-6,15618	5	3	3				
6			-1,08812	0,130278	-1,34345	-0,83278	6	8,315811	4	-4,32	4,32	0,35	
7			-0,21756	3,328691	-6,74167	6,306559	7	9,186371	2	-7,19	7,19	0,64	
8			-0,0435	3,394471	-6,69654	6,609544	8	9,360429	2	-7,36	7,36	0,65	
9			-0,0087	3,397074	-6,66684	6,649447	9	9,395229	8	-1,40	1,40	0,08	
10			-0,00174	3,397178	-6,66009	6,656608	10	9,402187	3	-6,40	6,40	0,52	
											26,66	2,24	
											MAD	5,33	0,45
											SMAPE		44,74

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



Κωδικός: 543258

Περιγραφή: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ (ΠΛΗΡΗΣ)

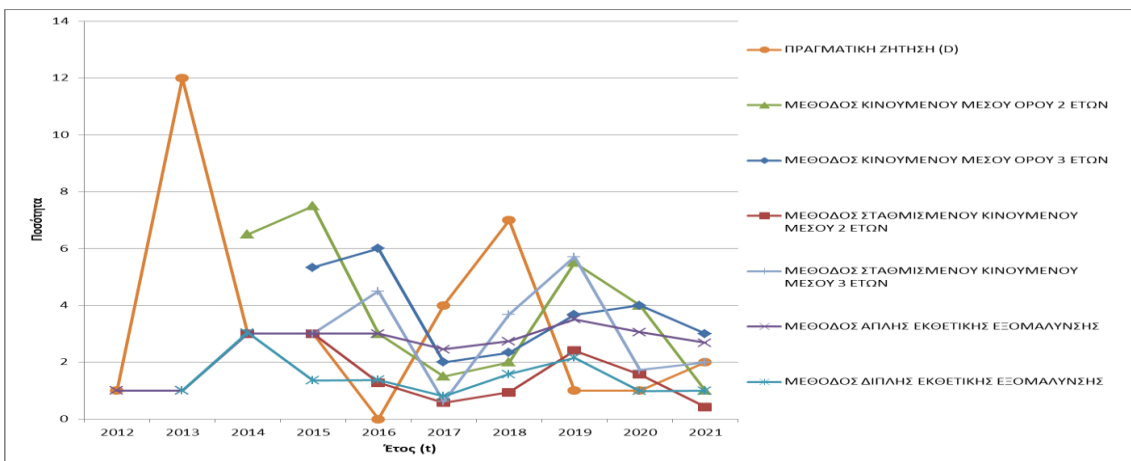
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA

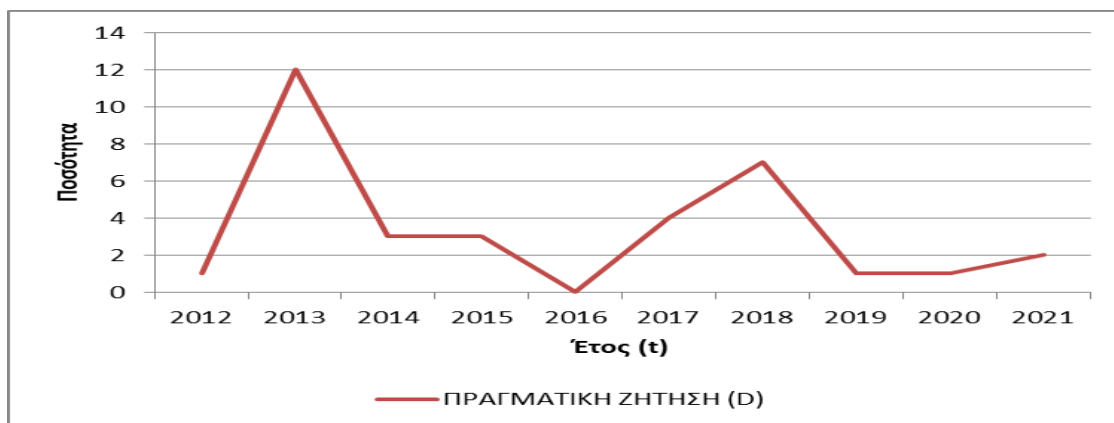
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ		ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ		SMARE $ e_t /(F_t+ID_t)$	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ($ e_t $)	ΣΦΑΛΜΑ (e_t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e_t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ($ e_t $)	SMARE $ e_t /(F_t+ID_t)$
		0,18	Σταθερά εξομάλυνσης α	0,18	Σταθερά εξομάλυνσης β							
2012	1	1		1					0			
2013	12	1		3		0,85	11	11	1	11	11	0,85
2014	3	3		1		0,00	0	0	3	0	0	0,01
2015	3	3		1		0,00	0	0	1	2	2	0,38
2016	0	3		1		1,00	3	3	1	-1	1	1,00
2017	4	2		2		0,24	2	2	1	3	3	0,66
2018	7	3		4		0,44	4	4	2	5	5	0,63
2019	1	4		3		0,56	3	3	2	-1	1	0,37
2020	1	3		2		0,51	2	2	1	0	0	0,01
2021	2	3		1		0,15	1	1	1	1	1	0,33
ΣΥΝΟΛΟ	34					4	25	2,78			25	4,24
						0,41	2,78				2,76	0,47
						41,47						47,06

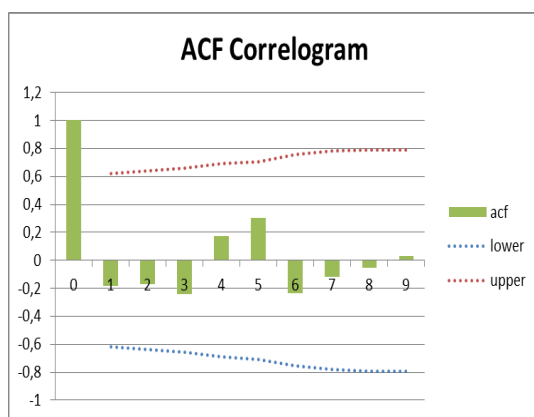
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



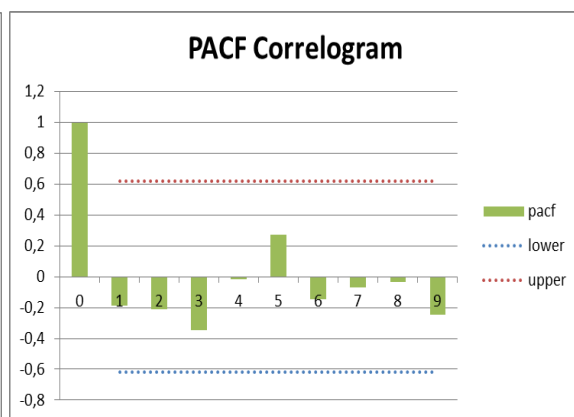
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

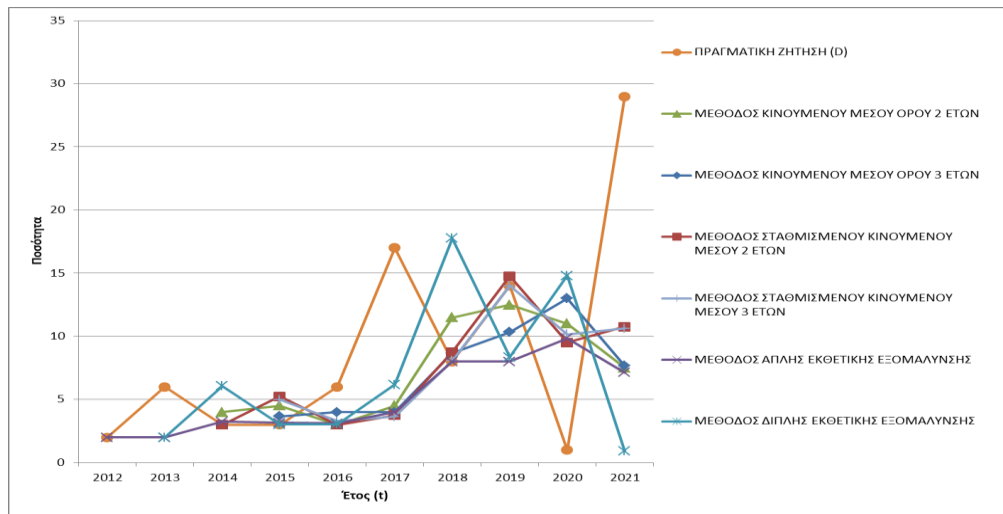
Κωδικός: 423373

Περιγραφή: ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ

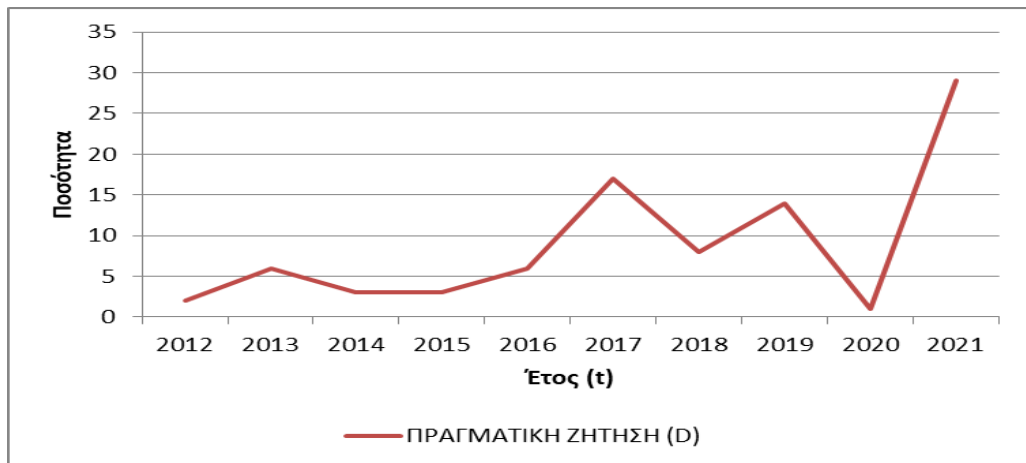
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7-Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,0)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (1,1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (1,1,0)

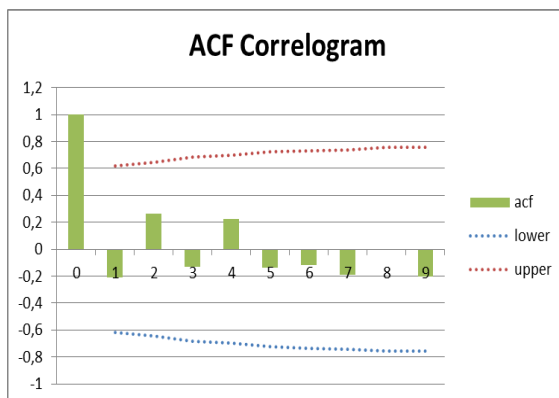
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



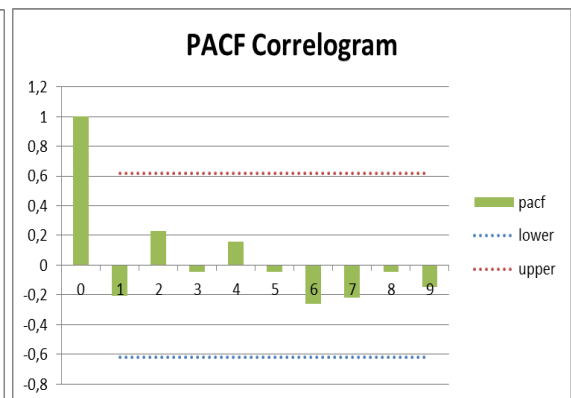
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



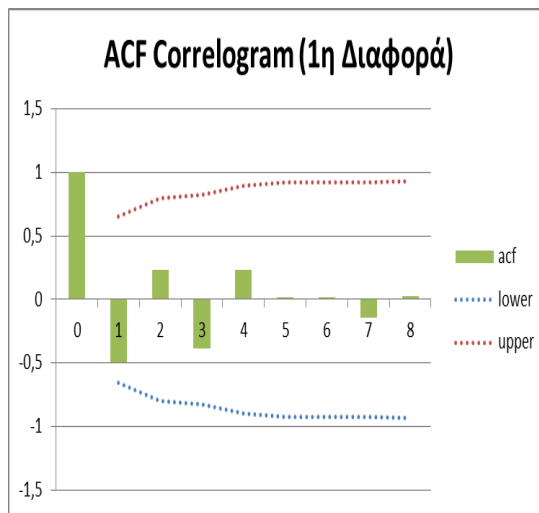
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



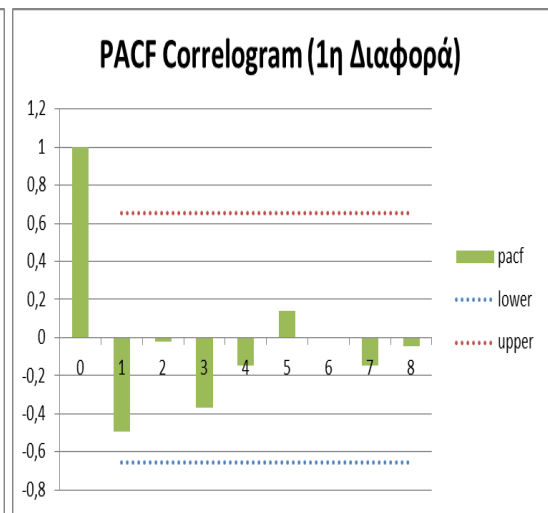
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7

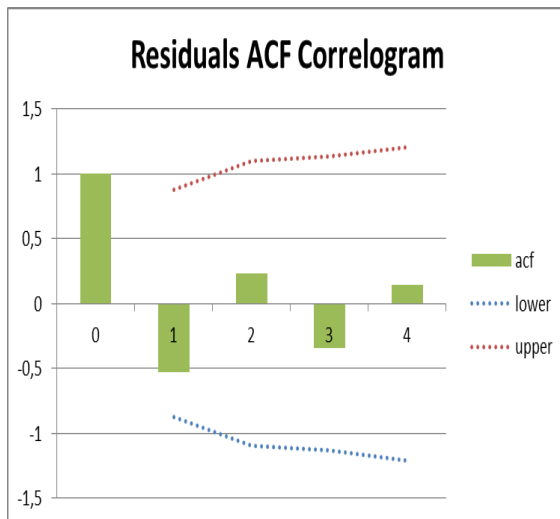


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

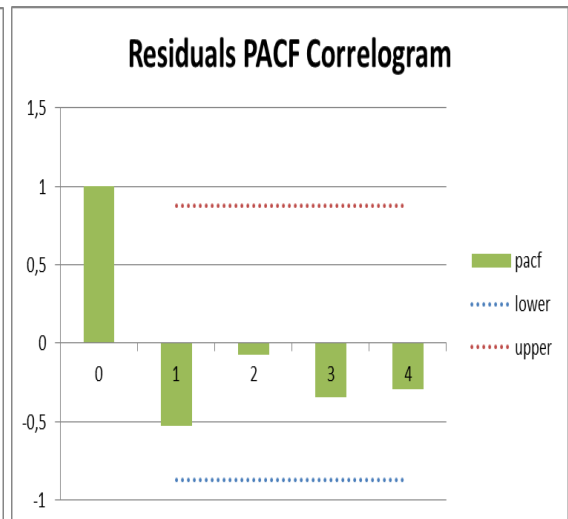
ARIMA (1,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	3,817483	0	3,817483	0,143233	3,536752	4,098215	1	2	2				
2	-3,18252	0,180644	-3,36316	0,143233	-3,64389	-3,08243	2	6	6				
3	-0,18252	-0,16974	-0,01277	0,143233	-0,29351	0,267958	3	3	3				
4	2,817483	0,010114	2,807369	0,143233	2,526638	3,088101	4	3	3				
5			-2,63987	0,143233	-2,9206	-2,35914	5	6	6				
6			2,325696	2,363771	-2,30721	6,958602	6	3,542646	17	13,46	13,46	0,66	
7			-2,04891	3,147715	-8,21832	4,120496	7	6,050859	8	1,95	1,95	0,14	
8			1,805069	3,641646	-5,33243	8,942563	8	4,184463	14	9,82	9,82	0,54	
9			-1,59025	3,983008	-9,3968	6,216307	9	6,172048	1	-5,17	5,17	0,72	
							10	4,764319	29	24,24	24,24	0,72	
											54,63	2,77	
											MAD	10,93	0,55
											SMAPE		55,45

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9

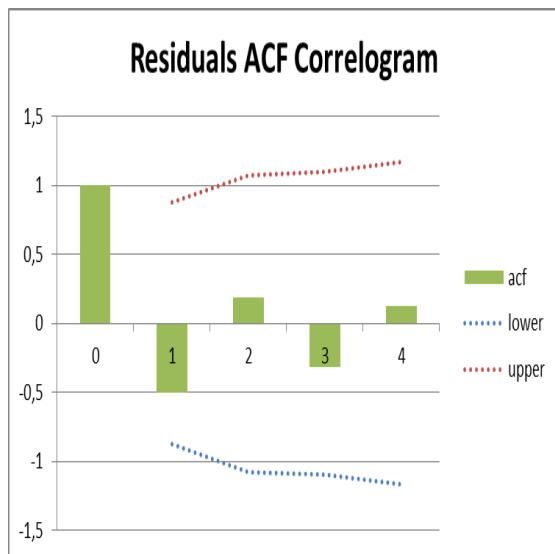


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

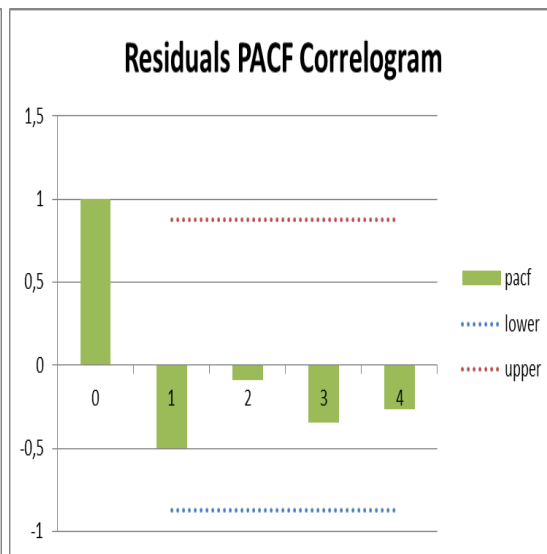
ARIMA (1,1,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤ Ο ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +I D _t)	
1	3,890909	0	3,890909	3,487429	-2,94433	10,72614	1	2	2				
2	-3,10909	-1,21622	-1,89287	3,487429	-8,72811	4,942361	2	6	6				
3	-0,10909	-1,62162	1,512531	3,487429	-5,3227	8,347766	3	3	3				
4	2,890909	2,837838	0,053071	3,487429	-6,78216	6,888307	4	3	3				
5			-1,40639	3,487429	-8,24162	5,428847	5	6	6				
6			0,684189	3,878217	-6,91698	8,285355	6	4,702703	17	12,30	12,30	0,57	
7			-0,33285	3,965073	-8,10425	7,438551	7	5,495982	8	2,50	2,50	0,19	
8			0,161926	3,985351	-7,64922	7,973072	8	5,272225	14	8,73	8,73	0,45	
9			-0,07877	3,990136	-7,8993	7,741747	9	5,543242	1	-4,54	4,54	0,69	
							10	5,573558	29	23,43	23,43	0,68	
											51,50	2,58	
											MAD	10,30	0,52
											SMAPE		51,54

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11



Κωδικός: 519284

Περιγραφή: ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ

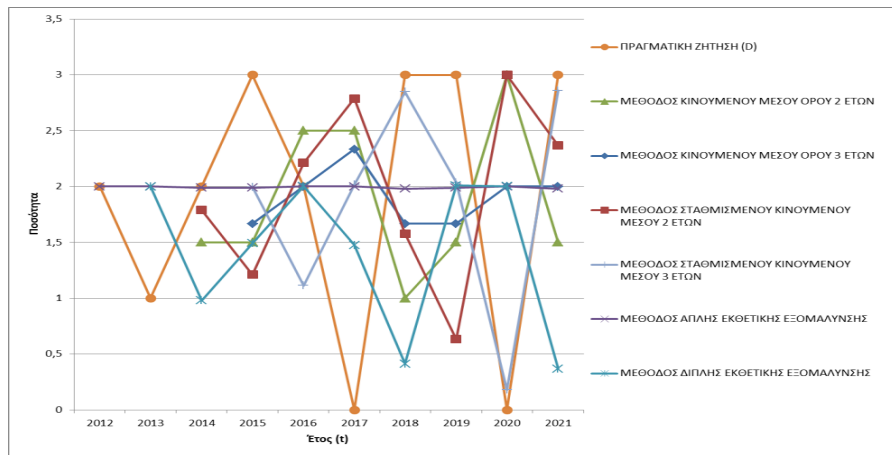
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (0,3)
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,3)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,3)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,3)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARMA (0,3)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARMA (1,3)

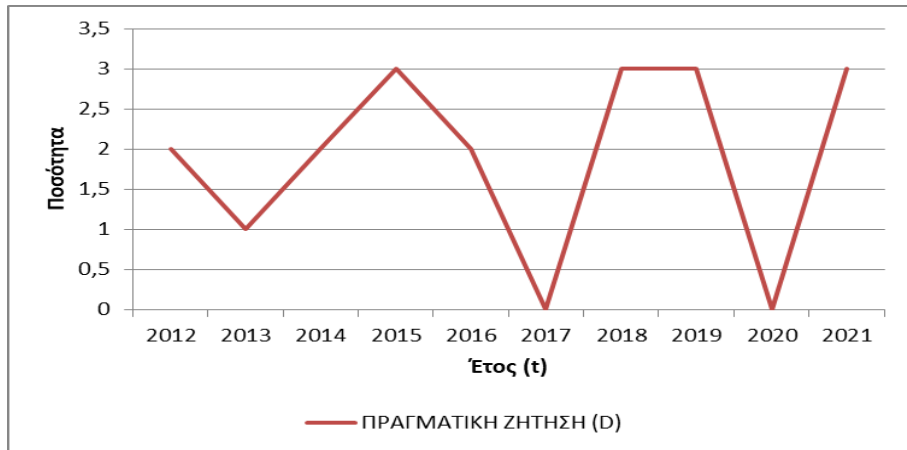
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ							
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	ΑΤΟΝΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	ΑΤΟΝΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	ΑΤΟΝΥΤΟ ΣΩΦΑΝΙΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$					
2012	2																	
2013	1																	
2014	2	2	0,5	0,5	0,14													
2015	3	2	1,5	1,5	0,33	2	1	1	0,29	1	2	2	0,42	2	1	1	1	0,20
2016	2	3	-0,5	0,5	0,11	2	0	0	0,00	2	0	0	0,05	1	1	1	1	0,28
2017	0	3	-2,5	2,5	1,00	2	-2	2	1,00	3	-3	3	1,00	2	-2	2	2	1,00
2018	3	1	2	2	0,50	2	1	1	0,29	2	1	1	0,31	3	0	0	0	0,03
2019	3	2	1,5	1,5	0,33	2	1	1	0,29	1	2	2	0,65	2	1	1	1	0,19
2020	0	3	-3	3	1,00	2	-2	2	1,00	3	-3	3	1,00	0	0	0	0	1,00
2021	3	2	1,5	1,5	0,33	2	1	1	0,20	2	1	1	0,12	3	0	0	0	0,02
ΣΥΝΟΛΟ	19			13	3,75			9	3			12	4			5	3	
			MAD	1,63	0,47			1,33	0,44			1,55	0,45			0,67	0,34	
			SMAPE	46,92					43,67				45,13					34,09

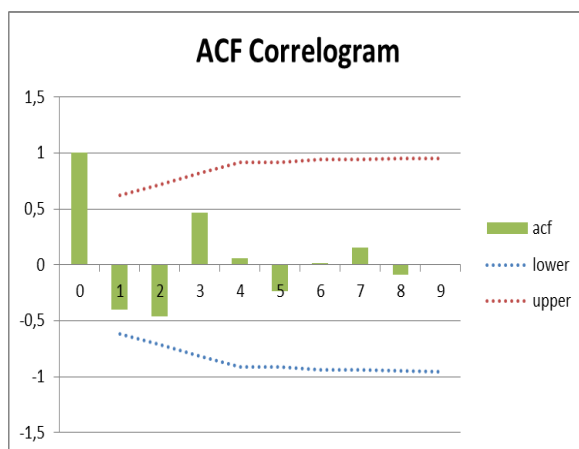
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



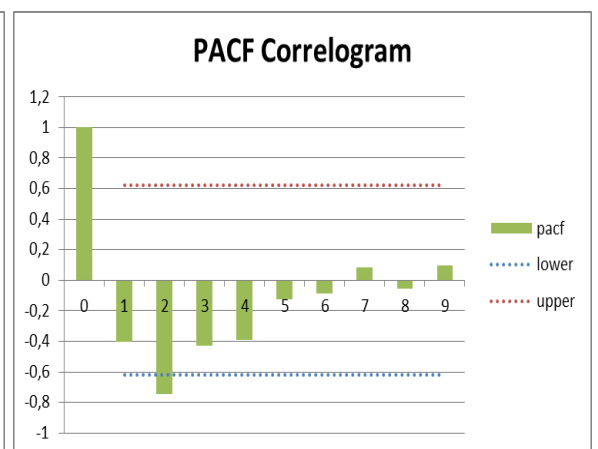
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

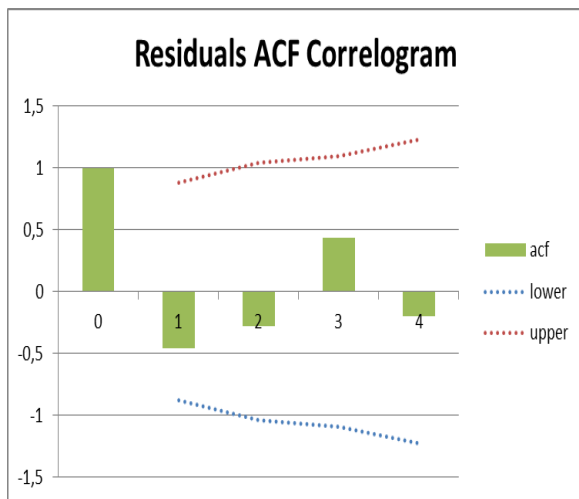


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

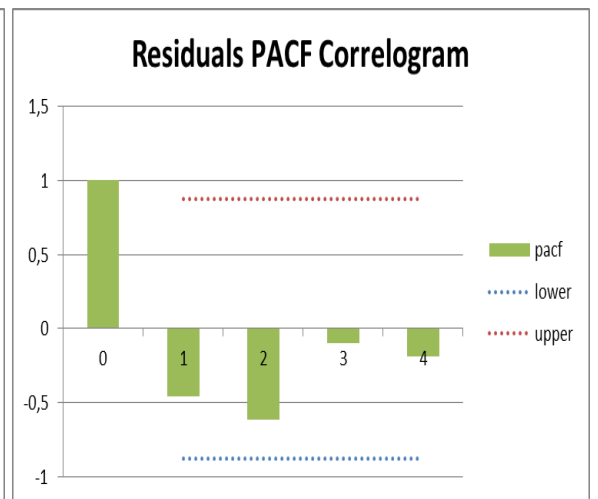
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +1 D _t)	
1	0,558241	0	0,558241	0,038188	0,483395	0,633088	1	2	2				
2	-0,44176	0,004239	-0,446	0,038188	-0,52084	-0,37115	2	1	1				
3	0,558241	0,055151	0,50309	0,038188	0,428244	0,577936	3	2	2				
4	1,558241	0,050476	1,507765	0,038188	1,432919	1,582611	4	3	3				
5	0,558241	0,015024	0,543217	0,038188	0,468371	0,618064	5	2	2				
6			0,086223	0,038188	0,011376	0,161069	6	1,527982	0	-1,53	1,53	1,00	
7			-0,06889	1,32286	-2,66164	2,523872	7	1,372873	3	1,63	1,63	0,37	
8			0,055036	1,692931	-3,26305	3,37312	8	1,496794	3	1,50	1,50	0,33	
9			-0,04397	1,891663	-3,75156	3,663622	9	1,397789	0	-1,40	1,40	1,00	
10			0,035129	2,008257	-3,90098	3,97124	10	1,476888	3	1,52	1,52	0,34	
											7,58	3,05	
											MAD	1,52	0,61
											SMAPE		60,93

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6

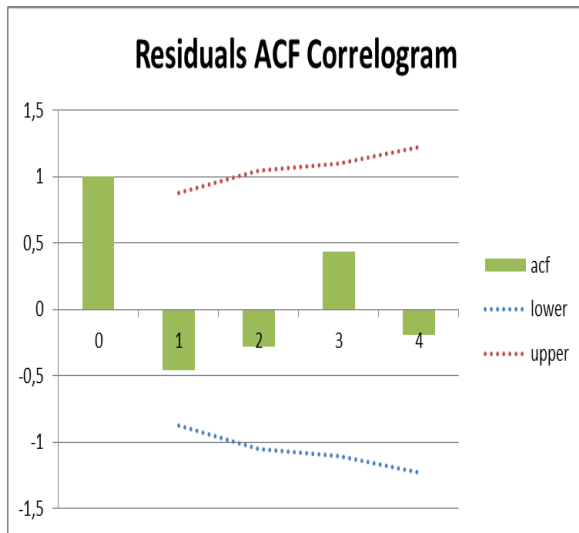


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

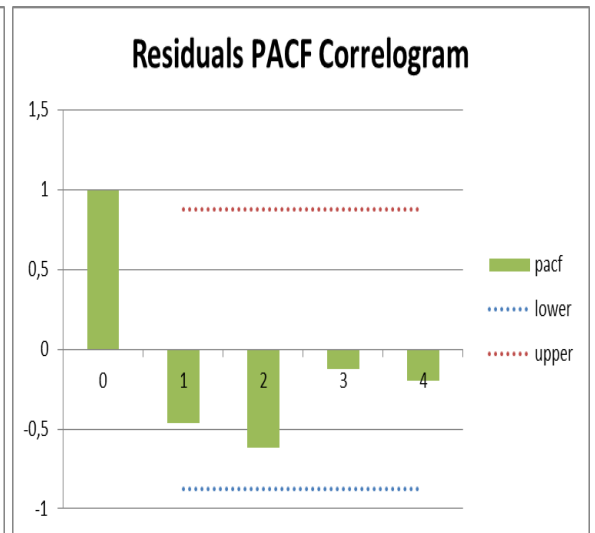
ARMA (0,3)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
-2	0	0					1	2	2				
-1	0	0					2	1	1				
0	0	0					3	2	2				
1	0,093867	0,093867	0	0,042127	-0,08257	0,082567	4	3	3				
2	-0,90613	0,002852	-0,90898	0,042127	-0,99155	-0,82642	5	2	2				
3	0,093867	0,00091	0,092957	0,042127	0,01039	0,175524	6	1,94153	0	-1,94	1,94	1,00	
4	1,093867	-0,00646	1,100323	0,042127	1,017756	1,18289	7	1,825731	3	1,17	1,17	0,24	
5	0,093867	-0,0034	0,097272	0,042127	0,014705	0,179839	8	1,866033	3	1,13	1,13	0,23	
6			0,035397	0,042127	-0,04717	0,117964	9	1,906133	0	-1,91	1,91	1,00	
7			-0,0804	0,410113	-0,88421	0,723405	10	1,906133	3	1,09	1,09	0,22	
8			-0,0401	0,413667	-0,85087	0,770674					7,25	2,70	
9			0	0,645957	-1,26605	1,266052					MAD	1,45	0,54
10			0	0,645957	-1,26605	1,266052					SMAPE		53,99

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

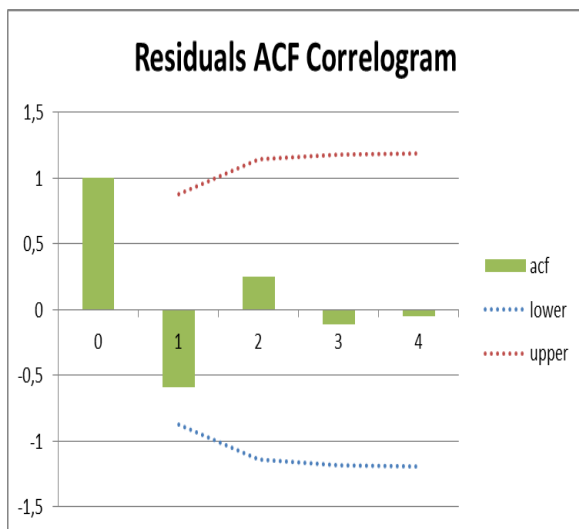


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

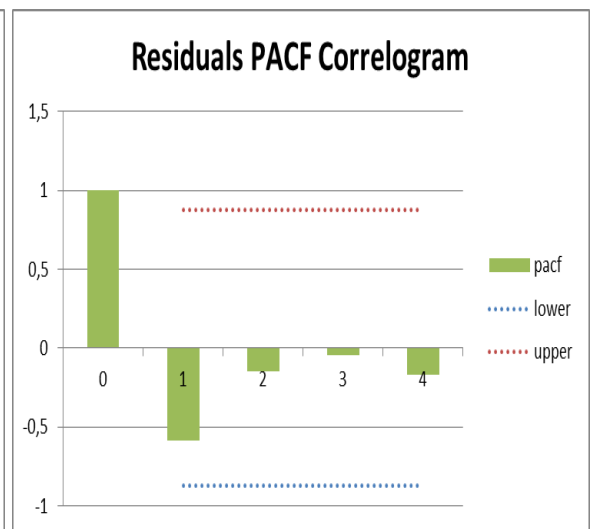
ARMA (1,3)

Forecast (reduced)							Forecast													
				Alpha	0,05															
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)								
-1	0	0					1	2	2											
0	0	0					2	1	1											
1	0,315786	0	0,315786	0,126011	0,068808	0,562763	3	2	2											
2	-0,68421	-0,12008	-0,56413	0,126011	-0,81111	-0,31715	4	3	3											
3	0,315786	0,193336	0,122449	0,126011	-0,12453	0,369427	5	2	2											
4	1,315786	0,107307	1,208478	0,126011	0,9615	1,455456	6	-1,44355	0	1,44	1,44	1,00								
5	0,315786	0,014219	0,301567	0,126011	0,054589	0,548545	7	5,777292	3	-2,78	2,78	0,32								
6			-3,12777	0,126011	-3,37475	-2,88079	8	-5,82583	3	8,83	8,83	1,00								
7			4,093077	0,937567	2,25548	5,930675	9	15,10048	0	-15,10	15,10	1,00								
8			-7,51005	1,90786	-11,2494	-3,77071	10	-22,2832	3	25,28	25,28	1,00								
9			13,41627	2,261138	8,984517	17,84802					53,43	4,32								
10			-23,9674	3,132581	-30,1071	-17,8276														
											MAD	10,69	0,86							
											SMAPE		86,33							

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



Κωδικός: 81170

Περιγραφή: ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (ΠΛΗΡΗΣ)

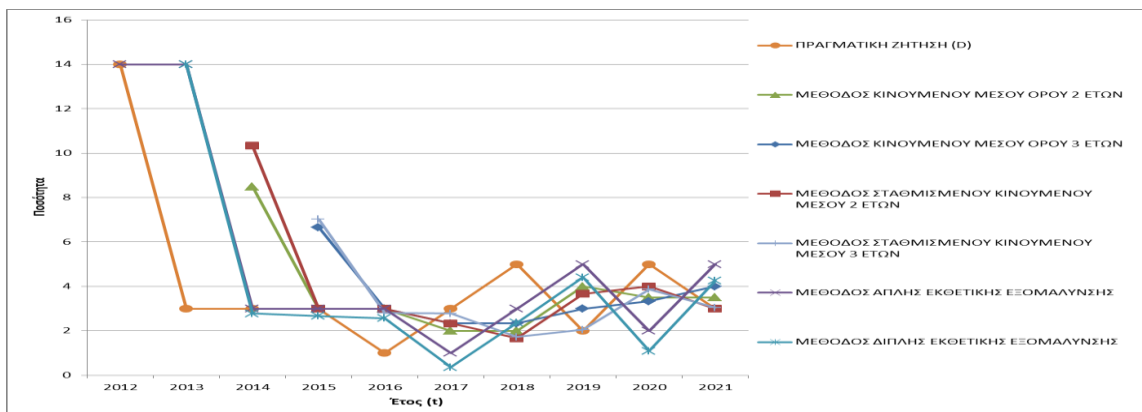
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλα ARIMA

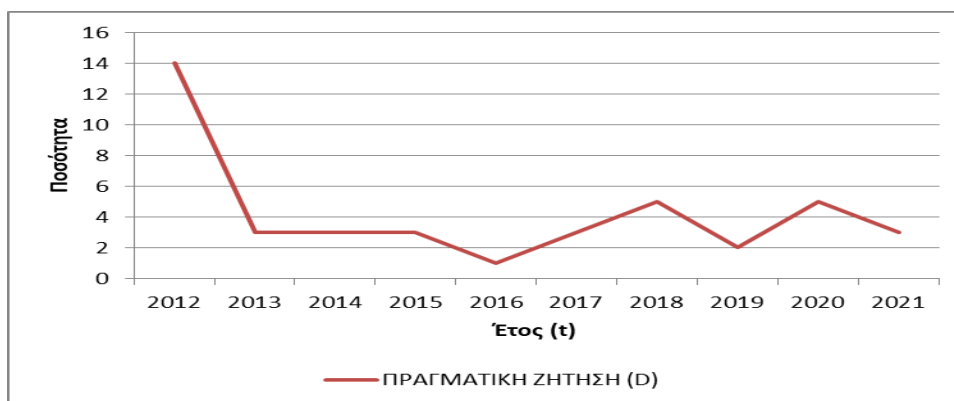
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ			ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)		
2012	14	14							
2013	3	14	-11	3	14	-11	11	0,65	11
2014	3	3	0	3	3	0	0	0,00	0
2015	3	3	0	3	3	0	0	0,00	0
2016	1	3	-2	1	3	-2	2	0,50	2
2017	3	1	2	3	3	0	2	0,50	3
2018	5	3	2	5	3	2	2	0,25	3
2019	2	5	-3	2	3	-3	3	0,43	2
2020	5	2	3	5	3	2	3	0,43	4
2021	3	5	-2	3	3	-2	2	0,25	1
ΣΥΝΟΛΟ	42						25	3	26
							2,78	0,33	2,88
								33,38	39,03

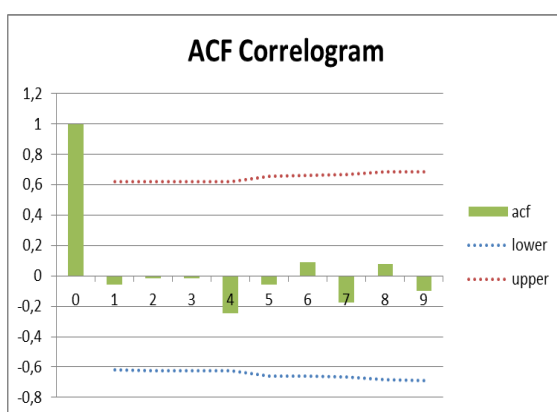
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



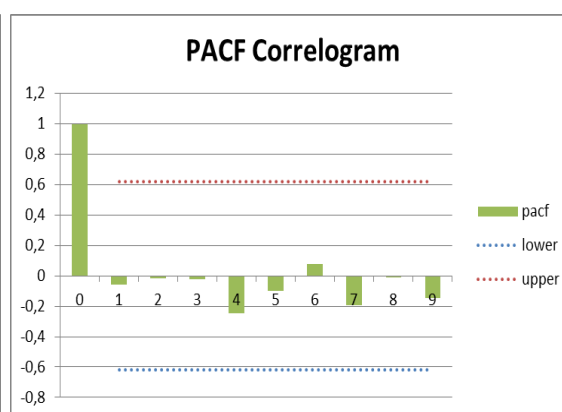
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

Κωδικός: 589102

Περιγραφή: ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ

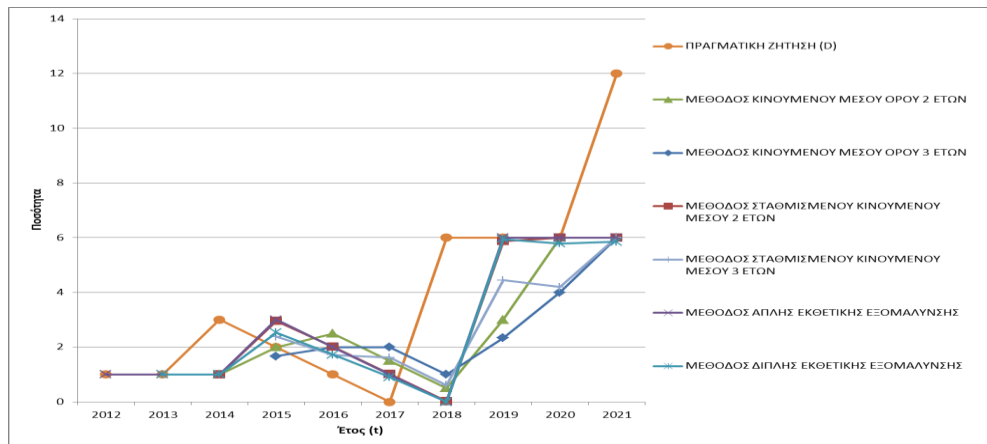
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7-Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,3)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (0,1,3)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)
Διάγραμμα 13- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (0,1,3)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (1,1,1)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARIMA (1,1,3)

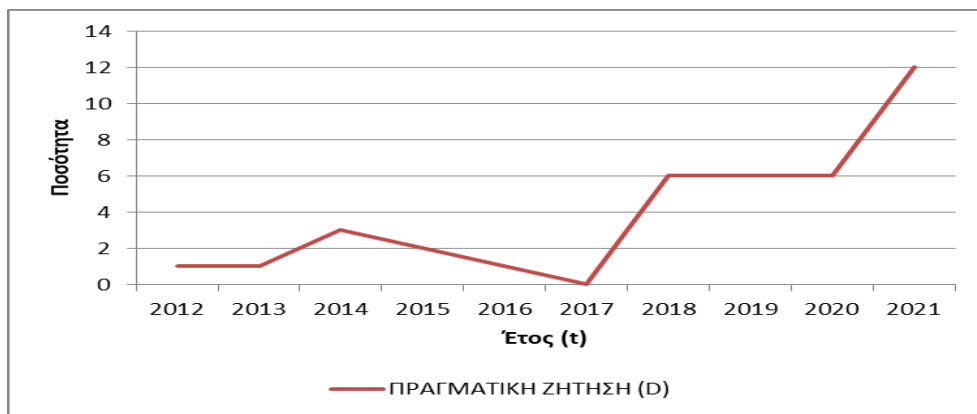
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (le _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)										
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t + D _t)												
2012	1	1				1	0			0											
2013	1	1	0	0	0,00	1	0	0	0,00	0	0	0	0,00								
2014	3	1	2	2	0,50	2	2	2	0,50	1	1	2	0,50								
2015	2	3	-1	1	0,20	2	2	1	0,20	0	0	2	0,12								
2016	1	2	-1	1	0,33	1	1	1	0,33	0	0	1	0,27								
2017	0	1	-1	1	1,00	0	0	1	1,00	0	0	1	1,00								
2018	6	0	6	6	1,00	4	4	6	1,00	0	0	6	1,00								
2019	6	6	0	0	0,00	4	4	0	0,00	0	0	0	0,00								
2020	6	6	0	0	0,00	4	4	0	0,00	0	0	0	0,02								
2021	12	6	6	6	0,33	8	8	6	0,33	1	1	6	0,34								
ΣΥΝΟΛΟ	38			17	3			17	3			17	3,25								
				1,89	0,37			1,89	0,37			1,84	0,36								
					37,41				37,41				36,12								

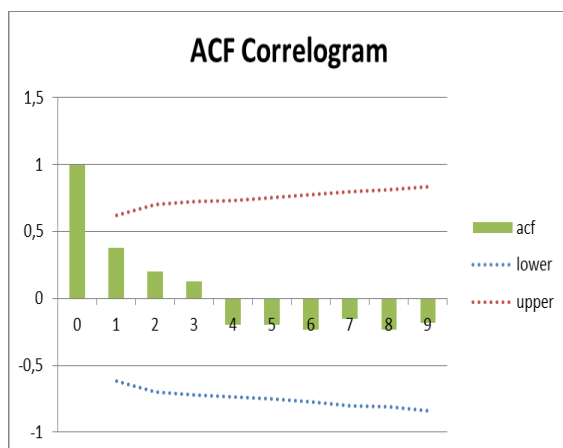
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



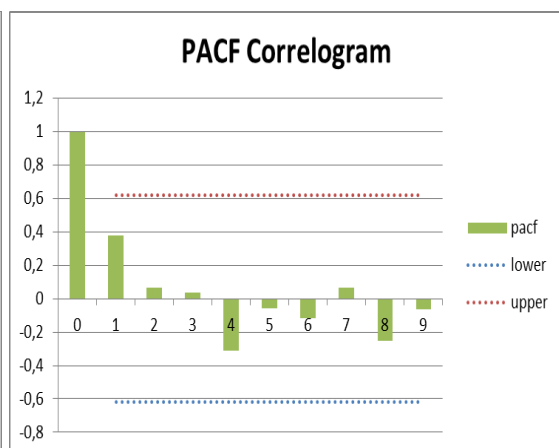
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



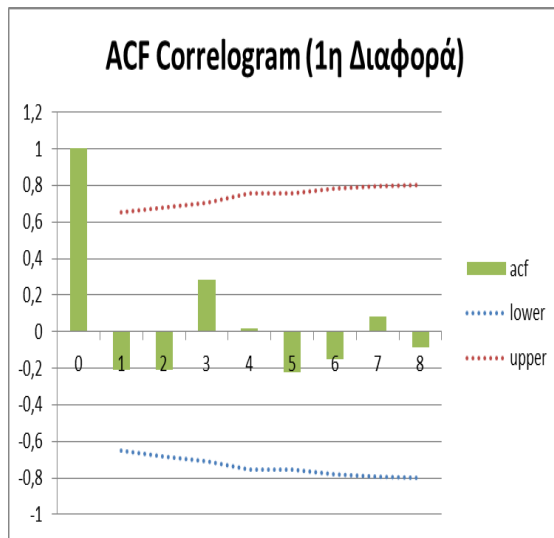
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



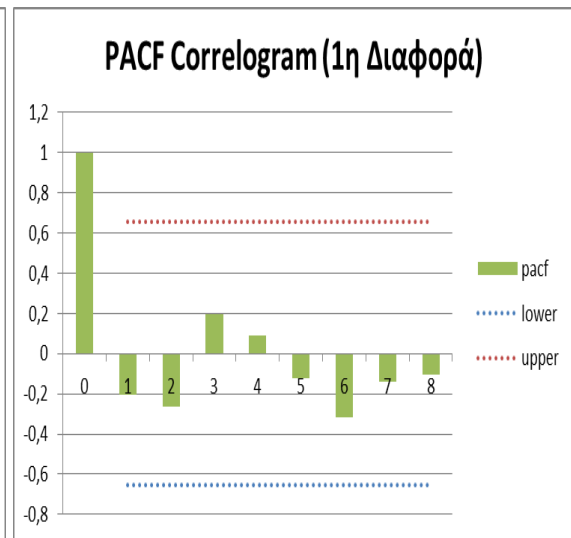
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7

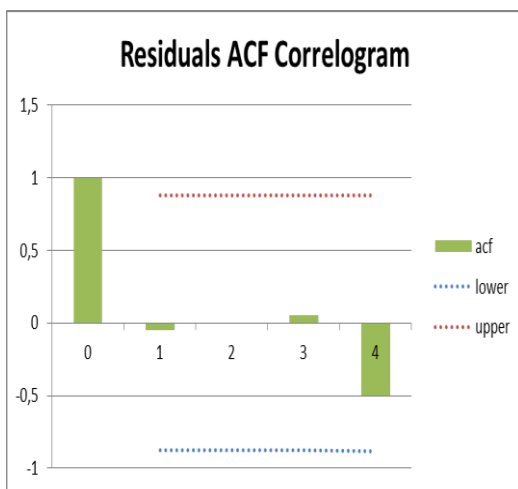


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

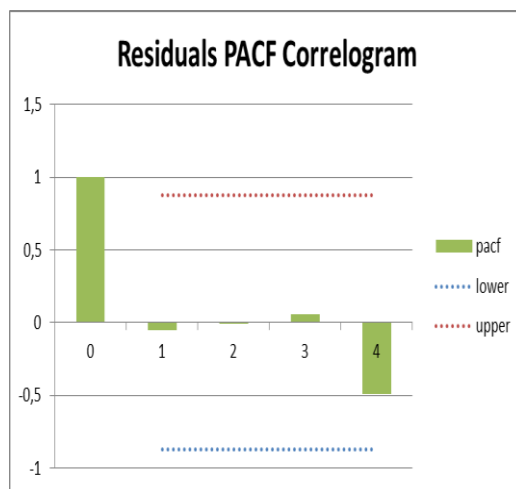
ARIMA (0,1,3)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)	
-2	0	0					1	1	1				
-1	0	0					2	1	1				
0	0	0					3	3	3				
1	-0,15098	-0,15098	0	0,08337	-0,1634	0,163402	4	2	2				
2	1,849019	0,051613	1,797406	0,08337	1,634004	1,960807	5	1	1				
3	-1,15098	-0,04098	-1,11	0,08337	-1,27341	-0,9466	6	1,336729	0	-1,34	1,34	1,00	
4	-1,15098	0,025763	-1,17674	0,08337	-1,34015	-1,01334	7	1,074515	6	4,93	4,93	0,70	
5			0,185748	0,08337	0,022347	0,34915	8	1,538443	6	4,46	4,46	0,59	
6			-0,41319	0,996	-2,36532	1,538929	9	1,689424	6	4,31	4,31	0,56	
7			0,312947	1,032906	-1,71151	2,337405	10	1,840405	12	10,16	10,16	0,73	
8			0	1,446532	-2,83515	2,835151					25,19	3,58	
9			0	1,446532	-2,83515	2,835151					MAD	5,04	0,72
											SMAPE		71,65

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9

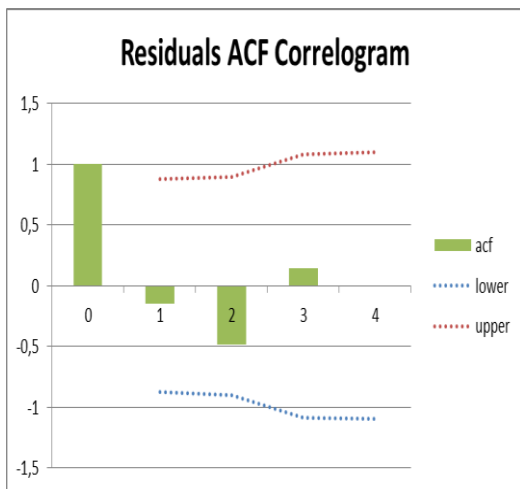


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

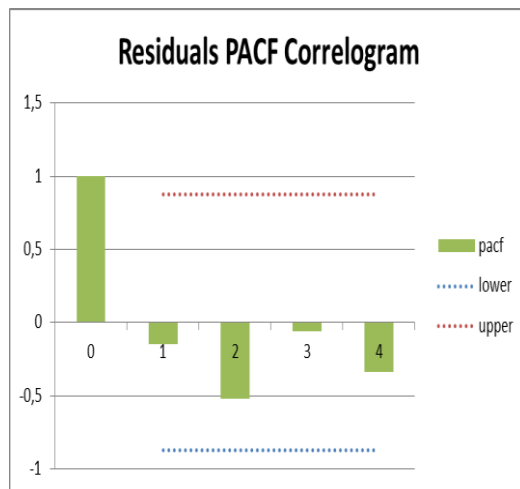
ARIMA (1,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	-3,01849	0	-3,01849	0,117755	-3,24929	-2,7877	1	1	1				
2	-1,01849	0,170811	-1,18931	0,117755	-1,4201	-0,95851	2	1	1				
3	-4,01849	0,111404	-4,1299	0,117755	-4,36069	-3,8991	3	3	3				
4	-4,01849	-0,00338	-4,01511	0,117755	-4,24591	-3,78432	4	2	2				
5			-1,50955	0,117755	-1,74034	-1,27875	5	1	1				
6			-0,59477	2,526797	-5,5472	4,357659	6	2,508946	0	-2,51	2,51	1,00	
7			-0,23434	2,715458	-5,55654	5,087857	7	4,932668	6	1,07	1,07	0,10	
8			-0,09233	2,743583	-5,46966	5,284992	8	7,716819	6	-1,72	1,72	0,13	
9			-0,03638	2,747924	-5,42221	5,349452	9	10,64298	6	-4,64	4,64	0,28	
							10	13,62509	12	-1,63	1,63	0,06	
											11,56	1,57	
											MAD	2,31	0,31
											SMAPE		31,30

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11

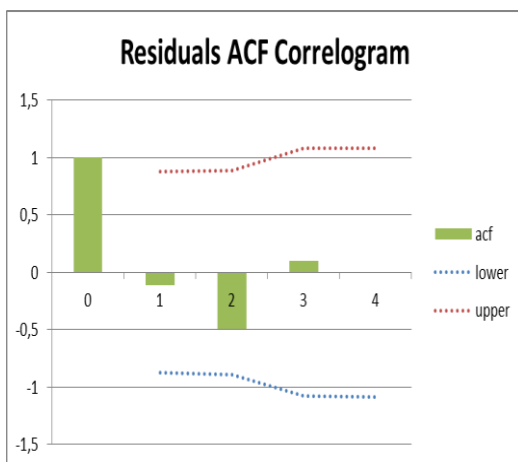


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

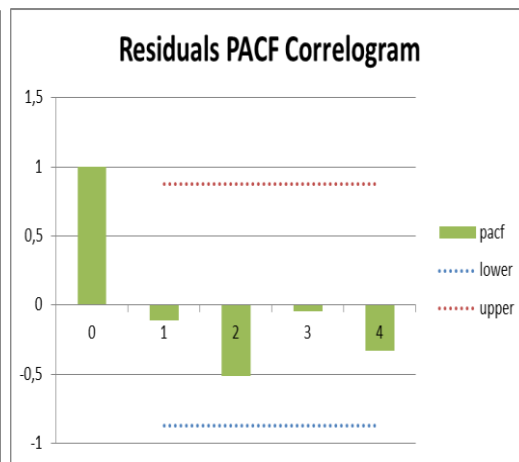
ARIMA (1,1,3)

Forecast (reduced)							Forecast					
			Alpha	0,05								
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)
-1	0	0					1	1	1			
0	0	0					2	1	1			
1	-3,36913	0	-3,36913	0,180905	-3,72369	-3,01456	3	3	3			
2	-1,36913	0,307232	-1,67636	0,180905	-2,03093	-1,32179	4	2	2			
3	-4,36913	0,061159	-4,43029	0,180905	-4,78485	-4,07572	5	1	1			
4	-4,36913	-0,00693	-4,3622	0,180905	-4,71677	-4,00763	6	1,992682	0	-1,99	1,99	1,00
5			-2,37644	0,180905	-2,73101	-2,02188	7	4,211884	6	1,79	1,79	0,18
6			-1,14992	2,12523	-5,3153	3,01545	8	7,008849	6	-1,01	1,01	0,08
7			-0,57216	2,852496	-6,16295	5,018628	9	10,09329	6	-4,09	4,09	0,25
8			-0,28469	3,005491	-6,17534	5,605966	10	13,32076	12	-1,32	1,32	0,05
9			-0,14165	3,04218	-6,10421	5,820912					10,20	1,56
										MAD	2,04	0,31
										SMAPE		31,18

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13



Κωδικός: 82486

Περιγραφή: ΑΞΟΝΑΣ (ΠΛΗΡΗΣ)

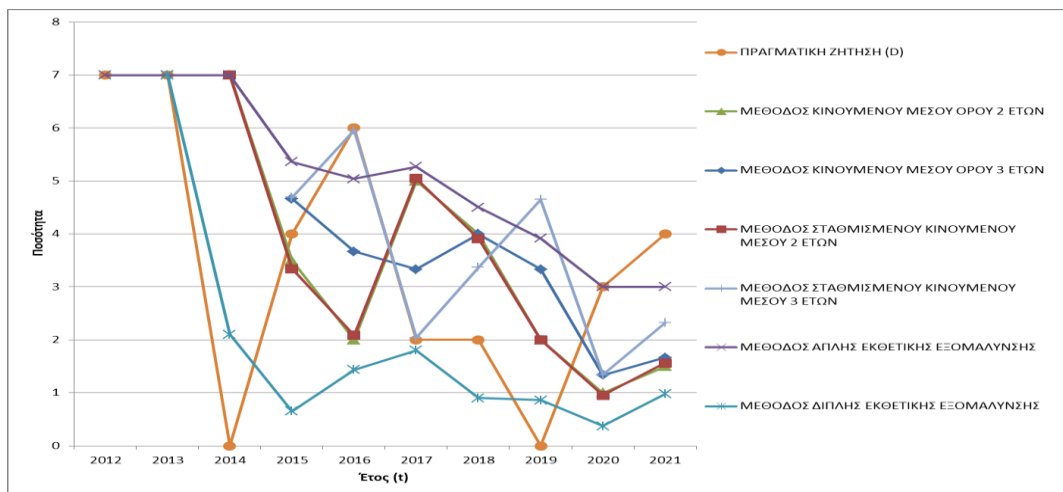
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλα ARIMA

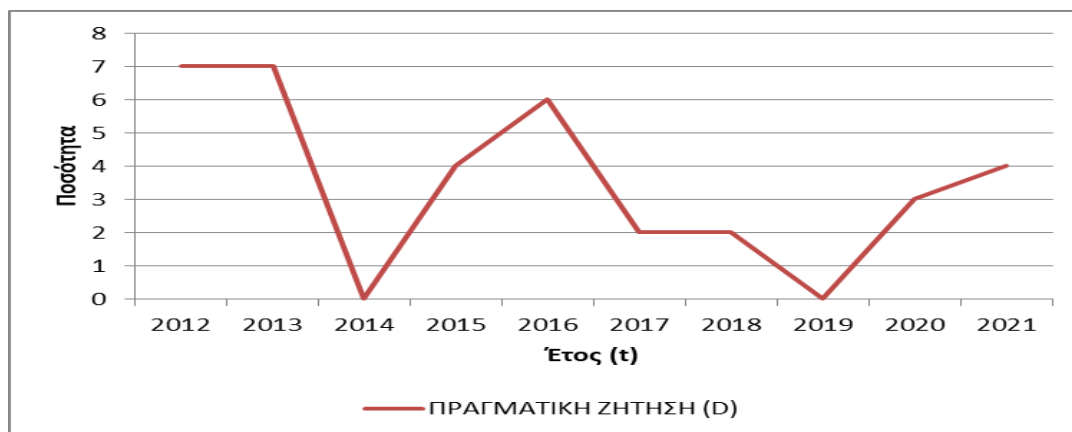
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ 3 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 2 ΕΤΩΝ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΙΝΩΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ 3 ΕΤΩΝ							
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F) ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F) ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F) ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F) ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	ΑΠΟΝΤΟ ΣΦΑΙΜΑ (e _t)	SMAPE $ e_t /(F_t+D_t)$					
2012	7																	
2013	7																	
2014	0	7	-7	7	1,00													
2015	4	4	0,5	0,5	0,07	5	-1	1	0,08	3	1	1	0,09	5	-1	1	0,08	
2016	6	2	4	4	0,50	4	2	2	0,24	2	4	4	0,48	6	0	0	0,00	
2017	2	5	-3	3	0,43	3	-1	1	0,25	5	-3	3	0,43	2	0	0	0,01	
2018	2	4	-2	2	0,33	4	-2	2	0,33	4	-2	2	0,32	3	-1	1	0,25	
2019	0	2	-2	2	1,00	3	-3	3	1,00	2	-2	2	1,00	5	-5	5	1,00	
2020	3	1	2	2	0,50	1	2	2	0,38	1	2	2	0,52	1	2	2	0,38	
2021	4	2	2,5	2,5	0,45	2	2	2	0,41	2	2	2	0,44	2	2	2	0,27	
ΣΥΝΟΛΟ	35			23	4,28			14	3			23	4			10	2	
				2,88	0,54			1,95	0,39			2,88	0,54		1,27	0,25		
					53,54				38,54				53,53				24,95	

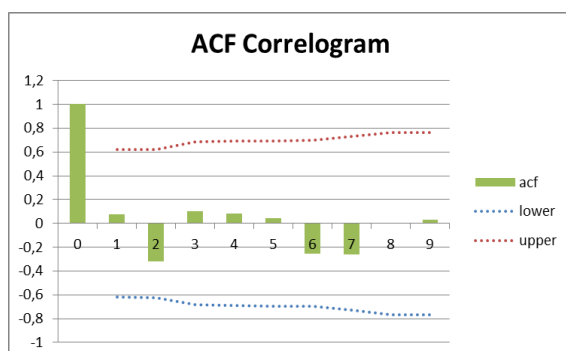
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



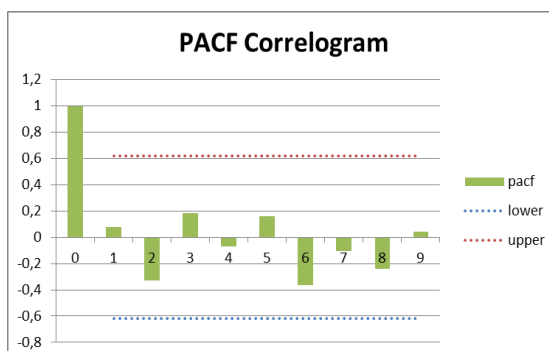
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Δεν υφίσταται, καθώς η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος. Δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν μοντέλα πρόβλεψης ARIMA.

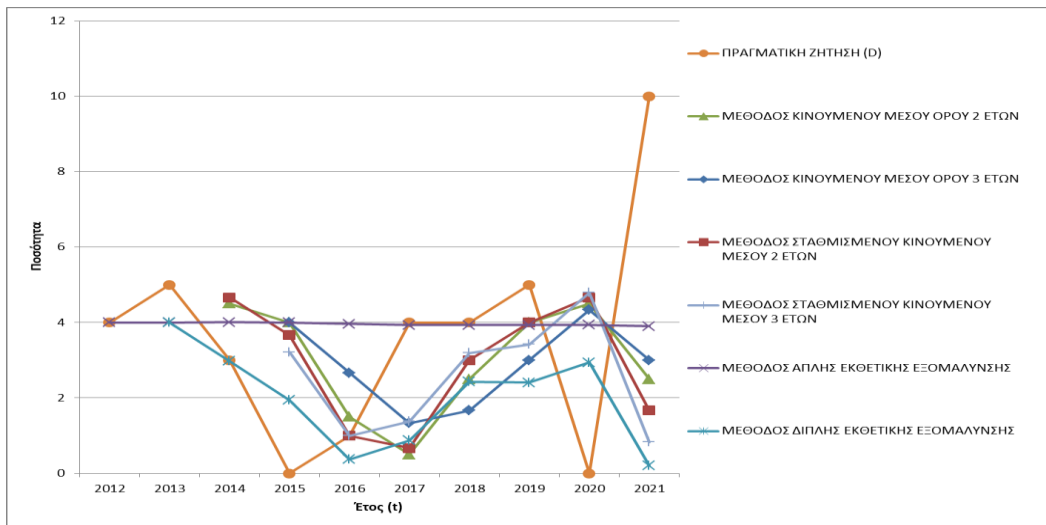
Κωδικός: 97197

Περιγραφή: ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ

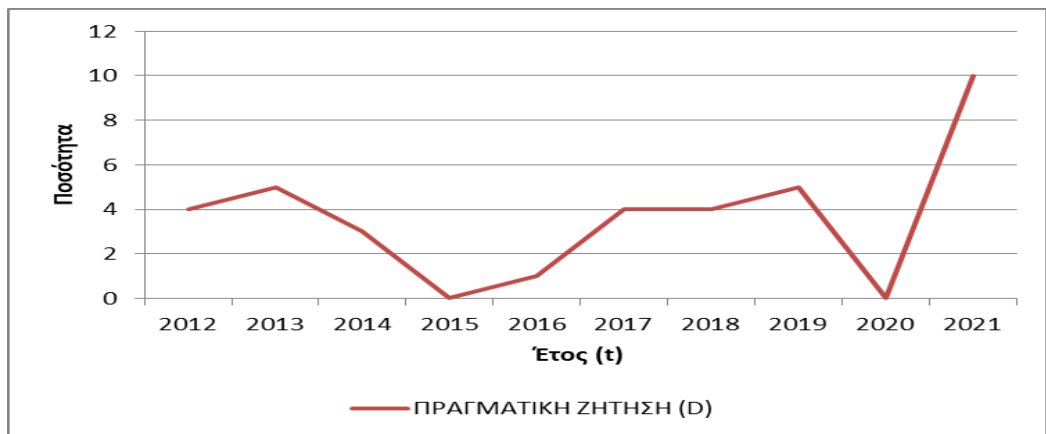
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)
Πίνακας 4- Αποτελέσματα Εκτίμησης Μοντέλου και
Διαγνωστικού Ελέγχου Μοντέλου ARMA (1,1)

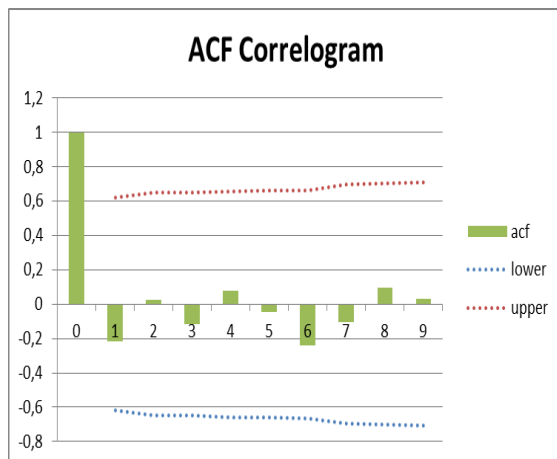
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



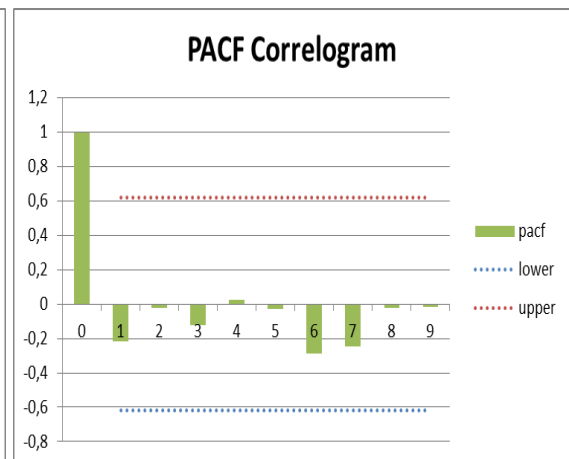
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

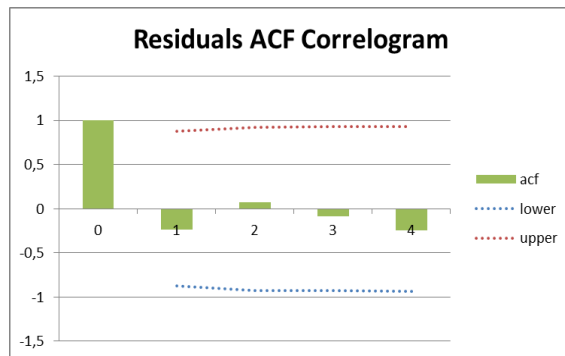


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

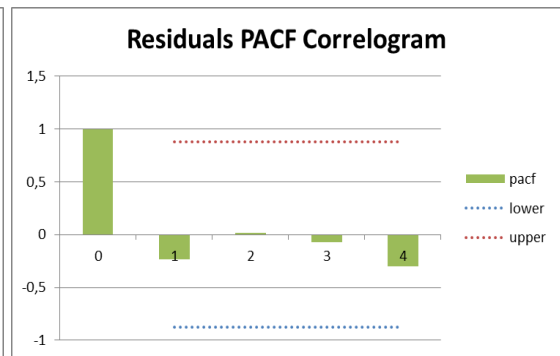
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	1,788134	0	1,788134	0,123349	1,546375	2,029893	1	4	4				
2	2,788134	0,164541	2,623593	0,123349	2,381833	2,865352	2	5	5				
3	0,788134	0,155629	0,632505	0,123349	0,390746	0,874265	3	3	3				
4	-2,21187	-0,09724	-2,11462	0,123349	-2,35638	-1,87286	4	0	0				
5	-1,21187	-0,01044	-1,20142	0,123349	-1,44318	-0,95966	5	1	1				
6			-1,55855	0,123349	-1,80031	-1,31679	6	0,653316	4	3,35	3,35	0,72	
7			-2,28674	2,414707	-7,01948	2,445996	7	-0,07488	4	4,07	4,07	1,00	
8			-3,35516	4,283725	-11,7511	5,040785	8	-1,1433	5	6,14	6,14	1,00	
9			-4,92277	6,730645	-18,1146	8,269048	9	-2,71091	0	2,71	2,71	1,00	
10			-7,22281	10,16469	-27,1452	12,69961	10	-5,01095	10	15,01	15,01	1,00	
											31,29	4,72	
											MAD	6,26	0,94
											SMAPE		94,38

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΠΙΝΑΚΑΣ 4

LL	3,96957	White noise test:		acf	
AIC	-8,74191				
BIC	-11,1967	test	lag	stat	p-value
SSE	0,06086	ljung-box	4	2,830586	0,586565

Κωδικός: 218715

Περιγραφή: ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ

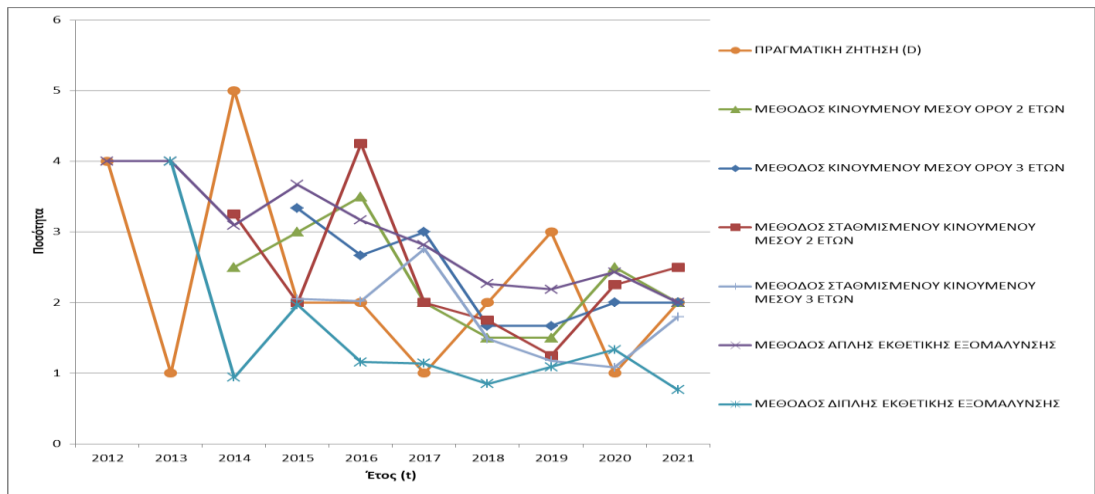
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,1)
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,1)
Διάγραμμα 7- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,2)
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,2)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων
ARMA (1,0)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (1,0)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,2)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Σφαλμάτων ARMA (0,2)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARMA (1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARMA (1,2)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARMA (1,0)
Πίνακας 6- Μοντέλο ARMA (0,2)

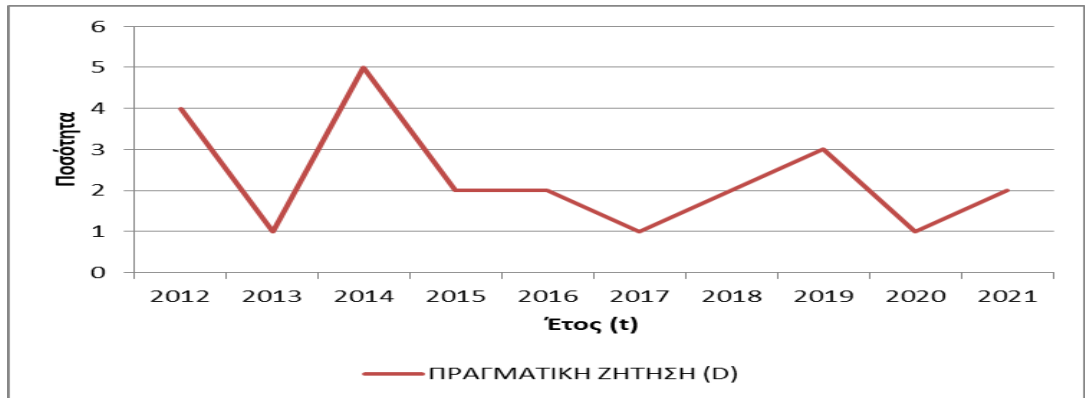
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ				ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t +D _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t +D _t)			
		ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t +D _t)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ e _t /(F _t +D _t)							
		4														
		4														
2012	4	4														
2013	1	4	-3	3	0,60	So=D _t	1	0	4	-3	3	0,60				
2014	5	3	2	2	0,24		2	0	1	4	4	0,68				
2015	2	4	-2	2	0,29		1	0	2	0	0	0,01				
2016	2	3	-1	1	0,23		1	0	1	1	1	0,27				
2017	1	3	-2	2	0,48		1	0	1	0	0	0,06				
2018	2	2	0	0	0,06		1	0	1	1	1	0,40				
2019	3	2	1	1	0,16		2	0	1	2	2	0,47				
2020	1	2	-1	1	0,42		1	0	1	0	0	0,14				
2021	2	2	0	0	0,00		1	0	1	1	1	0,45				
ΣΥΝΟΛΟ	23			12	2						13	3,09				
				1,34	0,27						1,41	0,34				
					27,42							34,28				

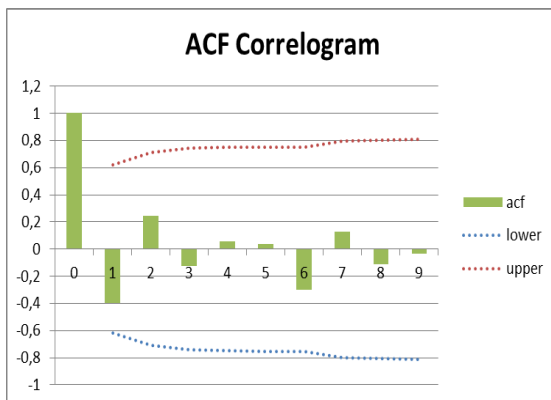
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



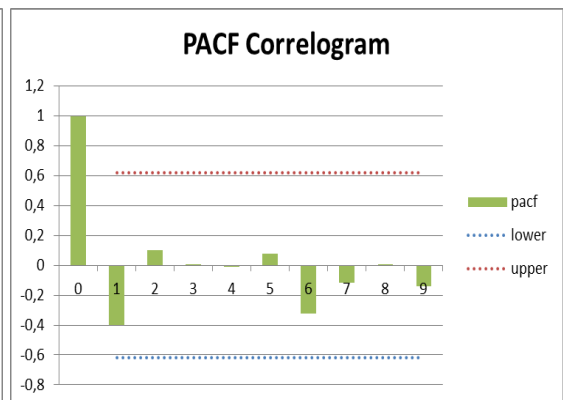
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4

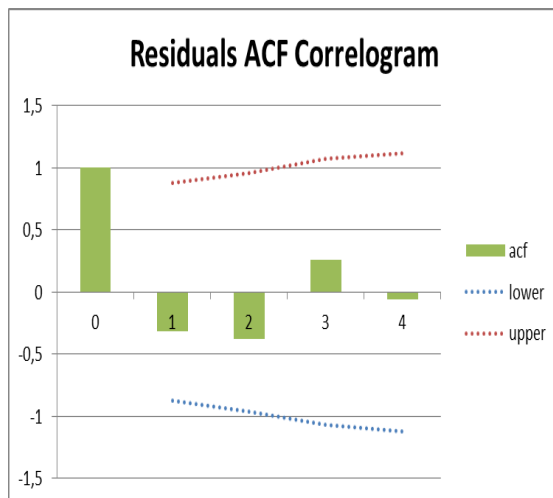


ΠΙΝΑΚΑΣ 3

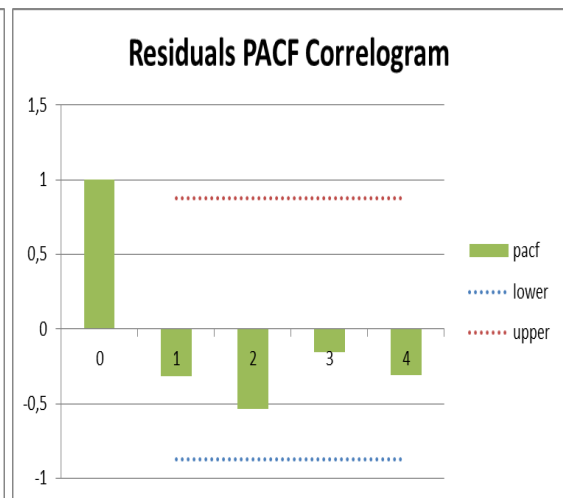
ARMA (1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	1,661641	0	1,661641	0,060896	1,542287	1,780996	1	4	4				
2	-1,33836	-0,08573	-1,25262	0,060896	-1,37198	-1,13327	2	1	1				
3	2,661641	-0,08102	2,742664	0,060896	2,623309	2,862019	3	5	5				
4	-0,33836	0,029654	-0,36801	0,060896	-0,48737	-0,24866	4	2	2				
5	-0,33836	0,006248	-0,34461	0,060896	-0,46396	-0,22525	5	2	2				
6			0,128727	0,060896	0,009372	0,248082	6	2,467086	1	-1,47	1,47	0,42	
7			-0,09704	1,278819	-2,60348	2,4094	7	2,241318	2	-0,24	0,24	0,06	
8			0,073154	1,600823	-3,0644	3,21071	8	2,411512	3	0,59	0,59	0,11	
9			-0,05515	1,757721	-3,50022	3,389922	9	2,283212	1	-1,28	1,28	0,39	
10			0,041572	1,840934	-3,56659	3,649737	10	2,379931	2	-0,38	0,38	0,09	
											3,96	1,07	
											MAD	0,79	0,21
											SMAPE		21,33

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6

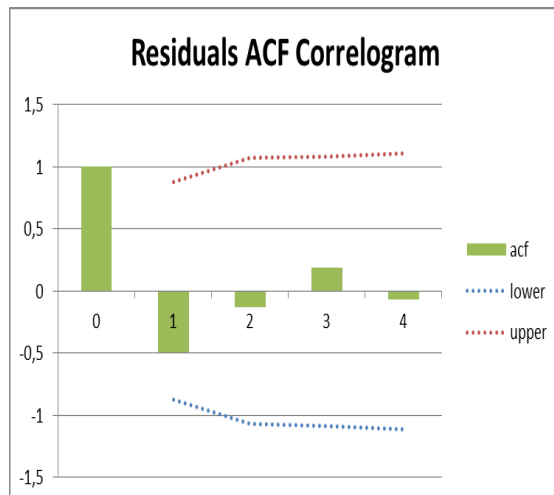


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

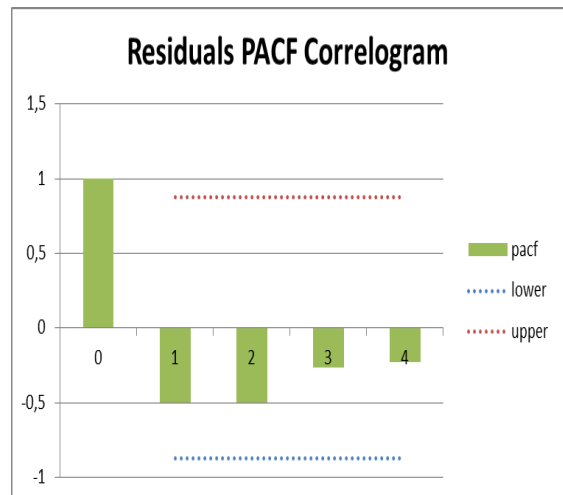
ARMA (1,2)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
0	0	0					1	4	4				
1	1,482972	0	1,482972	0,13748	1,213517	1,752427	2	1	1				
2	-1,51703	-0,24941	-1,26762	0,13748	-1,53707	-0,99816	3	5	5				
3	2,482972	0,074906	2,408065	0,13748	2,13861	2,67752	4	2	2				
4	-0,51703	0,086779	-0,60381	0,13748	-0,87326	-0,33435	5	2	2				
5	-0,51703	-0,01598	-0,50105	0,13748	-0,77051	-0,2316	6	2,38566	1	-1,39	1,39	0,41	
6			-0,13137	0,13748	-0,40082	0,138086	7	2,747971	2	-0,75	0,75	0,16	
7			0,230943	0,742934	-1,22518	1,687067	8	2,319622	3	0,68	0,68	0,13	
8			-0,19741	0,842343	-1,84837	1,453555	9	2,685767	1	-1,69	1,69	0,46	
9			0,168739	0,908121	-1,61115	1,948624	10	2,372793	2	-0,37	0,37	0,09	
10			-0,14423	0,953317	-2,0127	1,724233					4,87	1,24	
											MAD	0,97	0,25
											SMAPE		24,75

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

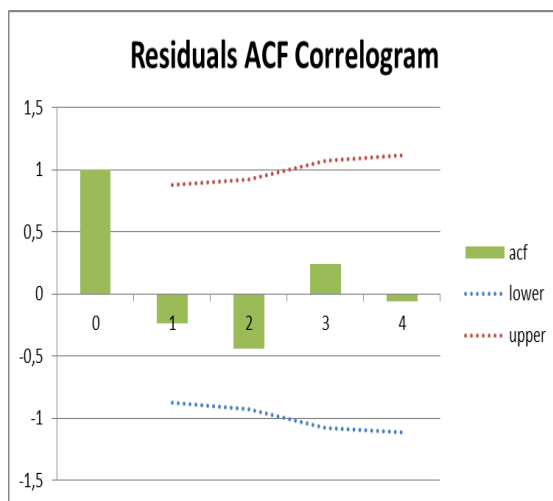


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

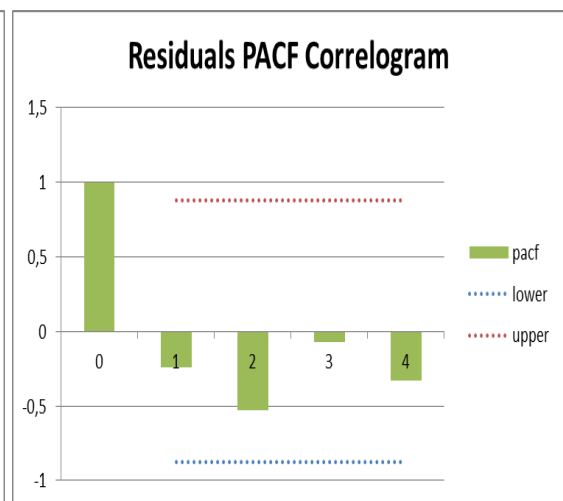
ARMA (1,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +I _t)	
1	1,294118	0	1,294118	1,431782	-1,51212	4,100359	1	4	4				
2	-1,70588	-0,8	-0,90588	1,431782	-3,71212	1,900359	2	1	1				
3	2,294118	1,1	1,194118	1,431782	-1,61212	4,000359	3	5	5				
4	-0,70588	0,9	-1,60588	1,431782	-4,41212	1,200359	4	2	2				
5	-0,70588	-1,2	0,494118	1,431782	-2,31212	3,300359	5	2	2				
6			0,494118	1,431782	-2,31212	3,300359	6	3,2	1	-2,20	2,20	0,52	
7			-0,34588	1,747713	-3,77134	3,079572	7	2,36	2	-0,36	0,36	0,08	
8			0,242118	1,88327	-3,44902	3,933259	8	2,948	3	0,05	0,05	0,01	
9			-0,16948	1,946249	-3,98406	3,645096	9	2,5364	1	-1,54	1,54	0,43	
10			0,118638	1,976376	-3,75499	3,992264	10	2,82452	2	-0,82	0,82	0,17	
											4,97	1,22	
											MAD	0,99	0,24
											SMAPE		24,41

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10

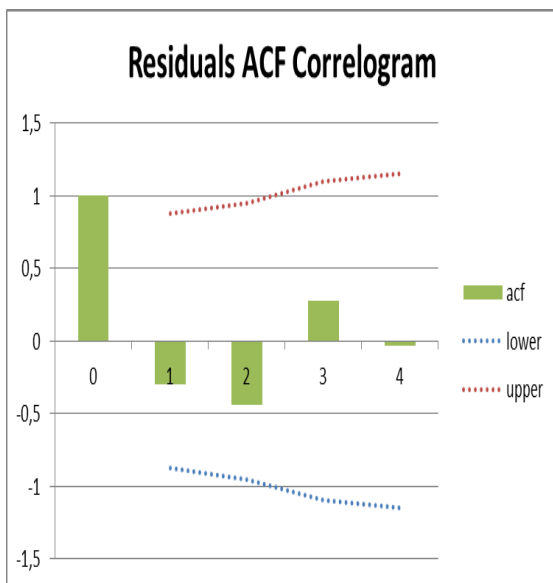


ΠΙΝΑΚΑΣ 6

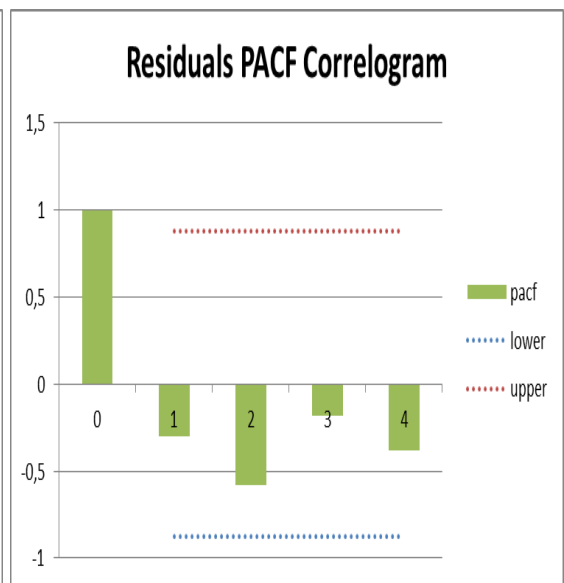
ARMA (0,2)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
-1	0	0					1	4	4				
0	0	0					2	1	1				
1	1,172986	1,172986	0	0,646923	-1,26795	1,267946	3	5	5				
2	-1,82701	-0,67794	-1,14907	0,646923	-2,41702	0,118875	4	2	2				
3	2,172986	-0,4029	2,575887	0,646923	1,307942	3,843833	5	2	2				
4	-0,82701	-0,11677	-0,71025	0,646923	-1,97819	0,5577	6	2,915638	1	-1,92	1,92	0,49	
5	-0,82701	-0,28474	-0,54227	0,646923	-1,81022	0,725674	7	2,362933	2	-0,36	0,36	0,08	
6			0,088623	0,646923	-1,17932	1,356569	8	2,827014	3	0,17	0,17	0,03	
7			-0,46408	0,905609	-2,23904	1,310879	9	2,827014	1	-1,83	1,83	0,48	
8			0	1,389903	-2,72416	2,72416	10	2,827014	2	-0,83	0,83	0,17	
9			0	1,389903	-2,72416	2,72416					5,11	1,25	
10			0	1,389903	-2,72416	2,72416					MAD	1,02	0,25
											SMAPE		25,02

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



Κωδικός: 515540

Περιγραφή: ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ

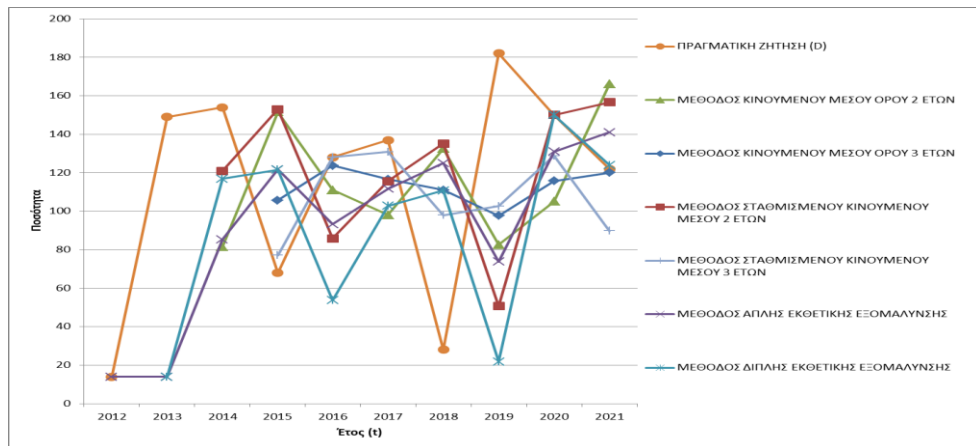
Διάγραμμα: Διάγραμμα 1- Συγκριτικό Γράφημα Μεθόδων
Διάγραμμα 2- Καταγεγραμμένη Ζήτηση
Διάγραμμα 3- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 4- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης
Διάγραμμα 5- Γραφική Παράσταση Πρώτων Διαφορών Ζήτησης
Διάγραμμα 6- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 7-Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Πρώτων Διαφορών
Διάγραμμα 8- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 9- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,1)
Διάγραμμα 10- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,1)
Διάγραμμα 11- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,1)
Διάγραμμα 12- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)
Διάγραμμα 13- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,0)
Διάγραμμα 14- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)
Διάγραμμα 15- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (1,1,3)
Διάγραμμα 16- Γραφική Παράσταση Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,3)
Διάγραμμα 17- Γραφική Παράσταση Μερικής Αυτοσυσχέτισης Σφαλμάτων ARIMA (2,1,3)

Πίνακας: Πίνακας 1- Μέθοδοι Κινούμενου Μέσου Όρου
Πίνακας 2- Μέθοδοι Εξομάλυνσης
Πίνακας 3- Μοντέλο ARIMA (1,1,1)
Πίνακας 4- Μοντέλο ARIMA (2,1,1)
Πίνακας 5- Μοντέλο ARIMA (2,1,0)
Πίνακας 6- Μοντέλο ARIMA (1,1,3)
Πίνακας 7- Μοντέλο ARIMA (2,1,3)

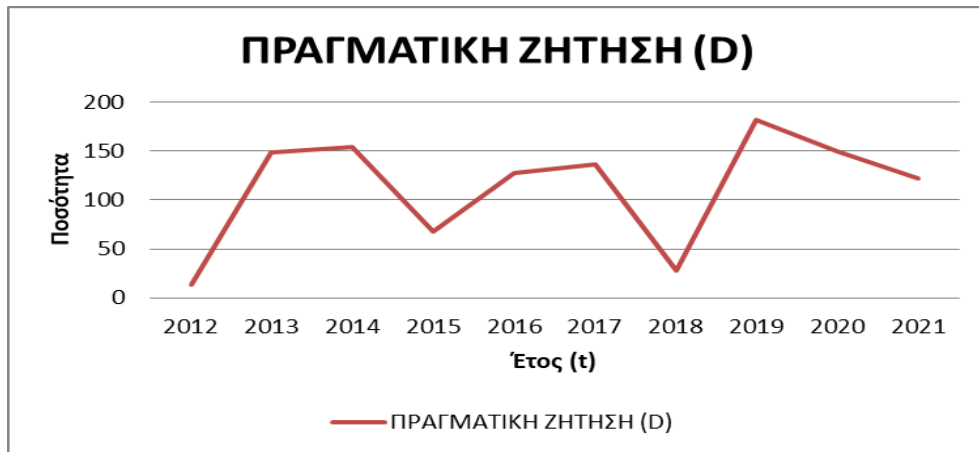
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

		ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΤΙΚΗΣ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ								
		Σταθερά εξομάλυνσης α	Σταθερά εξομάλυνσης α								
		0,53	0,77								
			0,01								
ΕΤΟΣ (t)	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ $ e_t /(F_t+D_t)$	S	G	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (F)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΣΜΑΡΕ $ e_t /(F_t+D_t)$
2012	14	14				14	0				
2013	149	14	135	135	0,83	So=D ₁	1	14	135	135	0,83
2014	154	85	69	69	0,29		1	117	37	37	0,14
2015	68	122	-54	54	0,28		0	122	-54	54	0,28
2016	128	93	35	35	0,16		1	54	74	74	0,41
2017	137	112	25	25	0,10		1	103	34	34	0,14
2018	28	125	-97	97	0,63		0	111	-83	83	0,60
2019	182	74	108	108	0,42		1	22	160	160	0,79
2020	150	131	19	19	0,07		1	150	0	0	0,00
2021	122	141	-19	19	0,07		1	124	-2	2	0,01
ΣΥΝΟΛΟ	1132		561	561	3					579	3,19
			62,30	62,30	0,32					64,35	0,35
					31,71						35,44

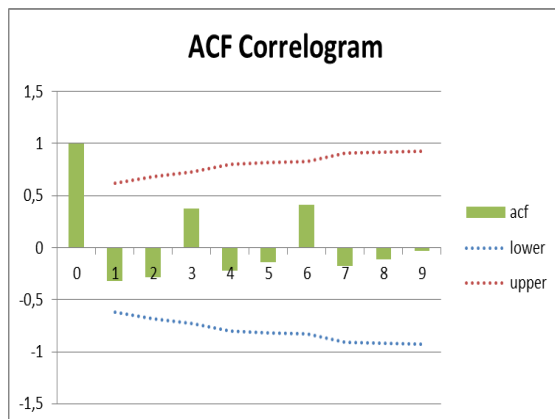
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1



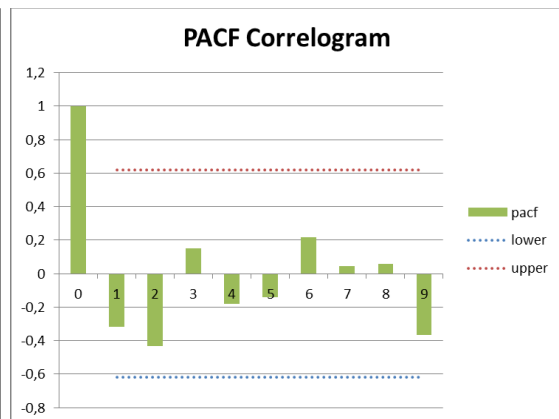
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3



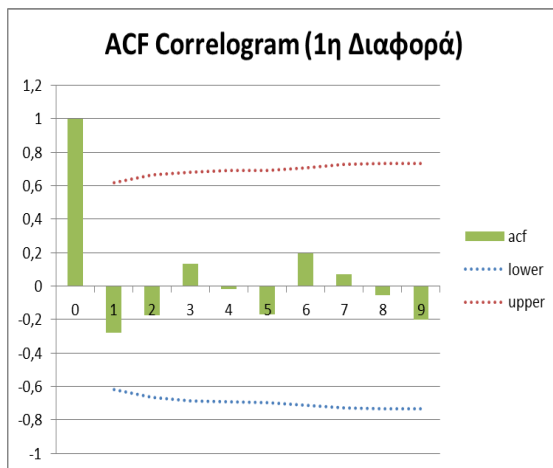
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4



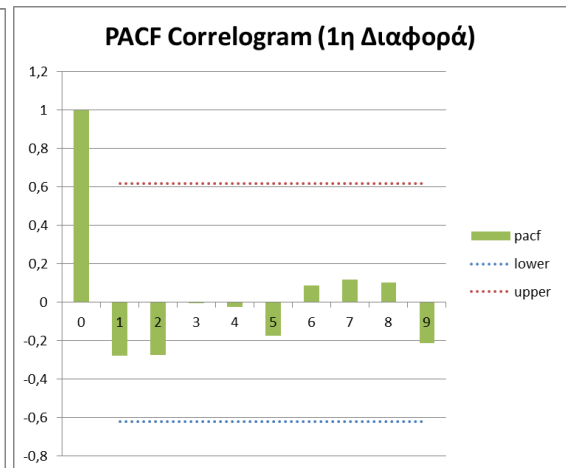
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7



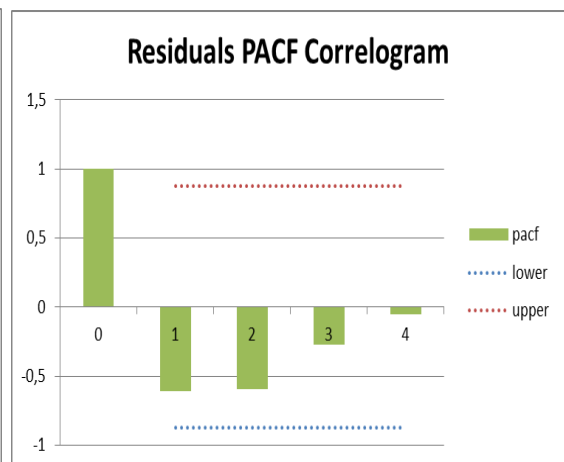
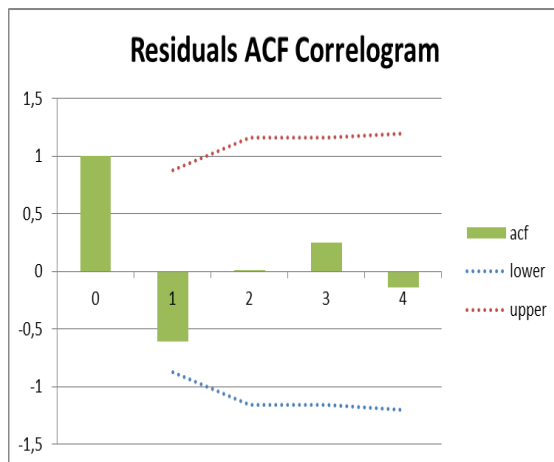
ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ARIMA (1,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
1	116,7063	0	116,7063	4,046522	108,7752	124,6373	1	14	14				
2	-13,2937	6,795045	-20,0888	4,046522	-28,0198	-12,1578	2	149	149				
3	-104,294	-1,58071	-102,713	4,046522	-110,644	-94,782	3	154	154				
4	41,70625	-0,67211	42,37836	4,046522	34,44733	50,3094	4	68	68				
5			3,206937	4,046522	-4,7241	11,13797	5	128	128				
6			-0,55201	63,35529	-124,726	123,6221	6	149,5007	137	-12,50	12,50	0,04	
7			0,095019	64,28325	-125,898	126,0879	7	167,2424	28	-139,24	139,24	0,71	
8			-0,01636	64,31054	-126,063	126,03	8	185,6312	182	-3,63	3,63	0,01	
9			0,002815	64,31135	-126,045	126,0507	9	203,9086	150	-53,91	53,91	0,15	
							10	222,2051	122	-100,21	100,21	0,29	
											309,49	1,21	
											MAD	61,90	0,24
											SMAPE		24,20

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9

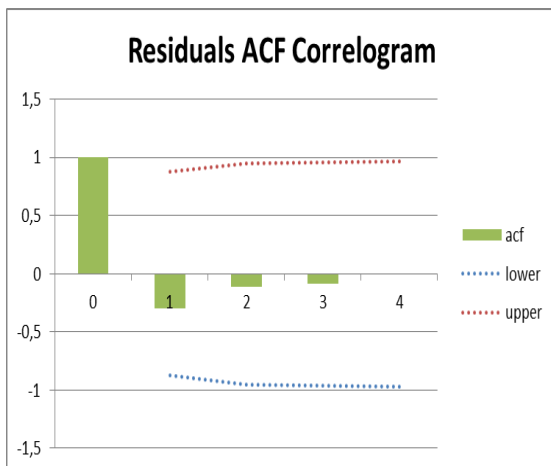


ΠΙΝΑΚΑΣ 4

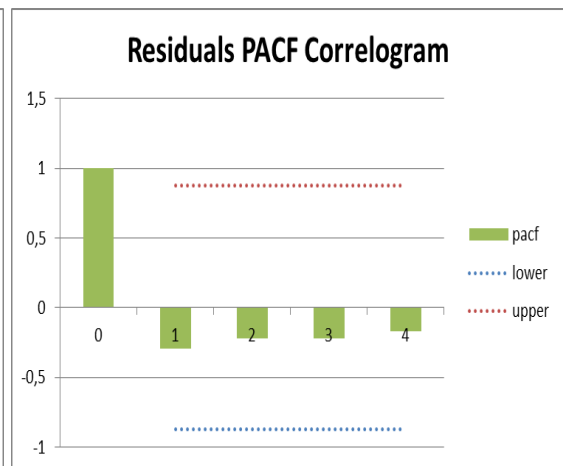
ARIMA (2,1,1)

Forecast (reduced)							Forecast								
				Alpha	0,05										
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)			
1	134,6783	0	134,6783	2,69E-05	134,6783	134,6784	1	14	14						
2	4,678337	0	4,678337	2,69E-05	4,678284	4,67839	2	149	149						
3	-86,3217	3,7E-07	-86,3217	2,69E-05	-86,3217	-86,3216	3	154	154						
4	59,67834	-3,8E-05	59,67837	2,69E-05	59,67832	59,67843	4	68	68						
5			9,904308	2,69E-05	9,904256	9,904361	5	128	128						
6			-43,9261	3,48E-05	-43,9262	-43,9261	6	138,226	137	-1,23	1,23	0,00			
7			25,73541	3,49E-05	25,73534	25,73548	7	94,62151	28	-66,62	66,62	0,54			
8			8,397481	3,76E-05	8,397407	8,397555	8	120,6786	182	61,32	61,32	0,20			
9			-21,933	3,88E-05	-21,9331	-21,9329	9	129,3977	150	20,60	20,60	0,07			
							10	107,7864	122	14,21	14,21	0,06			
											163,98	0,89			
										MAD	32,80	0,18			
										SMAPE		17,72			

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11

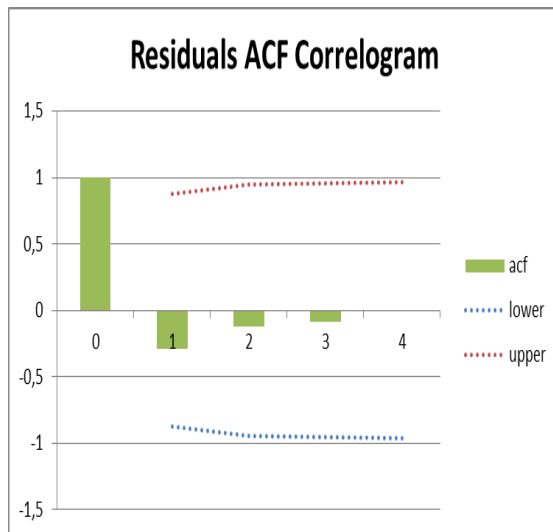


ΠΙΝΑΚΑΣ 5

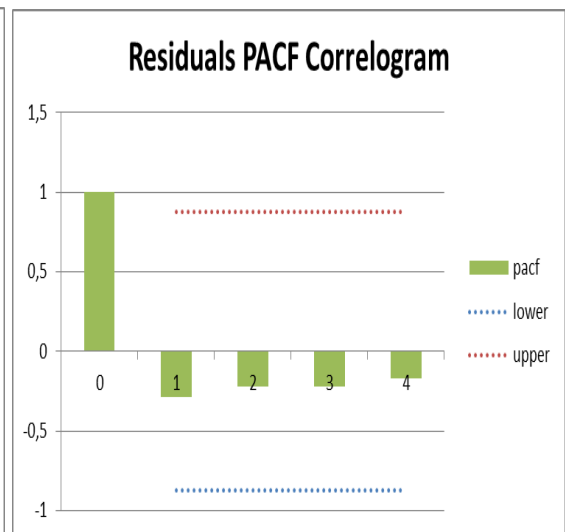
ARIMA (2,1,0)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t +D _t)	
1	134,9936	0	134,9936	#API!	#API!	#API!	1	14	14				
2	4,993624	0	4,993624	#API!	#API!	#API!	2	149	149				
3	-86,0064	5,38E-05	-86,0064	#API!	#API!	#API!	3	154	154				
4	59,99362	-1,5E-05	59,99364	#API!	#API!	#API!	4	68	68				
5			8,490702	#API!	#API!	#API!	5	128	128				
6			-42,8196	#API!	#API!	#API!	6	136,4971	137	0,50	0,50	0,00	
7			26,20596	#API!	#API!	#API!	7	93,68387	28	-65,68	65,68	0,54	
8			6,911915	#API!	#API!	#API!	8	119,8962	182	62,10	62,10	0,21	
9			-21,0519	#API!	#API!	#API!	9	126,8145	150	23,19	23,19	0,08	
							10	105,769	122	16,23	16,23	0,07	
											167,71	0,90	
											MAD	33,54	0,18
											SMAPE		18,05

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13

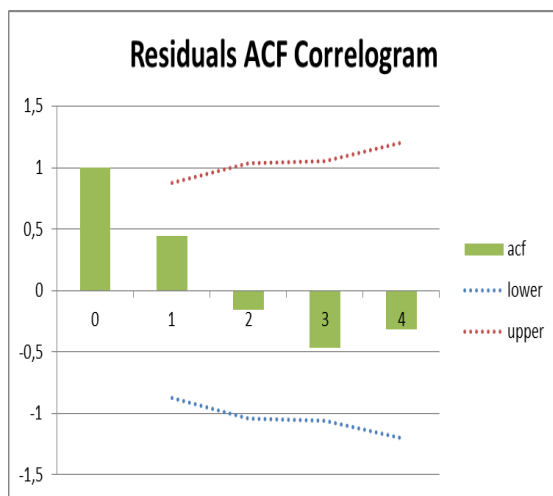


ΠΙΝΑΚΑΣ 6

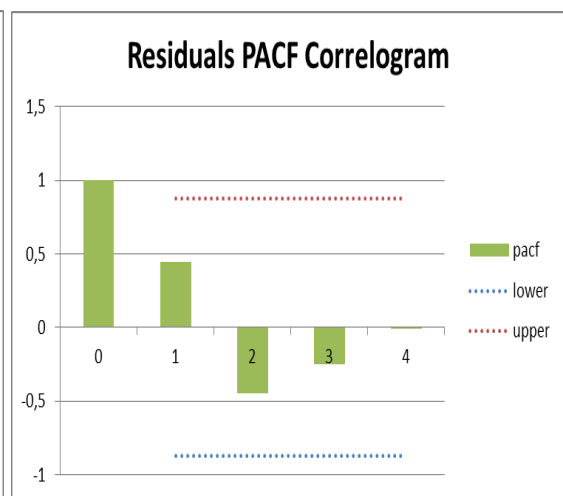
ARIMA (1,1,3)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE (e _t /(F _t + D _t))	
-1	0	0					1	14	14				
0	0	0					2	149	149				
1	286,4293	0	286,4293	0,79667	284,8679	287,9908	3	154	154				
2	156,4293	1,319239	155,1101	0,79667	153,5486	156,6715	4	68	68				
3	65,42932	-0,05403	65,48334	0,79667	63,9219	67,04479	5	128	128				
4	211,4293	-0,40092	211,8302	0,79667	210,2688	213,3917	6	89,71772	137	47,28	47,28	0,21	
5			113,147	0,79667	111,5856	114,7085	7	-53,808	28	81,81	81,81	1,00	
6			7,903572	11,20835	-14,0644	29,87153	8	-200,957	182	382,96	382,96	1,00	
7			4,280021	100,6209	-192,933	201,4933	9	-350,069	150	500,07	500,07	1,00	
8			2,31776	114,2663	-221,64	226,2756	10	-500,243	122	622,24	622,24	1,00	
9			1,255137	117,969	-229,96	232,4701					1634,36	4,21	
											MAD	326,87	0,84
											SMAPE		84,17

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15

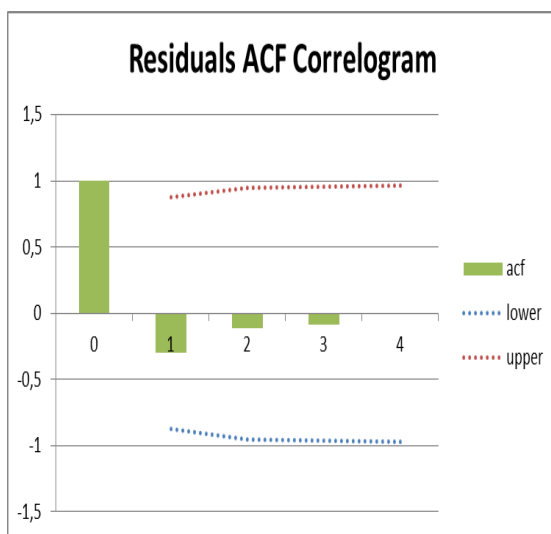


ΠΙΝΑΚΑΣ 7

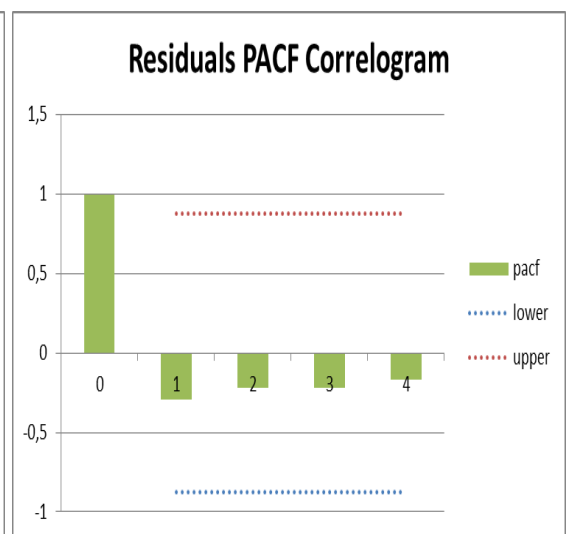
ARIMA (2,1,3)

Forecast (reduced)							Forecast						
			Alpha	0,05									
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time	forecast	ΠΡΑΓΜΑ ΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ (D)	ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (e _t)	SMAPE e _t /(F _t + D _t)	
0	0	0					1	14	14				
1	134,6783	0	134,6783	2,69E-05	134,6783	134,6784	2	149	149				
2	4,678337	0	4,678337	2,69E-05	4,678284	4,67839	3	154	154				
3	-86,3217	3,7E-07	-86,3217	2,69E-05	-86,3217	-86,3216	4	68	68				
4	59,67834	-3,8E-05	59,67837	2,69E-05	59,67832	59,67843	5	128	128				
5			9,904308	2,69E-05	9,904256	9,904361	6	138,226	137	-1,23	1,23	0,00	
6			-43,9261	3,48E-05	-43,9262	-43,9261	7	94,62151	28	-66,62	66,62	0,54	
7			25,73541	3,49E-05	25,73534	25,73548	8	120,6786	182	61,32	61,32	0,20	
8			8,397481	3,76E-05	8,397407	8,397555	9	129,3977	150	20,60	20,60	0,07	
9			-21,933	3,88E-05	-21,9331	-21,9329	10	107,7864	122	14,21	14,21	0,06	
											163,98	0,89	
											MAD	32,80	0,18
											SMAPE		17,72

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ- Βέλτιστη μέθοδος πρόβλεψης ανά υλικό
(αναλυτικός πίνακας)**

Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ABC ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ	ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΣΜΑΡΕ (%)
1	587108	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	A	ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ	50,44
2	418584	ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΤΑΣΕΩΣ	A	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	34,16
3	543578	ΚΕΦΑΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	A	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	15,75
4	150037	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΡΟΤΟΡΑ	A	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	29,51
5	83578	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ	A	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ: ΜΟΝΤΕΛΟ ARMA (2,1)	16,15
6	469023	ΕΝΔΕΙΚΤΗΣ	A	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ: ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (1,2,1)	26,62
7	551471	ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	10,04
8	346195	ΔΙΟΠΤΡΑ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΣ	B	ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ	35,93
9	82655	ΠΤΕΡΥΓΙΟ	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	34,47
10	555124	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	16,47
11	543258	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ (ΠΛΗΡΗΣ)	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	37,67
12	423373	ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΛΑΙΟΥ	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	30,93
13	519284	ΣΕΡΒΟΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	34,09
14	81170	ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (ΠΛΗΡΗΣ)	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	19,37
15	589102	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΙΣΧΥΟΣ	B	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ: ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA (1,1,3)	31,18
16	82486	ΑΞΟΝΑΣ (ΠΛΗΡΗΣ)	B	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	24,95
17	97197	ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ	C	ΑΠΛΗ ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ	38,08
18	218715	ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ	C	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	14,52
19	515540	ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟ	C	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ 3 ΕΤΩΝ	14,35