



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ
ΓΙΑ ΧΡΟΝΙΚΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ 20 ΕΤΩΝ**

Αλεξανδρής Χρήστος



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :Φίλης Ιωάννης.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Φίλη Ιωάννη για την συνεχή βοήθεια και υποστήριξη που μου πρόσφερε μου καθόλη την διάρκεια της διεκπεραίωσης αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης την οικογένεια μου για την στήριξη που μου πρόσφερε όλα αυτά τα χρόνια και χάρις την οποία κατάφερα να εκπληρώσω τον σημαντικότερο στόχο μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Contents

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	6
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	7
1.1.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	8
1.1.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ	9
1.1.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	10
1.1.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ	11
1.1.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ	12
1.1.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	13
1.1.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	14
1.1.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	15
1.1.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	16
1.1.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ	17
1.1.11 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	18
1.1.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	19
1.1.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ	20
1.1.14 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ	21
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ	22
1.2 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	22
1.3 ΑΔΡΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	23

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	28
2.2 ΤΥΠΟΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	28
2.3 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	28
2.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ	29
2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ	30
2.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	31
2.6 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ.....	32
2.6 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ(ACF) ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ(PACF)	32
2.7 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	35
2.8 ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ (ΑΥΤΟ REGRESSIVE MOVING AVERAGE ARIMA).....	37
Γενικά στοιχεία	37
Προϋποθέσεις για την χρήση των μοντέλων.....	37
2.9 ΜΟΝΤΕΛΑ AR,ARMA,ARIMA.....	38
2.10 ΜΟΝΤΕΛΑ ARIMA ΚΑΙ ΣΤΑΣΙΜΕΣ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.	39
2.12 Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΟΥ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ BOX-JENKINS	40
2.12.1 Στάδιο αναγνώρισης	41
2.12.2 Στάδιο Εκτίμησης	43
2.12.3 Στάδιο Διαγνωστικού Ελέγχου	44
2.13 Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΦΙΛΑΡΓΥΡΙΑΣ.....	45
2.14 ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	45
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	46
3.2 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ	46
3.3 ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΕΙΣΡΟΩΝ.....	47
3.3.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ	47
3.3.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ	53
3.3.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ	58
3.3.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ	62
3.3.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ	67
3.3.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	73
3.3.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	78
3.3.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	83
3.3.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ	88

3.3.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	93
3.3.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΕΙΣΡΟΕΣ	98
3.3.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	103
3.3.14 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ.....	108
3.3.15 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ -ΕΙΣΡΟΕΣ	113
3.3.16 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΥΕΤΟΥ	118
3.4 ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΕΚΡΟΩΝ	118
3.4.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ-ΕΚΡΟΕΣ	118
3.4.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ-ΕΚΡΟΕΣ	123
3.4.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ-ΕΚΡΟΕΣ	128
3.4.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ-ΕΚΡΟΕΣ	133
3.4.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ-ΕΚΡΟΕΣ	138
3.4.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΕΚΡΟΕΣ.....	143
3.4.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ.....	148
3.4.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΕΚΡΟΕΣ.....	153
3.4.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ.....	158
3.4.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ.....	163
3.4.11 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ-ΕΚΡΟΕΣ	168
3.4.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ-ΕΚΡΟΕΣ.....	173
3.4.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ-ΕΚΡΟΕΣ.....	178
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ.....	183
4.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ	183
4.1.1 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Αλογονωμένους και Πολυαλογονωμένους Υδρογονάνθρακες.....	183
4.1.2 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Αζωτούχα και Φωσφορικά Λιπάσματα	183
4.1.3 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Ενδοκρινικούς Διαταρακτές(endocrine disrupters)	184
4.1.4 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Βαρέα Μέταλλα και Μεταλλοειδή.....	185
4.2 ΔΙΕΡΕΥΝΥΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	185
4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ	185
4.2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΛΙΜΝΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	187
4.2.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	187
4.3 ΔΙΕΥΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΚΑΙ ΛΙΜΝΩΝ	188

4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ	188
4.3.2 ΑΛΦΕΙΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ)	189
4.3.3 ΠΗΝΕΙΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ).....	189
4.4.4 ΑΧΕΛΩΟΣ(ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)	189
4.4.5 ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ(ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)	190
4.4.6 ΚΑΛΑΜΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΥΠΕΙΡΟΥ)	190
4.4.7 ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)	190
4.4.8 ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)	190
4.4.9 ΜΙΚΡΗ ΠΡΕΣΠΑ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ).....	191
4.4.10 ΜΕΓΑΛΗ ΠΡΕΣΠΑ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ).....	191
4.4.11 ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)	191
4.4.12 ΒΟΛΒΗ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ).....	191
4.4.13 ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)	191
4.4.14 ΕΒΡΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ).....	191
4.4.15 ΝΕΣΤΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ).....	192
4.4.16 ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ).....	192
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	192
6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	193

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η πρόγνωση των υδατικών πόρων στον Ελλαδικό χώρο. Οι προγνώσεις θα γίνουν για κάθε υδατικό διαμέρισμα ξεχωριστά. Η είσοδος για το σύστημά μας θα είναι ο υετός δηλαδή το σύνολο των υδατικών πόρων που εισρέουν με την μορφή βροχής, χιονιού και χαλαζιού. Αντίστοιχα η έξοδός μας θα είναι η κατανάλωση του νερού πάντα ανά υδατικό διαμέρισμα.

Σε ότι έχει να κάνει με τις μεθόδους πρόβλεψης , χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο μέθοδοι βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης όπως μοντέλα ARIMA, εκθετική εξομάλυνση ,τυχαίου περιπάτου και γραμμικής παλινδρόμησης. Σε κάθε περίπτωση επιλέχθηκε το καταλληλότερο μοντέλο με βάση μια

συγκεκριμένη μεθοδολογία και κριτήρια στα οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο λόγος που επιλέχθηκαν τέτοιου είδους μοντέλα αφορά την συμπεριφορά των μοντέλων και πιο συγκεκριμένα το γεγονός ότι τέτοιου είδους μοντέλα δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα σε πιο πρόσφατες παρατηρήσεις.

Επιπροσθέτως στο τελευταίο κεφάλαιο θα γίνει μια εκτενής αναφορά στην κατάσταση των υδάτων στις μεγαλύτερες λίμνες και ποταμούς της χώρας. Η εκτίμηση αυτή θα γίνει βάση των μετρήσεων που έχουν γίνει από διάφορες υπηρεσίες του Ελληνικού κράτους και των Ευρωπαϊκών Οδηγιών για τα επίπεδα ρυπογόνων παραγόντων όπως αυτά ορίζονται από την αντίστοιχη νομοθεσία.

Παρόλο που θα γίνει πιο εκτενής αναφορά στο αντίστοιχο κεφάλαιο μπορούμε να πούμε ότι συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των προγνώσεων είναι εμφανής η ανάγκη για περισσότερα αρδευτικά και υδρευτικά έργα προκειμένου να μπορέσει να ανταπεξέλθει η χώρα στην αυξανόμενη ζήτηση ύδατος καθώς και στις βίαιες κλιματολογικές αλλαγές.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

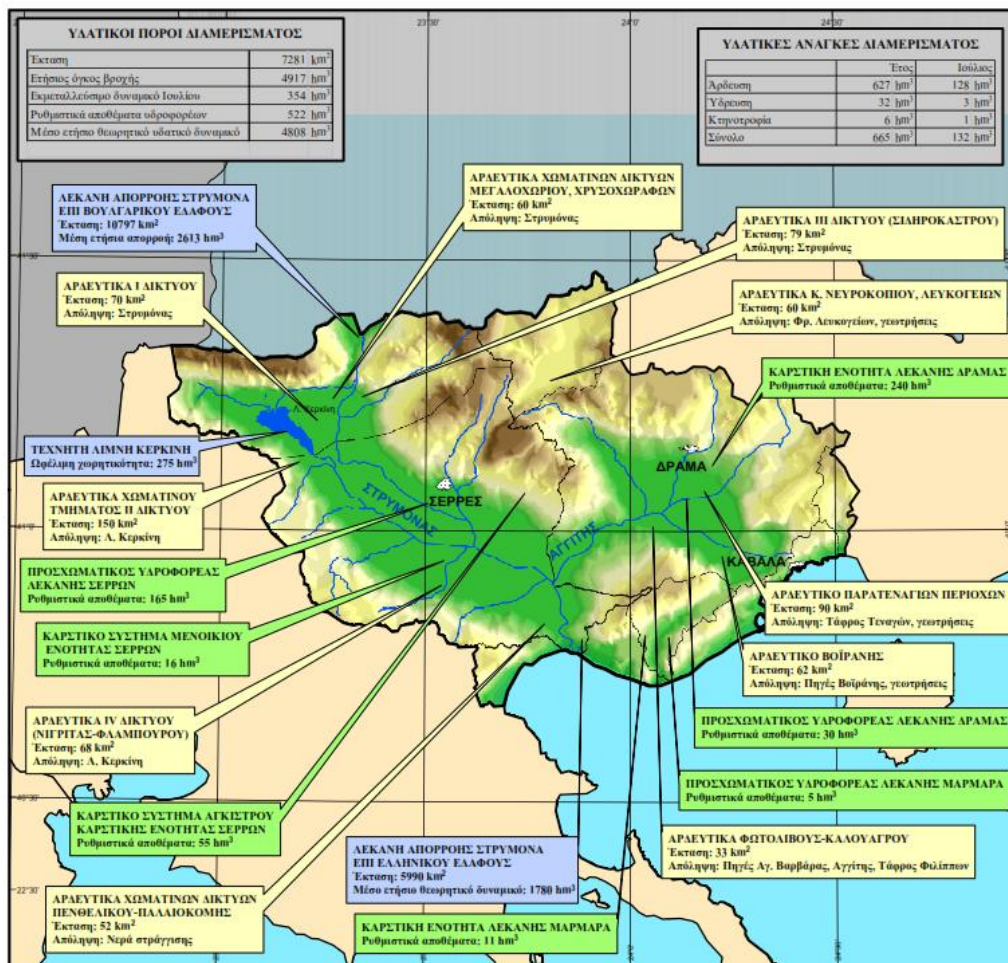
Το νερό αποτελεί τον σημαντικότερο ίσως φυσικό πόρο τόσο λόγω της αναγκαιότητάς του για την επιβίωση μας αλλά και λόγω των πολλαπλών χρήσεων που έχει. Η Ελλάδα παρόλο τον πλούσιο φυσικό της πλούτο δεν έχει καταφέρει να φτιάξει τα αρδευτικά και υδρευτικά έργα που θα της επιτρέπουν να εκμεταλλεύεται σε ικανοποιητικό βαθμό τους υδατικούς της πόρους.

Αν λάβουμε υπόψη μας δε και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεγάλο μέρος των οποίων αποτελεί η υδροηλεκτρική ενέργεια τότε καταλαβαίνουμε πόσο σημαντική είναι η ύπαρξη πλεονασμάτων όσο αναφορά τους υδατικούς πόρους.

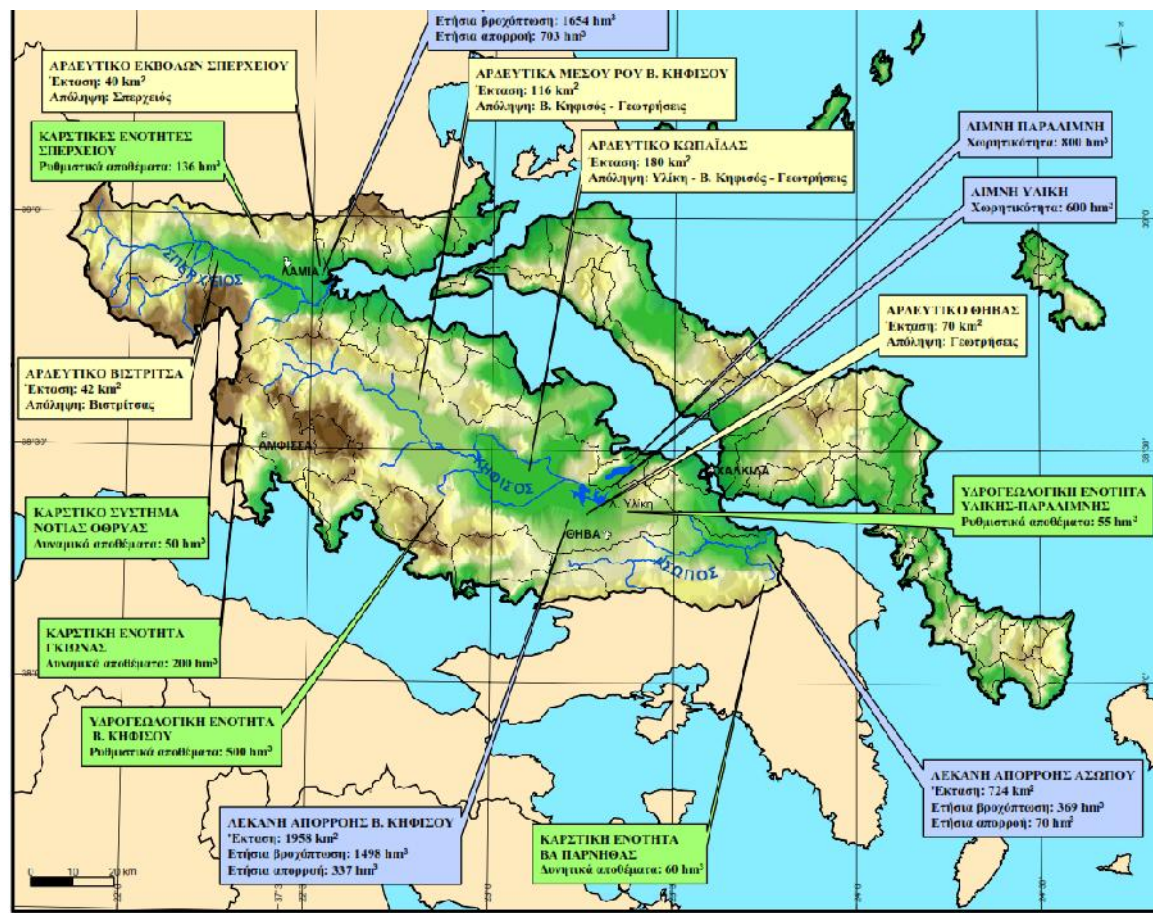
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

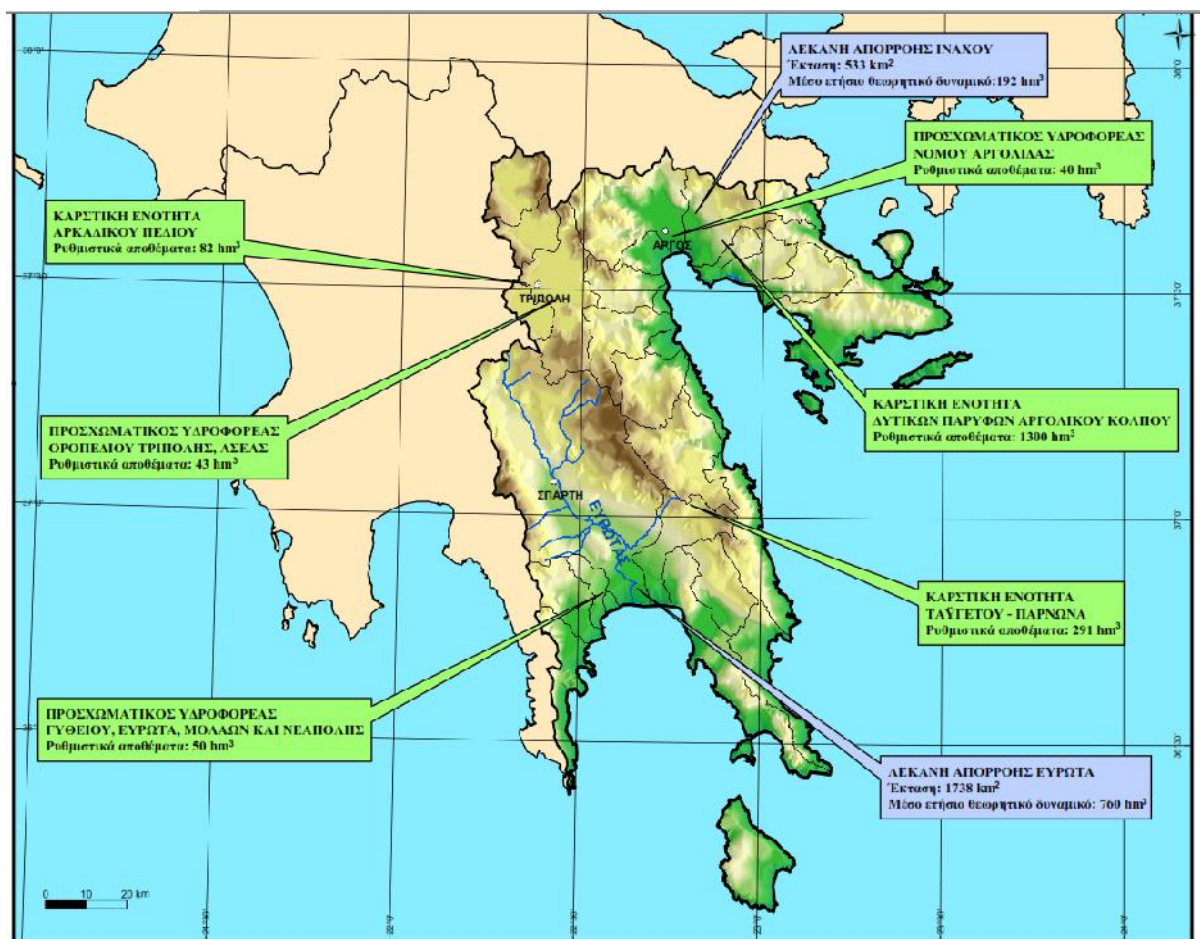
Ο Ελλαδικός χώρος χωρίζεται σε 14 υδατικά διαμερίσματα κάθε ένα από τα οποία έχει τις δικές του λεκάνες απορροής. Θα παρουσιάσουμε ένα υδρολογικό χάρτη για κάθε υδατικό διαμέρισμα στον οποίο θα παρουσιάζονται οι λεκάνες απορροής καθώς και οι κύριες πηγές(ποταμοί και λίμνες).Έτσι έχουμε:



1.1.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

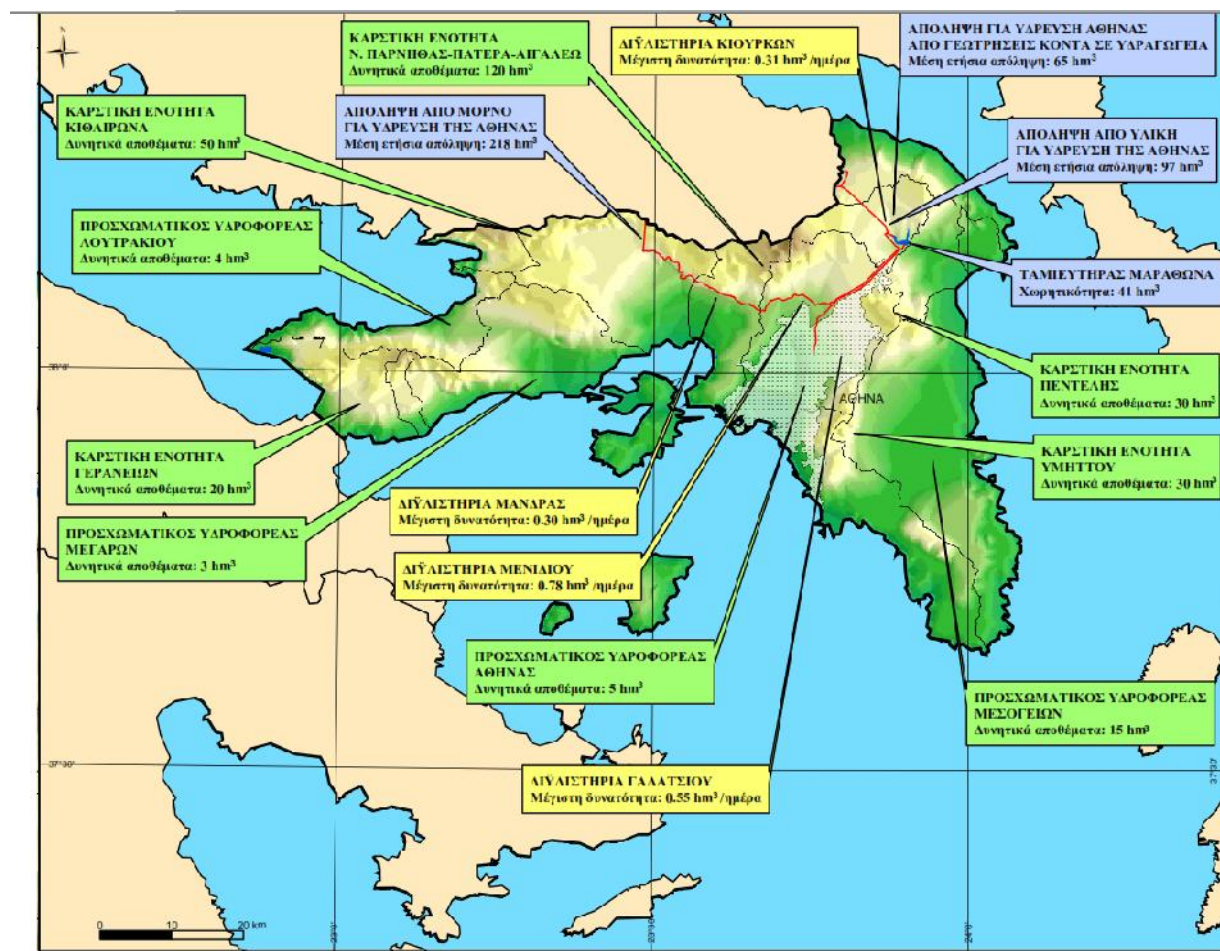


1.1.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

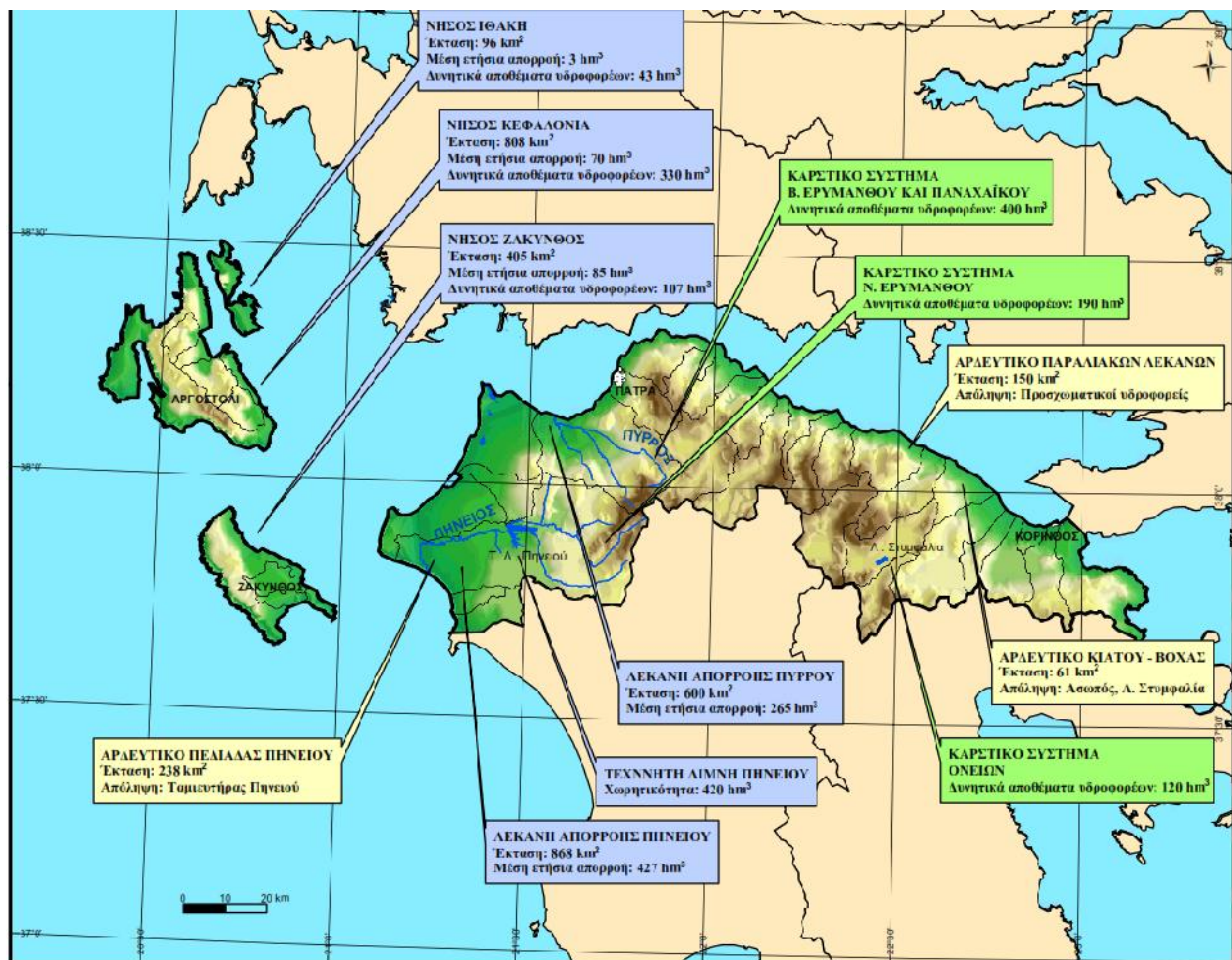


1.1.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ

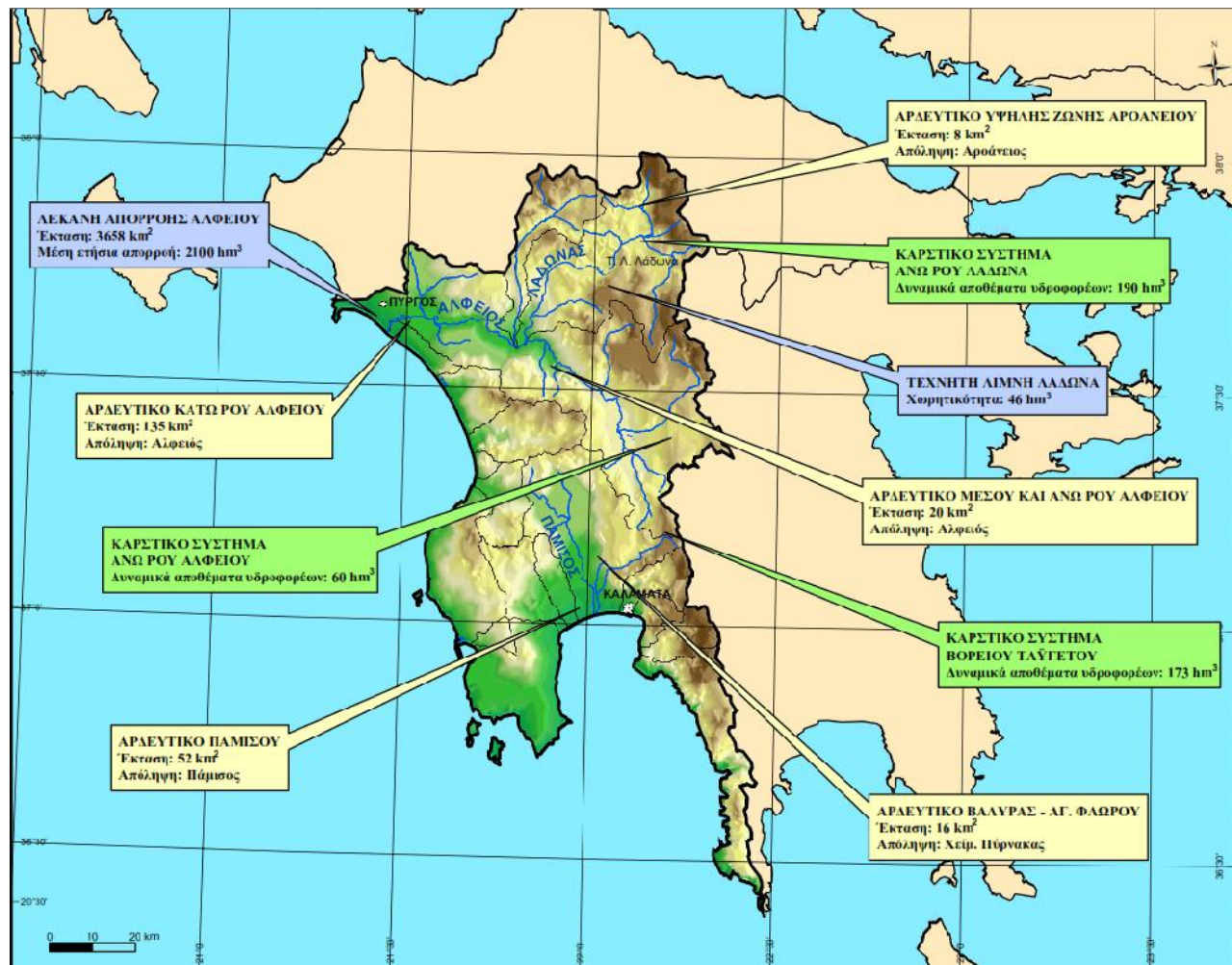
1.1.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ



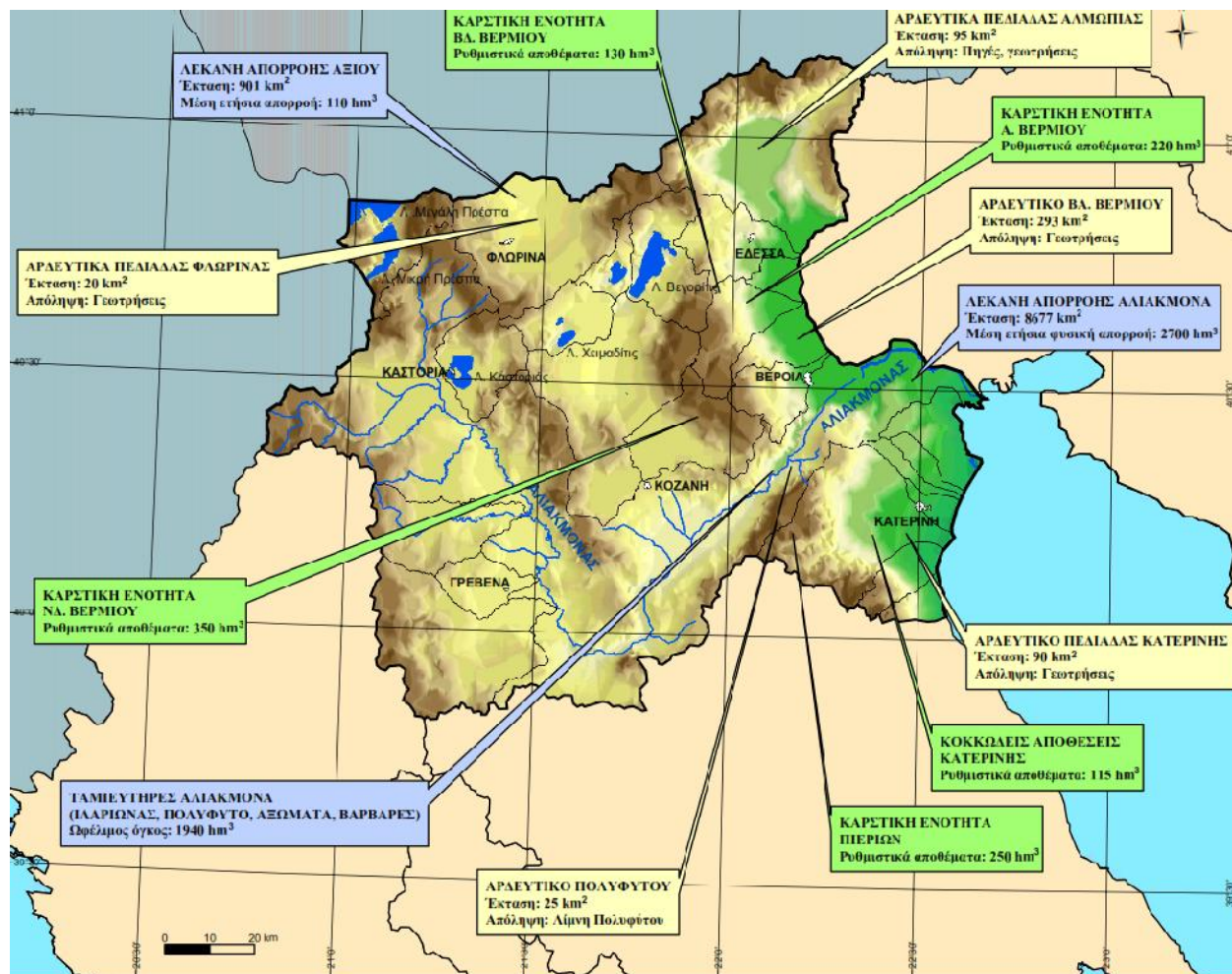
1.1.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ



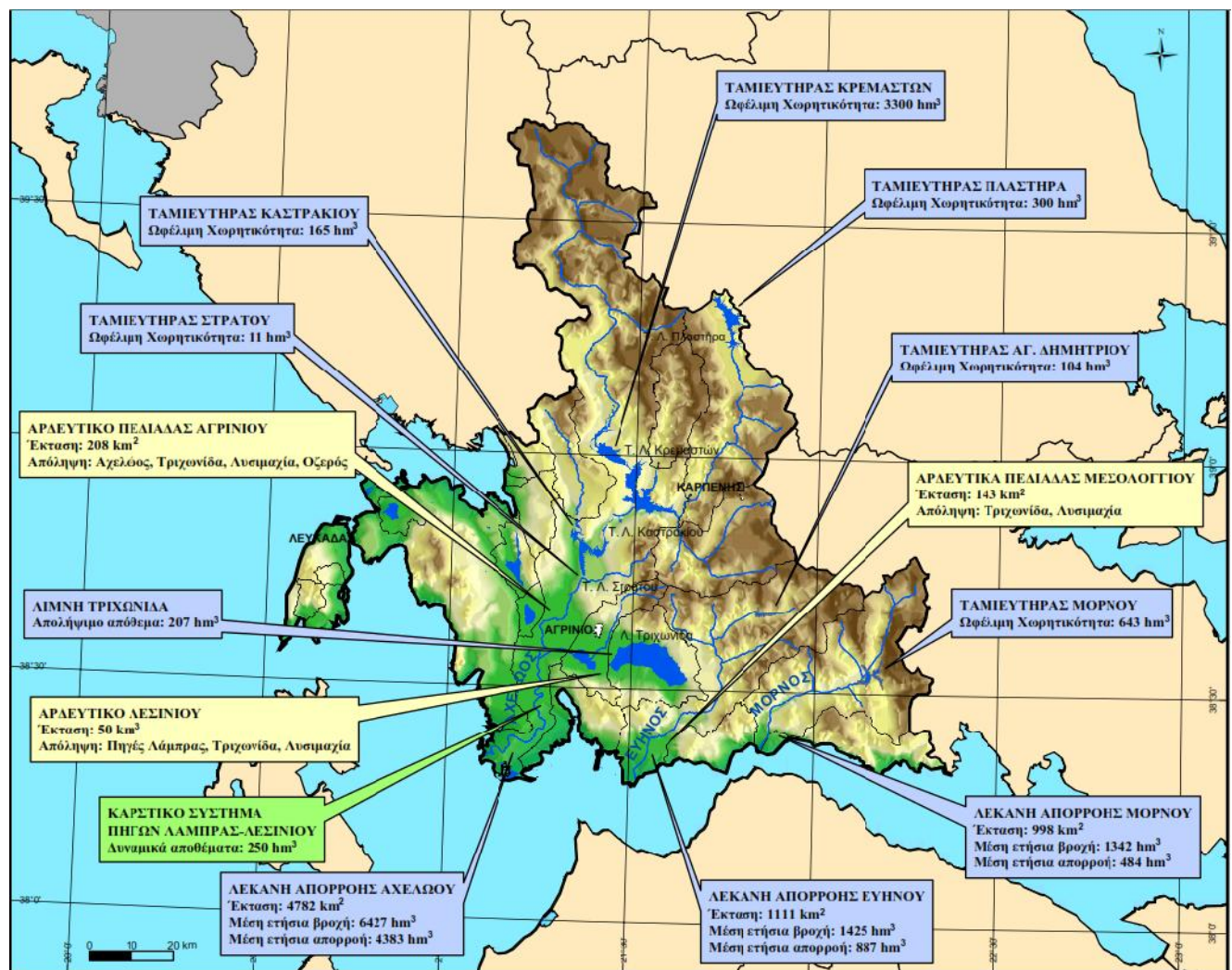
1.1.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ

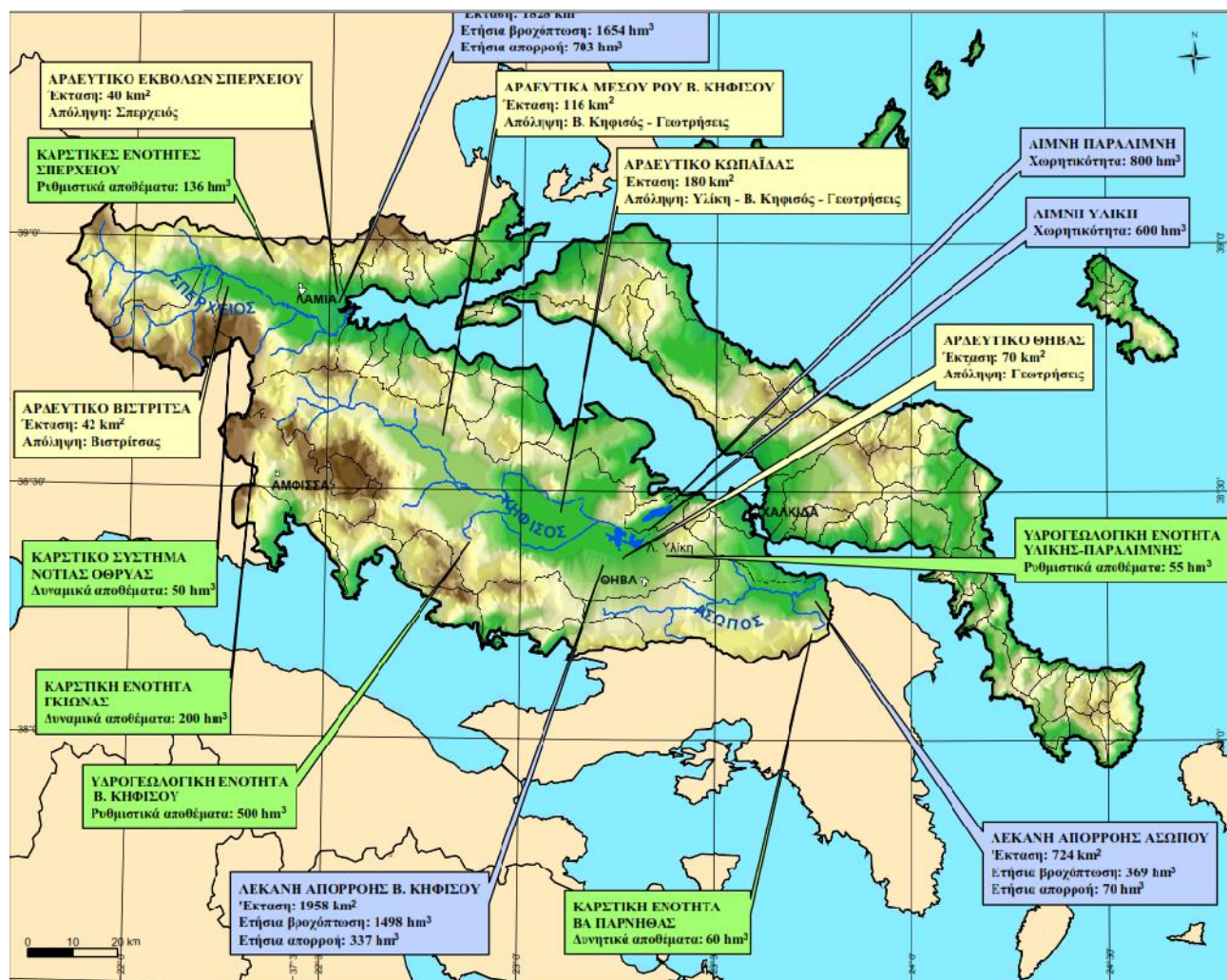


1.1.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

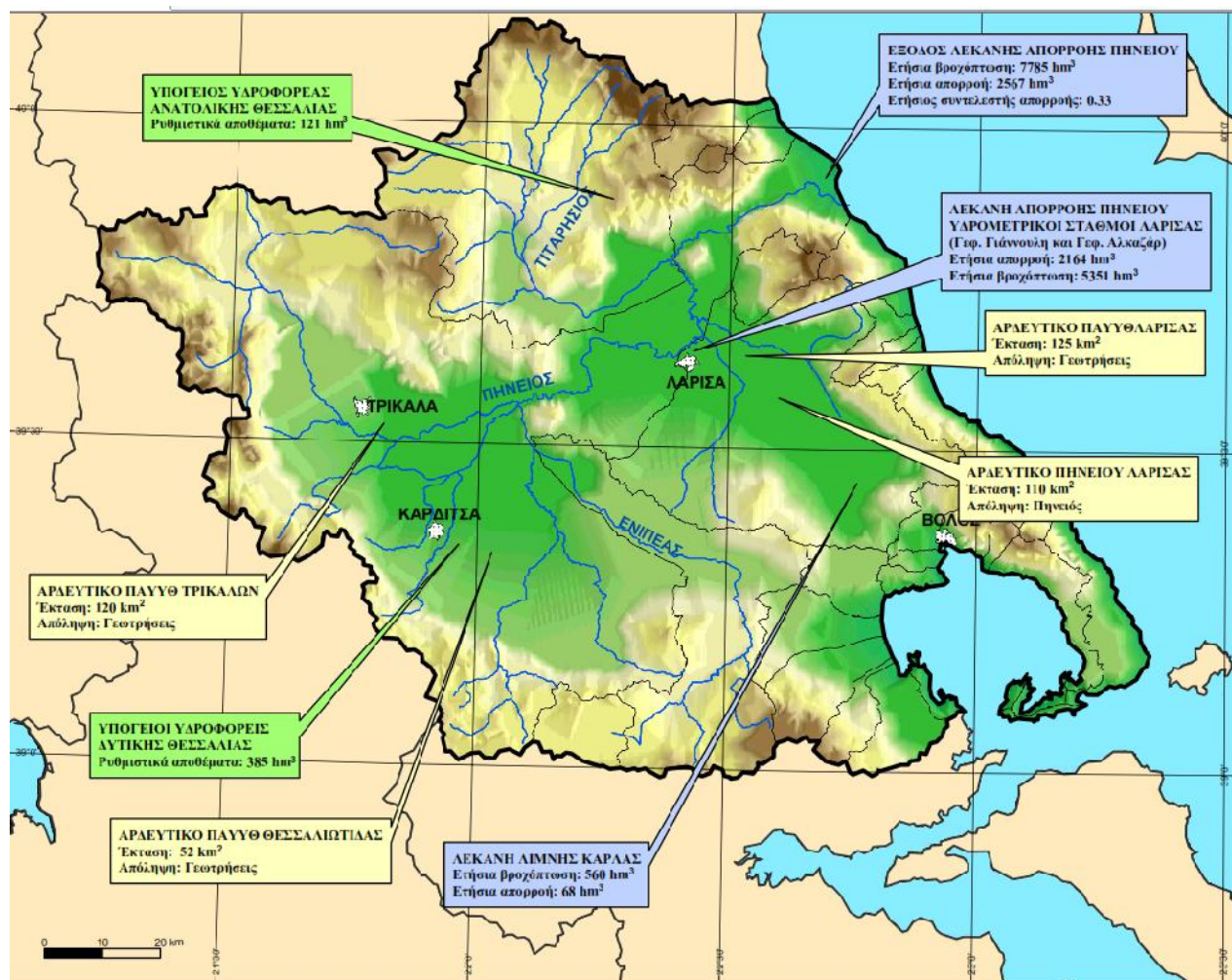


1.1.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



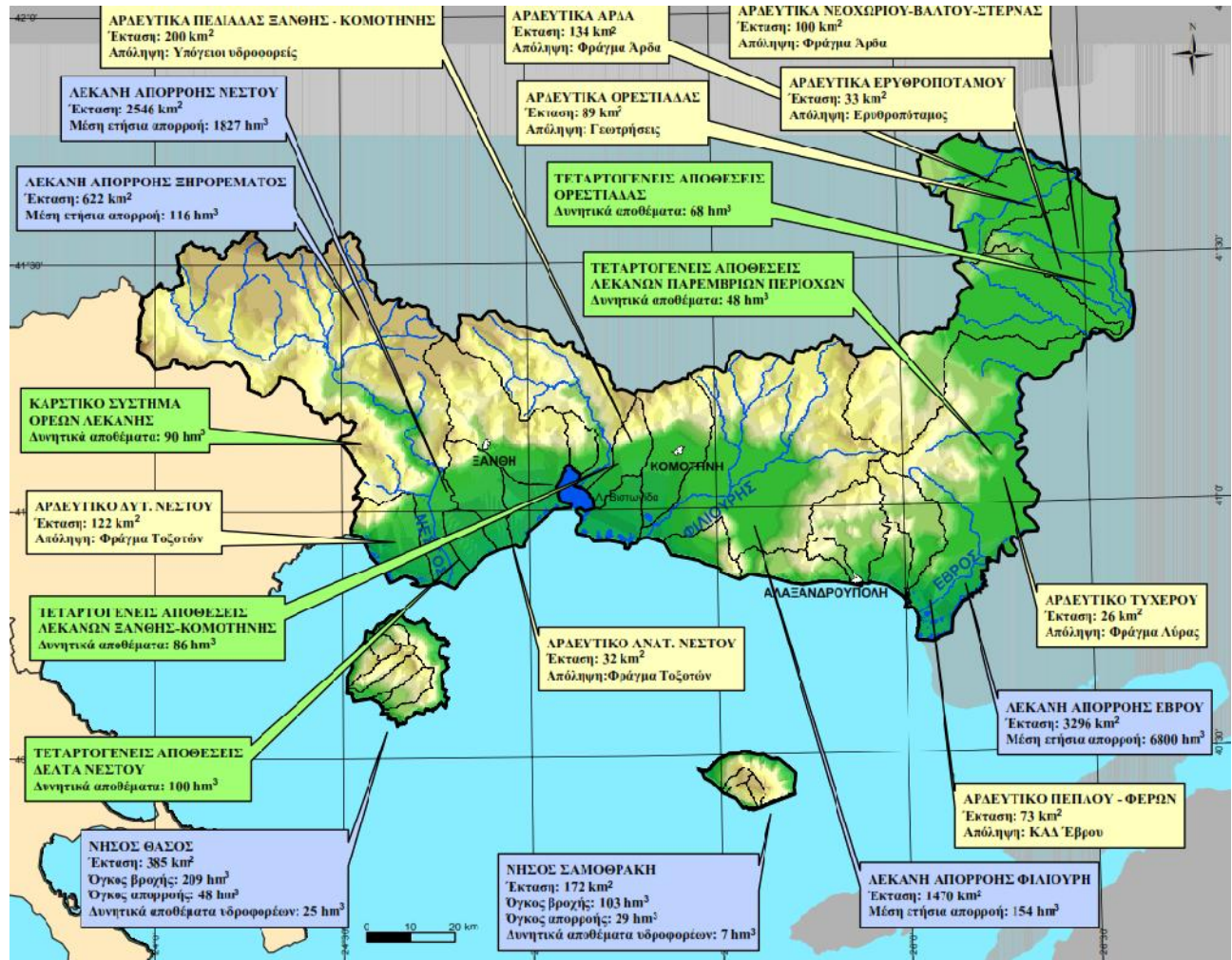


1.1.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

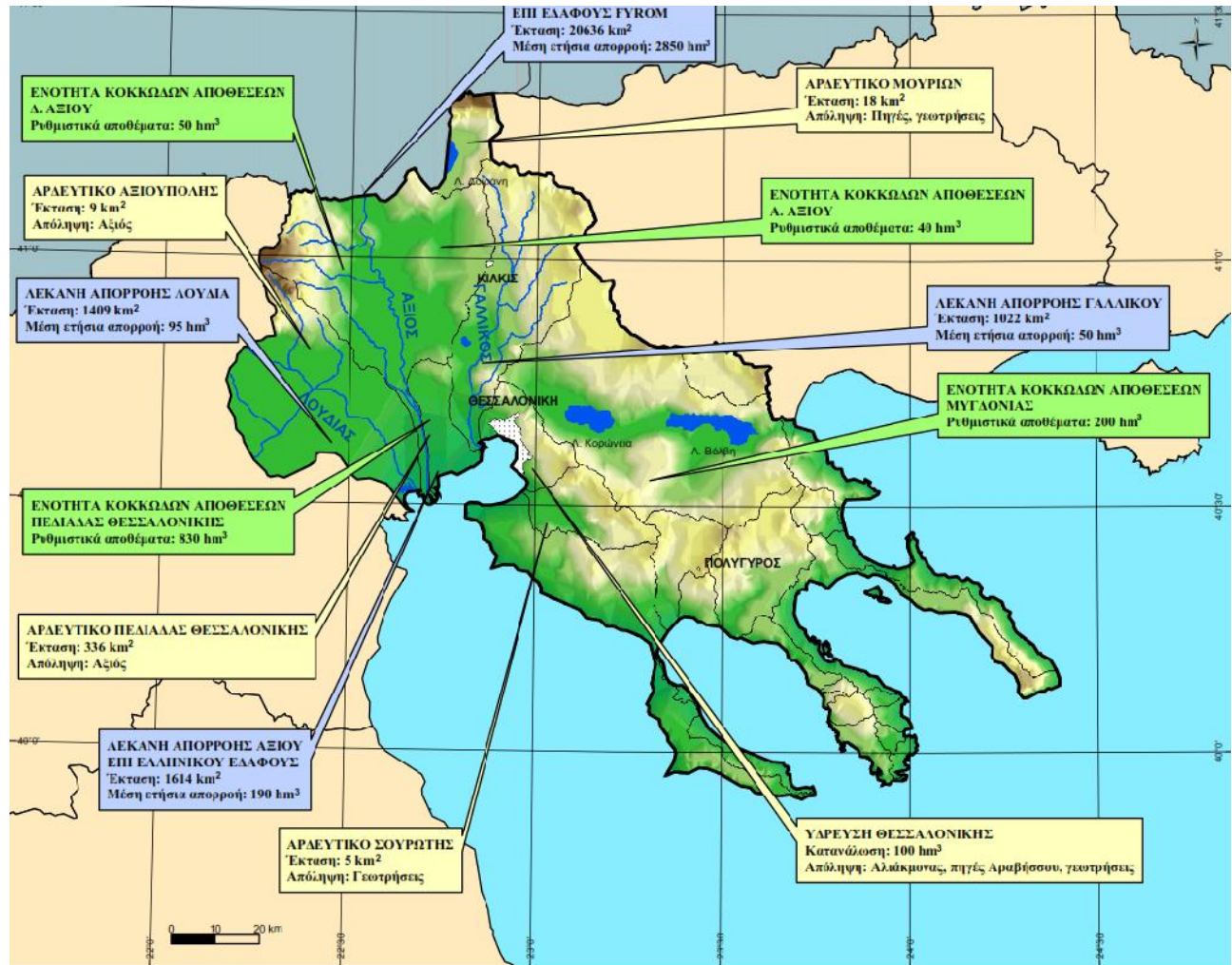


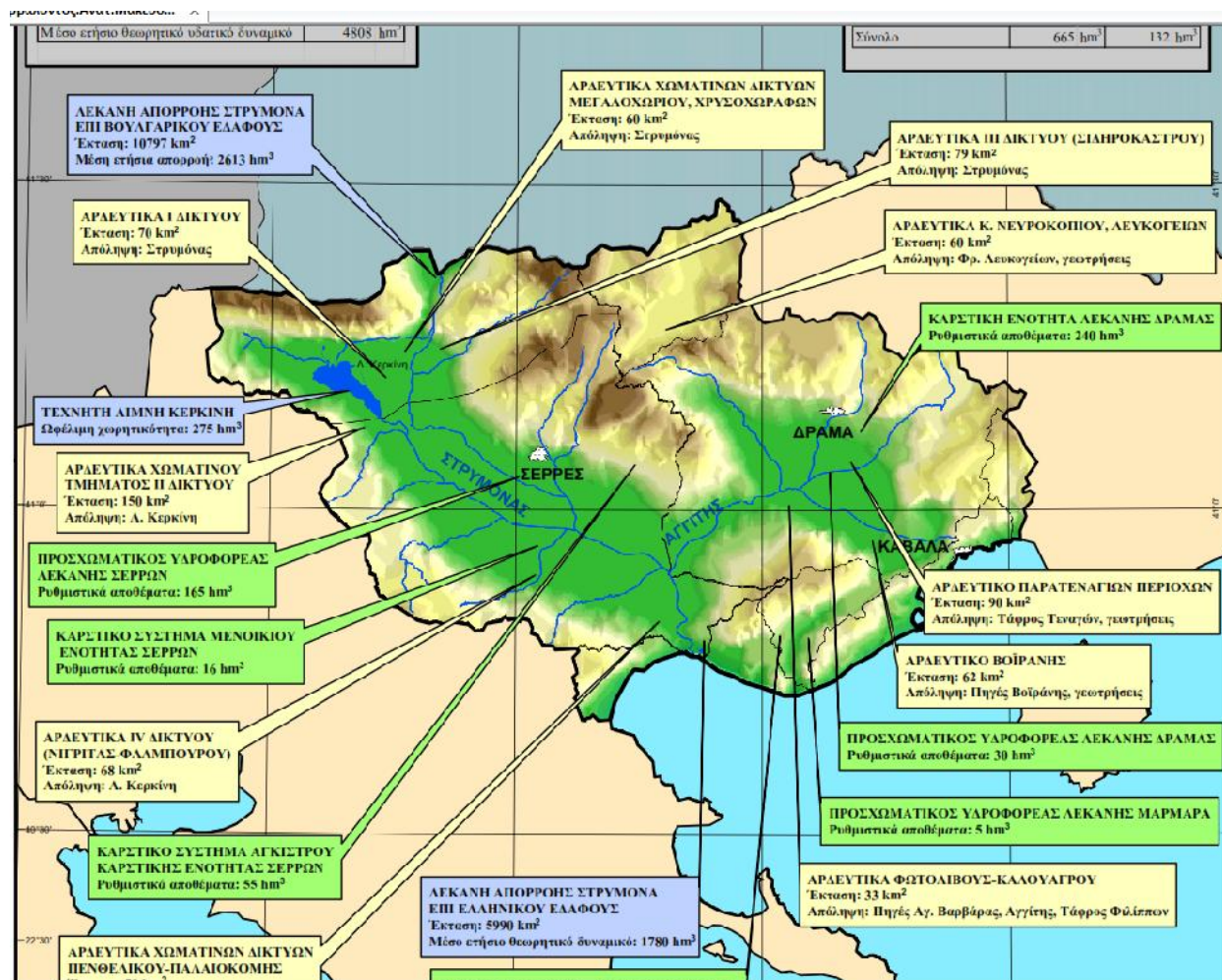
1.1.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

1.1.11 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ

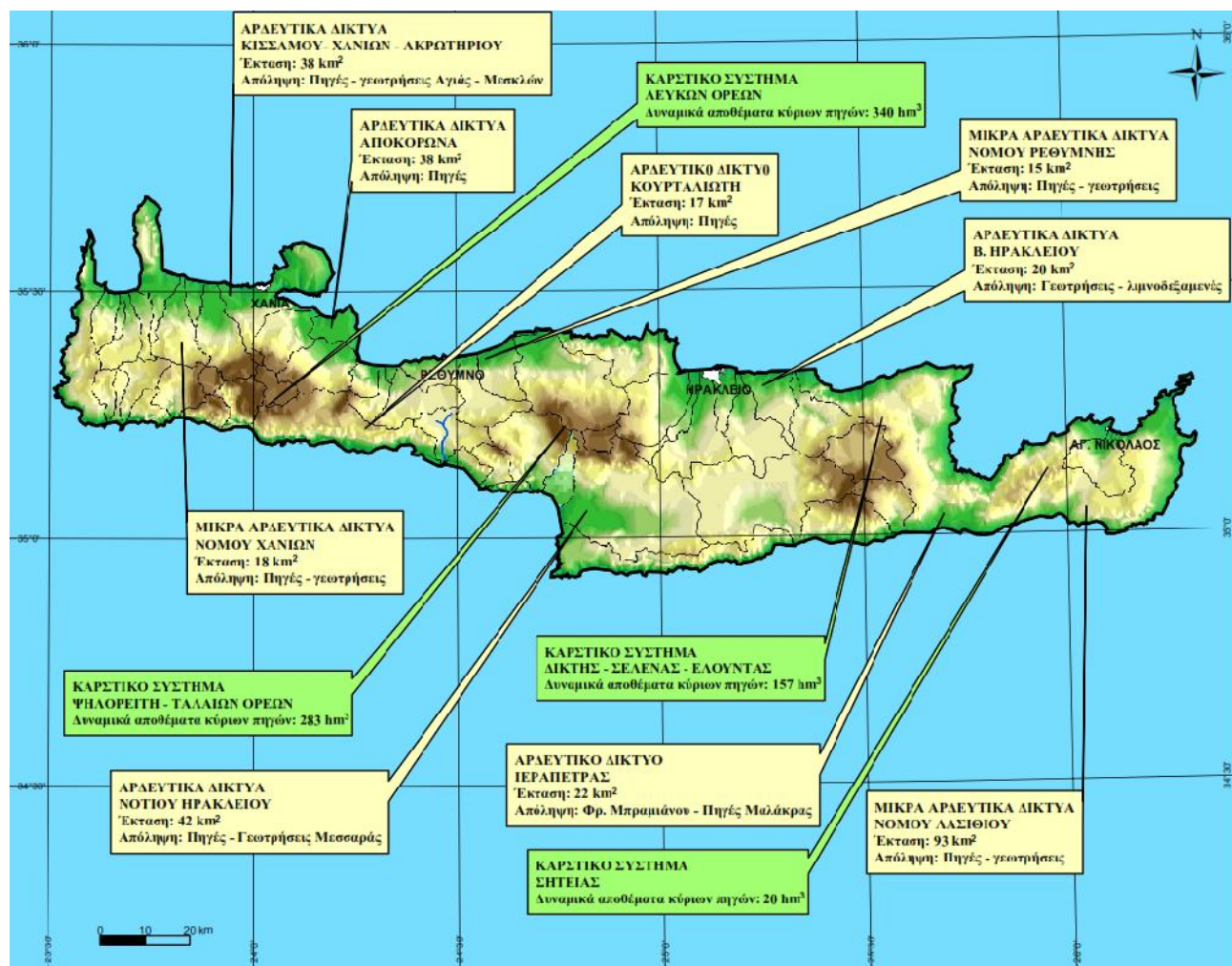


1.1.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



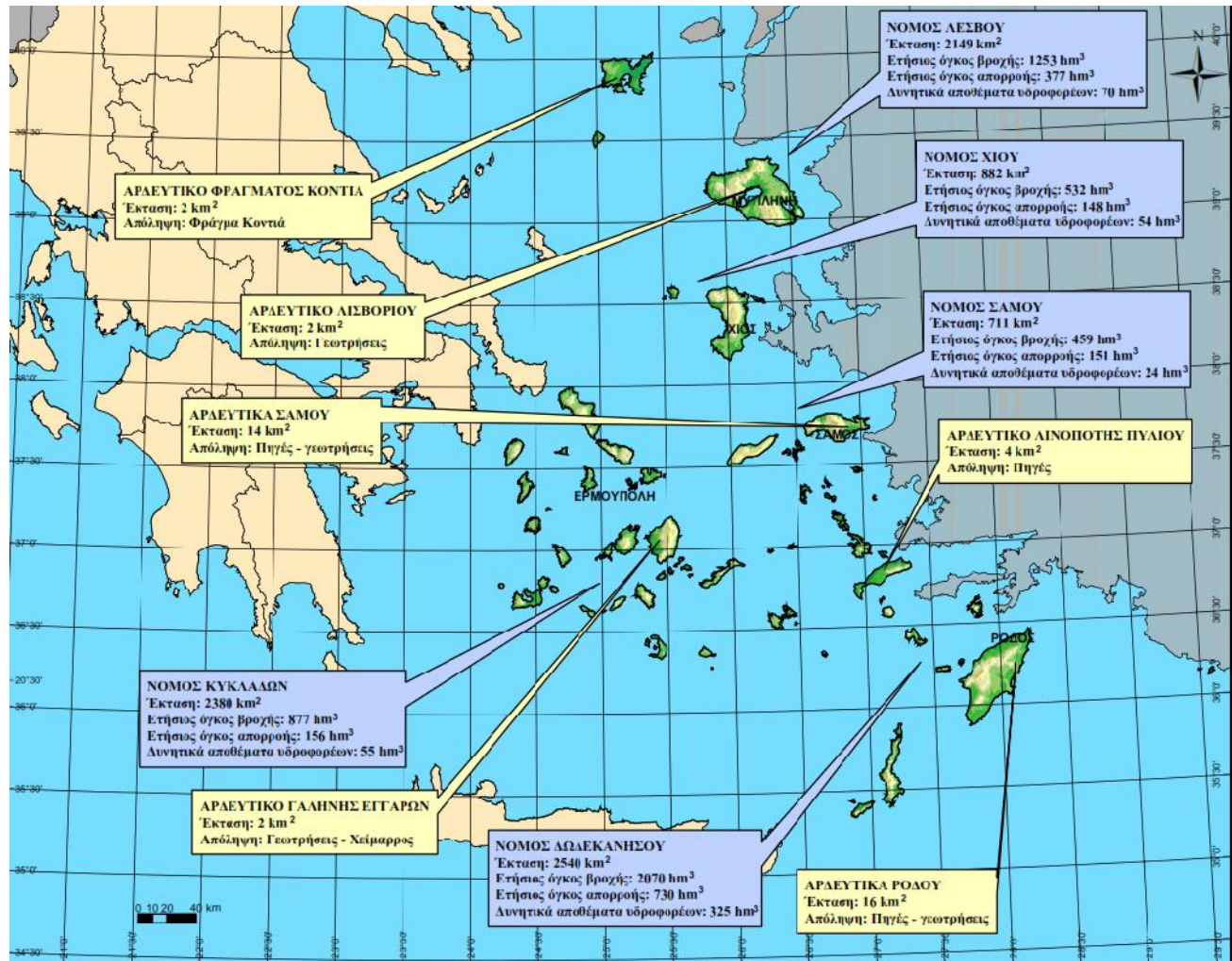


1.1.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

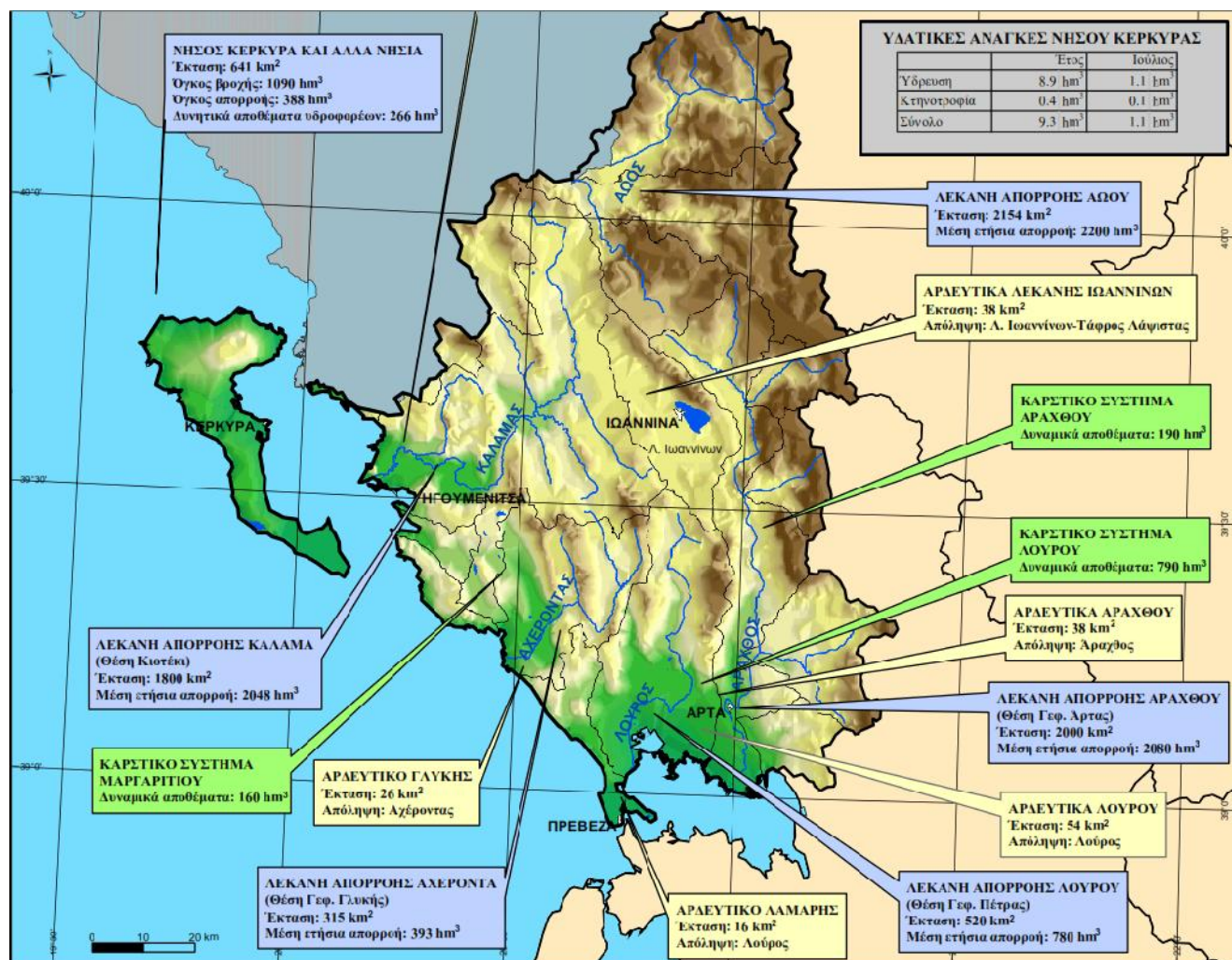


1.1.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

1.1.14 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ



ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ



1.2 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε το νερό αποτελεί έναν από τους βασικούς πόρους παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας μέσω των υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στην προσπάθεια της να μειώσει τους ρυπογόνους παράγοντες έχει θεσπίσει νομοθεσίες οι οποίες υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) για την παραγωγή ενός ποσοστού της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών τους.

Με βάση λοιπόν τις δεσμεύσεις της χώρας μας στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο αναφορά το ενεργειακό κομμάτι οφείλει να έχει πετύχει την συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο συνολικό ενεργειακό μίγμα της σε ποσοστό 20%, να μειώσει την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% και να βελτιώσει την ενεργειακή αποδοτικότητα σε ποσοστό 20%. Επειδή όμως οι ΑΠΕ συμμετέχουν

κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή, το ποσοστό συμμετοχής τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε 40%. Είναι ένα μεγάλο ζήτημα, καθώς αφορά την είσοδο στην ηλεκτροπαραγωγή τα επόμενα 9 χρόνια 10 GW από ανανεώσιμες, δηλαδή 8 GW από αιολικές και υδροηλεκτρικές πηγές και 2 GW από φωτοβολταϊκά συστήματα. Αν αναλογιστούμε ότι τα τελευταία 12 χρόνια εισήλθε μόλις 1 GW στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, δημιουργείται το εύλογο ερώτημα πως θα εισέλθουν έργα δεκαπλάσιας ισχύος τα επόμενα 9 χρόνια.

Βάση των παραπάνω στοιχείων είναι φανερό ότι χρειάζονται πολλά περισσότερα έργα και τα υδρευτικά και αρδευτικά έργα για την καλύτερη αξιοποίηση των υδατικών πόρων είναι πλέον αναγκαία.

Επικεντρωθήκαμε στις χρήσεις για παραγωγή ενέργειας και αυτό διότι οι ανάγκες όσο αναφορά την ύδρευση και την άρδευση είναι δεδομένες και δεν πρόκειται να μεταβληθούν με τρόπο μη αναμενόμενο. Από την άλλη μεριά η χρήση νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά γεγονός που θα επιφέρει και ουσιαστικές αλλαγές στο υδατικό ισοζύγιο της χώρας.

1.3 ΑΔΡΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ας δούμε λοιπόν λίγο πιο αναλυτικά τα σημαντικότερα αρδευτικά και υδρευτικά έργα στον Ελλαδικό χώρο.

Το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα ήταν στην αρχαία Αλυζία της Ακαρνανίας μεταξύ 1ου και 5ου π.Χ. αιώνα. Το πρώτο σύγχρονο φράγμα ήταν του Μαραθώνα, το οποίο κατασκευάστηκε από την ΕΥΔΑΠ το 1931. Έκτοτε έχουν κατασκευαστεί αρκετά ακόμα φράγματα και τεχνίτες λίμνες. Αναλυτικότερα έχουν κατασκευαστεί :

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Υδροηλεκτρικά ονομάζονται τα φράγματα που έχουν κατασκευαστεί με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ουσιαστικά γίνεται εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας του νερού.

Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν από τη Δ.Ε.Η. για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν του Λούρου το 1954, του Λάδωνα το 1955 και του Ταυρωπού το 1959. Ήταν και τα τρία από σκυρόδεμα, βαρύτητας του Λούρου, τοξωτό του Ταυρωπού και βαρύτητας μετά διακένων στοιχείων του Λάδωνα. Ακολούθησε το φράγμα Καστρακίου το 1969, το οποίο παρουσίασε σημαντικό ενδιαφέρον, από την άποψη ότι ήταν το πρώτο που κατασκευάστηκε από ελληνικές εταιρείες. Τα.

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 άρχισε να ενδιαφέρεται για την κατασκευή φραγμάτων στη χώρα μας και το Υπουργείο Γεωργίας.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970, έγιναν αναθέσεις μελετών φραγμάτων από το υπουργείο Γεωργίας. Από αυτά τα έργα που μελετήθηκαν, κατασκευάστηκαν τα φράγματα Απολακκιάς Ρόδου (1989), Λευκόγειων Δράμας (1994), Δόξα Φενεού Κορινθίας (1996) και Λειβαδιού Αστυπάλαιας (1997).

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗ

Η αύξηση του πληθυσμού της Αθήνας, κυρίως μετά την μικρασιατική καταστροφή, δημιουργούσε διαρκώς νέες ανάγκες. Το 1925 άρχισαν να κατασκευάζονται τα πρώτα σύγχρονα έργα ύδρευσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας. Το πρώτο μεγάλο έργο ήταν η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα, η οποία ξεκίνησε το 1926 και ολοκληρώθηκε το 1931.

Αργότερα, λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης του πληθυσμού της Αθήνας χρησιμοποιήθηκαν τα νερά της Υλίκης και τελικά έγινε ένα νέο τεχνικό έργο στον ποταμό Μόρνο το 1979, το οποίο ενίσχυσε την υδροδότηση της πόλης. Ένα άλλο μεγάλο έργο που ενισχύει την υδροδότηση της Αθήνας είναι η εκτροπή του ποταμού Ευήνου προς τον ταμιευτήρα του Μόρνου, με την κατασκευή φράγματος και σήραγγας. Η έναρξη των εργασιών στον Εύηνο έγινε το 1992 και ολοκληρώθηκε το 2001.

Επίσης έχουν γίνει παρεμβάσεις σε μεγάλες λίμνες και ποταμούς της χώρας για την καλύτερη αξιοποίηση των υδάτινων αποθεμάτων. Αναλυτικότερα:

Αλιάκμονας:

Ο Αλιάκμονας είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός της Ελλάδας, με μήκος 297 km. Διαρρέει τη δυτική και κεντρική Μακεδονία και εκβάλλει στο Θερμαϊκό κόλπο.

Τα φράγματα που έχουν κατασκευαστεί στον Αλιάκμονα είναι τα εξής: της Σφηκιάς, του Πολυφύτου, των Ασωμάτων και της Αγίας Βαρβάρας.

Αχελώος

Ο Αχελώος είναι ο τρίτος σε μήκος ποταμός της Ελλάδας. Πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου και συγκεκριμένα από το όρος Λάκμος (Περιστέρι), νότια νοτιοδυτικά του Μετσόβου και μετά από μια διαδρομή 255 χιλιομέτρων εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος, έχοντας σχηματίσει με τις προσχώσεις του τα νησιά Εχινάδες. Κατά τη διαδρομή του διέρχεται από τους νομούς Τρικάλων, από τα όρια των νομών Καρδίτσας και Άρτας και στη συνέχεια από τα όρια των νομών Ευρυτανίας και Αιτωλοακαρνανίας. Διαχωρίζει με την πορεία του την Ακαρνανία από την Αιτωλία, διασχίζοντας διαδοχικά τις τεχνητές λίμνες των Κρεμαστών, του Καστρακίου και του Στράτου και αρδεύει την πεδιάδα του Αγρινίου. Στη ροή του προς το Ιόνιο δέχεται τα νερά των παραποτάμων του Αγραφιώτη, Ταυρωπού, Τρικεριώτη και Ινάχου. Σήμερα οι τρεις πρώτοι χύνονται στην τεχνητή λίμνη των Κρεμαστών και ο τέταρτος στην τεχνητή λίμνη του Καστρακίου. Θεωρείται ο πλουσιότερος σε νερά γηγενής ποταμός της Ελλάδας, λέγεται στη διαδρομή του και Ασπροπόταμος, κατά μία ερμηνεία από την άσπρη λάσπη που κατεβάζει το ρεύμα του.

Η μερική εκτροπή του ποταμού Αχελώου στη Θεσσαλία αποτελεί ένα σύνθετο τεχνικό έργο και οι μελέτες για την κατασκευή του χρονολογούνται από τριακονταετίας.

Η ποσότητα του νερού που εκτρέπεται είναι 600 εκατ. κυβικά μέτρα ετησίως. Τα έργα της εκτροπής είναι τα ακόλουθα:

- Το φράγμα Συκιάς και ο ομώνυμος Υδροηλεκτρικός Σταθμός
- Η σήραγγα εκτροπής του ποταμού Αχελώου προς Θεσσαλία μήκους 17,5 χλμ. με υδροληψία στον Ταμιευτήρα Συκιάς
- Ο υδροηλεκτρικός Σταθμός Πευκόφυτου στην έξοδο της Σήραγγας Εκτροπής
- Αναρρυθμιστικό έργο Μαυροματίου

Από τα παραπάνω έργα στην αρμοδιότητα της ΔΕΗ εμπίπτουν τα ακόλουθα:

- Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Συκιάς (υδροληψία, σήραγγα προσαγωγής, κτίριο σταθμού παραγωγής, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός και συναφή έργα)
- Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Πευκόφυτου στην έξοδο της Σήραγγας Εκτροπής (αγωγός πτώσεως,

υπόγειος σταθμός παραγωγής, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, σήραγγα φυγής και συναφή έργα). Παράλληλα, σημειώνεται ότι στα έργα που εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της ΔΕΗ ανήκει και ο υδροηλεκτρικός σταθμός Μεσοχώρας.

Ταυρωπός:

Ο ποταμός Ταυρωπός ή Μέγδοβας ενώνεται με τον Αχελώο και θεωρείται παραπόταμός του, γι αυτό η τεχνητή λίμνη Ταυρωπού, «χρεώνεται» στον Αχελώο.

Άραχθος:

Ο ποταμός Άραχθος έχει μήκος 143 km . Τα νερά του καταλήγουν στον Αμβρακικό κόλπο. Πρόκειται για τον ποταμό που περνά κάτω από το θρυλικό γεφύρι της Άρτας. Οι πηγές του ξεκινούν από τα όρη Λάκμος, Μιτσικέλι, Μαυροβούνι, και από την οροσειρά των Τζουμέρκων.

Τα φράγματα που έχουν κατασκευαστεί στον Άραχθο είναι τα εξής: του Πουρναρίου Ι και του Πουρναρίου ΙΙ. Το ήδη υπάρχον φράγμα Πουρνάρι Ι βρίσκεται τεσσεράμισι χιλιόμετρα πάνω από την Άρτα και η κατασκευή του έγινε για τους εξής λόγους:

- * Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις αιχμές ενεργειακής ζήτησης

- * ανάσχεση πλημμύρων

- * αποθήκευση νερού για τις αρδευτικές ανάγκες του κάμπου

Ύστερα από την ολοκλήρωση του έργου μειώθηκε η τροφοδοσία του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, που γινόταν με την κατείσδυση του επιφανειακού νερού στα κατώτερα στρώματα, με αποτέλεσμα να μειωθεί η διαθεσιμότητα των υπόγειων υδάτων και να αλλάξει ριζικά το υδρολογικό ισοζύγιο στην περιοχή από τα κατάντη του φράγματος μέχρι τις εκβολές του ποταμού. Σήμερα από τις 4.000 γεωτρήσεις που γίνονται στον Αρτινό κάμπο η κατάσταση γίνεται δραματική και το θαλασσινό νερο διεισδύει προς την ενδοχώρα.

Ο νόμος 1739 του 1987 για την Διαχείριση των Υδατικών Πόρων επιβάλλει την εξασφάλιση μιας ελάχιστης ροής νερού στα ποτάμια της χώρας μας, για την διατήρηση (κατά το δυνατό) των υδροβιοτόπων και των οικοσυστημάτων. Για το λόγο αυτό στη βάση του φράγματος Πουρνάρι Ι κατασκευάσθηκε το Πουρνάρι ΙΙ για να παίζει ρυθμιστικό ρόλο, ώστε να υπάρχει μια μόνιμη ροή νερού, που να προσομοιάζει με την προ του φράγματος κατάσταση ακόμα και το καλοκαίρι. Ίσως με μια σωστή διαχείριση να επιτευχθεί και ο σταδιακός εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα της πεδινής ζώνης.

Λούρος:

Ο ποταμός Λούρος έχει μήκος 75 km και εκβάλλει στον Αμβρακικό κόλπο, όπως και ο Άραχθος. Κυλάει παράλληλα με τον Άραχθο και οι πηγές του βρίσκονται κοντά στο βουνό Τόμαρος (ή Ολύτσικα, υψόμετρο 1976m) κοντά στην περιοχή του Μαντείου της Δωδώνης, του Νομού Ιωαννίνων. Ρέει παραπλεύρως της Εθνικής οδού Πρέβεζας Ιωαννίνων, περνάει από τα χωριά Βούλιστα, Παναγιά, Κλεισούρα, και μετά το χωριό Κερασώνα τα νερά του εγκλωβίζονται από το Τεχνητό Υδροηλεκτρικό Φράγμα της ΔΕΗ Λούρου, ύψους 25m και πλάτους 70m, που είναι ένα από τα παλαιότερα υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα.

Λάδωνας:

Ένα από τα αξιοθέατα της Αρκαδίας είναι το φράγμα του ποταμού (120 χλμ. από Τρίπολη). Το φράγμα δημιούργησε σε μια χαράδρα του βουνού Αφροδίσιου τεχνητή λίμνη μεγίστου μήκους 15 χιλιομέτρων και επιφάνειας 6.000 στρεμμάτων. Το φράγμα έχει χτιστεί στη θέση Πήδημα, σε υψόμετρο 420 μέτρων. Η κατασκευή του υδροηλεκτρικού σταθμού της ΔΕΗ, κοντά στο χωριό Βούτσης, άρχισε το 1950. Το 1955 αποπερατώθηκε η κατασκευή του φράγματος και των εγκαταστάσεων και ο σταθμός άρχισε να λειτουργεί με δύο ηλεκτρογεννήτριες συνολικής ισχύος 70.000KW. Ήταν μια από τις πρώτες μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Το φράγμα έχει μήκος 104μ. και ύψος 55μ. και

συγκεντρώνει 50.000.000 κυβικά μέτρα νερού. Το νερό αυτό διοχετεύεται στους υδροστροβίλους των δύο ηλεκτρογεννητριών του υδροηλεκτρικού εργοστασίου με σύραγγα μήκους 8.620μ. και διαμέτρου 3.9μ. - της μεγαλύτερης στο είδος της στην Ελλάδα. Η μέση ολική ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το σταθμό είναι 350.000.000 KWh. Σημαντικό μέρος της δαπάνης που απαιτήθηκε καλύφθηκε από ιταλικές πολεμικές αποζημιώσεις. Το νερό του φράγματος, μετά τη χρησιμοποίησή του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εκβάλλει εμπρός από το εργοστάσιο και επιστρέφει στην κοίτη του Λάδωνα για να χρησιμοποιηθεί εκ νέου για τη γεωργική παραγωγή.

Νέστος:

Οι πηγές του ποταμού Νέστου βρίσκονται στο όρος Ρήλα (2.716 m) στην νότια Βουλγαρία, μεταξύ των οροσειρών Αίμου και Ροδόπης. Εκεί ο Νέστος ονομάζεται Mesta. Το συνολικό του μήκος είναι 234 Km, από τα οποία τα 130 Km περίπου βρίσκονται σε ελληνικό έδαφος ακολουθώντας γενικά ΝΑ κατεύθυνση. Στο ελληνικό έδαφος εισέρχεται από το βόρειο και κεντρικό μέρος του νομού Δράμας με υψόμετρο κοίτης 400 μ. και εξέρχεται από το Παρανέστι. Στη συνέχεια αποτελεί κοινό σύνορο των νομών Ξάνθης και Καβάλας και εκβάλλει απέναντι από τη Θάσο, σχηματίζοντας το Δέλτα του Νέστου. Χάρη στα ειδικά έργα που έχουν γίνει, ο Νέστος ποτίζει τις γύρω πεδιάδες, αποκτώντας έτσι μεγάλη οικονομική σημασία.

Πολλοί οι παραπόταμοι και τα ρέματα που συλλέγουν τα νερά στο έδαφος του νομού και χύνονται στο Νέστο. Από το νότιο τμήμα, ποταμός συνεχούς ροής είναι μόνο το ρέμα Πολυκάρπου. Από την οροσειρά της Κεντρικής Ροδόπης και από δυτικά χύνονται ο Δεσπάτης, ο Μουσδέλης, το Μεγάλο Ρέμα, το Διαβολόρεμα και το Αρκουδόρεμα.

Οι ποταμοί αυτοί που συλλέγουν τα νερά τους από το ελληνικό έδαφος αποτέλεσαν αφορμή να αξιοποιηθούν τα νερά του Νέστου με σκοπό την ενεργειακή, αρδευτική και τουριστική αξιοποίηση της περιοχής. Τα τρία φράγματα είναι στη σειρά εκείνα του Τεμένους -της Πλατανόβρυσης -του Θησαυρού. Και τα τρία είναι υδροηλεκτρικά, ενώ το φράγμα Τεμένους θα είναι συγχρόνως ταμιευτήρας για αρδευτικούς σκοπούς και εκείνο της Πλατανόβρυσης αποτελεί συγχρόνως "αποθήκη", απ' όπου αντλεί νερό η μονάδα του Θησαυρού.

Σήμερα έχουν κατασκευασθεί και λειτουργούν τα δύο, αυτά του Θησαυρού και της Πλατανόβρυσης, και έχουν δημιουργηθεί στα ανάντη τους οι δύο αντίστοιχες λίμνες.

Αώος:

Ο Αώος είναι το μεγαλύτερο ποτάμι της Ηπείρου. Πηγάζει στο όρος Αυγό, στο Ζυγό του Μετσόβου. Κοντά στις πηγές του Αώου, 15 km βορειοδυτικά του Μετσόβου, κατασκευάστηκε υδροηλεκτρικό έργο το οποίο αποπερατώθηκε τον Ιανουάριο του 1991. Η λίμνη που σχηματίστηκε εκεί είναι πολύ όμορφη. Το έργο που έχει κατασκευαστεί στις πηγές του Αώου είναι αρκετά σύνθετο και περιλαμβάνει επτά συνολικά φράγματα, υπόγειο σταθμό παραγωγή, σήραγγες μεγάλου μήκους και κατακόρυφο υπόγειο φρέαρ ύψους 400m.

Βόδας

Ο ποταμός Βόδας ξεκινά από τη λίμνη Βεγορίτιδα και καταλήγει στον Αλιάκμονα. Το υδροηλεκτρικό έργο του Άγρα βρίσκεται επί του ποταμού Βόδα, 4km περίπου πριν την Έδεσσα. Λειτουργεί με νερό από τον ημιφυσικό υγρότοπο Άγρα του νησιού Βρυττών, ο οποίος καταλήγει σε μικρό ταμιευτήρα, από τον οποίο τροφοδοτούνται και οι καταρράκτες της Έδεσσας όλο τον χρόνο.

Πηνειός (Ηλείας):

Ο Πηνειός της Πελοποννήσου βρίσκεται στο νομό Ηλείας. Έχει μήκος 65 km, πηγάζει από το όρος Ερύμανθος σε υψόμετρο 1.000 m και χύνεται στο Ιόνιο πέλαγος.

Τροφοδοτείται από τα νερά του Καλφαϊκού Ποταμού και του Πηνειακού Λάδωνα ή Ντάφα. Κοντά στο χωριό Κέντρο κατασκευάστηκε φράγμα ύψους 50 m και μήκους 200 m. Από τα νερά του Πηνειού σχηματίζεται η ομώνυμη τεχνητή λίμνη, που έχει συνολική χωρητικότητα 460 x 106 m3.

Σοφαδίτης:

Ο Σοφαδίτης είναι χείμαρρος και ένας από τους πολλούς παραπόταμους του Πηνειού. Κατευθύνεται προς βορρά και εκβάλλει στο χείμαρρο Φαρσαλιώτη και κατόπιν στον Ενιπέα, που είναι ένας ακόμα παραπόταμος του Πηνειού. Στην κοίτη του βρίσκεται το φράγμα του Σμοκόβου.

Εύηνος:

Ο Εύηνος είναι από τα πιο γνωστά ποτάμια της Αιτωλοακαρνανίας. Λέγεται και Φίδαρης, πηγάζει από τον Κόρακα της Ευρυτανίας και χύνεται στον Πατραϊκό Κόλπο, απέναντι από την Πάτρα και δυτικά της Βαράσοβας, αφού διανύσει 113 χλμ. χωρίζει την Ναυπακτία από την Τριχωνίδα. Εκεί έχει κατασκευαστεί το φράγμα του Εύηνου ή αλλιώς Αγίου Δημητρίου.

Μόρνος:

Ο Μόρνος πηγάζει απ' τις νότιες πλαγιές της Οίτης στην κεντρική Στερεά Ελλάδα. Στο μέρος που εκβάλλει σχηματίζει μικρή πεδινή περιοχή με τις συνεχείς προσχώσεις του. Ο Μόρνος έχει συνολικό μήκος περίπου 70 χιλιόμετρα. Τα νερά του Μόρνου χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της ύδρευσης της Αθήνας.

Λόγω του ευνοϊκού τοπογραφικού ανάγλυφου, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό υδροδυναμικό, το μμεγαλύτερο μέρος του οποίου συγκεντρώνεται στο δυτικό και βόρειο τμήμα της, όπου βρίσκονται οι μεγάλοι ποταμοί Αχελώος, Άραχθος, Αώος, Αλιάκμονας και Νέστος. Παρόλα αυτά, μικρό μέρος του δυναμικού αυτού αξιοποιείται, ενώ παράλληλα η χώρα κάνει υπερβολική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, σχεδόν 40% περισσότερη από ανάλογους πληθυσμούς. Οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες εξάντλησαν σε μεγάλο ποσοστό την ανάπτυξη του υδροδυναμικού τους και κατά συνέπεια η ηλεκτροπαραγωγή από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα δεν αναμένεται να συμβάλει ουσιαστικά στην υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων. Η Ελλάδα αποτελεί εξαίρεση: μόνο το ένα τρίτο του οικονομικά εκμεταλλεύσιμου υδροδυναμικού χρησιμοποιείται ή βρίσκεται υπό αξιοποίηση. Διαθέτει επομένως η χώρα σοβαρά ανεκμετάλλευτα αποθέματα εγχώριων, καθαρών και ανανεώσιμων υδατικών ενεργειακών πηγών, για την αξιοποίηση των οποίων υπάρχει και όλη η απαιτούμενη εγχώρια τεχνογνωσία και η κατασκευαστική υποδομή. Συγκεκριμένα, το μέσο ετήσιο εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό της χώρας έχει εκτιμηθεί σε 15 TWh περίπου, που θα μπορούσε να καλύψει μέχρι το 30% των σημερινών αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, έναντι σημερινού ποσοστού κάτω από 10%.

Αν στα παραπάνω στοιχεία λάβουμε υπόψη μας και της ανάγκες της χώρας μας και ύδρευση και άρδευση γίνεται σαφής η αναγκαιότητας περαιτέρω μελέτης και κατασκευής έργων για την αξιοποίηση του υδατικού πλούτου της χώρας μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε το θεωρητικό κομμάτι που είναι απαραίτητο για την πραγματοποίηση των προγνώσεων μέσω των μεθόδων πρόβλεψης.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας για μια επιτυχημένη πρόγνωση είναι η ύπαρξη ιστορικών δεδομένων προκειμένου να είναι γνωστή η συμπεριφορά και η μεταβολή των υπό εξέταση δεδομένων στην διάρκεια του χρόνου.

Το μέγεθος που θα μελετήσουμε εμείς είναι το νερό και πιο συγκεκριμένα ο υετός που αποτελεί τις εισροές του συστήματος και την κατανάλωση που αποτελεί τις εκροές. Είναι προφανές ότι και οι εισροές αλλά και οι εκροές επηρεάζονται από τη υγρασία, την εποχή και εν γένει από όλες τις μεταβολές των περιβαλλοντολογικών συνθηκών.

2.2 ΤΥΠΟΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης :

Ποιοτικές μέθοδοι: Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται οι μέθοδοι κατά τις οποίες η πρόβλεψης βασίζεται στην εμπειρία και το ένστικτο του ατόμου που κάνει και την πρόβλεψη. Λόγω της υποκειμενικότητας που υπάρχει οι μέθοδοι αυτοί περιλαμβάνουν και το στοιχείο της προκατάληψης(bias).

Ποσοτικές μέθοδοι: Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται οι μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στην μαθηματική μοντελοποίηση γεγονότος που τις κάνει αντικειμενικές και δίνει την δυνατότητα συνεχόμενων επαναληπτικών διαδικασιών κατά τις οποίες το αποτέλεσμα θα παραμένει ίδιο εφόσον δεν μεταβληθούν τα δεδομένα. Οι ποσοτικές μέθοδοι με την σειρά τους μπορούν να χωριστούν σε αυτές που βασίζονται στις χρονοσειρές(time series) και σε αιτιοκρατικά μοντέλα(casual models). Στην πρώτη περίπτωση είναι απαραίτητη η γνώση των στοιχείων της χρονοσειράς και με τον όρο χρονοσειρά εννοούμε μια σειρά παρατηρήσεων που λαμβάνονται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και με καθορισμένα χρονικά κενά ανάμεσα στην κάθε μια. Σύμφωνα με τα αιτιακά μοντέλα η υπό εξέταση μεταβλητή είναι εξαρτημένη από μία ή περισσότερες μεταβλητές για αυτό τον λόγο και το πιο δύσκολο κομμάτι στις μεθόδους αυτές είναι η εύρεση της μαθηματικής σχέσης η οποία συνδέει την μεταβλητή με τις παραμέτρους.

Σε επόμενα υποκεφάλαια θα αναπτυχθούν εκτενέστερα κάθε μια από τις παραπάνω μεθόδους αν και οφείλουμε να αναφέρουμε ότι θα ασχοληθούμε με τις ποσοτικές μεθόδους στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

2.3 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε τις τρεις πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες ποιοτικές μεθόδους.

Πάνελ: Βασίζεται στο γεγονός ότι μια ομάδα ανθρώπων με διαφορετικές απόψεις και θέσεις μπορεί να κάνει μια ασφαλέστερη πρόβλεψη από ότι ένα άτομο ξεχωριστά. Το μειονέκτημα της μεθόδου έγκειται στην ύπαρξη ιεραρχίας η οποία σε αρκετές περιπτώσεις μεταβάλλει τα δεδομένα.

- Η αποσύνθεση(decomposition)
- Η εξομάλυνση(smoothing)
- Οι αυτοπαλινδρομικές μέθοδοι κινητού μέσου(Autoregressive Moving Average)

Η βασική διαφορά των παραπάνω μεθόδων είναι η μορφή της συνάρτησης που περιγράφει το σύστημα. Επίσης βασική παραδοχή των χρονοσειρών είναι ότι το πρότυπο αναγνωρίζεται μονοσήμαντα βασισμένο σε ιστορικά δεδομένα και θεωρείται σταθερό οπότε και η επέκταση του μοντέλου σε μελλοντικό χρόνο θεωρείται ασφαλής.

2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

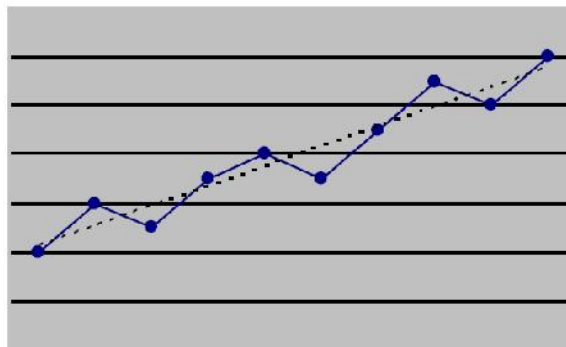
Θεωρούμαι ότι οι παρατηρήσεις της σειράς συσχετίζονται μεταξύ τους, οπότε οι μελλοντικές τιμές μπορούν να προσδιοριστούν ακριβώς από τις προηγούμενες. Τέτοιες διαδικασίες ονομάζονται ντετερμινιστικές. Βέβαια σε πραγματικές χρονοσειρές κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει, οπότε λέμε ότι οι χρονοσειρές θεωρείται ότι αντιπροσωπεύουν στοχαστικές διαδικασίες.

Οι μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών ασχολούνται με τέσσερα βασικά συστατικά για την αποσύνθεση της διακύμανσης της χρονοσειράς. Αυτά είναι :

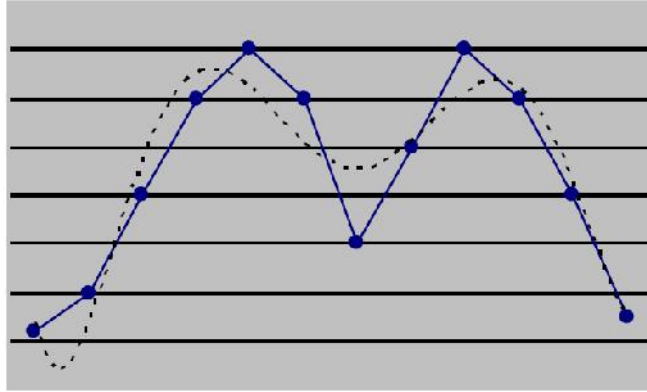
1. Η τάση
2. Η κυκλικότητα
3. Η εποχικότητα
4. Μη κανονικές διακυμάνσης.

Πιο αναλυτικά για κάθε ένα από τα παραπάνω συστατικά μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

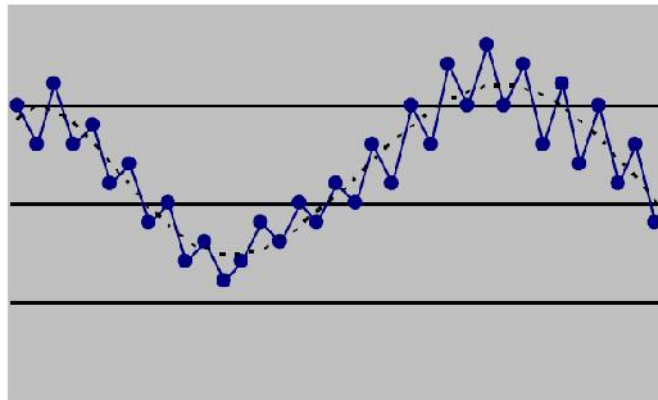
Τάση : Μία «μακροπρόθεσμη» μεταβολή του μέσου επιπέδου των τιμών της χρονοσειράς. Επειδή τα δεδομένα μας περιορίζονται στα πρώτα 10 έτη θα αποδεχτούμε την αύξηση ή μείωση του μέσου επιπέδου σαν τάση. Για να μπορούμε λοιπόν να είμαστε σίγουροι για την αξιοπιστία της πρόγνωσης θα χρειαστούμε έναν ικανοποιητικό αριθμό παρατηρήσεων μέσω των οποίων θα διαπιστώσουμε εάν υπάρχει ή όχι τάση.



Κυκλικότητα: Μια μεταβολή που εμφανίζεται κατά περιόδους και οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες. Τόσο οι περίοδοι όσο και το μήκος τους είναι συνήθως μεγαλύτερα του ενός έτους και δεν είναι σταθερά.



Εποχικότητα : Μια περιοδική διακύμανση που έχει σταθερό και μήκος μικρότερο του ενός έτους. Λόγω της επανάληψης της κατά τον ίδιο τρόπο είναι εύκολη η αναγνώριση της.



Ασυνέχειες: Απομονωμένες παρατηρήσεις που εμφανίζονται στο γράφημα κάποιας χρονοσειράς σαν απότομες αλλαγές. Έχουν μικρή διάρκεια και μπορεί να έχουν μόνιμο ή προσωρινό χαρακτήρα. Γνωστά σαν (outliers). Μπορεί να είναι σχετικά δύσκολη στην αναγνώριση τους καθώς χρειάζονται κριτική σκέψη.

2.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Αρχικά τοποθετούμε τα δεδομένα μας σε ένα διάγραμμα. Σε ένα διάγραμμα διασποράς (scatter plot) τοποθετούμε τις παρατηρήσεις μας ,τοποθετώντας ένα σημείο για κάθε παρατήρηση. Για να μελετήσουμε μια χρονοσειρά δημιουργούμε την επισκόπηση του γραφήματός της από το οποίο θα προκύψουν και τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν.

Μια χρονοσειρά μπορεί να αναλυθεί σε τρεις συνιστώσες ως εξής:

$$y_t = m_t + s_t + x_t \quad (2.2)$$

Όπου m_t είναι η τάση ως συνάρτηση του χρόνου

s_t είναι η εποχική συνάρτηση της περιόδου d .

x_t είναι η χρονοσειρά των υπολοίπων

2.6 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Τα μοντέλα χρονοσειρών εφαρμόζονται σε στάσιμες χρονοσειρές, γεγονός που καθιστά επιτακτικό τον έλεγχο της χρονοσειράς. Εάν η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη τότε μέσω κατάλληλων μετασχηματισμών θα πρέπει να διασφαλιστεί η παραπάνω προϋπόθεση πριν προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε άλλη διαδικασία. Τέτοιου είδους μετασχηματισμοί μπορούν να επιτευχθούν μέσω της μεθόδου των υπολοίπων ή της μεθόδου των διαφορών.

Ο καθορισμός η μη της στασιμότητας δεν είναι πάντα εύκολος. Οι ιδιότητες που την καθορίζουν αφορούν τις πρώτες ροπές και πιο συγκεκριμένα την μέση τιμή, την διακύμανση και την συσχέτιση στο χρόνο. Οπότε μια σειρά χαρακτηρίζεται ασθενώς ή κατά συνδιακύμανση στάσιμη, όταν:

- Η πρώτη ροπή είναι σταθερή $E(y_t) = \mu$ (2.3)

- Η δεύτερη ροπή δεν είναι άπειρη $E(y_t^2) < \infty$ (2.4)

- Η διακύμανση είναι σταθερή $Var(y_t) = cov(y_t, y_t) = g_0$ (2.5)

- Η συνάρτηση αυτοσυνδιακύμανσης εξαρτάται μόνο από την απόσταση-χρονική υστέρηση $cov(y_t, y_t) = g_k$

2.6 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ(ACF) ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ(PACF)

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μας δίνει ένα μέτρο για τον βαθμό συσχέτισης δύο μεταβλητών και δεδομένου ότι είναι «ελεύθερος» από μονάδες μέτρησης αυτή η εικόνα γίνεται ακόμα πιο καθαρή. Παίρνοντας τιμές από $-1 < \rho < 1$ διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις :

- Αν $\rho = -1$ ή $\rho = 1$ έχουμε την μέγιστη δυνατή συσχέτιση
- Αν $\rho > 0$ έχουμε θετική συσχέτιση η οποία είναι πιο ισχυρή όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται ο συντελεστής συσχέτισης.
- Αν $\rho < 0$ έχουμε αρνητική συσχέτιση η οποία είναι πιο ισχυρή όσο πιο κοντά στο -1 βρίσκεται ο συντελεστής συσχέτισης.
- Αν $\rho = 0$ δεν υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ δύο παρατηρήσεων y_t και y_{t+k} που απέχουν k περιόδους και ορίζεται ως ο **συντελεστής αυτοσυσχέτισης (autocorrelation coefficient)** , δηλαδή

$$r_k = \frac{\text{cov}(y_t, y_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(y_t)}\sqrt{\text{var}(y_{t+k})}} \quad (2.6)$$

Αν η χρονολογική σειρά είναι στάσιμη, τότε η διακύμανση δεν μεταβάλλεται με το χρόνο και άρα $\text{var}(y_t) = \text{var}(y_{t+k}) = \sigma_y^2$ και θεωρώντας μηδενική υστέρηση k τότε η (6.2.2.2) απλοποιείται ως εξής:

$$r_k = \frac{\text{cov}(y_t, y_{t+k})}{\text{var}(y_t)} = \frac{g_k}{g_0} \quad (2.7)$$

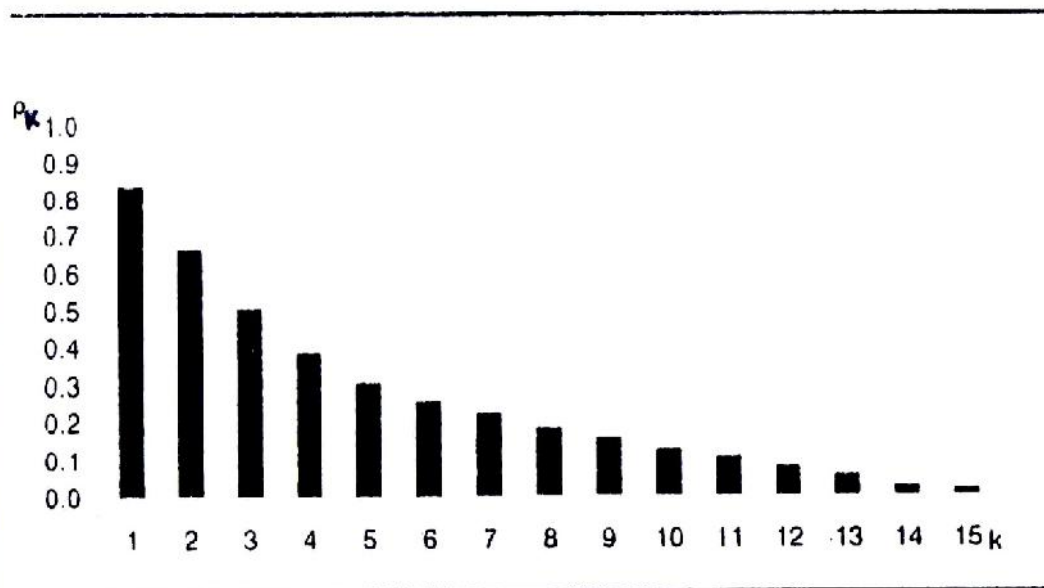
Οι παραπάνω σχέσεις αναφέρονται σε θεωρητικές τιμές των αυτοδιακυμάνσεων και των συντελεστών αυτοσυσχέτισης. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούμε ένα πεπερασμένο δείγμα παρατηρήσεων $y_1, y_2, \dots, y_N$ από το οποίο λαμβάνουμε εκτιμήσεις των αληθινών αριθμών. Έτσι συμβολίζοντας με $\bar{y}$ το μέσο του δείγματος των N παρατηρήσεων, ορίζουμε ως τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης δείγματος ως εξής:

$$r_k = \frac{g_k}{g_0} = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y})^2} \quad (2.8)$$

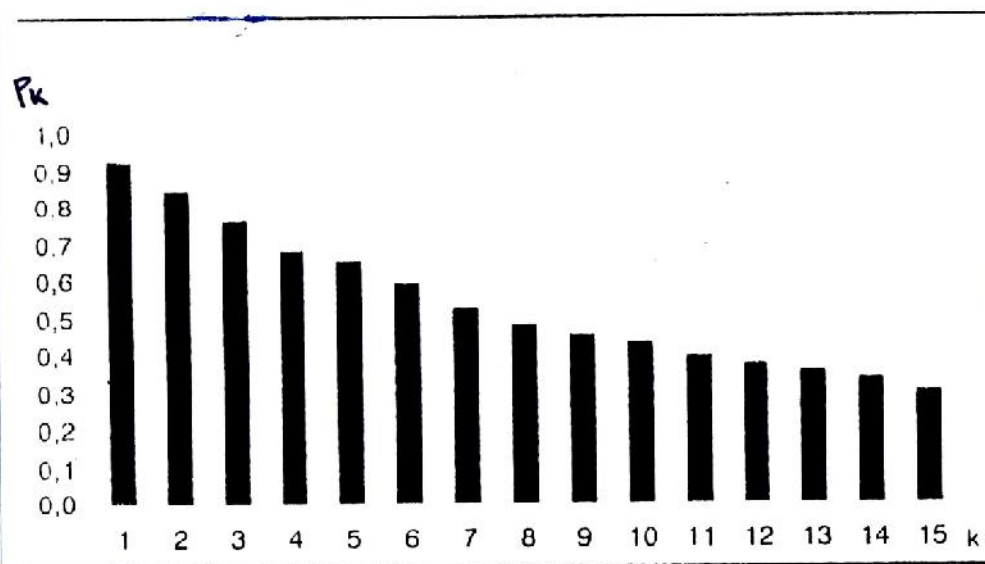
Η συνάρτηση ρ_k για διάφορες τιμές του k καλείται **συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (autocorrelation function)** και συμβολίζεται με το γράμμα ACF ή AC.

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μπορεί να παρουσιαστεί γραφικά δίνοντας μας εξαιρετικά σημαντικές πληροφορίες για την μελετώμενη χρονοσειρά.

Όπως αναφέρθηκε και πριν, η διαγραμματική απεικόνιση των τιμών της ρ_k μας δίνει το διάγραμμα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης (correlogram) και μας βοηθά στο να διαπιστώσουμε αν μια χρονολογική σειρά είναι στάσιμη ή όχι. Έτσι, οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης για μια στάσιμη σειρά φθίνουν σχετικά γρήγορα προς το μηδέν καθώς ο αριθμός υστερήσεων k μεγαλώνει, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο στις μη στάσιμες σειρές



Παράδειγμα γραφήματος στάσιμης σειράς



Παράδειγμα γραφήματος μη στάσιμης σειράς

Οφείλουμε να παρατηρήσουμε ότι τα παραπάνω διαγράμματα έχουν την ιδανική μορφή για κάθε περίπτωση. Στην πραγματικότητα μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι τιμές του συντελεστή να μην τείνει στο μηδέν αλλά να παίρνει μεταβαλλόμενες τιμές κοντά στο μηδέν παρόλο που η σειρά είναι στάσιμη.

Μια άλλη συνάρτηση που χρησιμοποιείται στη μελέτη των χαρακτηριστικών μιας χρονολογικής σειράς είναι η **συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης**.

Γενικά ο συντελεστής μερικής συσχέτισης $r_{xy:z_1...z_v}$ μετρά τη συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών x και y όταν έχει αφαιρεθεί η επίδραση που ασκούν οι άλλες μεταβλητές $z_1...z_v$ πάνω σε αυτές. Στην περίπτωση μιας χρονολογικής σειράς ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης μεταξύ y_t και y_{t+k} ορίζεται ως ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ τους λαμβάνοντας όμως υπόψη τις συσχετίσεις όλων των ενδιάμεσων τιμών.

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ορίζεται από την σχέση:

$$\Phi_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1} r_{k-1}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1} r_j} \quad (2.9)$$

Και λαμβάνει τιμές από -1 έως και 1 όμοια με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης και μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε την τάξη του μοντέλου που απαιτείται για να προσαρμόσουμε τα δεδομένα.

Τα διαγράμματα των ACF και PACF είναι τα πιο χρήσιμα εργαλεία που έχουμε στην επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου.

2.7 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Είναι πιο αιτιοκρατική σε σχέση με τις προαναφερθείσες μεθόδους. Κατά την μέθοδο αυτή εξετάζεται η σχέση ανάμεσα σε μία εξαρτημένη και ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία δείχνει τον βαθμό εξάρτησης ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Η μία μεταβλητή αποτελεί την αιτία και η άλλη το αποτέλεσμα. Σκοπός στην μέθοδο αυτή είναι να βρούμε την ευθεία που είναι όσο το δυνατόν πιο προσαρμοσμένη στα δεδομένα μας. Υπάρχουν αρκετές μορφές που μπορούν να μετατραπούν σε γραμμικές με τον κατάλληλο μετασχηματισμό όπως φαίνεται παρακάτω

Μη Γραμμική σχέση

Μετασχηματισμός

Γραμμική σχέση

(Αρχική Μεταβλητή)

(Μετασχηματισμένη τυχαία μεταβλητή)

$$Z = \exp\{a + b X\}$$

$$Y = \ln Z$$

$$Y = a + b X$$

$$Y = a + \frac{1}{Z} \bullet b$$

$$\frac{1}{Z} = X$$

$$Y = a + b X$$

$$Y = a + b \sqrt{X}$$

$$\sqrt{X} = X$$

$$Y = a + b X$$

Η παραπάνω εξίσωση παριστάνει την ευθεία της γραμμικής παλινδρόμησης, όπου α είναι η τιμή του Y για $X=0$ και β η κλίση της ευθείας. Συνήθως παίρνουμε μια προσεγγιστική τιμή του Y παρόλο που πρόκειται για προσδιοριστική(deterministic) εξίσωση.

Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως εκφράζει την μεταβλητή Y και μια μεταβλητή X μέσω μιας ευθείας. Προκειμένου να μπορεί να μπορεί να εφαρμοστεί θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες προϋποθέσεις.

Οι υποθέσεις που κάνουμε είναι οι εξής:

Πρώτον ότι η σχέση της γραμμικής παλινδρόμησης εκφράζεται με μια ευθεία γραμμή οπότε το μοντέλο είναι της μορφής:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X + e \quad (2.10)$$

Με e να είναι η διαφορά $\{Y-(\alpha+\beta X)\}$ μεταξύ θεωρητικής και πραγματικής τιμής και το οποίο καλείται σφάλμα του μοντέλου και μετράει την κάθετη απόκλιση κάθε τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής από την παλινδρομική γραμμή.

Οι αιτίες ενός σφάλματος μπορεί να είναι :

- 1.Ατελής Θεωρία : Δεν έχουν συμπεριληφθεί μεταβλητές που σχετίζονται με την συμπεριφορά της Y .
- 2.Ατελής Προσδιορισμός: Όταν εκτιμάτε η γραμμική σχέση αλλά η πραγματική τους σχέση δεν είναι γραμμική.
- 3.Σφάλματα Μέτρησης: Πρόκειται για υπολογιστικά σφάλματα κατά την μέτρηση των μεταβλητών

Η δεύτερη υπόθεση επιβάλλει ότι θα εμφανίζεται η ίδια κατανομή των τιμών της X μεταβλητής όσες φορές και αν γίνει το πείραμα. Πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η κατανομή των τιμών της Y δεδομένου των τιμών της x μπορεί να διαφέρουν λόγω του σφάλματος e .

Η Τρίτη υπόθεση θέτει την τιμή του αναμενόμενου σφάλματος μηδέν δηλαδή $E(e)=0$. Στην ουσία θέτοντας αυτή την τιμή μηδέν υποθέτουμε ότι ο μέσος των τιμών Y είναι πάνω στην γραμμή παλινδρόμησης.

Τέταρτον θεωρούμαι ότι η διακύμανση του όρου του τυχαίου σφάλματος είναι ίδια για κάθε τιμή του X .

Πέμπτον είναι ότι οι τιμές του σφάλματος e είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους το οποίο σημαίνει ότι η τιμή του σφάλματος για οποιαδήποτε δεδομένη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής δεν σχετίζεται με το σφάλμα για οποιαδήποτε άλλη τιμή της X .

Τέλος υποθέτουμε ότι ο όρος του σφάλματος για κάθε τιμή της X κατανέμεται κανονικά.

Παρατηρήσεις σε ένα δείγμα τιμών της Y για ένα καθορισμένο δείγμα της X

μας επιτρέπουν να υπολογίσουμε την εξίσωση μίας γραμμής της ακόλουθης μορφής:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X \quad (2.11)$$

Όπου b_1, b_0 είναι εκτιμήσεις των παραμέτρων παλινδρόμησης β_1, β_0 της παλινδρόμησης.

Αυτές υπολογίζονται με την χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων και η λογική της είναι ότι θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί η απόσταση των πραγματικών παρατηρήσεων Y από τη βέλτιστη γραμμή παλινδρόμησης.

Στην πράξη χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις

$$b_1 = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$
$$b_0 = \frac{\sum Y - b_1 \cdot \sum X}{n} \quad (2.12)$$

2.8 ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ (ΑΥΤΟ REGRESSIVE MOVING AVERAGE ARIMA)

Γενικά στοιχεία

Αποτελούν στοχαστικά μαθηματικά μοντέλα με τα οποία προσπαθούμε να περιγράψουμε την διαχρονική εξέλιξη ενός φυσικού μεγέθους. Αρκετές φορές κατά την μελέτη φυσικών μεγεθών είναι πολλή δύσκολη ή ακόμα και αδύνατη η πλήρης γνώση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την εξέλιξη τους στο μέλλον. Σε αυτές τις περιπτώσεις η εξάρτηση τους από κάποιο μη ντετερμινιστικό παράγοντα μας επιτρέπουν την περιγραφή τους από ένα στοχαστικό μοντέλο το οποίο θα μπορεί να υπολογίσει την πιθανότητα με την οποία η τιμή του μεγέθους θα βρίσκεται σε κάποιο διάστημα. Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως διότι χρησιμοποιούνται σε πληθώρα περιπτώσεων. Έχουν περιγραφεί από τους Box-Jenkins και χρησιμοποιούνται κατά βάση στην μελέτη χρονοσειρών. Σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του σωστού μοντέλου κάθε φορά, η οποία γίνεται βάση της τιμής του σφάλματος που προκύπτει από κάθε μοντέλο.

Προϋποθέσεις για την χρήση των μοντέλων

Εφαρμόζονται αποκλειστικά και μόνο σε διακριτές χρονοσειρές των οποίων οι παρατηρήσεις έχουν ληφθεί σε χρονικά ίσαπέχουσα χρονικά διαστήματα. Παρόλο που η μέθοδος απαιτεί ένα ελάχιστο 50 παρατηρήσεων εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα των τελευταίων 10 ετών.

Επίσης οφείλουμε να αναφέρουμε ότι η μέθοδος B-J-ARIMA μπορεί να εφαρμοστεί αποκλειστικά σε στάσιμες(stationarity) χρονοσειρές. Στάσιμη ορίζεται μία χρονοσειρά της οποίας η μέση τιμή, η διακύμανση και η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης είναι σταθερές καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης αποτελεί έναν τρόπο μέτρησης της εξάρτησης μιας παρατήρησης από μία άλλη μέσα στην ίδια χρονοσειρά. Η μέση τιμή μιας στάσιμης χρονοσειράς είναι το μέγεθος που προσδιορίζει το συνολικό επίπεδό της. Η διακύμανση είναι το μέγεθος που μετρά την διασπορά των παρατηρήσεων μιας σειράς γύρω από την μέση τιμή. Παρόλο που πρακτικά οι περισσότερες χρονοσειρές δεν είναι στάσιμες μπορούμε να μετατρέψουμε μια μη στάσιμη χρονοσειρά με την απαλοιφή της τάσης και της περιοδικότητας σε μια στάσιμη χρονοσειρά των λεγόμενων υπολοίπων. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι τα μοντέλα ARIMA είναι τα πλέον κατάλληλα για περιπτώσεις όπως οι δικές μας (μικρός αριθμός παρατηρήσεων) καθότι δίνουν μεγαλύτερη βάση στα δεδομένα του πρόσφατου παρελθόντος, πράγμα που σημαίνει ότι οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις είναι πιο αξιόπιστες από τις μακροπρόθεσμες σε αυτά τα μοντέλα.

2.9 ΜΟΝΤΕΛΑ AR,ARMA,ARIMA

Τα **αυτοπαλινδρόμα μοντέλα AR(p)** (AutoRegressive Models) είναι μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης για τα οποία θεωρούμε ως εξαρτημένη μεταβλητή την τυχαία μεταβλητή της χρονοσειράς σε μία χρονική στιγμή t και ως ανεξάρτητες μεταβλητές την τυχαία μεταβλητή της χρονοσειράς σε προηγούμενους χρόνους. Ως τάξη (order)ορίζεται ο αριθμός των υστερήσεων του μοντέλου.

Στα **μοντέλα κινητού μέσου MA(q)** θεωρούμαι ότι η τωρινή έξοδος εξαρτάται αποκλειστικά από το τωρινό στοιχείο .

Τα **μικτά μοντέλα αυτοπαλινδρόμησης και κινητού μέσου (ARMA)(p,q)** περιλαμβάνουν διαδικασίες AR και MA. Έχουν τις εξής ιδιότητες ένα εφαρμοστούν σε στάσιμες στοχαστικές διαδικασίες:

- Διατηρούν την μέση τιμή της στάσιμης στοχαστικής διαδικασίας
- Διατηρούν την τυπική της απόκλιση
- Διατηρούν τον συντελεστή ασυμμετρίας της στάσιμης στοχαστικής ανέλιξης.

Επίσης τα συγκεκριμένα μοντέλα είναι απλά εφόσον οι τιμές των p, q είναι μικρές ($p+q < 2$). Στην περίπτωση που έχουμε την υποκατηγορία μοντέλων AR(p) με $p > 1$ θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το γραμμικό σύστημα με τον όρο <<Yule-Walker>>.

Τα **μοντέλα ARIMA(p,d,q)** αποτελούν μια ένωση των AR και MA μοντέλων και έχουν εφαρμογή και σε μη στάσιμες διαδικασίες ενώ βασίζονται στην διαφορίση d τάξης της διαδικασίας.

Ένα μοντέλο ARIMA(p,d,q) έχει την μορφή:

AR(p): με p να είναι η τάξη της διαφορίσης.

I(d): με d να είναι ο βαθμός των διαφορών.

MA(q): με q να είναι η τάξη της συνιστώσας του κινητού μέσου.

2.10 ΜΟΝΤΕΛΑ ARIMA ΚΑΙ ΣΤΑΣΙΜΕΣ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.

Σε αυτό το κομμάτι θα μας απασχολήσει τι είναι αυτό το I στα μοντέλα ARIMA. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι οι συντομογραφίες των μοντέλων ARIMA(AR,MA,ARMA) αναφέρονται στην στοχαστική διαδικασία ή στο μοντέλο;. Το κανονικό μοντέλο πρέπει να περιγράφει την διαδικασία υπό μελέτη.

Η μεθοδολογία Box-jenkins απαιτεί οι χρονοσειρές που αναλύουμε να είναι στάσιμες. Η στασιμότητα είναι μία μαθηματική ιδιότητα σύμφωνα με την οποία μια συλλογή τυχαίων μεταβλητών αποτελούν μια στοχαστική διαδικασία. Όμως είναι σύνηθες να αναφερόμαστε στα δεδομένα ως στάσιμα.

Σε πρακτικό επίπεδο αν μία σειρά εμφανίζει αλλαγές στο επίπεδο ή αυξανόμενη μεταβλητότητα τότε δεν είναι στάσιμη και πρέπει να μετασχηματιστεί πριν την ανάλυση.

Απλοί μετασχηματισμοί υπάρχουν και οι οποίοι περιέχουν μέσα στασιμότητας σε πολλές παρατηρούμενες σειρές. Παίρνουν την μορφή απλών διαφορών οι οποίες πραγματοποιούνται στις τιμές των σειρών. Μια διαφορά πρώτης τάξης σημαίνει ότι κάθε τιμή αφαιρείται από την επόμενη γειτονική τιμή:

$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad (2.13)$$

Τα αποτελέσματα είναι μια νέα σειρά w_t η οποία έχει μια λιγότερη παρατήρηση από την αρχική σειρά. Μία διαφορά δεύτερης τάξης σημαίνει ότι η ήδη διαφορική εξίσωση διαφορίζεται ξανά οπότε προκύπτει:

$$y_t = w_t - w_{t-1} = (z_t - z_{t-1}) - (z_{t-1} - z_{t-2}) = z_t - 2z_{t-1} + z_{t-2} \quad (2.14)$$

Έχοντας μια νέα σειρά με δύο λιγότερες παρατηρήσεις από την αρχική σειρά. Αυτό μπορεί να οριστεί σαν d^{th} τάξη διαφοράς, όπου «d» είναι η τάξη της διαφορικής που χρειαζόμαστε για να πετύχουμε στασιμότητα.

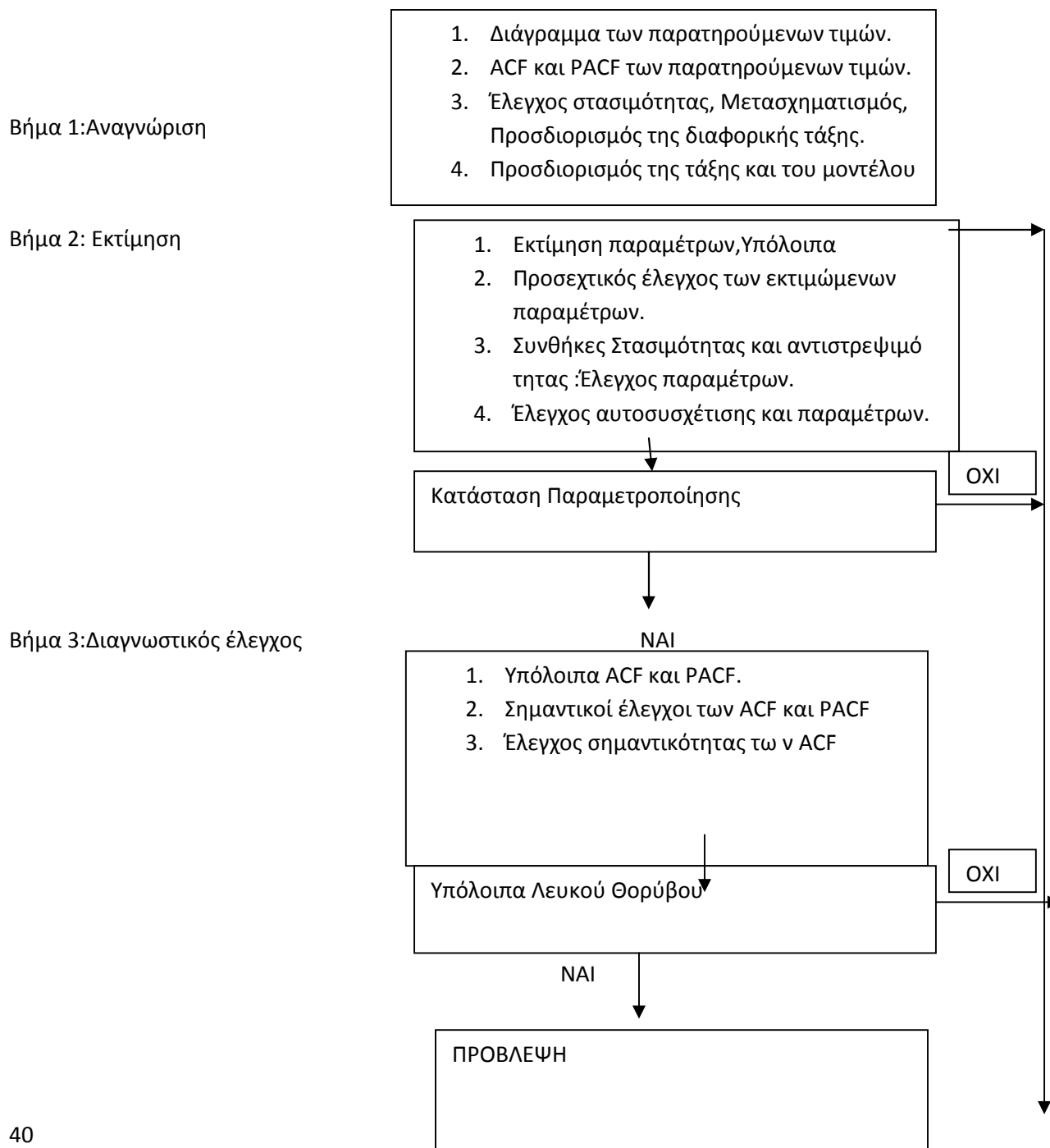
Μετά την μοντελοποίηση οι διαφορικές σειρές με ένα κατάλληλο μοντέλο ARMA πρέπει να εξισωθούν με αυτές του αρχικού μοντέλου για να αναστρέψουμε την διαφοροποίηση και να «ενσωματώσουμε» «d» φορές. Αυτός είναι και ο λόγος για το I (ενσωμάτωση) στο ARIMA.

Η γενική ιδέα είναι ότι πριν την ανάλυση οι σειρές πρέπει να γίνουν στάσιμες και στην συνέχεια με ένα κατάλληλο AR,MA,ARMA μοντέλο να μετασχηματιστούν. Μια διαδικασία που απαιτεί d^{th} τάξη διαφορικής καλείται Ενσωματωμένη(Integrated) διαδικασία τάξης d ή σε συντομογραφία I(d). Ένα

μοντέλο το οποίο χρησιμοποιεί στοιχεία AR,MA,ARMA και I μοντέλων λέγεται ARIMA(p,d,q) τάξης (p,d,q).

2.12 Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΟΥ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ BOX-JENKINS

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει την διαδικασία που προτείνουν οι Box και Jenkins για την δόμηση ενός μονοπαρογοντικού ARIMA μοντέλου από μία δοσμένη χρονοσειρά. Η προσέγγιση των Box και Jenkins φαίνεται σχηματικά στο παρακάτω σχήμα. Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια για την πρόγνωση μελλοντικών τιμών. Τρεις διαφορετικές κατηγορίες πρόγνωσης περιγράφονται, και μία ορολογία για τον διαχωρισμό μεταξύ των τριών τύπων προτείνεται.



2.12.1 Στάδιο αναγνώρισης

Αναγνώριση είναι το στάδιο στο οποίο ένα σχετικό μοντέλο επιλέγεται για την σειρά από μια μεγάλη οικογένεια υποψήφιων $ARIMA(p,d,q)$ μοντέλων. Επειδή οι πιθανοί συνδυασμοί των παραμέτρων είναι πάρα πολλοί το στάδιο αυτό αποτελείται από τον ορισμό του μοντέλου. Ευτυχώς έχει βρεθεί ότι στην πράξη τα περισσότερα μοντέλα σπανίως έχουν παραμέτρους μεγαλύτερες από δυο. Το εμπειρικό αυτό γεγονός σχετίζεται και με την αρχή της «φιλαργυρίας» που θα συζητήσουμε παρακάτω.

Τα βασικά εργαλεία για την αναγνώριση του μοντέλου είναι τα γραφήματα της Μερικής Αυτοσυσχέτισης(PACF) και της Αυτοσυσχέτισης(ACF) που έχουμε από την χρονοσειρά ACF δείχνει τον βαθμό της συσχέτισης μέσα στην σειρά για τις υστερήσεις 1,2,... .Παρομοίως η PACF δείχνει τον βαθμό της συσχέτισης σε μία συγκεκριμένη υστέρηση έχοντας υπολογίσει και την συσχέτιση από τα ενδιάμεσα διαστήματα. Παραδείγματα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Εκτιμώμενα κατά 95% διαστήματα εμπιστοσύνης σχεδιάζονται επίσης σε κάθε υστέρηση προκειμένου να ελέγξουμε αν ο παράγοντας αυτοσυσχέτισης κάθε υστέρησης είναι αρκετά διαφορετικός από μηδέν ή όχι, το οποίο θα έδειχνε την παρουσία ή απουσία συσχέτισης για αυτή την υστέρηση. Αν μια κορυφή βρίσκεται εκτός του διαστήματος εμπιστοσύνης ,η συσχέτιση σε αυτή την υστέρηση είναι σημαντική.(σχήμα 1).

AUTOCORRELATIONS

LAG	CORRELATION	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
0	1.00000																					
1	0.34722																					
2	0.35003																					
3	0.27501																					
4	0.16662																					
5	0.22072																					
6	0.13557																					
7	0.11648																					
8	0.06658																					
9	0.03628																					
10	0.07236																					
11	0.02038																					
12	0.08353																					
13	0.23953																					
14	0.23950																					
15	0.16561																					
16	0.18672																					
17	0.15348																					
18	0.09650																					
19	0.11413																					
20	0.11816																					

MARKS TWO STANDARD ERRORS

PARTIAL AUTOCORRELATIONS

LAG	CORRELATION	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	0.34722																					
2	0.26092																					
3	0.11541																					
4	-0.02041																					
5	0.10232																					
6	0.00089																					
7	-0.00517																					
8	-0.03737																					
9	-0.02269																					
10	0.04273																					
11	-0.01998																					
12	0.06499																					
13	0.24715																					
14	0.15199																					
15	-0.05751																					
16	0.00865																					
17	0.01608																					
18	-0.08279																					
19	-0.03234																					
20	0.04862																					

Figure 3: Example of Computer-Plotted Sample ACF and PACF

Σχήμα 2.12.1 Παράδειγμα πίνακα ACF και PACF

Για να καθορίσουμε την τάξη της διαφοράς d οι χρονοσειρές πρέπει να ελεγχθούν για την στασιμότητα. Αν δεν είναι στάσιμες πρέπει να τις μετασχηματίσουμε σε στάσιμες για περαιτέρω ανάλυση. Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα. Η μία είναι απλά να επιθεωρήσουμε τα γραφήματα των χρονοσειρών για αλλαγές ή αυξανόμενη μεταβλητότητα. Η άλλη μέθοδος έχει να κάνει με την ACF. Αν η κορυφή της ACF δεν φθίνει αρκετά γρήγορα στο μηδέν, μπορεί να χρειαστεί διαφόρηση. Η τάξης της θα δίνεται από το d . Οι Ali και Thalheimer προσφάτως πρότειναν ένα πιο επίσημο στατιστικό έλεγχο για τον καθορισμό της στασιμότητας.

Για τον καθορισμό των AR και MA τάξεων p, q κάνουμε επιθεώρηση των σειρών σε ACF και PACF. Μπορεί να αποδειχθεί στην θεωρία ότι ο αριθμός των επιτυχημένων κορυφών ACF σε θετικές υστερήσεις ισούται την τάξη του κινούμενου μέσου q . Παρομοίως ο αριθμός των σημαντικών PACF κορυφών σε θετικές υστερήσεις υποδεικνύει την τάξη του παράγοντα αυτοσυσχέτισης p .

Οι τεχνικές αναγνώρισης που μόλις περιγράφηκαν βασίζονται στο μαθηματικό γεγονός ότι οι θεωρητικές ACF και PACF για ένα μοντέλο ARIMA είναι μοναδικές. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε καθορισμένο σετ αξιών (p, d, q) το θεωρητικό ACF και PACF από μια τέτοια στοχαστική διαδικασία μας δίνει ένα μοναδικό «αποτύπωμα» για την αναγνώριση της διαδικασίας. Στην πράξη η θεωρητικά ιδεατή διαδικασία της μέτρησης σημαντικών κορυφών μπερδεύεται με το σφάλμα του δείγματος των υπό εκτίμηση ACF και PACF, και η σωστή αναγνώριση γίνεται σχετικά δύσκολη. Η εμφάνιση των ACF και PACF εξαρτάται και από τις παραμέτρους ϕ και θ . Είναι χρήσιμο να συγκρίνουμε τα ACF και PACF του δείγματος με τα γραφήματα των θεωρητικών ACF και PACF από διάφορες διαδικασίες AR, MA, ARMA τάξεως μικρότερης ή ίσης του 2. Ο Pankratz περιέχει μια καλή συλλογή τέτοιων διαγραμμάτων.

2.12.2 Στάδιο Εκτίμησης

Μόλις έχει αναγνωριστεί ένα πιθανό μοντέλο εκτιμώνται οι παράμετροι ϕ και θ από τα δεδομένα της χρονοσειράς χρησιμοποιώντας έναν μη-γραμμικό αλγόριθμο ελαχίστων τετραγώνων. Σε αυτό το στάδιο υπολογίζονται και τα υπόλοιπα. Η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων εκτιμά την τιμή των παραμέτρων ϕ και θ βασιζόμενη στο ποια ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγωνικών υπολοίπων.

Είναι πολύ σημαντικό να καταλάβουμε πως παίρνουμε τις τιμές, και τι αντιπροσωπεύουν τα υπόλοιπα στο περιεχόμενο των μοντέλων ARIMA. Οι υπολογισμένες τιμές του μοντέλου βρίσκονται με την εισαγωγή των αρχικών εκτιμήσεων ϕ και θ των παραμέτρων των μοντέλων AR και MA, θέτοντας την τωρινή τιμή τυχαίου σοκ ή αλλιώς σφάλματος a_t στην αναμενόμενη τιμή 0, και χρησιμοποιώντας το εναπομείναν εκτιμώμενο μοντέλο μαζί με τα δεδομένα των παρατηρήσεων για να δημιουργήσουμε μία σειρά κατάλληλων δεδομένων. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται, προσαρμόζοντας την παράμετρο εκτίμησης σε κάθε επανάληψη, μέχρι να έχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Μετά από αυτό εννοείται ότι οι διαφορές μεταξύ των παρατηρούμενων και των προσαρμοσμένων τιμών καθώς και τα υπόλοιπα θα είναι εκτιμήσεις των τυχαίων σοκ a_t .

Με αυτόν τον τρόπο εκτιμά η στατιστική τα τυχαία σοκ, τα οποία αποτελούν σημαντικότερο παράγοντα στα μοντέλα ARIMA. Παρατηρείστε ότι τα υπόλοιπα των μοντέλων ARIMA δεν μπορούν να είναι ποτέ μηδέν διότι είναι εκτιμήσεις των σοκ τα οποία έχουν μηδενικό μέσο αλλά τυχαίως διαφορετικά μεγέθη. Αντιθέτως τα υπόλοιπα από ένα σωστά αναγνωρισμένο μοντέλο ARIMA υποδεικνύουν το μέγεθος του

«θορύβου» που υπάρχει στις παρατηρήσεις οι οποίες δεν έχουν ληφθεί υπόψη στο μοντέλο. Ο Pankratz παρουσιάζει ένα λεπτομερές παράδειγμα του πώς υπολογίζονται οι προσαρμοσμένες αξίες και τα υπόλοιπα.

Τελικώς, είναι αναγκαίο να εξασφαλίσουμε ότι η παράμετρος εκτίμησης δεν είναι πολύ συσχετισμένη. Ο Pankratz υποστηρίζει ότι μια 0,9 συσχέτιση είναι αυτό που πρέπει. Ο έλεγχος γίνεται επιθεωρώντας τον πίνακα συσχετίσεων, ο οποίος δείχνει τις συσχετίσεις μεταξύ όλων των ζευγών των AR και MA παραμέτρων εκτίμησης. Υψηλή συσχέτιση υποδεικνύει ότι η εκτιμήσεις είναι χαμηλής ποιότητας. Ένα μοντέλο βασισμένο σε τέτοιες εκτιμήσεις δεν θα είναι εύρωστο σε αλλαγές των δεδομένων, και για αυτό θα δώσει εσφαλμένες προβλέψεις. Εάν το υπό εξέταση μοντέλο έχει σημαντικές παραμέτρους των οποίων οι τιμές βρίσκονται εντός των ορίων της στασιμότητας και αντιστρεψιμότητας και δεν είναι υψηλά συσχετισμένα, τότε ο αναλυτής μπορεί να προχωρήσει στο τελικό στάδιο: διαγνωστικού ελέγχου. Εάν όχι ο αναλυτής πρέπει να επανέλθει στο στάδιο της αναγνώρισης και να δημιουργήσει ένα εναλλακτικό μοντέλο βασισμένο στις πληροφορίες που πήραμε κατά το στάδιο της εκτίμησης.

2.12.3 Στάδιο Διαγνωστικού Ελέγχου

Κατά το διάστημα εκτίμησης, παίρνουμε τις τιμές των υπολοίπων (που στην ουσία είναι εκτιμήσεις των τυχαίων σοκ) βασική ιδέα του μοντέλου Box-Jenkins είναι να εξερευνήσουμε το δομή της αυτοσυσχέτισης των δεδομένων και να αναγνωρίσουμε ένα κατάλληλο μοντέλο για την συγκεκριμένη χρονοσειρά. Όταν το κατάλληλο μοντέλο έχει ταιριαστεί με τα δεδομένα, θα πρέπει να έχει «φιλτράρει» την δομή της αυτοσυσχέτισης, αφήνοντας ασυσχέιστα υπόλοιπα. Για αυτόν τον λόγο και το στάδιο διαγνωστικού ελέγχου αποτελείται από την επιβεβαίωση ότι οι τιμές των υπολοίπων που βρέθηκαν στο στάδιο της εκτίμησης είναι λευκός θόρυβος.

Εξ ορισμού το ACF του λευκού θορύβου δεν δείχνει καμία σημαντική αυτοσυσχέτιση σε καμία τάξη. Για αυτό και ένα διάγραμμα ACF θα πρέπει να επιβεβαιώνει ότι οι τιμές των υπολοίπων δεν ακολουθούν κανένα είδος αυτοσυσχέτισης. Η αυτοσυσχέτιση σε κάθε διάστημα μπορεί να ελεγχθεί για την σημαντικότητα χρησιμοποιώντας το t-test, το οποίο είναι ίδιο με την επιθεώρηση του ACF για κορυφές οι οποίες είναι εκτός του διαστήματος εμπιστοσύνης. Στην πράξη, μπορεί να υπάρχουν μερικές κορυφές του ACF που να πλησιάζουν τα όρια. Είναι πιο σημαντικό να δούμε σε ποια διαστήματα έχουμε τέτοιες οριακές περιπτώσεις, καθότι μας δείχνουν ένα λανθασμένο αναγνωρισμένο μοντέλο.

Εάν τα υπόλοιπα της ACF δείχνουν κάποια σχέση αυτοσυσχέτισης που δεν προβλέπεται από το δοκιμαστικό μοντέλο, τότε είναι απαραίτητο να γυρίσουμε στο στάδιο αναγνώρισης και να ξαναδούμε το μοντέλο. Αυτό μπορεί να γίνει απλά συγκρίνοντας τις αρχικές σειρές ACF και PACF για άλλη ερμηνεία, ή να αναδημιουργήσουμε το μοντέλο βασισμένο στην υπολειπόμενη δομή των υπολοίπων της ACF. Συχνά οι σημαντικές κορυφές που απομένουν στα υπόλοιπα των ACF και PACF θα μας δώσουν στοιχεία για πως θα πρέπει να διαμορφώσουμε το μοντέλο.

Στην θεωρία τα τρία παραπάνω στάδια επαναλαμβάνονται συνεχώς μέχρι ένα ικανοποιητικό μοντέλο με τα υπόλοιπά του να είναι λευκός θόρυβος να δημιουργηθεί. Στην ο αναλυτής μπορεί να σταματήσει στο μοντέλο με τα πιο «λευκά» υπόλοιπα.

2.13 Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΦΙΛΑΡΓΥΡΙΑΣ

Η αρχή της φιλαργυρίας είναι μία στατιστική έννοια που δημιουργήθηκε από τον J.W.Tukey, και η οποία δηλώνει ότι το καλύτερο μοντέλο για ένα σύνολο δεδομένων είναι το απλούστερο μοντέλο το οποίο μπορεί να περιγράψει τις ιδιότητες των δεδομένων. Όσο αναφορά τα μοντέλα ARIMA, ένα φιλάργυρο μοντέλο είναι αυτό που περιέχει τον ελάχιστο αριθμό παραμέτρων αναγκαίων για να αποφέρουν υπόλοιπα λευκού θορύβου. Εάν δύο μοντέλα είναι συγκρίσιμα σε όρους προσαρμογής στα δεδομένα και λευκότητας των υπολοίπων, τότε ο αναλυτής θα προτιμήσει το μοντέλο με τον μικρότερο βαθμό παραμέτρου. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχει βρεθεί ότι ικανοποιητικά μοντέλα για πολλά παρατηρούμενα δεδομένα απαιτούν μη εποχικές και εποχικές τάξεις p, d, q, P, D, Q μικρότερες ή ίσες του δύο.

2.14 ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Η τελική επιλογή του μοντέλου θα γίνει βάση των σφαλμάτων πρόβλεψης που αποτελούν και το πιο σημαντικό παράγοντα. Τα σφάλματα πρόβλεψης χωρίζονται στις εξής δύο κατηγορίες:

Συστηματικά σφάλματα: Τα σφάλματα αυτού του είδους οφείλονται σε αστοχίες του μοντέλου πρόβλεψης και οδηγούν σε λανθασμένα αποτελέσματα. Τα σφάλματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με μια διόρθωση του μοντέλου πρόβλεψης.

Τυχαία σφάλματα: Οι παράγοντες που τα προκαλούν δεν είναι προβλέψιμοι γεγονόσ που κάνει την αποφυγή τους αρκετά δύσκολη.

Συμβολίζουμε με e_k το σφάλμα πρόβλεψης το οποίο στην ουσία είναι η διαφορά μεταξύ πραγματικής και προσαρμοσμένης τιμής από κάποιο αλγόριθμο w_k . Έτσι έχουμε :

$$e_k = y_k - w_k$$

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια για την μέτρηση των σφαλμάτων πρόβλεψης κάθε ένα από τα οποία έχει το δικό του βάρος. Πιο αναλυτικά έχουμε τα εξής κριτήρια:

$$\text{Μέσο Σφάλμα (Mean Error -ME): } ME = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n e_k \quad (2.15)$$

$$\text{Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (Mean Absolute Error -MAE): } MAE = \frac{\sum_{k=1}^n |e_k|}{n} \quad (2.16)$$

$$\text{Μέσο απόλυτο εκατοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error -MAPE): } MAPE = \frac{\sum_{k=1}^n |pe_k|}{n} \quad (2.17)$$

Το μέσο απόλυτο εκατοστιαίο σφάλμα είναι ίσο με την απόλυτη διαφορά της προβλεπόμενης με την πραγματική τιμή και μας δίνει την ποσοστιαία απόκλιση των προβλέψεων από τα πραγματικά δεδομένα.

$$\text{Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (Mean Squared Error-MSE): } MSE = \frac{\sum_{k=1}^n |e_k|^2}{n} \quad (2.18)$$

$$\text{Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Root Mean Square Error-RMSE): } RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n |e_k|^2}{n}} \quad (2.19)$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η ανάλυση και πρόγνωση των εισροών(υετός) και εκροών των υδατικών πόρων της Ελλάδας ανά υδατικό διαμέρισμα για χρονικό ορίζοντα 20 ετών. Πιο συγκεκριμένα για τις εισροές θα έχουμε πρόβλεψη ανά υδατικό διαμέρισμα όπως προαναφέραμε ενώ για τις εκροές θα έχουμε πρόβλεψη ξεχωριστά για την ύδρευση, άρδευση, βιομηχανία και συνολική κατανάλωση ανά υδατικό διαμέρισμα

3.2 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήσαμε για την πρόγνωση είναι το Statgraphics Centurion . Στα δεδομένα έγιναν οι απαραίτητοι έλεγχοι με την μέθοδο των διαφορών(differencing) για να εξασφαλιστεί η στασιμότητα των χρονοσειρών. Επιπροσθέτως περαιτέρω στατιστικοί έλεγχοι έγιναν μέσω του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την πρόγνωση. Τα μοντέλα μεταξύ των οποίων έγινε η σύγκριση των αποτελεσμάτων είναι τα εξής:

- ARIMA
- Random Walk /Random Walk with Drift
- Quadratic trend
- Linear trend
- Mean
- S curve
- Exponential Trend
- Moving Average
- Simple exponensial Smoothing
- Brown's Linear exponensial Smoothing
- Quadratic's Linear exponensial Smoothing

- Winter's Linear exponential Smoothing

Αντίστοιχα χρησιμοποιήθηκαν κάποια σφάλματα προκειμένου να είναι δυνατή η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου σε κάθε μια περίπτωση. Τα κριτήρια σφάλματος που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής :

- Akaike Information Criterion(AIC)
- Hamman-quinn Criterion (HQC)
- Schwarz Bayesian Informaton Criterion (SBIC)
- Mean Squared Error(MSE)
- Mean Absolute Error(MAE)
- Root Absolute Percentage Error(MAPE)

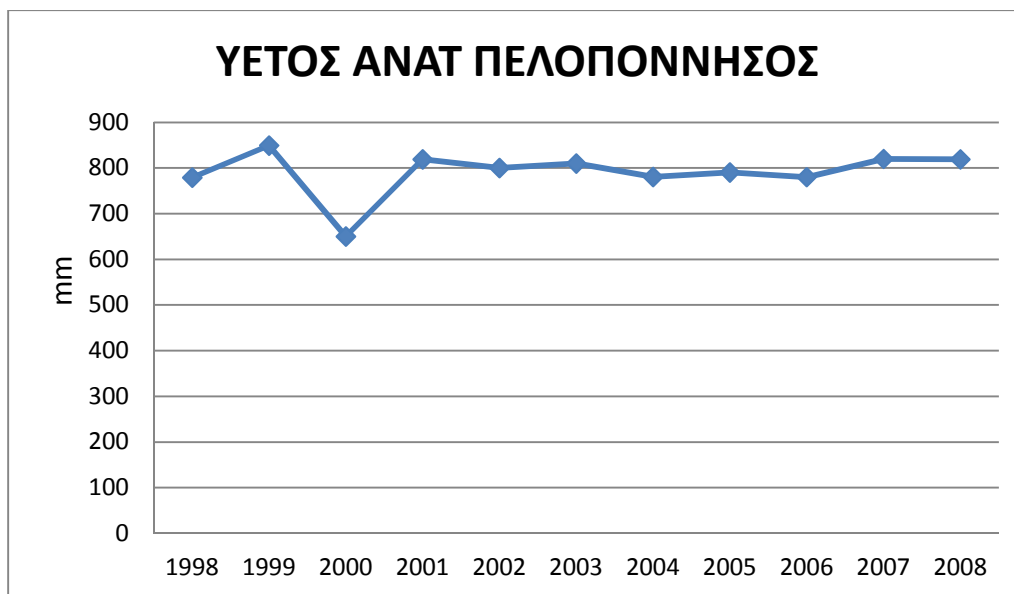
Οφείλουμε βέβαια να αναφέρουμε ότι τα MSE, MAE, MAPE είναι εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο λόγω της μεγαλύτερης βεβαιότητας που μας δίνουν για το μοντέλο της πρόγνωσης.

3.3 ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΕΙΣΡΟΩΝ

Σε αυτό το τμήμα θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα για την πρόγνωση του υετού ανά υδατικό διαμέρισμα. Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι με τον όρο υετό αναφερόμαστε στο σύνολο των κατακρημνίσεων (βροχή, χιόνι, χαλάζι).

3.3.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Γράφημα Υετού

Για το παραπάνω μέγεθος έχουμε διαθέσιμες 10 τιμές που όπως προαναφέραμε είναι και ο ελάχιστος ικανός αριθμός για να μπορέσει το λογισμικό να μας δώσει μια ασφαλή πρόγνωση. Παρατηρούμε ότι

ξεκινάμε το 1998 με μία τιμή 778,9 mm συνεχίζουμε με μία καθοδική πορεία μέχρι το 2000 στην συνέχεια έχουμε μια άνοδο για ένα έτος και μια σταθερή πορεία από το 2001 έως και το 2007.

Το μοντέλο που προκύπτει ως καταλληλότερο είναι το ARIMA (0,0,1) with constant ή αλλιώς IMA(0,1) with constant.

Ο πίνακας με τα σφάλματα για κάθε μοντέλο είναι ο εξής:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	91.984	55.85	7.47369	1.13687E-14	-0.706395	8.93998
(B)	51.4601	31.5322	4.25497	1.24022E-13	-0.442428	8.06343
(C)	52.7619	31.3613	4.20612	2.06703E-13	-0.416404	8.29522
(H)	54.0371	32.5272	4.4282	-5.60467	-1.174	8.16116
(I)	54.0123	32.5405	4.4269	-4.86642	-1.08056	8.16024
(J)	56.644	31.582	4.30947	-8.67153	-1.55361	8.43721
(M)	42.8225	29.2406	3.81802	-6.84239	-1.13118	7.87776
(N)	41.4726	23.874	3.06887	4.76898	0.38517	7.99552
(O)	51.4601	31.5322	4.25497	1.24022E-13	-0.442428	8.06343
(P)	47.9344	31.151	4.12834	-0.503139	-0.411167	8.1033
(Q)	48.5076	31.3413	4.11099	10.4711	0.948646	8.12708

Το μοντέλο ARIMA (0,0,1) αντιστοιχεί στο γράμμα N και όπως βλέπουμε επιλέχτηκε από το λογισμικό διότι έχει το μικρότερο RMSE,MAE,MAPE

Έλεγχος στα Υπόλοιπα

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	91.984	OK	*	OK	OK	***
(B)	51.4601	OK	OK	OK	OK	**
(C)	52.7619	OK	OK	OK	OK	**
(H)	54.0371	OK	OK	OK	OK	**
(I)	54.0123	OK	OK	OK	OK	**
(J)	56.644	OK	OK	OK	OK	**
(M)	42.8225	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	41.4726	OK	OK	OK	OK	*
(O)	51.4601	OK	OK	OK	OK	**
(P)	47.9344	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	48.5076	OK	OK	OK	OK	**

Βλέπουμε ότι το επιλεχθέν μοντέλο περνάει τέσσερεις από τους πέντε ελέγχους με επιτυχία όμως προτιμάτε διότι έχει μικρότερο σφάλμα

Οι παρακάτω πίνακες δείχνουν τις προβλεπόμενες τιμές για τον Υετό στην Ανατ. Πελοπόννησο, και για την περίοδο προσαρμογής του μοντέλου(η χρονική περίοδος για την οποία έχουμε δεδομένα) καθώς και τις τιμές που προέκυψαν από την πρόγνωση του μοντέλου για τα επόμενα 20 έτη.

Forecast Table for ANAT PELOPONISOS_(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

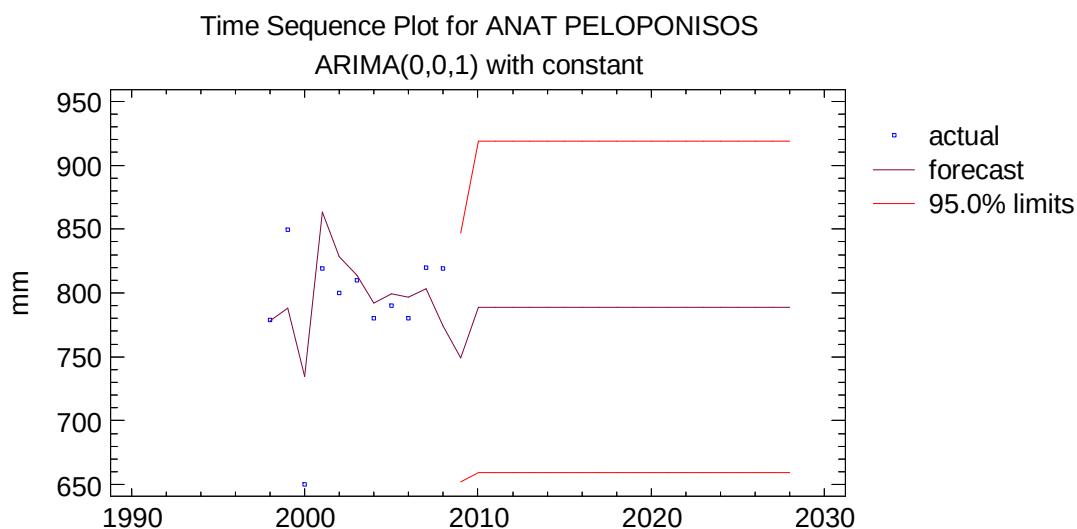
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	778.9	778.132	0.768239
1999	849.3	788.166	61.1337
2000	650.1	734.948	-84.8485
2001	819.0	863.645	-44.6454
2002	800.0	828.203	-28.2026
2003	810.0	813.707	-3.70675
2004	780.4	792.111	-11.7114
2005	790.4	799.168	-8.76822
2006	780.0	796.574	-16.5735
2007	820.0	803.455	16.5453
2008	819.0	774.257	44.7427

Προσαρμογή στα πραγματικά δεδομένα

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	749.399	652.095	846.702
2010	788.844	659.126	918.561
2011	788.844	659.126	918.561
2012	788.844	659.126	918.561
2013	788.844	659.126	918.561
2014	788.844	659.126	918.561
2015	788.844	659.126	918.561
2016	788.844	659.126	918.561
2017	788.844	659.126	918.561
2018	788.844	659.126	918.561
2019	788.844	659.126	918.561
2020	788.844	659.126	918.561
2021	788.844	659.126	918.561
2022	788.844	659.126	918.561
2023	788.844	659.126	918.561
2024	788.844	659.126	918.561
2025	788.844	659.126	918.561
2026	788.844	659.126	918.561
2027	788.844	659.126	918.561
2028	788.844	659.126	918.561

Πρόγνωση τιμών για τα επόμενα 20 έτη

Οπότε προκύπτει η γραφική απεικόνιση:



Προσαρμογή μοντέλου ARIMA (0,0,1)

Στο παραπάνω γράφημα απεικονίζεται η διαχρονική προσαρμογή του μοντέλου ARIMA (0,0,1) στα δεδομένα που διαθέτουμε. Λόγω των απότομων διακυμάνσεων παρατηρούμε ότι η προσαρμογή δεν είναι η καλύτερη δυνατή παρόλα αυτά ακολουθεί την μεταβολή των παρατηρήσεων με σχετικά μικρές αποκλίσεις.

Estimated Autocorrelations for residuals

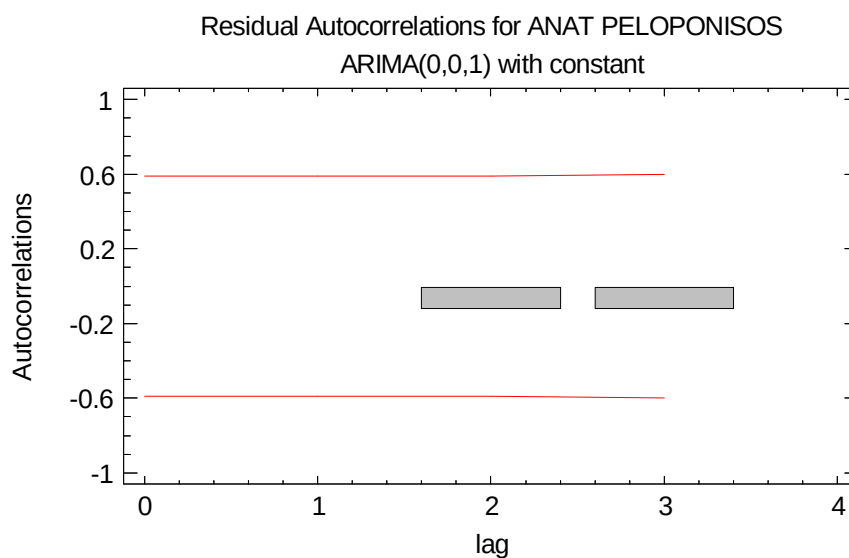
Data variable: ANAT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0065125	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.126173	0.301524	-0.590978	0.590978
3	-0.125263	0.306286	-0.600311	0.600311

Τιμές αυτοσυσχέτισης, σφάλματα και όρια εμπιστοσύνης

Έτσι το αντίστοιχο γράφημα που προκύπτει είναι το εξής:



Γράφημα Αυτοσυσχετίσεων

Παρατηρούμε ότι η αυτοσυσχέτιση παραμένει σταθερά κοντά στο μηδέν και ταυτόχρονα τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται γεγονός που διασφαλίζει την τυχαιότητα των δεδομένων μας και την ορθότητα της πρόβλεψης.

Αντίστοιχα ο πίνακας των μερικών αυτοσυσχετίσεων μεταξύ των υπολοίπων είναι ο εξής:

Estimated Partial Autocorrelations for residuals

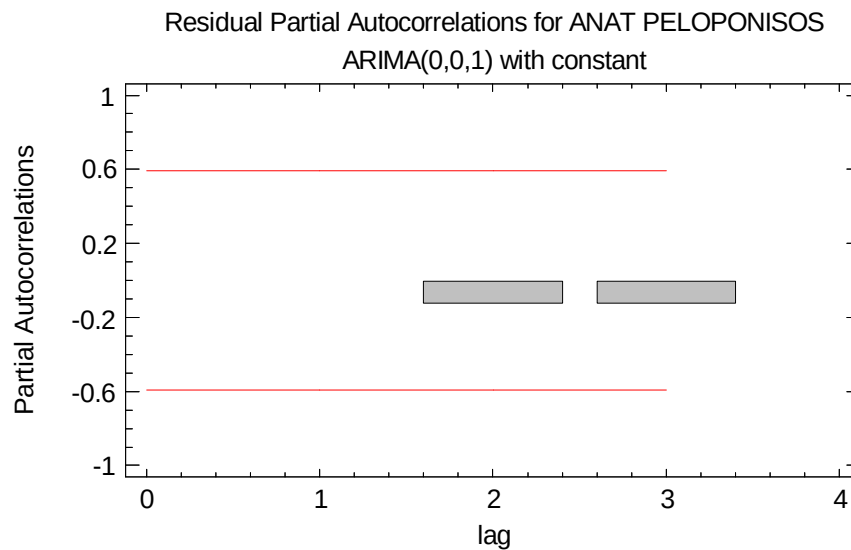
Data variable: ANAT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.0065125	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.126221	0.301511	-0.590953	0.590953
3	-0.129072	0.301511	-0.590953	0.590953

Τιμές μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματα και όρια εμπιστοσύνης

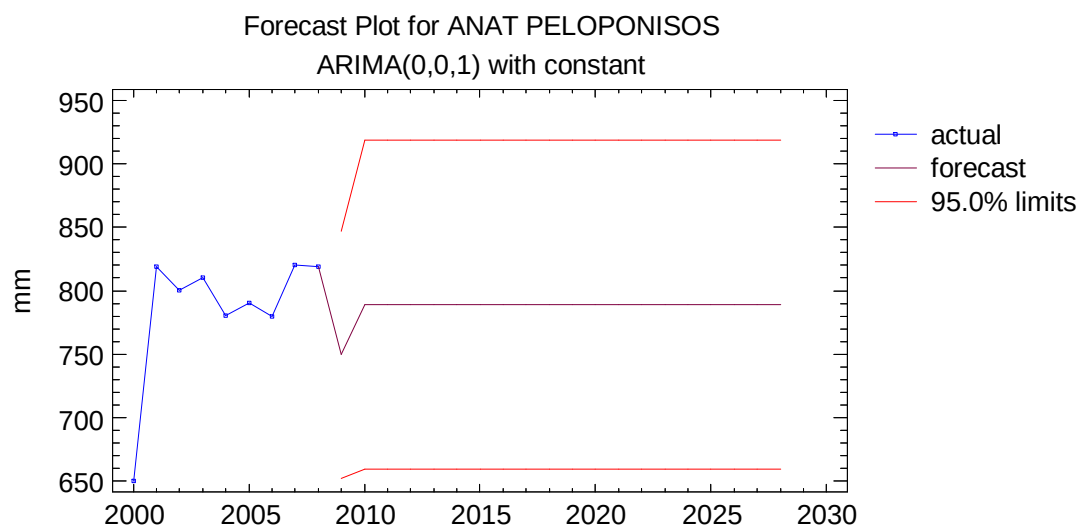
Ενώ αντίστοιχα το γράφημα που προκύπτει είναι το εξής:



Γράφημα μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι οι τιμές των συντελεστών μερικής αυτοσυσχέτισης παραμένουν σταθερά κοντά στο μηδέν γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα της πρόβλεψης.

Οπότε το γράφημα της πρόγνωσης με βάση τα παραπάνω δεδομένα είναι το εξής:

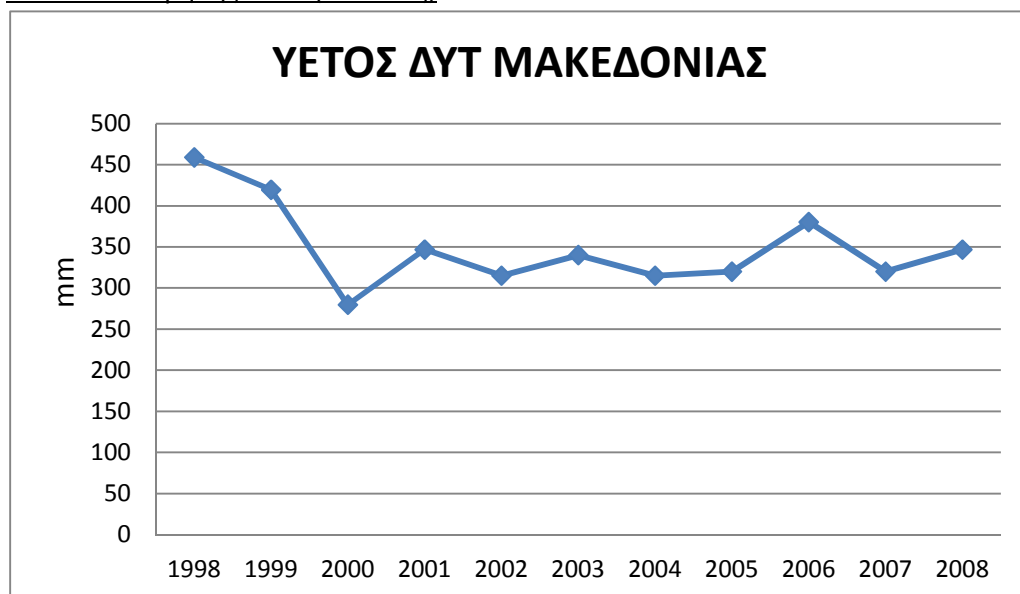


Παρατηρούμε ότι με βάση το μοντέλο ARIMA(0,0,1) with constant η πρόγνωση που προκύπτει δείχνει μια σταθερή τιμή της τάξης των 918 mm σε ορίζοντα 20 ετών παρόλες τις μεταβολές που παρατηρούνται στα δεδομένα προσαρμογής.

Επίσης φαίνονται και τα διαστήματα εμπιστοσύνης σε ποσοστό 95% τα οποία αρχικά πλησιάζουν την γραμμή πρόβλεψης και στην συνέχεια διευρύνονται (παρόλο που στην συγκεκριμένη περίπτωση η μεταβολή είναι πολύ μικρή). Αυτό είναι και ένα χαρακτηριστικό των μοντέλων ARIMA όπως έχει άλλωστε αναφερθεί.

3.3.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Γράφημα Υετού

Όπως και προηγουμένως έτσι και εδώ έχουμε ένα αριθμό δέκα παρατηρήσεων. Έχοντας αρχική τιμή 459mm το 1998, στην συνέχεια έχουμε μία μείωση μέχρι το 2000 και στην συνέχεια συνεχόμενες αυξανόμενες και μειούμενες τιμές μέχρι και τα 2008 όπου έχουμε τιμή 346 mm.

Το μοντέλο που προκύπτει ως καταλληλότερο είναι το ARIMA(1,0,2) with constant

Ο πίνακας ο οποίος μας δείχνει τα σφάλματα και τον υπολοίπων πιθανών μοντέλων είναι ο παρακάτω:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	62.0219	48.04	14.699	1.13687E-14	-1.08833	8.18533
(B)	51.9077	38.3554	10.7182	3.10055E-14	-1.84652	8.08075
(C)	49.8241	36.7281	10.566	-1.96368E-13	-1.60312	8.18063
(H)	51.9753	37.2338	10.3213	2.47138	-1.12601	8.08336
(I)	51.9777	37.2403	10.3235	2.46094	-1.12916	8.08345
(J)	59.5045	37.5772	10.8911	11.0267	1.58413	8.53574
(M)	20.9251	13.224	3.68363	6.85387	1.66551	6.80917
(N)	23.6033	16.5299	4.65573	6.64923	1.50135	6.86823
(O)	22.7566	13.2972	3.98673	4.68903	1.30696	7.1588

(P)	26.1909	17.5233	5.39833	-3.10512	-1.21946	7.2581
(Q)	38.837	29.9896	9.07068	-6.07962	-2.84657	7.68238

Το μοντέλο ARIMA(1,2,2) with constant που αντιστοιχεί στο γράμμα Μ επιλέχθηκε ως το καλύτερο διότι έχει το μικρότερο RMSE, MAE, MAPE από όλα τα άλλα.

Έλεγχος στα Υπόλοιπα

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	62.0219	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	51.9077	OK	OK	OK	OK	*
(C)	49.8241	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	51.9753	OK	OK	OK	OK	*
(I)	51.9777	OK	OK	OK	OK	*
(J)	59.5045	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	20.9251	OK	OK	*	OK	OK
(N)	23.6033	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	22.7566	OK	OK		OK	OK
(P)	26.1909	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	38.837	OK	OK	OK	OK	OK

Παρατηρούμε ότι το μοντέλο Μ που επιλέχθηκε δεν περνάει έναν έλεγχο παρόλα αυτά λόγω του μικρότερου σφάλματος θεωρείται καταλληλότερο.

Οι παρακάτω πίνακες δείχνουν τις προβλεπόμενες τιμές για τον Υετό στην Ανατ. Πελοπόννησο, και για την περίοδο προσαρμογής του μοντέλου(η χρονική περίοδος για την οποία έχουμε δεδομένα) καθώς και τις τιμές που προέκυψαν από την πρόγνωση του μοντέλου για τα επόμενα 20 έτη.

Forecast Table for DYT MAKEDONIA (Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

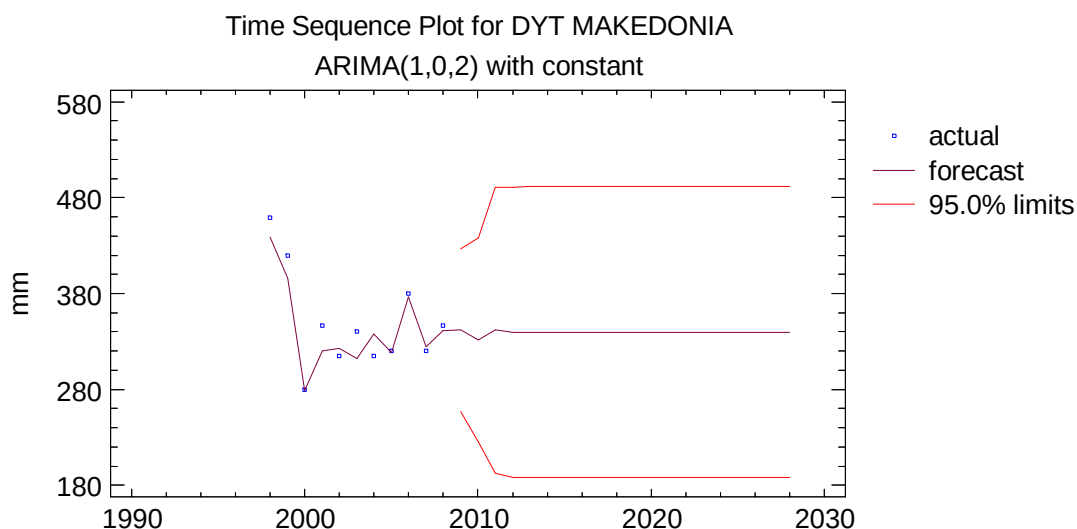
Period	Data	Forecast	Residual
1998	459.0	438.95	20.05
1999	419.6	395.608	23.9916
2000	279.7	278.381	1.31915
2001	346.8	320.472	26.3284
2002	315.0	322.977	-7.97675
2003	340.0	312.548	27.4523
2004	315.0	337.482	-22.4824
2005	320.0	318.147	1.8533
2006	380.2	376.153	4.04714
2007	320.0	324.576	-4.57628
2008	346.8	341.414	5.38613

Προσαρμογή στα πραγματικά δεδομένα

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2009	341.81	257.081	426.539
2010	331.541	225.252	437.831
2011	341.919	192.918	490.92
2012	339.214	187.748	490.681
2013	339.919	188.287	491.552

2014	339.736	188.092	491.379
2015	339.783	188.139	491.428
2016	339.771	188.126	491.416
2017	339.774	188.129	491.419
2018	339.773	188.129	491.418
2019	339.774	188.129	491.418
2020	339.773	188.129	491.418
2021	339.773	188.129	491.418
2022	339.773	188.129	491.418
2023	339.773	188.129	491.418
2024	339.773	188.129	491.418
2025	339.773	188.129	491.418
2026	339.773	188.129	491.418
2027	339.773	188.129	491.418
2028	339.773	188.129	491.418

Οπότε από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει η εξής γραφική απεικόνιση :



Προσαρμογή μοντέλου ARIMA(1.0.2)

Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε την προσαρμογή του μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα η οποία επιλέχθηκε να ακολουθεί όσο την μεταβολή των παρατηρήσεων. Από ότι βλέπουμε εδώ το μοντέλο έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε αυτόν τον τομέα αφού μόλις 2 παρατηρήσεις είναι αρκετά μακριά .

Στην συνέχεια βλέπουμε των πίνακα των εκτιμώμενων αυτοσυσχετίσεων μεταξύ των υπολοίπων

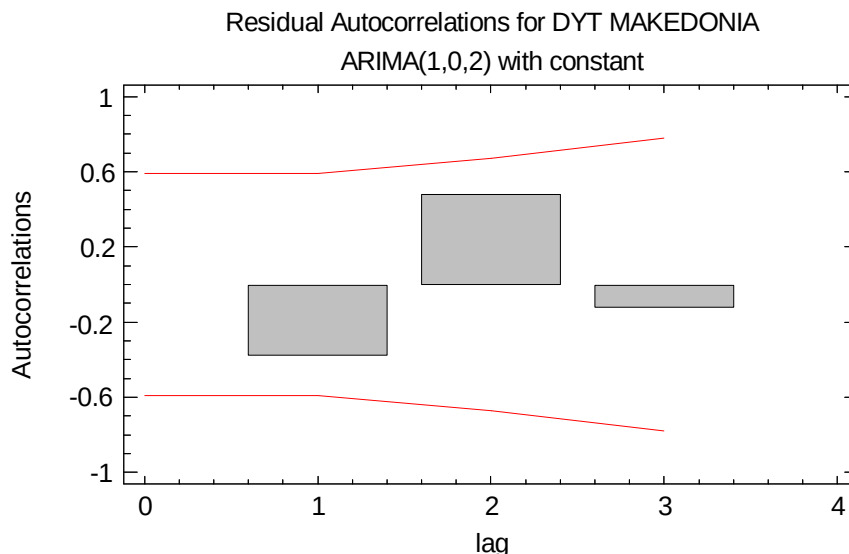
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT MAKEDONIA
Model: ARIMA(1,0,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.378877	0.301511	-0.590953	0.590953
2	0.478609	0.342065	-0.670437	0.670437
3	-0.126944	0.398318	-0.78069	0.78069

Τιμές αυτοσυσχετίσης , σφάλματα και όρια εμπιστοσύνης

Το αντίστοιχο διάγραμμα που προκύπτει είναι το εξής:



Γράφημα Αυτοσυσχετίσεων

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι αυτοσυσχετίσεις τείνουν προς το μηδέν ενώ ταυτόχρονα τα όρια διευρύνονται γεγονός που βεβαιώνει την τυχαιότητα.

Αντίστοιχα ο πίνακας των μερικών αυτοσυσχετίσεων μεταξύ των υπολοίπων είναι ο εξής:

Estimated Partial Autocorrelations for residuals

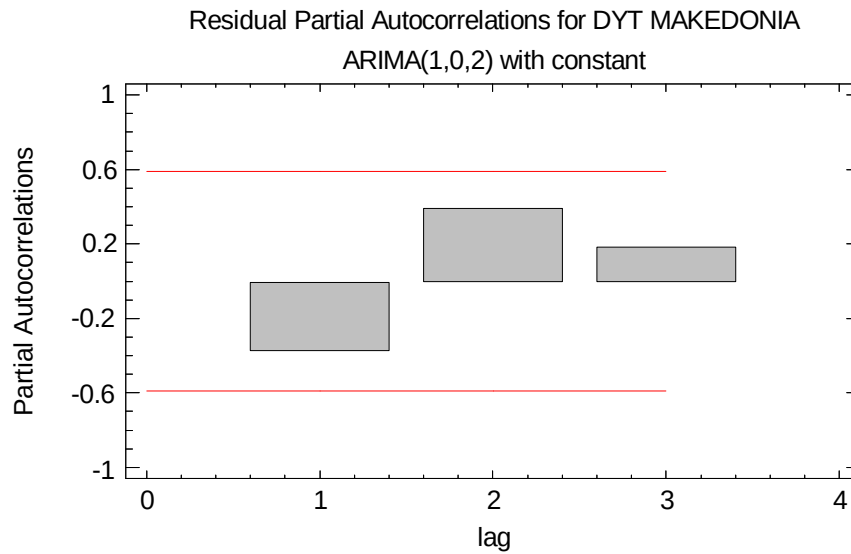
Data variable: DYT MAKEDONIA

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.378877	0.301511	-0.590953	0.590953
2	0.39122	0.301511	-0.590953	0.590953
3	0.181526	0.301511	-0.590953	0.590953

Τιμές μερικών αυτοσυσχετίσεων ,σφάλματα και όρια εμπιστοσύνης

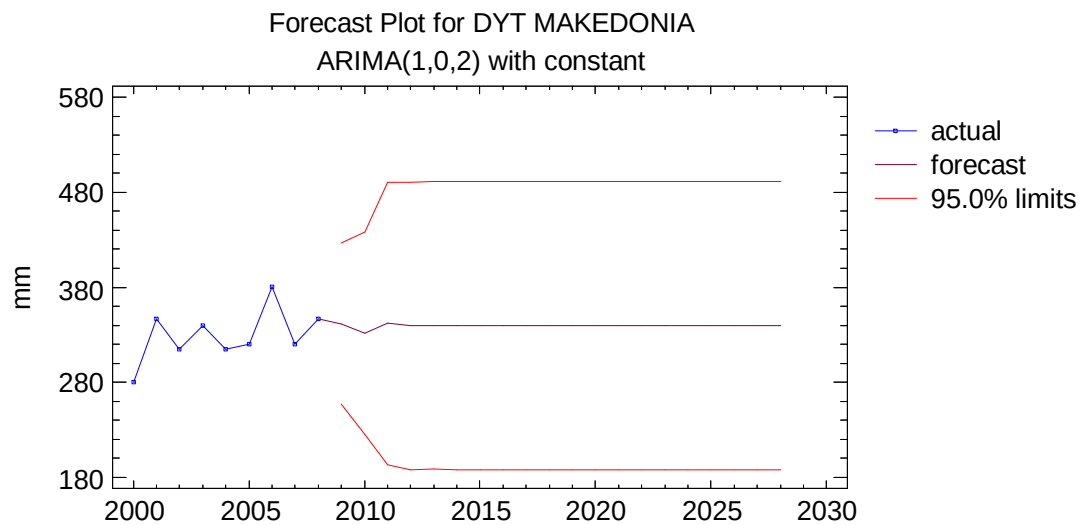
Το αντίστοιχο διάγραμμα που προκύπτει είναι το εξής:



Γράφημα μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι οι τιμές των συντελεστών μερικής αυτοσυσχέτισης παραμένουν σταθερά κοντά στο μηδέν γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα της πρόβλεψης.

Οπότε το γράφημα της πρόγνωσης με βάση τα παραπάνω δεδομένα είναι το εξής:

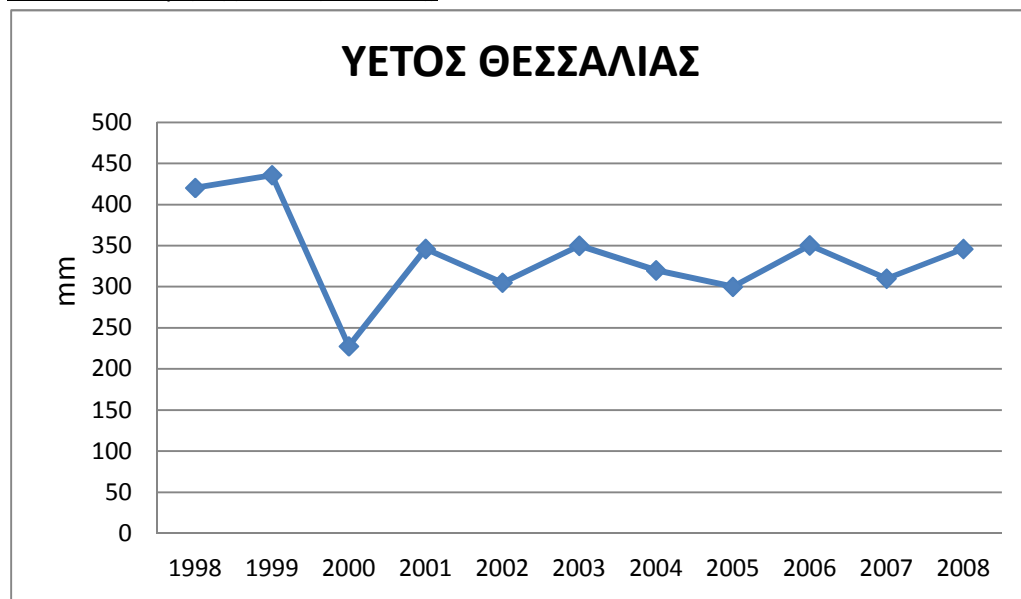


Παρατηρούμε ότι με βάση το μοντέλο ARIMA(1,0,2) with constant η πρόγνωση που προκύπτει δείχνει μια σταθερή τιμή της τάξης των 491,42 mm σε ορίζοντα 20 ετών παρόλες τις μεταβολές που παρατηρούνται στα δεδομένα προσαρμογής.

Επίσης φαίνονται και τα διαστήματα εμπιστοσύνης σε ποσοστό 95% τα οποία αρχικά πλησιάζουν την γραμμή πρόβλεψης και στην συνέχεια διευρύνονται. Αυτό είναι και ένα χαρακτηριστικό των μοντέλων ARIMA όπως έχει άλλωστε αναφερθεί.

3.3.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Γράφημα Υετού

Και στην περίπτωση αυτή έχουμε έναν αριθμό δέκα παρατηρήσεων. Αυτό που αξίζει να παρατηρήσουμε είναι η σημαντική μείωση κατά την χρονιά 1999-2000 μια μικρή αύξηση την επόμενη χρονιά και μικρές αυξήσεις ακολουθούμενες από αντίστοιχες μειώσεις τις επόμενες χρονιές φτάνοντας έτσι στο 2008 με τιμή 346 mm.

Το προτεινόμενο μοντέλο στην περίπτωση αυτή είναι το ARIMA(2,1,2)

Ο πίνακας σφαλμάτων προκειμένου να είναι δυνατή η επιλογή του καλύτερου μοντέλου είναι ο εξής:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	86.6091	60.47	20.6706	5.68434E-15	-3.54239	8.82559
(B)	57.0843	40.7669	12.7419	-7.75138E-15	-2.81178	8.27087
(C)	57.242	38.2321	12.3597	6.64034E-13	-2.69627	8.45821
(H)	57.799	39.9843	12.836	-8.62786	-5.4413	8.29576
(I)	57.7995	39.9867	12.8366	-8.61938	-5.43887	8.29578
(J)	68.778	46.4942	14.6051	17.4185	2.17001	8.8254
(M)	17.6738	11.8517	3.45853	5.05044	1.13222	6.47144

(N)	16.1547	10.59	3.3372	0.446274	-0.314291	6.47352
(O)	21.9321	11.8684	3.19057	8.37116	2.07384	6.90318
(P)	28.4357	16.3231	4.30869	8.34609	2.06226	7.05893
(Q)	30.1363	16.3102	4.31388	8.3311	2.03435	7.35691

Το μοντέλο ARIMA(2,1,2) που αντιπροσωπεύεται από το γράμμα N θεωρείται το καταλληλότερο διότι παρουσιάζει τα μικρότερα RMSE, MAE, MAPE.

Έλεγχος στα Υπόλοιπα

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	86.6091	OK	OK	OK	OK	*
(B)	57.0843	OK	OK	OK	OK	*
(C)	57.242	OK	OK	OK	OK	*
(H)	57.799	OK	OK	OK	OK	*
(I)	57.7995	OK	OK	OK	OK	*
(J)	68.778	OK	OK	OK	OK	*
(M)	17.6738	OK	OK	*	OK	OK
(N)	16.1547	OK	OK		OK	OK
(O)	21.9321	OK	OK	*	OK	OK
(P)	28.4357	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	30.1363	OK	OK	OK	OK	*

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το μοντέλο που επιλέχθηκε έχει το χαμηλότερο RMSE ενώ περνάει τους τέσσερις από τους πέντε ελέγχους όπως και όλα τα μοντέλα στον πίνακα.

Στην συνέχεια βλέπουμε τον πίνακα προσαρμογής του μοντέλου καθώς και τον πίνακα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης.

Forecast Table for THESALIAS (Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(2,1,2)

Period	Data	Forecast	Residual
1998	420.3		
1999	435.8	408.383	27.4167
2000	227.6	231.731	-4.13085
2001	346.0	328.496	17.5042
2002	305.0	319.869	-14.8687
2003	350.0	342.138	7.86155
2004	320.0	311.1	8.89962
2005	300.0	309.366	-9.36638
2006	350.3	344.217	6.08302
2007	310.0	315.64	-5.64048
2008	346.0	329.254	16.7457

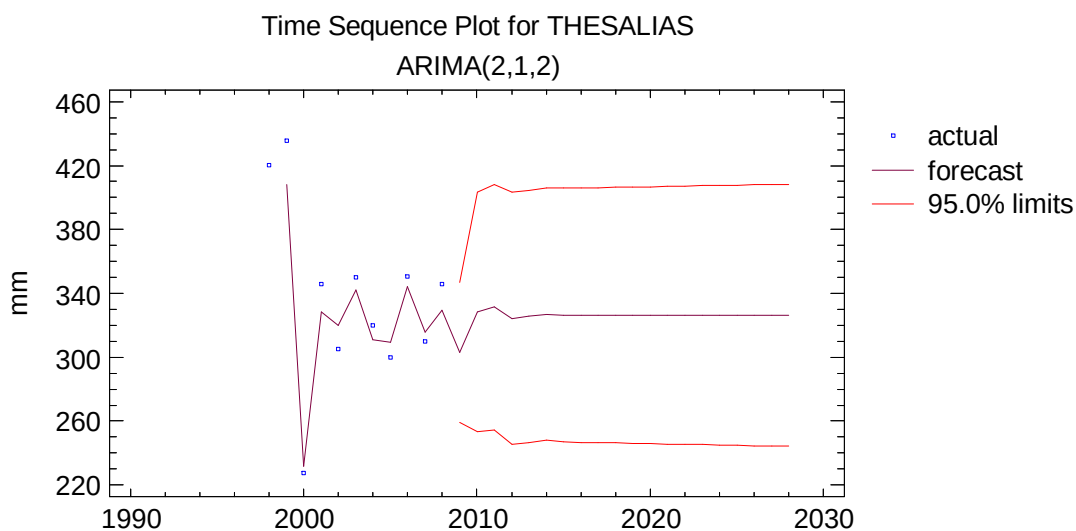
Προσαρμογή μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2009	302.872	258.966	346.779
2010	328.387	253.321	403.453
2011	331.396	254.684	408.107
2012	324.357	245.365	403.35
2013	325.675	246.68	404.669
2014	326.993	247.879	406.106
2015	326.292	246.814	405.769

2016	326.177	246.511	405.843	
2017	326.38	246.538	406.221	
2018	326.348	246.291	406.405	
2019	326.308	246.046	406.571	
2020	2022	326.326	245.462	407.19
2021	326.332	245.669	406.994	
2022	326.326	245.462	407.19	
2023	326.327	245.263	407.39	
2024	326.328	245.064	407.591	
2025	326.327	244.864	407.79	
2026	326.327	244.665	407.989	
2027	326.327	244.467	408.187	
2028	326.327	244.269	408.385	

Πίνακας Πρόβλεψης

Έτσι έχουμε την εξής γραφική απεικόνιση της προσαρμογής του μοντέλου:



Προσαρμογή μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα

Παρατηρούμε ότι η προσαρμογή δεν είναι βέλτιστη αυτό όμως οφείλεται στα ελλείπει και μη ακριβή στατιστικά στοιχεία για τα οποία όμως δεν έχουμε περαιτέρω δυνατότητα επεξεργασίας βέβαια παρατηρούμε ότι το μοντέλο προσπαθεί να ακολουθήσει την τάση και αυτό επιτυγχάνεται έως έναν βαθμό.

Έτσι λοιπόν έχουμε τον παρακάτω πίνακα για την αυτοσυσχέτιση

Estimated Autocorrelations for residuals

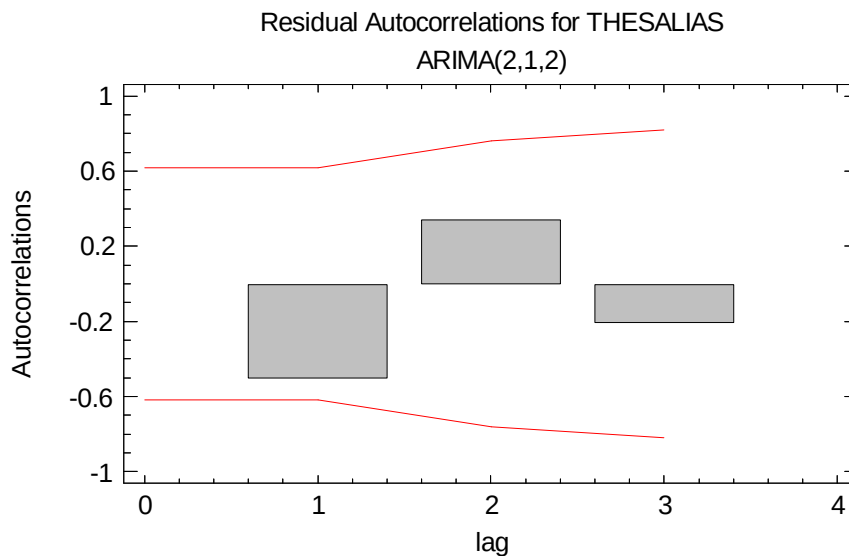
Data variable: THESALIAS

Model: ARIMA(2,1,2)

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.50607	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.339331	0.388872	-0.762176	0.762176
3	-0.21189	0.417433	-0.818156	0.818156

Πίνακας Αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης

Ενώ το αντίστοιχο διάγραμμα αυτοσυσχέτισης προκύπτει ως εξής:



Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης

Εδώ παρατηρούμαι ότι στην αρχή η συσχέτιση είναι σχετικά μακριά το μηδέν αλλά στις επόμενες υστερήσεις πλησιάζει αρκετά το μηδέν καθώς επίσης και ότι τα όρια διευρύνονται μετά την πρώτη υστέρηση γεγονός που διασφαλίζει την τυχαιότητα.

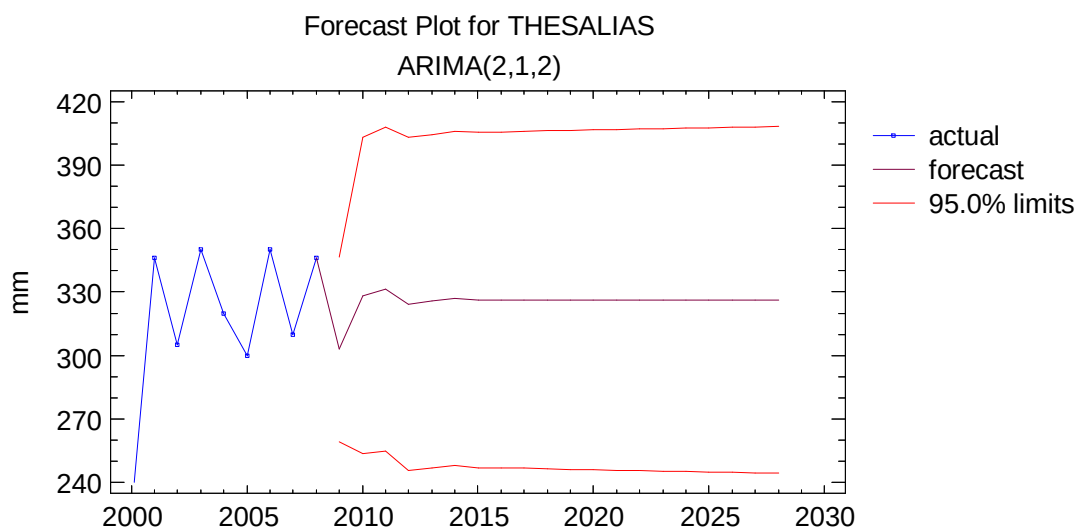
Ο πίνακας και το διάγραμμα της μερικής αυτοσυσχέτισης είναι αντίστοιχα:

Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: THESALIAS

Model: ARIMA(2,1,2)

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.50607	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.111877	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.00375689	0.316228	-0.619796	0.619796

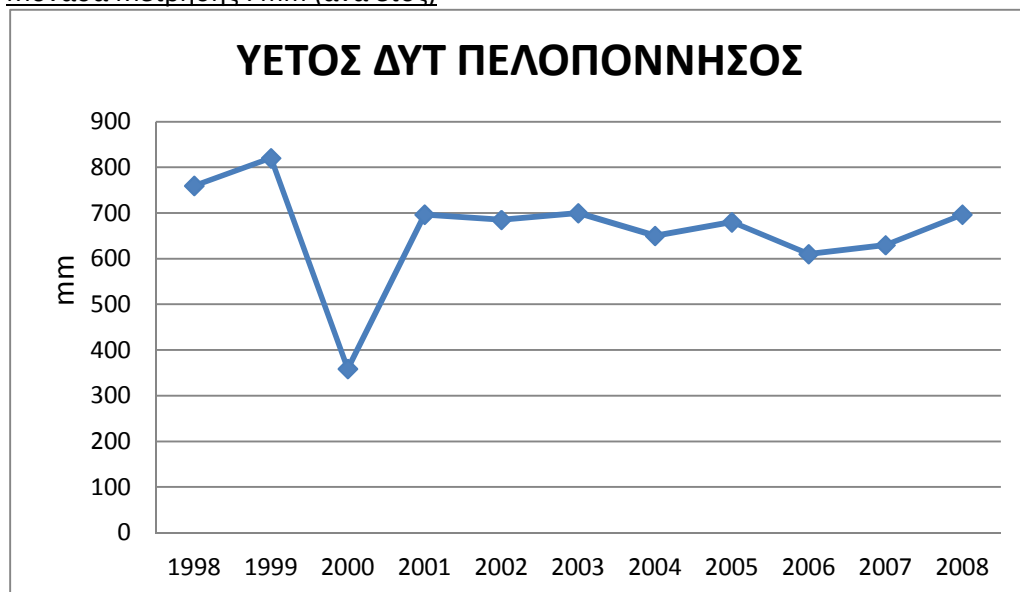


Διάγραμμα Πρόγνωσης

Παρόλο που στην φάση της προσαρμογής έχουμε συνεχόμενες αυξητικές και μειωτικές τάσεις όπως φαίνεται από το διάγραμμα της πρόγνωσης θα έχουμε μια πάρα πολύ μικρή αυξητική τάση αφού το 2018 θα έχουμε 406 mm ενώ το 2028 θα έχουμε 408mm αύξηση μόλις 2 mm.

3.3.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα Υετού

Το σημείο εκκίνησης είναι το 1998 με τιμή 759,9 ενώ σημαντικό ρόλο στη επιλογή του μοντέλου θα έχει η απότομη μείωση από το 1999-2000 καθώς και η απότομη αύξηση από το 2000-2001. Στην συνέχεια έχουμε συνεχόμενες αυξήσεις και μειώσεις έχοντας παρόλα αυτά μια φθίνουσα τάση.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το ARIMA (0,0,1)

Ο πίνακας σφαλμάτων προκειμένου να είναι δυνατή η επιλογή του καλύτερου μοντέλου είναι ο εξής:

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	195.4	113.444	22.5084	-2.84217E-14	-6.41315	10.4459
(B)	116.205	72.8793	13.9326	-1.03352E-14	-4.28755	9.69252
(C)	121.857	69.643	13.6052	-6.2011E-14	-4.32712	9.96933
(H)	120.026	67.9304	13.7551	-22.0606	-7.84565	9.75724
(I)	119.851	67.9869	13.7461	-20.791	-7.651	9.75431
(J)	144.697	98.4459	17.6619	29.6051	-0.258121	10.3129
(M)	67.6375	37.1811	5.67939	13.6166	0.910607	8.79196
(N)	73.9908	39.0353	6.53923	12.0056	0.0726444	9.15334
(O)	74.2489	38.8837	5.54798	20.6916	2.36769	9.1603
(P)	68.6273	32.0952	4.44725	14.548	1.63923	9.18465
(Q)	75.1574	36.7359	5.72994	13.8813	0.833957	9.36644

Το μοντέλο ARIMA(0,0,1) αντιστοιχεί στο γράμμα M και όπως φαίνεται και από τον πίνακα επιλέγεται λόγω της χαμηλότερης τιμής των RMSE, MAE, MAPE.

Έλεγχος στα Υπόλοιπα

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	195.4	OK	OK	OK	OK	**
(B)	116.205	OK	OK	OK	OK	**
(C)	121.857	OK	OK	OK	OK	**
(H)	120.026	OK	OK	OK	OK	**
(I)	119.851	OK	OK	OK	OK	**
(J)	144.697	OK	OK	OK	OK	**
(M)	67.6375	OK	OK	OK	OK	**
(N)	73.9908	OK	OK	OK	OK	**
(O)	74.2489	OK	OK	OK	OK	**
(P)	68.6273	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	75.1574	OK	OK	OK	OK	**

Επιβεβαιώνεται και από αυτόν τον πίνακα ότι η επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου ως το καταλληλότερο όντως ήταν ορθή αφού έχει το μικρότερο σφάλμα και περνάει τους τέσσερις από τους πέντε ελέγχους όπως και όλα τα υπόλοιπα μοντέλα στον παραπάνω πίνακα.

Στην συνέχεια βλέπουμε τον πίνακα προσαρμογής του μοντέλου καθώς και τον πίνακα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης.

Forecast Table for DYT PELOPONISOS(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

Period	Data	Forecast	Residual
1998	759.9	742.888	17.0115
1999	820.4	636.105	184.295
2000	359.0	412.451	-53.4514

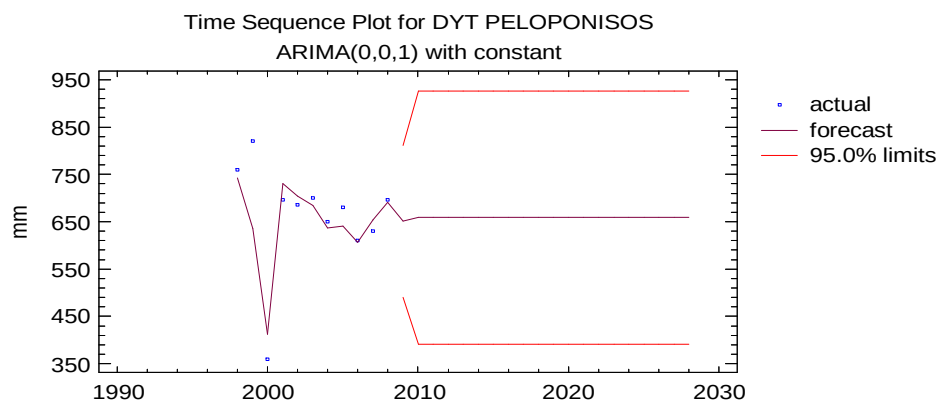
2001	696.7	730.313	-33.6127
2002	685.2	703.789	-18.5889
2003	700.0	683.702	16.2977
2004	650.3	637.06	13.2403
2005	680.2	641.147	39.0527
2006	610.3	606.637	3.66319
2007	630.0	653.952	-23.9518
2008	696.7	690.872	5.82765

Πίνακας προσαρμογής μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	651.058	490.81	811.306
2010	658.849	391.301	926.397
2011	658.849	391.301	926.397
2012	658.849	391.301	926.397
2013	658.849	391.301	926.397
2014	658.849	391.301	926.397
2015	658.849	391.301	926.397
2016	658.849	391.301	926.397
2017	658.849	391.301	926.397
2018	658.849	391.301	926.397
2019	658.849	391.301	926.397
2020	658.849	391.301	926.397
2021	658.849	391.301	926.397
2022	658.849	391.301	926.397
2023	658.849	391.301	926.397
2024	658.849	391.301	926.397
2025	658.849	391.301	926.397
2026	658.849	391.301	926.397
2027	658.849	391.301	926.397
2028	658.849	391.301	926.397

Πίνακας Πρόβλεψης

Έτσι έχουμε την εξής γραφική απεικόνιση της προσαρμογής του μοντέλου:



Προσαρμογή μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα

Παρατηρούμε ότι η προσαρμογή του μοντέλου είναι ικανοποιητική αφού μόλις 3 σημεία δεν βρίσκονται κοντά στην γραμμή προσαρμογής.

Έτσι λοιπόν έχουμε τον παρακάτω πίνακα για την αυτοσυσχέτιση

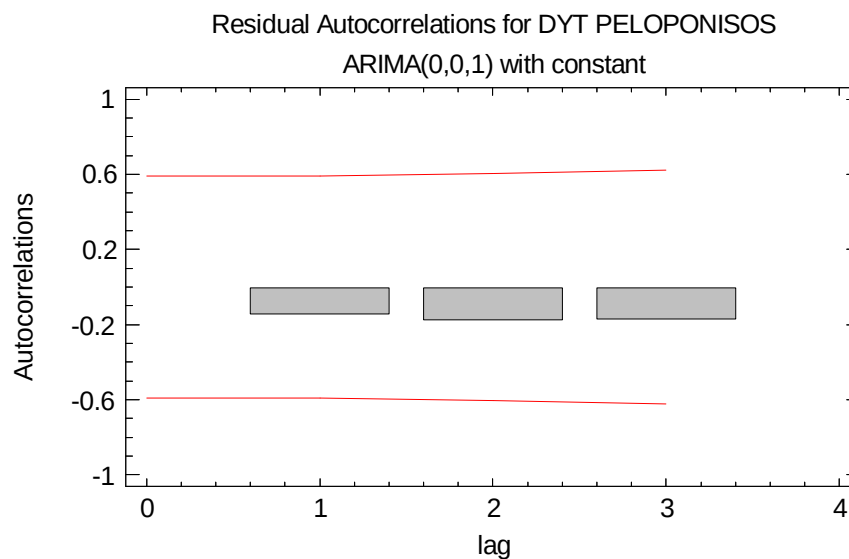
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.149807	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.180135	0.308204	-0.604069	0.604069
3	-0.175015	0.317631	-0.622546	0.622546

Πίνακας Αυτοσυσχέτισης ,σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα Αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι η αυτοσυσχέτιση παραμένει σταθερά κοντά στο μηδέν και ταυτόχρονα τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται γεγονός που διασφαλίζει την τυχαιότητα των δεδομένων μας και την ορθότητα της πρόβλεψης.

Αντίστοιχα ο πίνακας των μερικών αυτοσυσχετίσεων μεταξύ των υπολοίπων είναι ο εξής:

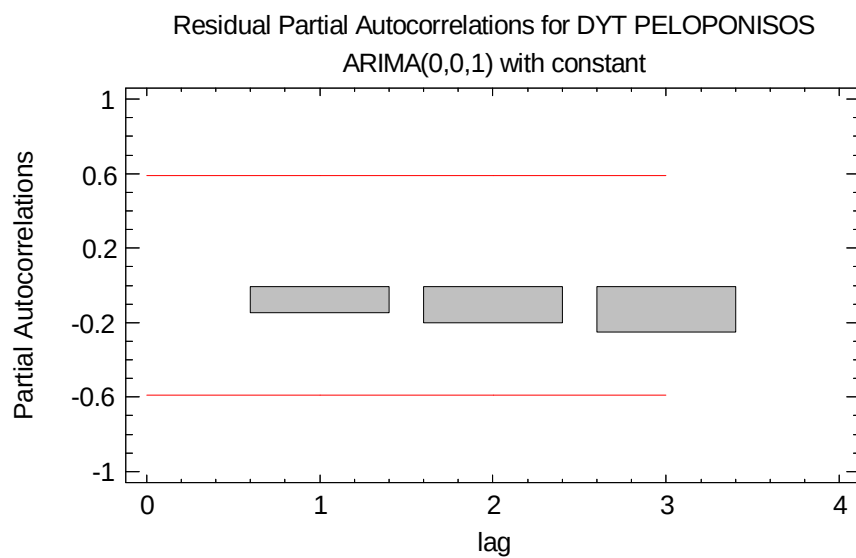
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

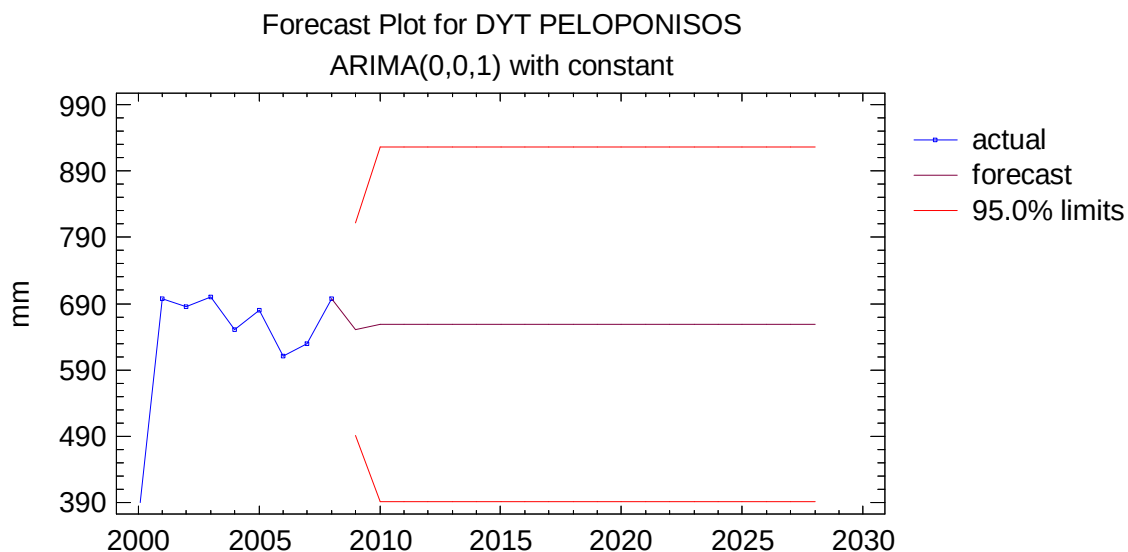
	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.149807	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.207228	0.301511	-0.590953	0.590953
3	-0.255068	0.301511	-0.590953	0.590953

Πίνακας μερικών αυτοσυσχετίσεων, σφάλματα, και όρια εμπιστοσύνης



Διάγραμμα μερικών αυτοσυσχετίσεων

Ενώ το διάγραμμα πρόβλεψης είναι το εξής:

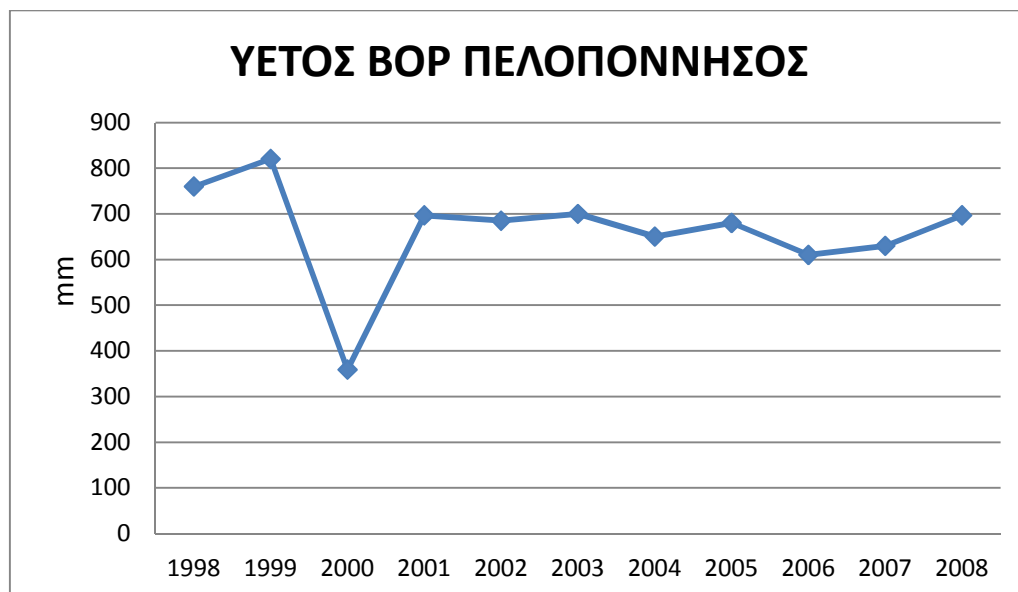


Διάγραμμα πρόβλεψης

Και σε αυτό το διάγραμμα παρά τις μεταβολές τα δεδομένα μας το μοντέλο ARIMA(0,0,1) μας δίνει μια σχεδόν σταθερή τιμή για τα επόμενα χρόνια που κυμαίνεται κοντά στα 926 mm. Όπως και στις περισσότερες προβλέψεις έτσι και σε αυτήν παρατηρείται μία τάση στασιμότητας.

3.3.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα Υετού

Σε αυτό το υδατικό διαμέρισμα βλέπουμε μια πιο ομαλή μεταβολή των δεδομένων με διαδοχικές φθίνουσες και αύξουσες τάσεις, ξεκινώντας το 1998 με τιμή 616mm και φτάνοντας το 2008 με τιμή 600mm.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε είναι η γραμμική τάση

Linear Trend=14094,6-6.74909 t

Πρακτικά είναι μία ευθεία γραμμή προσαρμοσμένη στα υπάρχοντα δεδομένα.

Ο πίνακας σφαλμάτων προκειμένου να είναι δυνατή η επιλογή του καλύτερου μοντέλου είναι ο εξής:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	47.0466	35.948	6.27952	-2.84217E-14	-0.293625	7.5983
(B)	36.5168	29.0612	5.15594	0.0	-0.384271	7.37737
(C)	30.4125	21.162	3.74789	-4.65083E-13	-0.241424	7.19334
(H)	36.8932	29.6739	5.31169	-10.8266	-2.19964	7.39787
(I)	37.232	30.5019	5.46408	-9.05437	-1.94484	7.41615
(J)	39.3542	27.7247	4.80063	9.2878	1.32686	7.70884
(M)	27.783	18.3541	3.28117	1.23972	-0.000533746	7.19431
(N)	29.8579	19.6108	3.52811	-2.98625	-0.694884	7.33835
(O)	27.3367	16.327	2.95336	1.67082	0.126857	7.34373
(P)	36.5168	29.0612	5.15594	0.0	-0.384271	7.37737
(Q)	37.2965	29.2052	5.23506	-11.953	-2.33791	7.41962

Η γραμμική τάση που αντιστοιχεί στο γράμμα M προφανώς επιλέχθηκε λόγω της χαμηλότερης τιμής του RMSE, MAE, MAPE

Ενώ αντίστοιχα ο πίνακας ελέγχων είναι ο εξής:

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	47.0466	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	36.5168	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	30.4125	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	36.8932	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	37.232	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	39.3542	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	27.783	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	29.8579	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	27.3367	OK	OK	*	OK	OK
(P)	36.5168	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	37.2965	OK	OK	OK	OK	OK

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα δεν τίθεται θέμα για την ορθότητα της επιλογής αφού εκτός του γεγονότος ότι το μοντέλο μας έχει το χαμηλότερο σφάλμα περνάει και όλους τους ελέγχους

Στην συνέχεια βλέπουμε τον πίνακα προσαρμογής του μοντέλου καθώς και τον πίνακα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης.

Forecast Table for VOR PELOPONISOS (Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: Linear trend = 14094.6 + -6.74909 t

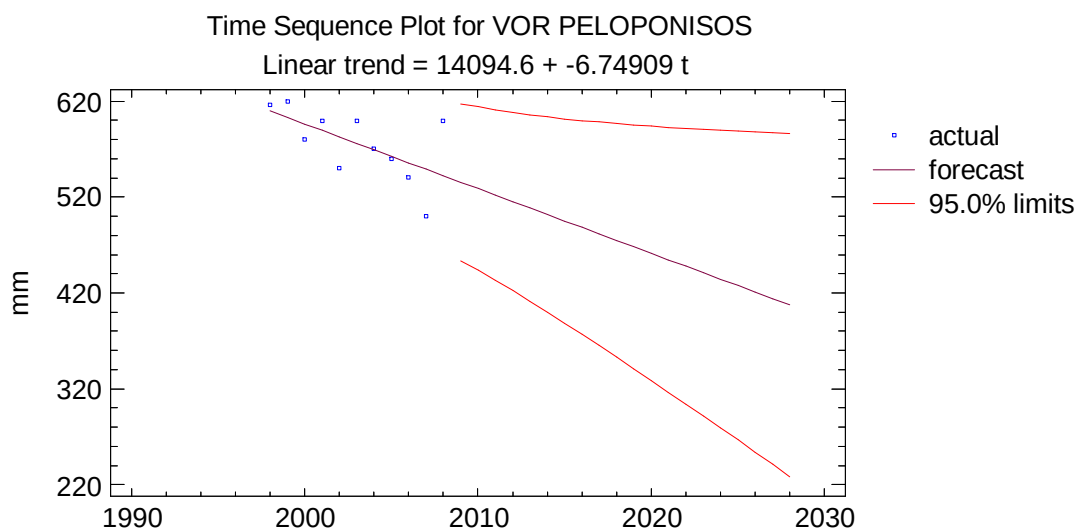
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	616.6	609.873	6.72727
1999	620.0	603.124	16.8764
2000	580.0	596.375	-16.3745
2001	600.0	589.625	10.3745
2002	550.3	582.876	-32.5764
2003	600.0	576.127	23.8727
2004	570.3	569.378	0.921818
2005	560.0	562.629	-2.62909
2006	540.2	555.88	-15.68
2007	500.0	549.131	-49.1309
2008	600.0	542.382	57.6182

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	535.633	453.703	617.563
2010	528.884	443.608	614.159
2011	522.135	433.155	611.114
2012	515.385	422.387	608.384
2013	508.636	411.341	605.931
2014	501.887	400.054	603.72
2015	495.138	388.557	601.72
2016	488.389	376.875	599.903
2017	481.64	365.033	598.247
2018	474.891	353.051	596.731
2019	468.142	340.946	595.338
2020	461.393	328.732	594.053
2021	454.644	316.424	592.864
2022	447.895	304.031	591.759
2023	441.145	291.563	590.728
2024	434.396	279.029	589.764
2025	427.647	266.435	588.859
2026	420.898	253.788	588.008
2027	414.149	241.094	587.204
2028	407.4	228.357	586.443

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι έχουμε την εξής γραφική απεικόνιση της προσαρμογής του μοντέλου:



Γράφημα προσαρμογής στα πραγματικά δεδομένα

Από το γράφημα παρατηρούμε ότι παρά τα αποτελέσματα η προσαρμογή δεν είναι ικανοποιητική όμως παρά τις προσπάθειες και τον πειραματισμό με άλλα πιθανά μοντέλα δεν υπήρξε δυνατότητα βελτίωσης της.

Στην συνέχεια θα δούμε τον πίνακα και το διάγραμμα της αυτοσυσχέτισης :

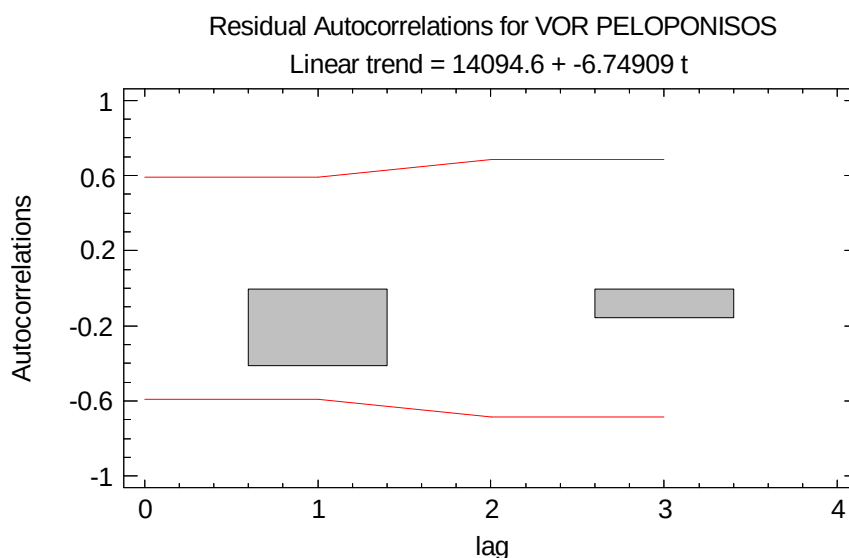
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: VOR PELOPONISOS

Model: Linear trend = $14094.6 + -6.74909 t$

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.41421	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.00426586	0.349433	-0.684878	0.684878
3	-0.161788	0.349438	-0.684887	0.684887

Πίνακας αυτοσυσχέτισης



Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης

Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε ότι ενώ στην αρχή η αυτοσυσχέτιση είναι αρνητική στην επομενη υστέρηση πλησιάζει πάρα πολύ κοντά στο μηδέν και τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται σε κάθε υστέρηση , παράγοντες που επιβεβαιώνουν την τυχαιότητα.

Στην συνέχεια θα δούμε τον πίνακα και το διάγραμμα της μερικής αυτοσυσχέτισης:

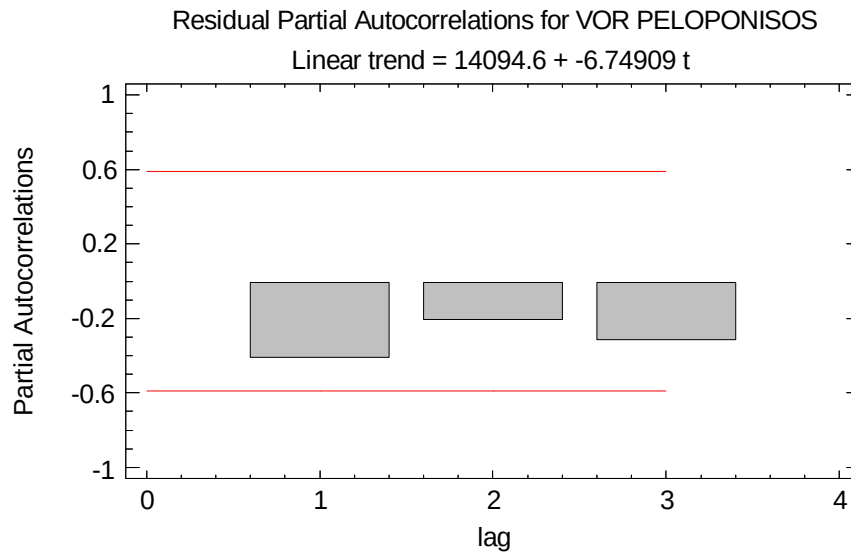
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: VOR PELOPONISOS

Model: Linear trend = 14094.6 + -6.74909 t

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.41421	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.212251	0.301511	-0.590953	0.590953
3	-0.318347	0.301511	-0.590953	0.590953

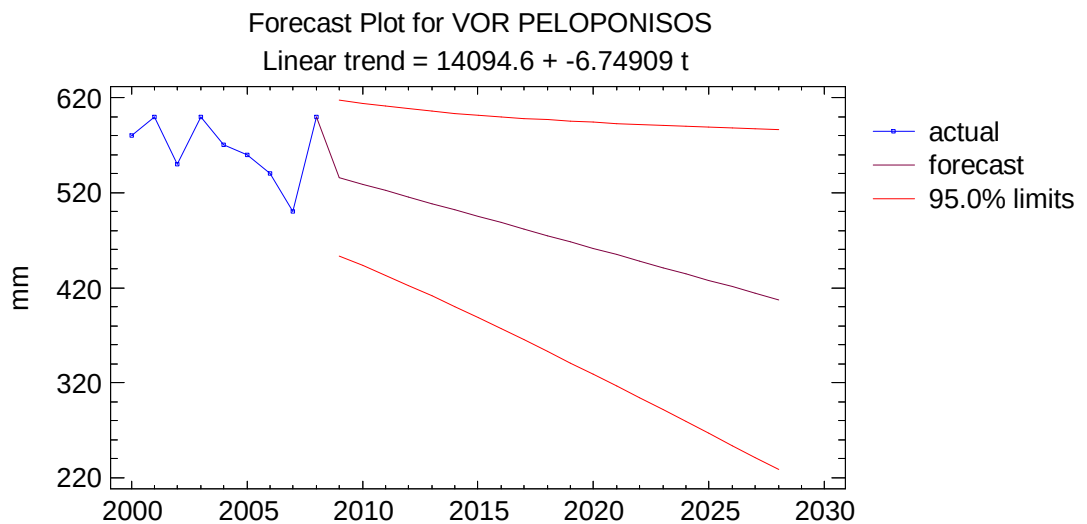
Πίνακας μερικής αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και διαστημάτων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης έχει παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης, δηλαδή και αυτός ξεκινάει από αρνητική τιμή η οποία στην πορεία τείνει προς το μηδέν.

Έτσι το γράφημα της πρόγνωσης, έχει ως εξής:

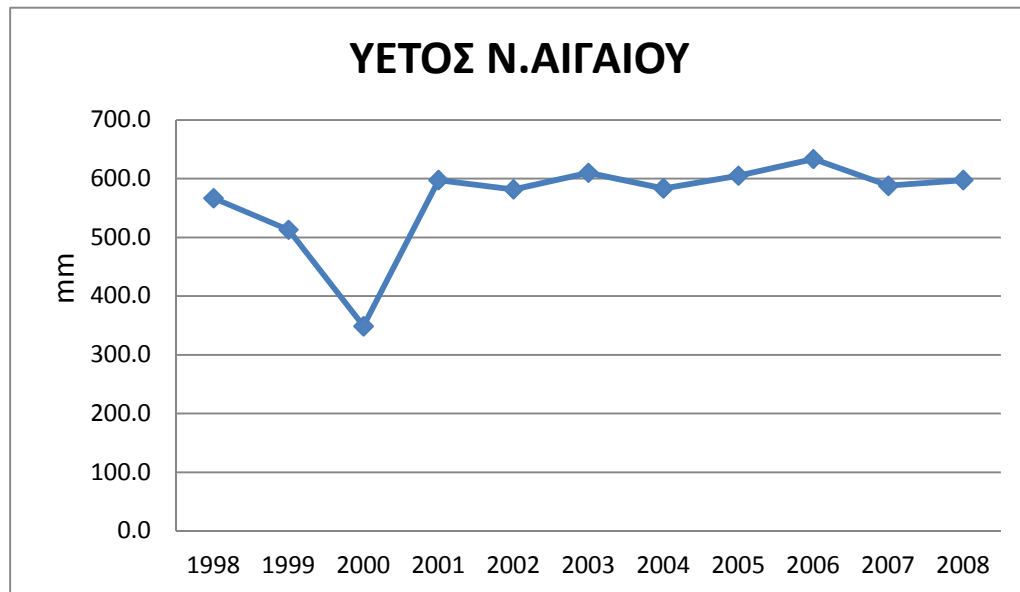


Γράφημα πρόγνωσης

Εδώ βλέπουμε μια ξεκάθαρη φθίνουσα τάση και θα φτάσει το 2028 στα 586,44mm.Επίσης βλέπουμε ότι τα όρια εμπιστοσύνης ακολουθούν την γραμμή πρόβλεψης σε σχετικά κοντινή απόσταση γεγονός που προσδίδει μεγαλύτερη βεβαιότητα στα αποτελέσματα μας.

3.3.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα Νήσων Αιγαίου

Εδώ σαν τιμή αφετηρίας έχουμε τα 566mm ενώ στην συνέχεια έχουμε μια φθίνουσα πορεία μέχρι το 2000 όπου και έχουμε μια σημαντική αύξηση και στην συνέχεια μικρές αυξήσεις και μειώσεις για να φτάσουμε το 2008 στα 597 mm.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε ως το καταλληλότερο είναι το ARIMA(2,2,2,)

Ως συνήθως θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων καθώς και τον πίνακα των αποτελεσμάτων του ελέγχου για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε λοιπόν:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	103.809	64.29	12.9135	-2.84217E-14	-2.2283	9.18073
(B)	78.1904	49.1554	10.66	5.16758E-14	-2.5548	8.90011
(C)	70.827	43.7676	9.33156	1.26089E-12	-1.96637	8.88412
(H)	80.8702	55.3332	11.6552	6.55064	-1.41714	8.96751
(I)	81.4082	52.3217	11.3092	-2.38535	-3.07275	8.98077
(J)	73.9787	47.7	10.0117	7.28138	-0.791154	8.97119
(M)	39.4486	20.9996	4.13972	-1.25617	-0.884713	8.25909
(N)	53.5285	30.7613	6.33139	-28.9695	-6.03767	8.6877
(O)	78.1904	49.1554	10.66	5.16758E-14	-2.5548	8.90011

(P)	54.9607	29.2452	5.90633	-10.3383	-2.75521	8.92233
(Q)	74.7881	46.0618	9.75776	10.5291	-0.394392	8.99295

Το μοντέλο ARIMA(2,2,2,) αντιπροσωπεύεται από το γράμμα Μ και όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα ορθώς το επιλέξαμε ως καλύτερο σχέδιο αφού έχει το χαμηλότερο RMSE,MAE,MAPE.

Αντίστοιχα ο πίνακας ελέγχων είναι ο εξής:

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	103.809	OK	OK	OK	OK	**
(B)	78.1904	OK	OK	OK	OK	**
(C)	70.827	OK	OK	OK	OK	*
(H)	80.8702	OK	OK	OK	OK	**
(I)	81.4082	OK	OK	OK	OK	**
(J)	73.9787	OK	OK	OK	OK	*
(M)	39.4486	OK	OK		OK	OK
(N)	53.5285	OK	OK		OK	OK
(O)	78.1904	OK	OK	OK	OK	**
(P)	54.9607	OK	OK		*	**
(Q)	74.7881	OK	OK	OK	OK	**

Πίνακας Ελέγχων

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα όντως το μοντέλο που επιλέξαμε έχει το μικρότερο σφάλμα και περνάει τους τέσσερις από τους πέντε ελέγχους αρά σωστά το επιλέξαμε.

Στην συνέχεια θα παραθέσουμε τον πίνακα προσαρμογής του μοντέλου και τον πίνακα πρόβλεψης .

Forecast Table for NISIA AIGAIΟΥ(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

Period	Data	Forecast	Residual
1998	566.7		
1999	512.9		
2000	348.6	396.222	-47.622
2001	597.6	579.683	17.9173
2002	581.8	612.579	-30.7794
2003	610.0	563.853	46.1472
2004	583.4	586.414	-3.01381
2005	605.1	614.31	-9.20976
2006	633.5	626.909	6.59112
2007	588.0	597.526	-9.52585
2008	597.6	579.41	18.1896

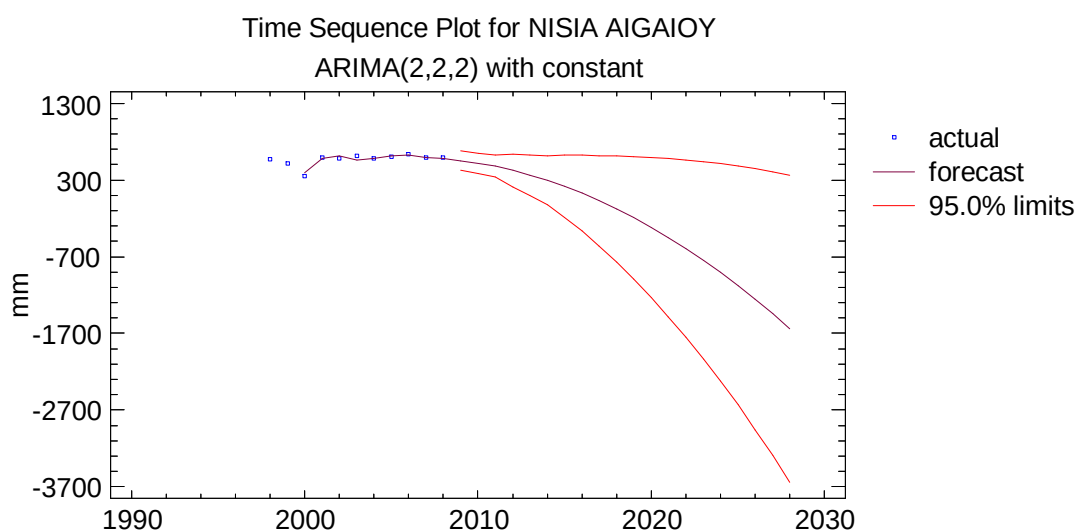
Πίνακας προσαρμογής μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2009	552.851	423.212	682.49
2010	515.832	382.475	649.189
2011	482.041	339.123	624.958
2012	427.336	213.552	641.12
2013	363.152	99.087	627.217
2014	295.045	-27.2434	617.333
2015	216.041	-190.482	622.564
2016	126.579	-369.049	622.208

2017	29.399	-558.496	617.294
2018	-76.7677	-766.886	613.351
2019	-192.563	-991.74	606.614
2020	-317.203	-1229.87	595.469
2021	-450.73	-1482.67	581.211
2022	-593.454	-1750.26	563.355
2023	-745.236	-2031.58	541.108
2024	-906.0	-2326.55	514.552
2025	-1075.84	-2635.28	483.607
2026	-1254.74	-2957.44	447.962
2027	-1442.67	-3292.84	407.497
2028	-1639.65	-3641.44	362.134

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι λοιπόν προκύπτει το εξής διάγραμμα προσαρμογής του μοντέλου:



Διάγραμμα προσαρμογής μοντέλου

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι έχουμε μια αρκετά ικανοποιητική προσαρμογή αφού μόλις δύο σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής και επίσης τα όρια εμπιστοσύνης είναι εξαιρετικά κοντά στην γραμμή.

Αντιστοίχως ο πίνακας και το διάγραμμα αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής:

Estimated Autocorrelations for residuals

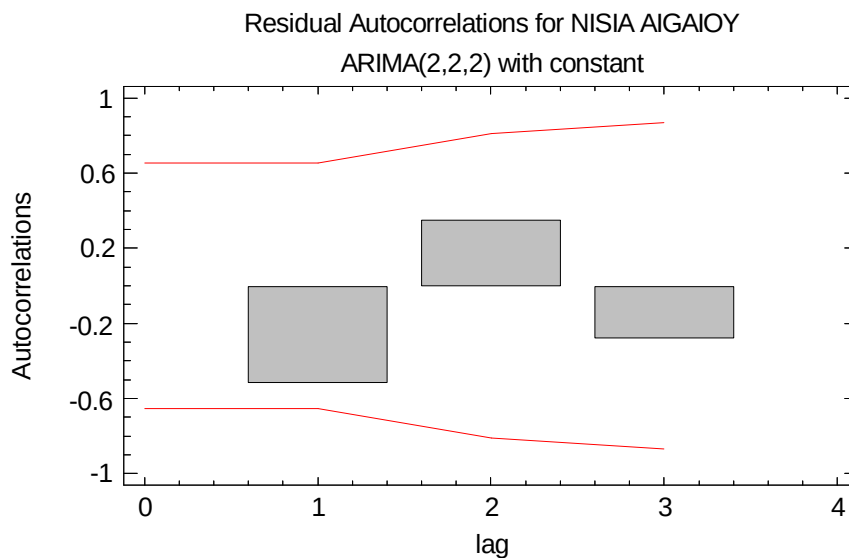
Data variable: NISIA AIGAIΟΥ

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit

1	-0.517186	0.333333	-0.653323	0.653323
2	0.347343	0.412979	-0.809425	0.809425
3	-0.28418	0.444254	-0.870724	0.870724

Πίνακας αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης είναι στην αρχή αρνητικός ,αλλά όσο περνάνε η χρονικές υστερήσεις τείνει προς το μηδέν, ενώ τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται όσο περνάνε η χρονικές υστερήσεις.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι το εξής:

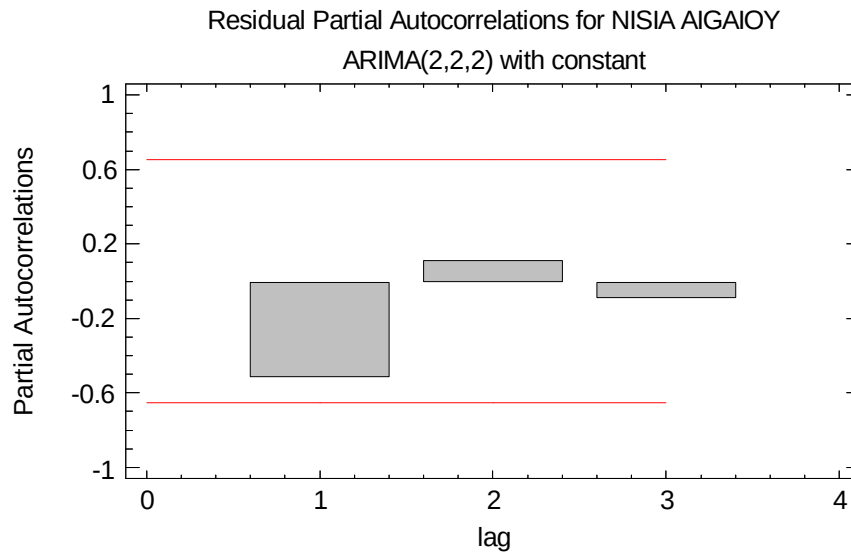
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: NISIA AIGAI0Y

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.517186	0.333333	-0.653323	0.653323
2	0.109024	0.333333	-0.653323	0.653323
3	-0.0935859	0.333333	-0.653323	0.653323

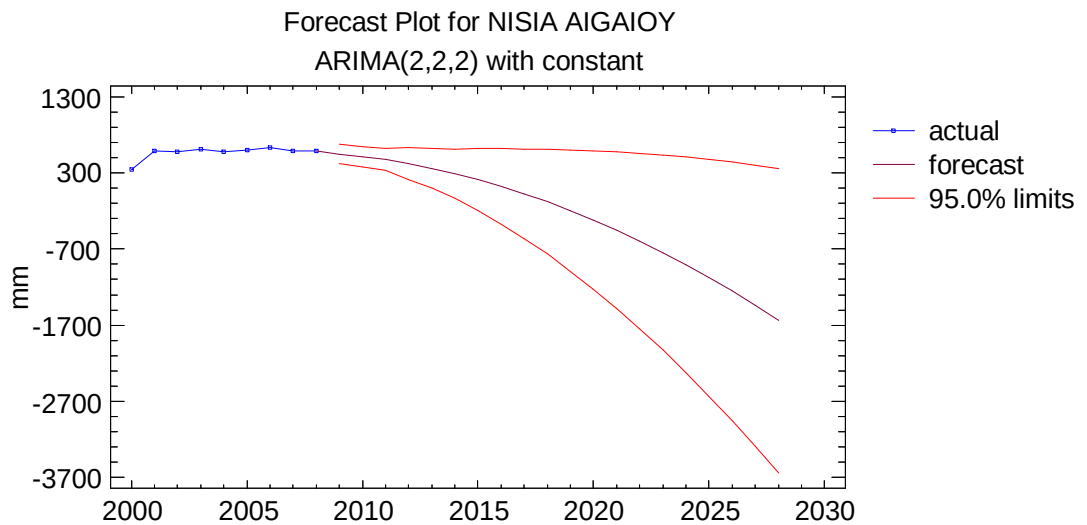
Πίνακας μερικής αυτοσυσχέτισης



Διάγραμμα μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης έχει παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης, δηλαδή και αυτός είναι στην αρχή αρνητικός και στις επόμενες δύο υστερήσεις τείνει στο μηδέν.

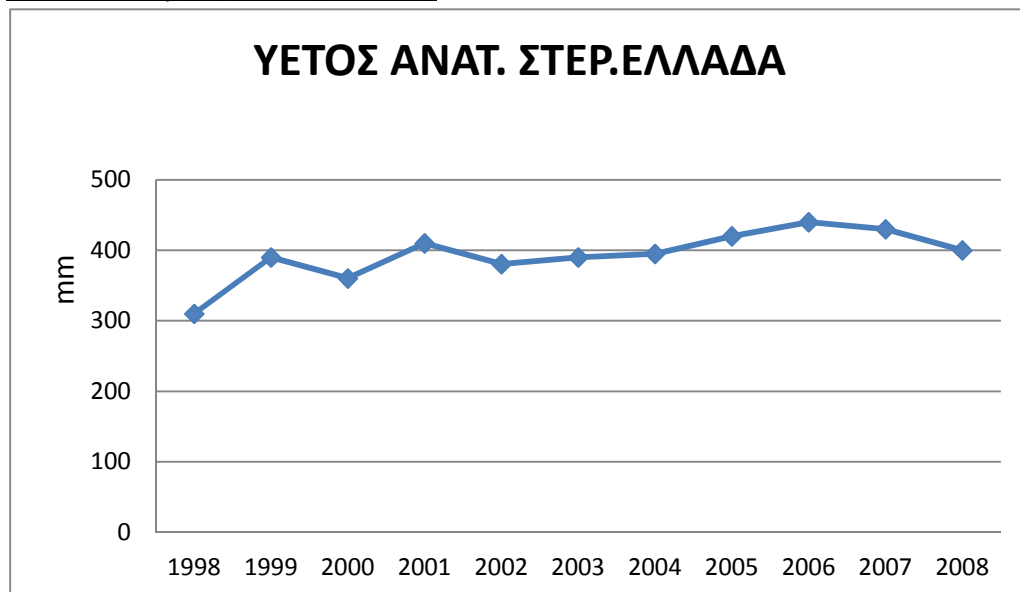
Έτσι το διάγραμμα πρόγνωσης που προκύπτει είναι το εξής:



Είναι το πρώτο διάγραμμα στο οποίο βλέπουμε τόσο έντονη φθίνουσα τάση . Είναι γνωστό ότι τα νησιά αντιμετωπίζουν προβλήματα λειψυδρίας κυρίως κατά τους θερινούς μήνες στη διάρκεια των οποίων αυξάνεται και η κατανάλωση ύδατος άλλα με βάση αυτό το διάγραμμα γίνεται επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης και άλλων υδάτινων πόρων (αφαλάτωση) για την εξυπηρέτηση των νήσων.

3.3.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα Ανατ Στερεάς Ελλάδας

Από το διάγραμμα παρατηρούμε μια σταθερή ανοδική πορεία ξεκινώντας με 310 mm το 1998 για να καταλήξουμε στα 400mm στο 2008. Επίσης παρατηρούμε στο διάγραμμα ότι δεν έχουμε απότομες μεταβολές όπως σε προηγούμενα διαγράμματα.

Το μοντέλο που προκύπτει ως καταλληλότερο είναι το ARIMA(0,1,2) with constant.

Ως συνήθως θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων καθώς και τον πίνακα των αποτελεσμάτων του ελέγχου για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε λοιπόν:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	36.4428	27.84	7.06103	0.0	-0.147089	7.1517
(B)	35.7503	24.6314	6.61579	5.16758E-15	-0.84308	7.33493
(C)	25.1288	18.1144	4.77728	7.28629E-13	-0.382735	6.81167
(H)	32.5917	24.1391	6.18255	11.6805	2.58303	7.14993
(I)	36.7115	28.5241	7.31122	16.2152	3.77202	7.388
(J)	30.969	24.2918	6.45782	-8.83301	-2.66093	7.22961
(M)	18.1465	12.259	3.02844	0.676796	0.0464187	6.34241
(N)	18.6093	13.9914	3.52397	1.8284	0.529598	6.39278
(O)	18.7636	12.3512	3.26194	1.45504	0.190109	6.59111
(P)	21.8976	14.9672	3.90472	6.19837	1.27505	6.71821
(Q)	18.384	11.5658	2.9339	0.417224	0.0825991	6.73205

Το μοντέλο ARIMA(0,1,2) αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και όπως παρατηρούμε και από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα RMSE, MAE, MAPE σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	36.4428	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	35.7503	OK	OK	OK	*	OK
(C)	25.1288	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	32.5917	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	36.7115	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	30.969	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	18.1465	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	18.6093	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	18.7636	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	21.8976	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	18.384	OK	OK		OK	OK

Estimation Period

Πίνακας Ελέγχων

Όπως παρατηρούμε το επιλεχθέν μοντέλο παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα και επιπροσθέτως περνάει και όλους τους ελέγχους γεγονόσ που επιβεβαιώνει ότι ορθός επιλέξαμε το μοντέλο αυτό.

Στην συνέχεια παρατηρούμε τον πίνακα πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο.

Forecast Table for ANAT STEREA ELLADA(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(0,1,2) with constant

Period	Data	Forecast	Residual
1998	310.0		
1999	390.0	391.713	-1.71332
2000	360.3	373.554	-13.2538
2001	410.0	387.952	22.0482
2002	380.5	374.239	6.26095
2003	390.0	392.992	-2.99198
2004	395.0	406.696	-11.6961
2005	420.0	419.346	0.654229
2006	440.0	419.081	20.9192
2007	430.0	415.203	14.7966
2008	400.0	428.256	-28.256

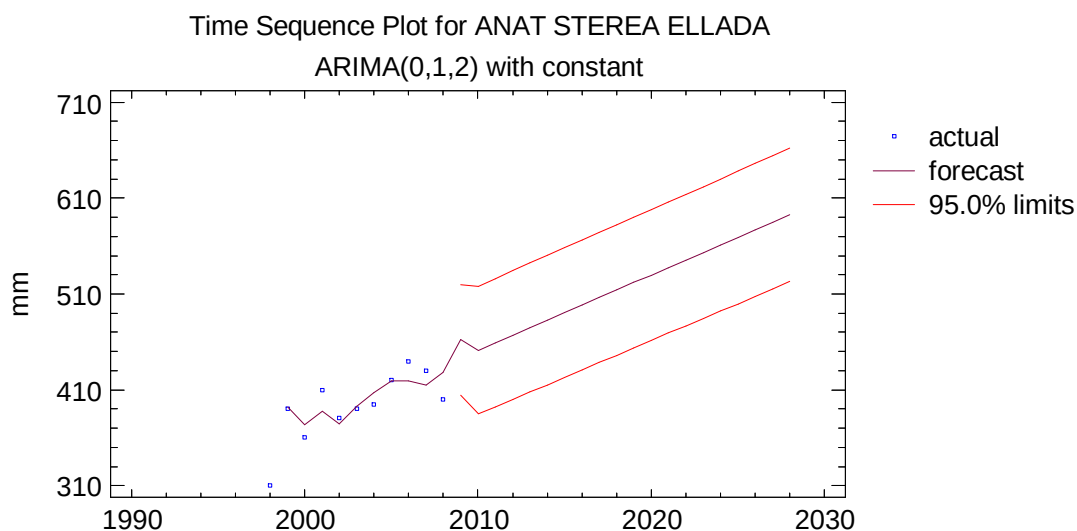
Πίνακας προσαρμογής δεδομένων στο μοντέλο

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2009	462.26	404.495	520.026
2010	451.445	384.651	518.238
2011	459.28	392.328	526.231
2012	467.114	400.006	534.223
2013	474.949	407.683	542.215
2014	482.784	415.361	550.206
2015	490.618	423.04	558.197
2016	498.453	430.719	566.188
2017	506.288	438.398	574.178
2018	514.123	446.077	582.168
2019	521.957	453.757	590.158
2020	529.792	461.437	598.147
2021	537.627	469.118	606.136
2022	545.462	476.799	614.125
2023	553.296	484.48	622.113

2024	561.131	492.161	630.101
2025	568.966	499.843	638.088
2026	576.801	507.526	646.076
2027	584.635	515.208	654.062
2028	592.47	522.891	662.049

Πίνακας πρόβλεψης

Από τους παραπάνω λοιπόν πίνακες προκύπτει το εξής διάγραμμα προσαρμογής :



Διάγραμμα προσαρμογής μοντέλου

Παρατηρούμε ότι η προσαρμογή είναι αρκετά ικανοποιητική αφού 3 παρατηρήσεις είναι εισθητά εκτός της γραμμής προσαρμογής ενώ οι υπόλοιπες είναι είτε πάνω σε αυτή είτε πολύ κοντά.

Αντίστοιχα ο πίνακας μερικής αυτοσυσχέτισης που προκύπτει είναι ο εξής:

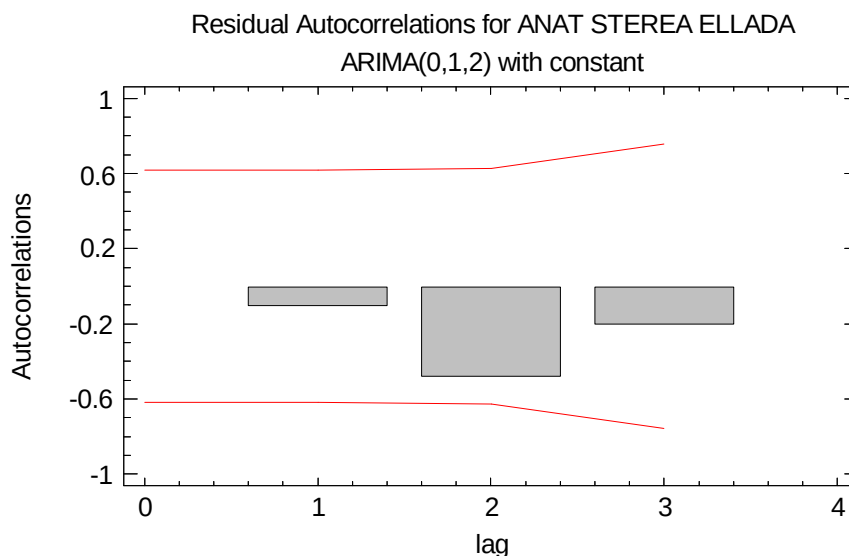
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT STEREA ELLADA

Model: ARIMA(0,1,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.105656	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.483697	0.319738	-0.626677	0.626677
3	-0.206525	0.386038	-0.756621	0.756621

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης,σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Βλέπουμε ότι αρχικά η τιμή του συντελεστή είναι πολύ κοντά στο μηδέν όμως στην επόμενη υστέρηση αποκτά αρνητική τιμή για να πλησιάσει πάλι το μηδέν στην επόμενη υστέρηση. Αντίστοιχα τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνάμε από την μία υστέρηση στην άλλη χαρακτηριστικό γνώρισμα των μοντέλων ARIMA. Τα παραπάνω γεγονότα διασφαλίζουν σε μεγάλο βαθμό την τυχαιότητα στα δεδομένα μας.

Αντιστοίχως έχουμε τον πίνακα και το γράφημα του μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης:

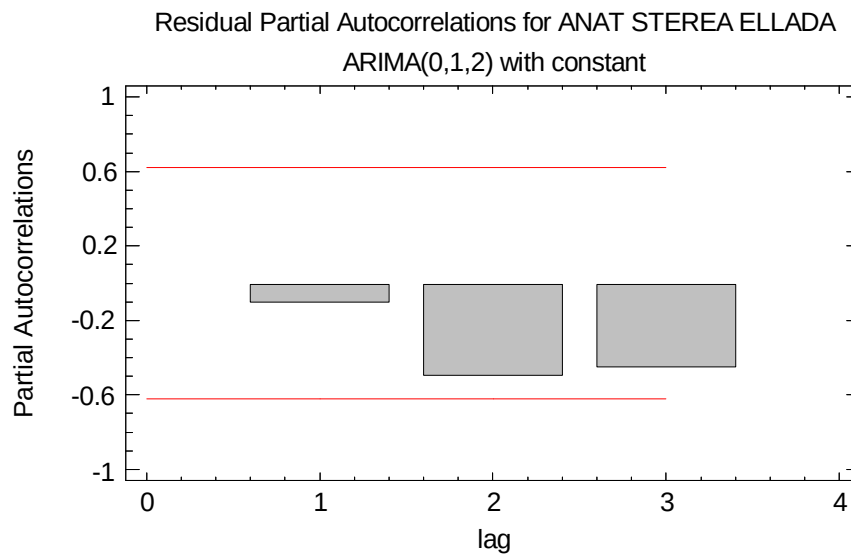
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT STEREA ELLADA

Model: ARIMA(0,1,2) with constant

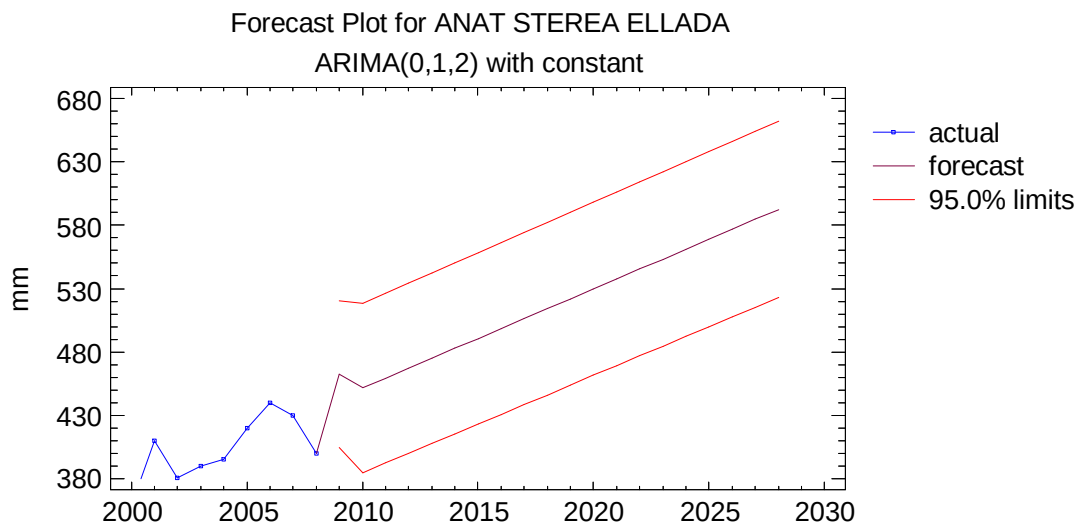
	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.105656	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.500446	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.453436	0.316228	-0.619796	0.619796

Πίνακας μερικής αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Τέλος παρουσιάζουμε το διάγραμμα πρόβλεψης το οποίο είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρατηρούμε μια αυξητική τάση φτάνοντας το 2028 φτάνοντας το 2028 στην τιμή των 592mm. Είναι η πρώτη φορά που έχουμε τόσο έντονη αυξητική τάση αφού από τα 385 mm που είχαμε αρχική τιμή φτάσαμε στα 592 mm αύξηση 207mm ή 30.4 σε ποσοστιαία κλίμακα.

3.3.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Το έτος 1998 έχουμε μια τιμή 150 mm ενώ στην συνέχεια έχουμε μία ραγδαία αύξηση φτάνοντας τα 360mm την αμέσως επόμενη χρονιά. Από εκεί και πέρα έχουμε συνεχόμενες αυξήσεις και μειώσεις για να στάσουμε το 2008 στα 270mm.

Το μοντέλο που επιλέγεται στην περίπτωση αυτή είναι το ARIMA(1,0,2) with constant.

Ως συνήθως θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων καθώς και τον πίνακα των αποτελεσμάτων του ελέγχου για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε λοιπόν:

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	193.644	103.934	16.7813	-3.97904E-14	-4.90166	10.4354
(B)	173.489	130.85	22.9319	-6.2011E-14	-7.95044	10.494
(C)	143.444	98.0331	16.951	-2.52178E-12	-5.35093	10.2955
(H)	169.606	112.747	17.7932	44.0335	0.361364	10.4488
(I)	189.39	156.697	23.4596	75.2026	3.08201	10.6694
(J)	167.408	108.648	19.0431	-13.2557	-8.14267	10.6045
(M)	91.7143	38.1202	5.72406	-24.1309	-4.11706	9.76463
(N)	110.465	65.4498	9.92396	1.39616	-2.33636	10.3185
(O)	137.478	69.1493	13.8613	-28.2878	-9.22094	10.3924
(P)	138.028	61.1324	13.3035	-31.0352	-9.88589	10.4004
(Q)	152.224	75.9843	13.5654	6.82268	-4.10969	10.4143

Το μοντέλο ARIMA(1,0,2) αντιστοιχεί στο γράμμα M και παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε σφάλματα για αυτόν τον λόγο και επιλέχτηκε.

<i>Model</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	193.644	OK	OK	OK	OK	***
(B)	173.489	OK	OK	OK	OK	***
(C)	143.444	**	OK	OK	OK	*
(H)	169.606	OK	OK	OK	OK	**
(I)	189.39	**	OK	OK	OK	***
(J)	167.408	**	OK	OK	OK	*
(M)	91.7143	OK	OK	OK	OK	***
(N)	110.465	OK	OK		OK	OK
(O)	137.478	OK	OK	OK	OK	***
(P)	138.028	OK	OK	OK	OK	***
(Q)	152.224	OK	OK	OK	OK	***

Πίνακας ελέγχων

Παρατηρούμε ότι το επιλεγθέν μοντέλο παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα και περνάει τους 4 από τους 5 ελέγχους όπως και τα περισσότερα μοντέλα με τα οποία έγινε σύγκριση.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής δεδομένων που προκύπτει είναι ο εξής:

Forecast Table for DYT STEREA ELLADA(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	702.2	903.782	-201.582
1999	570.2	699.524	-129.324
2000	353.0	361.433	-8.43319
2001	874.3	847.059	27.2413
2002	870.0	864.776	5.22367
2003	900.0	890.093	9.90738
2004	850.3	842.55	7.74961
2005	870.3	873.342	-3.0419
2006	860.0	837.625	22.3752
2007	874.0	872.823	1.177
2008	874.3	871.033	3.26697

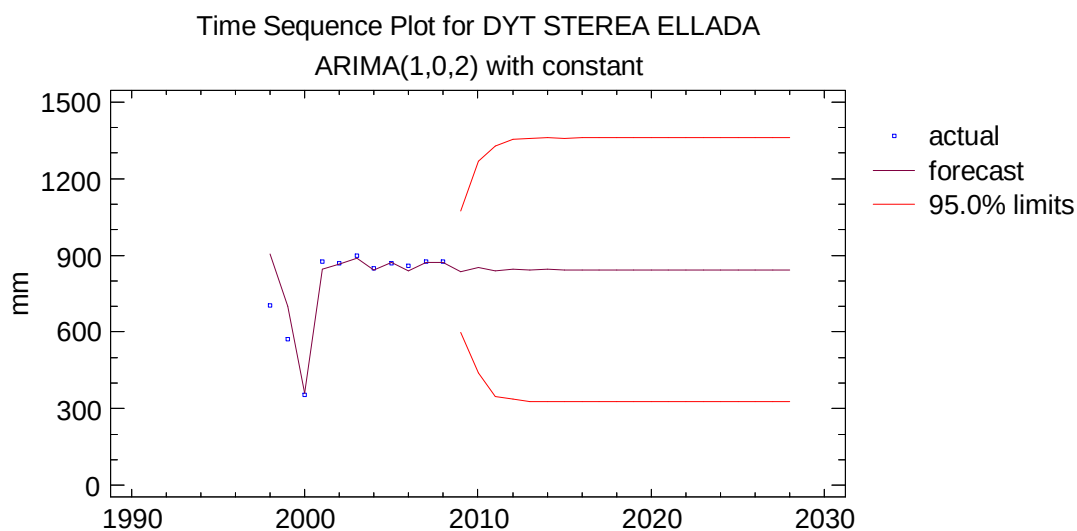
Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	835.669	598.011	1073.33
2010	853.617	439.432	1267.8
2011	838.052	348.585	1327.52
2012	846.299	337.699	1354.9
2013	841.929	328.086	1355.77
2014	844.244	328.939	1359.55
2015	843.018	327.303	1358.73
2016	843.668	327.838	1359.5
2017	843.323	327.461	1359.19
2018	843.506	327.634	1359.38
2019	843.409	327.535	1359.28
2020	843.46	327.586	1359.33
2021	843.433	327.558	1359.31

2022	843.448	327.573	1359.32
2023	843.44	327.565	1359.31
2024	843.444	327.569	1359.32
2025	843.442	327.567	1359.32
2026	843.443	327.568	1359.32
2027	843.442	327.567	1359.32
2028	843.443	327.568	1359.32

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Η προσαρμογή είναι ικανοποιητική και σε αυτή την περίπτωση αφού μόλις 2 παρατηρήσεις βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής και αυτά είναι πολύ κοντά σε αυτή.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι το παρακάτω:

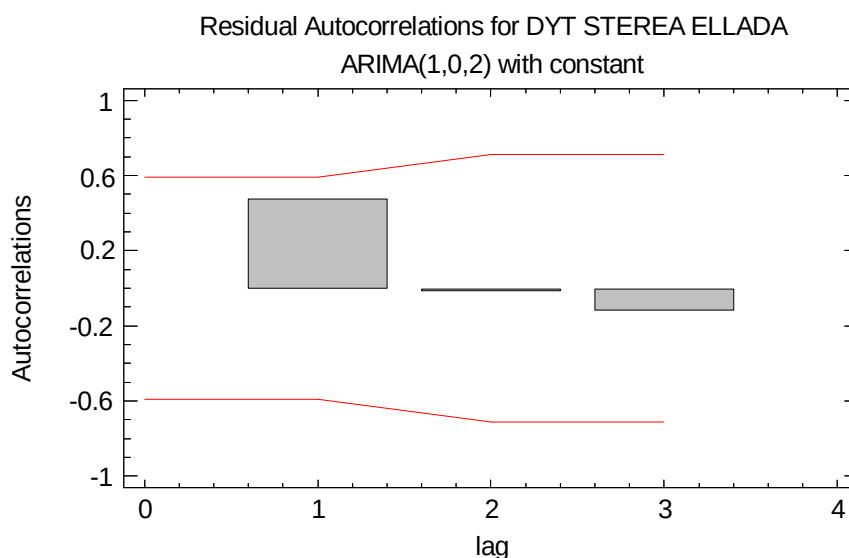
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT STEREA ELLADA

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.475224	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.0197417	0.363278	-0.712012	0.712012
3	-0.122823	0.363375	-0.712203	0.712203

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Ξεκινάμε με μια θετική τιμή και στην αμέσως επόμενη υστέρηση η τιμή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης σχεδόν μηδενίζεται ενώ στην συνέχεια παίρνει αρνητική τιμή εξακολουθώντας όμως να είναι εξαιρετικά κοντά στο μηδέν. Επίσης τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνάνε οι υστερήσεις. Ίσως το συγκεκριμένο διάγραμμα να είναι και το πιο αντιπροσωπευτικό για τα μοντέλα ARIMA από όσα έχουμε δει έως τώρα λόγω της τιμής του συντελεστή αλλά και της μορφής των ορίων.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι το εξής:

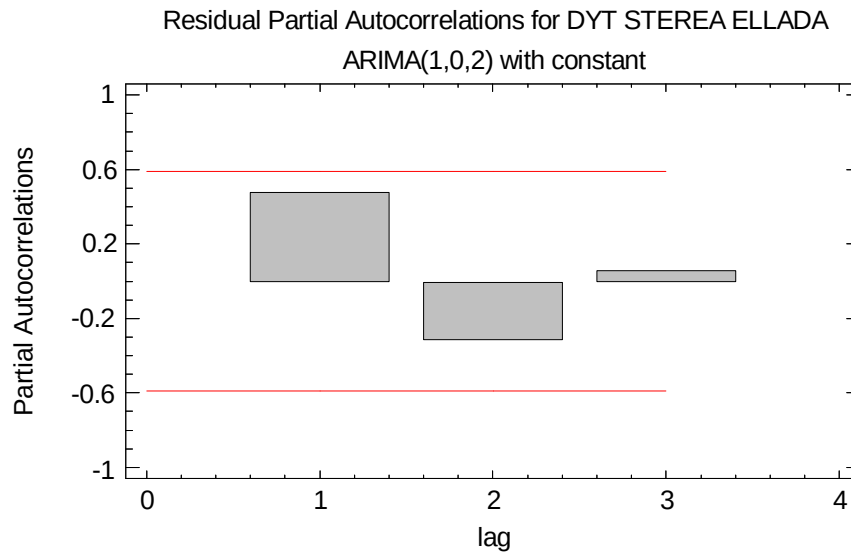
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT STEREA ELLADA

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	0.475224	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.31722	0.301511	-0.590953	0.590953
3	0.0578597	0.301511	-0.590953	0.590953

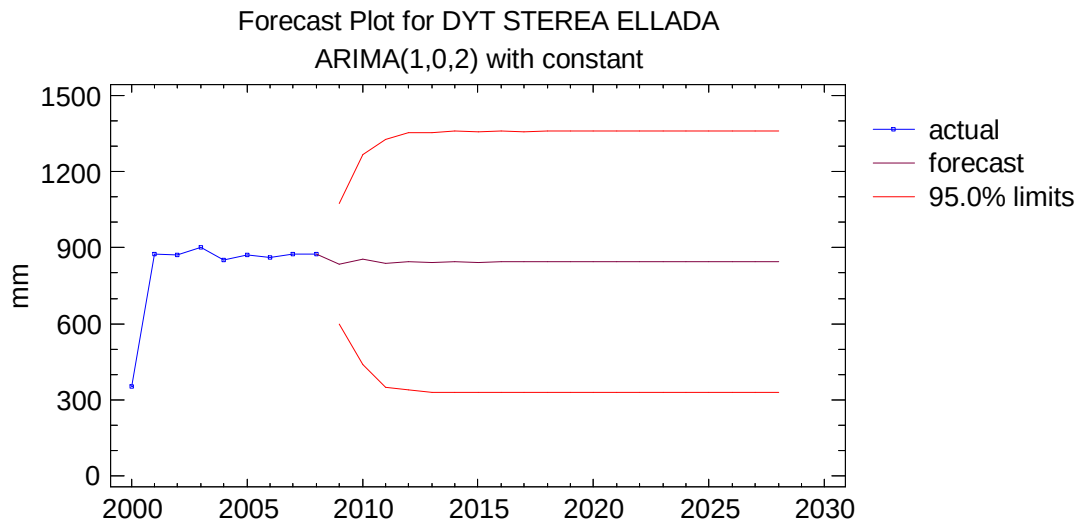
Πίνακας μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Εδώ ο συντελεστής έχει θετική τιμή κατά την πρώτη υστέρηση, αρνητική κατά την δεύτερη ενώ τελικά παίρνει μια τιμή πολύ κοντά στον μηδέν.

Τέλος το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

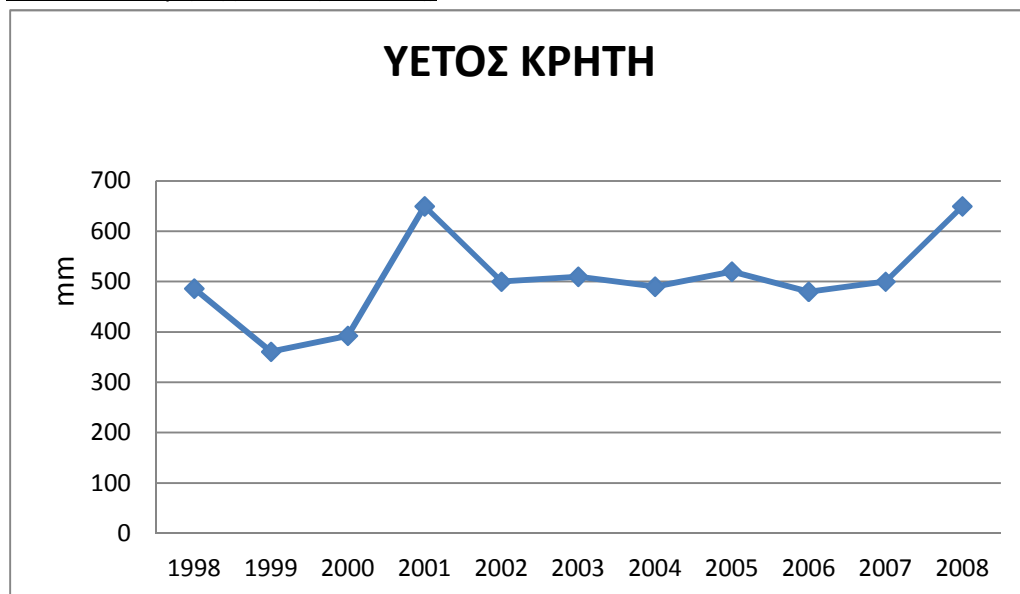


Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρατηρούμε ότι προκύπτει μια σταθερή τάση για τα επόμενα χρόνια με την τιμή της πρόβλεψης να βρίσκεται στα 843 mm Επίσης όπως και στους συντελεστές αυτοσυσχέτισης έτσι και εδώ τα όρια έχουν την χαρακτηριστική μορφή των μοντέλων ARIMA. Αρχικά συγκλίνουν και με την πάροδο του χρόνου αρχίζουν να διευρύνονται γεγονός που οφείλεται στην βραχυπρόθεσμη ικανότητα πρόβλεψης των μοντέλων, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι ο πρόβλεψη είναι αναξιόπιστη.

3.3.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Τα πιο χαρακτηριστικά σημεία του διαγράμματος είναι η απότομη αύξηση από το 200-2001 όπου από τα 392 mm φτάσαμε στα 649 mm στην συνέχεια έχουμε μια μικρή μείωση μέχρι το 2001 και μία σχετική στασιμότητα μέχρι το 2007 όπου έχουμε άλλη μία σημαντική αύξηση. Έτσι από την αρχική τιμή των 486 mm το 1998 φτάνουμε στα 649 mm το 2008.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το ARIMA(2,1,2)

Θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων και ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	119.47	81.38	15.7789	-1.7053E-14	-2.80464	9.48134
(B)	87.637	57.3124	11.8101	-5.16758E-15	-2.82438	9.12823
(C)	81.525	57.3185	11.4858	-1.31257E-12	-2.11755	9.16546
(H)	92.9732	59.8201	11.991	9.32573	-1.02231	9.24644
(I)	97.0737	64.5509	13.1768	6.38654	-1.80857	9.33276
(J)	103.044	69.8271	13.2053	12.0849	0.303194	9.63395
(M)	65.8955	38.7852	8.43804	7.52178	1.44906	9.10341
(N)	87.637	57.3124	11.8101	-5.16758E-15	-2.82438	9.12823

(O)	63.7453	39.8076	8.52168	0.851384	-0.184873	9.21888
(P)	97.7609	63.8158	12.8056	11.5899	-0.85555	9.34687
(Q)	82.7384	57.7066	12.3173	-18.6469	-5.87769	9.37682

Το μοντέλο ARIMA (2,1,2) αντιστοιχεί στο γράμμα Ο και όπως παρατηρούμε επιλέχθηκε επειδή έχει τις μικρότερες τιμές στα σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	119.47	OK	OK	OK	OK	*
(B)	87.637	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	81.525	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	92.9732	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	97.0737	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	103.044	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	65.8955	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	87.637	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	63.7453	OK	OK		OK	OK
(P)	97.7609	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	82.7384	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Παρατηρούμε ότι το μοντέλο που επιλέχθηκε δεν περνάει έναν έλεγχο αλλά λόγω της χαμηλότερης τιμής σφάλματος που παρουσιάζει ορθά το επιλέξαμε.

Οι πίνακες πρόβλεψης και προσαρμογής του μοντέλου που προκύπτουν είναι οι εξής:

Forecast Table for KRITI(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)

Model: ARIMA(2,1,2)

Period	Data	Forecast	Residual
1998	486.3		
1999	360.8	260.523	100.277
2000	392.5	454.908	-62.408
2001	649.7	642.862	6.8382
2002	500.0	520.525	-20.5253
2003	510.0	482.348	27.6517
2004	490.0	488.984	1.01645
2005	520.0	514.194	5.80559
2006	480.0	511.554	-31.5541
2007	500.0	541.83	-41.8296
2008	649.7	559.754	89.9457

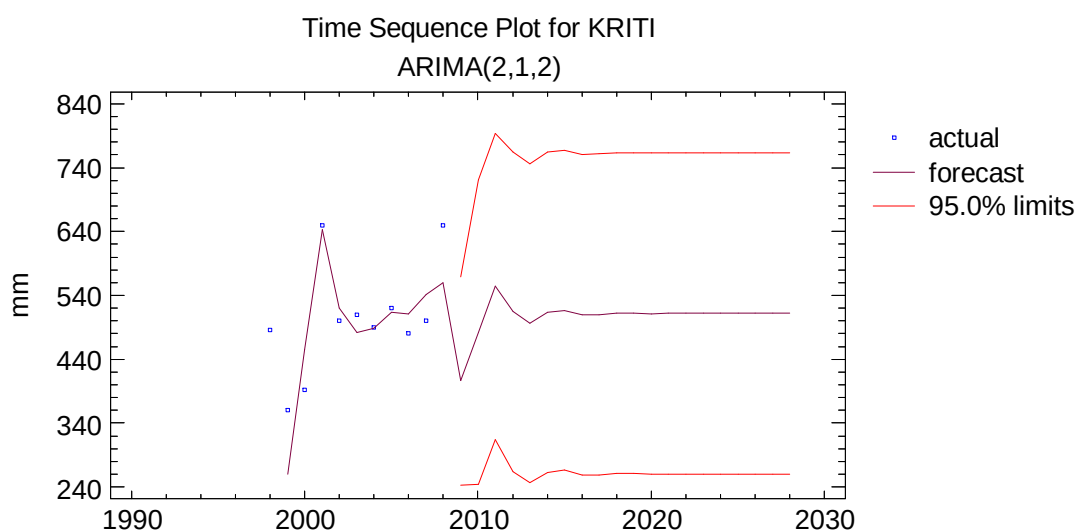
Πίνακας προσαρμογής μοντέλου

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2009	406.342	243.537	569.146
2010	482.553	244.052	721.054
2011	553.867	314.745	792.989
2012	514.327	264.528	764.127
2013	496.54	246.738	746.342
2014	513.581	263.182	763.98
2015	516.72	266.083	767.356
2016	510.194	259.257	761.13
2017	510.276	259.33	761.222
2018	512.543	261.573	763.514
2019	512.104	261.042	763.167

2020	511.391	260.263	762.519
2021	511.673	260.5	762.847
2022	511.872	260.642	763.102
2023	511.737	260.445	763.029
2024	511.692	260.344	763.041
2025	511.747	260.343	763.151
2026	511.753	260.292	763.215
2027	511.733	260.214	763.252
2028	511.734	260.159	763.31

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής:



Η προσαρμογή δεν είναι αρκετά ικανοποιητική και παρόλη την επεξεργασία και τις δοκιμές για διαφορετικά πιθανά μοντέλα το επιλεγθέν μοντέλο αποδείχθηκε το καταλληλότερο βάση των κριτηρίων που έχουμε ορίσει .

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης:

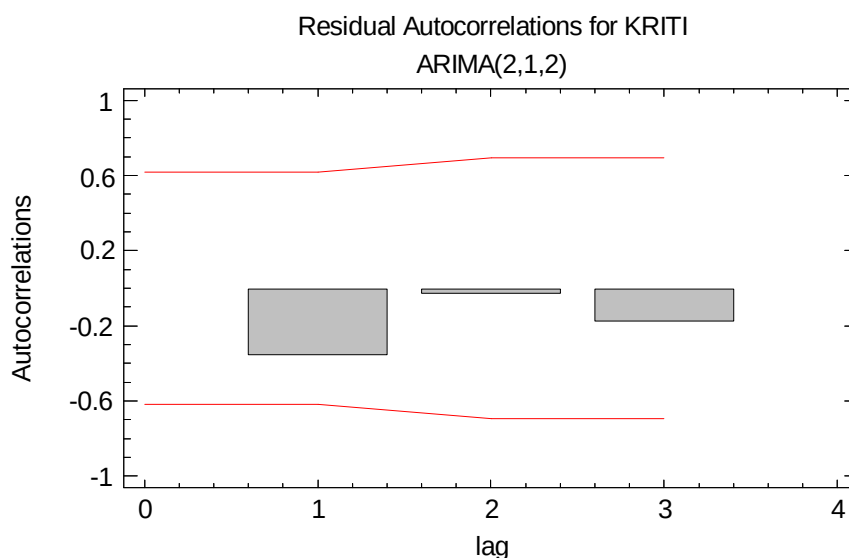
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: KRITI

Model: ARIMA(2,1,2)

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.360019	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.0333426	0.354856	-0.695506	0.695506
3	-0.179053	0.355169	-0.69612	0.69612

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι παρόλο της μικρές διακυμάνσεις η τιμή του συντελεστή παραμένει κοντά στο μηδέν και τα όρια εμπιστοσύνης έχουν τη χαρακτηριστική μορφή που χρειάζεται στα μοντέλα ARIMA, παράγοντες που επιβεβαιώνουν την τυχαιότητα των δεδομένων μας.

Αντίστοιχα το διάγραμμα και ο πίνακας του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

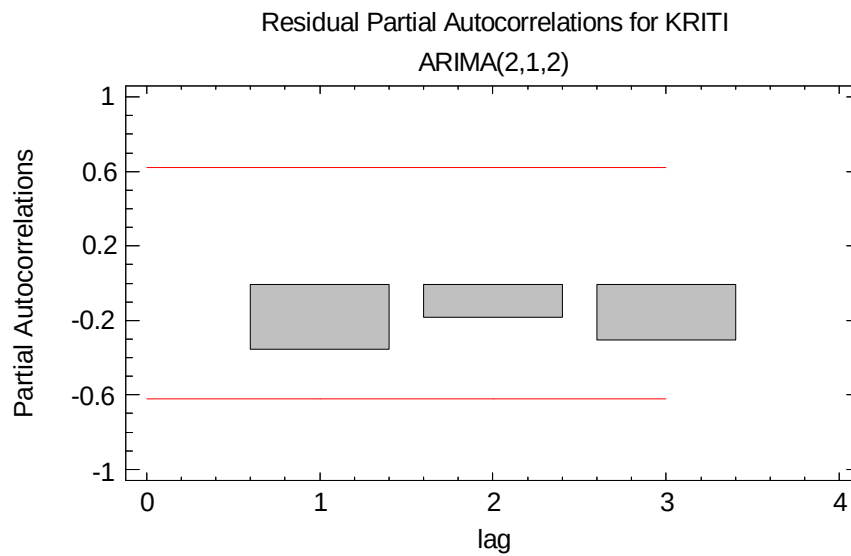
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: KRITI

Model: ARIMA(2,1,2)

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.360019	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.187223	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.310413	0.316228	-0.619796	0.619796

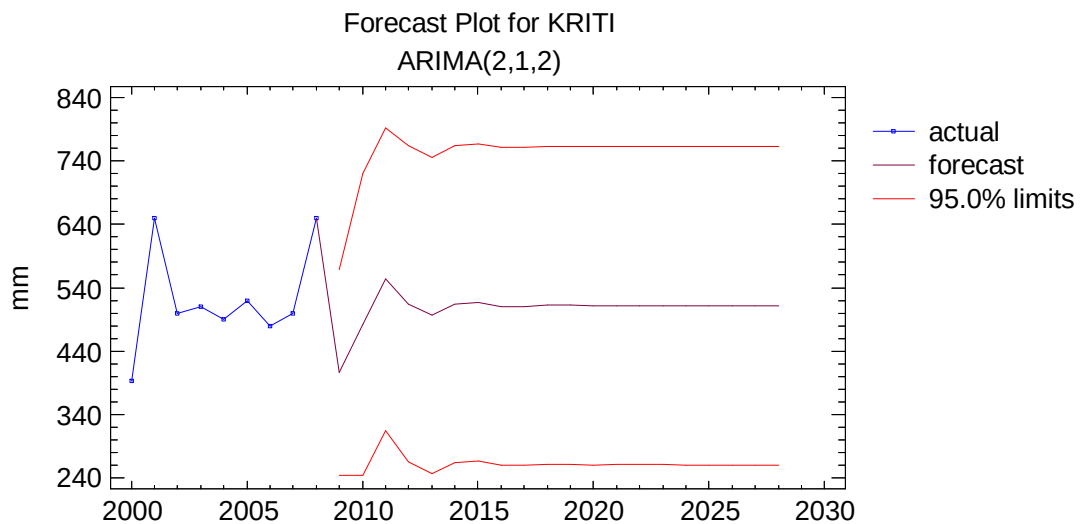
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί και αυτός παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης, δηλαδή μικρές μεταβολές αλλά με την τιμή του να παραμένει πάντα κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

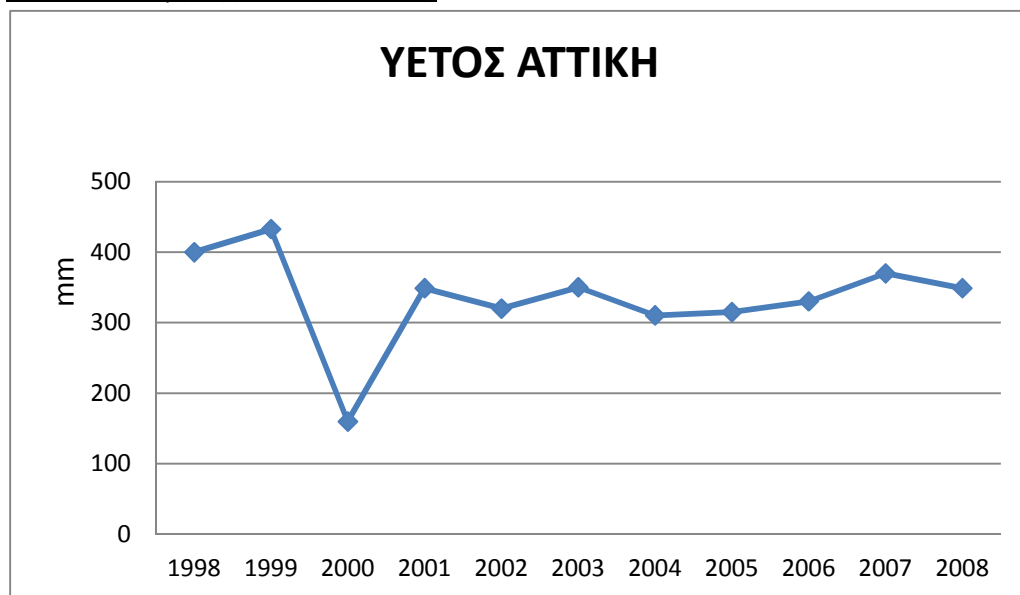


Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρά τις έντονες μεταβολές που είχαμε στα δεδομένα και οδήγησαν σε μία όχι τόσο ικανοποιητική προσαρμογή από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε μια σταθερή τιμή για τα επόμενα 20 χρόνια ενώ παράλληλα βλέπουμε ότι τα όρια μπιστοσύνης ακολουθούν και αυτά την πρόβλεψη.

3.3.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Ξεκινάμε με αρχική τιμή 400 mm το 1998 ενώ έχουμε μια απότομη πτώση το 1999-2000 φτάνοντας τα 152 mm και με αλλεπάλληλες αυξήσεις και μειώσεις φτάνουμε στο 2008 με τιμή 349mm.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε εδώ είναι το ARIMA (2,1,2) with constant.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων και ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	113.928	68.512	28.6975	1.13687E-14	-9.51003	9.36801
(B)	69.0076	43.6826	17.3507	2.06703E-14	-6.35649	8.65025
(C)	72.7036	43.4423	17.3563	-2.58379E-14	-6.39005	8.93642
(H)	70.4412	42.6848	17.7247	-11.7512	-10.1385	8.69137
(I)	70.4401	42.6347	17.7168	-12.1332	-10.2491	8.69134
(J)	83.2494	44.9964	19.576	-4.72504	-8.97349	9.20732
(M)	24.6299	13.7663	4.95807	0.198744	-1.19649	7.31701
(N)	52.444	37.589	12.1868	-3.48445	-3.77904	8.28313
(O)	45.8169	26.0735	10.481	-5.66293	-4.68097	8.37658
(P)	56.5824	32.5886	12.5981	-0.892377	-4.76582	8.43503
(Q)	55.3499	27.6516	9.53666	3.09748	-2.15509	8.5728

Το μοντέλο ARIMA(2,1,2) αντιστοιχεί στο γράμμα Μ το οποίο παρουσιάζει όπως βλέπουμε τα μικρότερα σφάλματα για αυτό και επιλέχθηκε.

<i>Model</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	113.928	OK	OK	OK	OK	**
(B)	69.0076	OK	OK	OK	OK	**
(C)	72.7036	OK	OK	OK	OK	**
(H)	70.4412	OK	OK	OK	OK	**
(I)	70.4401	OK	OK	OK	OK	**
(J)	83.2494	OK	OK	OK	OK	**
(M)	24.6299	OK	OK		OK	**
(N)	52.444	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	45.8169	OK	OK		OK	*
(P)	56.5824	OK	OK	OK	OK	**
(Q)	55.3499	OK	OK	OK	OK	**

Πίνακας ελέγχων

Βλέπουμε ότι το μοντέλο που επιλέξαμε δεν περνάει δύο ελέγχους ενώ υπάρχουν μοντέλα τα οποία περνάνε έναν έλεγχο παραπάνω όμως ο μεγάλη διαφορά στην τιμή του σφάλματος με το αμέσως επόμενο μοντέλο(σχεδόν διπλάσιο σφάλμα) μας επιβεβαιώνει την ορθότητα της επιλογής μας.

Στην συνέχεια βλέπουμε τους πίνακες πρόβλεψης και προσαρμογής του μοντέλου :

Forecast Table for ΑΤΤΙΚΙ(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(2,1,2) with constant

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	400.0		
1999	432.8	402.423	30.3769
2000	159.7	190.534	-30.8344
2001	348.9	336.654	12.246
2002	320.0	346.812	-26.8122
2003	350.2	342.736	7.46446
2004	310.3	301.491	8.80901
2005	315.0	308.741	6.2592
2006	330.2	340.391	-10.1911
2007	370.0	368.994	1.0058
2008	348.9	345.236	3.66371

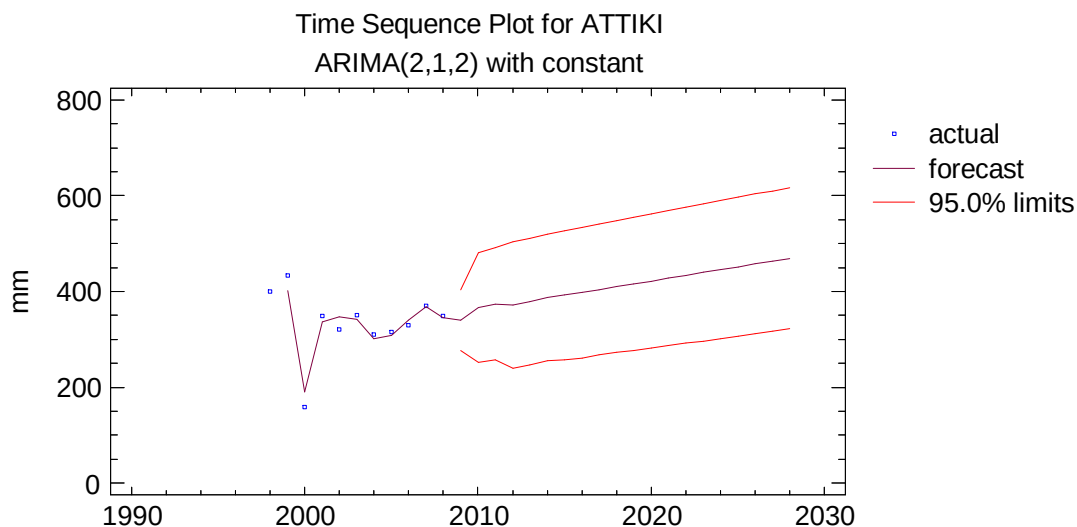
Πίνακας προσαρμογής

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	340.246	276.766	403.726
2010	366.406	251.415	481.398
2011	373.979	256.95	491.009
2012	371.493	239.522	503.465
2013	378.55	246.455	510.644
2014	387.642	255.539	519.745
2015	392.488	258.124	526.852
2016	397.406	261.347	533.464
2017	404.008	267.345	540.672
2018	410.23	272.646	547.815
2019	415.857	277.011	554.704
2020	421.761	281.892	561.63
2021	427.845	287.048	568.643
2022	433.781	291.959	575.603
2023	439.675	296.823	582.528
2024	445.638	301.806	589.469
2025	451.603	306.794	596.411

2026	457.54	311.745	603.334
2027	463.482	316.712	610.251
2028	469.434	321.701	617.166

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή κρίνεται ικανοποιητική εφόσον μόλις τρία σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

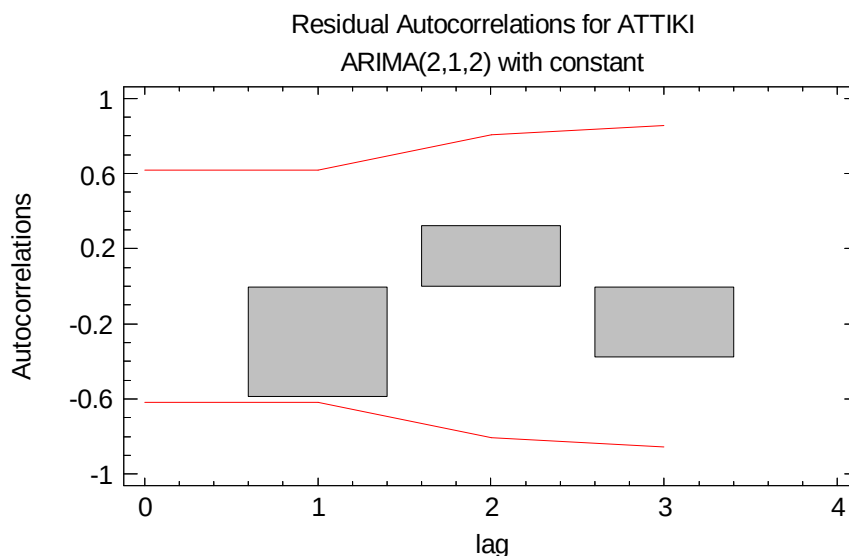
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ΑΤΤΙΚΙ

Model: ARIMA(2,1,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.588856	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.323211	0.411522	-0.80657	0.80657
3	-0.378575	0.436169	-0.854877	0.854877

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μεταβάλλεται αλλά οι τιμές που παίρνει είναι πάντα κοντά στο μηδέν ενώ τα όρια εμπιστοσύνης έχουν την χαρακτηριστική τιμή που πρέπει στα μοντέλα ARIMA.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

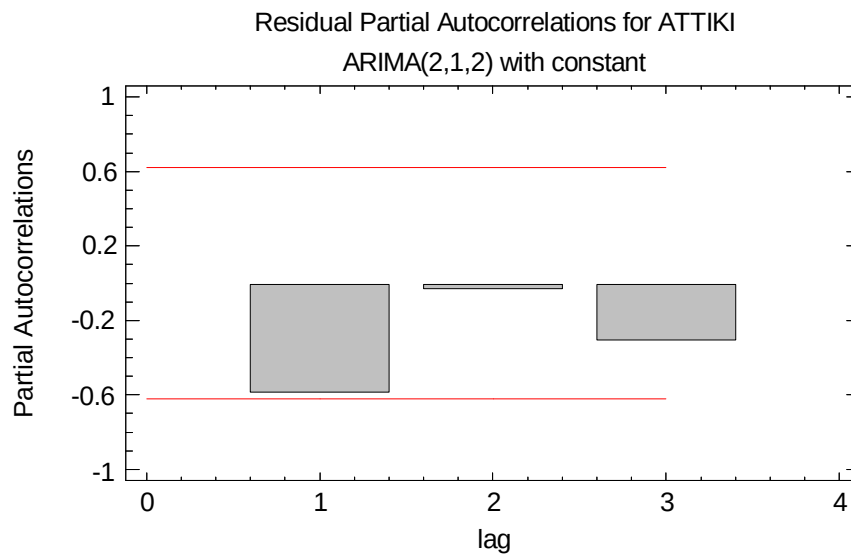
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ATTIKI

Model: ARIMA(2,1,2) with constant

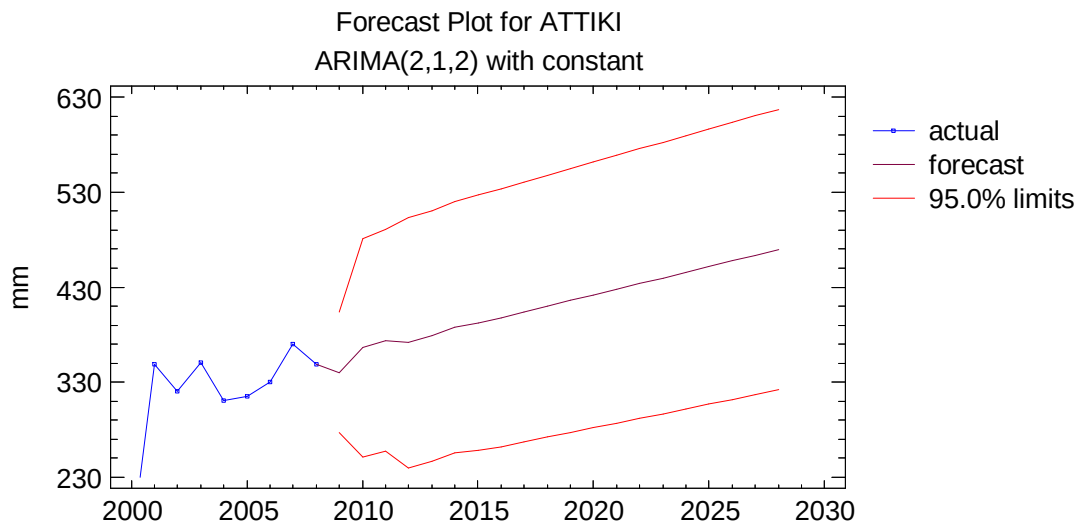
	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.588856	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.0360353	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.310563	0.316228	-0.619796	0.619796

Πίνακας μερικού συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

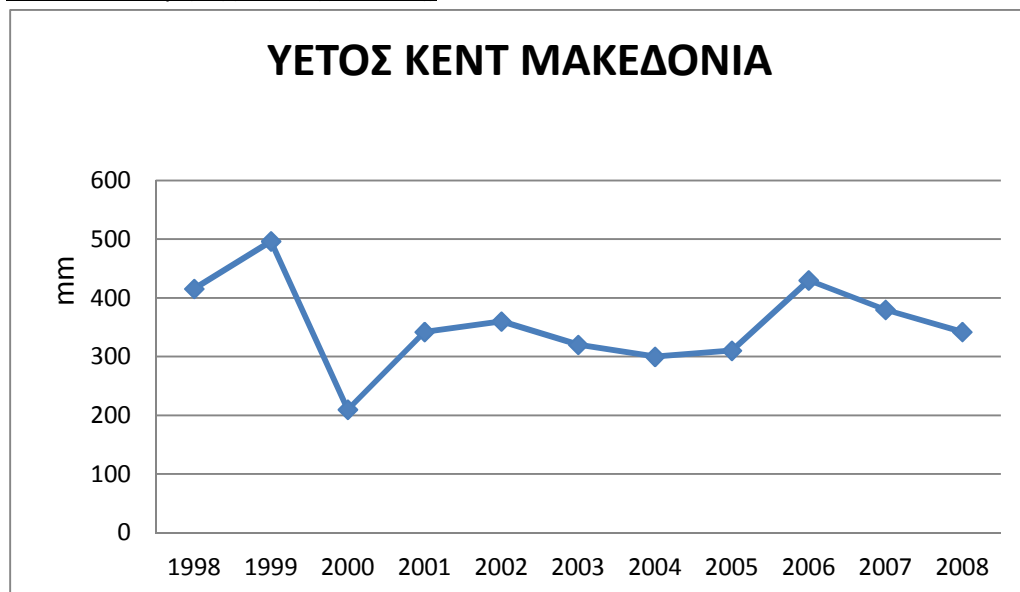


Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρατηρούμε μια καθαρή ανοδική τάση φτάνοντας έτσι το 2028 στα 469 mm. Οφείλουμε να παρατηρήσουμε πως είναι μόλις το δεύτερο υδατικό διαμέρισμα για το οποίο προβλέπουμε αύξηση αλλά το πρώτο στο οποίο είναι τόσο «έντονη».

3.3.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Πίνακας υετού

Ξεκινώντας από μια αρχική τιμή 415mm το 1998 παρατηρούμε μια απότομη μείωση το 1999-2000 όπως και στα υπόλοιπα υδατικά διαμερίσματα για την χρονιά αυτή φτάνοντας στα 200mm ενώ μετά από διαδοχικές μειώσεις και αυξήσεις φτάνουμε στο 2008 με τιμή 342 mm.

Το μοντέλο που επιλέγεται και εδώ είναι το ARIMA(1,0,2) with constant.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και εδώ θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων και ελέγχου για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας . Έτσι έχουμε :

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	118.459	79.55	26.835	1.98952E-14	-6.67453	9.44805
(B)	75.8878	55.6975	17.1674	-5.16758E-15	-4.75015	8.84033
(C)	79.432	54.3041	16.9547	-2.89385E-13	-4.77715	9.11344
(H)	77.1154	54.5558	16.2257	12.8614	-0.959797	8.87242
(I)	77.1154	54.5507	16.223	12.8845	-0.952669	8.87243
(J)	93.8532	56.2868	18.4411	2.26831	-4.84427	9.4471
(M)	46.2991	29.6051	8.16591	16.3252	3.835	8.39752
(N)	55.7044	35.8338	10.191	14.5887	2.1006	8.58557
(O)	62.6194	37.2165	10.1855	-2.99051	-2.62745	8.63779
(P)	57.5881	32.4173	8.56612	14.8019	2.49739	8.65208
(Q)	65.4838	42.0915	11.6562	3.35241	-1.19149	8.72724

Το μοντέλο ARIMA(1,0,2) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Ρ και δεν παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα εξεταζόμενα σφάλματα όμως ο λόγος επιλογής του θα εξηγηθεί από τον επόμενο πίνακα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	118.459	OK	OK	OK	OK	*
(B)	75.8878	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	79.432	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	77.1154	OK	OK	OK	OK	OK

(I)	77.1154	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	93.8532	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	46.2991	OK	*	OK	*	OK
(N)	55.7044	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	62.6194	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	57.5881	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	65.4838	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το μοντέλο που παρουσιάζει τα μικρότερα σφάλματα είναι αυτό που αντιστοιχεί στο γράμμα Μ όπως φαίνεται και από τον πίνακα σφαλμάτων, όμως το μοντέλο αυτό αποτυγχάνει να περάσει δύο στους πέντε ελέγχους την στιγμή που όλα τα υπόλοιπα περνάνε και τους πέντε ελέγχους. Για αυτό τον λόγο επιλέχτηκε το μοντέλο Ρ που αντιστοιχεί στο ARIMA(1,0,2) το οποίο είναι το μοντέλο με το αμέσως μικρότερο σφάλμα και το οποίο περνάει και τους πέντε ελέγχους.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for KENT MAKEDONIA(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	415.6	361.56	54.0401
1999	496.6	416.493	80.1067
2000	210.0	195.008	14.9919
2001	342.1	308.772	33.3277
2002	360.0	331.541	28.4585
2003	320.2	299.243	20.9567
2004	300.0	326.277	-26.2767
2005	310.3	356.909	-46.6086
2006	430.0	421.278	8.72169
2007	380.0	380.154	-0.154391
2008	342.1	330.086	12.0136

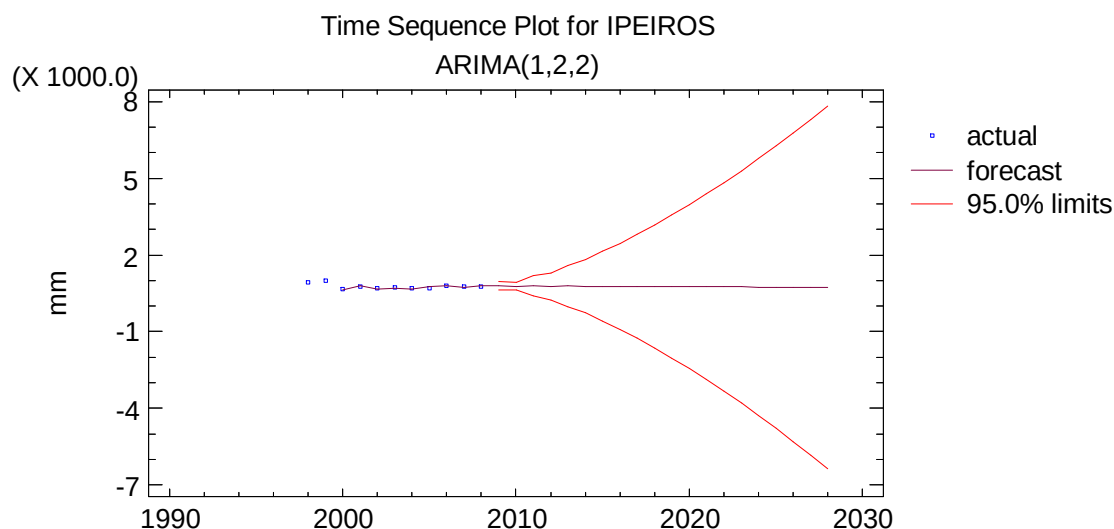
Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	357.152	224.144	490.159
2010	336.262	173.918	498.607
2011	362.455	149.386	575.524
2012	350.181	127.516	572.846
2013	355.933	131.215	580.65
2014	353.237	128.072	578.403
2015	354.5	129.237	579.764
2016	353.909	128.623	579.194
2017	354.186	128.896	579.476
2018	354.056	128.765	579.347
2019	354.117	128.826	579.408
2020	354.088	128.797	579.379
2021	354.102	128.811	579.393
2022	354.095	128.804	579.387
2023	354.098	128.807	579.39
2024	354.097	128.806	579.388
2025	354.098	128.806	579.389
2026	354.097	128.806	579.388
2027	354.097	128.806	579.389

2028	354.097	128.806	579.389
------	---------	---------	---------

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν αρκετά σημεία εκτός της γραμμής προσαρμογής γεγονός που κάνει την προσαρμογή όχι και την καλύτερη δυνατή αλλά παρά της δοκιμές για πιθανά εναλλακτικά μοντέλα τον συγκεκριμένο μοντέλο αποδείχθηκε το καλύτερο δυνατό.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής:

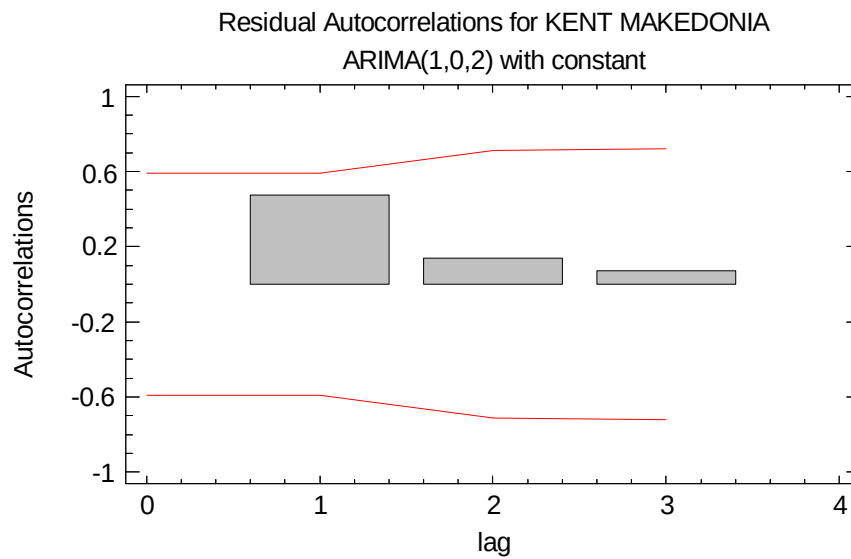
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: KENT MAKEDONIA

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.473675	0.301511	-0.590953	0.590953
2	0.139327	0.362909	-0.711291	0.711291
3	0.0711646	0.36774	-0.720759	0.720759

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής μειώνεται με την πάροδο των υστερήσεων και τείνει προς το μηδέν ενώ παράλληλα τα όρια διευρύνονται καθώς περνάνε οι υστερήσεις, γεγονός τα οποία επιβεβαιώνουν την τυχαιότητα των δεδομένων μας και την ορθότητα της επιλογής του μοντέλου ως το καταλληλότερο.

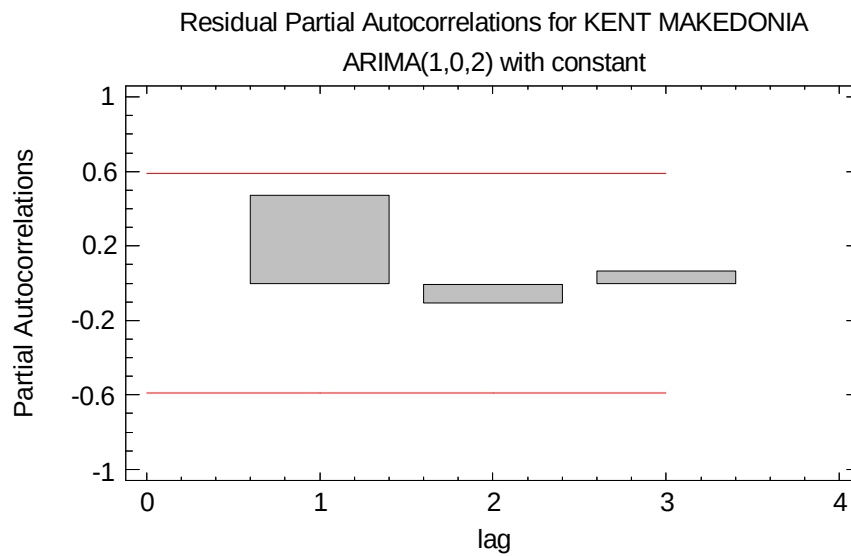
Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι το εξής :

Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: KENT MAKEDONIA

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

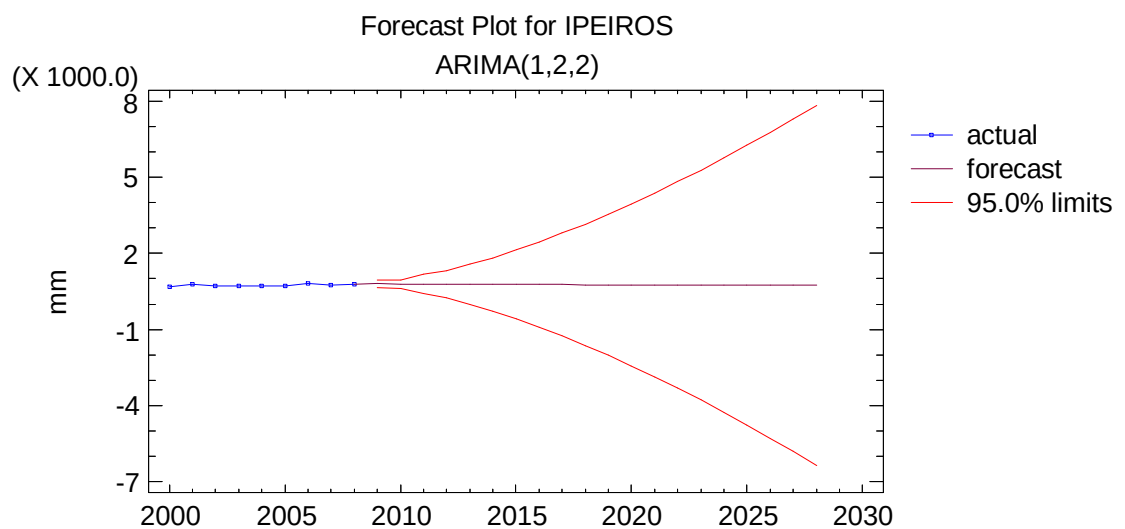
	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	0.473675	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.109641	0.301511	-0.590953	0.590953
3	0.0650745	0.301511	-0.590953	0.590953



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι οι τιμές του συντελεστή μεταβάλλονται ξεκινώντας με θετική τιμή στην συνέχεια παίρνει οριακά αρνητική τιμή και μετά πάλι θετική τείνοντας όμως στο μηδέν.

Έτσι το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής:

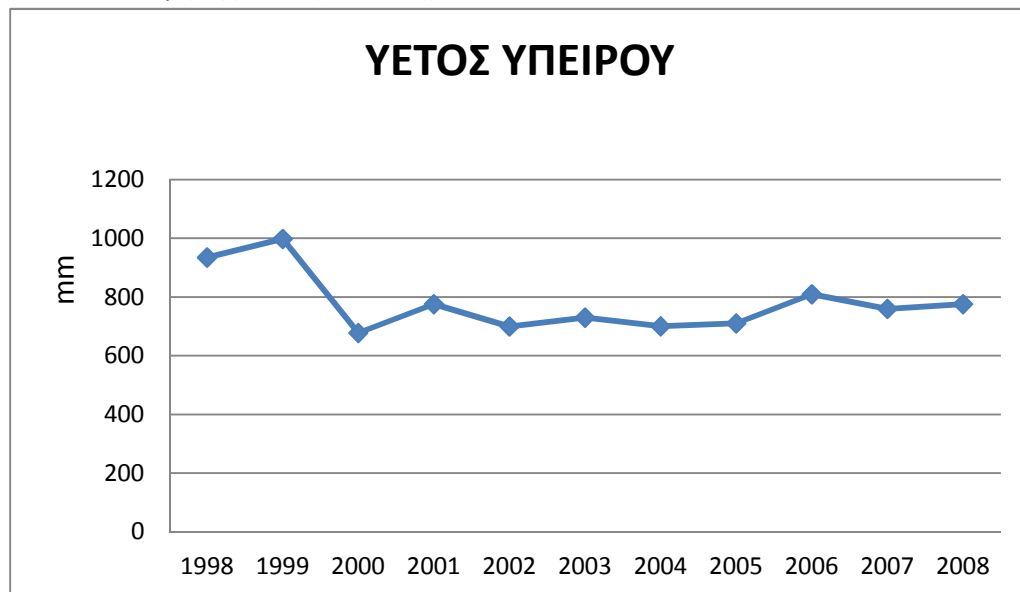


Διάγραμμα πρόβλεψης

Και για αυτό το υδατικό διαμέρισμα παρατηρούμε ότι η πρόβλεψη μας δίνει μια σταθερή τιμή των 354 mm για τα επόμενα 20 χρόνια με πολύ μικρές σχεδόν ανύπαρκτες μεταβολές.

3.3.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Ξεκινώντας με αρχική τιμή 935 mm παρατηρούμε μια απότομη μείωση το έτος 1999-2000 και συνεχόμενες μικρές αυξήσεις και μειώσεις από εκεί πέρα καταλήγοντας το 2008 στα 776mm.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε εδώ είναι το ARIMA(1,2,2)

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις παραθέτουμε τον πίνακα σφαλμάτων και ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε ότι σωστά πράξαμε και επιλέξαμε το συγκεκριμένο μοντέλο.

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	121.939	82.508	11.0904	-1.13687E-14	-0.899827	9.52038
(B)	101.658	73.5603	9.07377	9.30165E-14	-1.383	9.42505
(C)	96.246	76.7569	9.78327	-1.71564E-12	-1.15415	9.49745
(H)	101.73	72.0545	8.8418	3.33498	-0.949404	9.42646
(I)	101.73	72.0545	8.8418	3.33498	-0.949404	9.42646
(J)	111.043	66.8313	8.84029	1.34401	-0.700545	9.78348
(M)	38.8198	27.6528	3.83764	6.61733	0.980992	7.86331
(N)	66.0724	44.4041	6.03451	-2.55697	-0.566203	8.74514
(O)	68.9529	54.1108	7.35269	5.48161	0.474893	8.83048
(P)	63.4109	39.2672	5.31059	-8.60547	-1.45659	8.84473
(Q)	53.7588	31.5771	4.07923	-7.86307	-0.834989	8.87811

Το μοντέλο ARIMA(1,2,2,) αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και όπως παρατηρούμε και από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα συγκρινόμενα σφάλματα.

<i>Model</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	121.939	OK	OK	OK	OK	*
(B)	101.658	OK	OK	OK	OK	*
(C)	96.246	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	101.73	OK	OK	OK	OK	*
(I)	101.73	OK	OK	OK	OK	*
(J)	111.043	OK	OK	OK	OK	*
(M)	38.8198	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	66.0724	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	68.9529	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	63.4109	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	53.7588	OK	OK		OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται όχι μόνο ότι το επιλεχθέν μοντέλο έχει το μικρότερο σφάλμα αλλά και ότι περνάει και όλους τους απαιτούμενους ελέγχους του προγράμματος.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων που προκύπτει είναι ο εξής :

Forecast Table for IPEIROS(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(1,2,2)

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	935.0		
1999	998.0		
2000	678.1	640.888	37.2124
2001	776.1	791.268	-15.1683
2002	700.0	673.678	26.3218
2003	730.4	682.89	47.5095
2004	700.3	675.352	24.9484
2005	710.2	765.242	-55.0424
2006	810.0	806.418	3.58249
2007	760.0	745.359	14.6408
2008	776.1	800.549	-24.4487

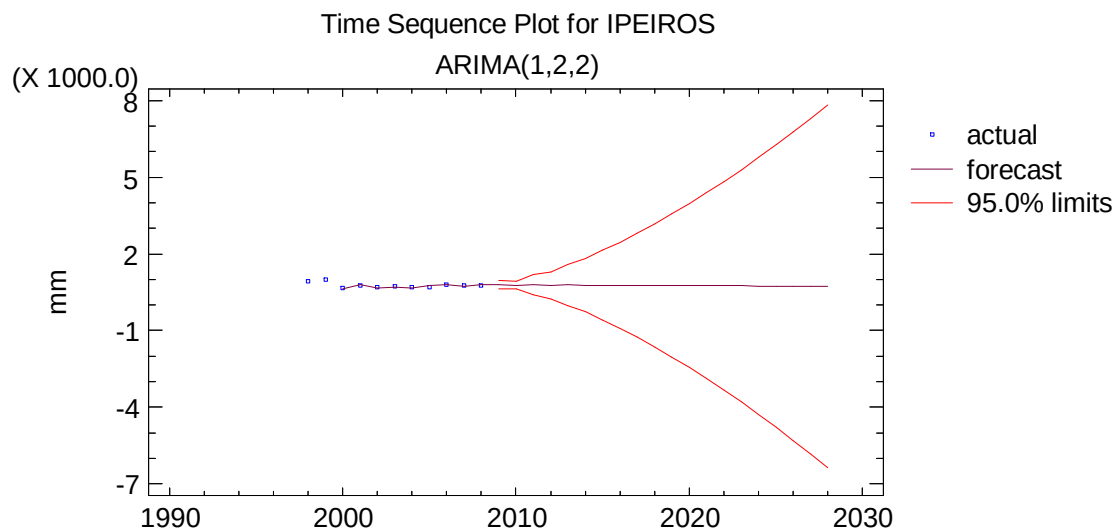
Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	803.827	645.525	962.129
2010	779.881	621.289	938.473
2011	791.299	403.364	1179.23
2012	778.514	248.609	1308.42
2013	782.293	-17.385	1581.97
2014	774.737	-274.162	1823.63
2015	774.938	-585.759	2135.63
2016	769.83	-907.493	2447.15
2017	768.355	-1262.76	2799.47
2018	764.394	-1633.97	3162.75
2019	762.134	-2029.74	3554.01
2020	758.71	-2442.67	3960.09
2021	756.083	-2875.83	4387.99
2022	752.91	-3325.84	4831.66
2023	750.111	-3793.65	5293.87
2024	747.056	-4277.56	5771.67

2025	744.176	-4777.71	6266.06
2026	741.177	-5293.14	6775.49
2027	738.259	-5823.68	7300.2
2028	735.285	-6368.73	7839.3

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Πρόκειται για προσαρμογή σε ικανοποιητικό βαθμό αφού μόλις δύο τιμές βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής:

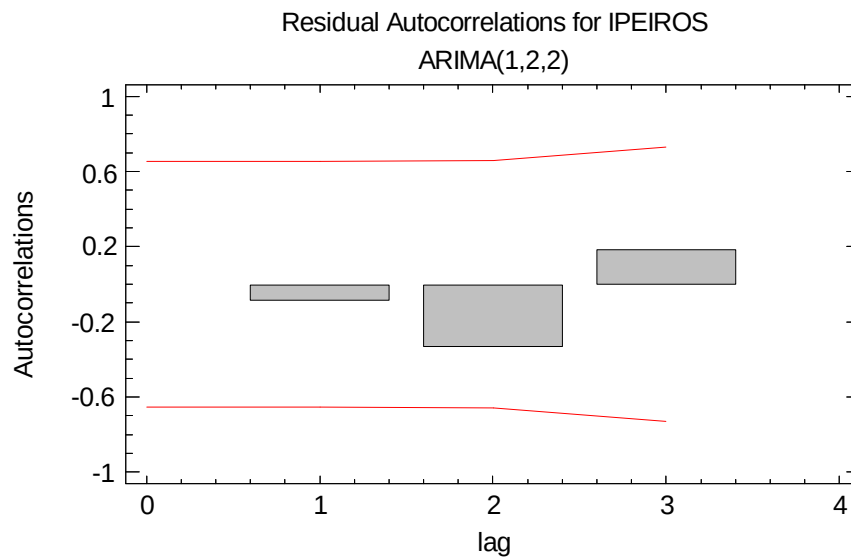
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: IPEIROS

Model: ARIMA(1,2,2)

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0875629	0.333333	-0.653323	0.653323
2	-0.335842	0.335879	-0.658313	0.658313
3	0.18216	0.371321	-0.727777	0.727777

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Βλέπουμε ότι οι τιμές του συντελεστή μεταβάλλονται περνώντας είτε θετικές είτε αρνητικές τιμές αλλά πάντα κοντά στο μηδέν. Επίσης τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνάνε οι υστερήσεις γεγονός που επιβεβαιώνει όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις την τυχαιότητα των δεδομένων μας.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

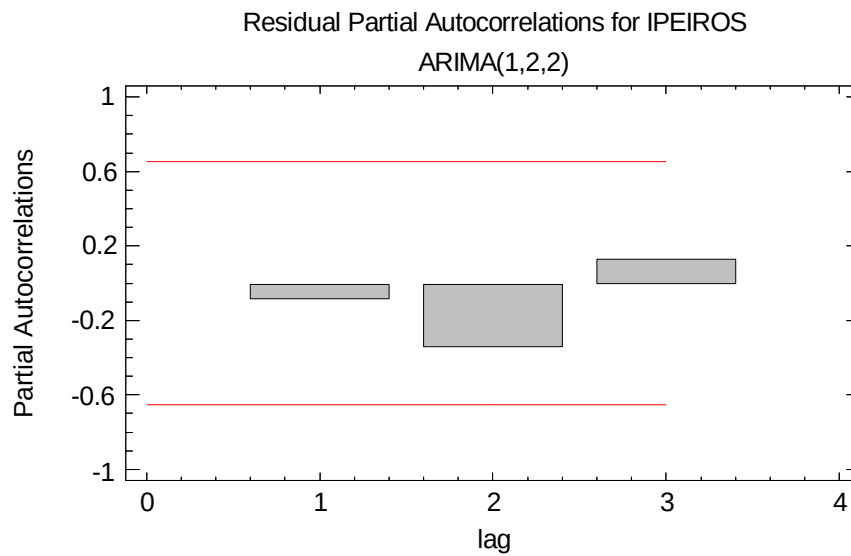
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: IPEIROS

Model: ARIMA(1,2,2)

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.0875629	0.333333	-0.653323	0.653323
2	-0.346164	0.333333	-0.653323	0.653323
3	0.128531	0.333333	-0.653323	0.653323

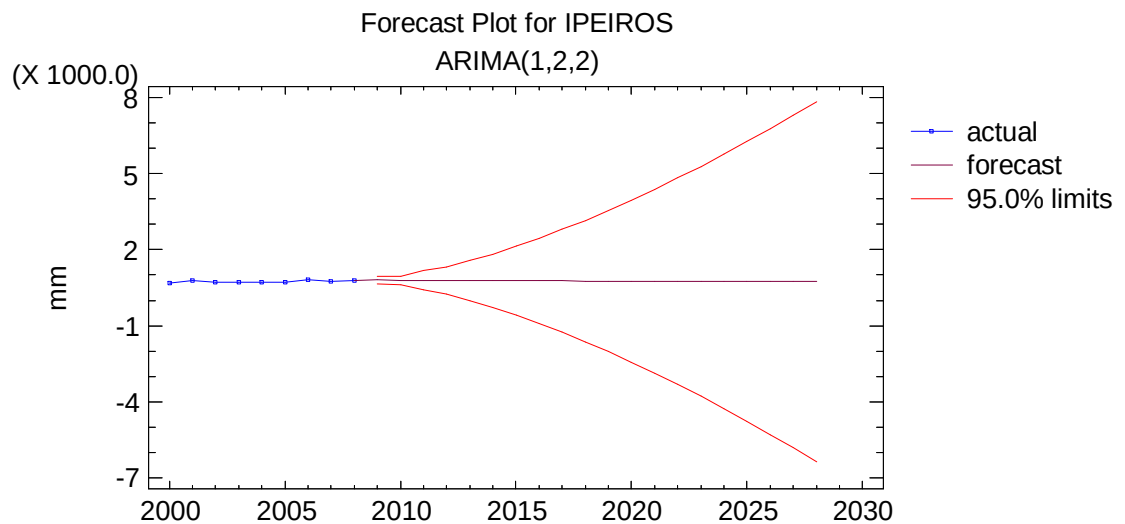
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Και εδώ βλέπουμε ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης δηλαδή μεταβολές στην τιμή του παραμένοντας όμως κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής:

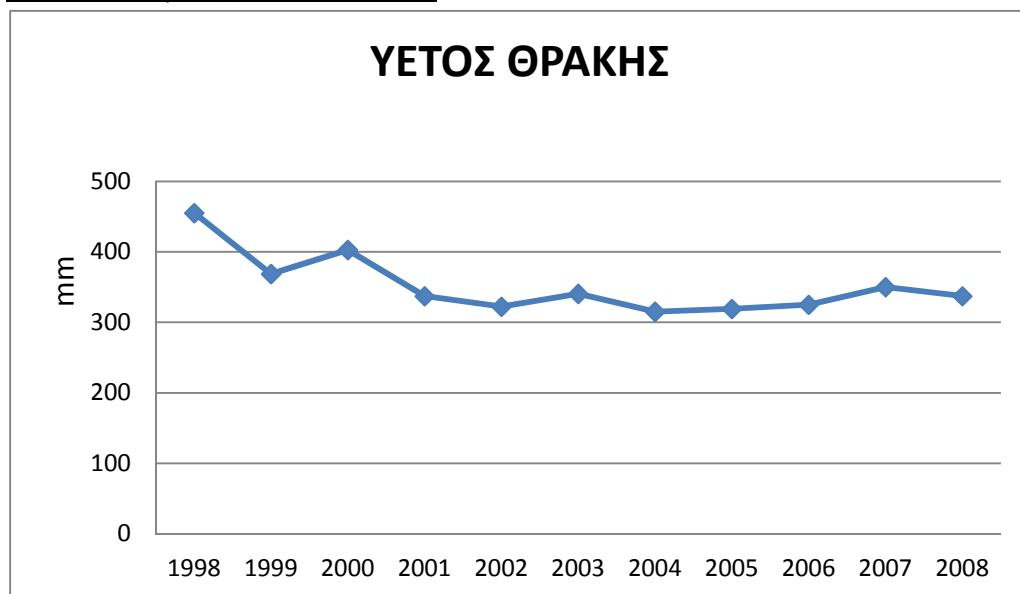


Διάγραμμα πρόβλεψης

Και για αυτό το υδατικό διαμέρισμα ο πρόβλεψη μας δίνει μια πρακτικά σταθερή τιμή 738mm αφού οι μεταβολές είναι σχεδόν μηδενικές.

3.3.14 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Ξεκινώντας από μια αρχική τιμή 455 mm παρατηρούμε μια πτωτική τάση φτάνοντας το 2008 στα 337 mm.

Για το συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα χρειάστηκε να περιορίσουμε τα υπό εξέταση μοντέλα διότι η πλειοψηφία αυτών δεν μας έδινε ρεαλιστικές προβλέψεις έτσι στραφήκαμε σε πιο απλά μοντέλα όπως αυτά του μέσου όρου, τυχαίου περιπάτου(random walk) τα οποία όντως μας έδωσαν πιο σωστές προβλέψεις.

Εν τέλει επιλέχθηκε ο τυχαίος περίπατος (random walk) ως το καταλληλότερο μοντέλο.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και εδώ θα παραθέσουμε τους πίνακες σφαλμάτων και ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας.

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE
(A)	38.8318	29.22	8.28473	1.13687E-14	-0.0663576
(B)	33.4675	26.4298	7.35921	7.9064E-13	-0.646815
(C)	33.36	24.25	7.28918	-15.1917	-4.68463
(D)	36.5417	25.5225	7.23507	-11.9567	-3.69745
(E)	46.0296	36.8846	10.4994	-18.4513	-6.32959

Το μοντέλου του τυχαίου περιπάτου αντιστοιχεί στο γράμμα C και όπως βλέπουμε έχει και τις μικρότερες τιμές στα υπό εξέταση σφάλματα και για αυτό επιλέχθηκε.

<i>Model</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	38.8318	OK	OK	OK	OK	*
(B)	33.4675	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	33.36	OK	OK	OK		
(D)	36.5417	OK	OK	OK	OK	*
(E)	46.0296	OK	OK	OK	OK	*

Πίνακας ελέγχων

Παρατηρούμε ότι περνάει τρεις από τους πέντε ελέγχους όμως λόγω της χαμηλότερης τιμής του σφάλματος κρίνεται προτιμότερο.

Ο πίνακας πρόγνωσης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for ΘΗΡΑΚΙ(Μονάδα Μέτρησης : mm(ανά έτος))

Model: Random walk with drift = -11.8

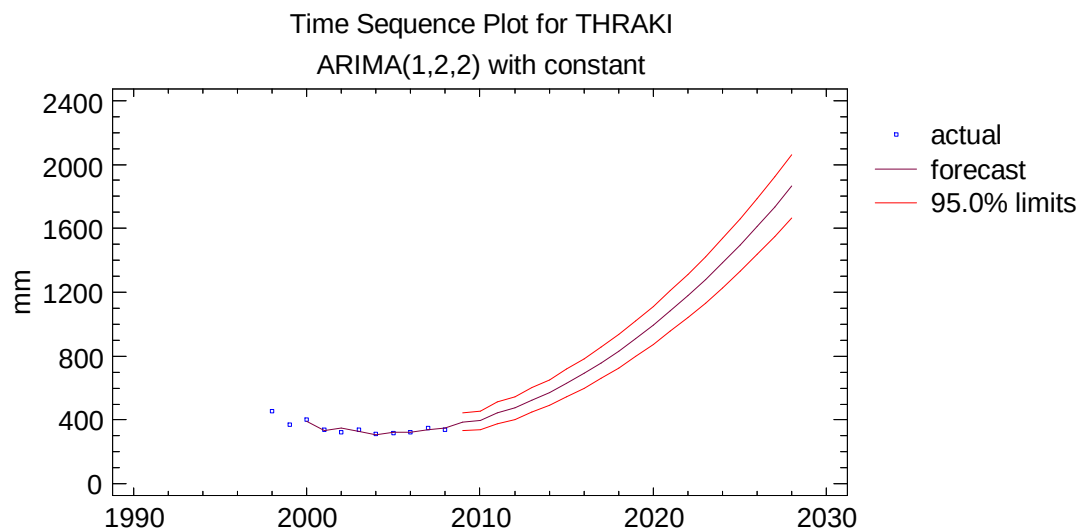
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	455.2		
1999	368.8	443.4	-74.6
2000	402.8	357.0	45.8
2001	337.2	391.0	-53.8
2002	322.2	325.4	-3.2
2003	340.5	310.4	30.1
2004	315.2	328.7	-13.5
2005	319.0	303.4	15.6
2006	325.0	307.2	17.8
2007	350.0	313.2	36.8
2008	337.2	338.2	-1.0

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	325.4	237.556	413.244
2010	313.6	189.37	437.83
2011	301.8	149.65	453.95
2012	290.0	114.312	465.688
2013	278.2	81.7752	474.625
2014	266.4	51.2274	481.573
2015	254.6	22.187	487.013
2016	242.8	-5.65992	491.26
2017	231.0	-32.5315	494.532
2018	219.2	-58.5866	496.987
2019	207.4	-83.9451	498.745
2020	195.6	-108.7	499.9
2021	183.8	-132.925	500.525
2022	172.0	-156.682	500.682
2023	160.2	-180.018	500.418
2024	148.4	-202.975	499.775
2025	136.6	-225.589	498.789
2026	124.8	-247.89	497.49
2027	113.0	-269.902	495.902
2028	101.2	-291.65	494.05

Πίνακας πρόβλεψης

Έτσι το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από το παραπάνω πίνακα είναι το εξής:



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή δεν είναι η καλύτερη δυνατή αλλά δυστυχώς δεν μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω και ούτε η επιλογή άλλου μοντέλου θα βοήθαγε σε αυτό.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

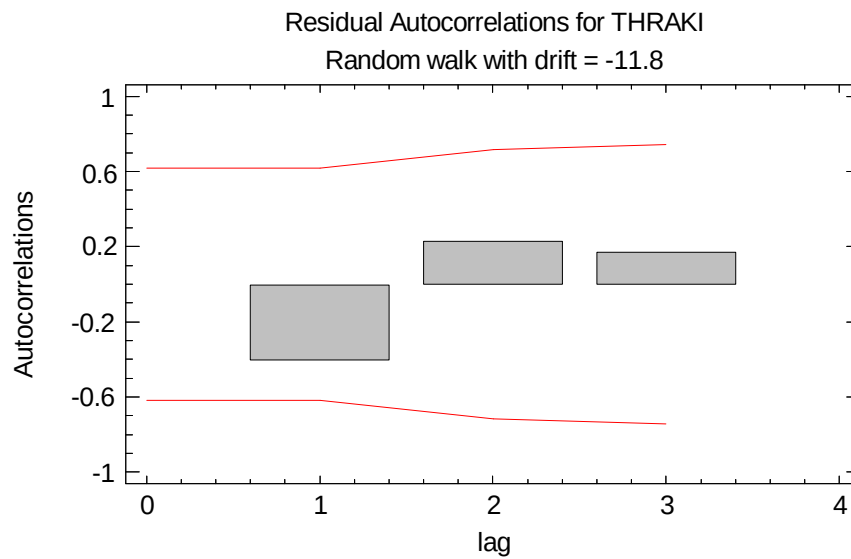
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: THRAKI

Model: Random walk with drift = -11.8

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.40718	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.226677	0.36491	-0.715211	0.715211
3	0.170734	0.378729	-0.742296	0.742296

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι αρχικά ο συντελεστής έχει αρνητική τιμή αλλά καθώς περνάνε οι υστερήσεις τείνει προς το μηδέν γεγονός που επιβεβαιώνει την επιλογή μας.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής:

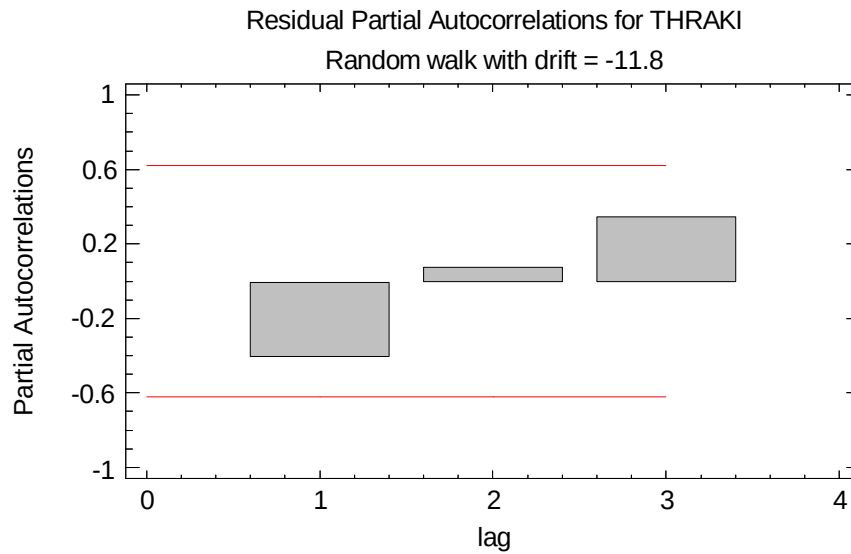
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: THRAKI

Model: Random walk with drift = -11.8

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.40718	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.0729821	0.316228	-0.619796	0.619796
3	0.344693	0.316228	-0.619796	0.619796

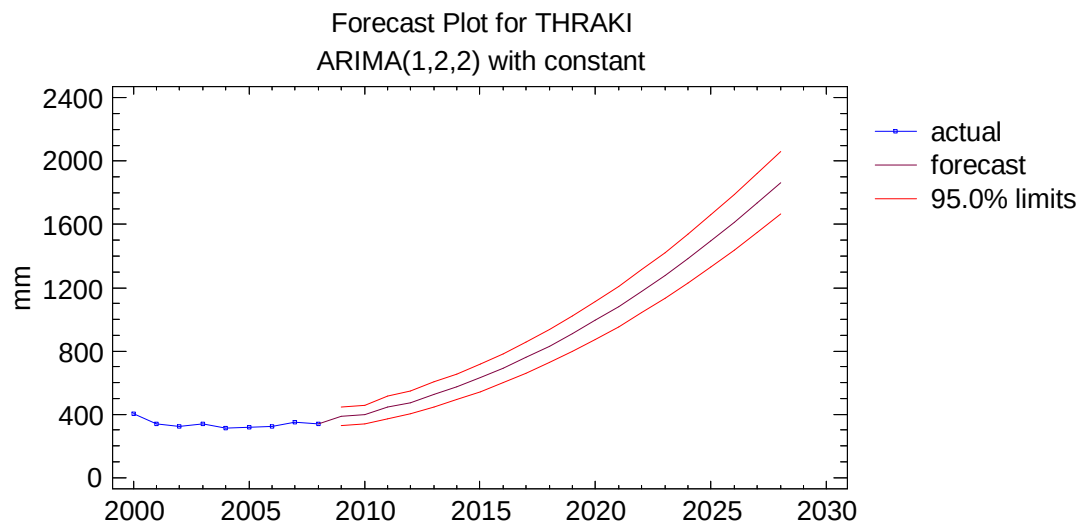
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε μεταβολές στην τιμή του συντελεστή ξεκινώντας με αρνητική τιμή, πλησιάζοντας το μηδέν στην συνέχεια και παίρνοντας θετική τιμή αλλά πάντοτε κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

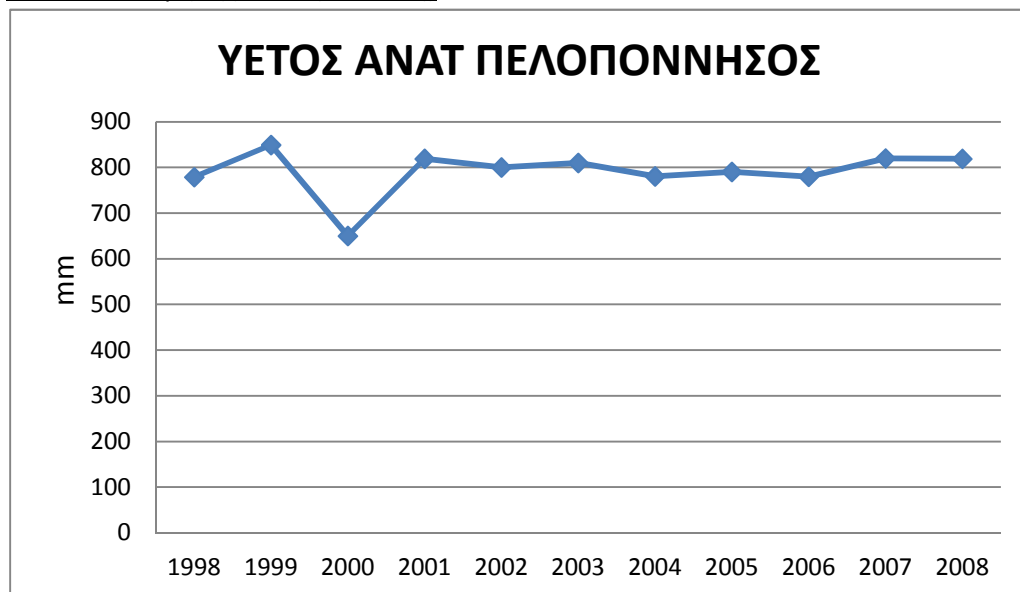


Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρατηρούμε μία έντονη πτωτική τάση φτάνοντας στα 101mm στο 2028 γεγονός που καθιστά επιτακτική την ανάγκη για αρδευτικά έργα.

3.3.15 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ -ΕΙΣΡΟΕΣ

Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος)



Διάγραμμα υετού

Η αρχική τιμή μας το 1998 είναι 778mm στην συνέχεια παρατηρούμε μια μείωση την χρονιά 1999-2000 φτάνοντας τα 650 mm μια επίσης σημαντική αύξηση στα 810mm την αμέσως επόμενη χρονιά και μια σχετικά σταθερή πορεία από εκεί και πέρα με μικρές μειώσεις και αυξήσεις.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το ARIMA(0,0,1) with constant .

Θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας .

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	91.984	55.85	7.47369	1.13687E-14	-0.706395	8.93998
(B)	51.4601	31.5322	4.25497	1.24022E-13	-0.442428	8.06343
(C)	52.7619	31.3613	4.20612	2.06703E-13	-0.416404	8.29522
(H)	54.0371	32.5272	4.4282	-5.60467	-1.174	8.16116
(I)	54.0123	32.5405	4.4269	-4.86642	-1.08056	8.16024
(J)	56.644	31.582	4.30947	-8.67153	-1.55361	8.43721
(M)	42.8225	29.2406	3.81802	-6.84239	-1.13118	7.87776
(N)	41.4726	23.874	3.06887	4.76898	0.38517	7.99552
(O)	51.4601	31.5322	4.25497	1.24022E-13	-0.442428	8.06343
(P)	47.9344	31.151	4.12834	-0.503139	-0.411167	8.1033
(Q)	48.5076	31.3413	4.11099	10.4711	0.948646	8.12708

Το μοντέλο ARIMA(0,0,1) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα N και όπως και βλέπουμε έχει την μικρότερη τιμή σφάλματος σε σχέση με τα υπόλοιπα υπό εξέταση μοντέλα.

<i>Model</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	91.984	OK	*	OK	OK	***
(B)	51.4601	OK	OK	OK	OK	**
(C)	52.7619	OK	OK	OK	OK	**
(H)	54.0371	OK	OK	OK	OK	**
(I)	54.0123	OK	OK	OK	OK	**
(J)	56.644	OK	OK	OK	OK	**
(M)	42.8225	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	41.4726	OK	OK	OK	OK	*
(O)	51.4601	OK	OK	OK	OK	**
(P)	47.9344	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	48.5076	OK	OK	OK	OK	**

Πίνακας ελέγχων

Από ότι βλέπουμε το μοντέλο μας εκτός του χαμηλότερου σφάλματος περνάει και τους τέσσερις από τους πέντε ελέγχους του προγράμματος.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τον πίνακα πρόβλεψης και προσαρμογής για το μοντέλο μας.

Forecast Table for ANAT MAKEDONIA(Μονάδα Μέτρησης : mm (ανά έτος))

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	778.9	778.132	0.768239
1999	849.3	788.166	61.1337
2000	650.1	734.948	-84.8485
2001	819.0	863.645	-44.6454
2002	800.0	828.203	-28.2026
2003	810.0	813.707	-3.70675
2004	780.4	792.111	-11.7114
2005	790.4	799.168	-8.76822
2006	780.0	796.574	-16.5735
2007	820.0	803.455	16.5453
2008	819.0	774.257	44.7427

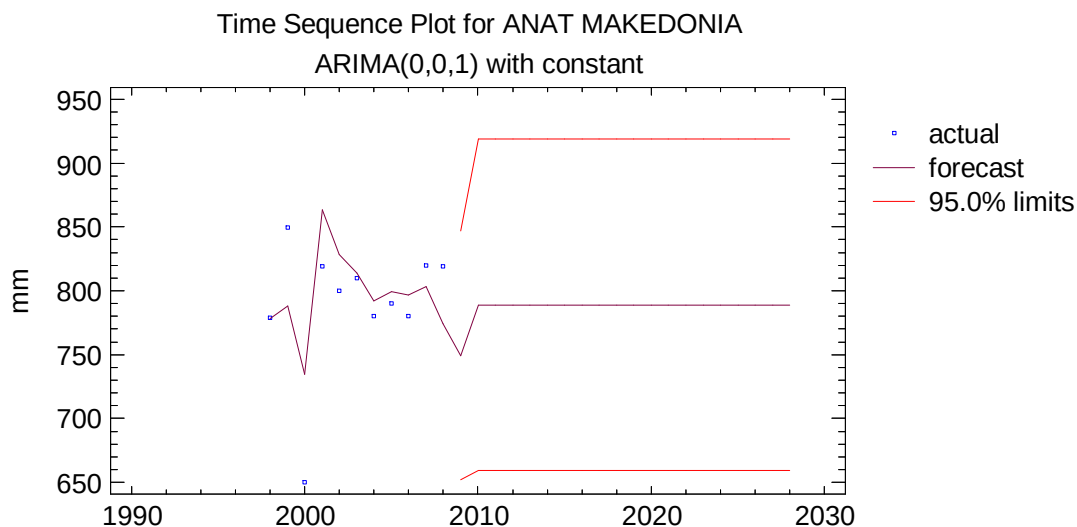
Πίνακας προσαρμογής

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2009	749.399	652.095	846.702
2010	788.844	659.126	918.561
2011	788.844	659.126	918.561
2012	788.844	659.126	918.561
2013	788.844	659.126	918.561
2014	788.844	659.126	918.561
2015	788.844	659.126	918.561
2016	788.844	659.126	918.561
2017	788.844	659.126	918.561
2018	788.844	659.126	918.561
2019	788.844	659.126	918.561
2020	788.844	659.126	918.561
2021	788.844	659.126	918.561
2022	788.844	659.126	918.561
2023	788.844	659.126	918.561
2024	788.844	659.126	918.561
2025	788.844	659.126	918.561

2026	788.844	659.126	918.561
2027	788.844	659.126	918.561
2028	788.844	659.126	918.561

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από το παραπάνω πίνακα είναι το εξής:



Διάγραμμα προσαρμογής

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης φαίνονται παρακάτω:

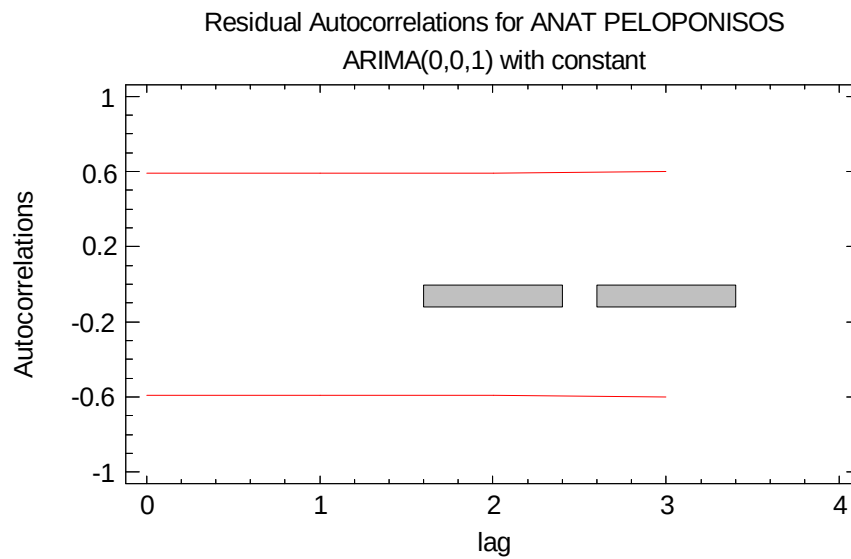
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0065125	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.126173	0.301524	-0.590978	0.590978
3	-0.125263	0.306286	-0.600311	0.600311

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης κυμαίνεται σταθερά πολύ κοντά στο μηδέν γεγονός που επιβεβαιώνει την τυχαιότητα των δεδομένων μας.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής:

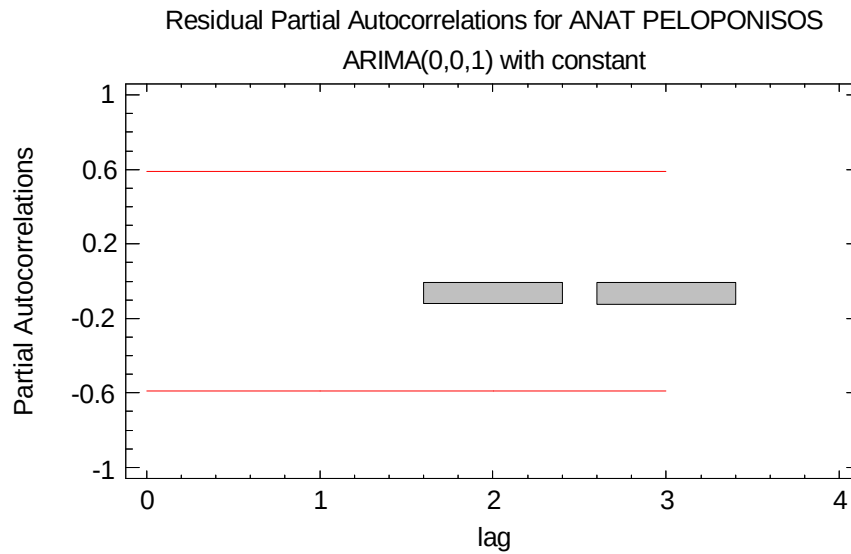
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT PELOPONISOS

Model: ARIMA(0,0,1) with constant

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0065125	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.126221	0.301511	-0.590953	0.590953
3	-0.129072	0.301511	-0.590953	0.590953

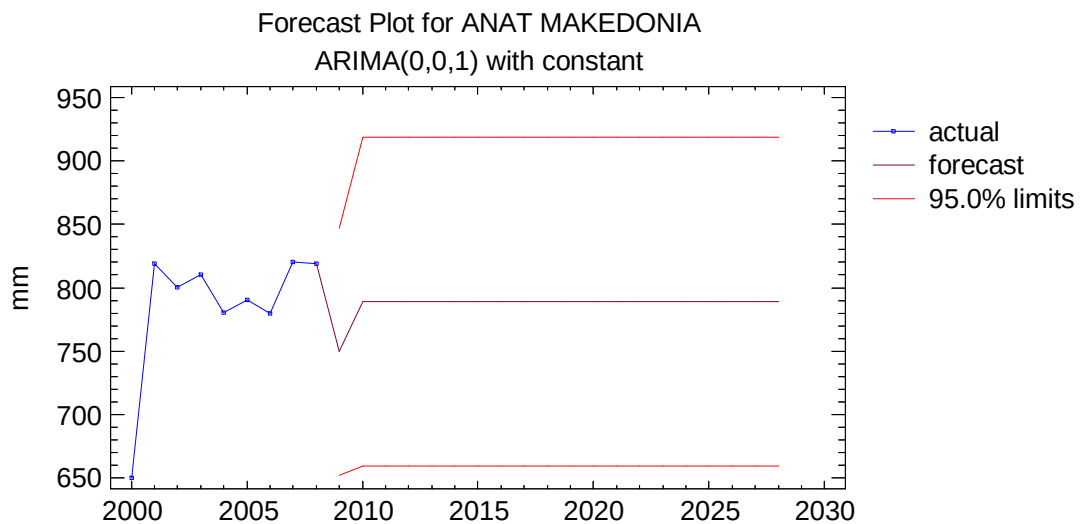
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Από ότι βλέπουμε και ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης είναι πάντα κοντά στο μηδέν ακολουθώντας συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει για τα δεδομένα μας είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης

Και για αυτό το υδατικό διαμέρισμα η πρόβλεψη μας δίνει μια στατική τάση χωρίς αυξήσεις ή μειώσεις για τα επόμενα 20 χρόνια εξαιρουμένης της περιόδου 2008-2013 κατά την οποία παρατηρούμε και μία μείωση της τιμής.

3.3.16 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΥΕΤΟΥ

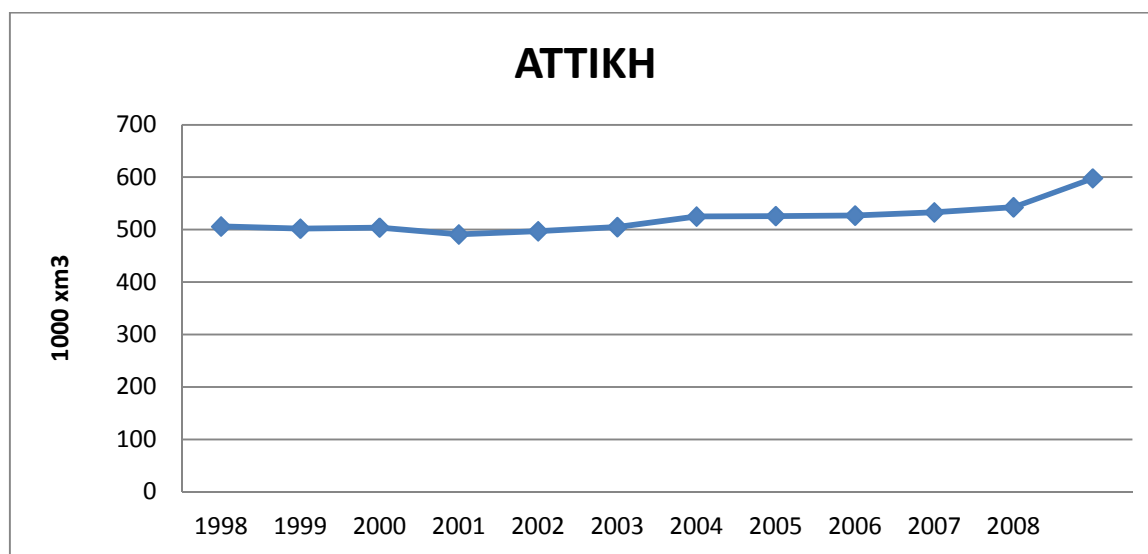
Είναι προφανές ότι παρουσιάστηκαν κοινές συμπεριφορές των δεδομένων στα παραπάνω διαγράμματα γεγονός σχετικά αναμενόμενο αν αναλογιστούμε την φύση των δεδομένων. Οι κατακρημνίσεις(υετός) παρά τις τοπικές διαφορές που μπορεί να παρουσιαστούν ακολουθούν την ίδια συμπεριφορά στο μεγαλύτερο ποσοστό τους καθότι την επικράτεια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σημαντική μείωση που παρατηρήσαμε την χρονιά 1999-2000 στην πλειοψηφία των υδατικών διαμερισμάτων. Το γεγονός αυτό της σχετικά «όμοιας» κατανομής των δεδομένων οδήγησε και στην χρησιμοποίηση των ίδιων περίπου μοντέλων, κυρίων ARIMA για την πρόγνωση τους. Όσο αναφορά τα αποτελέσματα της πρόγνωσης είναι ξεκάθαρο ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων προκύπτει στασιμότητα ή μείωση για τα επόμενα χρόνια γεγονός που επιβάλλει την ευαισθητοποίηση μας στην μη άσκοπη χρήση του νερού αλλά και την δημιουργία κατάλληλων υποδομών(φράγματα, τεχνητές λίμνες, μονάδες αφαλάτωσης) για να διασφαλίσουμε την ύπαρξη υδατικών πόρων στα δύσκολα χρόνια που έρχονται.

3.4 ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΕΚΡΩΝ

Στο τμήμα αυτό της εργασίας θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα των προγνώσεων για τις εκροές, δηλαδή το ποσό του νερού που σπαταλάμε. Θα παρουσιαστούν δεδομένα ανά υδατικό διαμέρισμα.

3.4.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 xm^3)



Παρατηρούμε μία όχι τόσο έντονη αλλά σταθερή ανοδική πορεία. Το γεγονός αυτό δεν μας προκαλεί έκπληξη αφού είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια όλο και μεγαλύτερος αριθμός κατοίκων

εγκατέλειπε την επαρχία και τα νησιά και έφταναν στα μεγάλα αστικά κέντρα ή σε περιοχές κοντά σε αυτά αναζητώντας καλύτερες συνθήκες εργασίας και διαβίωσης.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το : ARIMA(0,2,0).

Ο πίνακας σφαλμάτων και ελέγχου είναι ο εξής :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	17.6355	10.9017	2.01773	-1.03352E-14	-0.141221	5.86558
(B)	28.959	20.5542	3.85266	7.57912E-14	-0.26298	6.89843
(C)	17.6772	12.8412	2.41932	-1.32635E-12	-0.0848025	6.07788
(H)	18.7803	10.5003	1.91527	7.66701	1.3412	6.03228
(I)	17.259	11.2752	2.09967	4.2752	0.723931	5.86333
(J)	18.0271	10.2005	1.87757	4.81544	0.808537	6.11709
(M)	18.0132	12.73	2.36084	5.93	1.02741	5.78221
(N)	15.393	11.7448	2.20997	1.84202	0.2987	5.80116
(O)	18.78	11.4545	2.08933	8.36364	1.46306	5.86558
(P)	17.6355	10.9017	2.01773	-1.03352E-14	-0.141221	5.90649
(Q)	17.9292	11.766	2.19074	2.27374E-14	-0.105682	5.93952

Το μοντέλο ARIMA(0,2,0) αντιστοιχεί στο γράμμα N

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	17.6355	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	28.959	*	**	OK	**	**
(C)	17.6772	*	OK	OK	OK	OK
(H)	18.7803	OK	OK	OK	OK	*
(I)	17.259	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	18.0271	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	18.0132	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	15.393	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	18.78	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	17.6355	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	17.9292	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το επιλεγθέν μοντέλο πέρα του μικρότερου σφάλματος περνάει και τους πέντε ελέγχους του στατιστικού πακέτου γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα της επιλογής μας.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for ΑΤΙΚΚΙ ΣΙΝΟΛΟ(ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 χm³))

Model: ARIMA(0,2,0)

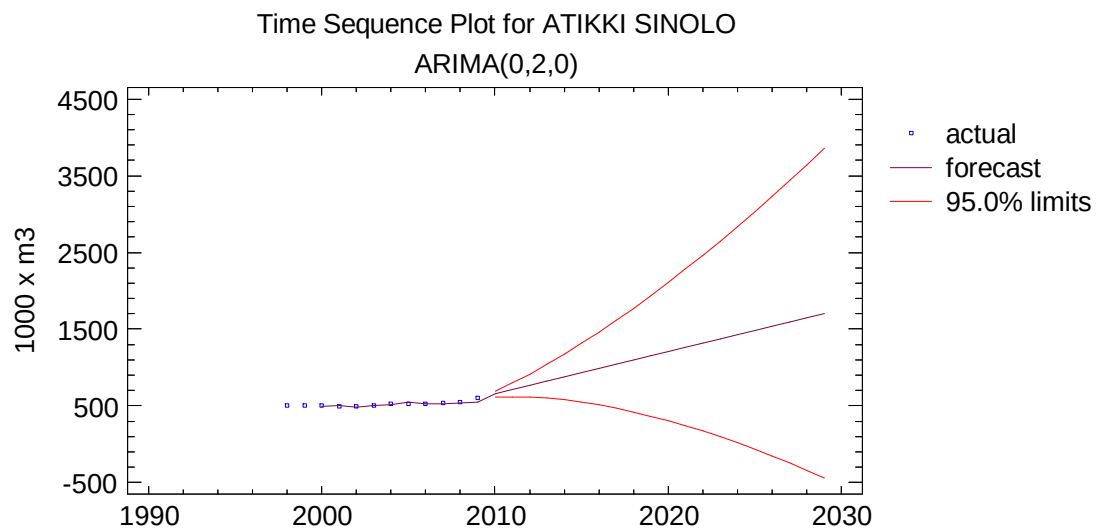
Period	Data	Forecast	Residual
1998	506.0		
1999	502.0		
2000	504.0	498.0	6.0
2001	491.0	506.0	-15.0
2002	497.0	478.0	19.0
2003	505.0	503.0	2.0
2004	525.0	513.0	12.0
2005	526.0	545.0	-19.0
2006	527.0	527.0	0.0
2007	532.95	528.0	4.95
2008	542.7	538.9	3.8
2009	598.0	552.45	45.55

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2010	653.3	613.164	693.436
2011	708.6	618.853	798.347
2012	763.9	613.725	914.075
2013	819.2	599.366	1039.03
2014	874.5	576.844	1172.16
2015	929.8	546.927	1312.67
2016	985.1	510.205	1459.99
2017	1040.4	467.144	1613.66
2018	1095.7	418.127	1773.27
2019	1151.0	363.476	1938.52
2020	1206.3	303.464	2109.14
2021	1261.6	238.33	2284.87
2022	1316.9	168.282	2465.52
2023	1372.2	93.5062	2650.89
2024	1427.5	14.1674	2840.83
2025	1482.8	-69.5847	3035.18
2026	1538.1	-157.614	3233.81
2027	1593.4	-249.797	3436.6
2028	1648.7	-346.02	3643.42
2029	1704.0	-446.178	3854.18

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή κρίνεται ικανοποιητική αφού δύο σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής .

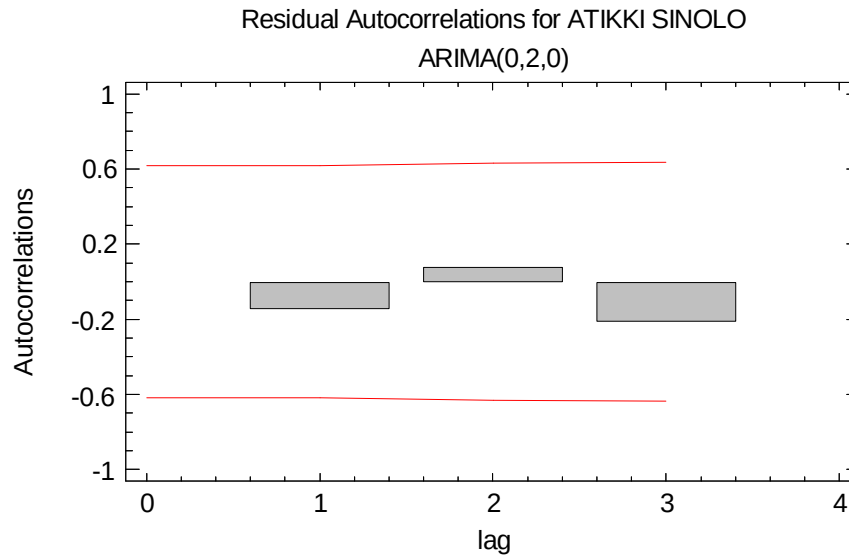
Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ATIKKI SINOLO
Model: ARIMA(0,2,0)

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.148707	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.076983	0.323145	-0.633354	0.633354
3	-0.213489	0.324974	-0.636938	0.636938

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

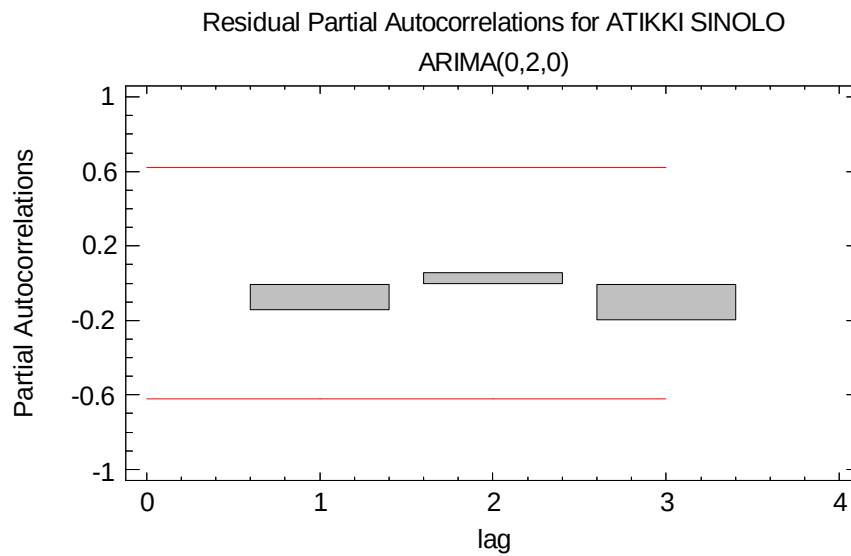
Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα παρακάτω:

Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ATIKKI SINOLO
Model: ARIMA(0,2,0)

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.148707	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.0561102	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.199362	0.316228	-0.619796	0.619796

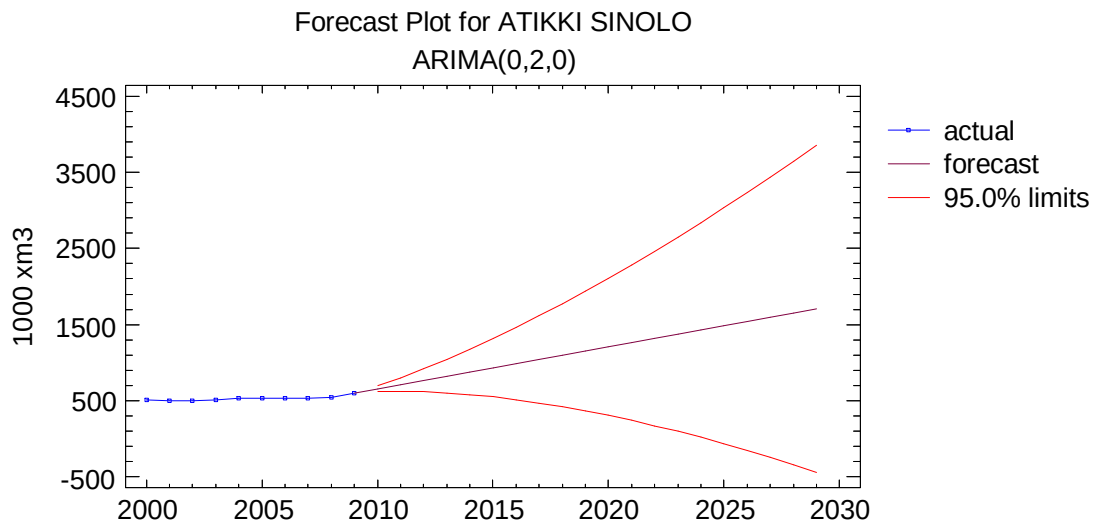
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Όπως και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης έτσι και ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης παρά τις μεταβολές διατηρεί τιμές κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

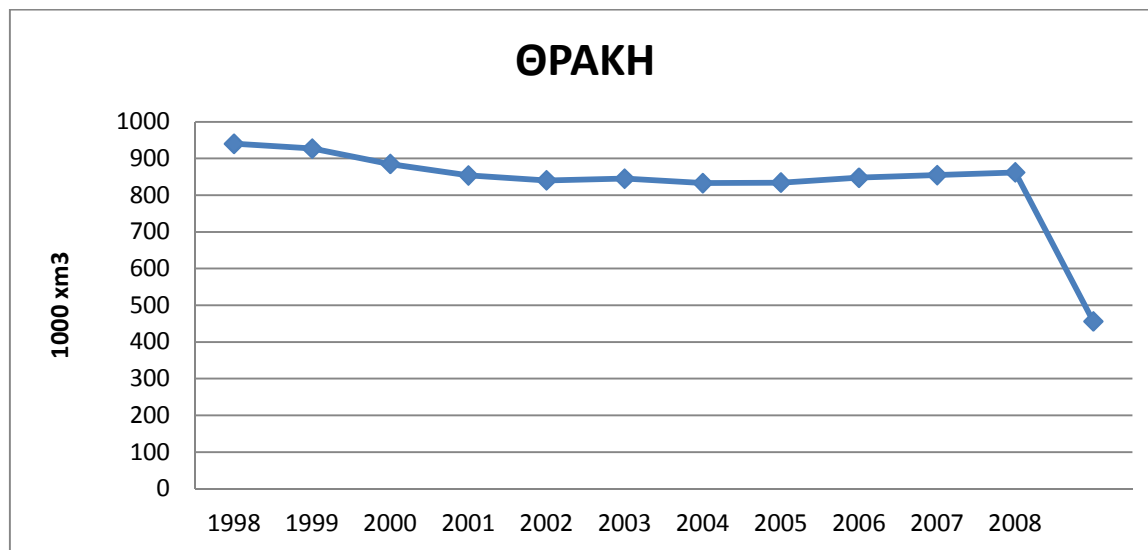


Διάγραμμα πρόβλεψης

Όπως αναφέραμε και στο διάγραμμα των υπάρχοντων δεδομένων η αύξηση που προκύπτει είναι αναμενόμενη. Επίσης παρατηρούμε την μορφή των ορίων εμπιστοσύνης τα οποία ταιριάζουν σε μοντέλο ARIMA εφόσον διευρύνονται με την πάροδο του χρόνου.

3.4.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Παρατηρούμε μια πτωτική πορεία η οποία κατά το έτος 2007-2008 γίνεται εξαιρετικά απότομη φτάνοντας τα 450 hm³ το 2008 όταν το 1998 η αντίστοιχη τιμή ήταν 950 hm³. Πρόκειται για μια πτώση μεγαλύτερη του 50%.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι η γραμμική τάση(linear trend) $\text{Linear trend} = 44134.2 + -21.6135 t$. Για επιβεβαιώσουμε ότι σωστά επιλέξαμε το παραπάνω μοντέλο θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και ελέγχων. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	121.337	65.8545	11.0794	0.0	-3.36236	9.63694
(B)	123.317	62.6021	10.3431	-7.57912E-14	-3.38547	9.79618
(C)	100.238	57.7561	8.93868	-1.09897E-12	-2.1681	9.54842
(H)	123.775	45.9507	8.8219	-40.3339	-8.1622	9.8036
(I)	125.634	46.9169	8.99739	-34.9339	-7.57713	9.83342
(J)	129.696	48.6101	9.13361	-20.2736	-5.82879	10.0637
(M)	123.775	50.1273	9.62381	-44.0	-8.90416	9.63694
(N)	131.638	53.7	10.5183	-39.32	-8.81395	9.76011
(O)	121.337	65.8545	11.0794	0.0	-3.36236	9.76382
(P)	123.317	62.6021	10.3431	-7.57912E-14	-3.38547	9.79618
(Q)	114.754	66.5866	10.5019	12.239	-1.26954	9.81891

Το μοντέλο της γραμμικής τάσης(linear trend) αντιστοιχεί στο γράμμα C και παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα υπο εξέταση σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	121.337	OK	OK	OK	OK	**
(B)	123.317	OK	OK	OK	OK	*
(C)	100.238	*	*	OK	OK	***
(H)	123.775	OK	OK	OK	OK	***

(I)	125.634	OK	OK	OK	OK	***
(J)	129.696	OK	OK	OK	OK	***
(M)	123.775	OK	OK	OK	OK	**
(N)	131.638	OK	OK	OK	OK	*
(O)	121.337	OK	OK	OK	OK	**
(P)	123.317	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	114.754	**	OK	OK	OK	**

Πίνακας ελέγχων

Παρόλο που σε σχέση με άλλα πιθανά μοντέλα το επιλεχθέν περνάει τρεις από τους πέντε ελέγχους η μεγάλη διαφορά που έχει στην τιμή των σφαλμάτων σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα καθιστά την επιλογή μας σωστή.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων μας:

Forecast Table for THRAKI SINOLO_(ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: Linear trend = 44134.2 + -21.6135 t

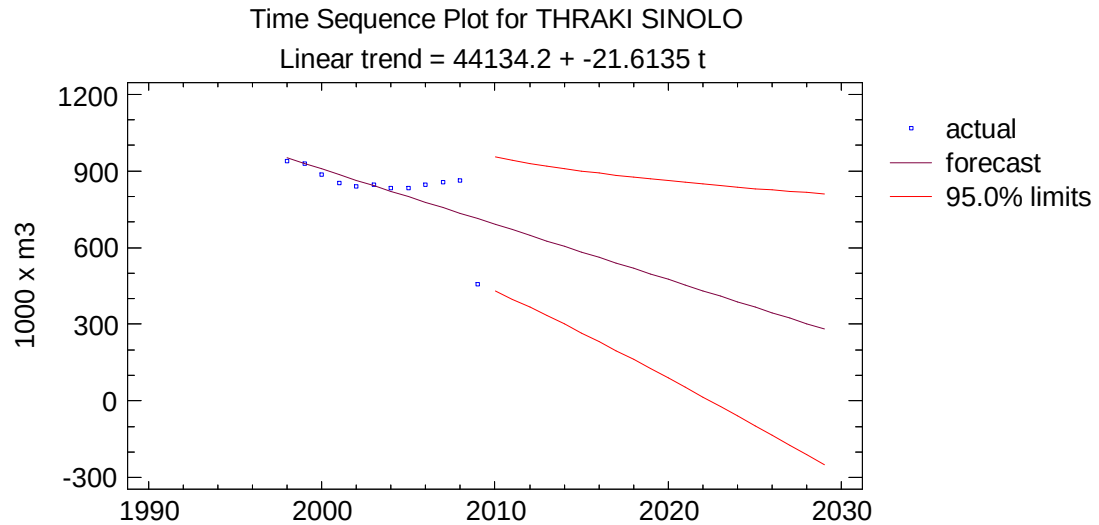
Period	Data	Forecast	Residual
1998	940.0	950.487	-10.4865
1999	927.0	928.873	-1.87308
2000	885.0	907.26	-22.2596
2001	854.0	885.646	-31.6462
2002	840.5	864.033	-23.5327
2003	845.0	842.419	2.58077
2004	833.0	820.806	12.1942
2005	834.3	799.192	35.1077
2006	847.55	777.579	69.9712
2007	854.8	755.965	98.8346
2008	862.2	734.352	127.848
2009	456.0	712.738	-256.738

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2010	691.125	428.87	953.38
2011	669.512	398.106	940.918
2012	647.898	366.398	929.398
2013	626.285	333.844	918.725
2014	604.671	300.536	908.806
2015	583.058	266.558	899.558
2016	561.444	231.984	890.905
2017	539.831	196.882	882.779
2018	518.217	161.313	875.122
2019	496.604	125.328	867.88
2020	474.99	88.9743	861.006
2021	453.377	52.2926	854.461
2022	431.763	15.3184	848.209
2023	410.15	-21.9172	842.217
2024	388.537	-59.3867	836.46
2025	366.923	-97.0662	830.912
2026	345.31	-134.935	825.554
2027	323.696	-172.974	820.366
2028	302.083	-211.166	815.332
2029	280.469	-249.499	810.437

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Παρόλο που το μοντέλο προσπαθεί να ακολουθήσει όσο το δυνατόν καλύτερη προσαρμογή οι συνεχείς και απότομες μεταβολές στις τιμές των δεδομένων την καθιστά αρκετά δύσκολη.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

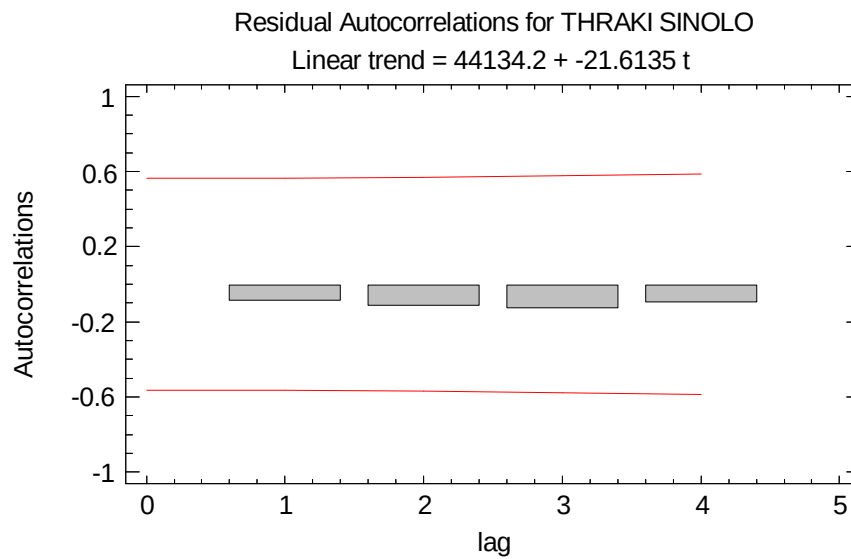
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: THRAKI SINOLO

Model: Linear trend = $44134.2 + -21.6135 t$

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0886406	0.288675	-0.565794	0.565794
2	-0.115126	0.290934	-0.570222	0.570222
3	-0.129221	0.294706	-0.577615	0.577615
4	-0.0993922	0.299391	-0.586796	0.586796

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Η τιμή του συντελεστή μεταβάλλεται καθώς περνάνε οι υστερήσεις παραμένοντας κοντά στο μηδέν σε κάθε περίπτωση γεγονός που επιβεβαιώνει την τυχαιότητα των δεδομένων μας.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης:

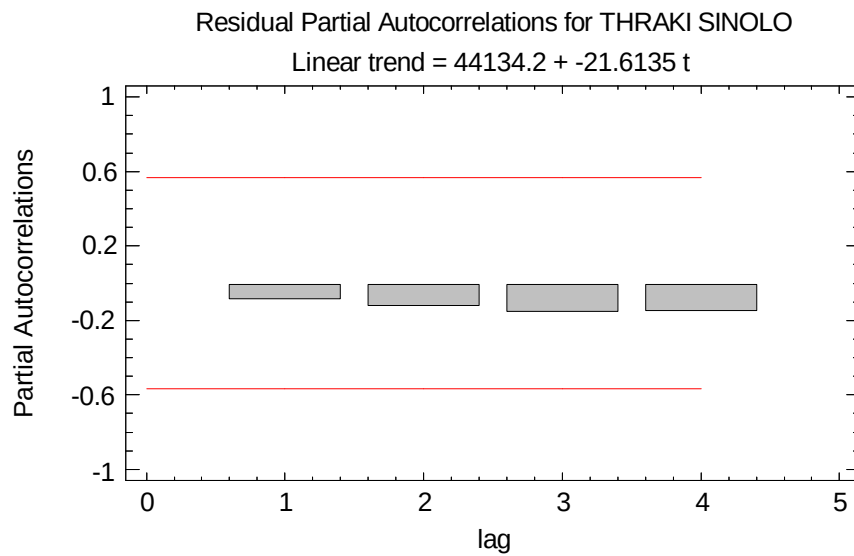
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: THRAKI SINOLO

Model: Linear trend = 44134.2 + -21.6135 t

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.0886406	0.288675	-0.565794	0.565794
2	-0.123957	0.288675	-0.565794	0.565794
3	-0.155265	0.288675	-0.565794	0.565794
4	-0.151642	0.288675	-0.565794	0.565794

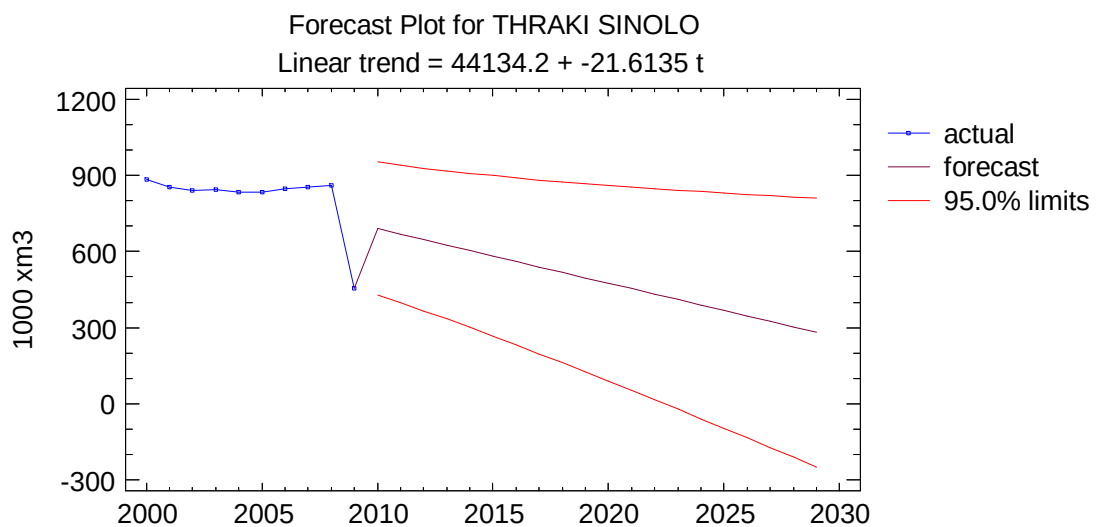
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Και η τιμή του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης μεταβάλλονται παραμένοντας όμως κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

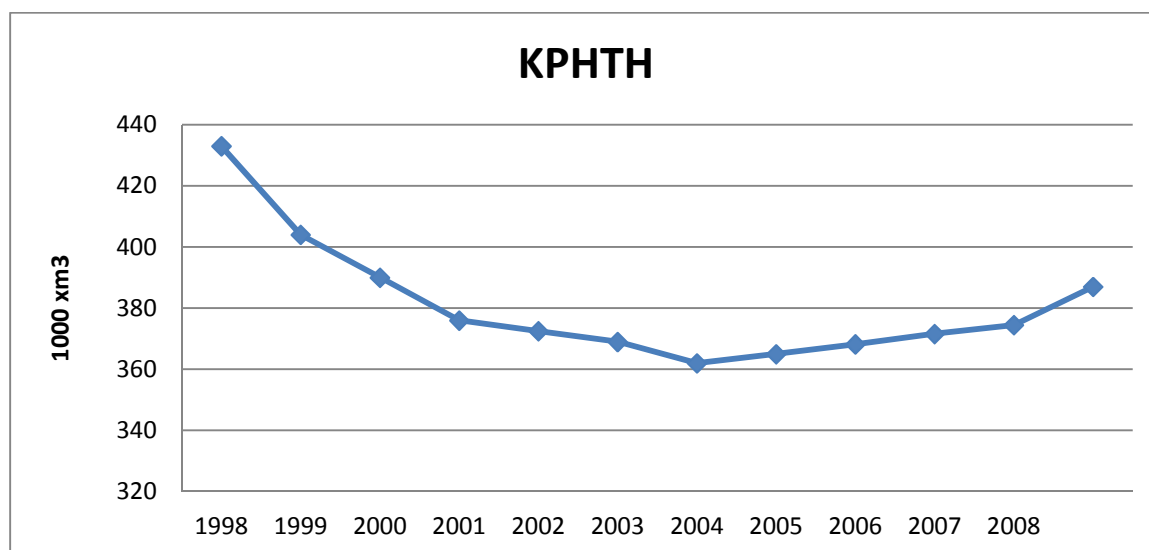


Διάγραμμα πρόβλεψης.

Προβλέπεται μια σημαντική πτώση στην ζήτηση νερού για το συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί από την μείωση των κατοίκων στο συγκεκριμένο διαμέρισμα. Το γεγονός δεν αποτελεί έκπληξη καθώς είναι γνωστό το φαινόμενο «φυγής» των κατοίκων από τα απομακρυσμένα υδατικά διαμερίσματα προς άλλα πιο κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα.

3.4.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ-ΕΚΡΟΣΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Παρατηρούμε μια μείωση στην κατανάλωση νερού μέχρι και το 2004 από όπου ξεκινάμε να έχουμε αύξηση μέχρι και το 2008. Η αρχική μας τιμή το 1998 ήταν 433 hm³ ενώ η τελική μας τιμή το 2008 είχε πέσει στα 387 hm³.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε ως καταλληλότερο στην περίπτωση αυτή είναι ARIMA(0,2,1) with constant. Παραθέτουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε ότι σωστά επιλέξαμε το μοντέλο αυτό ως καταλληλότερο. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	11.4438	8.59504	2.23931	5.16758E-15	0.0483478	4.91663
(B)	20.2319	14.9556	3.82299	6.15804E-14	-0.24063	6.18119
(C)	16.9168	12.7704	3.30394	-1.42109E-14	-0.153647	5.98995
(H)	11.6857	8.00082	2.07717	-3.83358	-0.975311	5.0834
(I)	14.2126	8.95861	2.24753	-1.37519	-0.248594	5.47492
(J)	10.1536	7.64501	2.02035	4.74079	1.30149	4.969
(M)	3.76846	2.70626	0.728274	1.24736	0.335744	2.98667
(N)	4.04843	2.82749	0.759042	1.07679	0.28765	3.29666
(O)	4.22013	2.96788	0.793055	0.0686946	0.0295053	3.37973
(P)	4.30342	2.64576	0.712559	1.40861	0.379526	3.58549
(Q)	5.62964	4.49445	1.20409	0.307871	0.0667321	3.78942

Το μοντέλο ARIMA(0,2,1) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπο εξέταση σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	11.4438	OK	*	OK	**	OK
(B)	20.2319	***	*	OK	OK	*
(C)	16.9168	***	*	OK	OK	OK

(H)	11.6857	OK	*	OK	*	OK
(I)	14.2126	OK	OK	OK	OK	*
(J)	10.1536	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	3.76846	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	4.04843	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	4.22013	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	4.30342	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	5.62964	OK	OK	OK	OK	**

Πίνακας ελέγχων.

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι εκτός του μικρότερου σφάλματος το επιλεχθέν μοντέλο περνάει και τους πέντε ελέγχους γεγονός που επιβεβαιώνει την επιλογή μας.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής:

Forecast Table for KRITI SINOLO(ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

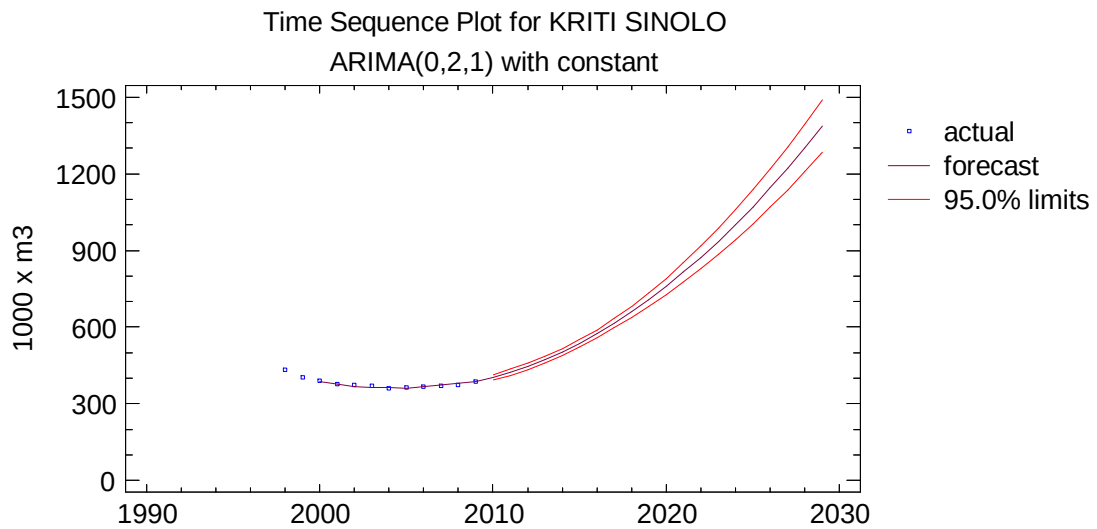
Period	Data	Forecast	Residual
1998	433.0		
1999	404.0		
2000	390.0	387.608	2.39216
2001	376.0	376.539	-0.538786
2002	372.5	366.256	6.24446
2003	369.0	364.654	4.34633
2004	362.0	363.561	-1.56069
2005	365.0	360.551	4.44858
2006	368.2	365.931	2.26897
2007	371.6	372.095	-0.495013
2008	374.5	379.2	-4.70003
2009	387.0	386.932	0.067569

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων.

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2010	402.987	392.53	413.444
2011	422.546	409.587	435.504
2012	445.677	431.841	459.513
2013	472.38	458.394	486.367
2014	502.656	488.649	516.663
2015	536.504	522.051	550.957
2016	573.925	558.133	589.717
2017	614.917	596.657	633.178
2018	659.482	637.648	681.317
2019	707.62	681.256	733.984
2020	759.329	727.642	791.016
2021	814.611	776.935	852.287
2022	873.465	829.227	917.704
2023	935.892	884.584	987.2
2024	1001.89	943.056	1060.73
2025	1071.46	1004.68	1138.24
2026	1144.61	1069.48	1219.73
2027	1221.32	1137.49	1305.15
2028	1301.61	1208.72	1394.5
2029	1385.47	1283.19	1487.75

Πίνακας πρόβλεψης.

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες είναι το εξής:



Διάγραμμα προσαρμογής.

Πρόκειται για μια αρκετά ικανοποιητική προσαρμογή αφού μόλις δύο τιμές βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής ενώ τα όρια ακολουθούν την γραμμή στην αρχή και διευρύνονται στη συνέχεια.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι ο εξής :

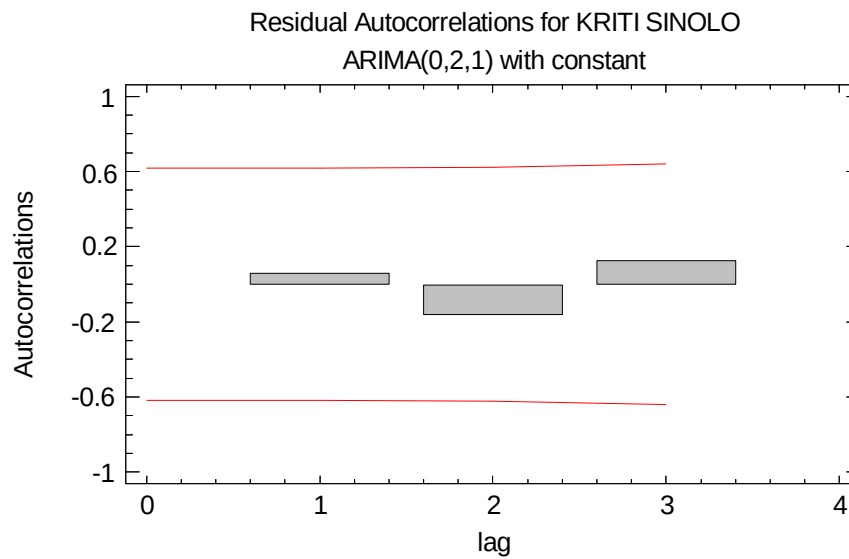
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: KRITI SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.0580705	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.167186	0.317292	-0.621883	0.621883
3	0.126205	0.325983	-0.638915	0.638915

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης .

Ο συντελεστής μεταβάλλεται παίρνοντας τότε αρνητικές και τότε θετικές τιμές βρισκόμενος όμως πάντα κοντά στο μηδέν γεγονός που επιβεβαιώνει ότι σωστά το θεωρήσαμε ως καταλληλότερο μοντέλο.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

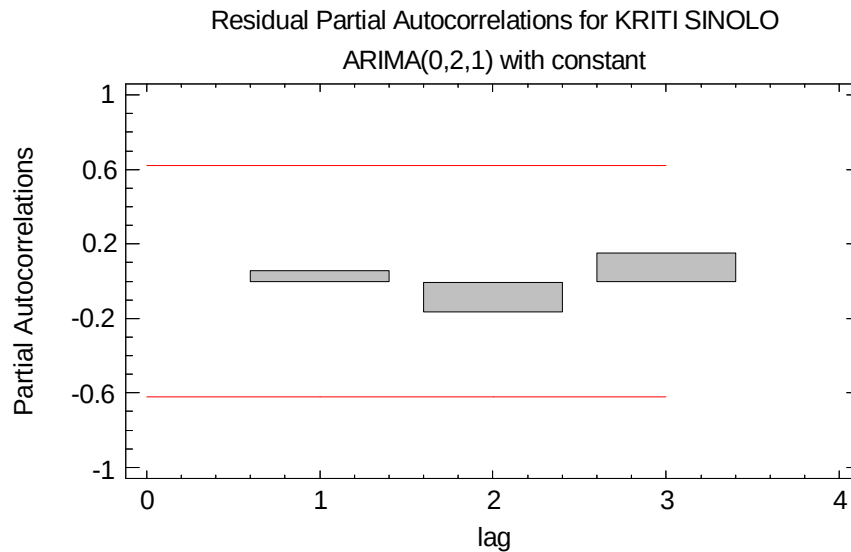
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: KRITI SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	0.0580705	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.171135	0.316228	-0.619796	0.619796
3	0.152478	0.316228	-0.619796	0.619796

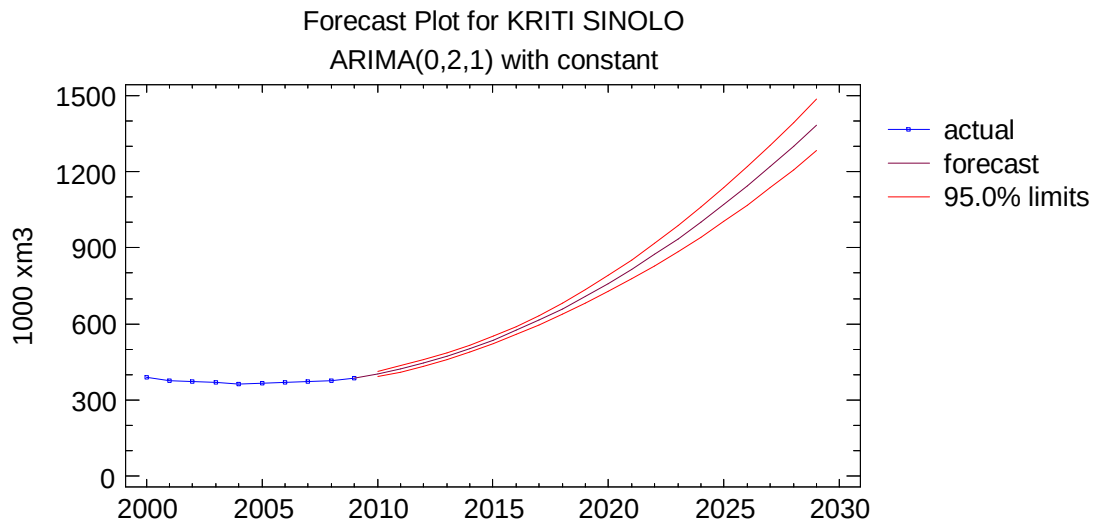
Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης δηλαδή μεταβαλλόμενες τιμές πάντα κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



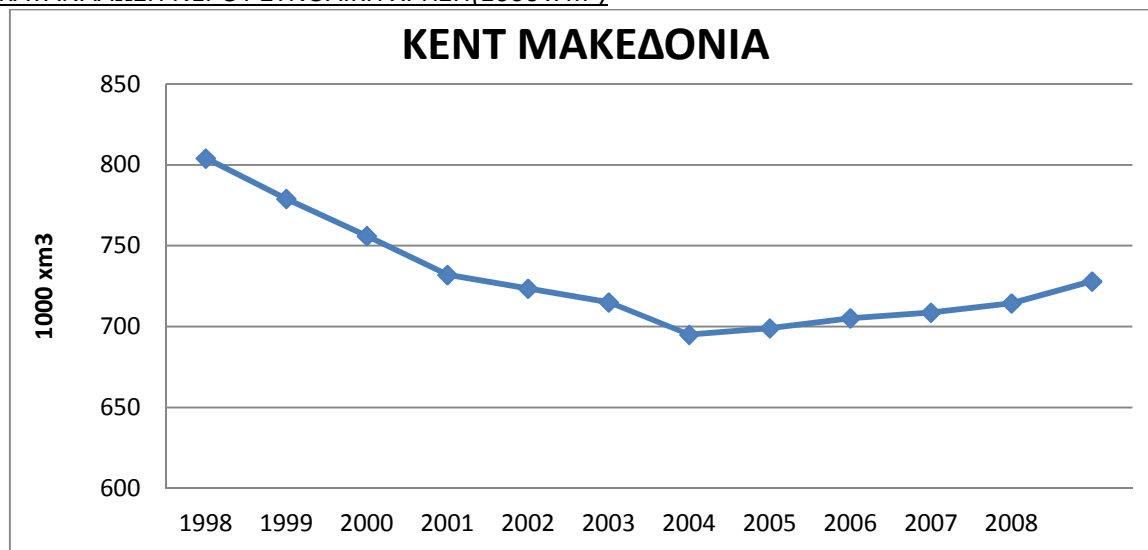
Διάγραμμα πρόβλεψης

Με βάση το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε προκύπτει μια σημαντική αύξηση στα μελλοντικά χρόνια φτάνοντας τα 1300 hm³ το 2028 την στιγμή που η κατανάλωση το 2008 ήταν 387 hm³. Εάν λάβουμε υπόψη μας και το διάγραμμα πρόβλεψης στο οποίο προέκυψε μια σταθερή τιμή του υετού για τα επόμενα χρόνια μπορούμε να αντιληφθούμε ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να έχουμε πρόβλημα με

τους υδατικούς πόρους τα επόμενα χρόνια. Είναι επιτακτική η ανάγκη έργων για να επιτύχουμε αύξηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων και καλύτερη διαχείριση του εισροών (υετού) του υδατικού διαμερίσματος.

3.4.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Παρατηρούμε μια πτωτική τάση ξεκινώντας το 1998 από μια τιμή των 804 hm³ και φτάνοντας το 2008 στα 728 hm³.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε ως το καταλληλότερο είναι το ARIMA (2,2,2) with constant.

Παραθέτουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να πιστοποιήσουμε ότι επιλέξαμε το σωστό μοντέλο. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	14.2603	12.281	1.68928	-3.10055E-14	0.0326333	5.44934
(B)	33.475	25.1778	3.38702	1.04213E-13	-0.18449	7.18826
(C)	23.4524	18.3667	2.50778	2.179E-13	-0.0826916	6.64328
(H)	15.2523	11.8343	1.61537	-6.33387	-0.84677	5.61613
(I)	14.4064	9.917	1.33642	-0.950288	-0.0788236	5.50202
(J)	12.5218	9.99503	1.38982	5.76102	0.823066	5.38828
(M)	3.40592	2.09588	0.293745	0.162622	0.0222566	3.28436
(N)	4.27431	2.83828	0.397637	0.301613	0.0408584	3.57191
(O)	5.39367	3.80831	0.536415	0.437045	0.058831	3.70378
(P)	5.4605	3.77249	0.529733	0.453659	0.0607565	3.89508
(Q)	6.17771	3.76324	0.530974	0.294612	0.0394908	4.14189

Το γράμμα Μ αντιστοιχεί στο μοντέλο ARIMA (2,2,2) with constant και όπως βλέπουμε και από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπό εξέταση σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	14.2603	OK	*	OK	*	OK
(B)	33.475	***	*	OK	*	*
(C)	23.4524	***	*	*	OK	OK
(H)	15.2523	OK	*	OK	*	OK
(I)	14.4064	OK	OK	OK	OK	OK

(J)	12.5218	OK	OK	OK	*	OK
(M)	3.40592	OK	OK		OK	OK
(N)	4.27431	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	5.39367	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	5.4605	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	6.17771	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το μοντέλο που επιλέξαμε περνάει τέσσερις από τους πέντε ελέγχους και σε συνδυασμό με την μεγάλη διαφορά στην τιμή των σφαλμάτων σε σχέση με το αμέσως επόμενο πιθανό μοντέλο κρίνεται ότι ορθώς επιλέξαμε αυτό το μοντέλο.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής:

Forecast Table for KENT MAKEDONIA SINOLO(ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

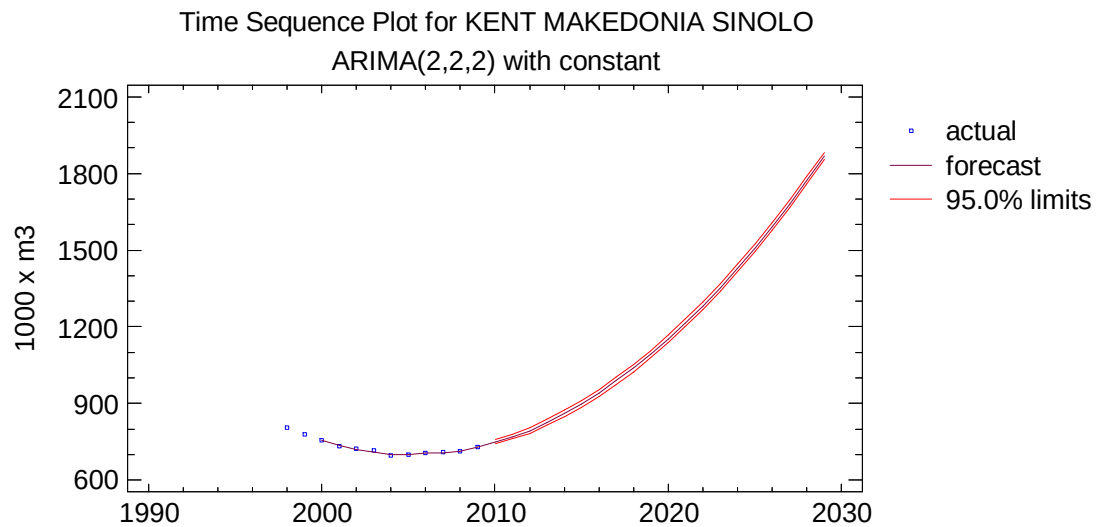
Period	Data	Forecast	Residual
1998	804.0		
1999	779.0		
2000	756.0	756.015	-0.0148962
2001	732.0	734.659	-2.65862
2002	723.5	721.206	2.29444
2003	715.0	711.223	3.77702
2004	695.0	698.106	-3.10577
2005	699.0	698.867	0.13321
2006	705.2	707.783	-2.58272
2007	708.7	705.695	3.00462
2008	714.4	712.317	2.0832
2009	728.0	729.304	-1.30426

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2010	750.231	741.471	758.992
2011	770.361	760.942	779.781
2012	793.662	782.926	804.398
2013	826.44	814.426	838.454
2014	861.8	849.564	874.035
2015	897.657	884.551	910.763
2016	940.398	927.266	953.53
2017	988.96	975.191	1002.73
2018	1038.7	1024.84	1052.57
2019	1092.46	1078.49	1106.43
2020	1152.71	1138.43	1167.0
2021	1216.15	1201.82	1230.48
2022	1282.2	1267.77	1296.64
2023	1353.76	1339.29	1368.23
2024	1430.03	1415.39	1444.68
2025	1509.06	1494.42	1523.71
2026	1592.31	1577.66	1606.96
2027	1680.71	1665.94	1695.49
2028	1772.71	1757.91	1787.51
2029	1868.22	1853.41	1883.02

Πίνακας πρόβλεψης δεδομένων

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από το παραπάνω πίνακα είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων

Πρόκειται για μια αρκετά ικανοποιητική προσαρμογή αφού μόλις δύο σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής αλλά ακόμα και αυτά ακολουθούν την τάση της γραμμής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι ο εξής :

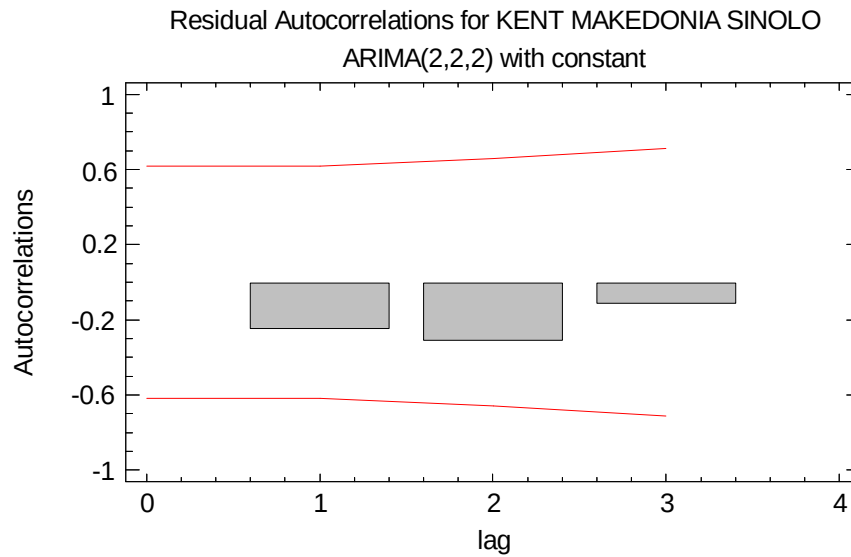
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: KENT MAKEDONIA SINOLO

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.252974	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.315253	0.335856	-0.658267	0.658267
3	-0.116464	0.364247	-0.713913	0.713913

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι παρόλο που στην αρχή ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης αυξάνεται στην πορεία αρχίζει να μειώνεται τείνοντας προς το μηδέν. Επίσης τα όρια εμπιστοσύνης έχουν χαρακτηριστική μορφή η οποία συνάδει με τα μοντέλα ARIMA, καθώς διευρύνονται με το πέρας του χρόνου.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

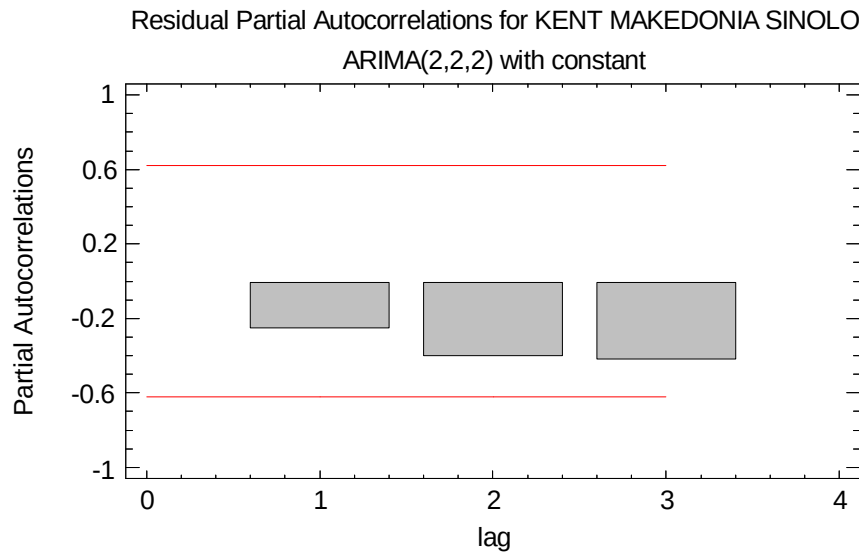
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: KENT MAKEDONIA SINOLO

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.252974	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.405179	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.423125	0.316228	-0.619796	0.619796

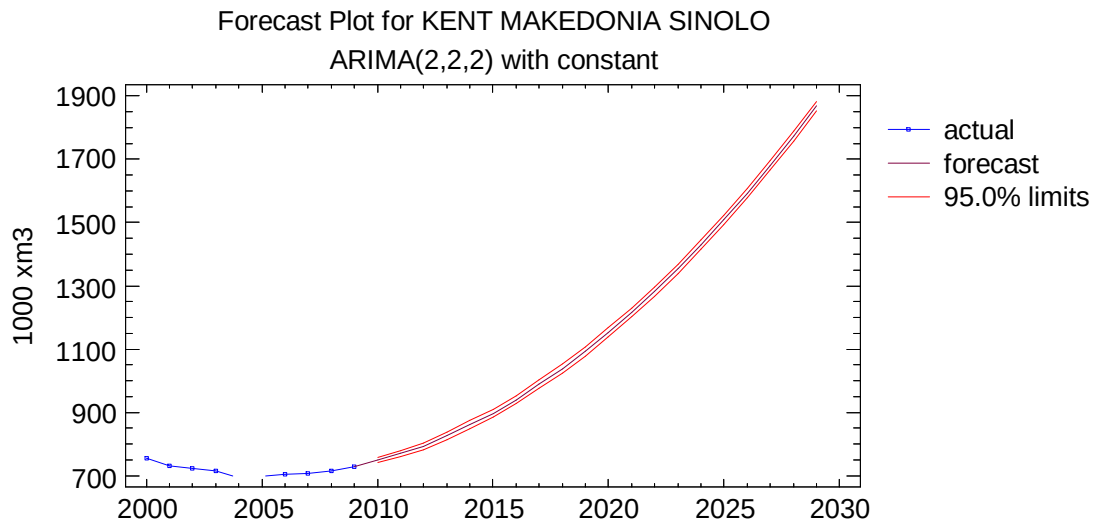
Πίνακας μερικού συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι οι τιμές του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης μεταβάλλονται παίρνοντας αρνητικές τιμές κοντά όμως στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

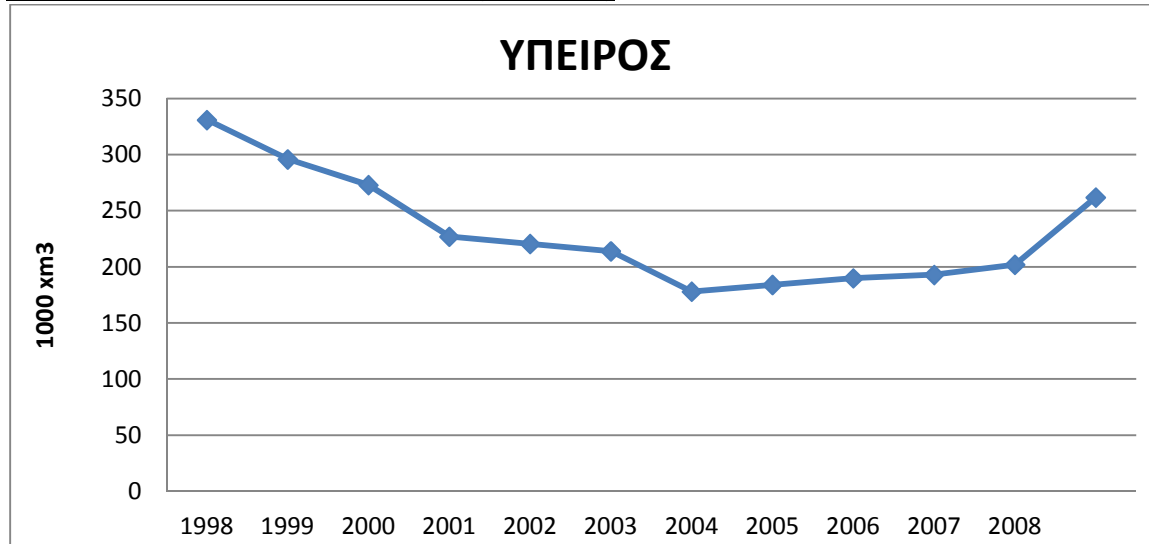


Διάγραμμα πρόβλεψης

Με βάση το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε προκύπτει μια σημαντική αύξηση στα μελλοντικά χρόνια φτάνοντας τα 1772 hm³ το 2028 την στιγμή που η κατανάλωση το 2008 ήταν 782 hm³. Είναι προφανές ότι και σε αυτή την περίπτωση πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην χρήση και εξοικονόμηση των υδατικών πόρων δεδομένου ότι η προβλεπόμενη αύξηση ξεπερνάει το 100%.

3.4.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ-ΕΚΡΟΣΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε μια πτωτική πορεία ξεκινώντας το 1998 με αρχική τιμή 331 hm³ και φτάνοντας στα 695 hm³ στο 2003. Εκ τότε έχουμε μία ανοδική πορεία μέχρι και το 2008 φτάνοντας τα 728 hm³.

Το μοντέλο που επιλέγεται για αυτή την περίπτωση είναι το ARIMA(2,2,0) with constant.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις παραθέτουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	29.2901	20.9752	9.18504	0.0	0.049882	6.70841
(B)	48.9501	39.7556	17.0428	-7.10543E-15	-3.7807	7.94827
(C)	39.3263	29.8535	12.9536	1.39503E-12	-2.27245	7.67712
(H)	28.6237	19.7512	8.50491	-5.75078	-2.61651	6.87514
(I)	30.0915	22.9821	9.84343	2.0831	1.40957	6.97515
(J)	27.6557	20.0286	9.16781	10.3779	4.86511	6.973
(M)	17.0564	11.0515	5.2293	-0.0748353	-0.556128	6.17305
(N)	17.9015	12.8526	5.89454	0.710398	-0.415737	6.26977
(O)	16.6475	10.6399	4.96355	0.476432	-0.360171	6.29118
(P)	20.8185	14.66	6.90223	-2.88944	-2.06282	6.40502
(Q)	16.331	10.0191	4.65402	0.189514	-0.253682	6.41947

Το μοντέλο ARIMA(2,2,0) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Q και από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	29.2901	OK	*	OK	OK	OK
(B)	48.9501	***	*	OK	*	OK
(C)	39.3263	*	*	OK	OK	OK
(H)	28.6237	OK	*	OK	OK	OK
(I)	30.0915	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	27.6557	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	17.0564	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	17.9015	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	16.6475	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	20.8185	OK	OK	OK	OK	OK

(Q)	16.331	OK	OK		OK	OK
-----	--------	----	----	--	----	----

Πίνακας ελέγχων

Παρατηρούμε ότι το επιλεγθέν μοντέλο περνάει τέσσερις από τους πέντε ελέγχους το οποίο είναι ικανοποιητικό ποσοστό.

Ο πίνακας πρόβλεψης και προσαρμογής των δεδομένων είναι ο εξής:

Forecast Table for YPEIROS SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(2,2,0) with constant

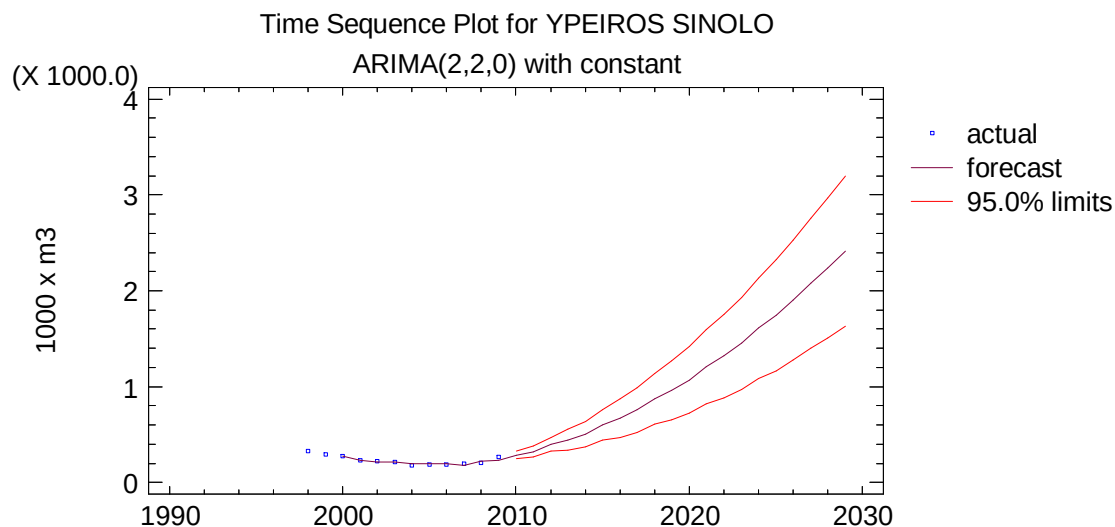
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	331.0		
1999	296.0		
2000	273.0	271.209	1.79051
2001	227.0	229.891	-2.89104
2002	220.5	215.035	5.46546
2003	214.0	217.095	-3.09511
2004	178.0	191.919	-13.9192
2005	184.0	194.059	-10.0594
2006	189.9	196.686	-6.78594
2007	193.0	177.955	15.0451
2008	202.0	220.881	-18.881
2009	262.0	229.418	32.5821

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων.

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2010	285.944	245.536	326.352
2011	320.385	263.955	376.815
2012	400.016	329.32	470.711
2013	445.195	337.923	552.467
2014	504.727	371.5	637.954
2015	603.977	445.909	762.045
2016	670.735	471.764	869.706
2017	755.017	523.26	986.774
2018	873.91	609.431	1138.39
2019	962.545	652.951	1272.14
2020	1071.25	723.277	1419.22
2021	1209.84	822.707	1596.97
2022	1320.61	884.423	1756.79
2023	1453.42	973.962	1932.87
2024	1611.79	1087.64	2135.94
2025	1744.9	1168.02	2321.78
2026	1901.52	1276.94	2526.11
2027	2079.77	1405.6	2753.95
2028	2235.41	1505.05	2965.76
2029	2415.57	1633.42	3197.72

Πίνακας πρόβλεψης δεδομένων.

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από το παραπάνω πίνακα είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων.

Από ότι παρατηρούμε έχουμε δύο σημεία εκτός της γραμμής προσαρμογής γεγονός που καθιστά την προσαρμογή αρκετά ικανοποιητική.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι ο εξής :

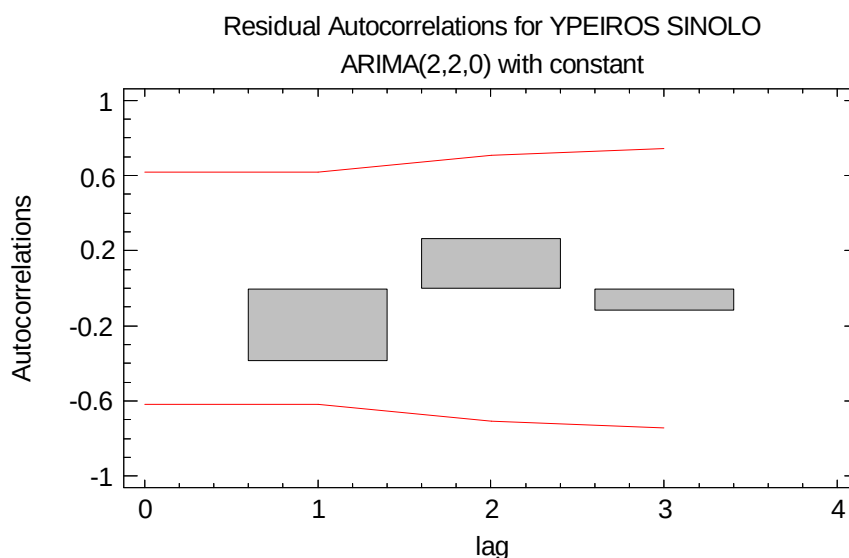
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: YPEIROS SINOLO

Model: ARIMA(2,2,0) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.388192	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.262338	0.360747	-0.707053	0.707053
3	-0.119041	0.379345	-0.743505	0.743505

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Αποτελεί ίσως ένα το πιο χαρακτηριστικά διάγραμμα για μοντέλα ARIMA από όσα έχουμε δει, αφού ο συντελεστής παρά τις μεταβολές του τείνει στο μηδέν ενώ ταυτόχρονα τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνάει ο χρόνος.

Αντίστοιχα το διάγραμμα και ο πίνακας του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

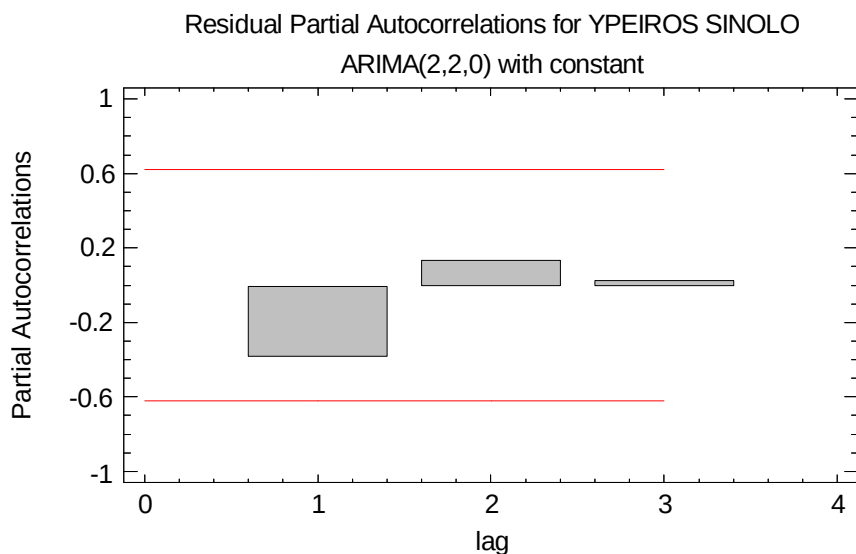
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: YPEIROS SINOLO

Model: ARIMA(2,2,0) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.388192	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.131454	0.316228	-0.619796	0.619796
3	0.0244888	0.316228	-0.619796	0.619796

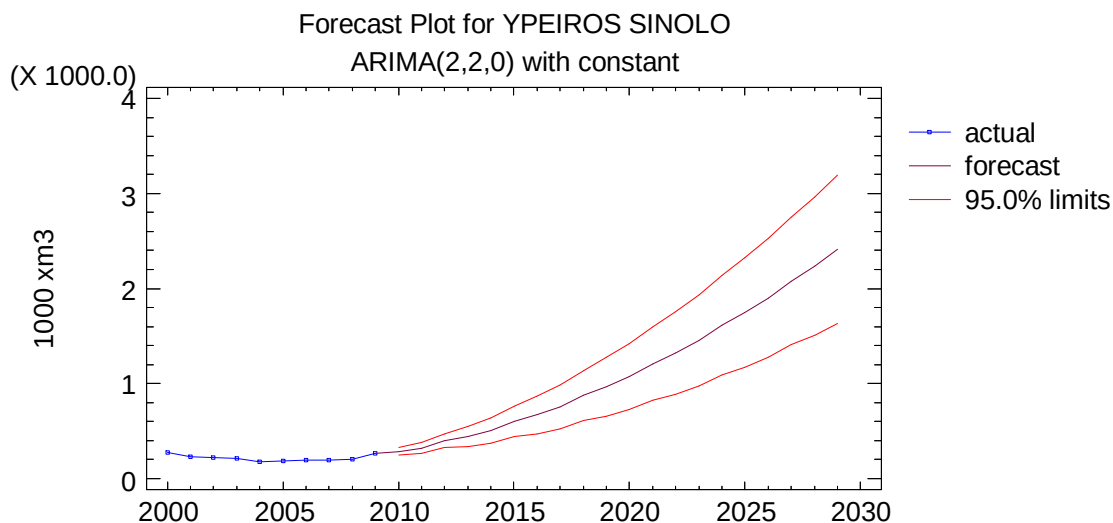
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης και παρά τις μεταβολές στην τιμή του εν τέλει τείνει προς το μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



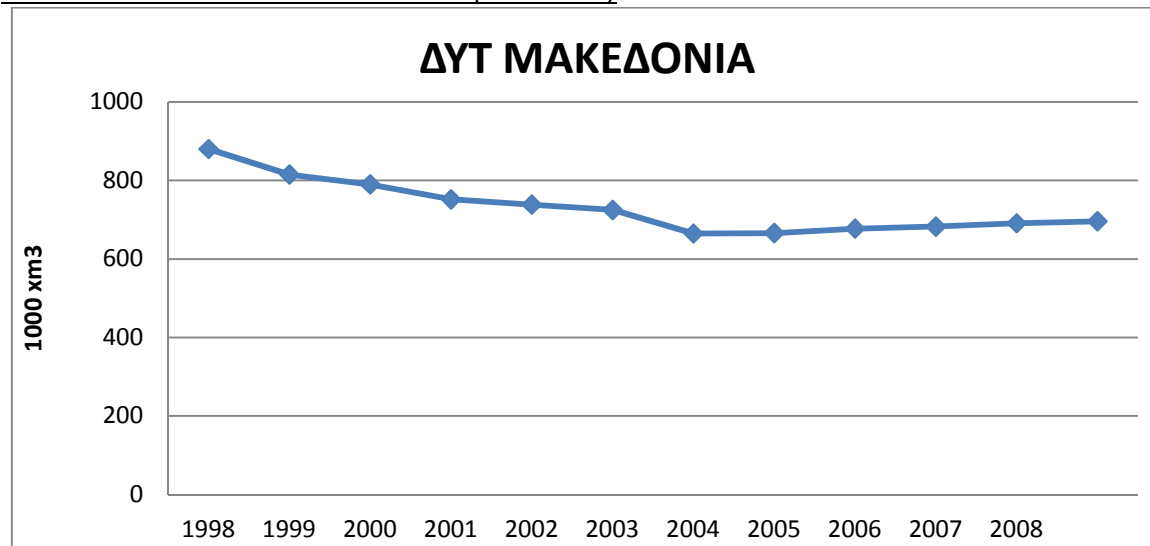
Διάγραμμα πρόβλεψης.

Και σε αυτό το υδατικό διαμέρισμα προβλέπεται μια σημαντική αύξηση για τα μελλοντικά χρόνια. Πιο συγκεκριμένα το 2028 η κατανάλωση αναμένεται να είναι 2235 hm³. Δεδομένου ότι η τιμή μας το 2008

ήταν 265 hm^3 η αύξηση είναι πάρα πολύ μεγάλη και άμεσα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την εξοικονόμηση υδατικών πόρων .

3.4.6 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ($1000 \times \text{m}^3$)



Από το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε μια σταθερή πτωτική πορεία ξεκινώντας το 1998 από τα 880 hm^3 και φτάνοντας το 2008 στα 669 hm^3

Το μοντέλο που επιλέγεται στην περίπτωση αυτή είναι το ARIMA(0,0,2) with constant.

Ως συνήθως θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	27.2647	22.0165	3.0885	2.06703E-14	0.123739	6.77786
(B)	67.3592	52.9792	7.09033	1.89478E-14	-0.7264	8.58675
(C)	37.1753	27.5583	3.81004	-2.97481E-12	-0.198053	7.56462
(H)	30.9138	20.5016	2.78642	-15.3344	-2.03156	7.02907
(I)	39.1585	28.1821	3.75134	-5.00028	-0.495141	7.5019
(J)	26.4383	20.8852	2.9521	9.25418	1.36669	6.88296
(M)	15.1331	9.7907	1.28241	2.01528	0.165616	5.93377
(N)	16.3764	10.5929	1.53408	0.454203	0.0261659	6.09168
(O)	20.1628	14.3936	2.06329	5.2847	0.702323	6.34101
(P)	17.6255	10.5527	1.52757	0.465945	0.0281225	6.40536
(Q)	18.5895	11.4852	1.59023	-1.14151	-0.153678	6.51186

Το μοντέλο ARIMA(0,0,2) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα N και όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα δεν παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές στα υπό εξέταση κριτήρια όμως επιλέγεται ως το καταλληλότερο για λόγους που θα εξηγηθούν από τον αμέσως επόμενο πίνακα. .

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	27.2647	OK	*	OK	OK	OK
(B)	67.3592	***	**	OK	**	**
(C)	37.1753	*	*	OK	OK	OK
(H)	30.9138	OK	*	OK	OK	OK
(I)	39.1585	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	26.4383	OK	OK	OK	OK	OK

(M)	15.1331	OK	*	OK	OK	**
(N)	16.3764	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	20.1628	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	17.6255	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	18.5895	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Όπως παρατηρούμε και από αυτόν τον πίνακα το μοντέλο M παρουσιάζει το χαμηλότερο σφάλμα. Ο λόγος που δεν επιλέγεται ως καταλληλότερο μοντέλο είναι ότι αποτυγχάνει να περάσει τους 2 από τους πέντε ελέγχους και για αυτό το λόγο επιλέγεται το μοντέλο N ARIMA(0,0,2) with constant το οποίο παρουσιάζει το αμέσως μικρότερο σφάλμα ενώ περνάει και όλους τους ελέγχους του στατιστικού πακέτου.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for DYT MAKEDONIA SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(0,0,2) with constant

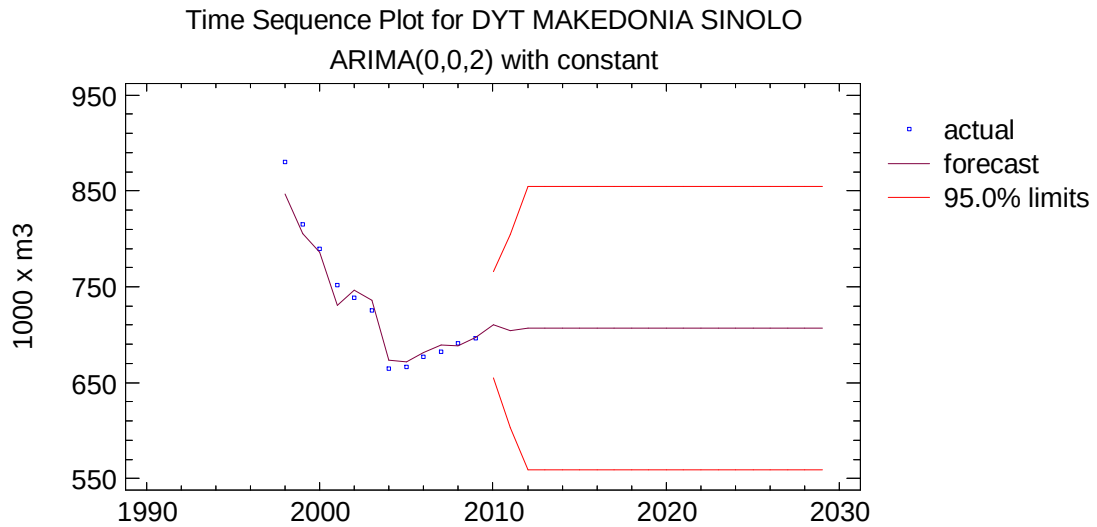
Period	Data	Forecast	Residual
1998	880.0	846.517	33.4831
1999	815.0	805.818	9.18212
2000	790.0	786.224	3.77572
2001	752.0	730.558	21.4424
2002	738.5	746.729	-8.22861
2003	725.0	736.348	-11.3483
2004	665.0	673.649	-8.64884
2005	666.0	671.638	-5.63797
2006	677.3	681.469	-4.16926
2007	682.5	689.575	-7.07525
2008	691.0	688.047	2.95252
2009	696.0	697.544	-1.54428

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

Period	Forecast	Lower 95.0% Limit	Upper 95.0% Limit
2010	710.334	654.877	765.791
2011	703.884	603.292	804.476
2012	706.901	559.044	854.759
2013	706.901	559.044	854.759
2014	706.901	559.044	854.759
2015	706.901	559.044	854.759
2016	706.901	559.044	854.759
2017	706.901	559.044	854.759
2018	706.901	559.044	854.759
2019	706.901	559.044	854.759
2020	706.901	559.044	854.759
2021	706.901	559.044	854.759
2022	706.901	559.044	854.759
2023	706.901	559.044	854.759
2024	706.901	559.044	854.759
2025	706.901	559.044	854.759
2026	706.901	559.044	854.759
2027	706.901	559.044	854.759
2028	706.901	559.044	854.759
2029	706.901	559.044	854.759

Πίνακας πρόβλεψης.

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων.

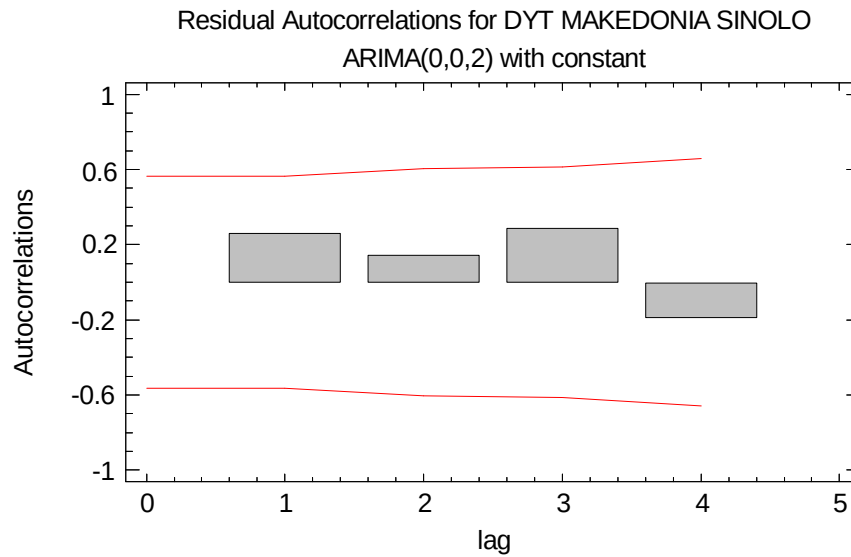
Παρόλο που η προσαρμογή μπορεί να μην φαίνεται ικανοποιητική αν λάβουμε υπόψη μας τις απότομες μεταβολές στις τιμές των δεδομένων μας το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι αρκετά αποδεκτό.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης που προκύπτουν είναι τα εξής :

Estimated Autocorrelations for residuals
Data variable: DYT MAKEDONIA SINOLO
Model: ARIMA(0,0,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.26141	0.288675	-0.565794	0.565794
2	0.144399	0.30777	-0.60322	0.60322
3	0.288242	0.313365	-0.614186	0.614186
4	-0.190572	0.334731	-0.656062	0.656062

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Από το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε ότι οι τιμές του συντελεστή αυτοσυσχέτισης μπορεί να μεταβάλλονται τότε αρνητικά και τότε θετικά αλλά βρίσκονται πάντα κοντά στο μηδέν.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

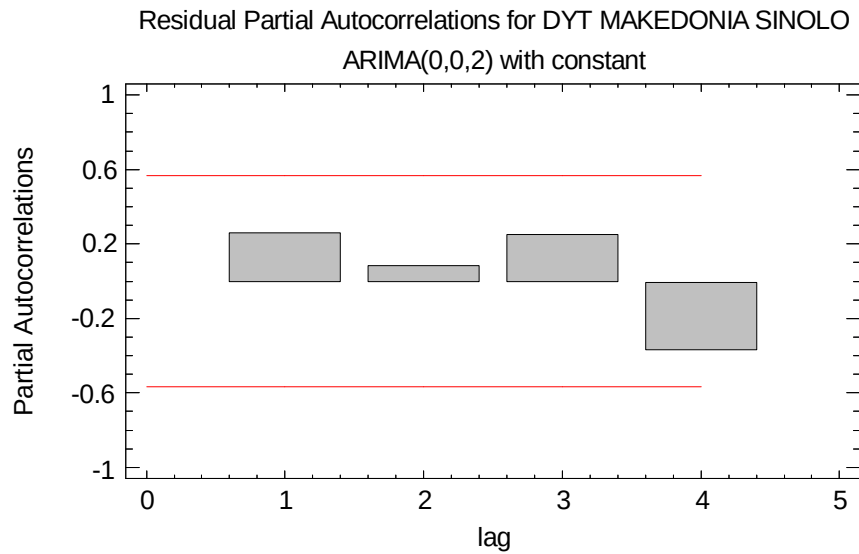
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT MAKEDONIA SINOLO

Model: ARIMA(0,0,2) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	0.26141	0.288675	-0.565794	0.565794
2	0.0816426	0.288675	-0.565794	0.565794
3	0.250941	0.288675	-0.565794	0.565794
4	-0.371957	0.288675	-0.565794	0.565794

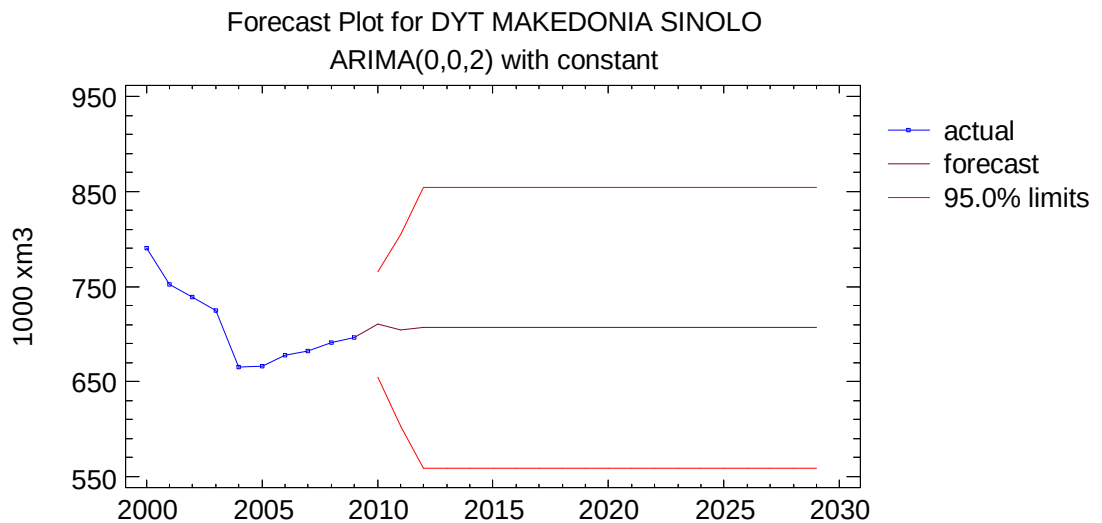
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας τιμές πότε αρνητικές και πότε θετικές αλλά πάντα κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

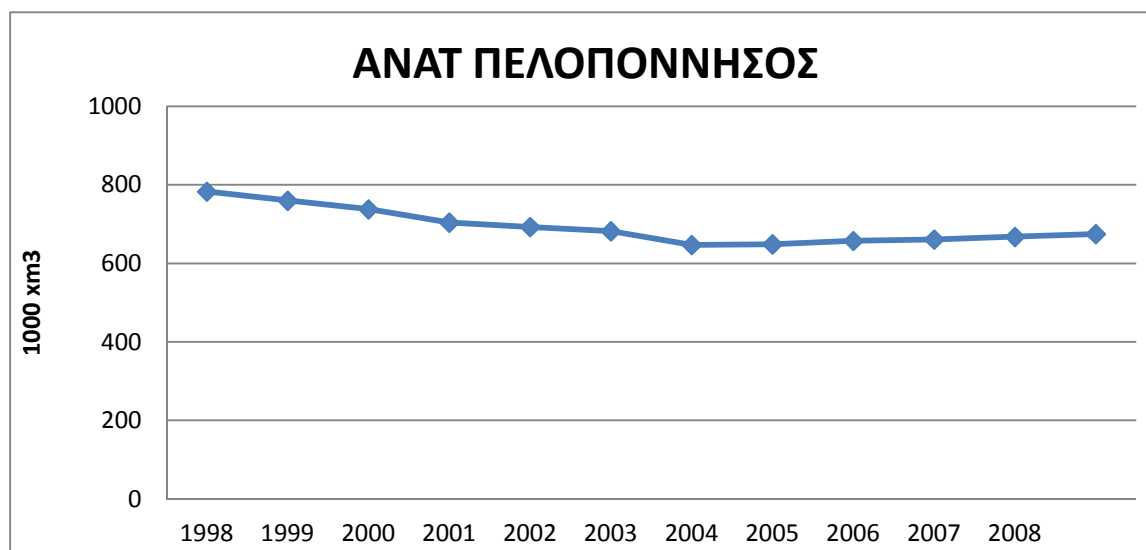


Διάγραμμα πρόβλεψης.

Για αυτό το υδατικό διαμέρισμα δεν προβλέπεται κάποια σημαντική μεταβολή στην κατανάλωση ύδατος. Προκύπτει μια μείωση στα 706 hm³ από το 2012 αλλά από εκεί και πέρα η κατανάλωση προβλέπεται να μείνει σταθερά κοντά σε αυτή την τιμή.

3.4.7 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Παρατηρείται μια μείωση έως και το 2003 από όπου και μετά έχουμε μια ελαφρός ανοδική πορεία. Πιο συγκεκριμένα ξεκινώντας το 1998 από τα 880 hm³ φτάνουμε στα 647 hm³ και όπως αναφέρουμε έχοντας μια μικρή άνοδο από εκεί και πέρα φτάνουμε το 2008 στα 675 hm³.

Το μοντέλο που επιλέγεται ως το καταλληλότερο είναι το ARIMA(0,2,1) with constant.

Για να επιβεβαιώσουμε την ορθή επιλογή του μοντέλου παρουσιάζουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	16.617	14.0165	2.06253	5.16758E-14	0.0523626	5.78752
(B)	44.8819	35.4333	5.01962	-2.84217E-14	-0.366887	7.77474
(C)	26.2181	21.0333	3.05096	5.40012E-13	-0.114287	6.86623
(H)	18.6402	13.6676	1.97197	-9.00077	-1.26938	6.01731
(I)	18.4667	13.1502	1.89765	-1.31692	-0.119728	5.9986
(J)	15.6361	12.3422	1.8399	5.68024	0.870907	5.83249
(M)	9.89762	5.64386	0.844112	-1.49466	-0.229048	4.91792
(N)	10.5455	5.55152	0.830986	-2.19778	-0.335678	5.2114
(O)	10.1396	5.46857	0.810424	-1.53358	-0.232722	5.29957
(P)	11.0559	7.13358	1.0078	-0.0988973	-0.075692	5.30592
(Q)	11.2379	6.08439	0.911045	-1.48865	-0.224813	5.33858

Το μοντέλο ARIMA(0,2,1) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	16.617	OK	*	OK	*	OK
(B)	44.8819	***	**	*	**	*
(C)	26.2181	***	*	*	OK	OK
(H)	18.6402	OK	*	OK	OK	OK
(I)	18.4667	OK	OK	OK	OK	OK

(J)	15.6361	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	9.89762	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	10.5455	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	10.1396	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	11.0559	OK	*	OK	OK	**
(Q)	11.2379	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων.

Το επιλεχθέν κριτήριο όχι μόνο παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα άλλα περνάει και όλους τους ελέγχους του στατιστικού πακέτου γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα της επιλογής μας.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for ANAT PELOPONISOS SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

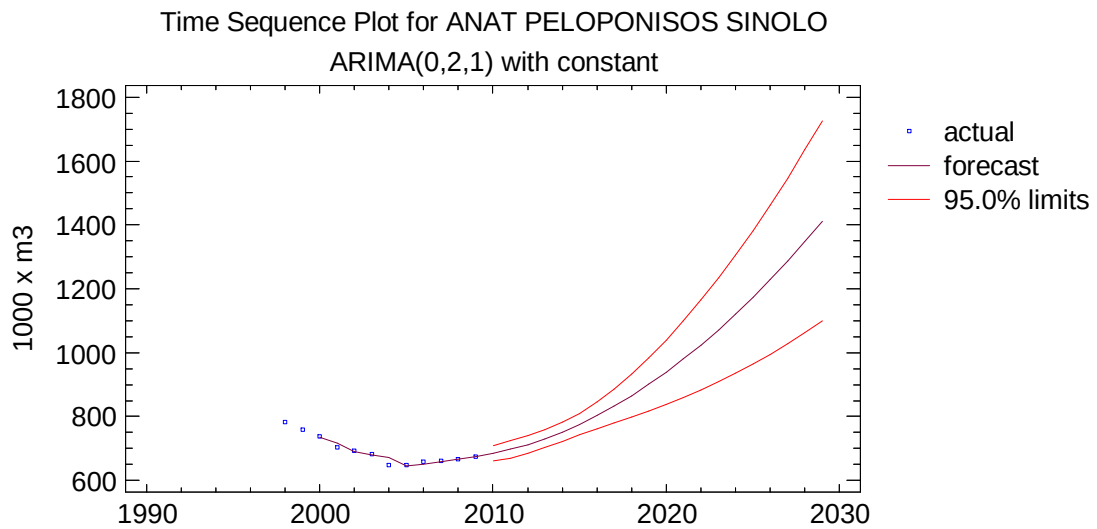
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	783.0		
1999	760.0		
2000	738.0	735.918	2.08181
2001	704.0	716.053	-12.0526
2002	693.0	689.108	3.8921
2003	682.0	679.612	2.38791
2004	647.0	670.64	-23.64
2005	649.0	646.729	2.27066
2006	657.4	650.798	6.60198
2007	661.0	659.759	1.24123
2008	667.8	665.786	2.01415
2009	675.0	674.744	0.256159

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2010	684.714	661.756	707.672
2011	697.287	669.882	724.692
2012	712.719	684.441	740.998
2013	731.011	702.714	759.307
2014	752.161	722.464	781.859
2015	776.171	741.949	810.393
2016	803.04	760.66	845.421
2017	832.769	779.061	886.477
2018	865.356	797.797	932.916
2019	900.803	817.358	984.248
2020	939.109	838.071	1040.15
2021	980.274	860.154	1100.39
2022	1024.3	883.759	1164.84
2023	1071.18	908.997	1233.37
2024	1120.92	935.952	1305.9
2025	1173.53	964.694	1382.36
2026	1228.99	995.277	1462.7
2027	1287.31	1027.75	1546.87
2028	1348.49	1062.15	1634.83
2029	1412.53	1098.51	1726.55

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων

Είναι μια αρκετά ικανοποιητική προσαρμογή αφού οι περισσότερες τιμές των δεδομένων μας βρίσκονται πάνω στην γραμμή προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης παρουσιάζονται ευθύς αμέσως :

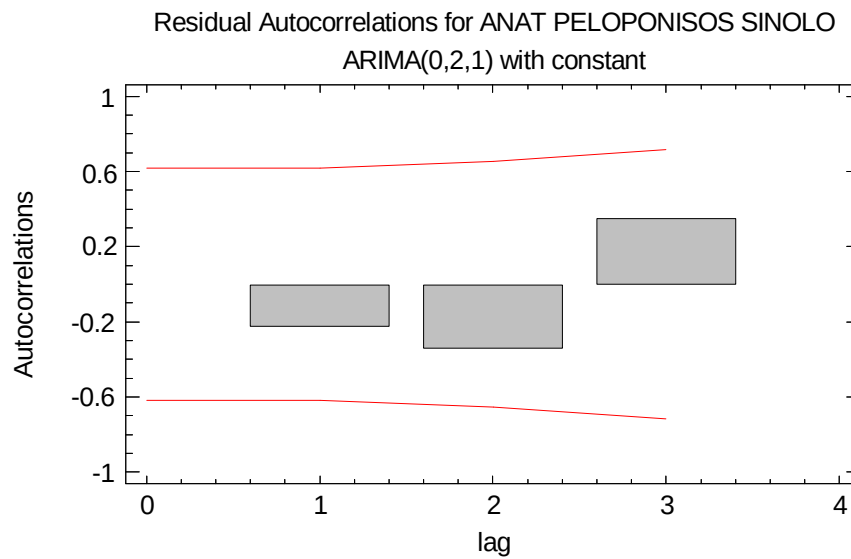
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.229461	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.344382	0.332461	-0.651613	0.651613
3	0.349655	0.366402	-0.718136	0.718136

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Από το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε ότι οι τιμές του συντελεστή αυτοσυσχέτισης μπορεί να μεταβάλλονται τότε αρνητικά και τότε θετικά αλλά βρίσκονται πάντα κοντά στο μηδέν.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

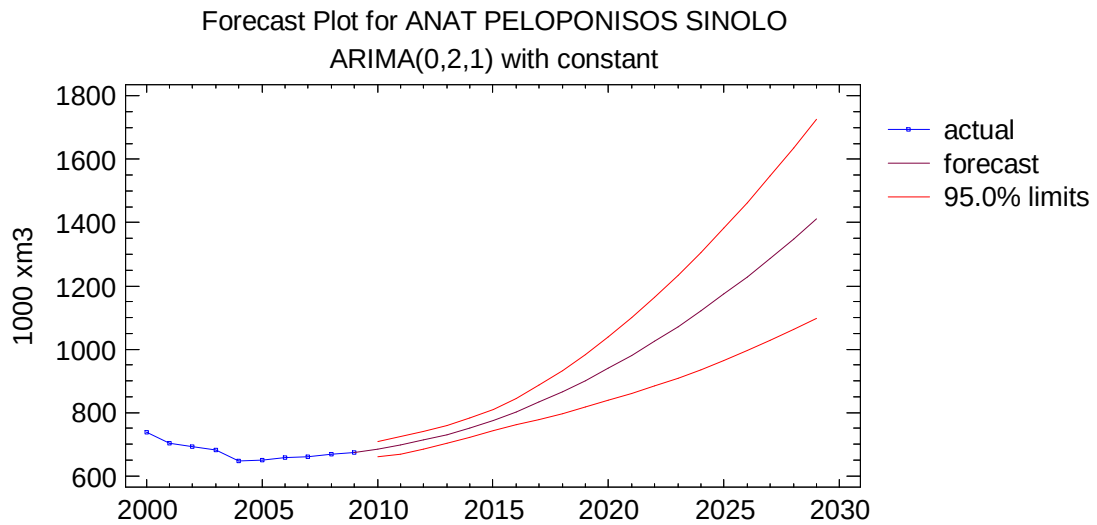
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.229461	0.316228	-0.619796	0.619796
2	-0.419101	0.316228	-0.619796	0.619796
3	0.180994	0.316228	-0.619796	0.619796

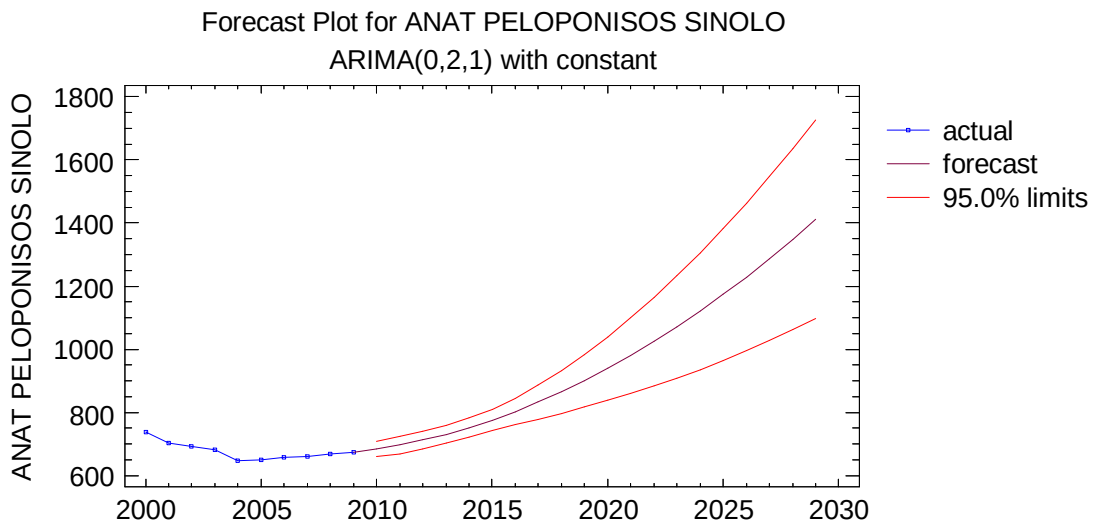
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας τιμές τότε αρνητικές και τότε θετικές αλλά πάντα κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής

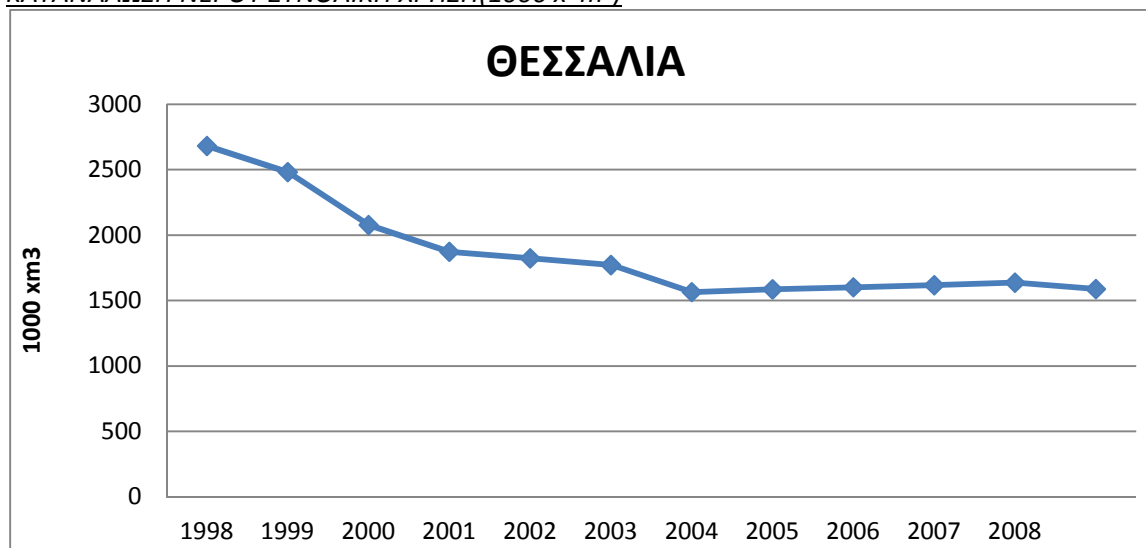


Διάγραμμα πρόγνωσης.

Και για αυτό το υδατικό διαμέρισμα προβλέπεται μια αύξηση της κατανάλωσης ύδατος για τα επόμενα χρόνια φτάνοντας το 2028 στα 1348 hm³.

3.4.8 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΕΚΡΟΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Στο γράφημα αυτό παρατηρούμε ότι οι τιμές της κατανάλωσης είναι αισθητά υψηλότερες σε σχέση με άλλα υδατικά διαμερίσματα. Το γεγονός αυτό δεν πρέπει να μας προκαλεί έκπληξη αφού το 90% της κατανάλωσης χρησιμοποιείται στην άρδευση και όπως γνωρίζουμε το συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα κατέχει την πρώτη θέση στην καλλιέργεια και παραγωγή λαχανικών. Παρά τις υψηλές τιμές παρατηρείται μια σημαντική μείωση η οποία είναι πιο έντονη μέχρι και το 2004 από όπου και μετά αρχίζει να σταθεροποιείται η τιμή της κατανάλωσης ύδατος.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το : ARIMA(2,2,2) with constant.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και εδώ θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας .Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	137.153	112.397	6.27447	4.13407E-14	0.599247	10.0089
(B)	373.081	280.061	14.2964	-1.89478E-13	-3.10733	12.0103
(C)	206.441	170.06	9.07806	1.74699E-11	-0.752227	10.9934
(H)	164.303	103.174	5.40457	-91.1737	-4.65923	10.3701
(I)	155.623	118.439	6.14901	-20.7564	-0.522554	10.2615
(J)	131.903	96.5236	5.51444	44.7134	2.89041	10.0975
(M)	85.1409	46.5444	2.84062	-6.41292	-0.35509	9.72195
(N)	110.242	83.9421	4.83312	10.8142	0.731916	9.73869
(O)	124.974	88.5539	4.89264	-19.5921	-0.860565	9.82288
(P)	136.519	102.12	5.8271	15.1	0.924694	9.83293
(Q)	101.774	64.7428	3.80876	-2.73173	-0.0274025	9.91219

Το μοντέλο ARIMA(2,2,2) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	137.153	OK	*	OK	*	OK
(B)	373.081	**	**	OK	**	***
(C)	206.441	*	*	OK	OK	OK
(H)	164.303	OK	*	OK	OK	OK
(I)	155.623	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	131.903	OK	OK	OK	OK	OK

(M)	85.1409	OK	OK		OK	OK
(N)	110.242	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	124.974	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	136.519	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	101.774	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Όπως βλέπουμε από τον παραπάνω πίνακα το επιλεγθέν μοντέλο περνάει τους τέσσερεις από τους πέντε ελέγχους όμως λόγω της μεγάλης διαφοράς που έχει το σφάλμα του μοντέλου αυτού με του αμέσως επόμενου θεωρείται ως καταλληλότερο το μοντέλο M.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for THESALIA SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

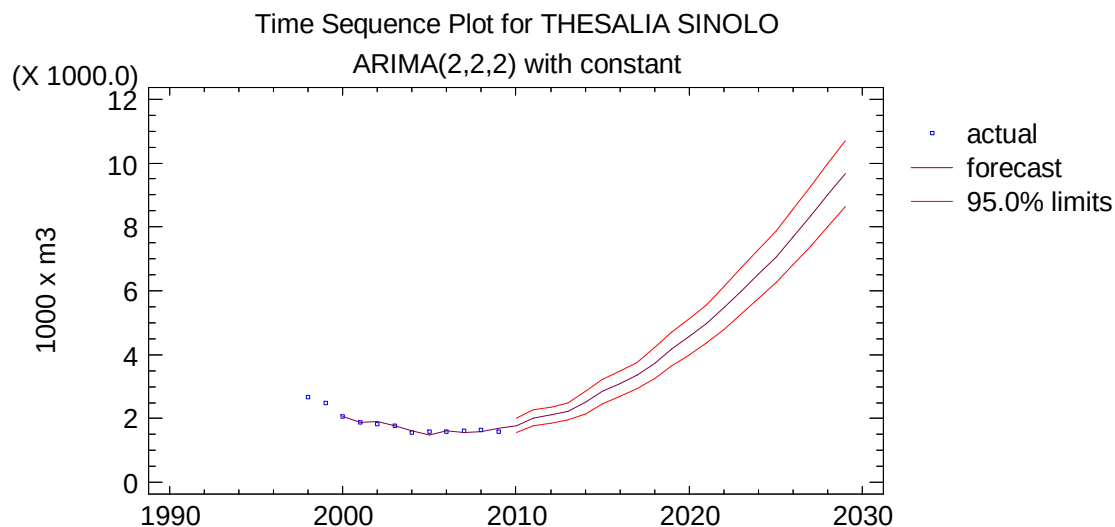
Period	Data	Forecast	Residual
1998	2682.0		
1999	2482.0		
2000	2078.0	2072.91	5.09206
2001	1873.0	1872.11	0.891984
2002	1822.4	1901.85	-79.449
2003	1772.0	1787.16	-15.1567
2004	1565.0	1619.75	-54.7526
2005	1586.0	1484.4	101.6
2006	1601.5	1608.56	-7.06412
2007	1617.0	1559.7	57.3044
2008	1637.0	1601.23	35.7693
2009	1588.0	1696.36	-108.364

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων.

		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Period	Forecast	Limit	Limit
2010	1779.2	1556.31	2002.09
2011	2019.1	1770.51	2267.69
2012	2115.31	1861.53	2369.09
2013	2223.8	1961.1	2486.5
2014	2509.33	2157.69	2860.96
2015	2845.05	2456.16	3233.94
2016	3090.04	2697.45	3482.62
2017	3347.26	2931.8	3762.72
2018	3737.17	3247.0	4227.35
2019	4176.29	3638.06	4714.52
2020	4561.79	4004.23	5119.35
2021	4961.23	4367.65	5554.81
2022	5462.29	4798.38	6126.21
2023	6010.42	5290.23	6730.62
2024	6530.91	5775.41	7286.41
2025	7067.72	6265.23	7870.21
2026	7684.46	6812.01	8556.9
2027	8345.76	7410.62	9280.9
2028	8997.53	8014.03	9981.04
2029	9668.15	8628.59	10707.7

Πίνακας πρόβλεψης δεδομένων.

Με βάση τους παραπάνω πίνακες το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής δεδομένων.

Η προσαρμογή κρίνεται ικανοποιητική δεδομένου ότι μόλις δύο σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης παρουσιάζονται ευθύς αμέσως :

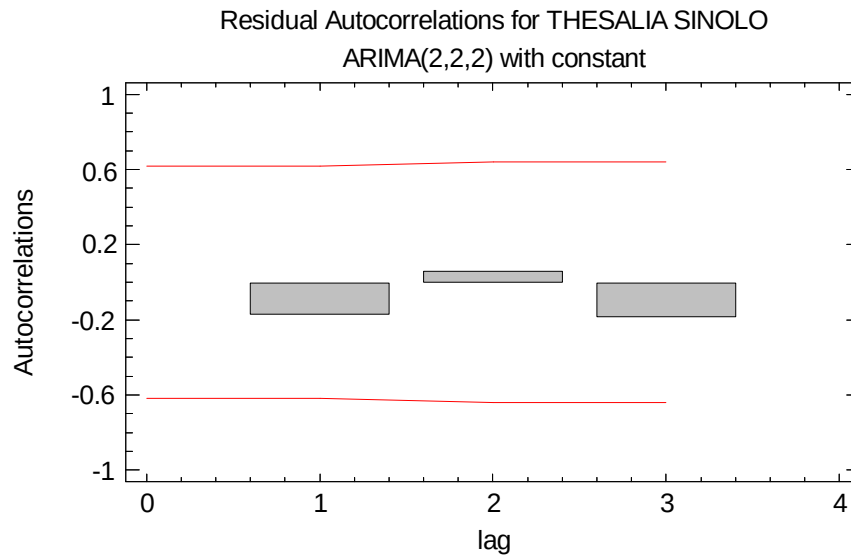
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: THESALIA SINOLO

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.176764	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.0578276	0.325959	-0.638869	0.638869
3	-0.189607	0.326983	-0.640876	0.640876

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Οι τιμές του συντελεστή αυτοσυσχέτισης μεταβάλλονται αλλά πάντοτε μένοντας κοντά στο μηδέν. Επίσης τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται έστω και κατά μικρό βαθμό καθώς περνάει ο χρόνος γεγονός χαρακτηριστικό των μοντέλων ARIMA όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως.

Το διάγραμμα και ο πίνακας του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

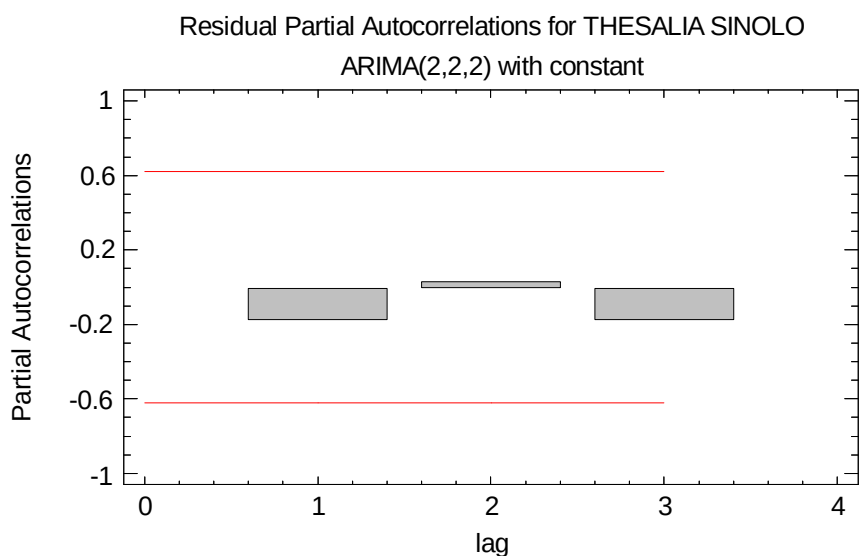
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: THESALIA SINOLO

Model: ARIMA(2,2,2) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.176764	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.0274393	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.18059	0.316228	-0.619796	0.619796

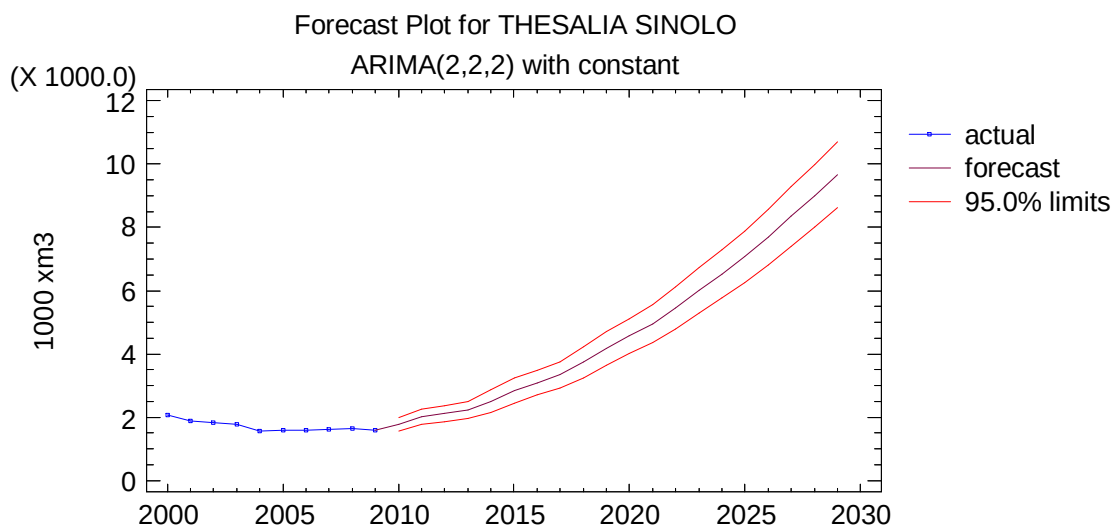
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί παρόμοια συμπεριφορά με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας μεταβαλλόμενες τιμές πάντα κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης

Βάση του μοντέλου μας πρόκειται να έχουμε μια σημαντική αύξηση στην ζήτηση ύδατος στο μέλλον φτάνοντας το 2028 στα 8997 hm³. Η αύξηση είναι πολύ μεγάλη γεγονός που αποδεικνύει την άμεση ανάγκη για αρδευτικά έργα στο συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα.

3.4.9 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Στην περίπτωση αυτή έχουμε μια πτωτική τάση . Ξεκινώντας το 1998 με κατανάλωση 274 hm³ φτάνουμε το 2008 στα 235 hm³. Παρόλο που το 2008 έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση αξίζει να αναφέρουμε ότι από το 2004 και μετά έχουμε μια συνεχόμενη άνοδο η οποία θα επηρεάσει και τα αποτελέσματα του μοντέλου.

Το μοντέλο που επιλέγεται για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι το ARIMA(0,1,1) with constant. Θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	10.0286	7.96694	3.3435	-1.03352E-14	0.0179459	4.64439
(B)	15.6333	12.6806	5.23291	-9.4739E-15	-0.375291	5.66548
(C)	10.1651	7.46562	3.13171	7.57912E-13	-0.145713	4.97126
(H)	10.1982	6.75035	2.83166	-3.25013	-1.35809	4.81108
(I)	16.3729	12.5147	5.25762	-4.55049	-2.26988	5.75792
(J)	10.4728	7.60246	3.19042	-0.0845008	-0.0119917	5.03089
(M)	4.11126	2.97726	1.26018	-0.109078	-0.0362307	3.16079
(N)	4.00274	2.12789	0.9037	-0.587135	-0.282091	3.44062
(O)	5.23406	4.11229	1.73578	-0.792116	-0.326297	3.47704
(P)	4.58854	3.34224	1.41321	-0.354947	-0.139245	3.54713
(Q)	4.83956	2.82592	1.20609	0.396595	0.140283	3.65365

Το μοντέλο ARIMA(0,1,1) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα N και όπως βλέπουμε από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	10.0286	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	15.6333	*	**	OK	***	OK
(C)	10.1651	*	OK	OK	OK	OK
(H)	10.1982	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	16.3729	*	*	OK	**	OK
(J)	10.4728	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	4.11126	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	4.00274	OK	OK	OK	OK	OK
(O)	5.23406	OK	OK	OK	OK	OK

(P)	4.58854	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	4.83956	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το επιλεγθέν μοντέλο εκτός του χαμηλότερου σφάλματος που παρουσιάζει περνάει και όλους τους ελέγχους του στατιστικού προγράμματος γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα της επιλογής μας.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for DYT PELOPONISOS SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(0,1,1) with constant

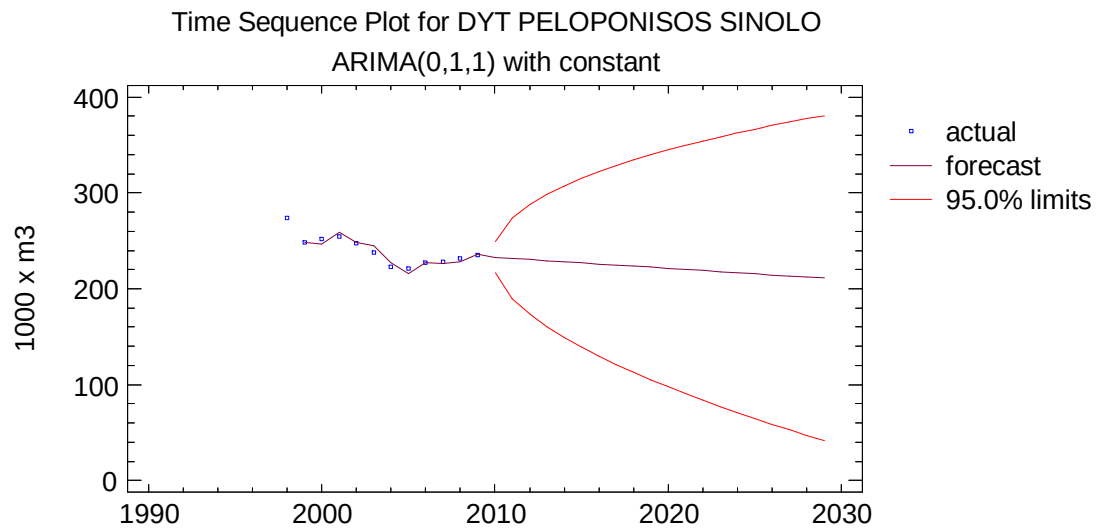
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	274.0		
1999	248.0	248.314	-0.313928
2000	252.0	246.411	5.58865
2001	255.0	258.722	-3.72159
2002	247.5	248.614	-1.11371
2003	238.0	244.785	-6.78534
2004	223.0	227.3	-4.30025
2005	221.0	215.799	5.20099
2006	227.5	227.176	0.324201
2007	228.0	226.81	1.19023
2008	232.0	228.529	3.47095
2009	235.0	235.74	-0.740071

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων.

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2010	232.811	216.711	248.912
2011	231.665	189.685	273.644
2012	230.518	173.375	287.661
2013	229.371	160.318	298.425
2014	228.225	149.033	307.417
2015	227.078	138.905	315.251
2016	225.931	129.612	322.251
2017	224.785	120.955	328.614
2018	223.638	112.807	334.469
2019	222.491	105.075	339.908
2020	221.345	97.6934	344.996
2021	220.198	90.6114	349.785
2022	219.051	83.7896	354.313
2023	217.905	77.1966	358.613
2024	216.758	70.8066	362.709
2025	215.611	64.5986	366.624
2026	214.465	58.5548	370.374
2027	213.318	52.6602	373.976
2028	212.171	46.9019	377.441
2029	211.025	41.2689	380.78

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει με βάση τους παραπάνω πίνακες είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής.

Και σε αυτή την περίπτωση η προσαρμογή είναι ικανοποιητική αφού μόλις ένα σημείο βρίσκεται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

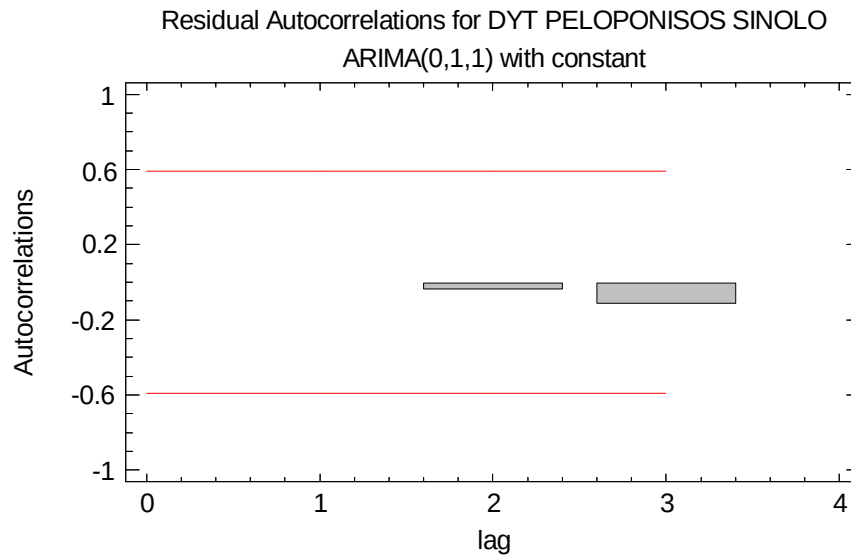
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(0,1,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.00284005	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.0413977	0.301514	-0.590957	0.590957
3	-0.115989	0.30203	-0.591969	0.591969

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης .



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης παίρνει τιμές οριακά μηδενικές .

Αντίστοιχα το διάγραμμα και ο πίνακας του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής

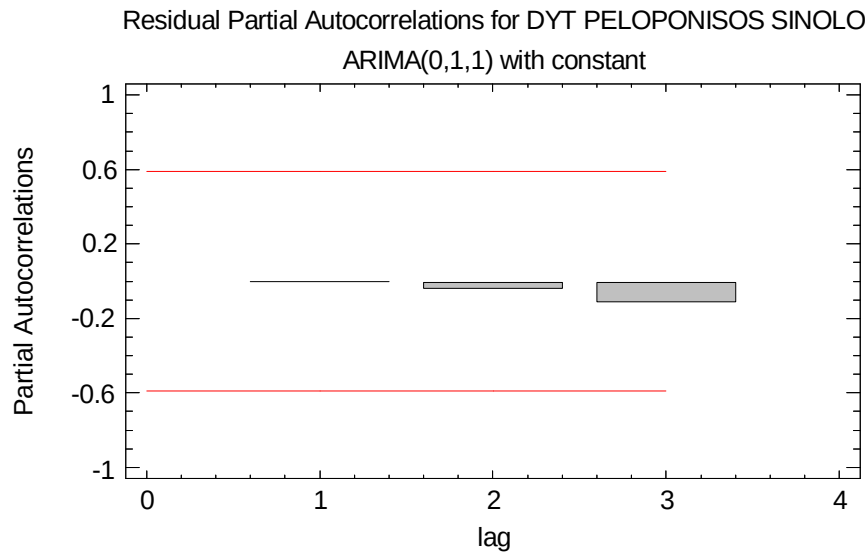
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(0,1,1) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.00284005	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.0414061	0.301511	-0.590953	0.590953
3	-0.116429	0.301511	-0.590953	0.590953

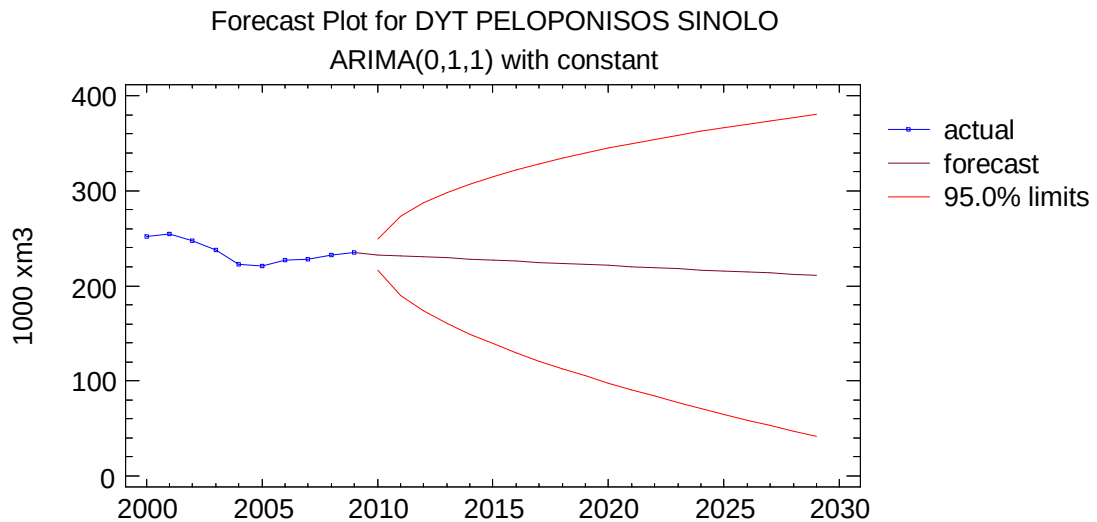
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Και ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας τιμές πολύ κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

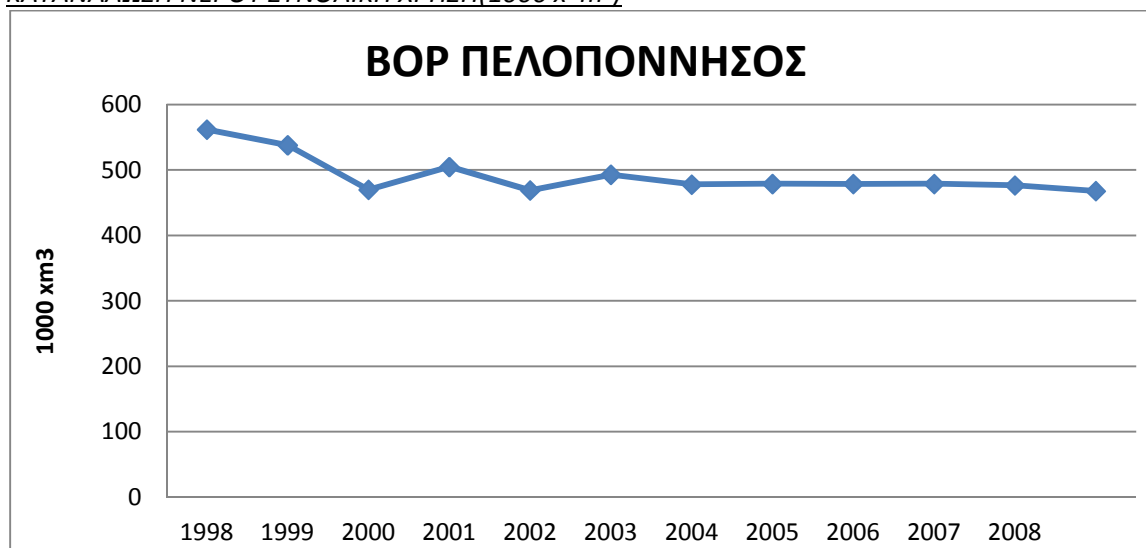


Διάγραμμα πρόβλεψης

Για αυτό το διαμέρισμα προβλέπεται μια μικρή μείωση φτάνοντας το 2028 σε κατανάλωση 212 hm³. Είναι το πρώτο υδατικό διαμέρισμα για το οποίο δεν προκύπτει σημαντική μεταβολή για το άμεσο μέλλον.

3.4.10 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Ακολουθώντας συμπεριφορά παρόμοια με αυτή της Δυτικής Πελοποννήσου και εδώ έχουμε μια πτωτική τάση. Ξεκινώντας το 1998 με κατανάλωση 562 hm³ φτάνουμε το 2008 στα 468 hm³.

Το μοντέλο που επιλέγεται εδώ είναι το ARIMA(1,1,2) with constant.

Όπως και προηγουμένως θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε ότι επιλέξαμε το καταλληλότερο μοντέλο. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	27.9299	19.8132	4.0778	5.16758E-15	-0.0603287	6.66209
(B)	29.7148	22.0833	4.35367	0.0	-0.310212	6.94996
(C)	22.4009	14.7714	2.97225	1.51582E-13	-0.160415	6.55153
(H)	27.9666	17.8656	3.68108	-7.83384	-1.67318	6.82869
(I)	31.6618	24.3992	4.84511	-3.55322	-1.05202	7.07689
(J)	29.0359	18.8501	3.87322	2.24232	0.401957	7.0704
(M)	6.29541	4.01874	0.832792	3.33788	0.694038	4.34631
(N)	7.32086	4.61007	0.949473	3.22007	0.675697	4.81479
(O)	8.57467	5.72771	1.18759	5.54302	1.14813	4.96429
(P)	12.1508	7.70796	1.55615	4.12147	0.793671	5.4948
(Q)	14.069	9.99132	2.06519	-1.52098	-0.363719	5.62128

Το μοντέλο ARIMA(1,1,2) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και όπως βλέπουμε παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές στα υπό εξέταση σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	27.9299	OK	OK	OK	OK	*
(B)	29.7148	OK	OK	OK	OK	***
(C)	22.4009	OK	*	OK	OK	*
(H)	27.9666	OK	OK	OK	OK	**
(I)	31.6618	OK	OK	OK	OK	***
(J)	29.0359	OK	OK	OK	OK	**
(M)	6.29541	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	7.32086	OK	OK		OK	OK
(O)	8.57467	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	12.1508	OK	OK	*	OK	**
(Q)	14.069	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων.

Όπως βλέπουμε από το παραπάνω πίνακα το μοντέλο που επιλέξαμε όχι μόνο παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα αλλά περνάει και όλους τους ελέγχους.

Ο πίνακας προσαρμογής και ο πίνακας πρόβλεψης που προκύπτουν είναι ο εξής :

Forecast Table for VOR PELOPONISOS SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

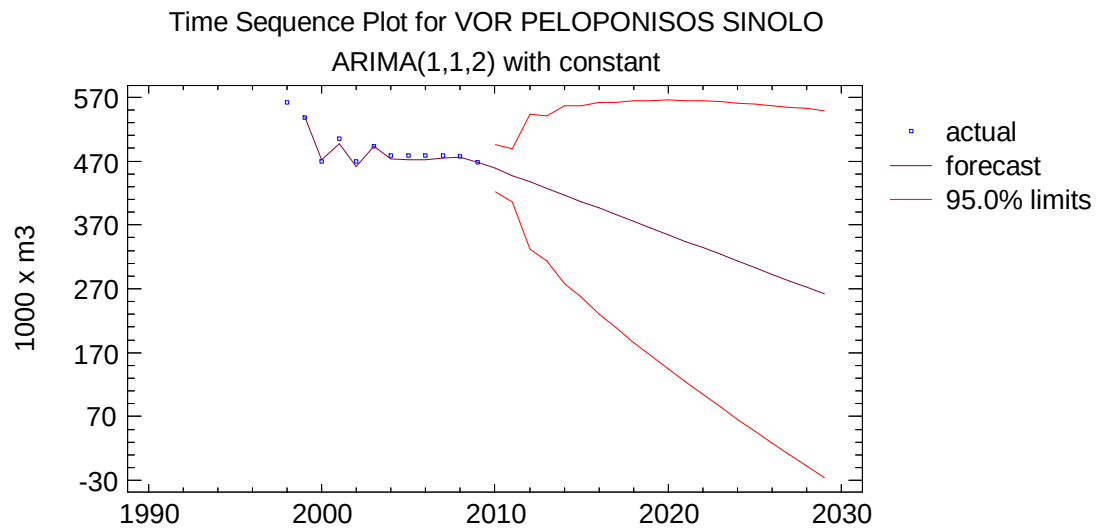
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	562.0		
1999	538.0	539.256	-1.25555
2000	470.0	472.308	-2.30774
2001	505.0	496.834	8.16636
2002	469.0	461.119	7.88113
2003	493.0	492.856	0.144438
2004	478.0	472.948	5.05219
2005	479.0	472.369	6.6311
2006	478.8	471.392	7.40784
2007	479.0	475.017	3.98339
2008	476.7	475.505	1.19496
2009	468.0	468.181	-0.181434

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2010	458.627	422.058	495.195
2011	447.315	405.657	488.973
2012	437.669	332.56	542.777
2013	426.869	313.12	540.617
2014	416.868	277.686	556.049
2015	406.313	256.743	555.884
2016	396.142	229.976	562.308
2017	385.706	208.976	562.436
2018	375.453	185.863	565.043
2019	365.073	165.358	564.789
2020	354.781	144.179	565.384
2021	344.429	124.308	564.549
2022	334.118	104.323	563.913
2023	323.778	85.0681	562.488
2024	313.459	65.9094	561.008
2025	303.125	47.2061	559.044
2026	292.801	28.6674	556.935
2027	282.47	10.4442	554.497
2028	272.144	-7.60179	551.891
2029	261.815	-25.4099	549.04

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει βάση των παραπάνω πινάκων είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή κρίνεται ικανοποιητική αφού μόλις δύο σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

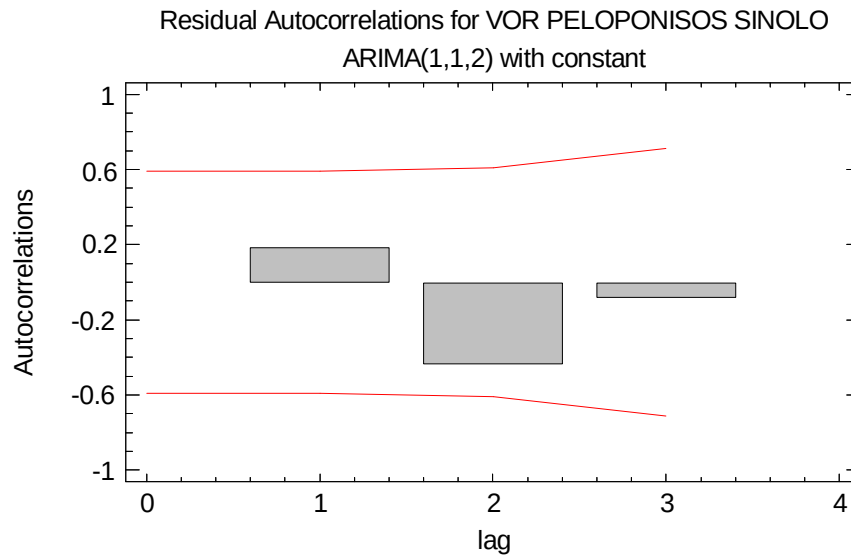
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: VOR PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.183776	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.43822	0.311528	-0.610585	0.610585
3	-0.0831144	0.363271	-0.711999	0.711999

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα ότι ο συντελεστής ξεκινά έχοντας θετική τιμή, μετά την πρώτη υστέρηση αποκτά αρνητική τιμή και εν τέλει τείνει προς το μηδέν. Ταυτόχρονα τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνούν οι χρονικές υστερήσεις, χαρακτηριστικό γνώρισμα των μοντέλων ARIMA.

Το διάγραμμα και ο συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης παρουσιάζονται ευθύς αμέσως.

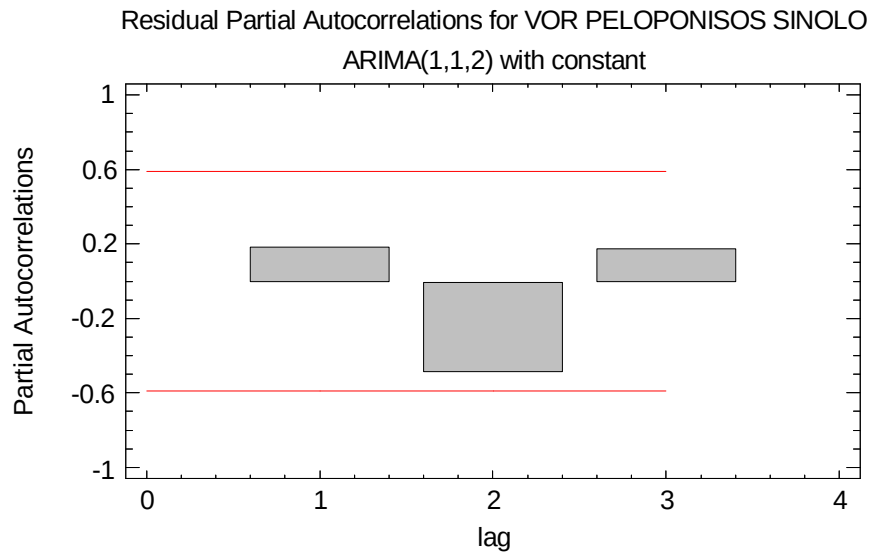
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: VOR PELOPONISOS SINOLO

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	0.183776	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.488492	0.301511	-0.590953	0.590953
3	0.171999	0.301511	-0.590953	0.590953

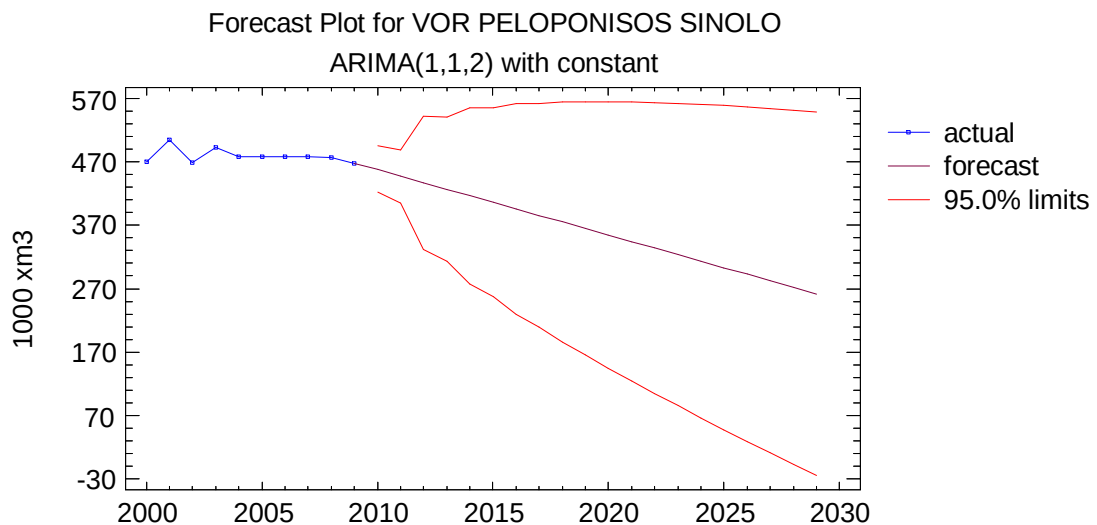
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Αρχικά ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης έχει θετική τιμή, μετά την πρώτη υστέρηση αποκτά αρνητική και μετά πάλι θετική πολύ κοντά όμως στο μηδέν. Ακολουθεί συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης δηλαδή τείνει στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :

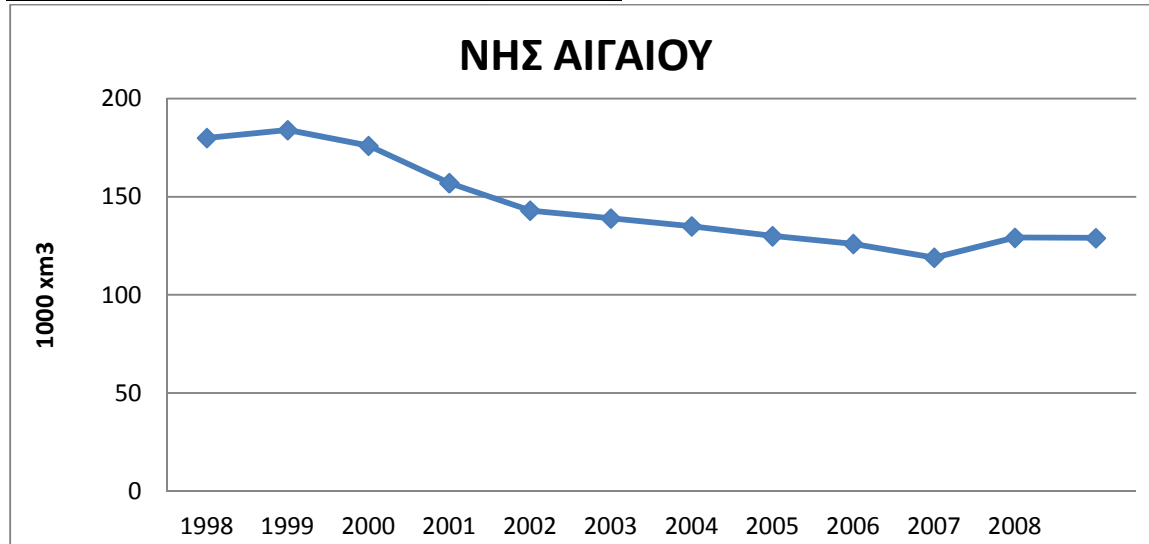


Διάγραμμα πρόβλεψης

Παρατηρούμε ότι προκύπτει μια πτώση της ζήτησης ύδατος για τα επόμενα χρόνια γεγονός που συμπίπτει και με το αποτέλεσμα για την Δυτική Πελοπόννησο. Πιο συγκεκριμένα το 2028 η προβλεπόμενη ζήτηση θα είναι 272 hm³ δηλαδή μια μείωση της τάξης του 72% σε σχέση με το 2008.

3.4.11 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα έχουμε μια σταθερή πτωτική πορεία φτάνοντας το 2008 στα 129 hm³ ζήτηση ύδατος από τα 182 hm³ που είχαμε το 1998.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε ως καταλληλότερο εδώ είναι το ARIMA(1,0,2) with constant.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	7.91597	5.42149	3.72038	-5.16758E-15	0.106935	4.30443
(B)	22.8718	19.1	12.8669	4.73695E-15	-2.11449	6.42648
(C)	9.93871	8.33217	5.8608	3.93167E-13	-0.331853	4.92621
(H)	8.85833	6.61701	4.61732	-4.25046	-2.93931	4.52938
(I)	24.369	21.5452	15.0299	-6.77378	-6.84506	6.55329
(J)	8.24215	5.24599	3.59273	-0.125517	0.0681374	4.55186
(M)	4.16153	2.63454	1.82025	-0.212966	-0.248198	3.51843
(N)	3.9678	2.50873	1.76985	-0.628429	-0.395224	3.58976
(O)	5.53881	3.7052	2.69372	-1.42031	-1.01916	3.75689
(P)	5.9359	3.9015	2.88198	-1.38152	-0.949105	4.06204
(Q)	5.66448	3.44247	2.53758	-1.39753	-0.975195	4.1351

Το μοντέλο ARIMA(1,0,2) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα N και όπως παρατηρούμε από τον πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	7.91597	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	22.8718	*	**	*	**	*
(C)	9.93871	OK	*	OK	OK	OK
(H)	8.85833	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	24.369	**	*	*	**	**
(J)	8.24215	OK	OK	OK	OK	OK
(M)	4.16153	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	3.9678	OK	OK	*	OK	OK
(O)	5.53881	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	5.9359	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	5.66448	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το μοντέλο που επιλέξαμε περνάει ι τους τέσσερεις από τους πέντε ελέγχους του στατιστικού πακέτου που είναι αποδεκτό.

Ο πίνακας προσαρμογής και ο πίνακας πρόβλεψης των δεδομένων είναι οι εξής :

Forecast Table for NISIA AIGAIΟΥ SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

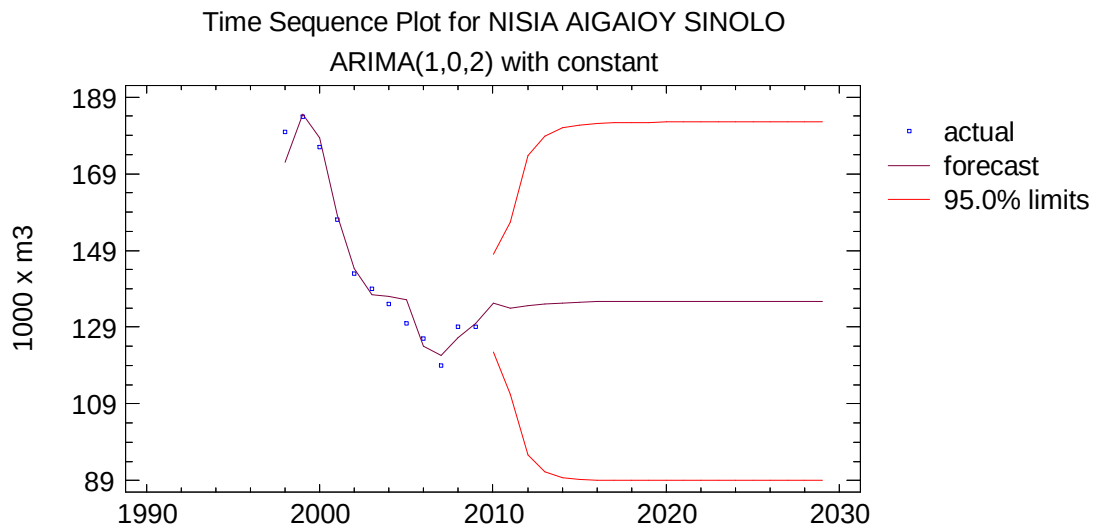
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	180.0	171.905	8.09526
1999	184.0	184.584	-0.583868
2000	176.0	178.437	-2.4368
2001	157.0	158.126	-1.12581
2002	143.0	144.328	-1.32784
2003	139.0	137.446	1.55352
2004	135.0	136.979	-1.97867
2005	130.0	136.136	-6.13591
2006	126.0	123.98	2.01953
2007	119.0	121.57	-2.56957
2008	129.2	126.339	2.86113
2009	129.0	129.927	-0.926573

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Limit</i>	<i>Limit</i>
2010	135.304	122.542	148.067
2011	134.018	111.548	156.488
2012	134.68	95.6943	173.665
2013	135.095	91.2732	178.917
2014	135.356	89.7666	180.946
2015	135.52	89.2516	181.789
2016	135.623	89.0894	182.157
2017	135.688	89.0498	182.326
2018	135.729	89.0494	182.408
2019	135.754	89.0588	182.45
2020	135.77	89.0684	182.472
2021	135.78	89.076	182.485
2022	135.787	89.0813	182.492
2023	135.791	89.0849	182.496
2024	135.793	89.0872	182.499
2025	135.795	89.0888	182.501
2026	135.796	89.0897	182.502
2027	135.796	89.0903	182.502
2028	135.797	89.0907	182.503
2029	135.797	89.0909	182.503

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή δεν είναι η πλέον ικανοποιητική όμως παρά τις προσπάθειες μας για περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων προκειμένου να έχουμε μια πιο ομαλή προσαρμογή αυτό δεν κατέστη δυνατό.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι ο εξής :

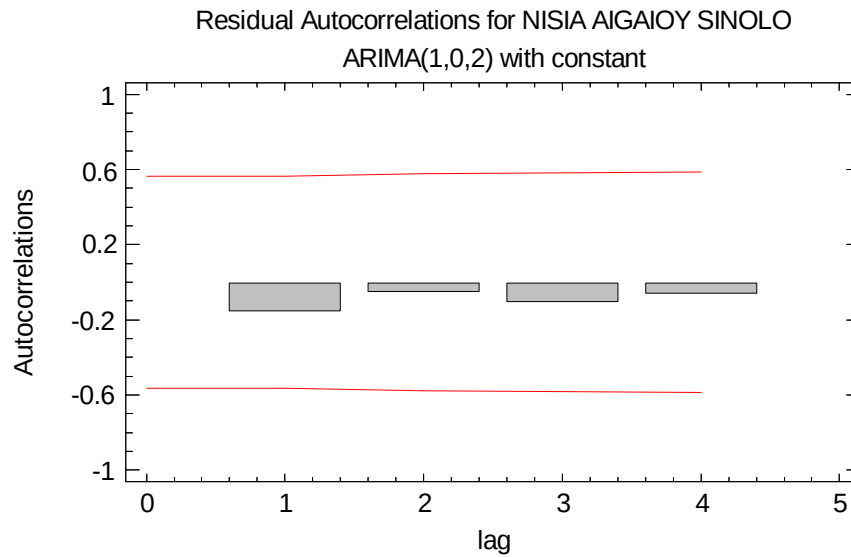
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: NISIA AIGAIΟΥ SINOLO

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.15769	0.288675	-0.565794	0.565794
2	-0.0522042	0.295766	-0.579692	0.579692
3	-0.10565	0.296533	-0.581195	0.581195
4	-0.0611416	0.299654	-0.587311	0.587311

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μειώνεται τείνοντας στο μηδέν καθώς περνούν οι υστερήσεις γεγονός που επιβεβαιώνει ότι επιλέξαμε το σωστό μοντέλο.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

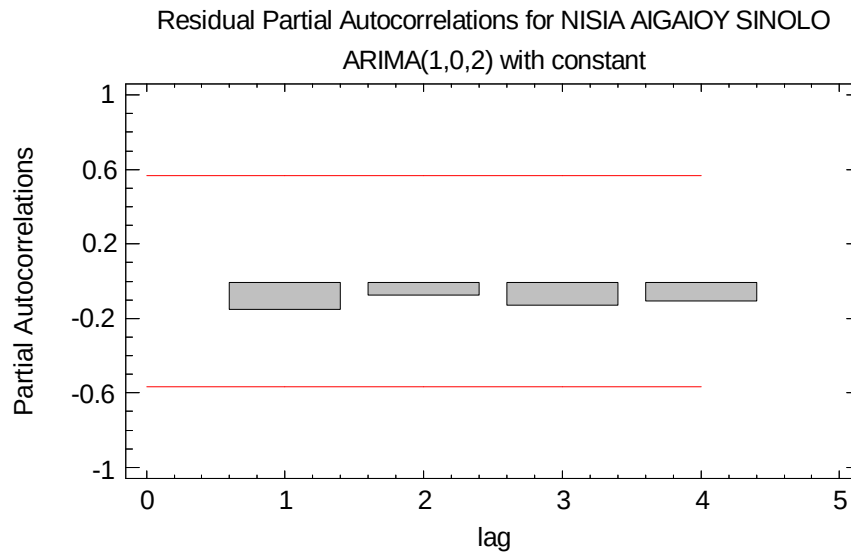
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: NISIA AIGAIQY SINOLO

Model: ARIMA(1,0,2) with constant

	Partial		Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.15769	0.288675	-0.565794	0.565794
2	-0.0790358	0.288675	-0.565794	0.565794
3	-0.131053	0.288675	-0.565794	0.565794
4	-0.111475	0.288675	-0.565794	0.565794

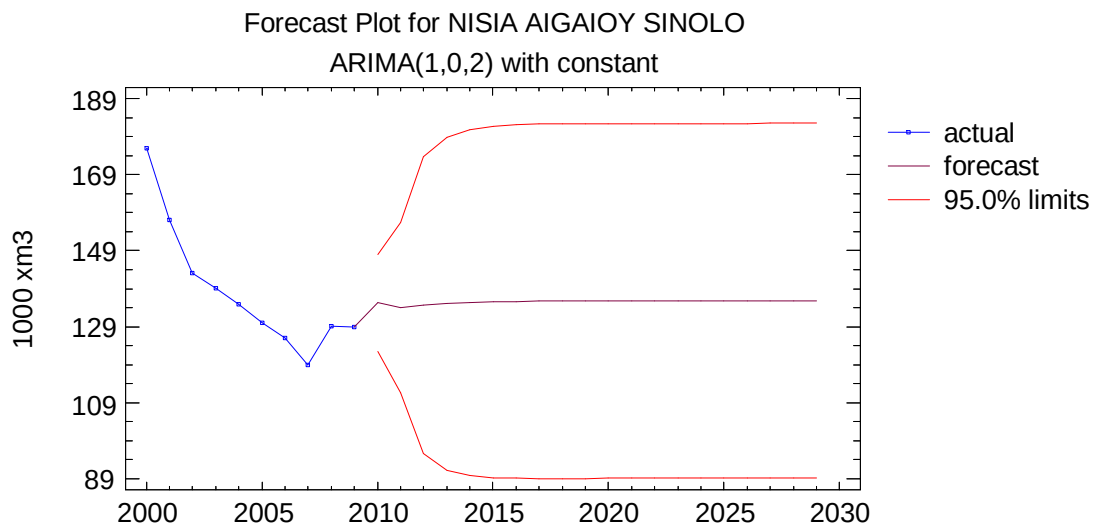
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης τείνει επίσης στο μηδέν ακολουθώντας παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης.

Βάση του μοντέλου μας περιμένουμε μια αύξηση σε σχέση με την τελευταία τιμή μας(2008) φτάνοντας τα 135 hm³ το 2028.

3.4.12 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³)



Και σε αυτό το υδατικό διαμέρισμα παρατηρούμε μια πτώση στην κατανάλωση ύδατος. Ξεκινώντας το 1998 από τα 908 hm³ φτάνουμε το 2003 στο χαμηλότερο σημείο με τιμή 822 hm³ για να καταλήξουμε το 2008 στα 838 hm³.

Το μοντέλο που επιλέγεται για το συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα είναι το ARIMA(0,2,1) with constant. Θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να πιστοποιήσουμε την ορθότητα της επιλογής μας. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	14.6445	10.7603	1.26951	1.03352E-14	0.0126521	5.46155
(B)	23.6643	16.55	1.92146	5.68434E-14	-0.0686795	6.4946
(C)	18.9657	12.964	1.51978	5.11591E-13	-0.0401461	6.2186
(H)	15.3453	10.334	1.21784	-5.83364	-0.683142	5.62828
(I)	24.4246	16.3642	1.89663	0.712057	0.0135224	6.55785
(J)	15.0354	9.74725	1.14927	1.1148	0.145383	5.75414
(M)	12.1426	6.54878	0.781366	2.70132	0.320692	5.32677
(N)	13.3735	10.2047	1.21127	-0.155159	-0.0147501	5.35322
(O)	13.5294	10.5736	1.26197	5.1374	0.610588	5.37639
(P)	15.095	11.54	1.37566	3.42	0.403162	5.42873
(Q)	14.0034	9.88259	1.17781	5.69679	0.677266	5.44527

Το μοντέλο ARIMA(0,2,1) with constant αντιστοιχεί στο γράμμα Μ και όπως παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές σε όλα τα υπό εξέταση κριτήρια.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	14.6445	OK	OK	OK	*	OK
(B)	23.6643	*	OK	OK	OK	***
(C)	18.9657	OK	OK	OK	OK	*
(H)	15.3453	OK	OK	OK	*	OK
(I)	24.4246	*	OK	OK	OK	***
(J)	15.0354	OK	OK	OK	*	OK
(M)	12.1426	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	13.3735	OK	OK	OK	OK	OK

(O)	13.5294	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	15.095	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	14.0034	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το μοντέλο που επιλέξαμε εκτός του μικρότερου σφάλματος περνάει και όλους τους ελέγχους του στατιστικού πακέτου γεγονός που επιβεβαιώνει ότι επιλέξαμε το σωστό μοντέλο.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for ANAT STERA ELLADA SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(1000 x m³))

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

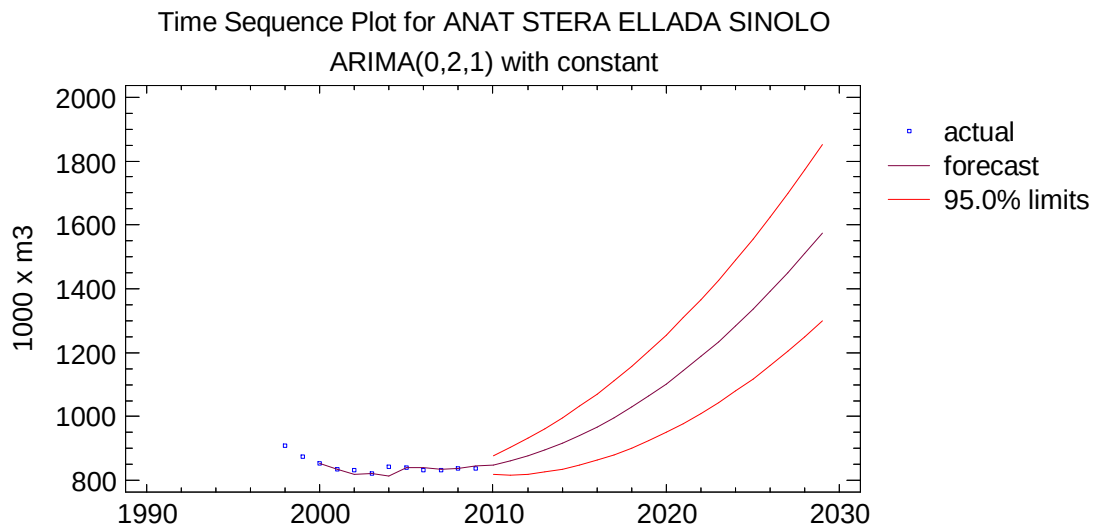
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	908.0		
1999	874.0		
2000	854.0	852.515	1.4849
2001	834.0	835.519	-1.51851
2002	832.0	818.203	13.797
2003	822.0	820.514	1.48604
2004	843.0	813.518	29.4825
2005	839.0	840.494	-1.49436
2006	832.0	839.181	-7.18137
2007	833.0	834.264	-1.2644
2008	837.8	837.976	-0.175827
2009	838.0	845.603	-7.60287

Πίνακας προσαρμογής

<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Lower 95.0% Limit</i>	<i>Upper 95.0% Limit</i>
2010	847.841	818.484	877.198
2011	860.528	816.75	904.305
2012	876.061	819.64	932.481
2013	894.439	826.015	962.863
2014	915.663	835.466	995.859
2015	939.733	847.8	1031.67
2016	966.648	862.909	1070.39
2017	996.409	880.731	1112.09
2018	1029.02	901.228	1156.8
2019	1064.47	924.373	1204.56
2020	1102.77	950.152	1255.38
2021	1143.91	978.554	1309.27
2022	1187.9	1009.57	1366.23
2023	1234.74	1043.2	1426.27
2024	1284.42	1079.44	1489.39
2025	1336.94	1118.29	1555.6
2026	1392.32	1159.74	1624.89
2027	1450.53	1203.81	1697.26
2028	1511.6	1250.49	1772.71
2029	1575.51	1299.77	1851.24

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Η προσαρμογή κρίνεται ως ικανοποιητική αφού δύο μόλις σημεία βρίσκονται εκτός της γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

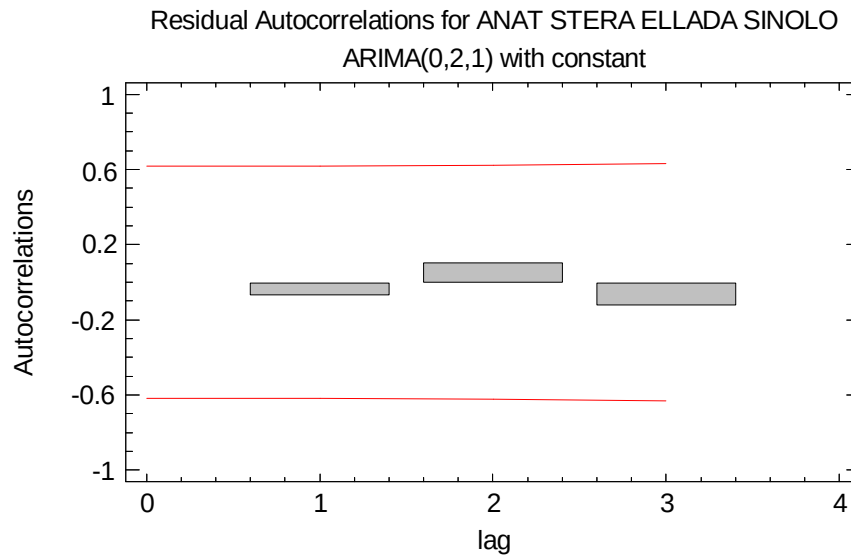
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT STERA ELLADA SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	-0.070825	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.104064	0.31781	-0.622897	0.622897
3	-0.125053	0.321199	-0.629541	0.629541

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα παίρνει μεταβαλλόμενες τιμές πάντοτε κοντά στο μηδέν όμως. Επίσης τα όρια εμπιστοσύνης διευρύνονται καθώς περνάνε και οι χρονικές υστερήσεις.

Αντίστοιχα ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

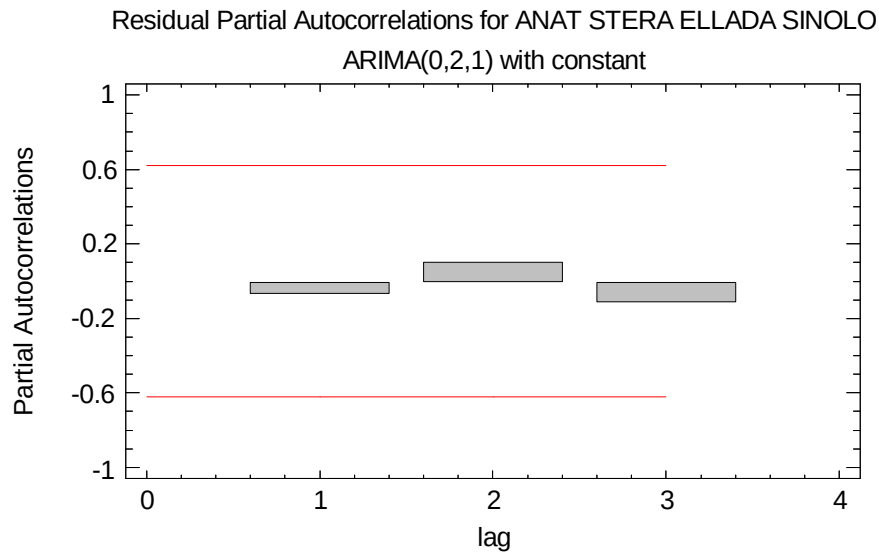
Estimated Partial Autocorrelations for residuals

Data variable: ANAT STERA ELLADA SINOLO

Model: ARIMA(0,2,1) with constant

	<i>Partial</i>		<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Autocorrelation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Prob. Limit</i>	<i>Prob. Limit</i>
1	-0.070825	0.316228	-0.619796	0.619796
2	0.099547	0.316228	-0.619796	0.619796
3	-0.113048	0.316228	-0.619796	0.619796

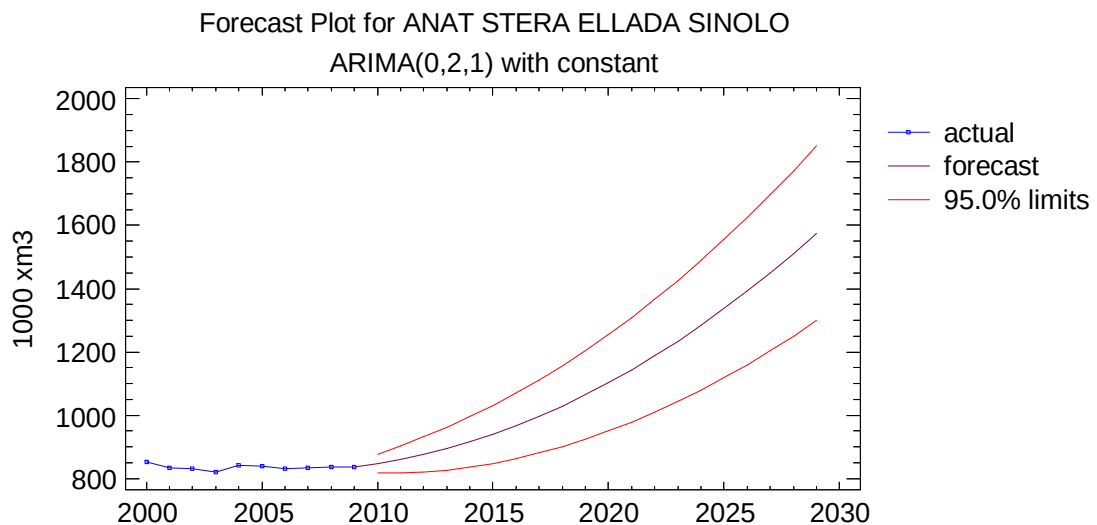
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης

Ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης ακολουθεί παρόμοια συμπεριφορά με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας τιμές τότε αρνητικές και τότε θετικές πάντοτε όμως κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης.

Για άλλη μια φορά βάση του μοντέλου μας προκύπτει αύξηση της ζήτησης ύδατος στο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα το 2028 προβλέπεται η ζήτηση να είναι 1511 hm³, δηλαδή θα έχουμε μια αύξηση 80%.

Είναι προφανές ότι και σε αυτό το υδατικό διαμέρισμα πρέπει να αρδευτικά έργα τα οποία να εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των αναγκών.

3.4.13 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ-ΕΚΡΟΕΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(Χιλ m³)



Για το συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα παρατηρούμε μια ελαφρώς πτωτική πορεία μέχρι κα το 2004 από όπου και μετά η πτώση γίνεται πού πιο απότομη. Ξεκινώντας το 1998 από τα 915 hm³ φτάνουμε το 2004 στα 831 hm³, για να καταλήξουμε το 2008 στα 422 hm³.

Το μοντέλο που επιλέγεται για το συγκεκριμένο διαμέρισμα είναι το ARIMA(1,1,2) with constant. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και εδώ θα παραθέσουμε τον πίνακα σφαλμάτων και τον πίνακα ελέγχων για να επιβεβαιώσουμε ότι επιλέξαμε το καταλληλότερο μοντέλο. Έτσι έχουμε :

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	53.608	42.405	6.74496	4.13407E-14	-0.620157	8.13006
(B)	189.422	163.438	27.6897	0.0	-8.61776	10.6546
(C)	72.3183	55.4167	8.28053	2.42532E-12	-1.34894	8.89549
(H)	67.9845	43.5031	7.38024	-41.0873	-7.02112	8.60523
(I)	51.7933	33.0422	5.49296	-1.79311	0.8357	8.06119
(J)	73.7211	45.1738	7.62941	-44.2292	-7.51376	8.93391
(M)	29.785	18.5937	2.46801	-7.23641	-0.849006	7.45468
(N)	33.2597	22.3303	3.01152	-13.4564	-1.865	7.50869
(O)	44.8433	31.4965	4.73602	-15.1815	-2.28276	7.93968
(P)	53.1566	34.65	6.03733	2.85	1.55711	7.94648
(Q)	49.2963	28.4048	4.63081	-10.9381	-1.13802	7.96237

Το μοντέλο ARIMA(1,1,2) with constant αντιστοιχεί στο M και όπως παρατηρούμε από τον πίνακα παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα υπό εξέταση σφάλματα.

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	53.608	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	189.422	*	OK	*	**	**
(C)	72.3183	**	OK	**	OK	OK
(H)	67.9845	*	OK	OK	OK	*
(I)	51.7933	OK	OK	OK	OK	*
(J)	73.7211	*	OK	OK	OK	*
(M)	29.785	OK	OK	OK	OK	OK
(N)	33.2597	OK	OK	OK	OK	OK

(O)	44.8433	OK	OK	OK	OK	OK
(P)	53.1566	OK	OK	OK	OK	OK
(Q)	49.2963	OK	OK	OK	OK	OK

Πίνακας ελέγχων

Το μοντέλο που επιλέξαμε είναι το καταλληλότερο αφού παρουσιάζει το μικρότερο σφάλμα και περνάει και τους πέντε ελέγχους τους στατιστικού πακέτου.

Ο πίνακας προσαρμογής και πρόβλεψης των δεδομένων είναι ο εξής :

Forecast Table for DYT STEREA ELLADA SINOLO (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ(χιλ m³))

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

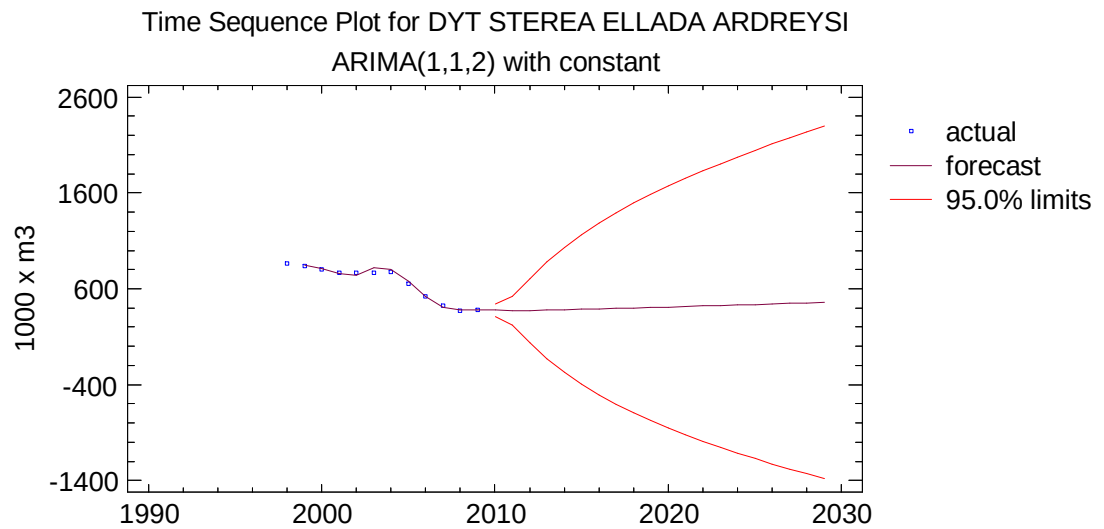
<i>Period</i>	<i>Data</i>	<i>Forecast</i>	<i>Residual</i>
1998	915.0		
1999	890.0	901.843	-11.8428
2000	849.0	864.556	-15.5557
2001	820.0	802.409	17.5911
2002	821.0	789.787	31.2133
2003	822.0	875.534	-53.5339
2004	831.0	857.772	-26.7722
2005	697.0	724.704	-27.7036
2006	566.0	569.416	-3.41553
2007	464.0	450.906	13.0942
2008	418.5	417.933	0.566558
2009	422.0	425.242	-3.24198

Πίνακας προσαρμογής δεδομένων

<i>Period</i>	<i>Forecast</i>	<i>Lower 95.0% Limit</i>	<i>Upper 95.0% Limit</i>
2010	427.526	356.846	498.205
2011	428.569	269.001	588.137
2012	433.501	82.4275	784.574
2013	440.373	-89.872	970.617
2014	448.213	-240.574	1137.0
2015	456.536	-372.123	1285.2
2016	465.101	-488.172	1418.37
2017	473.786	-591.933	1539.51
2018	482.531	-685.925	1650.99
2019	491.306	-772.053	1754.66
2020	500.096	-851.751	1851.94
2021	508.893	-926.104	1943.89
2022	517.694	-995.944	2031.33
2023	526.497	-1061.92	2114.91
2024	535.301	-1124.54	2195.14
2025	544.105	-1184.21	2272.42
2026	552.909	-1241.28	2347.1
2027	561.714	-1296.01	2419.44
2028	570.519	-1348.64	2489.68
2029	579.323	-1399.37	2558.01

Πίνακας πρόβλεψης

Το διάγραμμα προσαρμογής που προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες είναι το εξής :



Διάγραμμα προσαρμογής

Πρόκειται για μια από τις πιο ικανοποιητικές προσαρμογές που έχουμε δει αφού μόλις ένα σημείο βρίσκεται εκτός τις γραμμής προσαρμογής.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

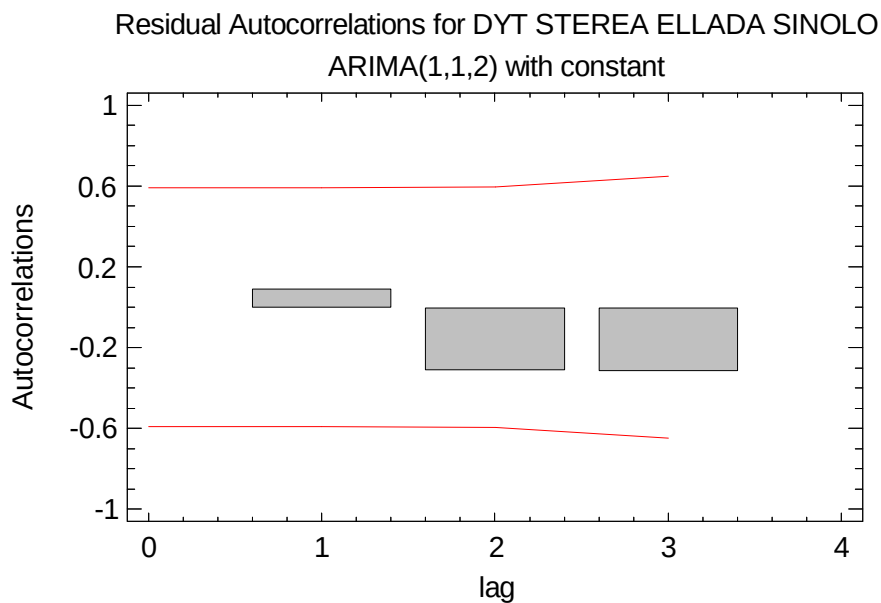
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT STEREA ELLADA SINOLO

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.0887199	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.313629	0.303875	-0.595586	0.595586
3	-0.316374	0.332001	-0.650711	0.650711

Πίνακας συντελεστή αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης



Διάγραμμα συντελεστή αυτοσυσχέτισης

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης παίρνει μεταβαλλόμενες τιμές πάντοτε κοντά στο μηδέν.

Ο πίνακας και το διάγραμμα του συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης είναι τα εξής :

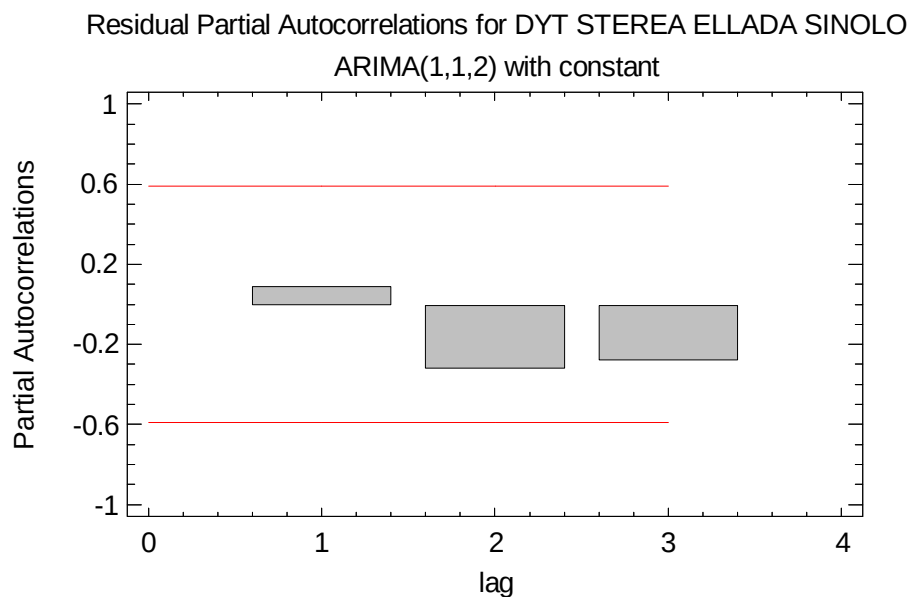
Estimated Autocorrelations for residuals

Data variable: DYT STEREA ELLADA SINOLO

Model: ARIMA(1,1,2) with constant

			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Lag	Autocorrelation	Std. Error	Prob. Limit	Prob. Limit
1	0.0887199	0.301511	-0.590953	0.590953
2	-0.313629	0.303875	-0.595586	0.595586
3	-0.316374	0.332001	-0.650711	0.650711

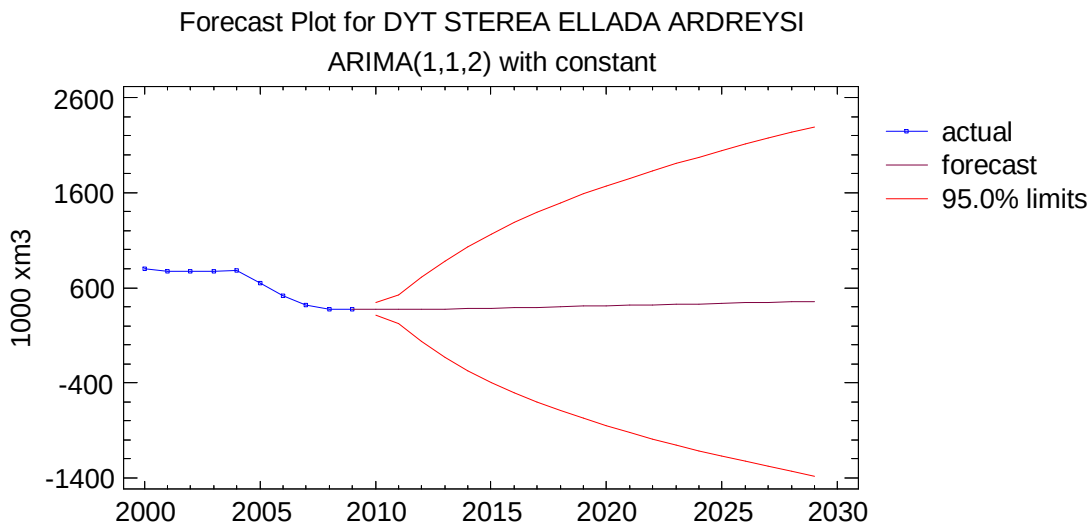
Πίνακας συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης, σφάλματος και ορίων εμπιστοσύνης.



Διάγραμμα συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης.

Ακολουθεί συμπεριφορά παρόμοια με αυτή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης παίρνοντας αρνητικές τιμές κοντά στο μηδέν.

Το διάγραμμα πρόβλεψης που προκύπτει είναι το εξής :



Διάγραμμα πρόβλεψης

Από το παραπάνω διάγραμμα δεν αναμένουμε κάποια μεγάλη μεταβολή στην ζήτηση νερού για τα επόμενα χρόνια. Υπάρχει βέβαια μια ανοδική τάση φτάνοντας το 2028 στα 570 hm³.

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ

Λόγω των διαφορετικών μονάδων στα δεδομένου εισροών και εκροών δεν είναι δυνατό να ορισθεί ένα ακριβές υδατικό ισοζύγιο παρόλα αυτά είναι προφανές ότι βάση των αποτελεσμάτων των προβλέψεων μας θα υπάρξει πρόβλημα με τα υδατικά αποθέματα στο άμεσο μέλλον. Τα αποτελέσματα των προβλέψεων για τις εισροές δείχνουν μια καθοδική ή σταθερή τάση για τα επόμενα χρόνια εν αντιθέσει με τα αποτελέσματα των μοντέλων για τις εκροές, όπου αναμένουμε μια ανοδική πορεία στα περισσότερα υδατικά διαμερίσματα. Πιο συγκεκριμένα από τα διαγράμματα που είδαμε μόνο σε δύο υδατικά διαμερίσματα (Στ Ελλάδα και Αττική) αναμένεται αύξηση των εισροών ενώ όσο αναφορά τις εκροές αναμένουμε σημαντικές αυξήσεις σε όλα τα υδατικά διαμερίσματα πλην αυτών της Θράκης, Δυτικής Πελοποννήσου και Βόρειας Πελοποννήσου. Είναι προφανές χωρίς να χρειάζεται να δείξουμε αριθμητικά δεδομένα ότι το ισοζύγιο που προκύπτει είναι αρνητικό. Το γεγονός αυτό βέβαια δεν μας εκπλήσσει αφού είναι γνωστό ότι η πολιτεία δεν έχει μεριμνήσει στο βαθμό που χρειάζεται για την μελέτη και την κατασκευή όλων των απαραίτητων υδρευτικών και αρδευτικών έργων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ

4.1.1 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Αλογονωμένους και Πολυαλογονωμένους Υδρογονάνθρακες

Οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους ρύπους είναι χλωροφόρμιο (CHCl_3), το διχλωροαιθάνιο (CH_2Cl_2) και ο τετραχλωράνθρακας (CCl_4), ενώ οι πιο σημαντικές βιομηχανικές τους εφαρμογές οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) τα φρεόν (CCl_3F) ως ψυκτικά υγρά σε ψυγεία και κλιματιστικά μηχανήματα καθώς και προωθητήρες σε σπρέι και στα αφρώδη πλαστικά (PVC). Το μεγαλύτερο πρόβλημα με τους υδρογονάνθρακες είναι η εξαιρετικά αργή βιοαποικοδόμηση και διάσπασή τους καθώς και οι σοβαρές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία (μέσω εμπλοκής στους ενζυμικούς μεταβολισμούς και βλάβες στο αναπαραγωγικό και ανοσοποιητικό σύστημα).

4.1.2 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Αζωτούχα και Φωσφορικά Λιπάσματα

Τα νιτρικά και αμμωνιακά άλατα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών και για αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην γεωργία. Ο Carl Bosch το 1899 ήταν εκείνος που ανακάλυψε την τεχνική παραγωγής αμμωνίας από το υδρογόνο και το άζωτο και εκ τότε η βιομηχανία αζωτούχων λιπασμάτων ανεπτύχθη ταχύτατα. Τα αμμωνιακά λιπάσματα μετατρέπονται με τους μικροβιακούς οργανισμούς του εδάφους σε νιτρικά υδατοδιαλυτά άλατα. Τα φυτά όταν αναπτύσσονται απορροφούν αμμωνιακά και νιτρικά άλατα, αλλά με την διακοπή της ανάπτυξης τα νιτρικά λόγω της υψηλής διαλυτότητας στο νερό εκπλύνονται προς τα υδάτινα

συστήματα όπου και συγκεντρώνονται. Σημαντικές ποσότητες νιτρικών εκπλύνονται και με τη βροχή, ενώ ένα τμήμα απονιτρώνεται από μικρόβια εδάφους προς άζωτο (N) και υποξείδιο του αζώτου (NO) που είναι αέριο του θερμοκηπίου. Ένα τμήμα των αμμωνιακών λιπασμάτων μπορεί και να εξατμισθεί σε θερμά κλίματα στην ατμόσφαιρα. Η έκλυση νιτρικών εξαρτάται και από το είδος του εδάφους, ενώ σημαντική έκλυση νιτρικών συμβαίνει και μετά τη συγκομιδή εάν έχουν παραμείνει νιτρικά στο έδαφος. Σε πολλές περιπτώσεις η έκθεση των υδρόβιων φυτών και οργανισμών σε υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών καθίσταται μοιραία. Οι επιπτώσεις των νιτρικών στα νερά και τα οικοσυστήματα έχει αναγκάσει την Ευρωπαϊκή Ένωση να εκδώσει ειδική οδηγία για την νιτρορύπανση με σκοπό τον περιορισμό της. Άλλη μια αρνητική συνισταμένη της ρύπανσης των νερών με αζωτούχα και φωσφορικά λιπάσματα είναι το φαινόμενο του ευτροφισμού. Κατά το φαινόμενο αυτό η αύξηση των νιτρικών οδηγεί σε υπερβολική αύξηση άλλων θρεπτικών υλικών τα οποία με την σειρά τους οδηγούν στην υπερβολική παραγωγή οργανικής ύλης (φυτοπλαγκτόν, φύκη) το οποίο σαν αποτέλεσμα έχει την κατανάλωση του συνόλου του διαλυμένου οξυγόνου. Μην έχοντας οξυγόνο οι ζωντανοί οργανισμοί των συστημάτων αυτών πεθαίνουν.

4.1.3 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Ενδοκρινικούς Διαταρακτές(endocrine disrupters)

Η μελέτη της ρύπανσης των υδάτινων συστημάτων από απόβλητα βιομηχανιών και από τοξικές και επικίνδυνες χημικές ουσίες επικεντρώθηκε στις κυριότερες κατηγορίες των χημικών ουσιών που προκαλούν επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 ορισμένες έρευνες έδειξαν αυξημένα επίπεδα σε ποτάμια και λιμναία νερά μιας νέας κατηγορίας ουσιών, των οποίων η τοξικότητα οφείλεται σε οιστρογονική δράση, οι ενδοκρινικοί αδιατάρακτες (endocrine disrupters). Η δημοσίευση του βιβλίου “Our Stolen Future” το 1996 στις ΗΠΑ, από επιστήμονες που μελέτησαν το θέμα, δημιούργησε αρκετή αίσθηση και αφύπνιση της επιστημονικής κοινότητας για το νέο αυτό περιβαλλοντικό πρόβλημα (οι χαμηλές συγκεντρώσεις στα νερά έκαναν την ανίχνευσή τους δυσκολότερη σε παλαιότερες εποχές). Αρχικά, η υπόθεση των ρύπων με οιστρογόνο δράση και η επίδρασή τους στην αναπαραγωγική και ενδοκρινική κατάσταση υδρόβιων οργανισμών, διερευνήθηκε σε ζώα της άγριας φύσης.

Οι επιπτώσεις σε είδη της άγριας φύσης από υψηλές συγκεντρώσεις ξενο-οιστρογόνων (xenoestrogens) και οι πιθανοί μηχανισμοί δράσης προσπάθησαν να συσχετισθούν με αποτελέσματα στην αλλαγή φύλου και στην αναπαραγωγή των βιολογικών οργανισμών. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχαν θετικά αποτελέσματα, ενώ σε άλλες περιπτώσεις ο συσχετισμός αποδείχθηκε περίπλοκος με πολλούς συγχυτικούς παράγοντες, αμφίβολα αποτελέσματα και συνεργικές δράσεις με φυσικά οιστρογόνα. Τέτοιες ουσίες μπορούν να βρεθούν φυτοφάρμακα όπως το chlordane και το p-DDT καθώς και σε διάφορα παιχνίδια και σκεύη τα οποία αποτελούνται από PVC με την μορφή πολυεστέρων. Παρά τις αρχικές

ανησυχίες πιο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση των διαταρακτών αυτών με τυχόν παρενέργειες του ανθρώπινου μεταβολισμού.

4.1.4 Ρύπανση Υδάτινων Συστημάτων από Βαρέα Μέταλλα και Μεταλλοειδή

Από τα 40 περίπου είδη μετάλλων που έχουν ανιχνευτεί στον περιβάλλον ορισμένα από αυτά είναι χρήσιμα στην ανάπτυξη βιολογικών οργανισμών όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, ο σίδηρος και άλλα θεωρούνται τοξικά όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, και ο υδράργυρος. Στα υδάτινα συστήματα τα μέταλλα βρίσκονται υπό μορφή διαλυτών αλάτων ή αιωρουμένων σωματιδίων και με το χρόνο συγκεντρώνονται στα ιζήματα ποταμών, λιμνών και παράκτιων περιοχών. Ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, γεωθερμικές διεργασίες, έκπλυση επιφανειακών εδαφών, διάβρωση εδαφών και διάσπαση ορυκτών εμπλουτίζουν στα νερά σε βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή. Σημαντικές συγκεντρώσεις μετάλλων έχουν μετρηθεί σε θαλάσσια, ποτάμια και λιμναία ιζήματα.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από μέταλλα και τις ενώσεις τους δεν περιορίζονται μόνο στις περιοχές με ανθρωπογενείς δραστηριότητες, αλλά όπως και με άλλους ρύπους μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Τοξικά μέταλλα έχουν ανιχνευθεί σε οικοσυστήματα της Ανταρκτικής. Τα περισσότερα από αυτά έχουν παρενέργειες όταν βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις, ενώ οι δράσεις τους είναι κυρίως νεφροτοξικές(Pb,Hg,As) και νευροτοξικές(Hg, Pb ιδιαίτερα) ενώ δεν έχει βρεθεί άμεση σχέση με πιθανές καρκινογόνες παρενέργειες.

4.2 ΔΙΕΡΕΥΝΥΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με βάση την Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία τα επιφανειακά ύδατα υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες A1, A2, A3 βάση των ποιοτικών, φυσικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών τους. Για κάθε κατηγορία προβλέπεται και μία συγκεκριμένη διαδικασία επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα :

Κατηγορία A1: Απλή φυσική επεξεργασία και απολύμανση με ταχεία διήθηση

Κατηγορία A2: Ομαλή φυσική επεξεργασία , χημική επεξεργασία και απολύμανση (με κροκίδωση, καθίζηση, διήθηση)

Κατηγορία A3: Εντατική φυσική και χημική επεξεργασία, τελική επεξεργασία και προχωρημένη απολύμανση, ιδίως χλωρίωση μέχρι σημείου θραύσεως.

Βάση των οδηγιών υπάρχουν δύο τιμές για κάθε παράμετρο : η ενδεικτική τιμή (G) και η επιτακτική τιμή (I). Η ενδεικτική τιμή αποτελεί έναν δείκτη και είναι καλό αλλά όχι αναγκαστικό να ακολουθείται όπως στην περίπτωση της επιτακτικής τιμής. Για να θεωρηθεί ότι τα επιφανειακά δείγματα ικανοποιούν τα κριτήρια ποιότητας θα πρέπει το 95% των δειγμάτων του εν λόγω υδάτινου σώματος να ικανοποιεί όλες τις επιτακτικές παραμέτρους και το 90% των δειγμάτων τις υπόλοιπες συνιστώμενες παραμέτρους. Επίσης αναφέρονται και άλλες επτά παράμετροι(βηρύλλιο, κοβάλτιο, νικέλιο, βανάδιο,

ολικό οργανικό άνθρακα, υπόλοιπο οργανικό άνθρακα και ολικό οργανικό εκχυλισιμο χλώριο) για τους οποίους όμως δεν έχουν καθοριστεί τιμές.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν και οι παράγοντες του παρακάτω πίνακα οι οποίες μας δείχνουν τι μέγεθος της ρύπανσης λόγω θρεπτικών και ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας III.1 Χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας που προορίζονται για πόσιμο νερό

Παράμετροι	A1 G	A1 I	A2 G	A2 I	A3 G	A3 I
Νιτρικά (mg/L NO ₃)	25	50 (O)		50 (O)		50 (O)
Φωσφορικά (mg/L P ₂ O ₅)	0.4		0.7		0.7	
Αζωτο Kjeldahl (εξαιρουμένου του NO ₃) (mg/L N)	1		2		3	
Αμμωνία (mg/L NH ₄)	0.05		1	1.5	2	4 (O)
Ολικά ζιζαν/κτόνα (παραθείον, BHV, διελδρίνη) (mg/L)		0.001		0.0025		0.005
Ολικά κολοβακτηριδοειδή 37°C (/100 ml)	50		5000		50 000	
Περιττωματικά κολοβακτηριδοειδή (/100 ml)	20		2000		20 000	
Περιττωματικοί στρεπτόκοκκοι (/100 ml)	20		1000		10 000	
Σαλμονέλλες (/100 ml)	*		**			

Πηγή: Παράρτημα II Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ

* Απουσία σε 5000 ml

** Απουσία σε 1000 ml

I: επιτακτική

G: οδηγός

O: εξαιρετικές γεωγραφικές και κλιματολογικές περιστάσεις

Αξίζει να σημειωθεί ότι ύδατα κατηγορίας A3 δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πόσιμου νερού παραμόνο άμα υποστούν κατάλληλη επεξεργασία και αναμειχθούν με πιο καθαρά ύδατα προκειμένου να αποκτήσουν τα χαρακτηριστικά που ορίζει η νομοθεσία.

Επειδή όμως ο διαχωρισμός σε επιτακτική και ενδεικτική τιμή αποτελούσε αντικείμενο παρερμηνεύσεων εκδόθηκε μια νέα οδηγία η οποία καθορίζει μία τιμή, την παραμετρική τιμή και η οποία πρέπει να ακολουθείται σε κάθε περίπτωση. Επιπροσθέτως η συγκεκριμένη οδηγία καθιστά σαφές ότι αν τυχόν υπάρχει κάποια παρέκκλιση από την παραμετρική τιμή αυτή δεν μπορεί να ξεπερνά τα εννέα έτη, καθώς και ότι η παρέκκλιση θα πρέπει να εξετάζεται εκ νέου κάθε τρία έτη και θα πρέπει να διευκρινίζεται ο λόγος της παρέκκλισης(αύξηση πληθυσμού, παροχή νερού ,κλπ).

Πίνακας III.3 Κύριες παράμετροι που αφορούν στις ανεπιθύμητες ουσίες

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Escherichia coli (E. coli) (αριθμός/100 ml)	0
Εντερόκοκκοι (αριθμός/100 ml)	0
1,2-διχλωροαιθάνιο (μg/L)	3.0
Επιχλωρυδρίνη (μg/L)	0.10
Νιτρικά άλατα (mg/L)	50
Νιτρώδη άλατα (mg/L)	0.50
Παρασιτοκτόνα (mg/L)	0.10
Σύνολο παρασιτοκτόνων (mg/L)	0.50
Τετραχλωροαιθάνιο και Τριχλωροαιθάνιο (μg/L)	10
Ολικά τριαλογονομεθάνια (μg/L)	100
Βρωμικά άλατα (μg/L)	10

Στην νέα οδηγία έχουν προστεθεί και παράμετροι οι οποίες είναι ύποπτες για καρκινογόνο δράση.

4.2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΛΙΜΝΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την κατάταξη των λιμνών ανάλογα με την τροφική τους κατάσταση είναι η μέθοδος που έχει προταθεί από το Joint Research Center(JRC). Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την μέθοδο είναι :

Παράμετροι αιτίας: ολικός φώσφορος, ολικό άζωτο

Επιπρόσθετες παράμετροι μπορεί να είναι το διαλυμένο οξυγόνο, ο δείκτης φυτοπλαγκτόν, τα μακρόφυτα, ο δείκτης ιχθύων και η ενδεχόμενη αύξηση φυκιών.

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή λαμβάνουμε αντιπροσωπευτικά δείγματα στην συνέχεια προσδιορίζουμε την καμπύλη κατανομής για κάθε παράμετρο και το «καλύτερο» 25% για κάθε παράμετρο επιλέγεται από την κατανομή των λιμνών ως η τιμή αναφοράς της παραμέτρου. Αυτή η τιμή αποτελεί και ένα ανώτατο όριο , έτσι λίμνες δεξιά της γραμμής χαρακτηρίζονται ως ευτροφικές ενώ εκείνες που βρίσκονται αριστερά θεωρούνται εντός των αποδεκτών ορίων. Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία για την συγκέντρωση φωσφόρου στις λίμνες ο οποίος αποτελεί και τον πιο σημαντικό παράγοντα για τα γλυκά νερά μπορούμε να καθορίσουμε την τιμή ίση με 25 μg/L.

4.2.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα βιομηχανικά απόβλητα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος της όχλησης που προκαλούν. Ο διαχωρισμός τους σε τοξικά ή επικίνδυνα γίνεται βάση των κριτηρίων της αναφλεξιμότητας, δραστηριότητας, διαβρωτικότητας, καρκινογένεσης και γενετικών επιπτώσεων.

Βιομηχανίες χαμηλής ή μέσης όχλησης: Πρόκειται για βιομηχανίες που παράγουν απόβλητα τα οποία δεν περιέχουν τοξικές ουσίες και έχουν χαρακτηριστικά τα οποία μοιάζουν με τα αστικά λήμματα όπως είναι η συγκέντρωση οργανικού φορτίου και θρεπτικών στοιχείων(αζώτου και φωσφόρου).

Βιομηχανίες υψηλής όχλησης: Πρόκειται για βιομηχανίες των οποίων τα απόβλητα περιέχουν τόσο συμβατικούς όσο και μη συμβατικούς ρύπους. Απαιτείται ποιοτικός και ποσοτικός χαρακτηρισμός των ρυπογόνων φορτίων όπως αυτοί έχουν αναφερθεί προηγουμένως. Πρέπει να αναφερθεί βέβαια ότι παρόλες τις προσπάθειες που έχουν γίνει κατά καιρούς δεν υπάρχει ακόμα μια ενιαία βάση δεδομένων ν σε εθνικό επίπεδο για τα ρυπογόνα φορτία καθώς και την κατηγοριοποίηση αυτών.

4.3 ΔΙΕΥΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΚΑΙ ΛΙΜΝΩΝ

4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παραθέσουμε μια ανάλυση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται τα ύδατα των μεγαλύτερων ποταμών και λιμνών της χώρας ανά υδατικό διαμέρισμα. Οι μεγαλύτεροι ποταμοί της Ελλάδας είναι :

<u>ΟΝΟΜΑ ΠΟΤΑΜΟΥ</u>	<u>ΜΗΚΟΣ ΠΟΤΑΜΟΥ(ΚΜ)</u>
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ	297
ΑΧΕΛΩΟΣ	220
ΠΗΝΕΙΟΣ	205
ΕΒΡΟΣ*	204
ΝΕΣΤΟΣ	130
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	118
ΑΛΦΕΙΟΣ	110
ΚΑΛΑΜΑΣ	115

Αντίστοιχα οι μεγαλύτερες λίμνες της Ελλάδας είναι :

<u>ΟΝΟΜΑ ΛΙΜΝΗΣ</u>	<u>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΙΜΝΗΣ(ΚΜ²)</u>
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	96,5
ΒΟΛΒΗ	75,6
ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ	72,6
ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ	45,6

ΚΟΡΩΝΕΙΑ	42,8
ΜΙΚΡΗ ΠΡΕΣΠΑ	43,1
ΜΕΓΑΛΗ ΠΡΕΣΠΑ	43,1

*: Σημαίνει ότι τα στοιχεία αναφέρονται στο μέρος του ποταμού ή της λίμνης το οποίο βρίσκεται εντός των ελληνικών συνόρων.

Στην συνέχεια παρατίθεται μία ποιοτική αξιολόγηση των υδάτων των λιμνών και των ποταμών που αναφέρονται στους παραπάνω πίνακες.

4.3.2 ΑΛΦΕΙΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ)

Με βάση τα στοιχεία φαίνεται ότι ο Αλφειός ικανοποιεί τις προϋποθέσεις της χρήσης του, που είναι κυρίως άρδευση γεωργικών εγκαταστάσεων. Πιο αναλυτικά όσο αναφορά τις παραμέτρους των θρεπτικών (NO_3 , NH_4 , Ολικό-P) των κατατάσσουν στην κατηγορία Α1 όσο αναφορά τα υδάτινα σώματα. Επίσης το επίπεδο των μικροοργανισμών είναι αρκετά χαμηλό και δεν υπερβαίνει τα όρια της ελληνικής νομοθεσίας. Χαμηλό επίσης είναι και το επίπεδο των βαρέων μετάλλων με εξαίρεση αυτών του Αργιλίου, Σιδήρου και Μαγγανίου των οποίων οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν τα όρια της νομοθεσίας.

4.3.3 ΠΗΝΕΙΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ)

Με βάση τα στοιχεία ο Πηνειός ικανοποιεί τις απαιτήσεις των υφιστάμενων χρήσεων. Πιο συγκεκριμένα την περίοδο 1998-2000 είχαμε συγκεντρώσεις νιτρικών 0,44-4,08 mg/L NO_3 ενώ αντίστοιχα η αμμωνία κυμαίνεται 0,028-0,681 mg/L. Βέβαια σύμφωνα με πιο πρόσφατα δεδομένα του ΥΠΕΧΩΔΕ παρατηρούνται υψηλότερες τιμές νιτρικών και συγκεκριμένα την περίοδο 2001-2002 η συγκέντρωση νιτρικών των δειγμάτων μετρήθηκε στα 30 mg/L ενώ επιβαρυμένες φαίνονται και οι τιμές των φωσφορικών με το μέσο όρο να κυμαίνεται στα 0.55 mg/L όταν το όριο για την κατηγορία Α1 δηλαδή για την παραγωγή πόσιμου νερού είναι 0,4 mg/L. Όμως λόγω του περιορισμένου αριθμού παρατηρήσεων και της αβεβαιότητας των μετρήσεων θα ήταν εξαιρετικά επισφαλής ο χαρακτηρισμός του ποταμού. Όσο αναφορά τις μικροοργανικές ενώσεις αυτές βρίσκονται σε εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις θειικών οι οποίες υπερβαίνουν τις επιτακτικές τιμές για πόσιμο νερό.

4.4.4 ΑΧΕΛΩΟΣ(ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)

Ο Αχελώος δέχεται τις επιφανειακές απορροές των καλλιεργούμενων εκτάσεων της Αιτωλοακαρνανίας οι οποίες μεταφέρουν κατά κύριο λόγο τόσο θρεπτικά από τις καλλιέργειες όσο και ρυπαντικά φορτία από τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Παρόλα ταύτα οι συγκεντρώσεις είναι αυξημένες αλλά όχι υψηλές. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι οι συγκεντρώσεις νιτρικών βρίσκονται στο διάστημα 0-9,48mg/L ενώ στις εκβολές του ποταμού έχουν μετρηθεί από 0,1-17,7 mg/L. Αντίστοιχα η μέγιστη τιμή των νιτρικών που έχει καταγραφεί είναι 21,5 mg/L με την μέση τιμή να μην υπερβαίνει τα 6 mg/L. Αξίζει να αναφερθούν και οι πολύ χαμηλές τιμές των μικροοργανικών ενώσεων και των βαρέων μετάλλων οι οποίες βρίσκονται κάτω από το όριο. Εν κατακλείδι μπορούμε να πούμε ότι ο Αχελώος έχει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά για την ασφαλή αξιοποίηση των υδάτων του ακόμα και για την παραγωγή πόσιμου νερού.

4.4.5 ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ(ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)

Όσο αναφορά τις συγκεντρώσεις σε θρεπτικά(NO_3 , NH_4 και Ολικού P) από τις μετρήσεις βλέπουμε ότι δεν παραβιάζουν τις μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις για διάφορες χρήσεις ακόμα και για πόσιμο νερό που όπως έχουμε προαναφέρει είναι η κατηγορία A1. Πιο συγκεκριμένα τα νιτρικά έχουν μετρηθεί στον διάστημα 0-23,92 mg/L ενώ αντίστοιχα τα νιτρώδη κυμαίνεται σε επίπεδα από 0-2,83 mg/L. Οι μόνες σχετικά αυξημένες τιμές που παρατηρούνται είναι αυτές των θεικών των οποίων οι τιμές παραμένουν εντός των επιτρεπτών ορίων. Όσο αναφορά τα φαινόμενα του ευτροφισμού όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως οι δύο καθοριστικοί παράγοντες είναι τα επίπεδα φωσφόρου και αζώτου των οποίων οι τιμές εδώ δεν υποδεικνύουν πρόβλημα ευτροφισμού. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν το 2004-2005 βρέθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου γεγονός που συνιστά επιτακτικό τον πιο συχνό δειγματοληπτικό έλεγχο των υδάτων.

4.4.6 ΚΑΛΑΜΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΥΠΕΙΡΟΥ)

Δεν παρουσιάζει χαρακτηριστικά έντονης ρύπανσης παρόλο που δέχεται τα επεξεργασμένα βιολογικά λήμματα της πόλης των Ιωαννίνων. Από τα δεδομένα προκύπτει ότι ο ποταμός ικανοποιεί τα χαρακτηριστικά τόσο για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων αλλά ακόμα και για την επεξεργασία των υδάτων για πόσιμο νερό. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις τιμές των νιτρικών που έχουν μετρηθεί εντός του στο διάστημα 1,95-6,44 mg/L ενώ αντίστοιχα η αμμωνία στο διάστημα 0,022-0,086 mg/L. Ο ποταμός Καλαμάς βέβαια παρουσιάζει σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις σε θειικά χωρίς όμως να υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια.

4.4.7 ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Σύμφωνα με τα στοιχεία των μετρήσεων ο ποταμός Αλιάκμονας ικανοποιεί τις παραμέτρους τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση. Πιο συγκεκριμένα την περίοδο 2000-2003 καταγράφονται τιμές νιτρικών περί των 25mg/L το οποίο είναι και το ανώτατο όριο της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για την παραγωγή πόσιμου νερού. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι παράμετροι έχουν βελτιωθεί παρόλη την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα το επίπεδο κορεσμού σε οξυγόνο από 85-90% που βρισκόταν την περίοδο 1988-1992 αυξήθηκε στο 105% την περίοδο 1993-2001. Τέλος από δειγματοληψίες που έγιναν στον ποταμό δεν παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις ζιζανιοκτόνων και φυτοφαρμάκων μεγαλύτερες των ορίων.

4.4.8 ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων η λίμνη Βεγορίτιδα δεν φαίνεται να παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών . Η χρήση της λίμνης είναι η άρδευση, αλιεία, κολύμβηση και βιομηχανία και οι παράμετροι ικανοποιούν της προϋποθέσεις για αυτές της χρήσεις. Πιο συγκεκριμένα οι συγκεντρώσεις νιτρικών έχουν μετρηθεί στο 9,7 mg/L. Τέλος παρόλο την έντονη γεωργική δραστηριότητα οι συγκεντρώσεις φωσφόρου και αζώτου είναι χαμηλές γεγονός που δείχνει ότι δεν υπάρχει φαινόμενο ευτροφισμού.

4.4.9 ΜΙΚΡΗ ΠΡΕΣΠΑ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ τα επίπεδα των παραμέτρων των νερών της λίμνης δεν υπερβαίνουν τα όρια για την κατηγορία A1 δηλαδή αυτή της χρήσης για ύδρευση. Επισημαίνεται ότι περιστασιακά έχουν καταγραφεί χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (2,7 mg/L) και υψηλές τιμές φωσφορικών (0,7 mg/L) όμως οι μέσοι όροι τους βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα.

4.4.10 ΜΕΓΑΛΗ ΠΡΕΣΠΑ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Οι τιμές των παραμέτρων τις είναι παραπλήσιες της Μικρής Πρέσπας, έτσι και τα νερά της Μεγάλης Πρέσπας κατατάσσονται στην κατηγορία A1 δηλαδή αυτή του πόσιμου νερού ενώ δεν παρατηρούνται και φαινόμενα ευτροφισμού.

4.4.11 ΛΙΜΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Τα χαρακτηριστικά τη λίμνης κατατάσσουν τα ύδατα της στην κατηγορία A1, την επεξεργασία για παραγωγή πόσιμου νερού. Όσο αναφορά φαινόμενα ευτροφισμού ο καθοριστικός παράγοντας είναι ο φώσφορος και βάση της συγκεντρώσεως του μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την λίμνη της Καστοριάς ως ευαίσθητη στα φαινόμενα ευτροφισμού. Τέλος από μετρήσεις των υδάτων φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις μικροοργανισμών και μετάλλων βρίσκονται κάτω από τα όρια ανίχνευσης.

4.4.12 ΒΟΛΒΗ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Σύμφωνα με αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων καθώς και νιτρωδών με τις τιμές τους να κυμαίνονται από 1,2 mg/L έως 2,3 mg/L ενώ οι τιμές των νιτρικών παρότι υψηλές δεν ξεπερνούν το όριο των 50 mg/L. Ως τελικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι η ποιότητα των υδάτων της Βόλβης είναι δυσμενής, κυρίως λόγω της καλλιεργητικής δραστηριότητας αλλά και της ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων (κυρίως του Αξιού) τα οποία καταλήγουν σε αυτήν.

4.4.13 ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ)

Οι χαμηλές συγκεντρώσεις σε νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνιακά τον κατατάσσουν στην κατηγορία A1 δηλαδή κατάλληλο για πρόσληψη νερού προς πόση. Παρατηρούνται σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις είναι υψηλότερα των ορίων παρόλα ταύτα ο μέσος όρος δεν υποδεικνύει πρόβλημα ευτροφισμού. Τέλος παρατηρούνται συγκεντρώσεις χαμηλότερες των ορίων για τα ζιζανιοκτόνα και τα φυτοφάρμακα αλλά όχι και για το αργίλιο, σίδηρο και μαγγάνιο των οποίων οι υψηλές συγκεντρώσεις χαρακτηρίζουν τον ποταμό ως ευαίσθητο.

4.4.14 ΕΒΡΟΣ (ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ)

Παρουσιάζει υψηλές τιμές νιτρικών οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν τα όρια για πρόσληψη πόσιμου νερού (κατηγορία A1) και σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνούν και την επιτακτική τιμή των 50 mg/L. Επίσης καταγράφονται χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου με την μέση τιμή να κυμαίνεται κοντά στο 30% της συγκέντρωσης κορεσμού. Επιπροσθέτως οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών και του αμμωνιακού αζώτου υπερβαίνουν τα επιτακτικά όρια για την κατηγορία A2. Με βάση τις παραπάνω αυξημένες συγκεντρώσεις τα ύδατα του ποταμού μπορούν να καταταχθούν στην κατηγορία A3.

4.4.15 ΝΕΣΤΟΣ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ)

Από τα στοιχεία που έχουμε προκύπτει ότι ο ποταμός Νέστος ικανοποιεί τις προϋποθέσεις για πρόσληψη νερού προς πόση (κατηγορία Α1). Πρέπει όμως να επισημάνουμε τις υψηλές συγκεντρώσεις σε νιτρικά(30 mg/L) και σε αμμωνιακά(1-2mg/L) με τους μέσους όρους τους να είναι σχετικά χαμηλοί και εντός των αποδεκτών ορίων. Τέλος επισημαίνεται το χαμηλό επίπεδο μικροοργανισμών και μετάλλων που δεν ξεπερνούν σε καμία περίπτωση τα επιτρεπτά όρια. Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι ένα κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ του ποταμού Νέστου και Έβρου είναι ότι ένα μεγάλο ποσοστό του ρυπαντικού τους φορτίου προέρχεται από άλλες χώρες.

4.4.16 ΒΙΣΤΩΝΙΔΑ(ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ)

Σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις νιτρικών την περίοδο 1991-1997 κυμαίνονται μεταξύ 0,44-2,25 mg/L NO_3 και 0,025-0,776 mg/L NH_4 .γεγονός που καθιστά την λίμνη ευαίσθητη σε φαινόμενα ευτροφισμού κάτι που επιβεβαιώνεται και από το πολύ μικρές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου που έχουν καταγραφεί και είναι της τάξης των 1,5mg/L(περί το 10 του ποσοστού κορεσμού).Επίσης πολύ υψηλές είναι οι τιμές των θεικών ενώ εν αντιθέσει χαμηλό είναι το ποσοστό των μικροοργανισμών . Το συμπέρασμα είναι ότι η ποιότητα των υδάτων πρέπει να αναβαθμιστεί για να πλήρη τις προϋποθέσεις μη ευτροφικών συστημάτων.

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αναφέραμε και στον πρόλογο αυτή η εργασία είχε δύο κύριους στόχους, να γίνει μία πρόγνωση των υδατικού ισοζυγίου και να εξεταστεί η κατάσταση των κυριότερων λιμνών, ποταμών και υδροβιότοπων της χώρας.

Όσο αναφορά το πρώτο κομμάτι από τα αποτελέσματα των προβλέψεων φαίνεται μια μείωση ή στην καλύτερη περίπτωση σταθερή πορεία στον όγκο του υετού που αποτελεί και την είσοδο του συστήματός μας. Από την άλλη πλευρά από τα ίδια μοντέλα προκύπτει μια σημαντική αύξηση στην κατανάλωση στο άμεσο μέλλον, ειδικά σε υδατικά διαμερίσματα στα οποία βρίσκονται μεγάλα αστικά κέντρα όπως αυτά της Αττικής και της Κεντρικής Μακεδονίας. Αναφέρουμε χαρακτηριστικά ότι για το υδατικό διαμέρισμα της Αττικής το 1999 είχαμε η τιμή του υετού ήταν 433 mm ενώ η αντίστοιχα για το 2019 προβλέπεται στα 410 mm δηλαδή μια πτώση περίπου 5 %. Με βάση το αντίστοιχο μοντέλο για την κατανάλωση νερού ενώ το 1999είχαμε κατανάλωση 500 hm³ το 2019 προβλέπεται να φτάσει τα 1151 hm³ δηλαδή μία αύξηση 112%.

Πέρα από τα αποτελέσματα των προβλέψεων οι ανάγκες που πρόκειται να έχουμε όσο αναφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα το νερό θα παίξουν και αυτές σημαντικό ρόλο. Μπορεί το νερό που χρησιμοποιείται να για την παραγωγή ενέργειας να μην θεωρείται «χαμένο» αλλά σίγουρα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα, αλλά μόνο όταν ο προγραμματισμός του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας το επιβάλλει γεγονός που θα επιβαρύνει το υδατικό ισοζύγιο ειδικά στους κρίσιμους θερινούς μήνες.

Ακόμα παρουσιάσαμε τα κυριότερα υδρευτικά και αρδευτικά έργα και τονίσαμε ότι είμαστε σε μειονεκτική θέση όσο αναφορά τέτοιου είδους έργα, παρόλο του εξαιρετικού υδατικού ανάγλυφου που έχουμε ως χώρα. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι παρόλο που ένα πολύ μεγάλο μέρος της χώρας μας βρέχεται από την θάλασσα τα κέντρα αφαλάτωσης είναι ελάχιστα.

Βάση λοιπόν όλων των παραπάνω το συμπέρασμα στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε είναι ότι χρειάζονται άμεσα υδρευτικά και αρδευτικά έργα προκειμένου να εξασφαλίσουμε ένα θετικό υδατικό ισοζύγιο για τα επόμενα χρόνια.

Τέλος όσο αναφορά το δεύτερο κομμάτι δηλαδή την κατάσταση των ποταμών και των λιμών της χώρας, μπορούμε να πούμε ότι σε γενικές γραμμές δεν παρατηρούνται σημαντικές παρεκκλίσεις από τα προβλεπόμενα. Σαφέστατα υπάρχουν κάποια προβλήματα όπως στην περίπτωση του ποταμού Έβρου λόγω της ύπαρξης βιομηχανικών ζωνών (στην πορεία του εκτός των Ελληνικών συνόρων) ή του ποταμού Νέστου ο οποίος και αυτός δέχεται σημαντικά ρυπαντικά φορτία κατά την πορεία του και πριν εισέλθει στον Ελλαδικό χώρο. Παρόλα αυτά μπορούμε να πούμε ότι με βάση τους ελέγχους και τα αποτελέσματα αυτών φαίνεται να τηρούνται οι νομοθεσίες τουλάχιστον όσο αναφορά των Ελλαδικό χώρο. Χαρακτηριστικά μπορούμε να πούμε ότι από όλες τις λίμνες που αναφέρθηκαν προηγουμένων δεν υπάρχει κάποια που να βρίσκεται εντός ορίων για φαινόμενα ευτροφισμού ενώ αντίστοιχα από όλα τα ποτάμια δεν υπάρχει κάποιο που να κατατάσσεται στην κατηγορία Α3 , δηλαδή ακατάλληλου προς πόση.

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, Στατιστική Επετηρίδα Έτη 1990-2009
2. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, Στατιστικές Περιβάλλοντος 1984-1999
3. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, Μηνιαία Στατιστικά Δελτία
4. Εθνικό Αστεροσκοπείο, <http://noa.gr>
5. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, <http://ypoka.gr>
6. Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
7. Υδατικοί πόροι στην Ελλάδα, Μ.Α. Μιμίκου
8. Ο Ρόλος και οι αρμοδιότητες της αυτοδιοίκησης στη διαχείριση και προστασία υδατικών πόρων, Ινστιτούτο τοπικής αυτοδιοίκησης ,Αθήνα
9. Οδηγός εφαρμογής για τον σχεδιασμό έργων ύδρευσης, Συμπράξεις δημοσίου και ιδιωτικού τομέα (ΔΣΙΤ).
10. Use of freshwater resources, National center of environment and sustainable development
11. Διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα, Ηλίας.Μ. Ντεμιαν.
12. Water use by sectors, National center of environment and sustainable development
13. Υδατικοί πόροι, Δρ. Θεόδωρος Σ.Κουσούρης.
14. Πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων Ελλάδας, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

15. Crop water requirements model tested for crops grown in Greece, Agriculture university of Athens.
16. Η κατάσταση του περιβάλλοντος , Εθνικό κέντρο περιβάλλοντος και αειφόρου ανάπτυξης.
17. Κανόνες καλής πρακτικής για την βιώσιμη διαχείριση του γλυκού νερού, Υπουργείο Γεωργίας.
18. Ποιότητα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της χώρας, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
19. Εκθέσεις περιβαλλοντικών επιδόσεων, ΥΠΕΧΩΔΕ.
20. Μελέτη της κατανομής των βροχοπτώσεων και της επιφανειακής απορροής στην περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης την περίοδο 1964-1998, Δελτίο Ελληνικής γεωλογικής εταιρίας.
21. Evaluation of the pollution of the surface waters of Greece from priority compounds of List II and other toxic compounds.
22. Lecture notes on univariate time series analysis and Box Jenkins Forecasting, John Frain
23. Application of Box Jenkins models for assessing the effect of unusual effect, Pillate Moyo.
24. Notes on time series analysis Arima models and signal extraction, Reginna Kaiser/Agustin Maravall.
25. Notes in Arima modeling, Brian Bochers.
26. AR/MA/ARMA models. Susan Thomas.
27. Ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αθέμουντα, Η.Φιανκας/Γ.Ζιανκας
28. Water quality assessment and determination of pollution sources along the Axios/Vardas river, Science direct.
29. Management of nutrient emissions of Axios river, Science direct.
30. Spatial and temporal distribution of pesticide residues in surface waters in northeastern Greece, Science direct.
31. Surface water quantity and quality assesement in Pinios river, Scince direct.
32. Impact of river damming on coastal stratification-mixing process: The cases of Strymon and Nestos rivres in Greece, Sciece direct.
33. Κατάσταση υπόγειων υδροφορέων Κρήτης, Περιφέρεια Κρήτης.
34. Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης υδατικών πόρων Ελλάδας, Υπουργείο Ανάπτυξης.
35. Exponential smoothing models, Thomas B Fomby.
36. Conditions for the optimality of exponential smoothing forecast procedures, George Ledolter.
37. Προβλέψεις και ζήτηση, Επικ.Καθ.Δ.Ασκουνης.

38. Πρόβλεψη ζήτησης, Νικόλαος Θωμαΐδης/Γεώργιος Δούνιας.
39. Short term load forecasting using double seasonal exponential smoothing and interventions to account for holiday and temperature effects, Reinaldo Souza.
40. Exponential smoothing , Science direct.
41. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του Ελλαδικού χώρου, Τράπεζα της Ελλάδος.
42. Chemical and isotopic composition of modern water bodies in the lake Kopais Basin, central Greece, Science direct.
43. Lake Koronia, Greece, Science direct.
44. A palaecological evaluation of environmental degradation in lake Mikri Prespa, Greece, A.C.Stevenson.
45. Επιχειρησιακό πρόγραμμα περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη , ΥΠΕΧΩΔΕ.