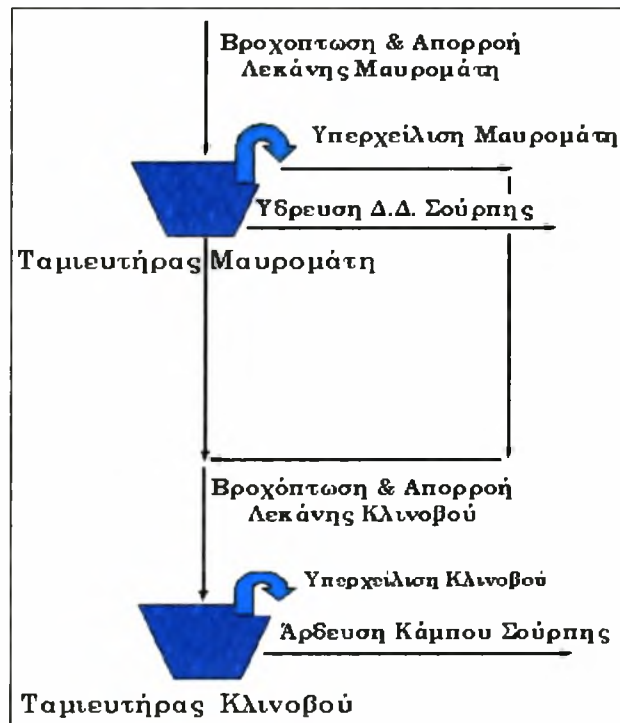




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Σχεδιασμός, Ανάλυση και Αποτίμηση Λειτουργίας
Συστήματος Υδατικών Πόρων της Υδρολογικής
Λεκάνης Σούρπης, Ν. Μαγνησίας**



**Σπυρίδων Δερβίσης
Μηχανικός Περιβάλλοντος**

**Επιβλέπων Καθηγητής
Λουκάς Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήματος
Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.**

Βόλος, Φεβρουάριος 2010



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

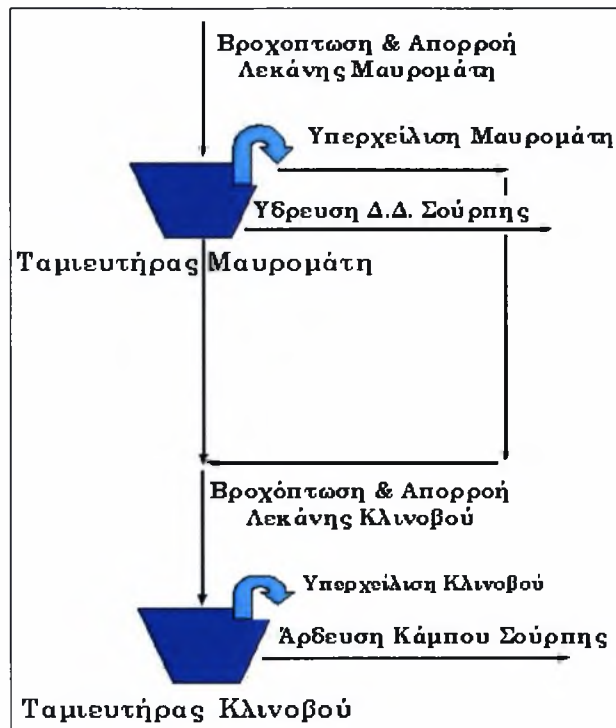
Αριθ. Εισ.: 8334/1
Ημερ. Εισ.: 07-04-2010
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
333.911 5
ΔΕΡ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σχεδιασμός, Ανάλυση και Αποτίμηση Λειτουργίας
Συστήματος Υδατικών Πόρων της Υδρολογικής
Λεκάνης Σούρης, Ν. Μαγνησίας



Σπυρίδων Δερβίσης
Μηχανικός Περιβάλλοντος

Επιβλέπων Καθηγητής
Λουκάς Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήματος
Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Βόλος, Φεβρουάριος 2010





**Η εργασία αυτή αφιερώνεται
στο Εργαστήριο Υδρολογίας &
Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας**



Ευχαριστίες

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας είμαι σίγουρος ότι η αρχική μου σκέψη, πριν ακόμη κάνω αίτηση για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, να ασχοληθώ με βαθύτερες έννοιες της Υδρολογίας και της Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων από αυτές που είχα αποκομίσει από ανάλογα μαθήματα του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών μου κάθε άλλο παρά λανθασμένη ήταν.

Σ' αυτή την πορεία υπήρξαν ευχάριστες και δύσκολες στιγμές. Οι ευχάριστες ίσως ξεχνιούνται εύκολα, οι δυσάρεστες όμως είναι αυτές που σου δίνουν την ώθηση για την υπέρβαση. Σ' αυτές τις δύσκολες στιγμές, ευτυχώς για μένα, είχα την τύχη και συνάμα την τιμή να με καθοδηγήσει ο κ. Αθανάσιος Λουκάς, Καθηγητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τον οποίο θέλω να ευχαριστήσω για την επιμονή και την υπομονή που επέδειξε ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Λάμπρο Βασιλειάδη και τον κ. Στέλιο Γκιάλη των οποίων η συμβολή ήταν σημαντική κατά το πρώτο στάδιο της εργασίας της ψηφιοποίησης της λεκάνης απορροής της Σούρπης.



Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	4
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1^ο	8
1. Περιγραφή της Περιοχής Μελέτης.....	8
1.1 Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών της Λεκάνης Απορροής Σούρπης.....	10
1.1.1 Εισαγωγή στο ArcMap 9.2.....	10
1.1.2 Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους.....	10
1.2 Χρήση της Επέκτασης ArcHydro 9.1.2.....	17
1.2.1 Εισαγωγή.....	17
1.2.2 Προεπεξεργασία Ανάγλυφου Εδάφους (Terrain Processing).....	17
1.2.3 Επίπεδο DEM.....	17
1.2.4 Επιδιόρθωση DEM (DEM Reconditioning).....	18
1.2.5 Διεύθυνση Ροής (Flow Direction).....	18
1.2.6 Διεύθυνση Ροής με Εδαφικές Κουλόττες (Flow Direction with Sinks).....	19
1.2.7 Συσσώρευση Ροής (Flow Accumulation).....	20
1.2.8 Καθορισμός Ρεμάτων (Stream Definition).....	21
1.3 Διακριτοποίηση Ρεμάτων (Stream Segmentation).....	21
1.3.1 Οριοθέτηση Πλέγματος Υδάτινης Συλλογής (Catchment Grid Delineation).....	21
1.3.2 Επεξεργασία Πολυγώνων Υδάτινης Συλλογής (Catchment Polygon Processing).....	22
1.4 Εξαγωγή Γεωμορφολογικών και Υδρολογικών Χαρακτηριστικών.....	23
Κεφάλαιο 2^ο	24
2. Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών.....	24
2.1 Εισαγωγή.....	24
2.2 Αστικές Υδατικές Ανάγκες.....	24
2.2.1 Γενικά.....	24
2.2.2 Εκτίμηση Σημερινών Υδατικών Αναγκών με Ανάλυση Ιστορικών Στοιχείων.....	24
2.3 Γεωργικές Υδατικές Ανάγκες.....	27
2.3.1 Καλλιέργειες στην Λεκάνη Απορροής της Σούρπης.....	27
2.3.2 Υπολογισμός Γεωργικών Υδατικών Αναγκών.....	28
2.3.3 Ζήτηση Καλλιεργειών.....	30
2.3.4 Υπολογισμός της Εξατμισοδιαπνοής των Καλλιεργειών.....	30
2.3.4.1 Μέθοδος Blaney – Criddle.....	30
2.3.5 Ωφέλιμη (ενεργός) Βροχόπτωση.....	32
2.3.6 Αποδοτικότητα Άρδευσης.....	35



2.3.7 Θερμοκηπιακές Καλλιέργειες.....	38
2.4 Κτηνοτροφικές Υδατικές Ανάγκες.....	41
2.4.1 Γενικά.....	41
2.4.2 Υπολογισμοί Κτηνοτροφικής Ζήτησης.....	43
2.5 Βιομηχανικές Υδατικές Ανάγκες.....	45
2.5.1 Γενικά.....	45
2.5.2 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών Βιομηχανίας.....	46
2.5.3 Ελαιοτριβεία.....	46
2.6 Τουριστικές Υδατικές Ανάγκες.....	47
2.6.1 Γενικά.....	47
2.6.2 Υπολογισμοί Τουριστικής Ζήτησης.....	47
Κεφάλαιο 3^ο	49
3. Επεξεργασία Μετεωρολογικών Δεδομένων.....	49
3.1. Ανάλυση Θερμοκρασιακών Δεδομένων.....	49
3.2 Αναγωγή της Θερμοκρασίας στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης.....	54
3.2.1 Μέθοδος Θερμοβαθμίδας.....	54
3.3 Ανάλυση Βροχομετρικών Δεδομένων.....	61
3.3.1 Αναγωγή των Βροχομετρικών Δεδομένων στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης.....	65
3.4 Μέθοδος Βροχοβαθμίδας.....	65
3.4.1 Εφαρμογή της Μεθόδου της Βροχοβαθμίδας στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης.....	66
3.5 Εκτίμηση και Υπολογισμός Μέσης Επιφανειακής Δυνητικής Εξατμισοδιαπνοής.....	77
3.5.1 Μέθοδος Thornthwaite.....	78
Κεφάλαιο 4^ο	80
4 Υδρολογικό Μοντέλο UTHBAL.....	80
4.1 Γενικά.....	80
4.2 Δομή και Λειτουργία του Υδρολογικού Μοντέλου UTHBAL.....	80
4.3 Εκτίμηση και Υπολογισμός της Συνολικής Απορροής Q_c	86
Κεφάλαιο 5^ο	90
5 Σχεδιασμός Ταμειυτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού.....	90
5.1 Γενικά Χαρακτηριστικά.....	90
5.2 Σκοπιμότητα των Ταμειυτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού – Απαιτήσεις σε Νερό.....	91
5.3 Υπολογισμός του Νεκρού Όγκου (Αδρανής Χωρητικότητα) των Ταμειυτήρων με την Μέθοδο Gavrilovic.....	92
5.4 Υπολογισμός του Ωφέλιμου Αποθηκευτικού όγκου (Ωφέλιμη Χωρητικότητα) των Ταμειυτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού.....	96
5.4.1 Διαστασιολόγηση Ταμειυτήρων με την Μέθοδο Rippl και τη Χρήση Ιστορικής Σειράς Εισροών.....	97
5.5 Υπολογισμός Πλημμυρικού Όγκου και Παροχής Πλημμυρικής Αιχμής των Ταμειυτήρων	



Μαυρομάτη & Κλινοβού.....	98
5.5.1 Σχέσεις Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχών (IDF Analysis).....	98
5.5.2 Ανάλυση των Βροχομετρικών Δεδομένων.....	101
5.5.2.1 Ανάλυση των Ύψών Βροχόπτωσης.....	101
5.5.2.2 Κατανομή Ακραίων Τιμών Τύπου I (Gumbel).....	101
5.5.2.3 Ανάλυση των Εντάσεων της Βροχόπτωσης.....	108
5.5.3 Διερεύνηση των Σχέσεων Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχόπτωσης και Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχόπτωσης.....	112
5.5.4 Ορθολογική Μέθοδος Εκτίμησης της Αιχμής.....	119
5.5.5 Υπολογισμός Συντελεστή Απορροής.....	120
5.5.6 Επιφανειακή Αναγωγή Όμβριων Καμπυλών.....	123
5.5.7 Εκτίμηση Πλημμυρικής Αιχμής και Πλημμυρικού Όγκου.....	125
5.5.8 Περίοδος Επαναφοράς Πλημμύρας Σχεδιασμού.....	126
5.6 Τιμές Σχεδιασμού Ταμιευτήρων.....	128
Κεφάλαιο 6^ο	129
6 Προσδιοριστική Προσομοίωση του Υδατικού Συστήματος της Υδρολογικής Λεκάνης Σούρπης.....	129
6.1 Περιγραφή Μοντέλου.....	129
6.2 Υπολογισμός Απωλειών Ταμιευτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού.....	130
6.3 Αποτελέσματα Προσδιοριστικής Προσομοίωσης του Συστήματος των Ταμιευτήρων.....	142
6.4.2 Αποτελέσματα Προσδιοριστικής Προσομοίωσης του Υδατικού Ισοζυγίου της Λεκάνης απορροής Σούρπης.....	151
6.5 Συγκριτική Ανάλυση Υδατικού Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης Μεταξύ της Σημερινής κατάστασης και της Κατάστασης Λειτουργίας των Ταμιευτήρων.....	151
Κεφάλαιο 7^ο	153
7. Στοχαστική Προσομοίωση του Υδατικού Συστήματος της Υδρολογικής Λεκάνης Σούρπης.....	153
7.1 Η Μέθοδος Monte Carlo ή Μέθοδος τυχαίων Αριθμών.....	153
7.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Monte Carlo.....	154
7.3 Εύρεση της Κατανομής Πιθανότητας της Υετόπτωσης των Λεκανών Απορροής.....	155
7.4 Εύρεση Κατανομής Θερμοκρασίας Λεκανών Απορροής.....	157
7.5 Εύρεση Κατανομής Εξατμισοδιαπνοής Λεκανών Απορροής.....	158
7.6 Εύρεση Κατανομής των Όγκων των Ταμιευτήρων.....	159
7.7 Εύρεση Κατανομής Βροχόπτωσης των Ταμιευτήρων.....	160
7.8 Εύρεση Κατανομής Θερμοκρασίας των Ταμιευτήρων.....	160
7.9 Εύρεση Κατανομής Εξάτμισης των Ταμιευτήρων.....	161
7.10 Εύρεση Κατανομής Απαιτήσεων του Ταμιευτήρα Κλινοβού.....	161
7.11 Στοχαστική Προσομοίωση Λειτουργίας του Συστήματος των Ταμιευτήρων και Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης.....	162
7.11.1 Στοχαστική Προσομοίωση Ισοζυγίου Ταμιευτήρων.....	163



7.11.2 Στοχαστική Προσομοίωση Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης.....	164
7.12 Αποτελέσματα.....	165
7.12.1 Αποτελέσματα Στοχαστικής Προσομοίωσης του Συστήματος των Ταμιευτήρων.....	165
Κεφάλαιο 8^ο	172
8. Σχολιασμός Συμπερασμάτων – Προτάσεις	172
Ελληνική Βιβλιογραφία	174
Ξένη Βιβλιογραφία	178
Παράρτημα 1 – Χάρτες Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών	181
Παράρτημα 2 – Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών	197
Παράρτημα 3 – Ανάλυση Μετεωρολογικών Δεδομένων	214
Παράρτημα 4 – Υδρολογικό Μοντέλο UTHBAL Λεκανών Απορροής	232
Παράρτημα 5 – Σχεδιασμός ταμιευτήρων	237
Παράρτημα 6 – Προσδιοριστική Προσομοίωση Λειτουργίας των Ταμιευτήρων	240
Παράρτημα 7 – Στοχαστική Προσομοίωση Λειτουργίας των Ταμιευτήρων	251
Παράρτημα 8 – Σχέδιο: Τομή Φράγματος Μαυρομάτη	262



Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί, ως αποτέλεσμα έλλειψης διαχείρισης υπόγειων και επιφανειακών υδάτων της περιοχής, σημαντική πτώση στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και προβλήματα ποιότητας υπογείου νερού της υδρολογικής λεκάνης της Σούρπης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος ταμιευτήρων για την συγκράτηση και αποταμίευση των επιφανειακών απορροών της λεκάνης της Σούρπης, την κάλυψη μέρους των υδατικών αναγκών της λεκάνης από επιφανειακούς υδατικούς πόρους και η αποτίμηση της λειτουργίας του συστήματος καθώς και τις συνολικής διαχείρισης των υδατικών πόρων της λεκάνης. Από προηγούμενη μελέτη, προτάθηκε η κατασκευή ενός ταμιευτήρα στη θέση Μαυρομάτη σε υψόμετρο 808 m, ο οποίος θα καλύπτει τις ανάγκες ύδρευσης των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης. Στην παρούσα εργασία, μετά από γεωμορφολογικό έλεγχο, προτάθηκε και ένας δεύτερος ταμιευτήρας, κατάντη του ταμιευτήρα του Μαυροματιού, στη θέση Κλινοβός σε υψόμετρο 132 m, ο οποίος θα καλύπτει μέρους των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών του κάμπου της Σούρπης. Ο σχεδιασμός των φραγμάτων έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία τριών υπο-λεκανών απορροής εντός της λεκάνης απορροής Σούρπης.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διαστασιολόγηση των ταμιευτήρων του Μαυρομάτη και Κλινοβού για την οποία δημιουργήθηκε ψηφιακό μοντέλο εδάφους, το οποίο επεξεργάστηκε με τη βοήθεια του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcView, αφού εισήχθησαν ψηφιακοί χάρτες με κλίμακα 1:50.000 (Αλμυρός) στον υπολογιστή και έγινε ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών της λεκάνης απορροής Σούρπης ανά 20 m. Επίσης για λεπτομερέστερη ανάλυση της λεκάνης κατάκλισης των ταμιευτήρων χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακοί χάρτες με κλίμακα 1:5.000, όπως προηγουμένως, και έγινε ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών των λεκανών κατάκλισης των ταμιευτήρων ανά 4 m.

Υπολογίστηκαν όλες οι υδατικές ανάγκες της λεκάνης Σούρπης, οι οποίες αναλύονται σε α) Αστική χρήση, των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης, β) Γεωργική χρήση, των επιφανειακών και θερμοκηπιακών καλλιεργειών του κάμπου



της Σούρπης που ποτίστηκαν το 2006, γ) Κτηνοτροφική χρήση, όλων των καταγεγραμμένων ζώων εντός της λεκάνης της Σούρπης, δ) Βιομηχανική χρήση, των τριών βιομηχανιών και των τεσσάρων ελαιοτριβείων της λεκάνης Σούρπης και ε) Τουριστική χρήση, η οποία εντοπίζεται στο δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης και είναι εκτός της λεκάνης Σούρπης.

Χρησιμοποιώντας δεδομένα μετεωρολογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής, έγινε ανάλυση των δεδομένων αυτών τόσο για την χωρική όσο και για την χρονική κατανομή τους αλλά και για τις χρονικές τάσεις τους. Υπολογίστηκαν οι χρονοσειρές των μηνιαίων τιμών της βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και εξάτμισοδιαπνοής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη και Κλινοβού. Επίσης υπολογίστηκαν η βροχόπτωση, η θερμοκρασία και η εξάτμιση στο μέσο υψόμετρο των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού. Υπολογίστηκε το υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη και Κλινοβού με τη βοήθεια του μηνιαίου υδρολογικού μοντέλου UTHBAL. Υπολογίστηκαν ο νεκρός, ο ωφέλιμος και ο πλημμυρικός όγκος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού και καθορίστηκε η στέψη των υπερχειλιστών και η στέψη των φραγμάτων.

Σύμφωνα με τις ανάγκες σχεδιασμού των ταμιευτήρων εφαρμόστηκαν διαχειριστικά μοντέλα UTHRL προσομοίωσης λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων με περίοδο προσομοίωσης τα έτη 1960-2002. Υπολογίστηκε το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Σούρπης σύμφωνα με την επικρατούσα (σημερινή) κατάσταση, το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Σούρπης σύμφωνα την προκύπτουσα κατάσταση λόγω λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων και διεξήχθησαν συμπεράσματα πριν και μετά την επέμβαση. Η αξιολόγηση της λειτουργίας των ταμιευτήρων έγινε με το κριτήριο την κάλυψη των υδατικών αναγκών σχεδιασμού τους.

Τέλος, χρησιμοποιώντας στοχαστική προσομοίωση (μέθοδος Monte Carlo) και συνδέοντας το μηνιαίο υδρολογικό μοντέλο UTHBAL των λεκανών απορροής Μαυρομάτη και Κλινοβού με τα διαχειριστικά μοντέλα λειτουργίας UTHRL των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού, έγινε η στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας των ταμιευτήρων για περίοδο 5.000 ετών. Ομοίως χρησιμοποιώντας τη στοχαστική προσομοίωση (μέθοδος Monte Carlo) για το υδρολογικό μοντέλο UTHBAL της λεκάνης απορροής Σούρπης, έγινε στοχαστική προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου



της λεκάνης για περίοδο 5.000 ετών. Από τις στοχαστικές προσομοιώσεις λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων καθορίστηκαν οι πιθανότητες αστοχίας της λειτουργίας τους.

Τα αποτελέσματα της προσδιοριστικής και της στοχαστικής προσομοίωσης συμφωνούν στο ότι η συνολική συνεισφορά της επιφανειακής απορροής της λεκάνης απορροής της Σούρπης στη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου αυτής είναι σχετικά μικρή. Η λειτουργία του ταμιευτήρα Μαυρομάτη πληρεί τις ανάγκες σχεδιασμού του. Αντίθετα η λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού καλύπτει το $\frac{1}{4}$ μόνο των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης, για την κάλυψη των οποίων σχεδιάστηκε. Παρόλα αυτά η λειτουργία του ταμιευτήρα Μαυρομάτη σε συνδυασμό με την δημιουργία ενός ταμιευτήρα στη θέση Κλινοβός με ύψος φράγματος ανάλογο των επιφανειακών απορροών της λεκάνης Κλινοβού θα έχει ως αποτέλεσμα, με ταυτόχρονη ορθολογική διαχείριση των υπόγειων υδάτων, την βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης.



Abstract

In recent years it has been observed, as a result of lack of management of groundwater and surface water in the region, a significant drop level of groundwater and underground water quality problems of the basin of Sourpis. The purpose of this study is to design a system of reservoirs for containing and saving of surface runoff around of the basin of Sourpis, to cover a part of the basin water needs from surface water resources and the assessment of functioning of the system and the overall management of water resources of the basin of Sourpis. From previous study, proposed the construction of a dam at the place of Mavromatis, in the altitude of 808 m, which will cover the needs of municipal water departments of the City Sourpis. In this paper, after a geomorphological control, a second reservoir was proposed, downstream of the dam of Mavromatis, at the place of Klinovos, in the altitude of 132 m, which will cover a part of the irrigation requirements of crops in the valley of Sourpis. The design of dams is going to create three other sub-watersheds within the basin of Sourpis.

The purpose of this work is the sizing of the reservoir of Mavromatis and Klinovos for which was created a digital terrain model, which was worked with the combination of the Geographical Information System ArcView, using a digital map with the scale 1:50.000 (Almyros) and became digitization of the contour lines of the basin of Sourps per 20 m each one. Also for more detailed analysis of the basin lying in ponds used digital maps with scale of 1:5.000, as before, and became digitization of contour lines of the reservoir basin lying per 4 m each one.

All the water needs of the basin of Sourpis were calculated and explained in:
a) Urban needs, of the municipal departments of the City Sourpis, b) Agricultural needs, for the surface and greenhouse crops of the basin of Sourpis, that were watered in 2006, c) Forage needs, for all the registrant animals in the basin Sourpis d) Industrial needs, for three industries and four mills of the basin of Sourpis and e) Tourism needs, which are located in the district of Amaliapolis, outside of the basin of Sourpis.



Using weather data of this area, became an analysis of territorial and a time repartition and the time swings of these elements. The time series of monthly values of rainfall, temperature and evapotranspiration were calculated at the average altitude of the basin of Sourpiss, the basin of Mavromatis and the basin of Klinovos. Also, the rainfall, the temperature and the evaporation were calculated at the average altitude of the reservoir of Mavromatis and the reservoir of Klinovos.

The water balance of the basin of Sourpiss, of the basin of Mavromatis and the basin of Klinovos was calculated in combination of the monthly hydrological model UTHBAL. The inactive, the useful and the overflowed water volume of reservoirs were calculated and determined the coronation of outpouring and the coronation of dams. Depending on the planning needs of reservoirs management models UTHRL of the system of reservoirs were applied for the period of simulation of 42 years.

For the planning needs of dams, operation models manamement UTHRL of dams system. The monthly water balance of the basin of Sourpiss by using the “do nothing” scenario, the monthly water balance of the basin of Sourpiss according to the operation of dams system and the results before and after th construction of dams were calculated. The avaluation of dams operation was made by using the criterion of the coverment of the water planning needs.

According to the planning needs of dams, operation models manamement UTHRL of dams system. The monthly water balance of the basin of Sourpiss by using the “do nothing” scenario, the monthly water balance of the basin of Sourpiss according to the operation of dams system and the results before and after th construction of dams were calculated. The avaluation of dams operation was made by using the criterion of the coverment of the water planning needs.

Finally, using the stochastic simulation, Monte Carlo method, connecting the monthly hydrological models UTHBAL of the basin of Mavromatis and of the basin of Klinovos with the operation management models UTHRL of the reservoir of Mavromatis and the reservoir of Klinovos, became a stochastic simulation of reservoirs for the period of 5.000 years. Similarly, using the stochastic simulation, Monte Carlo method, for the monthly hydrological model UTHBAL of the basin of Sourpiss became a stochastic simulation for the water balance of basin for the



period of 5.000 years. From the stochastic simulations of reservoirs system the fail probabilities of their operation were determined.

The results of the deterministic and the stochastic simulation agree that the overall contribution of surface runoff in the catchment area of Sourpis in improvement of the water balance is relatively small. The operation of the reservoir Mavromatis covers the needs of design. On the other hand the operation of the reservoir Klinovos covers only $\frac{1}{4}$ of the irrigation needs of the valley of Sourpis which it was designed. Nevertheless, the operation of the reservoir Mavromatis in conjunction with the creation of a reservoir at the place of Klinovos with a height similar to the surface drainage of the basin of Klinovos will have as a result, with simultaneous rational management of groundwater, the improvement of water balance of the basin.



Εισαγωγή

Η μείωση των βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια και η έλλειψη μεγάλων ποτάμιων συστημάτων της περιοχής μελέτης, σε συνδυασμό με την ανορθόδοξη έως ανύπαρκτη διαχείριση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων έχουν ως αποτέλεσμα την παρατεταμένη εξάντληση των μόνιμων αποθεμάτων της περιοχής μελέτης, λόγω της εντατικής υπεράντλησης για την κάλυψη αρδευτικών κυρίως αναγκών. Η προοπτική δημιουργίας ενός συστήματος δύο ταμιευτήρων από τους οποίους ο πρώτος στη θέση Μαυρομάτη με σκοπό την κάλυψη υδρευτικών αναγκών των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης και ο δεύτερος στη θέση Κλινοβός με σκοπό την κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης σε συνδυασμό βέβαια με την σωστή διαχείριση, έχοντας ως γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος, και αξιοποίηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού μπορεί να προκαλέσει την βαθμιαία αντιστροφή της πτώσης του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής



Κεφάλαιο 1^ο

1. Περιγραφή της Περιοχής Μελέτης

Ο Νομός Μαγνησίας βρίσκεται στην Ανατολική πλευρά της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Ο Δήμος Σούρπης βρίσκεται στο Νοτιοδυτικό άκρο του Νομού Μαγνησίας με έκταση 191,34 Km².

Η λεκάνη απορροής της Σούρπης εκτείνεται στα βόρεια από τις κορυφές του υψώματος Προφήτης Ηλίας (υψόμετρο 614 m) έως την περιοχή Στόμιο του όρμου Σούρπης, που είναι και το χαμηλότερο σημείο της λεκάνης, (υψόμετρο 0 m), στα νότια από το βουνό Χλωμός (υψόμετρο 894 m) έως το ύψωμα Ψηλοράχη (υψόμετρο 440 m) που αποτελεί και το φυσικό σύνορο μεταξύ των Δήμων Σούρπης και Πτελεού, ανατολικά από το βουνό Κοκκινόβραχος από τη θέση Απόσκιο – Πατωσιά (υψόμετρο 449 m) έως τη θέση Περιστροφωλιά (υψόμετρο 430 m) και νότια από το όρος Όθρυς από τη θέση Παλούκι (υψόμετρο 1340 m) έως τη θέση Γαλάνη (υψόμετρο 830 m). Η έκταση της λεκάνης Σούρπης είναι 152,33 Km² και το μέσο υψόμετρο της είναι 334 m.

Τον κάμπο της Σούρπης διατρέχει ο χειμάρρος του Ξηρορέματος ο οποίος τροφοδοτείται αποκλειστικά από επιφανειακές απορροές άλλων μικρότερων χειμάρρων. Οι θέσεις κατασκευής των δύο ταμειυτήρων βρίσκονται στον άνω ρου του χειμάρρου του Ξηρορέματος. Ο πρώτος βρίσκεται σε υψόμετρο 808 m στη θέση Μαυρομάτη και ο δεύτερος, στα κατάντη του πρώτου, σε υψόμετρο 132 m στη θέση Κλινοβός. Άνω του φράγματος Μαυρομάτη σχηματίζεται υπολεκάνη με έκταση 3,51 Km² και το μέσο υψόμετρο της είναι 1076 m. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι αρκετά ανεπτυγμένο στις χαμηλότερες υψομετρικές ζώνες της λεκάνης που καλύπτονται από σχηματισμούς χαμηλής υδατοπερατότητας (σχιστοκερατόλιθοι, φλύσχης, οφειόλιθοι), όχι όμως και στις ανώτερες που καλύπτονται από υδατοπερατούς καρστικούς ασβεστόλιθους. Το μήκος του κυρίου κλάδου είναι 2,73 Km από το στόμιο της λεκάνης μέχρι το απώτατο σημείο του υδροκρίτη αυτής. Η μέση κλίση του κυρίως ρέματος είναι μεταξύ 10% και 85%. Αντίστοιχα, άνω του φράγματος του Κλινοβού σχηματίζεται λεκάνη με έκταση 38,23 Km² και το μέσο υψόμετρο της είναι 646 m. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι ανεπτυγμένο σ' όλες τις



υψομετρικές ζώνες της λεκάνης που καλύπτονται από σχηματισμούς χαμηλής υδατοπερατότητας. Το μήκος του κυρίου κλάδου είναι 11,87 Km από το στόμιο της λεκάνης μέχρι το απώτατο σημείο του υδροκρίτη αυτής. Η μέση κλίση του κυρίως ρέματος είναι μεταξύ 10% και στο 50%. Για τις λεκάνες απορροής του Μαυρομάτη και Κλινοβού στις ανώτερες υψομετρικά ζώνες, στα δυτικά τους όρια, εμφανίζουν πολύ αραιή βλάστηση από ανύπαρκτη μέχρι αραιή θαμνώδης, της ζώνης δρυός. Στις περιοχές αυτές η εδαφική κάλυψη είναι υποτυπώδης, με υφή αργιλώδη. Στις ανώτερες ζώνες εμφανίζονται διαπλάσεις ελάτης, το δε μεγαλύτερο τμήμα τους, στις χαμηλότερες υψομετρικές ζώνες, είναι καλυμμένο από μέτριας πυκνότητας θαμνώδη βλάστηση δρυός που συχνά διαθέτει υποόροφο από φτέρες. Η κάλυψη του εδάφους συμπληρώνεται από ένα σχετικά παχύ οργανικό στρώμα (φύλλα, κλαδιά, κλπ). Στις περιοχές αυτές η εδαφική κάλυψη είναι μετρίου πάχους, με υφή επίσης αργιλώδη.

Το γεωλογικό υπόβαθρο των λεκανών Μαυρομάτη και Κλινοβού ανήκει κυρίως στις γεωλογικές ζώνες της Πίνδου και της δυτικής Θεσσαλίας που αποτελούνται από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους εξ επικλύσεως, πλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, συμπαγείς ασβεστόλιθους. Οι ανωτέρω γεωλογικοί σχηματισμοί επικρατούν κυρίως επί της κοίτης του ρέματος Μαυρομάτη. Στα νότια της λεκάνης απορροής επικρατεί αφθονία κροκαλοπαγών διαμορφωμένων και διαπλατυσμένων στρωμάτων, διαμορφωμένοι φυλλίτες, αιματιτικοί σχιστόλιθοι, πράσινοι σερπαντινικοί χλωριτικοί σχιστόλιθοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ή μάρμαρα και σχιστοϋφείς κερατόλιθοι. (Γ. Καραβοκύρης και Συνεργάτες, 2004)

Τα γενικότερα χαρακτηριστικά του κλίματος της ευρύτερης περιοχής καθορίζονται από τους φυσικογεωγραφικούς παράγοντες του μεσοκλίματος και μακροκλίματος. Το κλίμα της περιοχής μελέτης είναι Μεσογειακού τύπου και χαρακτηρίζεται από ξηρό και θερμό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Γενικά, η εξεταζόμενη περιοχή παρουσιάζει εύκρατο κλίμα με μεγάλα ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύρη μαζί με υπο-ηπειρωτικές περιόδους.

Αναλυτικότερα, οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις από θέρος σε χειμώνα μεταβάλλονται από 31 °C μέγιστη μηνιαία τον Ιούλιο, σε 6,6 °C ελάχιστη μέση μηνιαία τον Ιανουάριο. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 500 mm και θεωρείται σχετικά μικρό συγκρινόμενο με το Ελληνικό ετήσιο μέσο ύψος βροχής που κυμαίνεται από 400 mm έως 1.200 mm. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την λεκάνη

απορροής της Σούρπης ανέρχεται σε 505,34 mm, με διακύμανση από 227,23 mm μέχρι 859,64 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 16,56 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου) μέχρι 66,8 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για τον ξηρότερο μήνα (Αύγουστο) είναι 80,98 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Νοέμβριο) είναι 52,87 %.

1.1 Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών της Λεκάνης Απορροής Σούρπης

1.1.1 Εισαγωγή στο ArcMap 9.2

Για την εξέλιξη της παρούσας εργασίας κρίθηκε απαραίτητη η χρήση προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών ArcGIS 9. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν το ArcMap 9.2 και το ArcHydro 9.1.2 (ArcGIS Extension). Η ιδιαιτερότητα της βάσης δεδομένων σε έργα που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων οφείλεται στη γεωγραφική εξάρτησή τους. Παίζει δηλαδή σημαντικό ρόλο η χωρική διάσταση των πληροφοριών και η γεωγραφική τους κατανομή. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των Γ.Σ.Π. συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Δυνατότητα γεωγραφικής ανάλυσης των πληροφοριών
- Δυνατότητα ηλεκτρονικής χαρτογράφησης και παρουσίασης θεματικών χαρτών
- Δυνατότητα διεπιστημονικής εργασίας
- Δυνατότητα ένταξης μεθόδων μαθηματικής επεξεργασίας των πληροφοριών στα Γ.Σ.Π. καθώς και μοντέλα προσομοίωσης.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα του Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών της παρούσας εργασίας.

1.1.2 Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους

Για την έναρξη των εργασιών του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών απαιτήθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα.

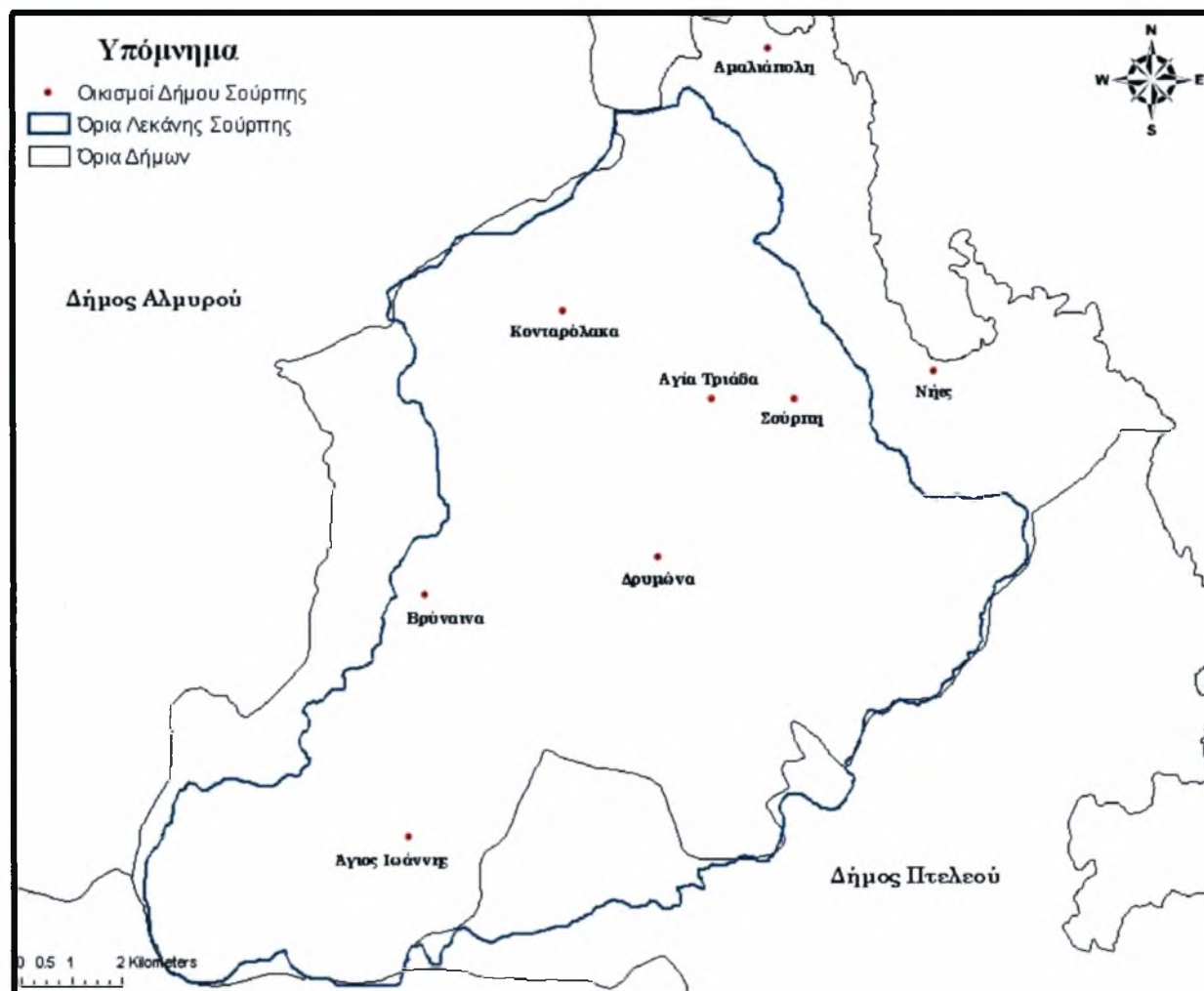
- Ψηφιακός χάρτης «ΑΛΜΥΡΟΣ», της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) σε κλίμακα 1:50.000 και ισοδιάσταση υψομετρικών καμπυλών 20m όπου εμπεριέχεται όλη η λεκάνη μελέτης.



- Ψηφιακός χάρτης 5346_3, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) σε κλίμακα 1:5.000 και ισοδιάσταση υψομετρικών καμπυλών 4m όπου εμπεριέχεται ο υπό σχεδιασμό αρδευτικός ταμιευτήρας του Κλινοβού.
- Ψηφιακός χάρτης 5345_8, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) σε κλίμακα 1:5.000 και ισοδιάσταση υψομετρικών καμπυλών 4m όπου εμπεριέχεται ο υπό σχεδιασμό αρδευτικός ταμιευτήρας του Μαυρομάτη.

Μετά τη δημιουργία της βάσης δεδομένων όλα τα δεδομένα ανήχθησαν σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το ΕΓΣΑ '87 (Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987) ώστε όλα τα στοιχεία που θα τοποθετούνται ή θα δημιουργούνται να έχουν ένα κοινό σύστημα αναφοράς.

Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν όλες οι ισοΰψεις καμπύλες του χάρτη 1:50.000 (Αλμυρός) και των 1:5.000 (5346_3 & 5345_8). Εν συνεχεία ψηφιοποιήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο για τον χάρτη 1:50.000. Με τη χρήση των ψηφιοποιημένων ισοΰψων και του προγράμματος ArcView – Spatial Analyst δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DTM) της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Ο εντοπισμός των υπολεκανών της λεκάνης απορροής της Σούρπης καθώς και η εξαγωγή των γεωμορφολογικών και υδρολογικών χαρακτηριστικών που είναι απαραίτητα για τον σχεδιασμό των ταμιευτήρων αναλύεται παρακάτω. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, η λεκάνη απορροής και οι υπολεκάνες της Σούρπης, τα κύρια υδατορέματα της λεκάνης απορροής και οι θέσεις των προτεινόμενων φραγμάτων, καθώς επίσης και τα γεωμορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για τον σχεδιασμό των ταμιευτήρων παρουσιάζονται παρακάτω. Στα παρακάτω Σχήματα 1.1.2.1 έως 1.1.2.3 φαίνονται τα δημοτικά διαμερίσματα του Δήμου Σούρπης, τα όρια της υδρολογικής λεκάνης απορροής της Σούρπης σε σύγκριση με τα διοικητικά όρια των Ο.Τ.Α. της περιοχής της Νοτιοδυτικής Μαγνησίας, οι ισοΰψεις καμπύλες και το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Στο Παράρτημα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι Χάρτες που προέκυψαν από την χρήση του Γ.Σ.Π.



Σχήμα 1.1 Υδρολογική Λεκάνη της Σούρπης σε σύγκριση με τα διοικητικά όρια των Ο.Τ.Α. της Νοτιοδυτικής Μαγνησίας



Σχήμα 1.2 ΙσοΨείς καμπύλες της λεκάνης απορροής της Σούρπης



Σχήμα 1.3 Υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής της Σούρπης

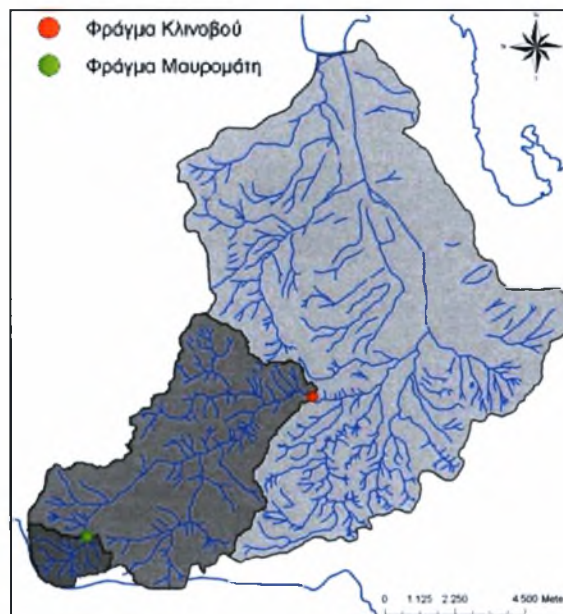
Ακολούθως με την χρήση του **ArcGIS 3D Analyst**, που είναι μια επέκταση του ArcGIS, από τη επεξεργασία των επιπέδων των υψομετρικών καμπυλών και τα όρια της λεκάνης απορροής (υδροκρίτης) δημιουργήθηκαν τα πολυγωνικά επίπεδα κλίσεων εδαφών της λεκάνης απορροής της Σούρπης με τη διαδικασία της χωρικής παρεμβολής και ιδιαίτερα με τη μέθοδο ψηφιοποίησης TIN (Triangulated Irregular Network).



Σχήμα 1.4 Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της λεκάνης απορροής της Σούρπης

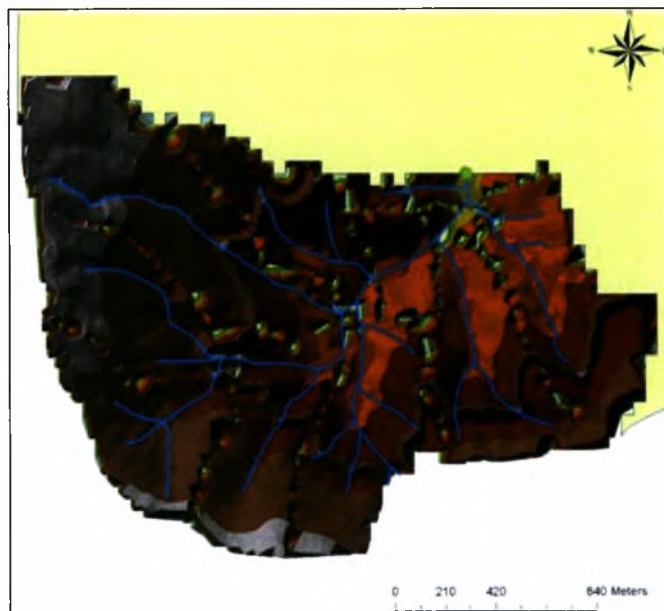
Στην εργασία, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, εξετάζεται η προσομοίωση ενός αρδευτικού ταμειυτήρα στην θέση Κλινοβός, για την κάλυψη των γεωργικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης, σε συσχέτιση με την λειτουργία του ταμειυτήρα ύδρευσης των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης στη θέση Μαυρομάτη. Γι' αυτό το επόμενο βήμα επεξεργασίας των δεδομένων του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών ήταν να υποδειχθούν σαν σημεία οι θέσεις των φραγμάτων του Μαυρομάτη και του Κλινοβού αντίστοιχα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τριών (3) υπολεκανών εντός της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Στο νοτιοδυτικό άκρο της λεκάνης απορροής της Σούρπης, στο ορεινό τμήμα της λεκάνης, τοποθετείται η υπολεκάνη απορροής του Μαυρομάτη. Αμέσως μετά της θέσης του φράγματος του Μαυρομάτη, προς τα βορειοανατολικά της λεκάνης απορροής της Σούρπης και σε χαμηλότερα υψόμετρα, τοποθετείται η υπολεκάνη απορροής του Κλινοβού όπου καταλήγει στο υπό εξέταση φράγμα του Κλινοβού. Μετά το φράγμα του Κλινοβού μέχρι το σημείο εκβολής της λεκάνης απορροής της Σούρπης στη θάλασσα (Όρμος Σούρπης) εκτείνεται η υπολεκάνη Κάμπος της Σούρπης όπου εφαρμόζονται οι αγροτικές καλλιέργειες.

Στο Σχήμα 1.5 φαίνονται με πράσινη σήμανση η θέση του φράγματος του Μαυρομάτη και με κόκκινη σήμανση η θέση του φράγματος του Κλινοβού, οι σχηματιζόμενες υπολεκάνες και το υδρογραφικό δίκτυο των υπολεκανών.

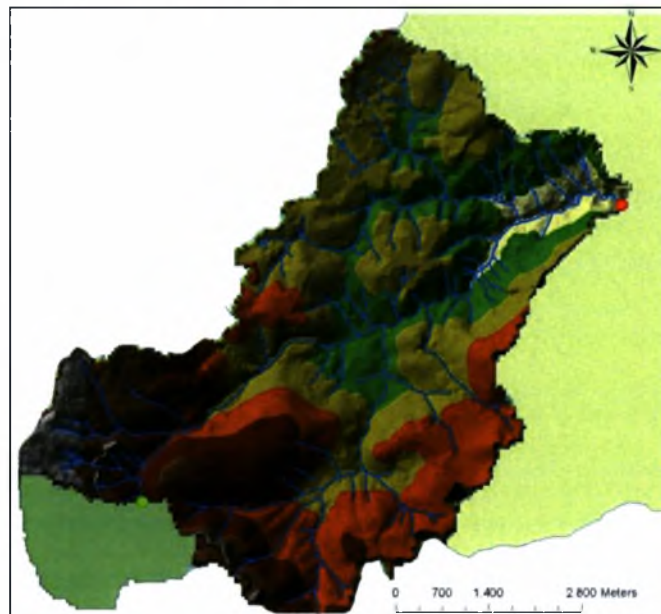


Σχήμα 1.5 Η θέση φράγματος Μαυρομάτη, του ταμιευτήρα ύδρευσης του Δήμου Σούρπης, και η θέση φράγματος Κλινοβού, του αρδευτικού ταμιευτήρα του κάμπου της Σούρπης

Με την εφαρμογή της μεθόδου TIN για τις υπολεκάνες του Μαυρομάτη και του Κλινοβού δημιουργήθηκαν ανάλογα πολυγωνικά επίπεδα κλίσεων εδαφών των υπολεκανών απορροής.

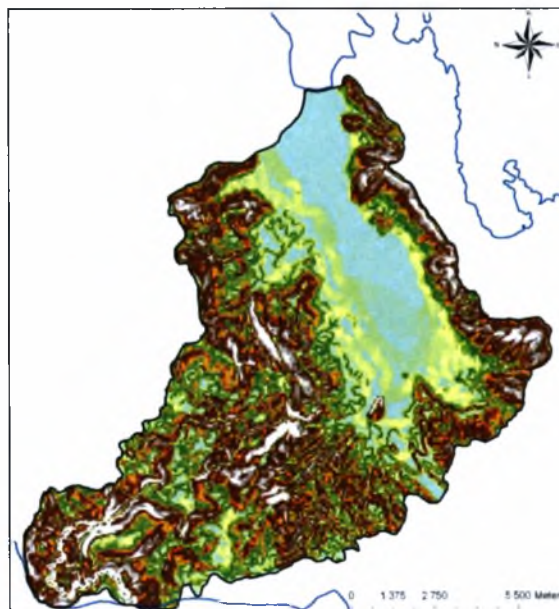


Σχήμα 1.6 Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της υπολεκάνης απορροής του Μαυρομάτη



Σχήμα 1.7 Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της υπολεκάνης απορροής του Κλινοβού

Με την χρήση της μεθόδου TIN που δημιουργήθηκε με τον ανωτέρω τρόπο από την επέκταση του ArcGIS το 3D Analyst με την χρήση της εντολής **Surface Analysis** → **Slope** δημιουργήθηκε μια ψηφιδωτή επιφάνεια (grid) με τις κλίσεις του εδάφους.



Σχήμα 1.8 Κλίσεις εδάφους της λεκάνης απορροής της Σούρπης



1.2 Χρήση της Επέκτασης ArcHydro 9.1.2

1.2.1 Εισαγωγή

Με τα εργαλεία αυτής της επέκτασης του ArcGIS μπορούμε να διεκπεραιώσουμε αναλύσεις του υδρογραφικού δικτύου των επιφανειακών υδάτων στο μοντέλο εδάφους. Τα εργαλεία του **ArcHydro** χρησιμοποιούνται για να εξαχθούν διάφορα στοιχεία τα οποία αθροιστικά περιγράφουν τα ίχνη του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης απορροής (catchment). Η ανάλυση της περιοχής αναπαραγωγής της λεκάνης απορροής πραγματοποιείται ώστε να παραχθούν στοιχεία της κατεύθυνσης της ροής, της συσσώρευσης της ροής, του καθορισμού των ρεμάτων, της κατάτμησης των ρεμάτων και της οριοθέτησης του υδροκρίτη. Μετά αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται για να αναπτυχθεί ένα αντιπροσωπευτικό διάγραμμα των λεκανών απορροής και των γραμμών του υδρογραφικού δικτύου. Χρησιμοποιώντας αυτή την πληροφορία δημιουργείται ένα γεωμετρικό δίκτυο. Η χρησιμότητα των εργαλείων του ArcHydro καταδεικνύεται εφαρμόζοντας τα για την ανάπτυξη ιδιοτήτων που μπορούν να αναπτυχθούν κατά την υδραυλική προσομοίωση.

1.2.2 Προεπεξεργασία Ανάγλυφου Εδάφους (Terrain Processing)

Η προεπεξεργασία του ανάγλυφου εδάφους χρησιμοποιεί το DEM (Digital Elevation Model) για να προσομοιώσει το ίχνος της επιφάνειας του υδρογραφικού δικτύου των υδάτων. Το μόλις προεπεξεργασμένο DEM και τα παράγωγά του μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποδοτική χάραξη του υδροκρίτη και την παραγωγή των δικτύων των ρεμάτων. Τα βήματα της προεπεξεργασίας του ανάγλυφου του εδάφους εκτελούνται με διαδοχική σειρά, από πάνω προς τα κάτω όπως αυτά παρουσιάζονται στη εργαλειοθήκη του προγράμματος. Όλα τα βήματα από το “Flow Direction” μέχρι το “Adjoint Catchment Processing” πρέπει να ολοκληρωθούν πριν χρησιμοποιηθούν οι λειτουργίες του “Watershed Processing”.

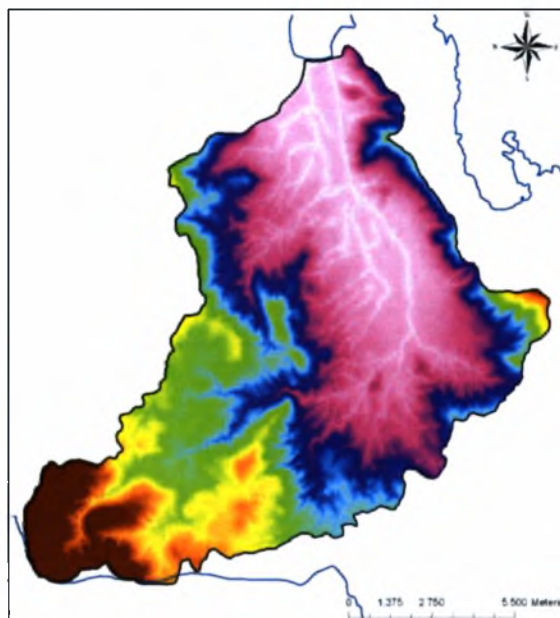
1.2.3 Επίπεδο DEM

Αυτή η λειτουργία τροποποιεί ένα DEM (Digital Elevation Model) ρυθμίζοντας τα φατνία μέσα σε ένα επιλεγμένο χαρακτηριστικό πολύγωνο το οποίο είναι συνδεδεμένο με την τιμή **FillElev**. Η λειτουργία έχει αποτέλεσμα σε ένα σύνολο επιλεγμένων

χαρακτηριστικών πολυγώνων ή σε όλα τα χαρακτηριστικά εάν δεν υπάρχει ένα επιλεγμένο σύνολο.

1.2.4 Επιδιόρθωση DEM (DEM Reconditioning)

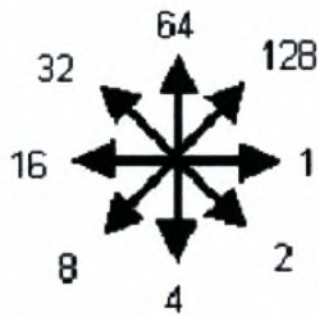
Αυτή η λειτουργία τροποποιεί ένα DEM επιβάλλοντας τα γραμμικά χαρακτηριστικά πάνω του. Είναι μια εφαρμογή της μεθόδου AGREE η οποία αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Τέξας στο Austin το 1997.



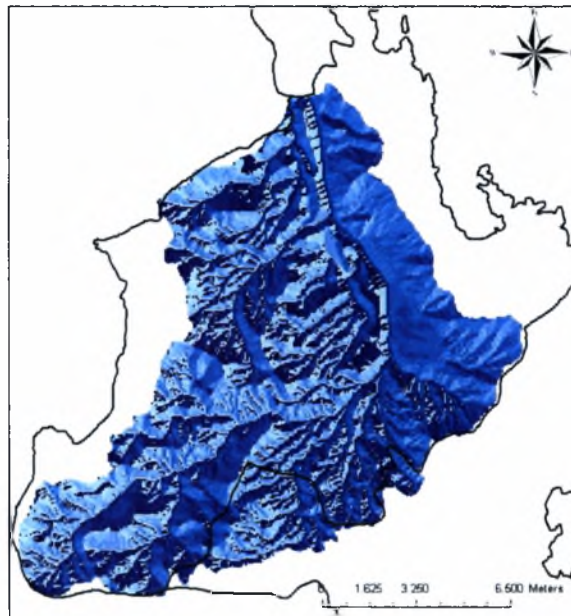
Σχήμα 1.9 Επιδιόρθωση του DEM χρησιμοποιώντας την μέθοδο Agreedem

1.2.5 Διεύθυνση Ροής (Flow Direction)

Αυτή η λειτουργία υπολογίζει την διεύθυνση ροής για το διορθωμένο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (hydrologically corrected DTM) και για κάθε φαντίο του DTM. Οι τιμές στα φαντρία του πλέγματος κατεύθυνσης της ροής δείχνουν τη κατεύθυνση της πιο απότομης καθόδου από αυτό το φαντίο. Η λειτουργία της Flow Direction με τις εδαφικές κοιλότητες μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της επεξεργασίας ενός DEM με γνωστές εδαφικές κοιλότητες. Όμοια με μία πυξίδα ο αλγόριθμος των γειτονικών φαντιών (8 – point pour algorithm) δίνει μια τιμή από τις ακόλουθες οκτώ διευθύνσεις.



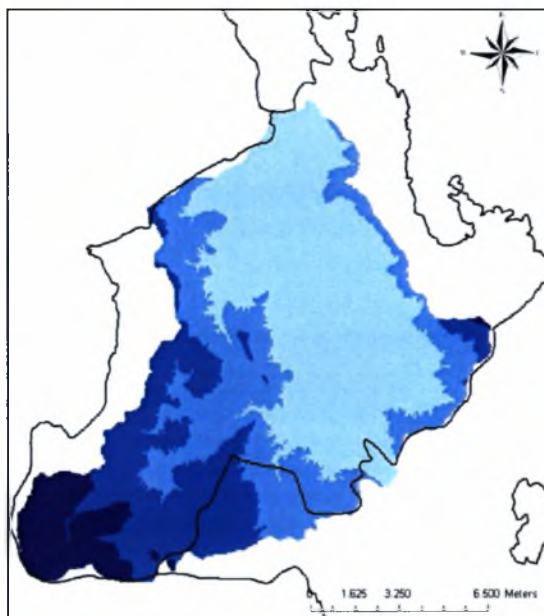
1 = Ανατολικά	2 = Νοτιοανατολικά
4 = Νότια	8 = Νοτιοδυτικά
16 = Δυτικά	32 = Βορειοδυτικά
64 = Βόρεια	128 = Βορειοανατολικά



Σχήμα 1.10 Διεύθυνση Ροής (Fdr)

1.2.6 Διεύθυνση Ροής με Εδαφικές Κοιλότητες (Flow Direction with Sinks)

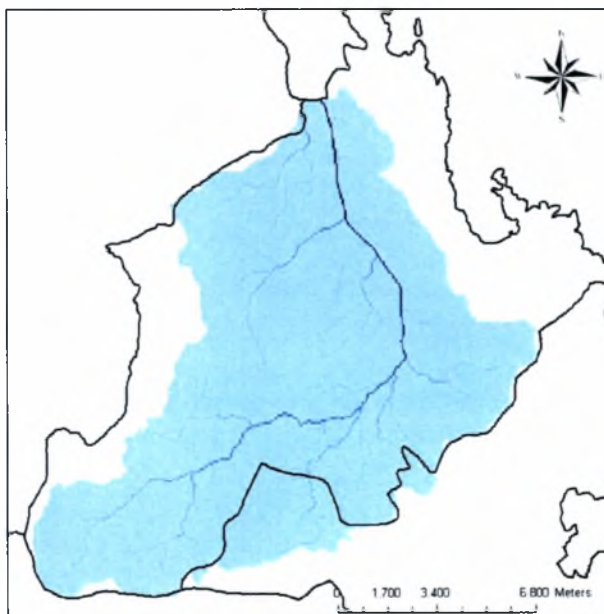
Αυτή η λειτουργία υπολογίζει την Διεύθυνση Ροής για ένα πλέγμα με εδαφικές κοιλότητες. Οι τιμές στα φαντρία του πλέγματος κατεύθυνση ροής δείχνουν την κατεύθυνση της πιο απότομης καθόδου από εκείνο το φαντρίο. Η λειτουργία της Flow Direction μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της επεξεργασίας ενός DEM χωρίς εδαφικές κοιλότητες.



Σχήμα 1.11 Διεύθυνση Ροής με Εδαφικές Κοιλότητες (Fil)

1.2.7 Συσσώρευση Ροής (Flow Accumulation)

Αυτή η λειτουργία υπολογίζει τον αριθμό των ανάντη κελιών που απορρέουν σε ένα δοσμένο φατνίο. Η περιοχή της λεκάνης απορροής για το δοσμένο φατνίο μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας την τιμή της συσσωρευμένης ροής επί το εμβαδόν του φατνίου.



Σχήμα 1.12 Συσσώρευση Ροής (Fac)

1.2.8 Καθορισμός Ρεμάτων (Stream Definition)

Αυτή η λειτουργία ταξινομεί όλα τα φατνία (grid cells) με ροή μεγαλύτερη από ένα συγκεκριμένο όριο και τα κάνει μέρος ενός συγκεκριμένου υδατορέματος. Η σύγκριση με το ψηφιοποιημένο δίκτυο των υδατορεμάτων της ευρύτερης περιοχής χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό του ορίου (κατώφλι) έτσι ώστε να γίνει πιστή αντιγραφή του υδρογραφικού δικτύου. Τυχόν ατέλειες στο υδρογραφικό δίκτυο διορθώθηκαν στα ψηφιακά δεδομένα.



Σχήμα 1.13 Καθορισμός Ρεμάτων (Str)

1.3 Διακριτοποίηση Ρεμάτων (Stream Segmentation)

Αυτή η λειτουργία διαιρεί το υδατόρεμα σε τμήματα. Τμήματα υδατορεμάτων είναι τα κομμάτια των ρεμάτων που ενώνουν δύο διαδοχικούς κλάδους, έναν κλάδο και μία έξοδο.

1.3.1 Οριοθέτηση Πλέγματος Υδάτινης Συλλογής (Catchment Grid Delineation)

Αυτή η λειτουργία δημιουργεί ένα πλέγμα στο οποίο κάθε φατνίο φέρει μια τιμή (κώδικας πλέγματος) που δείχνει σε ποια υδάτινη συλλογή ανήκει το φατνίο. Η τιμή αντιστοιχεί στην τιμή που φέρεται από το τμήμα του ρέματος ή το σημείο σύνδεσης της υδάτινης κοιλάτητας (μιογάγγειας) που διαβρέχει αυτή την περιοχή, που έχει καθοριστεί στο σημείο σύνδεσης του πλέγματος τμήματος εισαγωγής του ρέματος

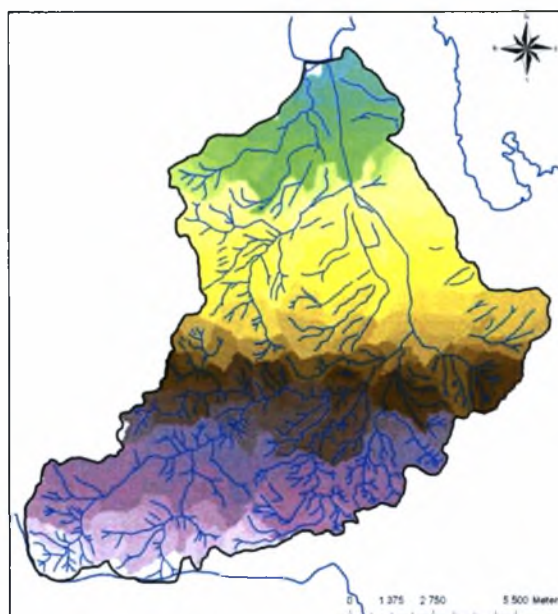
(Κατάτμηση Ρέματος) ή της σύνδεσης του πλέγματος των υδατικών κοιλοτήτων
(Κατάτμηση Υδατικών Κοιλοτήτων).



Σχήμα 1.14 Οριοθέτηση Πλέγματος Υδάτινης Συλλογής (Lnk)

1.3.2 Επεξεργασία Πολυγώνων Υδάτινης Συλλογής (Catchment Polygon Processing)

Αυτή η λειτουργία μετατρέπει ένα πλέγμα υδάτινης συλλογής σε ένα χαρακτηριστικό πολύγωνο υδάτινης συλλογής.



Σχήμα 1.15 Πολύγωνα Υδάτινης Συλλογής (Catchments)



1.4 Εξαγωγή Γεωμορφολογικών και Υδρολογικών Χαρακτηριστικών

Ο κύριος σκοπός του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών της λεκάνης απορροής της Σούρπης ήταν ο υπολογισμός και η εξαγωγή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των υδατορεμάτων και των υπολεκάνων της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Για να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό και διαστασιολόγηση των ταμιευτήρων. Τα χαρακτηριστικά που υπολογίστηκαν είναι τα παρακάτω.

- Έκταση λεκάνης απορροής της Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος
- Μέγιστο, μέσο και ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης απορροής της Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος
- Κλίση εδάφους λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και Κλινοβού
- Κέντρο βάρους (basin centroid) λεκάνης απορροής Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος
- Μέγιστο μήκος υδατορέματος καθώς και κλίση του μέγιστου μήκους υδατορέματος της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και Κλινοβού
- Μήκος του κύριου υδατορέματος από την έξοδο της υπολεκάνης μέχρι το κοντινότερο σημείο στο κέντρο βάρους της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και Κλινοβού

Πίνακας 1.4.1. Πίνακας Εξαγωγής Γεωμορφολογικών Χαρακτηριστικών

Χαρακτηριστικά Λεκανών Απορροής	Μαυρομάτης	Κλινοβός
Έκταση (km ²)	3,51	38,23
Περίμετρος (km)	10,1	39,32
Μέγιστο Υψόμετρο (m)	1440	1440
Μέσο Υψόμετρο (m)	1076	646
Ελάχιστο Υψόμετρο (m)	808	132
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (km)	2,73	11,87
Μήκος κυρίου υδατορέματος μέχρι το κέντρο βάρους της λεκάνης (km)	1,05	5,54
Γεωγραφικό μήκος γεωμετρικού κέντρου βάρους της λεκάνης (°) & ΕΓΣΑ '87 (X,Y)	22° 45' 42'' 392795,032	22° 48' 16'' 396531,272
Γεωγραφικό πλάτος γεωμετρικού κέντρου βάρους της λεκάνης (°) & ΕΓΣΑ '87 (X,Y)	39° 00' 19'' 4318112,450	39° 01' 57'' 4321072,507

Κεφάλαιο 2^ο

2. Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών

2.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού των υδατικών αναγκών ανά χρήση στο επίπεδο της λεκάνης απορροής μελέτης. Οι υδατικές ανάγκες διακρίνονται σε πέντε υποκατηγορίες, που αναφέρονται στις χρήσεις νερού:

- Αστική χρήση
- Γεωργική χρήση
- Κτηνοτροφική χρήση
- Βιομηχανική χρήση
- Τουριστική χρήση

2.2 Αστικές Υδατικές Ανάγκες

2.2.1 Γενικά

Στην αστική κατανάλωση περιλαμβάνεται το νερό που καταναλώνεται για οικιακή χρήση και για δημόσιες χρήσεις. Προκειμένου να υπολογιστεί η αστική χρήση της λεκάνης απορροής της μελέτης υπολογίστηκε η κατανάλωση για τον πληθυσμό του Δήμου Σούρπης, Νομός Μαγνησίας. Η κάλυψη της ζήτησης νερού για αστική χρήση του Δήμου Σούρπης θα γίνεται αποκλειστικά από τον ταμιευτήρα του Μαυροματιού.

2.2.2 Εκτίμηση Σημερινών Υδατικών Αναγκών με Ανάλυση Ιστορικών Στοιχείων

Προκειμένου να υπολογιστούν οι αστικές ανάγκες σε νερό, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της απογραφής του 2001 όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα για τα δημοτικά διαμερίσματα και τους οικισμούς του Δήμου Σούρπης. Από αυτά τα στοιχεία εντός της λεκάνης μελέτης βρίσκονται τα δημοτικά διαμερίσματα και οι οικισμοί του Δήμου Σούρπης εκτός από το δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης και ο οικισμός των Νηών.

Πίνακας 2.2.1. Πληθυσμός Δήμου Σούρπης ανά δημοτικό διαμέρισμα (ΕΣΥΕ, 2001)

ΚΩΔ.		ΜΟΝΙΜΟΣ		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ	
		2001	1991	2001	1991
43210000	ΔΗΜΟΣ ΣΟΥΡΠΗΣ	3698	3283	4314	3486
43210100	Δ.Δ. ΣΟΥΡΠΗΣ	2007	1633	2331	1775
43210101	Σούρπη	1874	1579	2008	1708
43210102	Νήες	133	54	323	67
43210100	Δ.Δ. ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΛΛΑΣ	312	323	338	325
43210201	Αγία Τριάδα	312	271	338	273
43210202	Μονή Κοιμήσεως Θεοτόκου Ξενίας	0	52	0	52
43210300	Δ.Δ. ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ	41	47	74	66
43210301	Άγιος Ιωάννης	41	47	74	66
43210400	Δ.Δ. ΑΜΑΛΙΑΠΟΛΕΩΣ	562	446	747	486
43210401	Αμαλιάπολη	562	446	747	486
43210500	Δ.Δ. ΒΡΥΝΑΙΝΗΣ	479	544	523	550
43210501	Βρύναινα	403	463	415	462
43210502	Κονταρόλακκα	76	81	108	88
43210600	Δ.Δ. ΔΡΥΜΩΜΟΣ	297	290	301	284
43210601	Δρυμόνα	297	290	301	284

Για τον υπολογισμό των αστικών υδατικών αναγκών χρησιμοποιήθηκε η ειδική κατανάλωση νερού και συνυπολογίστηκαν οι υδατικές ανάγκες. Για το Δήμο Σούρπης τα δεδομένα των μετρήσεων στους μετρητές ύδρευσης δεν κρίθηκαν ικανοποιητικά, γιατί παρατηρήθηκε ασυνέχεια στις μετρήσεις και υπήρξε μεγάλη διακύμανση στις ετήσιες μετρηθείσες αστικές καταναλώσεις σε βάθος χρόνου τεσσάρων ετών που υπάρχει οργανωμένο σύστημα μηχανογράφησης για την καταγραφή των μηνιαίων τιμών των υδρόμετρων.

Από προηγούμενα στοιχεία αστικής κατανάλωσης για την περιοχή της Θεσσαλίας η ειδική κατανάλωση εκτιμήθηκε σε 330 lt/κάτοικο/day (Λουκάς και Μυλόπουλος, 2004). Η τιμή αυτή προέκυψε από την ανάλυση δεδομένων της κατανάλωσης από επτά Δήμους της Θεσσαλίας. Θεωρώντας 20% τις απώλειες νερού στο δίκτυο ύδρευσης, η ειδική κατανάλωση υπολογίστηκε ίση με 300 lt/κάτοικο/day. Η ετήσια κατανάλωση υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Ετήσια κατανάλωση (lt)} = \text{ειδική κατανάλωση (lt/κάτοικο/day)} * \text{κάτοικοι} * 365(\text{μέρες}) \quad (2.2.1)$$



Επομένως η ετήσια κατανάλωση σε εκατομμύρια m^3 (ή hm^3) είναι

$$\text{Ετήσια κατανάλωση (} hm^3 \text{)} = \text{Ετήσια κατανάλωση (} lt \text{)} / 10^9 \quad (2.2.2)$$

Τα αποτελέσματα για την ετήσια κατανάλωση νερού ανά δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Σούρπης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 2.2.2. Ετήσια αστική κατανάλωση για κάθε δημοτικό διαμέρισμα των Δήμου Σούρπης σε (hm^3)

Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός	Ειδική Κατανάλωση (lt/person/day)	Ετήσια Κατανάλωση (hm^3)
Σούρπη	2331	300	0.255
Αγία Τριάδα	338	300	0.037
Άγιος Ιωάννης	74	300	0.008
Αμαλιάπολη	747	300	0.082
Βρύναινα	523	300	0.057
Δρυμόνα	301	300	0.033
ΣΥΝΟΛΟ	4314	300	0.472

Όμως οι αστικές υδατικές ανάγκες μεταβάλλονται από μήνα σε μήνα, παρουσιάζοντας τις μεγαλύτερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες. Έτσι, προκειμένου να κατανεμηθεί η ετήσια κατανάλωση σε κάθε μήνα του έτους, έγινε χρήση συντελεστών, οι οποίοι είναι το ποσοστό επί της ετήσιας κατανάλωσης που αντιστοιχεί σε κάθε μήνα. Τα ποσοστά της μηνιαίας κατανάλωσης ως προς την ετήσια κατανάλωση ελήφθησαν από προηγούμενη μελέτη που αφορούσε στην περιοχή της πόλης του Βόλου (Μυλόπουλος και συνεργάτες, 2003).

Πίνακας 2.2.3. Μηνιαία ποσοστά ετήσιας αστικής κατανάλωσης νερού

%	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
	8	5	5	5	5	6	8	10	12	13	13	10

Τελικά, υπολογίστηκαν για κάθε δημοτικό διαμέρισμα οι μέσες μηνιαίες υδατικές ανάγκες, σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Μέσες υδατικές ανάγκες (hm}^3\text{)} = \text{ετήσια κατανάλωση (hm}^3\text{)} * \text{ποσοστό αντίστοιχου μήνα} / 100 \quad (2.2.3)$$

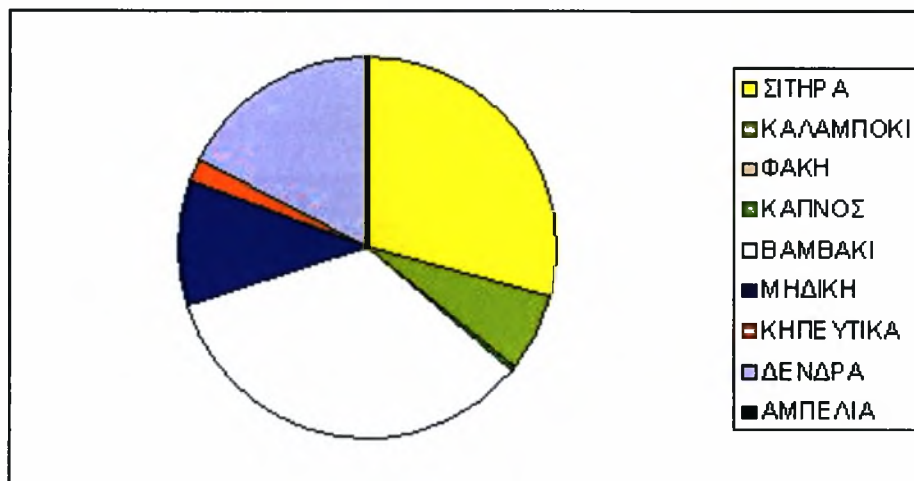
και τα αποτελέσματα των μέσων μηνιαίων υδατικών αναγκών παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2.4 στο Παράρτημα 2.

2.3 Γεωργικές Υδατικές Ανάγκες

Οι αγροτικές υδατικές ανάγκες υπολογίστηκαν για την λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης και εξαρτώνται από το είδος των καλλιεργειών, τον τρόπο άρδευσης και τον τρόπο μεταφοράς του νερού στις αρδευόμενες εκτάσεις.

2.3.1 Καλλιέργειες στην Λεκάνη Απορροής της Σούρπης

Στην λεκάνη απορροής της Σούρπης υπάρχουν 52.645 στρέμματα καλλιεργημένων εκτάσεων σύμφωνα με το **Α' Μέρος** των δελτίων της Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας για το έτος 2006, όλων των δημοτικών διαμερισμάτων, όπως αυτά συντάχθηκαν από τους στατιστικούς ανταποκριτές του Δήμου Σούρπης και κατατέθηκαν στην Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. Από τις ανωτέρω καλλιεργούμενες εκτάσεις τα 42.228 στρέμματα βρίσκονται στην υπολεκάνη Κάμπος και από αυτά ποτίστηκαν για το 2006, με τους σημερινούς τρόπους άρδευσης, 22.173 στρέμματα. Οι μόνιμες καλλιέργειες είναι οι αμπελώνες και τα δέντρα. Οι ετήσιες καλλιέργειες είναι το βαμβάκι, το καλαμπόκι, τα σιτηρά, η μηδική, τα οπωροκηπευτικά, ο καπνός και η φακή. Στο Παράρτημα 2 από τον πίνακα 2.3.1. έως τον πίνακα 2.3.6 παρουσιάζονται αναλυτικά το είδος και στρέμματα των καλλιεργειών, καθώς και η εκτάσεις που ποτίστηκαν το 2006. Από τα στοιχεία παρατηρούμε την κυριαρχία του βαμβακιού, των σιτηρών και σε μικρότερο ποσοστό των δέντρων στην υπό μελέτη λεκάνη.

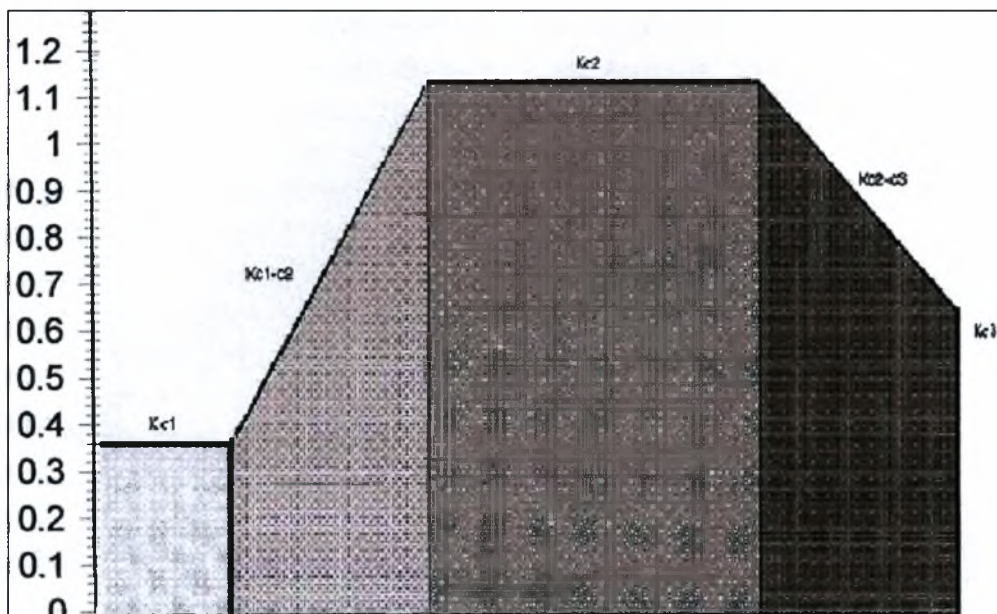


Σχήμα 2.3.1. Σύγκριση εκτάσεων ανά είδος καλλιέργειας της περιοχής μελέτης για το 2006 (Πηγή: Α Μέρος δελτίων Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας 2006, Δ. Σούρπης)

2.3.2. Υπολογισμός Γεωργικών Υδατικών Αναγκών

Ο υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών έγινε με τον δείκτη Near Irrigation Requirement (NIR). Με τον όρο βλαστική περίοδο εννοούμε την περίοδο από την σπορά έως την συγκομιδή της καλλιέργειας και για μόνιμες καλλιέργειες, όπως δέντρα της περιόδου από την ανάπτυξη του φυλλώματος έως την συγκομιδή, κατά την οποία οι καλλιέργειες απαιτούν για την σωστή ανάπτυξη τους νερό.

Ο συντελεστής K_c είναι ένας εμπειρικός εποχιακός συντελεστής που μας δίνει την σχέση μεταξύ των αναγκών της καλλιέργειας αναφοράς και των άλλων καλλιεργειών. Με τον όρο καλλιέργεια αναφοράς εννοείται μια μηδική καλλιέργεια με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά με βάση την οποία υπολογίζουμε τις ανάγκες όλων των υπόλοιπων καλλιεργειών. Στην καλλιέργεια αναφοράς το K_c είναι ίσο με τη τιμή 1 και η τιμή του είναι διαφορετική για κάθε καλλιέργεια και ανάλογη με την βλαστική περίοδο στην οποία βρίσκεται αυτή (Σχήμα 2.3.2). Η Βλαστική περίοδος όπως φαίνεται στο σχήμα χωρίζεται σε τέσσερα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Η αναλυτική περιγραφή των σταδίων γίνεται παρακάτω.



Σχήμα 2.3.2. Εξέλιξη του συντελεστή βλάστησης (K_c) της καλλιέργειας

όπου:

K_{c1} : Αρχικό στάδιο

Το στάδιο αυτό αρχίζει από την σπορά ή φύτευση της καλλιέργειας και φτάνει μέχρι την οριστική εγκατάσταση της. Στο διάστημα αυτό ο φυτικός συντελεστής K_c παραμένει σταθερός.

K_{c1-Kc2} : Στάδιο ταχεία ανάπτυξης

Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από την έντονη ανάπτυξη των φυτών, ξεκινάει με το τέλος του αρχικού και τελειώνει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους από την καλλιέργεια, δηλαδή όταν το ποσοστό φυτοκάλυψης υπερβαίνει το 70%. Το K_c παρουσιάζει μια συνεχή αύξηση.

K_{c2} : Στάδιο μέσης περιόδου

Το στάδιο αυτό ξεκινάει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους, όπως ορίστηκε στο προηγούμενο στάδιο, και περιλαμβάνει την περίοδο της ανθοφορίας και του σχηματισμού των καρπών με την τιμή του K_c να παραμένει σταθερή.

K_{c2-Kc3} : Τελικό στάδιο

Σε αυτό το στάδιο συντελείται η ωρίμανση των καρπών και τερματίζεται με την συγκομιδή. Στις διαδικασίες αυτές οι καλλιέργειες έχουν

συγκεκριμένες απαιτήσεις σε νερό. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου παρατηρείται μια συνεχής πτώση του K_c .

K_{c3} : Στιγμή συγκομιδής

Η μέση τιμή του K_c κατά τη στιγμή της συγκομιδής ή στο τέλος της εποχής χρήσης ύδατος.

2.3.3 Ζήτηση Καλλιεργειών

Για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό αντικειμενικός σκοπός είναι να υπολογισθεί το απαραίτητο νερό για τον ανεφοδιασμό των καλλιεργειών, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή ανάπτυξη και βελτιστοποίηση της απόδοσης τους σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Για τη ζήτηση αυτή πρέπει να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, δηλαδή η εξάτμιση από το έδαφος, το φυτό και το φύλλωμα. Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από την περίοδο ανάπτυξης, την πυκνότητα του φυλλώματος, την πυκνότητα του ριζικού συστήματος και της αποστάσεις μεταξύ των φυτών μέσα στην καλλιέργεια (Παπαζαφειρίου, 1999).

2.3.4 Υπολογισμός της Εξατμισοδιαπνοής των Καλλιεργειών

2.3.4.1 Μέθοδος Blaney – Criddle

Η μέθοδος Blaney – Criddle προτιμήθηκε για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών λόγω των περιορισμένων μετεωρολογικών δεδομένων που απαιτεί (θερμοκρασία, βροχόπτωση) τα οποία υπάρχουν για την περιοχή μελέτης και των καλών αποτελεσμάτων που μας δίνει με λίγα δεδομένα. Οι άλλες μέθοδοι που θα μπορούσαν να δώσουν μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων, δεν μπορούν να εφαρμοστούν λόγω έλλειψης δεδομένων όπως ένταση και διεύθυνση ανέμων, ενώ σύμφωνα με διάφορες μελέτες η μέθοδος που επιλέχθηκε δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα εξατμισοδιαπνοής (Κουτσογιάννης, 2002, Loukas et al, 2004). Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής στην μέθοδο Blaney – Criddle γίνεται με βάση τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς και το φυτικό συντελεστή.



Αναλυτικά για τον υπολογισμό με την μέθοδο Blaney – Criddle της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας απαιτείται μόνο η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το γεωγραφικό πλάτος της κάθε λεκάνης.

Ο τύπος της μεθόδου που δίνει την τιμή f , δηλαδή την αναγκαία κατανάλωση της καλλιέργειας αναφοράς, είναι ο εξής:

$$f = (0.46 \cdot T + 8.13) \cdot p \quad (1.3.4.1)$$

όπου: T η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C

p το μέσο μηνιαίο ποσοστό ωρών ημέρας (βάσει του γεωγραφικού πλάτους)

Οι τιμές του p για τις υπολεκάνες της λεκάνης απορροής της Σούρπης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Στον ίδιο πίνακα φαίνονται και τα γεωγραφικά πλάτη των λεκανών.

Πίνακας 2.3.7. Συντελεστής p βάσει του γεωγραφικού πλάτους των υπολεκανών της λεκάνης απορροής της Σούρπης

	ΜΗΝΙΑΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΩΡΩΝ ΗΜΕΡΑΣ (p) ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟ ΠΛΑΤΟΣ												
		ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
	38	7.8	6.82	6.66	6.87	6.79	8.34	8.9	9.92	9.95	10.1	9.47	8.38
	40	7.75	6.72	6.52	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39
ΛΕΚΑΝΗ ΣΟΥΡΠΗΣ	39.03	7.7743	6.7685	6.5879	6.8134	6.7540	8.3349	8.9258	9.9715	10.0170	10.1618	9.5061	8.3852
ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΚΑΙΝΟΒΟΥ	39.01	7.7748	6.7695	6.5893	6.8145	6.7547	8.3350	8.9253	9.9705	10.0157	10.1606	9.5054	8.3851
ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΚΑΜΠΟΣ	39.04	7.7740	6.7680	6.5872	6.8128	6.7536	8.3348	8.9260	9.9720	10.0176	10.1624	9.5064	8.3852

Για τον υπολογισμό των μηνιαίων αναγκών της κάθε καλλιέργειας ξεχωριστά πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τιμή της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς με τον συντελεστή K_c .

$$ET_o = (0.46 \cdot T + 8.13) \cdot p \cdot K_c \quad (2.3.4.2)$$

Τα στοιχεία για τις τιμές K_c προέρχονται από την οδηγία FAO 24 (Allen et al, 1998) και από τις τιμές που έχουν οριστεί από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης με βάση την οδηγία. Στις περιπτώσεις στις οποίες δεν υπήρχαν τιμές για το K_c ανηγμένες



στους μήνες, υπολογίστηκαν αυτές με βάση την αρχή και το τέλος των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, την διάρκεια τους και τις τιμές $Kc1$, $Kc2$ και $Kc3$ οι οποίες υπήρχαν για κάθε καλλιέργεια. Για τα σιτηρά, τα κηπευτικά και τα δέντρα θεωρήθηκαν ενιαίες τιμές της Kc ανά είδος καλλιέργειας. Οι τιμές της Kc που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.3.8. Τιμές του Kc ανοιγμένες για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Kc												
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
ΣΙΤΗΡΑ	0	0.31	0.48	0.71	0.93	1.12	1.13	0.68	0	0	0	0
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	0	0	0	0	0	0	0.058	0.37	0.66	0.85	0.85	0.33
ΦΑΚΗ	0	0	0	0	0	0	0.4	0.87	1.1	1.1	0.5	0
ΚΑΠΝΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0.75	1.1	0.95	0
ΒΑΜΒΑΚΙ	0.18	0	0	0	0	0	0	0.3	0.45	0.75	0.9	0.83
ΜΗΔΙΚΗ	0	0	0	0	0	0	1.05	1.14	1.18	1.2	1.18	1.15
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	0	0	0	0	0	0	0.34	0.66	0.85	0.5	0	0
ΔΕΝΔΡΑ	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7	1	0.85	0.8
ΑΜΠΕΛΙΑ	0	0	0	0	0	0	0.34	0.66	0.85	0.5	0	0

2.3.5 Ωφέλιμη (ενεργός) Βροχόπτωση

Ένα ποσοστό της ζήτησης των καλλιεργειών ικανοποιείται από την βροχόπτωση που υπάρχει, το σύνολο της οποίας όμως δεν μπορεί να θεωρηθεί πως καταλήγει στο φυτό αφού υπάρχουν απώλειες από την εξατμισοδιαπνοή, την απορροή και την βαθιά διήθηση. Η ποσότητα της βροχόπτωσης που είναι εκμεταλλεύσιμη ονομάζεται ενεργός ή ωφέλιμη βροχόπτωση.

Γνωρίζοντας τις απαιτήσεις για κάθε μήνα του έτους υπολογίζουμε με βάση την ενεργό βροχόπτωση ποιες από τις ανάγκες μας μπορούν να ικανοποιηθούν από αυτήν και ποιες από το πότισμα. Συνήθως τους χειμερινούς μήνες και κατά δεύτερο λόγο τους μήνες της άνοιξης και του φθινοπώρου, η βροχή ικανοποιεί ένα μεγάλο μέρος εάν όχι το σύνολο των απαιτήσεων.

Το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός της ωφέλιμης υετόπτωσης P_{eff} , δηλαδή το ύψος του υετού μετά από την αφαίρεση των απωλειών που έχουμε από επιφανειακή απορροή και βαθιά διήθηση κάτω από το ρίζωμα.

Η P_{eff} υπολογίζεται με βάση το μηνιαίο ύψος της υετόπτωσης με τους παρακάτω τύπους της USDA Soil Conservation Service (USDA, 1970 & Dastane, 1974).



$$P_{eff} = \frac{P \cdot (125 - 0.2 \cdot P)}{125} \quad \text{για } P < 250mm \quad (2.3.5.1)$$

και

$$P_{eff} = 125 + \frac{1}{10}P \quad \text{για } P > 250mm \quad (2.3.5.2)$$

όπου P η μηνιαία υετόπτωση.

Επιλέγεται το P_{eff} με όριο τα 250mm μηνιαίας υετόπτωσης, αφού για τόσο υψηλή βροχοπτώση η απώλειες είναι μεγαλύτερες.

Η τιμή NIR είναι οι επιπλέον ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών που εκφράζονται σε ύψος νερού σε mm/m² και υπολογίζεται σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Εάν } NIR = ET_0 - P_{eff} > 0 \quad \text{τότε } NIR = ET_0 - P_{eff} \quad (2.3.5.3)$$

$$\text{Εάν } NIR = ET_0 - P_{eff} < 0 \quad \text{τότε } NIR = 0 \quad (2.3.5.4)$$

όπου ET_0 είναι η αναγκαία κατανάλωση και P_{eff} η ωφέλιμη (χρήσιμη) βροχοπτώση.

Οι τελικές ανάγκες της κάθε καλλιέργειας σε νερό εκφράζονται από την τιμή Q σε hm³

$$Q = \frac{NIR \cdot E}{1000} \quad (2.3.5.5)$$

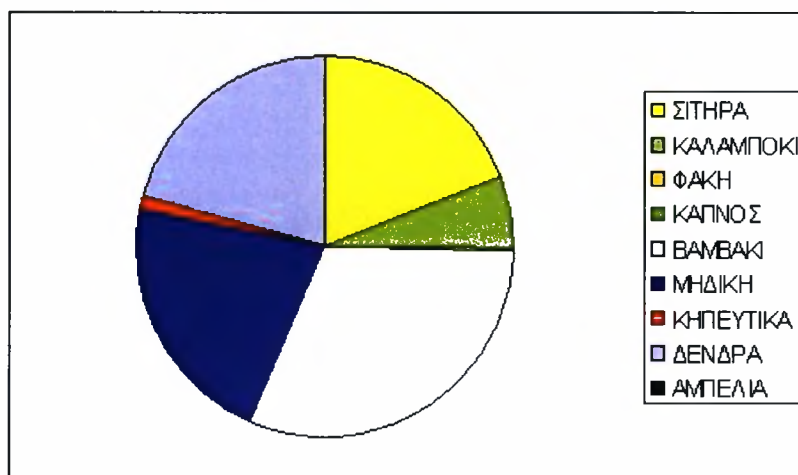
όπου NIR η ανάγκη σε νερό εκφρασμένη σε mm/m² και E το συνολικό εμβαδόν της κάθε καλλιέργειας.

Οι συνολικές ανάγκες σε νερό μηνιαίως για την κάθε υπολεκάνη $\Sigma Q_{καλλ.}$, εκφράζονται σαν άθροισμα των επιμέρους αναγκών των καλλιεργειών και είναι:

$$\Sigma Q_{καλλ.} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_x \quad (2.3.5.6)$$

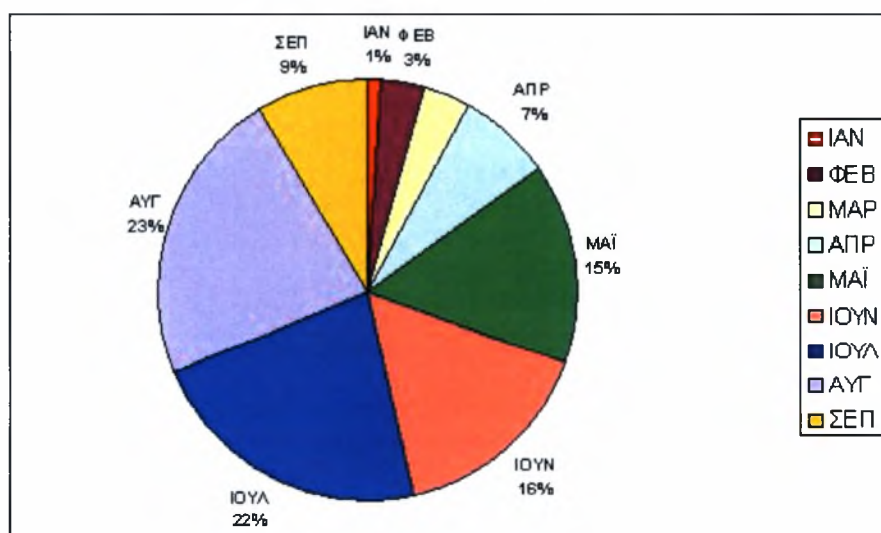
Με $Q_{1,2,3,\dots,x}$ η απαίτηση σε νερό των επιμέρους καλλιεργειών.

Οι ανάγκες υπολογίστηκαν για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια της λεκάνης μελέτης για το χρονικό διάστημα 1960/61 – 2001/2002. Οι ανάγκες για το έτος 2002 στην λεκάνη μελέτης ανά είδος και ανά μήνα παρουσιάζονται στα επόμενα σχήματα.



Σχήμα 1.3.3. Ετήσιες υδατικές απαιτήσεις αρδευόμενων καλλιεργειών της λεκάνης μελέτης ανά καλλιέργεια για το έτος 2002 (hm³)

Από το Σχήμα 1.3.3 φαίνεται ότι στην υπό μελέτη λεκάνη η κυριαρχούσα καλλιέργεια σε νερό είναι το βαμβάκι και έπονται τα σιτηρά, η μηδική και τα δέντρα.



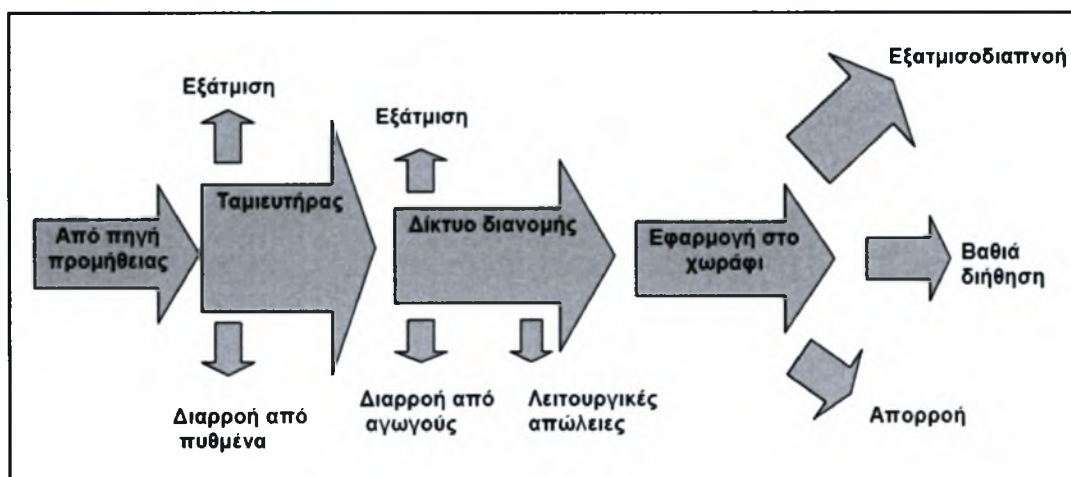
Σχήμα 1.3.4. Μηνιαίες υδατικές απαιτήσεις αρδευόμενων καλλιεργειών της λεκάνης μελέτης για το έτος 2002 (hm³)

Από το Σχήμα 1.3.4 διαπιστώνεται πως στην λεκάνη μελέτης το 71% των υδατικών αναγκών για το έτος 2002 τοποθετούνται χρονολογικά στους καλοκαιρινούς μήνες,

ενώ κατά τους φθινοπωρινούς μήνες οι μηνιαίες υδατικές απαιτήσεις για το ίδιο έτος είναι μηδενικές.

2.3.6 Αποδοτικότητα Άρδευσης

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό δεν προσδιορίζουν την τελική αναγκαία ποσότητα από την πηγή απόληψης, διότι δεν συνυπολογίζονται οι απώλειες στην μεταφορά και εφαρμογή όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.3.5. Ο όρος αποδοτικότητα της άρδευσης εισάγει ορισμένους συντελεστές απόδοσης με τους οποίους προσδιορίζεται και υπολογίζεται η προσαύξηση του απαιτούμενου νερού για τους διάφορους τρόπους μεταφοράς και άρδευσης ώστε η τελική ποσότητα νερού που φτάνει στον αποδέκτη να είναι αυτή που υπολογίστηκε παραπάνω.



Σχήμα 2.3.5. Σχεδιάγραμμα των απωλειών κατά την μεταφορά και την διανομή του νερού άρδευσης

Στην λεκάνη μελέτης η μεταφορά του νερού γίνεται με υπό πίεση δίκτυο. Το υπό πίεση δίκτυο αποτελείται από κλειστούς αγωγούς με ενδιάμεσα αντλιοστάσια και έχει το πλεονέκτημα των ιδιαίτερα μικρών απωλειών. Ο συντελεστής απόδοσης ενός υπό πίεση δικτύου είναι 0,9. Συνεπώς η απόδοση του συστήματος μεταφοράς $E_{μ.μ.}$ της περιοχής μελέτης δίνεται από τον τύπο:

$$E_{μ.μ.} = M_{\pi} \cdot E_{\pi} \quad (2.3.6.1)$$



όπου $E_{μ.μ.}$ η μέση απόδοση του συστήματος μεταφοράς, $M_{π}$ το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί στον τρόπο μεταφοράς και $E_{π}$ ο αντίστοιχος συντελεστής απόδοσης.

Για τα ποσοστά άρδευσης υιοθετήθηκε η αναλογία που φαίνεται στον επόμενο πίνακα από τα στοιχεία του Αγροτικού Συνεταιρισμού Σούρπης «Η Δήμητρα» και εφαρμόστηκε για την λεκάνη μελέτης. Οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στην περιοχή μελέτης είναι η στάγδην άρδευση και η άρδευση με καταιονισμό. Αναλυτικά:

Στάγδην

Στην στάγδην άρδευση το νερό εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με μορφή σταγόνων, έτσι ώστε κάθε φυτό να εφοδιάζεται, χωριστά, με την απαιτούμενη ποσότητα σε νερό.

Καταιονισμός

Στον καταιονισμό το νερό εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους σαν τεχνητή απομίμηση της βροχής και διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα υπό ακόρεστες συνθήκες. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει ομοιόμορφη κατανομή στην καλλιέργεια χωρίς να εμφανίζει επιφανειακή απορροή και λίμνασμα νερού στην επιφάνεια του χωραφιού.

Πίνακας 2.3.9. Χαρακτηριστικά ποσοστά στην χρήση των τρόπων άρδευσης και απόδοσης για την περιοχή μελέτης.

ΤΥΠΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΑΠΟΔΟΣΗ
ΣΤΑΓΔΗΝ	0.45	9978	0,89
ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ	0.55	12195	0,70
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ	0	0	0

Τα παραπάνω ποσοστά για τον κάθε τρόπο άρδευσης ισχύουν για την λεκάνη μελέτης, οπότε και ο συντελεστής απόδοσης για τον συνδυασμό των τρόπων άρδευσης θα είναι κοινός για όλη τη περιοχή μελέτης. Συνεπώς για την στάγδην άρδευση η απόδοση επιλέχθηκε 0,89 και για την άρδευση με καταιονισμό επιλέχθηκε απόδοση 0,70.

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε για τους τρόπους άρδευσης και με τη βοήθεια του επόμενου τύπου υπολογίστηκαν οι συντελεστές απωλειών άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν τελικά.

$$E_{\mu.\alpha.} = A_{\sigma} \cdot E_{\sigma} + A_{\kappa} \cdot E_{\kappa} \quad (2.3.6.2)$$

όπου $E_{\mu.\alpha.}$ είναι η απόδοση των συστημάτων άρδευσης, A το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί σε κάθε τρόπο άρδευσης και E οι αντίστοιχοι συντελεστές απόδοσης.

Με βάση τα ποσοστά που αντιστοιχούν σε κάθε τρόπο μεταφοράς και ποτίσματος και τους αντίστοιχους συντελεστές απόδοσης (Παπαζαφειρίου, 1999) υπολογίστηκε η προσαύξηση και τελικά η απαιτούμενη ποσότητα του νερού για την περιοχή μελέτης για κάθε έτος.

Έχοντας επιλέξει τους συντελεστές απόδοσης για την μεταφορά και το πότισμα που θα εφαρμόζεται στην περιοχή μελέτης υπολογίστηκε ο τελικός συνδυαστικός συντελεστής προσαύξησης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Πολλαπλασιάζοντας τον τελικό συντελεστή με την απαιτούμενη ποσότητα του καθαρού νερού που πρέπει να φτάσει στην καλλιέργεια βρίσκουμε την ποσότητα που πρέπει να απολείψουμε από τις πηγές τροφοδοσίας μας.

Ο τελικός συντελεστής προσαύξησης υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$E_r = \frac{1}{E_{\mu.\mu.} \cdot E_{\mu.\alpha.}} \quad (2.3.6.3)$$

Πίνακας 2.3.10. Απόδοση συστήματος μεταφοράς, απόδοση συστήματος άρδευσης και τελικός συντελεστής προσαύξησης.

Απόδοση Συστήματος Μεταφοράς (Εμμ)	0.9
Απόδοση Συστημάτων Άρδευσης (Εμα)	0.7855
Τελικός Συντελεστής Προσαύξησης (Ετ)	1.41

Παρατηρείται πως η προσαύξηση είναι πολύ μεγάλη και οι απώλειες αποτελούν σχεδόν την μισή ποσότητα νερού (~41%) που φεύγουν από τις πηγές τροφοδοσίας. Στο Παράρτημα 2, στον πίνακα 2.3.11 παρουσιάζεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αύξησης της ζήτησης από τη ζήτηση των καλλιεργειών στην τελική ποσότητα απόληψης στην λεκάνη της Σούρπης για τα υδρολογικά έτη 1960/61 – 1962/63.

Ο στατιστικός μέσος όρος, της τελικής ζήτησης των καλλιεργειών, της περιοχής μελέτης είναι $1,332 \text{ hm}^3$ ετησίως, ενώ η ετήσια συνολική ζήτηση είναι $15,98 \text{ hm}^3$. Στον πίνακα 2.3.12 στο Παράρτημα 2 παρουσιάζεται ο στατιστικός μέσος όρος της ετήσιας ζήτησης και η συνολική ετήσια ζήτηση των καλλιεργειών για τα υδρολογικά έτη 1960/61-2001/2002'

2.3.7 Θερμοκηπιακές Καλλιέργειες

Η εκτίμηση των υδατικών αναγκών των θερμοκηπιακών καλλιεργειών διαφέρει από τις συνήθεις καλλιέργειες ανοικτού αγρού λόγω του προστατευμένου περιβάλλοντος. Τα κλιματικά χαρακτηριστικά στο εσωτερικό του θερμοκηπίου προσδιορίζουν τη διαθέσιμη ενέργεια στο επίπεδο των εξατμιζουσών επιφανειών και επιτρέπουν τον ορισμό ενός μεγέθους αναφοράς που είναι η δυνητική εξατμισοδιαπνοή υπό κάλυψη, ETPs, η οποία, λόγω της μείωσης της ταχύτητας του ανέμου, της ξηρότητας του αέρα και της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό των θερμοκηπίων, είναι μικρότερη από την αντίστοιχη δυνητική εξατμισοδιαπνοή που παρατηρείται στον ελεύθερο αγρό. Η ETPs, που αποτελεί ένα φυσικό χαρακτηριστικό του κλίματος του θερμοκηπίου, αντιπροσωπεύει τη «ζήτηση σε νερό» στην οποία υποβάλλονται οι καλλιέργειες.

Στην κλιματική αυτή ζήτηση το σύστημα φυτό-έδαφος απαντά με μια προσφορά που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες συγκράτησης του νερού μέσα στο φυτό και το έδαφος. Όταν η τροφοδοσία της καλλιέργειας σε νερό είναι ανελλιπής – πράγμα που συμβαίνει στα θερμοκήπια – οι παράγοντες συγκράτησης είναι μόνο βιολογικής φύσης, (ριζική απορρόφηση, κυκλοφορία του νερού στο φυτό, στομάτια) και η προσφορά λέγεται τότε μέγιστη εξατμισοδιαπνοή ETMs. Για να συγκρίνουμε την προσφορά ETMs, χρησιμοποιούμε τον φυτικό συντελεστή K που ορίζεται ως εξής:

$$K = \frac{ETMs}{ETPs} \quad (2.3.7.1)$$

Τα μέχρι σήμερα γνωστά σε εμάς, θεωρούμε ότι η εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής σε θερμοκήπιο μπορεί να γίνει ικανοποιητικά από τη σχέση που πρότεινε η ομάδα του Σταθμού Βιοκλιματολογίας του Institut National de la



Recherche Agronomique (I.N.R.A.) στη Avignon της Γαλλίας και η οποία δοκιμάστηκε σε περιοχές της Μεσογειακής λεκάνης (Κίττας, 2002).

Σύμφωνα με αυτή:

$$ETPs = 0.67 \cdot t \cdot R \cdot Gs \quad (2.3.7.2)$$

όπου:

ETPs = δυνητική εξατμισοδιαπνοή «υπό κάλυψη», σε mm/day

RGs = RG/L, σε mm/day και

RG = ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στο εξωτερικό του θερμοκηπίου σε cal/cm²/day

L = λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού σε MJ/cm²/mm = 2,5 MJ/cm²/mm

t = μέσος ολικός συντελεστής διαπερατότητας, που εξαρτάται κυρίως από το υλικό κάλυψης

Μετρήσεις που έγιναν για Μεσογειακές συνθήκες, έδειξαν ότι ο συντελεστής t μεταβάλλεται ελαφρά με την εποχή, την καθαρότητα και την ηλικία του υλικού κάλυψης. Συνιστώνται όμως οι ακόλουθες κατά περίπτωση τιμές:

- Θερμοκήπιο από γυαλί, t = 0,7
- Θερμοκήπιο από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, t = 0,7
- Θερμοκήπιο από διπλό φύλλο πολυαιθυλενίου, t = 0,6
- Θερμοκήπιο από εύκαμπτο οπλισμένο P.V.C., t = 0,65

Όσον αφορά την ολική ηλιακή ακτινοβολία, καταφεύγουμε σε εκτιμήσεις της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που βασίζονται στο μοντέλο Angstrom, σύμφωνα με το οποίο:

$$RG = RG_o \cdot \left[a + b \cdot \left(\frac{n}{N} \right) \right] \quad (2.3.7.3)$$

όπου:

RG = ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, σε MJ/cm²/day

RG_o = η ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, που φτάνει στα όρια της ατμόσφαιρας, σε MJ/cm²/day

n = ηλιοφάνεια του εξεταζόμενου τύπου σε ώρες. Οι τιμές της λήφθηκαν από το μέσο όρο των μηνιαίων ωρών ηλιοφάνειας

N = διάρκεια της ημέρας σε ώρες για κάθε μήνα, εκφρασμένη σε ώρες (Παπαζαφειρίου, 1999)

a, b = παράμετροι στατιστικής προσαρμογής

η διάρκεια της ημέρας υπολογίζεται από την σχέση:

$$N = \left(\frac{2}{15} \right) \cdot \cos^{-1}(\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2.3.7.4)$$

όπου:

ϕ = γεωγραφικό πλάτος του τόπου και

δ = απόκλιση της υπόψη ημέρας που δίνεται από τη σχέση:

$$\delta = 23,45 \cdot \left[\frac{360 \cdot (284 + I)}{365} \right] \text{ σε μοίρες}$$

I = η ημέρα του έτους ($1 \leq I \leq 365$)

Η RG_o υπολογίζεται σε $MJ/cm^2/day$ από τη σχέση:

$$RG_o = \frac{24}{\pi} \cdot G_{sc} \cdot \left[1 + 0,33 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot I}{365}\right) \cdot \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \frac{2\pi\omega_s}{360} \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta \right] \quad (2.3.7.5)$$

όπου:

G_{sc} = ηλιακή σταθερά = $116,64 \text{ cal/cm}^2/\text{hr}$

ω_s = ωριαία γωνία δύσης του ήλιου σε μοίρες = $\cos^{-1}(\tan \phi \cdot \tan \delta)$

Για τις παραμέτρους a, b δεχόμαστε τις τιμές $a = 0,18$ και $b = 0,62$

Στην περιοχή μελέτης (κάμπος Σούρπης), γεωγραφικό πλάτος $39^\circ 04'$, υπάρχουν τρία (3) θερμοκήπια συνολικής έκτασης $8,5$ στρεμμάτων στα οποία καλλιεργούνται αποκλειστικά τομάτες. Η κατασκευή και των τριών θερμοκηπίων είναι από γυαλί και εφαρμόζονται δύο καλλιέργειες τομάτας ανά έτος. Η πρώτη από Οκτώβριο μέχρι



Ιανουάριο και η δεύτερη από Μάιο μέχρι Ιούλιο. Κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο τα θερμοκήπια είναι κλειστά οπότε η ανάπτυξη των φυτών της τομάτας πραγματοποιείται με μέγιστο φυτικό συντελεστή ($K = 1,43$), ενώ κατά την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο τα θερμοκήπια είναι ανοιχτά και επικρατούν οι συνθήκες που επικρατούν και στις καλλιέργειες τομάτας υπαίθρου οπότε ο φυτικός συντελεστής (K_c) είναι ίδιος με της υπαίθριες καλλιέργειες.

Πίνακας 2.3.13. Φυτικός Συντελεστής θερμοκηπιακών καλλιεργειών

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ												
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
Τομάτα Θερμοκηπίου	1.43	1.43	1.43	1.43	0	0	0.34	0.66	0.85	0.5	0	0

Στον πίνακα 2.3.14 στο Παράρτημα 2 παρουσιάζεται ο υπολογισμός του φυτικού συντελεστή (K) θερμοκηπιακών καλλιεργειών.

2.4 Κτηνοτροφικές Υδατικές Ανάγκες

2.4.1 Γενικά

Το τρίτο είδος υδατικών αναγκών που υπολογίζεται είναι οι καταναλώσεις νερού των ζώων της περιοχής μελέτης. Αντίστοιχα με τις αστικές υδατικές ανάγκες, υπολογίστηκε ο πληθυσμός των ζώων σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα για την εκτίμηση των κτηνοτροφικών υδατικών αναγκών της περιοχής μελέτης.

Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ο πληθυσμός των ζώων ανά είδος (βοοειδή, προβατοειδή, αίγες, χοίροι, ιπποειδή, πουλερικά) και ανά δημοτικό διαμέρισμα της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το **Β' Μέρος** των δελτίων της Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας για το έτος 2006, για όλα τα δημοτικά διαμερίσματα, όπως αυτά συντάχθηκαν από τους στατιστικούς ανταποκριτές του Δήμου Σούρπης και κατατέθηκαν στην Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος.



Πίνακας 2.4.1. Αριθμός και είδος ζώων ανά δημοτικό διαμέρισμα της περιοχής μελέτης

	Δημοτικό Διαμέρισμα	Σούρπη	Άγια Τριάδα	Άγιος Ιωάννης	Αραλιάπολη	Βρύainerna	Δρυμόνα
Είδος Ζώου							
Άλογα		10	0	6	4	55	13
Βοοειδή	Άρρerna	2	0	50	0	135	17
	Θήλεα	20	0	550	0	920	180
	Μοσχάρια	0	0	440	0	700	85
Βουβάλια	Άρρerna	0	0	0	0	0	0
	Θήλεα	0	0	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	0	0	0	0	50	0
	Μικρά	0	0	0	0	200	0
Πρόβατα	Μεγάλα	7540	220	210	1300	3150	1450
	Μικρά	6900	168	180	1215	2930	1340
Αίγες	Μεγάλα	4770	1170	220	250	6700	600
	Μικρά	4250	1000	180	190	6180	540
Πουλερικά	Μεγάλα	1000	500	150	100	2000	2000
	Μικρά	1000	500	150	100	3000	1500



2.4.2 Υπολογισμοί Κτηνοτροφικής Ζήτησης

Πρώτα, υπολογίστηκε ο πληθυσμός των ζώων ανά είδος για όλη την περιοχή μελέτης. Στη συνέχεια, δεδομένου ότι οι ανάγκες σε νερό διαφέρουν από είδος σε είδος ζώου, γίνεται χρήση συντελεστών σε lt/κεφ./day διαφορετικών σε κάθε είδος σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Πίνακας 2.4.2. Κτηνοτροφική κατανάλωση (σε lt/κεφ./day) ανάλογα με το είδος ζώου

Είδος Ζώων	Είδος Σταυλισμού	Μέγεθος Ζώων	Χρόνος εκτροφής	Κατανάλωση νερού
		Kg/κεφ.	Ημέρες	lt/κεφ./day
1. ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ				
Κρεατοπαραγωγή	Στεγασμένος	0-2	40-60	0,1-0,2
Αυγοπαραγωγή	Στεγασμένος	1,5-2	400	0,15-0,2
Γαλοπούλες	Ανοιχτός	2-14	120-170	0,3-0,5
Πάπιες	Ανοιχτός – υγρός	0,5-4	40-60	40-130
2. ΒΟΟΕΙΔΗ				
Γαλακτοφόρες Αγελάδες	Βουστάσιο	500-650	-	60-320
	Ελεύθερο βουστάσιο	500-650	-	100-130
	Με προαύλιο	500-650	-	120-320
Μοσχάρια	Ανοιχτός	250-500	100-180	40-120
	Στεγασμένος	250-500	100-180	40-120
3. ΧΟΙΡΙΝΑ				
	Ανοιχτός ή στεγασμένος	20-100	150-180	4-20
4. ΠΡΟΒΑΤΑ				
Αρνιά	Ανοιχτός ή στεγασμένος	30-60	40-150	4-7
Πρόβατα	Στεγασμένος	50-100	40-150	7-13
5. ΑΛΟΓΑ				
	Στάβλος	300-600	-	30-40

Οι συντελεστές που χρησιμοποιήθηκαν, τελικά, είναι μια μέση τιμή της τελευταίας στήλης του προηγούμενου πίνακα και φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 2.4.3. Μέση κτηνοτροφική κατανάλωση (σε lt/κεφ./day) ανάλογα με το είδος ζώου

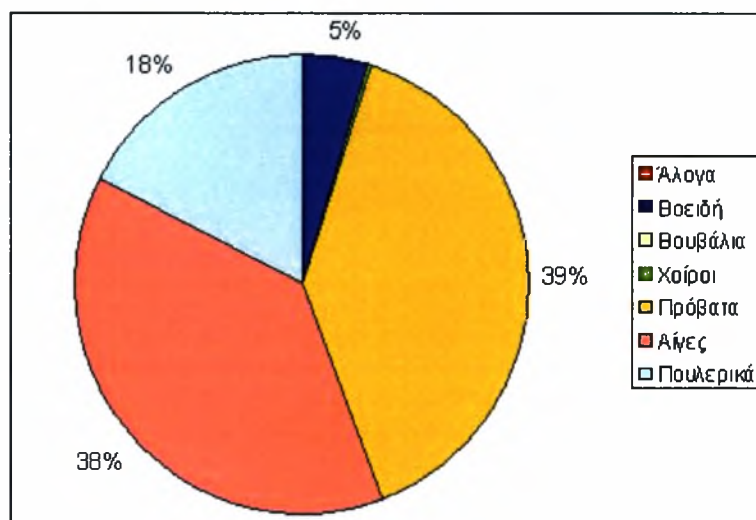
Είδος Ζώων	Κατανάλωση νερού (lt/κεφ./day)
ΒΟΟΕΙΔΗ	190
ΠΡΟΒΑΤΟΕΙΔΗ	10
ΑΙΓΕΣ	6
ΧΟΙΡΟΙ	12
ΙΠΠΟΕΙΔΗ & ΟΝΟΙ	35
ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ	0.15

Η κατανάλωση για κάθε είδος ζώου και για κάθε δημοτικό διαμέρισμα σε lt/day υπολογίστηκε ως εξής:

$$(\text{αριθμός ζώων}) * (\text{αντίστοιχος συντελεστής}) = \text{κατανάλωση νερού σε (lt/day)} \quad (2.4.2.1)$$

Οι συνολικές κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες για κάθε δημοτικό διαμέρισμα υπολογίστηκαν με το άθροισμα των καταναλώσεων για κάθε είδος ζώου. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση σε λίτρα και τελικά η ετήσια κατανάλωση σε hm^3 όπως φαίνεται παρακάτω. Από τον πίνακα 2.4.4 έως τον πίνακα 2.4.9 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των κτηνοτροφικών υδατικών αναγκών ανά δημοτικό διαμέρισμα. Στον πίνακα 2.4.10 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζεται η συνολική ετήσια κατανάλωση για την κτηνοτροφία ανά δημοτικό διαμέρισμα.

Θεωρώντας ότι η μηνιαία ανάγκη των ζώων σε νερό παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, οι μηνιαίες υδατικές ανάγκες για την κτηνοτροφία εκτιμήθηκαν κατανέμοντας ισομερώς τις ετήσιες υδατικές ανάγκες στους μήνες του έτους, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.4.11 του Παραρτήματος 2.



Σχήμα 2.4.1. Κατανομή ζωικού κεφαλαίου ανά είδος όλων των δημοτικών διαμερισμάτων της περιοχής μελέτης (Πηγή: Β' Μέρος δελτίων Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας 2006, Δ. Σούρπης)

Παρατηρείται από το παραπάνω Σχήμα 2.4.1 ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά του ζωικού κεφαλαίου της περιοχής μελέτης είναι προβατοειδή, ακολουθούμενα από τις αιγες και τα πουλερικά.

2.5 Βιομηχανικές Υδατικές Ανάγκες

2.5.1 Γενικά

Οι βιομηχανικές υδατικές ανάγκες είτε υπολογίζονται με βάση την ανάλυση μετρήσεων κατανάλωσης είτε με εκτιμήσεις. Η εκτίμηση, συνήθως γίνεται με βιβλιογραφικά στοιχεία για κάθε είδος βιομηχανίας και συνδέεται με το ύψος της παραγωγής. Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει οργανωμένη βιομηχανική περιοχή. Δραστηριοποιείται μία (1) αλευροβιομηχανία (ΛΟΥΛΗΣ Α.Ε.), δύο (2) εργοστάσια επεξεργασίας βρώσιμων ελιών (IDEAL, Αγροτική Ένωση Αλμυρού) και τέσσερα (4) ελαιοτριβεία (Αγροτικός Συνεταιρισμός Σούρπης «Η Δήμητρα», Δίπλα, Μακανίκα, Γκρίνια). Για τον υπολογισμό των βιομηχανικών υδατικών αναγκών για την αλευροβιομηχανία και τα εργοστάσια επεξεργασίας βρώσιμων ελιών υπάρχουν αναλυτικές μετρήσεις χρήσης νερού που διατέθηκαν, ενώ για τα ελαιοτριβεία έγινε εκτίμηση της κατανάλωσης βάσει της παραγωγής τους. Οι υδατικές ανάγκες της αλευροβιομηχανίας και των εργοστασίων βρώσιμων ελιών καλύπτονται από ιδιόκτητες

γεωτρήσεις, ενώ οι υδατικές ανάγκες των ελαιοτριβείων καλύπτονται από το δίκτυο ύδρευσης των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης.

2.5.2 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών Βιομηχανίας

Η εκτίμηση της κατανάλωσης νερού από βιομηχανίες γίνεται με τον πολλαπλασιασμό της παραγωγής της κάθε βιομηχανίας με την τυπική ειδική κατανάλωση της βιομηχανίας, η οποία, τις περισσότερες φορές, έχει μονάδες όγκου νερού ανά μονάδα όγκου παραγόμενου προϊόντος (π.χ. m^3/tn προϊόντος). Παρακάτω παρουσιάζεται η περίπτωση εκτίμησης κατανάλωσης νερού για τα ελαιοτριβεία (Μαρκαντωνάτος, 1990).

2.5.3 Ελαιοτριβεία

Ιδιαιτερότητα παρουσιάζουν οι υδατικές ανάγκες ελαιοτριβείων λόγω και του ρυπαντικού φορτίου που συνεπάγεται η λειτουργία τους. Η περίοδος λειτουργίας των ελαιοτριβείων εξαρτάται από το είδος των ελιών. Η περίοδος λειτουργίας των ελαιοτριβείων, της περιοχής μελέτης, έχει διάρκεια τέσσερις μήνες (120 ημέρες) αρχίζοντας από τον Νοέμβριο και τελειώνοντας αρχές Μαρτίου.

Η κατανάλωση νερού των ελαιοτριβείων ποικίλει ανάλογα με το είδος του ελαιοτριβείου (κλασσικό ή φυγοκεντρικό) όπως επίσης και με την τεχνολογία του (φυγοκεντρικό 2 φάσεων ή 3 φάσεων). Όλα τα ελαιοτριβεία της περιοχής μελέτης είναι φυγοκεντρικά 3 φάσεων. Συνεπώς ο όγκος νερού που απαιτείται για φυγοκεντρικά συγκροτήματα εκτιμάται σε 7,5-8,2 m^3/tn ελαίου, λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας νερού την κατεργασία. Στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία 3 φάσεων η κατανάλωση νερού είναι ίση με 40% έως 60% της ποσότητας του ελαιοκάρπου που επεξεργάζονται. Στον πίνακα 2.5.1 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση νερού ανά βιομηχανική δραστηριότητα της περιοχής μελέτης.

Η βιομηχανική κατανάλωση νερού δεν είναι ίδια για όλους τους μήνες του έτους διότι οι βιομηχανικές δράσεις της περιοχής μελέτης δεν καταναλώνουν όλες την ίδια ποσότητα νερού κάθε μέρα για όλο τον χρόνο. Η αλευρομηχανία έχει ετήσιο κύκλο εργασιών και χρειάζεται την ίδια ποσότητα νερού κάθε μέρα για όλο το έτος. Τα εργοστάσια επεξεργασίας βρώσιμων ελιών έχουν ετήσιο κύκλο εργασιών αλλά

καταναλώνουν την ίδια ποσότητα νερού για 240 ημέρες ανά έτος, ενώ για έναν μήνα παραμένουν κλειστά λόγω καλοκαιρινών αδειών του προσωπικού. Άρα ο μήνας Αύγουστος έχει μηδενική κατανάλωση νερού. Τέλος, τα ελαιοτριβεία δεν έχουν ετήσιο κύκλο εργασιών. Λειτουργούν μόνο τέσσερις μήνες και συνεπώς χρειάζονται την ίδια ποσότητα νερού για 120 ημέρες ανά έτος. Στον πίνακα 2.5.2 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζεται αναλυτικά η μηνιαία κατανάλωση νερού των βιομηχανιών της περιοχής μελέτης.

2.6 Τουριστικές Υδατικές Ανάγκες

2.6.1 Γενικά

Λόγω της μη αντικειμενικής λήψης δεδομένων για την περιοχή από επίσημο φορέα όπως ΕΟΤ ή ΕΣΥΕ αποφασίστηκε στην παρούσα εργασία να γίνει εξεύρεση των δεδομένων διανυκτέρευσης των τουριστών στην πηγή. Δηλαδή αναζητήθηκαν τα δεδομένα σε κάθε ξενοδοχειακή μονάδα, ξενώνα ή ενοικιαζόμενο χωριστά. Στην περιοχή μελέτης μόνο στο δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης υπάρχει οργανωμένη υποδομή υποδοχής τουριστών. Στην παρούσα μελέτη έγινε υπολογισμός της κατανάλωσης νερού μόνο για τους τουρίστες που διανυκτέρευσαν σε ξενοδοχεία, ξενώνες ή ενοικιαζόμενα δωμάτια για τα οποία υπάρχουν καταγραφές των διανυκτερεύσεων των επισκεπτών για τα έτη 2006 και 2007.

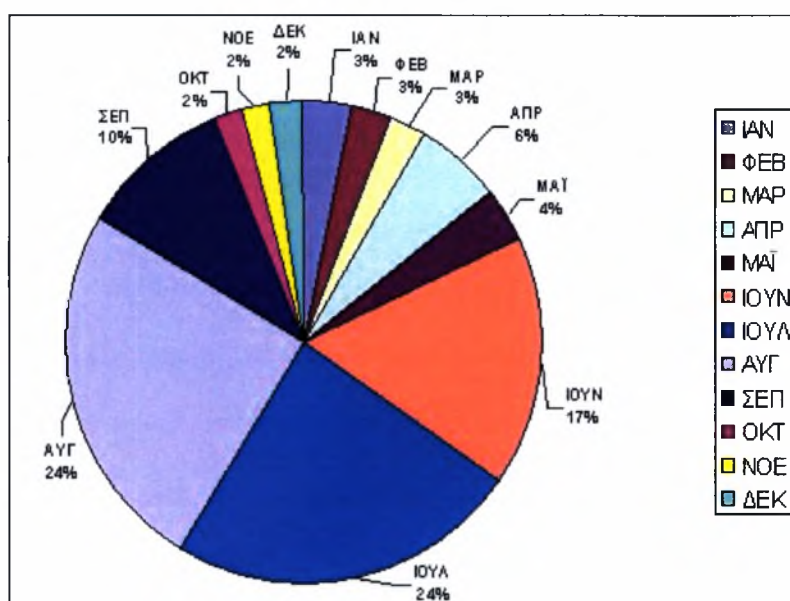
2.6.2 Υπολογισμοί Τουριστικής Ζήτησης

Για τον υπολογισμό της τουριστικής κατανάλωσης νερού χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία για το δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται συγκεντρωτικά τα στοιχεία. Στον πίνακα 2.6.1 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζονται οι διανυκτερεύσεις τουριστών στο δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης και κατανάλωση νερού (σε hm^3) ανά μήνα για τα έτη 2006-2007.

Θεωρώντας ότι η ειδική κατανάλωση είναι 300 lt/διανυκτέρευση (το οποίο βρίσκεται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στην αστική κατανάλωση) και με την χρήση του τύπου:

$$\text{Κατανάλωση (} hm^3 \text{)} = \text{Διανυκτερεύσεις} * 300 \text{ (lt/διανυκτέρευση)} / 10^9 \quad (2.6.2.1)$$

όπου κατανάλωση και διανυκτέρευση είναι ανά μήνα, προκύπτει ο προηγούμενος πίνακας. Τέλος υπολογίστηκε η μέση μηνιαία τουριστική κατανάλωση νερού για τα έτη 2006-2007, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 2.6.2 του παραρτήματος 2. Επισημαίνεται, για τον μέσο όρο των διανυκτερεύσεων που προέκυπτε δεκαδικός αριθμός στρογγυλοποιήθηκε προς τα πάνω.



Σχήμα 2.6.1. Συνολικός αριθμός διανυκτερεύσεων στο δημοτικό διαμέρισμα της Αμαλιάπολης για τα έτη 2006-2007

Στον πίνακα 2.6.3 του Παραρτήματος 2 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές των συνολικών υδατικών αναγκών της λεκάνης απορροής Σούρπης.

Πίνακας 2.6.4. Οι ετήσιες υδατικές ανάγκες της λεκάνης απορροής Σούρπης ανά χρήση

	hm ³
Αστική Ζήτηση	0,472
Γεωργική Ζήτηση	15,98
Κτηνοτροφική Ζήτηση	0,251
Βιομηχανική Ζήτηση	0,231
Τουριστική Ζήτηση	0,003
Συνολική Ζήτηση	16,94

Κεφάλαιο 3^ο

3. Επεξεργασία Μετεωρολογικών Δεδομένων

Στη λεκάνη απορροής της Σούρπης δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν επεξεργασμένα δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης από την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Τα δεδομένα αυτά αναλύθηκαν για την ύπαρξη σημαντικών τάσεων καθώς και για την εκτίμηση της επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Οι υπολογισμένες επιφανειακές μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης της υπό μελέτη λεκάνης απορροής θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής της Σούρπης όπως αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.1. Ανάλυση Θερμοκρασιακών Δεδομένων

Στην λεκάνη απορροής της Σούρπης δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί με δεδομένα θερμοκρασίας. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής βασίζονται σε μετεωρολογικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν. Η περίοδος των δεδομένων ήταν από το 1960 μέχρι το 2002.



Πίνακας 3.1.1. Μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

Σταθμός	Πίνακας	Υψόμετρο (m)	Νομός	Φορέας
Αργιθέας	H2	980	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Βακάρι	H3	1150	Τρικάλων	ΔΕΗ
Νέα Αγχίαλος	H1	15	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Βόλος	H4	3	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Γραμματικόν	H5	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Δομοκός	H6	615	Φθιώτιδος	ΕΜΥ
Καλαμπάκα	H7	222	Τρικάλων	ΕΜΥ
Καλλιφώνι	H8	100	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Κάπνικος	H9	110	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Καρδιτσομαγούλα	H10	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Κρατικό Κτήμα	H11	532	Τρικάλων	ΥΠΓΕ
Λάρισα	H12	75	Λάρισα	ΕΜΥ
Λεοντίτο	H13	950	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Λιβάδι	H14	1183	Λάρισα	ΥΠΕΧΩΔΕ
Μαγούλα	H15	180	Λάρισα	ΥΠΓΕ
Μύρα	H16	320	Λάρισα	ΥΠΓΕ
Παλαμάς	H17	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Παχτούρι	H18	950	Τρικάλων	ΔΕΗ
Πεδινό	H19	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Πολυνέρι	H20	730	Τρικάλων	ΔΕΗ
Σκοπιά	H21	580	Λάρισα	ΥΠΓΕ
Σωτήριο	H22	51	Λάρισα	ΥΠΓΕ
Ταυρωπός	H23	850	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Τρίκαλα	H24	149	Τρικάλων	ΕΜΥ
Φάρσαλα (ΕΜΥ)	H25	148	Λάρισα	ΕΜΥ
Φάρσαλα (ΥΠΓΕ)	H26	434	Λάρισα	ΥΠΓΕ

Στην παρούσα μελέτη για τη λεκάνη απορροής της Σούρπης για την επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε ως σταθμός βάσης ο μετεωρολογικός σταθμός της Σκοπιάς. Ομοίως για την λεκάνη απορροής του φράγματος Μαυρομάτη και την υπολεκάνη απορροής του φράγματος Κλινοβού. Οι λόγοι είναι γιατί η λεκάνη απορροής της Σούρπης και ο μετεωρολογικός σταθμός της Σκοπιάς γειτνιάζουν και δεύτερον το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (580 m) είναι ανάλογο με το μέσο υψόμετρο

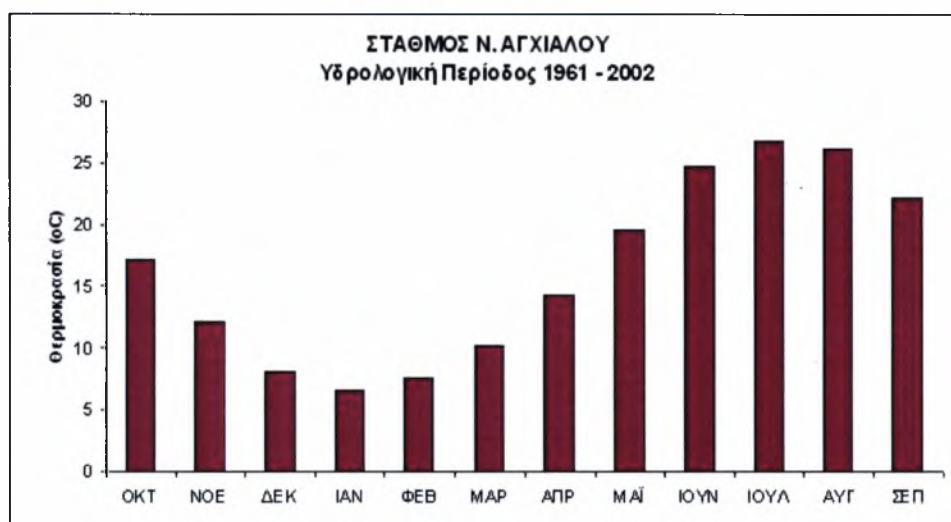


της λεκάνης απορροής της Σούρπης (334 m). Ομοίως για την λεκάνη απορροής του φράγματος Μαυρομάτη και την υπολεκάνη απορροής του φράγματος Κλινοβού. Για την υπολεκάνη απορροής Κάμπος χρησιμοποιήθηκε ως σταθμός βάσης ο μετεωρολογικός σταθμός της Νέας Αγχιάλου. Οι λόγοι είναι γιατί η υπολεκάνη απορροής Κάμπος και ο μετεωρολογικός σταθμός της Νέας Αγχιάλου γειτνιάζουν και δεύτερον το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού της Νέας Αγχιάλου (15 m) είναι ανάλογο με το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής Κάμπος (199 m).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται επεξεργασμένα τα πρωτογενή δεδομένα των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά η μέση ετήσια θερμοκρασία για τον σταθμό της Σκοπιάς ανέρχεται σε 14,9 °C με διακύμανση από 5,3 °C μέχρι 25,0 °C. Αντίστοιχα η μέση ετήσια θερμοκρασία για τον σταθμό της Ν. Αγχιάλου ανέρχεται σε 16,2 °C με διακύμανση από 6,5 °C μέχρι 26,8 °C. Οι μηνιαίες θερμοκρασίες, για το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς, κυμαίνονται από 0,6 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 28,8 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988). Αντίστοιχα Οι μηνιαίες θερμοκρασίες, για τον μετεωρολογικό σταθμό της Ν. Αγχιάλου, κυμαίνονται από 3,5 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 29,2 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988). Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1961-2002 για τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Σκοπιάς και της Ν. Αγχιάλου παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα.



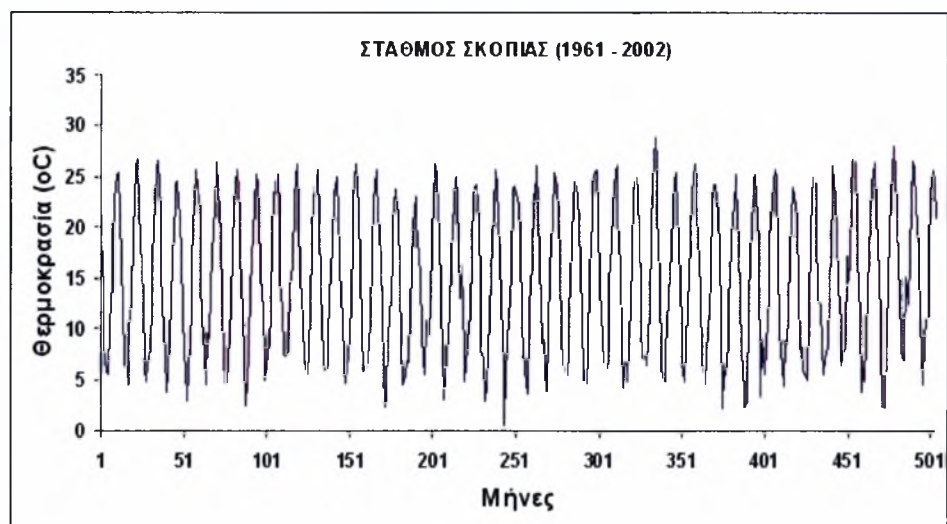
Σχήμα 3.1.1. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ) για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



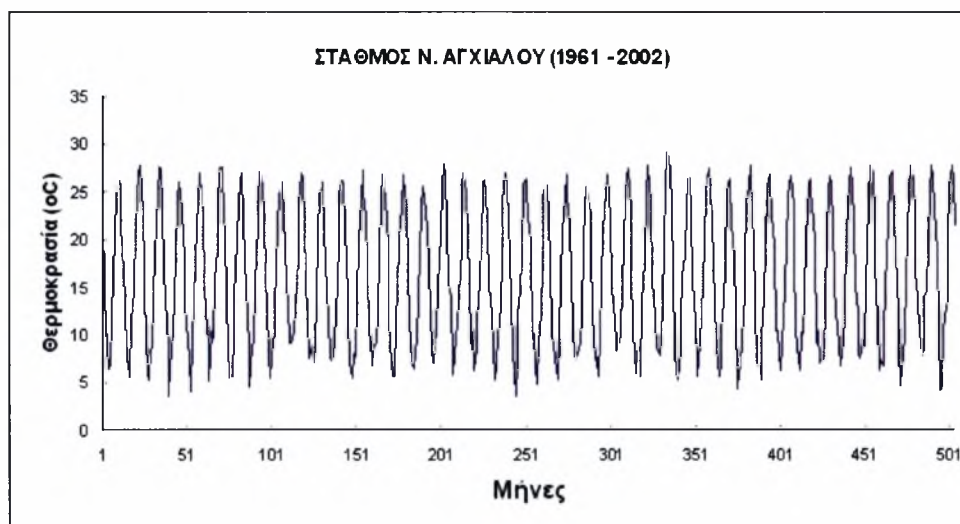
Σχήμα 3.1.2. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για το μετεωρολογικό σταθμό της Ν. Αγχιάλου (ΕΜΥ) για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Στους πίνακες 3.1.2 και 3.1.3 του Παραρτήματος 3 παρουσιάζονται οι επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας των μετεωρολογικών σταθμών της Σκοπιάς και της Ν. Αγχιάλου.

Για τους σταθμούς της Σκοπιάς και της Ν. Αγχιάλου έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



Σχήμα 3.1.3. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ).



Σχήμα 3.1.4. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Ν. Αγχιάλου (ΕΜΥ).

3.2 Αναγωγή της Θερμοκρασίας στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης

Για την αναγωγή των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ) στη λεκάνη απορροής της Σούρπης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της θερμοβαθμίδας.

3.2.1 Μέθοδος Θερμοβαθμίδας

Η μέθοδος της θερμοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου και χρησιμοποιεί την ετήσια θερμοβαθμίδα που περιγράφει την μείωση της ετήσιας θερμοκρασίας ανά 100 m αύξηση υψομέτρου. Χρησιμοποιώντας ως σταθμό βάσης των μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς (580 m) η γενική θερμοβαθμίδα για την λεκάνη απορροής της Σούρπης βρέθηκε ότι είναι ίση με μείωση 0,46 °C ανά 100 m.

Η διαδικασία υπολογισμού της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας για την λεκάνη απορροής της Σούρπης έχει ως εξής:

1. Υπολογίζεται με γραμμική παλινδρόμηση η γραμμική σχέση μεταξύ του υψομέτρου z και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των σταθμών που βρίσκονται στην ευρύτερη ζώνη επιρροής της λεκάνης. Οπότε προκύπτει μια εξίσωση της μορφής:

$$T = -\chi \cdot z + y \quad (3.2.1.1)$$

από την (3.2.1.1) προκύπτει ότι η αύξηση του z κατά 100m προκαλεί μείωση της T κατά (100* α) που αποτελεί και τη θερμοβαθμίδα.

2. Είναι γνωστό το μέσο υψόμετρο της υδρολογικής λεκάνης. Για την εκτίμηση της θερμοκρασίας της λεκάνης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα εκείνου του σταθμού με το πλησιέστερο υψόμετρο στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (σταθμός βάσης).
3. Υπολογίζεται η μέση ετήσια T στη λεκάνη για το έτος i :

$$T_i = T_{\tau} - (\Delta z \cdot \alpha) \quad (3.2.1.2)$$

όπου T_i = η μέση ετήσια θερμοκρασία στην υδρολογική λεκάνη για το έτος i

T_{τ} = η μέση ετήσια θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για το έτος i

Δz = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης μείον το υψόμετρο του σταθμού βάσης

4. Υπολογίζεται η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη:

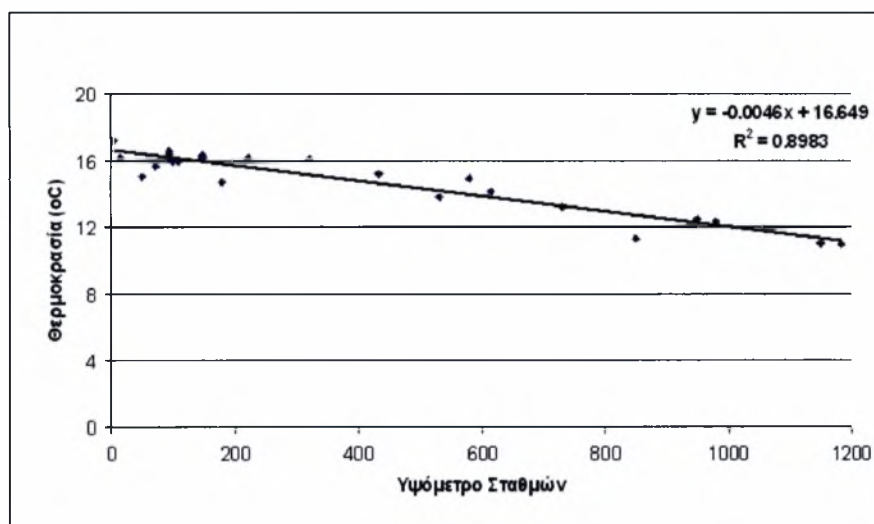
$$T_{i\kappa} = T_{T(i)\kappa} \cdot \left(\frac{T_i}{T_{T(i)}} \right) \quad (3.2.1.3)$$

όπου $T_{i\kappa}$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη για τον μήνα κ του έτους i

$T_{T(i)\kappa}$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για τον μήνα κ του έτους i

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται για την λεκάνη απορροής της Σούρπης οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες από τον Οκτώβριο 1960 έως τον Σεπτέμβριο του 2002.

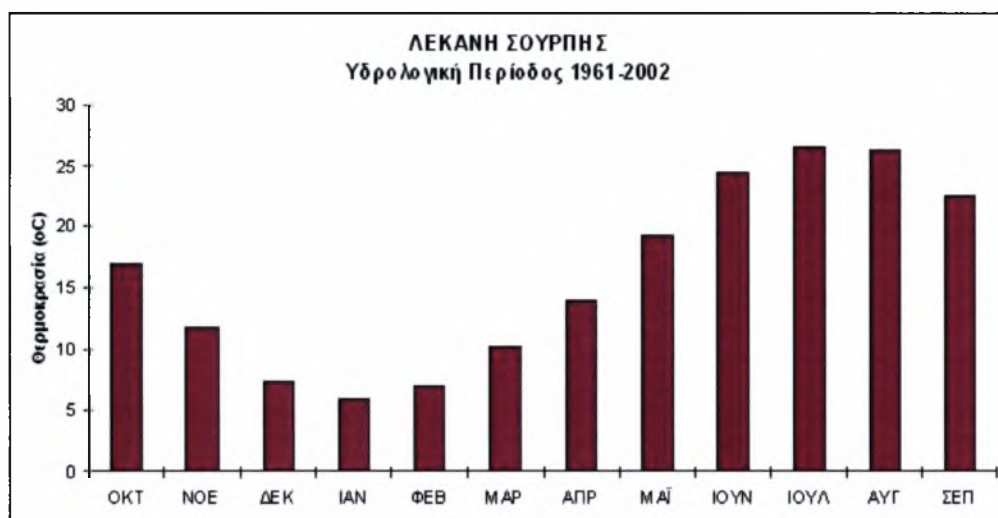
Για καθένα από τους 26 θερμομετρικούς σταθμούς, για τους οποίους υπάρχουν δεδομένα θερμοκρασίας, υπολογίστηκε η μέση ετήσια θερμοκρασία και βάσει των 26 ζευγών (υψόμετρο σταθμού, θερμοκρασία) προέκυψε η γραμμική σχέση $T = f(z)$ και ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού. Μετά την εκτέλεση της παραπάνω εργασίας προέκυψε για τη γενική θερμοβαθμίδα: $T = -0,0046 \cdot z + 16,649$ και $R^2 \cong 0,9$.



Σχήμα 3.2.1. Εξίσωση γενικής θερμοβαθμίδας λεκάνης απορροής Σούρπης

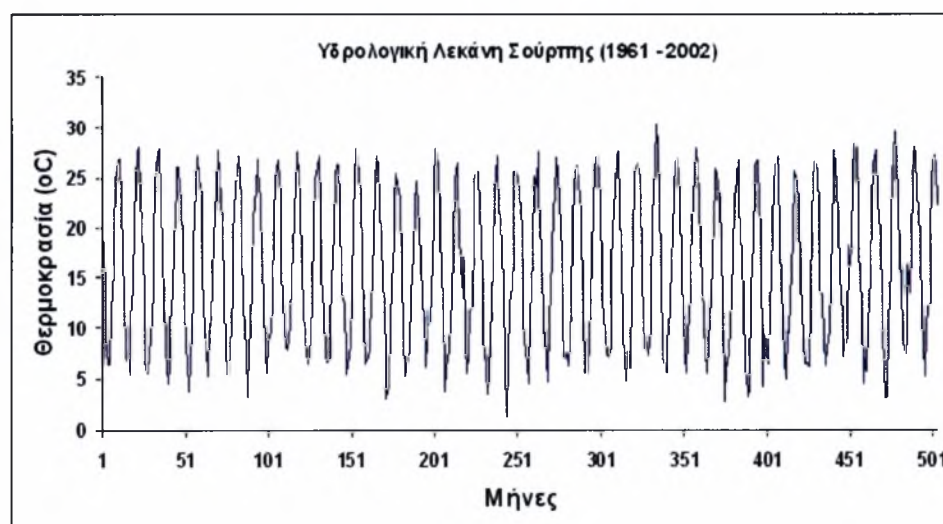
Με την εφαρμογή των ανωτέρω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της Σούρπης, που υπολογίστηκαν με την μέθοδο της θερμοβαθμίδας, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για την λεκάνη

απορροής της Σούρπης ανέρχεται σε 16,02 °C με διακύμανση από 5,94 °C έως 26,62 °C. Οι ακραίες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της λεκάνης απορροής της Σούρπης κυμαίνονται από 1,22 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 30,40 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988).



Σχήμα 3.2.2. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την λεκάνη απορροής της Σούρπης για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Για τη λεκάνη απορροής της Σούρπης έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



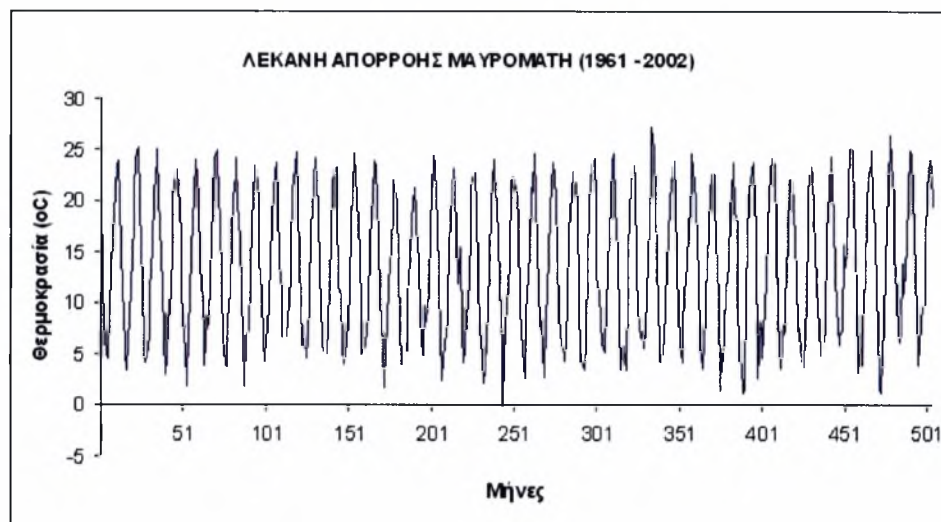
Σχήμα 3.2.3. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της λεκάνης απορροής της Σούρπης.

Με όμοιο τρόπο έγινε η εφαρμογή των ανωτέρω σχέσεων ώστε να υπολογιστούν οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και των υπολεκανών Κλινοβού και Κάμπος. Οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη, υπολογίστηκαν με την μέθοδο της θερμοβαθμίδας. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για την λεκάνη απορροής Μαυρομάτη ανέρχεται σε 12,58 °C με διακύμανση από 4,06 °C έως 21,89 °C. Οι ακραίες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη κυμαίνονται από -0,65 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 25,67 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988).



Σχήμα 3.2.4. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την λεκάνη απορροής Μαυρομάτη για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Για τη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



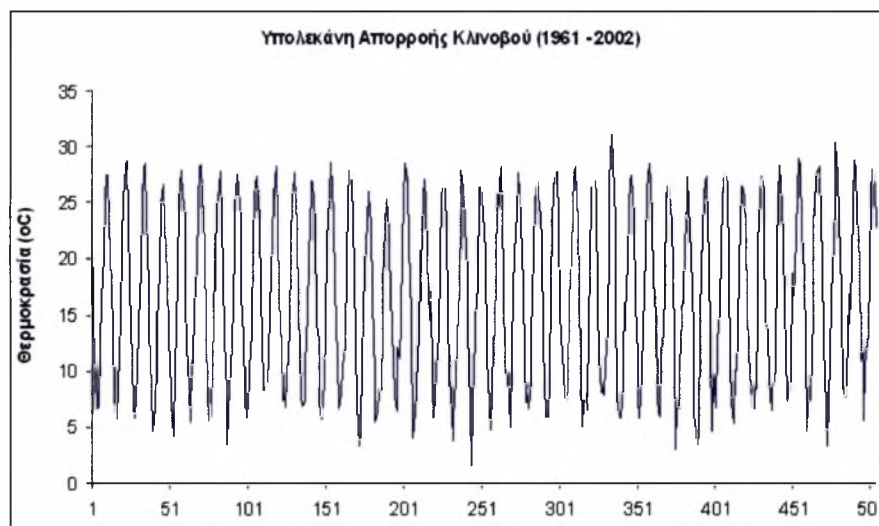
Σχήμα 3.2.5. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη.

Οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες στο μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού, υπολογίστηκαν με την μέθοδο της θερμοβαθμίδας. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για την υπολεκάνη απορροής Κλινοβού ανέρχεται σε 14,57 °C με διακύμανση από 5,15 °C έως 24,63 °C. Οι ακραίες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού κυμαίνονται από 0,43 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 28,41 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988).



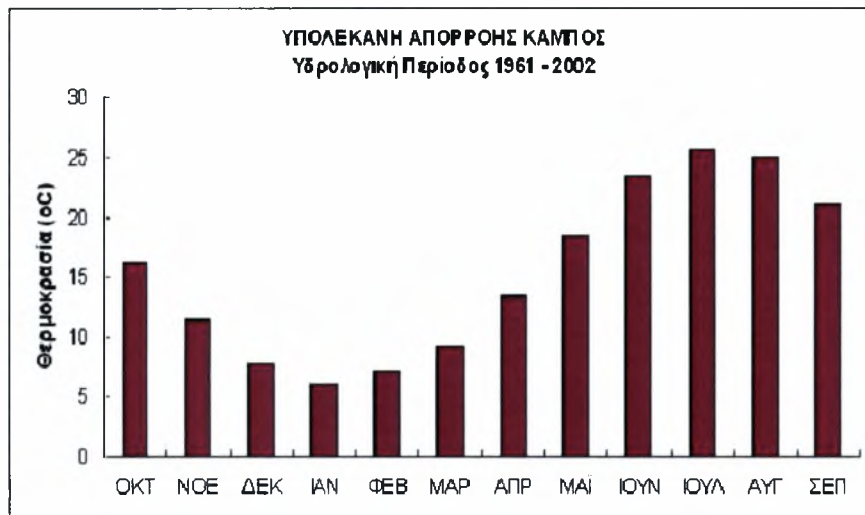
Σχήμα 3.2.6. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την υπολεκάνη απορροής Κλινοβού για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Για τη υπολεκάνη απορροής Κλινοβού έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



Σχήμα 3.2.7. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού.

Οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες που στο μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης απορροής Κάμπος, που υπολογίστηκαν με την μέθοδο της θερμοβαθμίδας, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για την υπολεκάνη απορροής Κάμπος ανέρχεται σε 15,38 °C με διακύμανση από 7,0 °C έως 25,62 °C. Οι ακραίες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της υπολεκάνης απορροής Κάμπος κυμαίνονται από 3,04 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 28,03 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988).



Σχήμα 3.2.8. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την υπολεκάνη απορροής Κάμπος για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Για τη υπολεκάνη απορροής Κάμπος έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



Σχήμα 3.2.9. Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της υπολεκάνης απορροής Κάμπος.

Στους πίνακες 3.2.1 έως 3.2.4 του Παραρτήματος 3 παρουσιάζονται οι υπολογισμένες τιμές των μηνιαίων θερμοκρασιών των λεκανών απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος.

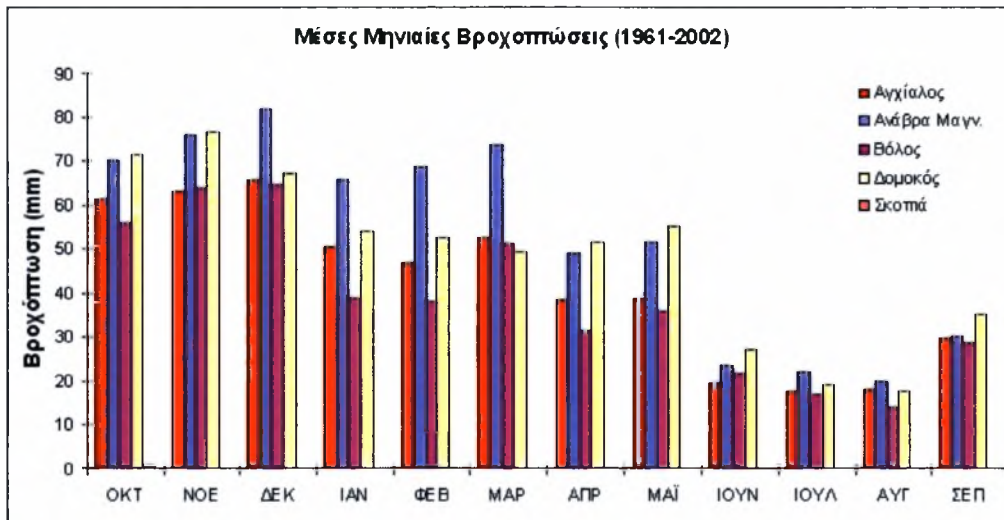
3.3 Ανάλυση Βροχομετρικών Δεδομένων

Στην λεκάνη απορροής της Σούρπης δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί με δεδομένα βροχόπτωσης. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της βροχόπτωσης στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής βασίζονται στα επεξεργασμένα πρωτογενή δεδομένα βροχόπτωσης γειτονικών μετεωρολογικών σταθμών εκτός της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Οι βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

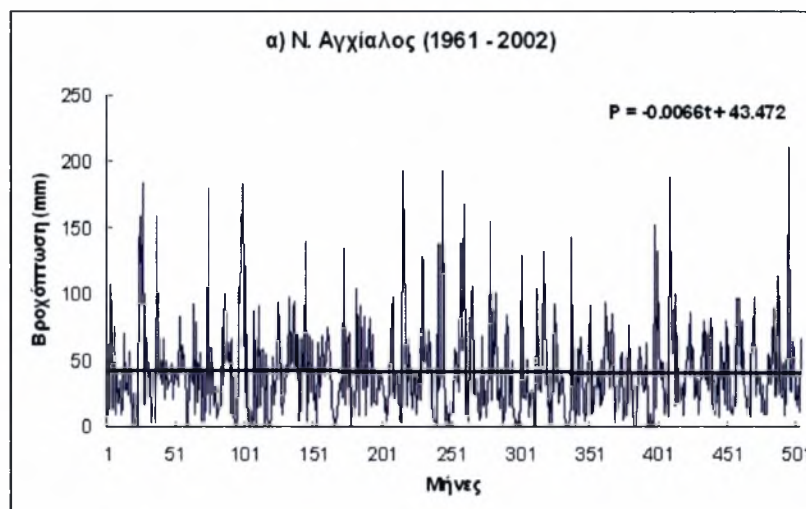
Πίνακας 3.3.1. Βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

Σταθμός	Πίνακας	Υψόμετρο (m)	Νομός	Φορέας
Νέα Αγχίαλος	E4	15	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Ανάβρα	E8	700	Μαγνησίας	ΥΠΓΕ
Βόλος	E12	3	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Δομοκός	E16	615	Φθιώτιδος	ΕΜΥ
Σκοπιά	E65	580	Λάρισας	ΥΠΓΕ

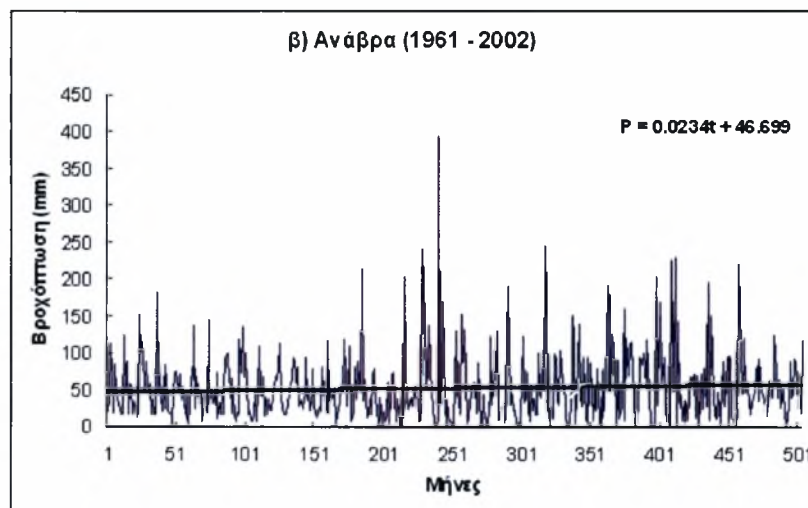
Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για τους πέντε (5) σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση για 42 υδρολογικά έτη φαίνονται στο διάγραμμα 3.3.1. Ως υδρολογικό έτος νοείται η χρονική περίοδος η οποία είναι ίση προς το ημερολογιακό έτος αλλά με διαφορετική από αυτό ημερομηνία έναρξης και κατά τέτοιο τρόπο ώστε η αρχή του υδρολογικού έτους να συμπίπτει με την έναρξη της υγρής (βροχερής) περιόδου. Το υδρολογικό έτος αρχίζει την 1^η Οκτωβρίου και λήγει την 30^η Σεπτεμβρίου.



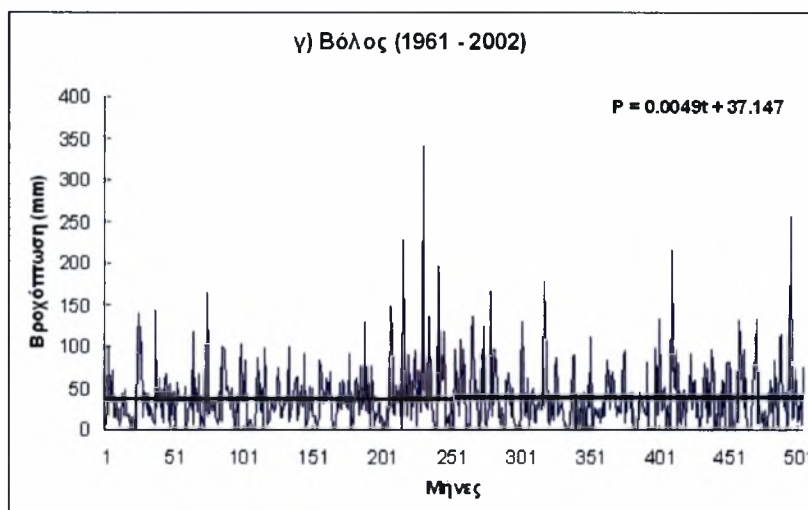
Σχήμα 3.3.1. Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για τους πέντε (5) βροχομετρικούς σταθμούς της παρούσας μελέτης.



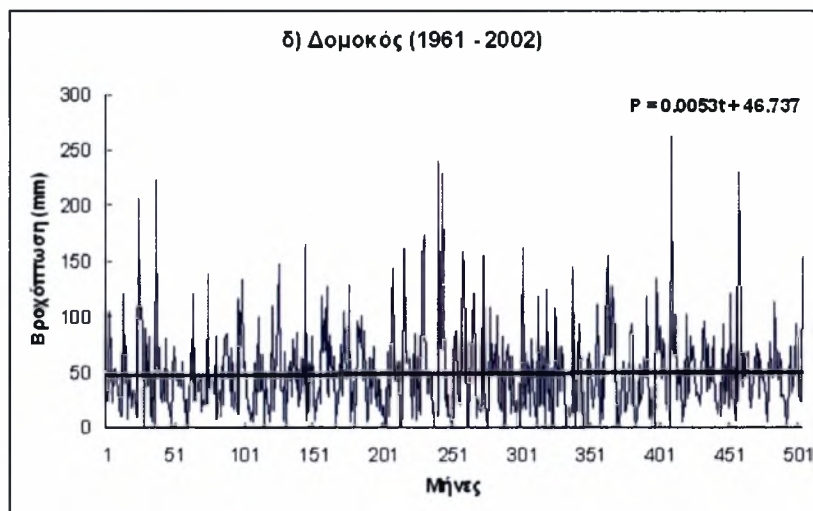
Σχήμα 3.3.2. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού της Ν. Αγχιάλου



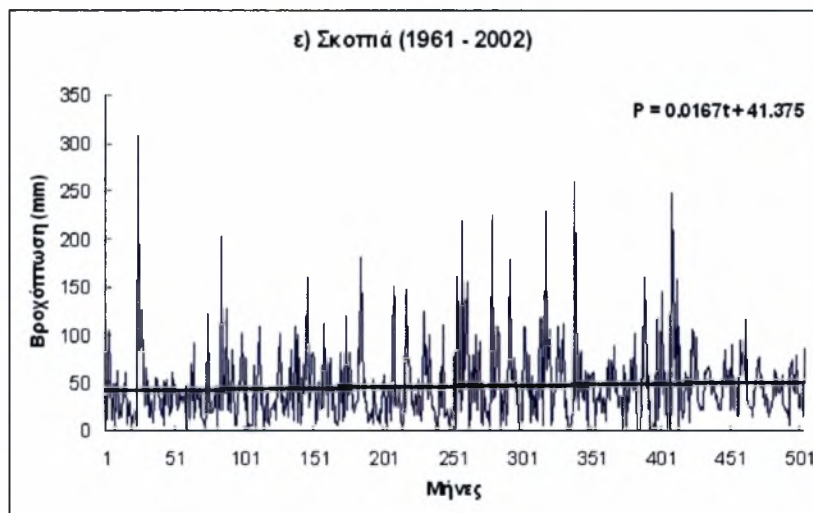
Σχήμα 3.3.3. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού της Ανάβρας



Σχήμα 3.3.4. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού του Βόλου



Σχήμα 3.3.5. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού του Δομοκού



Σχήμα 3.3.6. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού της Σκοπιάς

3.3.1 Αναγωγή των Βροχομετρικών Δεδομένων στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης

Για την κατασκευή των έργων του φράγματος Μαυρομάτη για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης καθώς και του φράγματος Κλινοβού για την κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών του κάμπου της Σούρπης σε συνδυασμό με την μείωση των αντλήσεων από τις υφιστάμενες γεωτρήσεις, μας ενδιαφέρει το μέσο επιφανειακό ύψος βροχής της λεκάνης απορροής της Σούρπης, της λεκάνης απορροής του Μαυρομάτη, της υπολεκάνης του Κλινοβού και της υπολεκάνης Κάμπος. Η εύρεση της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης μπορεί να γίνει με μια από τις παρακάτω μεθόδους:

- Μέθοδος του αριθμητικού μέσου όρου
- Μέθοδος των πολυγώνων Thiessen
- Μέθοδος των ισοϋετών (ισόβροχων) καμπυλών
- Μέθοδος βροχοβαθμίδας
- Μέθοδος Kriging

Από τις ανωτέρω μεθόδους για την λεκάνη απορροής της Σούρπης η μέθοδος της βροχοβαθμίδας επιλέχτηκε για τον προσδιορισμό της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης.

3.4 Μέθοδος Βροχοβαθμίδας

Η υψομετρική μέθοδος ή μέθοδος της βροχοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι το ύψος βροχής αυξάνει με την αύξηση του υψόμετρου και χρησιμοποιεί τη βροχοβαθμίδα που είναι όρος που περιγράφει την αύξηση του ετήσιου βροχομετρικού ύψους ανά 100m αύξησης του υψόμετρου. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μια απλή γραμμική σχέση που συσχετίζει τα υψόμετρα των σταθμών με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κάθε σταθμού και εφόσον υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $r > 0,70$), η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του ύψους βροχής σε οποιοδήποτε υψόμετρο.

3.4.1 Εφαρμογή της Μεθόδου της Βροχοβαθμίδας στη Λεκάνη Απορροής της Σούρπης

Από την εξέταση των μέσων όρων των ετήσιων βροχοπτώσεων και των κοινών υδρολογικών ετών παρατηρήσεων (1960-61 μέχρι 2001-2002) των πέντε βροχομετρικών σταθμών προκύπτει ότι ο σταθμός της Ανάβρας που βρίσκεται σε υψόμετρο 700 m δέχεται την μεγαλύτερη βροχόπτωση από τους υπόλοιπους σταθμούς, οι οποίοι έχουν μικρότερο υψόμετρο.

Πίνακας 3.4.1. Μέση ετήσια βροχόπτωση για τους πέντε (5) βροχομετρικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη

Βροχομετρικοί Σταθμοί	Υψόμετρο (m)	Μέση Ετήσια Βροχόπτωση (mm)
Νέα Αγχιάλος	15	501,72
Ανάβρα Μαγνησίας	700	631,31
Βόλος	3	460,68
Δομοκός	615	577,02
Σκοπιά	580	547,24

Με την χρήση των δεδομένων του ανωτέρω πίνακα βρέθηκε η σχέση μεταβολής της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης με το υψόμετρο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, που είναι η εξής:

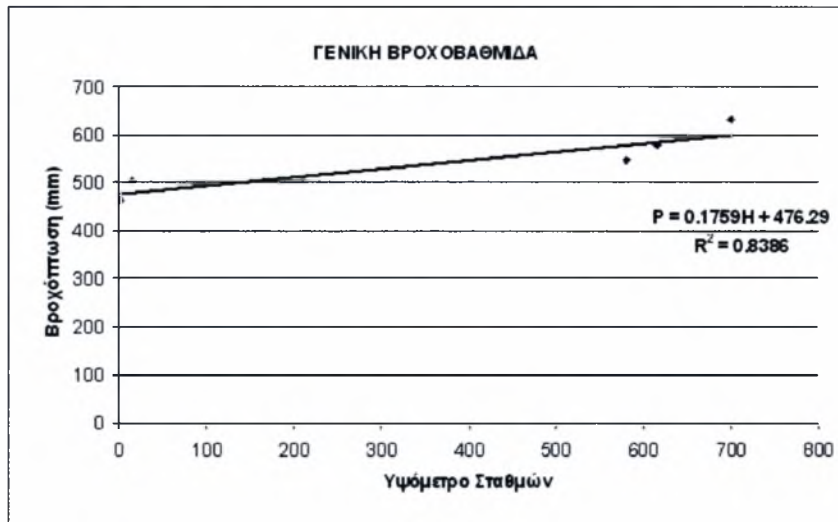
$$P = 0.1759H + 476.29 \quad R^2 = 0.8386 \quad (3.4.1.1)$$

όπου

P = ετήσιο ύψος βροχής σε mm και

H = υψόμετρο του σταθμού σε m

Σύμφωνα με την σχέση (3.4.1.1), για κάθε αύξηση του υψομέτρου κατά 100m το ετήσιο ύψος βροχής αυξάνεται κατά 17,59 mm.



Σχήμα 3.4.1. Γραμμική σχέση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης με το υψόμετρο των πέντε (5) βροχομετρικών σταθμών.

Για τη εκτίμηση της μέσης βροχόπτωσης της λεκάνης απορροής της Σούρπης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του σταθμού της Σκοπιάς γιατί είναι ο πιο πλησιέστερος σταθμός στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής και το υψόμετρο του δεν διαφέρει σημαντικά από το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της Σούρπης (334m). Η εκτίμηση των μηνιαίων υψών βροχής που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο (334m) της λεκάνης απορροής της Σούρπης, για κάθε υδρολογικό έτος, δίνεται από την γενική σχέση:

$$P = x \cdot z + y \quad (3.4.1.2)$$

x = ο συντελεστής της παραπάνω εξίσωσης

Υπολογίζεται η μέση ετήσια P στη λεκάνη για το έτος i:

$$P_i = P_T - (\Delta z \cdot \alpha) \quad (3.4.1.3)$$

όπου P_i = ετήσιο ύψος βροχής στην υδρολογική λεκάνη για το έτος i

P_T = ετήσιο ύψος βροχής στον σταθμό βάσης για το έτος i

Δz = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης μείον το υψόμετρο του σταθμού βάσης

Υπολογίζεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση στη λεκάνη:

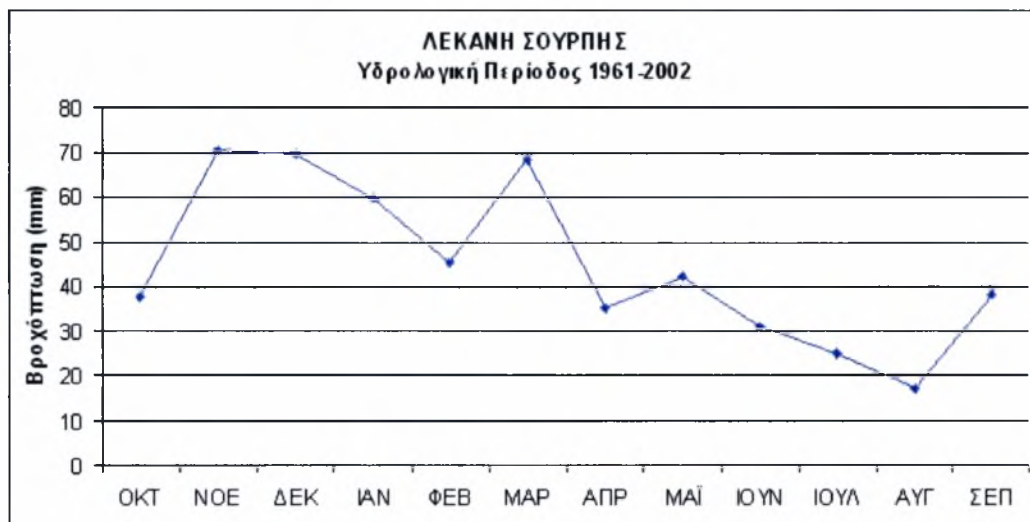
$$P_{ik} = P_{T(i)k} \cdot \left(\frac{P_i}{P_{T(i)}} \right) \quad (3.4.1.4)$$

όπου $P_{i\kappa}$ = μηνιαίο ύψος βροχής στη λεκάνη απορροής για τον μήνα κ του έτους i

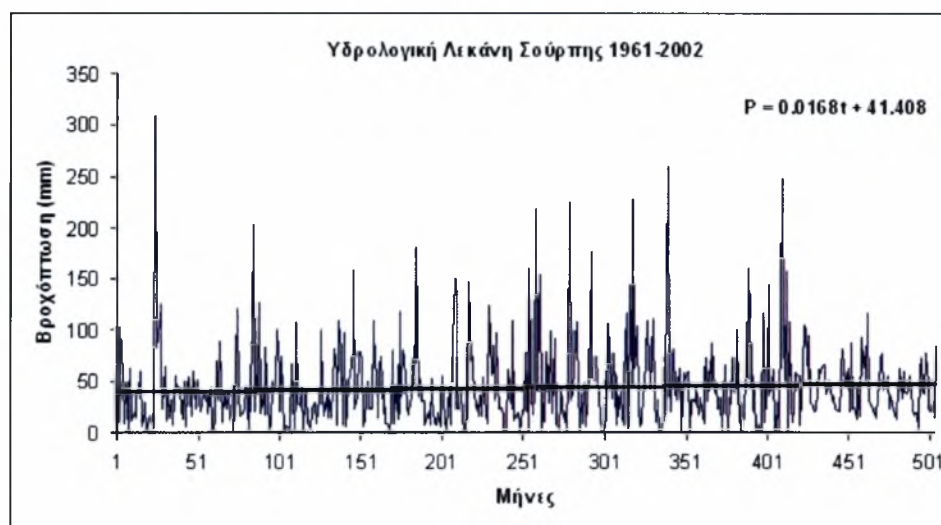
$P_{T(i)\kappa}$ = μηνιαίο ύψος βροχής στον σταθμό βάσης για τον μήνα κ του έτους i

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την λεκάνη απορροής της Σούρπης παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4.1 του Παραρτήματος 3. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την λεκάνη απορροής της Σούρπης ανέρχεται σε 505,34 mm, με διακύμανση από 227,23 mm μέχρι 859,64 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 16,56 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου) μέχρι 66,8 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για τον ξηρότερο μήνα (Αύγουστο) είναι 80,98 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Νοέμβριο) είναι 52,87 %.

Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής της Σούρπης παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



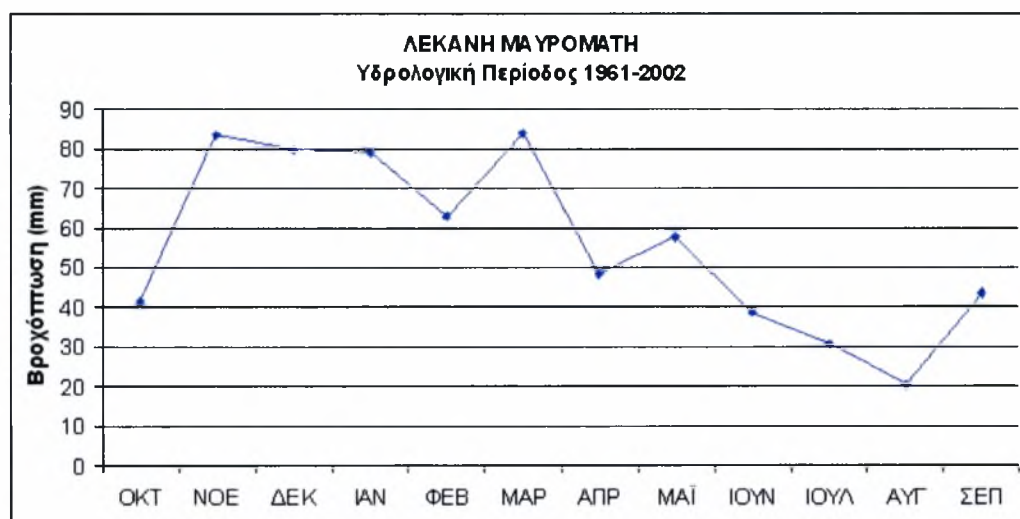
Σχήμα 3.4.2. Μέση μηνιαία βροχόπτωση λεκάνης απορροής Σούρπης που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002.



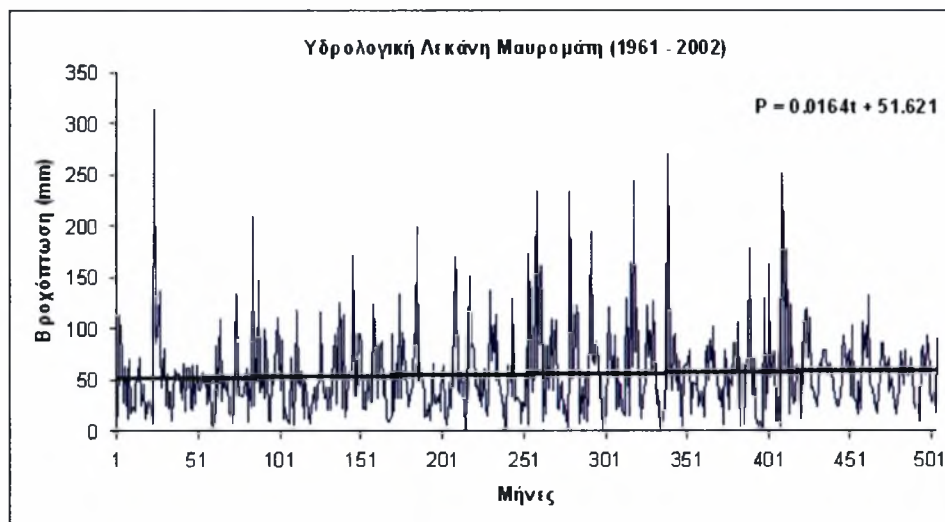
Σχήμα 3.4.3. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης για την λεκάνη απορροής της Σούρπης (1961 – 2002).

Ομοίως χρησιμοποιώντας τις παραπάνω σχέσεις υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Μαυρομάτη. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την λεκάνη απορροής του Μαυρομάτη παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4.2 του Παραρτήματος. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την λεκάνη απορροής του Μαυρομάτη ανέρχεται σε 634,49 mm, με διακύμανση από 357,75 mm μέχρι 984,25 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 19,53 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου) μέχρι 79,99 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για τον ξηρότερο μήνα (Αύγουστο) είναι 69,28 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Νοέμβριο) είναι 44,15 %.

Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.4.4. Μέση μηνιαία βροχόπτωση λεκάνης απορροής Μαυρομάτη που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002.



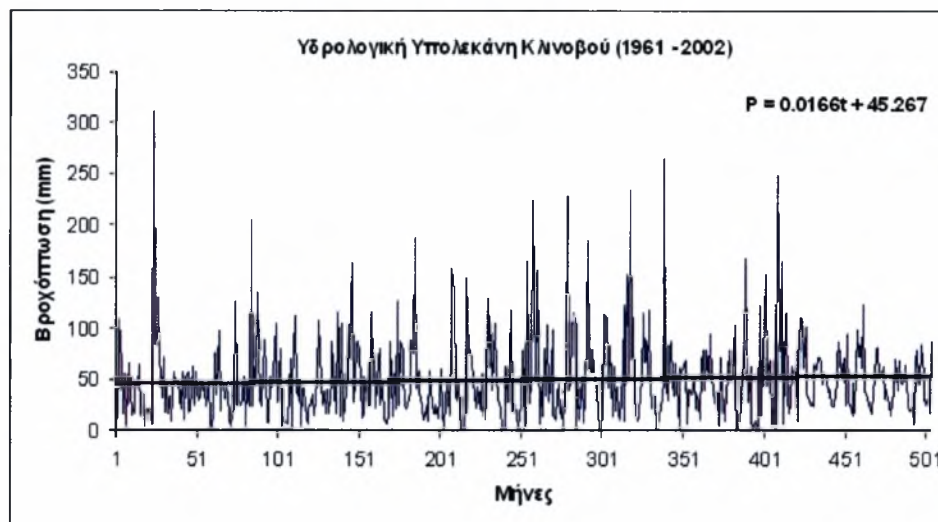
Σχήμα 3.4.5. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης για την λεκάνη απορροής του Μαυρομάτη (1961 – 2002).

Ομοίως χρησιμοποιώντας τις παραπάνω σχέσεις υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης απορροής του Κλινοβού. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υπολεκάνη απορροής του Κλινοβού παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4.3 του Παραρτήματος 3. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την υπολεκάνη απορροής του Κλινοβού ανέρχεται σε 558,85 mm, με διακύμανση από 282,11 mm μέχρι 908,61 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 17,75 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου) μέχρι 72,35 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για τον ξηρότερο μήνα (Αύγουστο) είναι 76,23 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Νοέμβριο) είναι 48,82 %.

Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής Κλινοβού παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



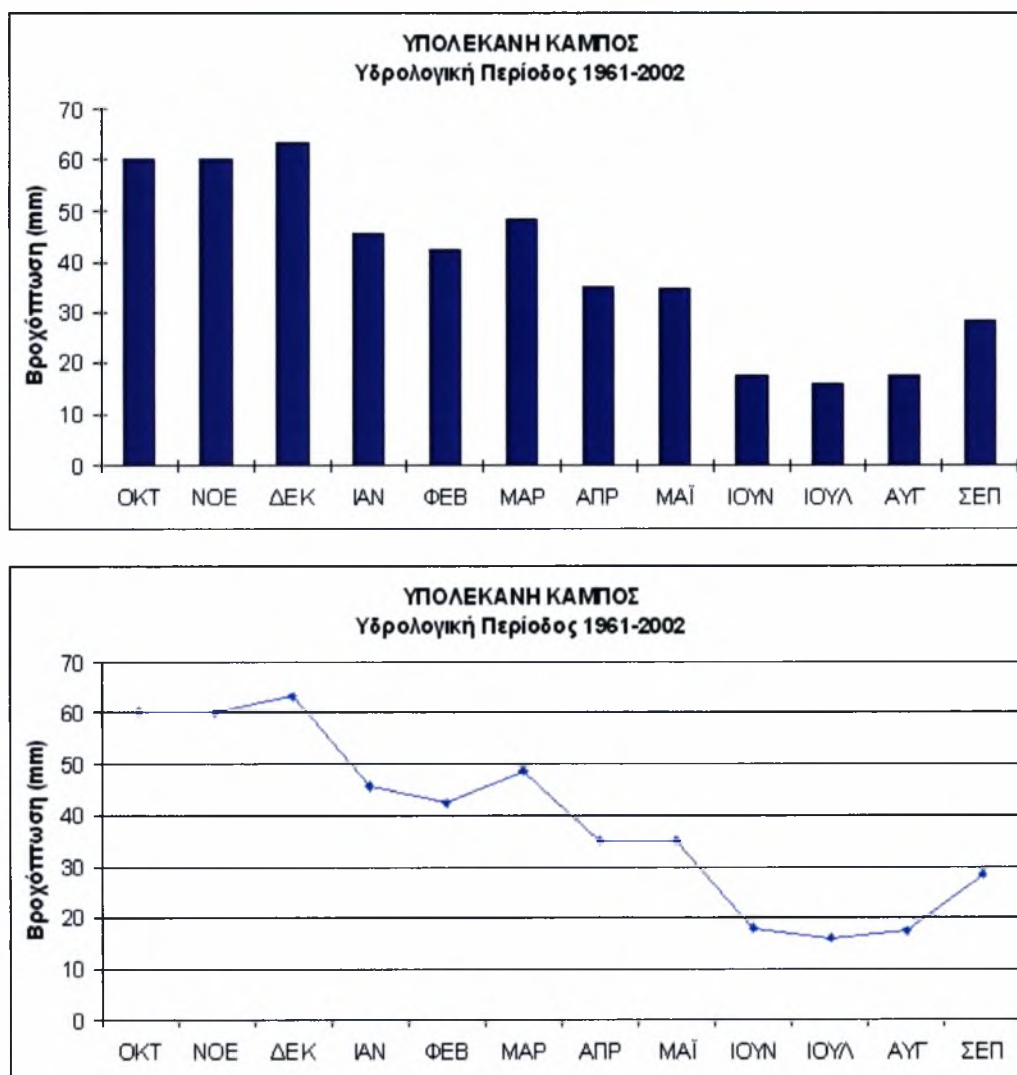
Σχήμα 3.4.6. Μέση μηνιαία βροχόπτωση υπολεκάνης απορροής Κλινοβού που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002.



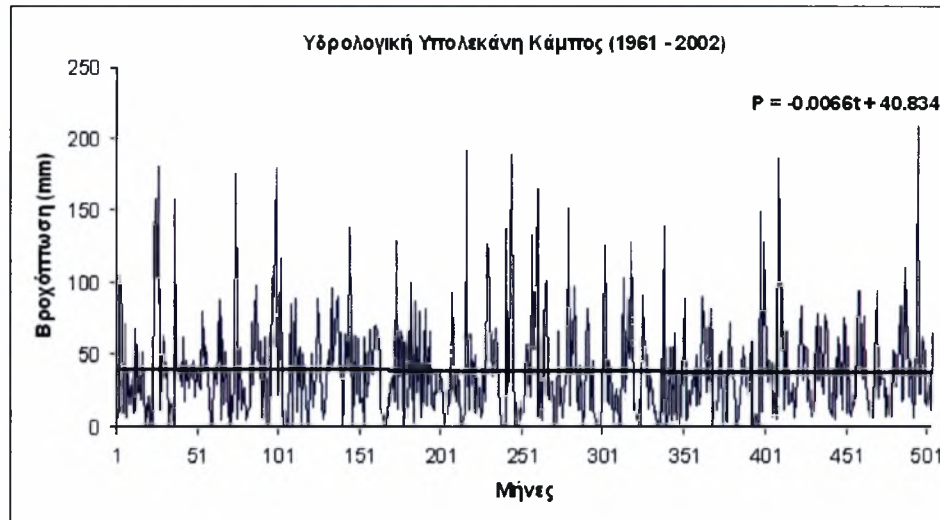
Σχήμα 3.4.7. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης για την υπολεκάνη απορροής του Κλινοβού (1961 – 2002).

Ομοίως χρησιμοποιώντας τις παραπάνω σχέσεις υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης απορροής του Κάμπου. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υπολεκάνη απορροής του Κάμπου παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4.4 του Παραρτήματος 3. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την υπολεκάνη απορροής του κάμπου ανέρχεται σε 532,79 mm, με διακύμανση από 359,07 mm μέχρι 801,97 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 18,83 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Ιουλίου) μέχρι 66,44 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Οκτωβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για τον ξηρότερο μήνα (Ιούλιο) είναι 99,79 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Οκτώβριο) είναι 61,64 %.

Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής Κάμπος παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.4.8. Μέση μηνιαία βροχόπτωση υπολεκάνης απορροής Κάμπος που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002.



Σχήμα 3.4.9. Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης για την υπολεκάνη απορροής του Κάμπου (1961 – 2002).

Όπως αναφέρθηκε στους πίνακες 3.4.1 έως 3.4.4 του παραρτήματος 3 παρουσιάζονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης των λεκανών απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος.



3.5 Εκτίμηση και Υπολογισμός Μέσης Επιφανειακής Δυνητικής Εξατμισοδιαπνοής

Στις φυτοκαλυμμένες επιφάνειες ένα σημαντικό ποσοστό του εξατμιζόμενου νερού, είναι νερό, που περνά μέσα από το φυτό και εξέρχεται στην ατμόσφαιρα κυρίως μέσα των στομάτων. Η εξάτμιση του νερού μέσω του φυτού καλείται διαπνοή. Ο όρος εξατμισοδιαπνοή, ET, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την συνολική διεργασία μεταφοράς ύδατος στην ατμόσφαιρα από φυτοκαλυμμένες επιφάνειες.

Μια άλλη έννοια ευρύτατα χρησιμοποιούμενη στη μελέτη της εξάτμισης και της εξατμισοδιαπνοής είναι αυτή της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, E_p . Με αυτόν τον όρο περιγράφεται ο μέγιστος ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μια φυτοκαλυμμένη επιφάνεια, που έχει επάρκεια νερού, κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες. Εναλλακτικά με τον όρο δυνητική εξατμισοδιαπνοή αναφερόμαστε στην εξάτμιση από κάθε μεγάλη ομοιόμορφη επιφάνεια που είναι επαρκώς υγρή, έτσι ώστε ο αέρας που έρχεται σε επαφή μαζί της να είναι εντελώς κορεσμένος. Ο όρος αυτός εισήχθη για πρώτη φορά από τον Thornthwaite (1948) και εκφράζει τις απώλειες νερού, πάνω από το έδαφος με βλάστηση, όταν υπάρχει επάρκεια νερού.

Έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα προσομοίωσης της εξατμισοδιαπνοής, πολλά από τα οποία είναι ιδιαίτερα σύνθετα και απαιτούν μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Για τη συγκεκριμένη μελέτη, έπρεπε η επιλογή της μεθόδου υπολογισμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής να βασίζεται αποκλειστικά στη θερμοκρασία του αέρα λόγω της έλλειψης άλλων μετεωρολογικών δεδομένων που επικρατούν στη περιοχή μελέτης. Για τους ανωτέρω λόγους, λοιπόν, προτιμήθηκε η μέθοδος Thornthwaite (1948) με την οποία γίνεται εκτίμηση των τιμών της μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.

3.5.1 Μέθοδος Thornthwaite

Η μέθοδος Thornthwaite περιέγραψε τη βιολογική και φυσική σημασία της εξατμισοδιαπνοής στην κλιματική ταξινόμηση και ανέπτυξε μια εξίσωση για την εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.

$$E_p = 16 \cdot \left(\frac{l_1}{12}\right) \cdot \left(\frac{N}{30}\right) \cdot \left(\frac{10 \cdot T_a}{I}\right)^{\alpha_1} \quad (3.5.1.1)$$

όπου, T_a = η μέση μηνιαία θερμοκρασία της λεκάνης απορροής, σε °C

N = ο αριθμός των ημερών του μήνα

l_1 = οι πραγματικές ώρες της ημέρας, σε hr και

α_1 = είναι συντελεστής και δίνεται από την επόμενη σχέση

$$\alpha = 0.000000675I^3 - 0.000077I^2 + 0.01792I + 0.49239 \quad (3.5.1.2)$$

όπου, I = ο δείκτης θερμότητας, που αποτελεί το άθροισμα των 12 μηνιαίων τιμών του δείκτη (i) που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$i = \left(\frac{T_a}{5}\right)^{1.514} \quad (3.5.1.3)$$

δηλαδή,

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{T_n}{5}\right)^{1.514} \quad (3.5.1.4)$$

όπου, T_n = η κανονική θερμοκρασία κάθε μήνα

Η μέθοδος Thornthwaite παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, αφού η υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή υποεκτιμάται, όταν η ακτινοβολία που προσλαμβάνει η γη έχει τη μέγιστη τιμή της, δηλαδή στη διάρκεια του καλοκαιριού, και κατά συνέπεια είναι εκτός φάσης το φθινόπωρο. Αυτό αποδίδεται στην χρονική υστέρηση που παρουσιάζει η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας ως προς την ακτινοβολία. Μεγάλη υποεκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής με αυτή την μέθοδο



διαφαίνεται στα ξηρά και ημίξηρα κλίματα. Επίσης, η χρησιμότητα της μεθόδου για μικρά χρονικά διαστήματα οδηγεί πολλές φορές σε σοβαρά λάθη επειδή η μέση θερμοκρασία μικρών χρονικών περιόδων δεν αποτελεί κατάλληλο μέτρο της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Η μέθοδος είναι επιτυχής για μεγάλα χρονικά διαστήματα κι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τόσο η θερμοκρασία όσο και η εξατμισοδιαπνοή είναι όμοιες συναρτήσεις της καθαρής ακτινοβολίας κι ως εκ τούτου αυτοσυσχετίζονται όταν οι θεωρούμενες χρονικές περίοδοι είναι μεγάλες.

Η μέθοδος Thornthwaite για την εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής χρησιμοποιήθηκε για όλη τη λεκάνη απορροής της Σούρπης και ξεχωριστά για τη λεκάνη απορροής του Μαυρομάτη, την υπολεκάνη απορροής του Κλινοβού και την υπολεκάνη απορροής του Κάμπου.

Οι πραγματικές ώρες της ημέρας, l_1 , είναι διαφορετικές για κάθε μήνα και έχουν σχέση με το γεωγραφικό πλάτος για όλη της περιοχή. Το γεωγραφικό πλάτος του κέντρου βάρους της λεκάνης απορροής της Σούρπης είναι 39,03, του κέντρου βάρους της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη είναι 39,00, του κέντρου βάρους της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού 39,01 και του κέντρου βάρους της υπολεκάνης Κάμπος 39,04.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας της διάρκειας των ωρών της ημέρας ανά μήνα σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 3.5.1. Πραγματικές ώρες της ημέρας για την λεκάνη απορροής της Σούρπης

ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
10.95	9.88	9.31	9.59	10.49	11.70	12.99	14.11	14.69	14.44	13.49	12.24

Στο Παράρτημα 3 παρουσιάζονται οι πίνακες 3.5.2 έως 3.5.5 που προέκυψαν από τους υπολογισμούς της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής και τα διαγράμματα του μέσου όρου της μέσης επιφανειακής δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της λεκάνης απορροής της Σούρπης, της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη, της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού και της υπολεκάνης απορροής Κάμπος. Ενώ στα σχήματα 3.5.1 έως 3.5.4 του Παραρτήματος 3 φαίνεται ο μέσος όρος της μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής των λεκανών απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος.

Κεφάλαιο 4^ο

4 Υδρολογικό Μοντέλο UTHBAL

4.1 Γενικά

Απώτερος σκοπός των υδρολογικών μοντέλων υδατικού ισοζυγίου είναι να εκτιμήσουν την απορροή από βροχομετρικά δεδομένα χρησιμοποιώντας την εξίσωση της συνέχειας που δίνεται από την παρακάτω εξίσωση.

$$R = P - L \quad (4.1.1)$$

όπου R = η συνολική απορροή, σε mm

P = η βροχόπτωση, σε mm

L = οι υδρολογικές απώλειες, σε mm

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο UTHBAL (Loukas et al, 2004) που είναι μοντέλο υδατικού ισοζυγίου.

4.2 Δομή και Λειτουργία του Υδρολογικού Μοντέλου UTHBAL

Στο μοντέλο, ως δεδομένα εισόδου χρησιμοποιούνται χρονοσειρές μέσης μηνιαίας επιφανειακής βροχόπτωσης, μέσης μηνιαίας επιφανειακής θερμοκρασίας και μέσης μηνιαίας επιφανειακής δυνητικής εξατμησοδιαπνοής. Το μοντέλο διαχωρίζει τα κατακρημνίσματα σε βροχόπτωση και χιονόπτωση.

Αρχικό βήμα στην κατάστροψη του μοντέλου προσομοίωσης της απορροής, είναι ο διαχωρισμός της υετόπτωσης σε βροχή από το χιόνι. Ο διαχωρισμός αυτός καθορίζεται, κυρίως από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Ορίστηκε ένα όριο θερμοκρασίας κάτω από το οποίο όλη η υετόπτωση είναι χιόνι και κάποιο άλλο, πάνω από το οποίο είναι βροχή. Έτσι, για μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 12,22 °C θεωρήθηκε ότι όλο το ποσοστό της υετόπτωσης είναι βροχή, ενώ για μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μικρότερες από -10 °C, όλο το ποσοστό της συνολικής υετόπτωσης είναι χιόνι. Για θερμοκρασίες μεταξύ των δύο αυτών τιμών το χιόνι υπολογίζεται ως ποσοστό της συνολικής υετόπτωσης που παρατηρήθηκε. Αρχικά

χρησιμοποιήθηκε γραμμική σχέση (Samadeni – Davies, 1997) ως προς τη θερμοκρασία.

$$\%S = -4.5 \cdot T + 55 \quad \text{για} \quad -10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 12.22^{\circ}\text{C} \quad (4.2.1)$$

Δοκιμάζοντας τη σχέση αυτή στο μοντέλο διαπιστώθηκε ότι οι τιμές θερμοκρασίας κοντά στο μηδέν, η συνολική απορροή είχε αποκλίσεις από τις παρατηρούμενες τιμές κάτι που πιθανόν οφείλονταν στη γραμμική σχέση μεταξύ θερμοκρασίας – ποσοστό χιονιού. Δοκιμάστηκε και διαπιστώθηκε ότι βελτιώνονται τα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιηθεί αντί για γραμμική, εκθετική σχέση. Έτσι, λοιπόν, το ποσοστό των συνολικών μηνιαίων κατακρημνισμάτων που θεωρείται χιονόπτωση εκτιμάται από μια σχέση που βασίζεται στη μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$\%S = \begin{cases} 0 & \text{για } T \geq 12.22^{\circ}\text{C} \\ \frac{100}{1.35^T \cdot 1.61 + 1} & \text{για } -10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 12.22^{\circ}\text{C} \\ 100 & \text{για } T \leq -10^{\circ}\text{C} \end{cases} \quad (4.2.2)$$

όπου T = η μηνιαία θερμοκρασία

Έχοντας λοιπόν, ως δεδομένα, από μετεωρολογικούς σταθμούς, τις μηνιαίες θερμοκρασίες και τη μηνιαία υετόπτωση, υπολογίζεται η μηνιαία χιονόπτωση. Ο επόμενος υπολογισμός αφορά τη δυνητική μηνιαία τήξη χιονιού εκφρασμένη σε mm/μήνα. Η τήξη χιονιού επηρεάζεται από μια σειρά παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η ηλιακή ακτινοβολία, η ατμοσφαιρική πίεση, η ταχύτητα του ανέμου και η φυτοκάλυψη. Οι παραπάνω παράμετροι είναι δύσκολο να υπολογιστούν καθώς δεν υπάρχουν ανάλογα δεδομένα. Γνωρίζοντας την ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος, μπορεί να υπολογιστεί η τήξη χιονιού από τη σχέση (degree-day method).

$$SM = C_m \cdot T \cdot N \quad (4.2.3)$$

όπου C_m είναι παράμετρος με μονάδες $\text{mm}/^\circ\text{C}/\text{ημέρα}$, T ημερήσια θερμοκρασία, N ο αριθμός των ημερών σε κάθε μήνα. Στη συγκεκριμένη μελέτη όπου τα θερμοκρασιακά δεδομένα ήταν μηνιαία, η παραπάνω σχέση μετατράπηκε ως εξής:

$$SM = C_m \cdot T_{\text{μηνιαία}}(J) \quad (4.2.4)$$

όπου πλέον η παράμετρος C_m έχει μονάδες $\text{mm}/^\circ\text{C}/\text{μήνα}$ και σύμφωνα με αυτήν δίνεται η δυνητική μηνιαία τήξη χιονιού. Η παράμετρος C_m αλλάζει ανάλογα με την εξεταζόμενη κάθε φορά λεκάνη αφού εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη φυτοκάλυψη, τη μορφολογία και κλιματολογία της περιοχής (πεδινή, ορεινή). Έτσι, για κάθε λεκάνη η τιμή της παραμέτρου πρέπει να ρυθμιστεί κατά τη διαδικασία ρύθμισης των παραμέτρων (calibration) και αποτελεί μια επιπλέον παράμετρο των υδρολογικών μοντέλων. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της παραμέτρου C_m και του μέσου ύψους της λεκάνης καθώς και ότι οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ $2\text{-}10 \text{ mm}/^\circ\text{C}/\text{μήνα}$.

Η πραγματική μηνιαία τήξη είναι διαφορετική καθώς εξαρτάται και από την μηνιαία «αποθήκευση» χιονιού στο έδαφος. Η δυνητική τήξη χιονιού μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από τη διαθέσιμη ποσότητα χιονιού και έτσι η πραγματική τήξη να είναι διαφορετική από αυτή που υπολογίστηκε. Για κάθε μήνα, λοιπόν, η διαθέσιμη τήξη χιονιού είναι η χιονόπτωση του ίδιου μήνα συν την αποθηκευμένη ποσότητα, από τους προηγούμενους μήνες, χιονιού που δεν έχει λιώσει και αποτελεί «περίσσειμα» χιονιού που προστίθεται στο επόμενο χρονικό βήμα. Συγκρίνοντας κάθε φορά τη διαθέσιμη ποσότητα με την υπολογισμένη δυνητική τήξη χιονιού προκύπτει η πραγματική μηνιαία τήξη.

Το ισοδύναμο ύψος χιονιού του συσσωρευμένου χιονιού, SWE_{sp} , εκτιμάται από:

$$SWE_{sp}(J) = SWE_{sp}(J-1) + S(J) - SM(J) \quad (4.2.5)$$

όπου, $S(J)$ είναι το χιόνι που κατακρημνίστηκε κατά τη διάρκεια ενός μήνα J και ισούται με:

$$S(J) = \%S \cdot P(J) \quad (4.2.6)$$

όπου, $P(J)$ είναι η συνολική υετόπτωση του μήνα J .

Το προτεινόμενο μοντέλο διακρίνει την συνολική απορροή σε τρεις συνιστώσες απορροής, δηλαδή, την επιφανειακή απορροή, την ενδιάμεση ή επιδερμική απορροή, και την βασική απορροή ή απορροή που προέρχεται από την εκροή του υδροφορέα. Σύμφωνα με το μοντέλο πρώτη προτεραιότητα στο υδατικό ισοζύγιο πριν τη δημιουργία απορροής αποτελεί η ικανοποίηση της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής. Η μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή E_a του μήνα J εξαρτάται από τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία του μήνα J , και την μέση επιφανειακή δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_p του μήνα J . Η μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται από τη σχέση που πρότειναν οι Vandewiele και Win:

$$E_a(J) = \min\{E_p(J) * (1 - \alpha^{S_{moist}(J)/E_p(J)}), S_{moist}(J)\} \quad (4.2.7)$$

όπου $S_{moist}(J)$ η διαθέσιμη εδαφική εργασία του μήνα J για πλήρωση της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής, α ένας συντελεστής πραγματικής εξατμισοδιαπνοής ($0 \leq \alpha \leq 1$), και $E_p(J)$ η δυνητική εξατμισοδιαπνοή του μήνα J .

Η επιφανειακή απορροή, SR , του μήνα J υπολογίζεται ως:

$$SR(J) = (1 - K) * (AS_{moist}(J) - S_{max}) \text{ εάν } AS_{moist}(J) > S_{max} \quad (4.2.8)$$

ή $SR(J) = 0$ εάν $AS_{moist}(J) \leq S_{max}$

$$(4.2.9)$$



όπου, $AS_{moist}(J) = S_{moist}(J) - E_a(J)$, η υπολειπόμενη εδαφική υγρασία του μήνα J μετά την ικανοποίηση της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής, $S_{max} = \frac{25400}{CN} - 254$, η μέγιστη εδαφική υγρασία, CN το Curve Number της Soil Conservation Method (SCS, 1972) ($0 \leq CN \leq 100$), και K ο συντελεστής κατείδουσης ($0 \leq K \leq 1$).

Η διήθηση D προς τον υπόγειο υδροφόρα του μήνα J υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$D(J) = K * (AS_{moist}(J) - S_{max}) \text{ \acute{e}\acute{a}\nu } AS_{moist}(J) > S_{max} \quad (4.2.10)$$

ή

$$D(J) = 0 \text{ \acute{e}\acute{a}\nu } AS_{moist}(J) \leq S_{max} \quad (4.2.11)$$

Η διαθέσιμη εδαφική εργασία του μήνα J , N_{moist} , υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N_{moist}(J) = AS_{moist}(J) - SR(J) - D(J) \quad (4.2.12)$$

Η ενδιάμεση απορροή από την εδαφική υγρασία, MR , του μήνα J υπολογίζεται ως:

$$MR(J) = \beta * [N_{moist}(J-1) + N_{moist}(J)] \quad (4.2.13)$$

όπου, β ο συντελεστής ενδιάμεσης απορροής ($0 \leq \beta \leq 1$).

Η υπολειπόμενη υγρασία στο τέλος του μήνα J , NS_{moist} , υπολογίζεται από τη σχέση:

$$NS_{moist}(J) = N_{moist}(J) - MR(J) \quad (4.2.14)$$

Η διαθέσιμη εδαφική εργασία για πλήρωση της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής του επόμενου μήνα $J+1$ είναι:

$$S_{moist}(J+1) = P(J+1) + NS_{moist}(J) \quad (4.2.15)$$

Η βασική απορροή ή απορροή από την εκροή του υδροφορέα, Q_g , του μήνα J υπολογίζεται από τη διήθηση, D , του προηγούμενου μήνα $J-1$, από τη σχέση:

$$Q_g(J) = \gamma * D(J-1) \quad (4.2.16)$$

όπου, γ ο συντελεστής βασικής απορροής ή συντελεστής εκροής του υδροφορέα ($0 \leq \gamma \leq 1$).

Τέλος, η συνολική απορροή, Q_c , υπολογίζεται ως άθροισμα των επιμέρους συνιστωσών της απορροής, δηλαδή της επιφανειακής απορροής, ενδιάμεσης απορροής και βασικής απορροής:

$$Q_c(J) = SR(J) + MR(J) + Q_g(J) \quad (4.2.17)$$

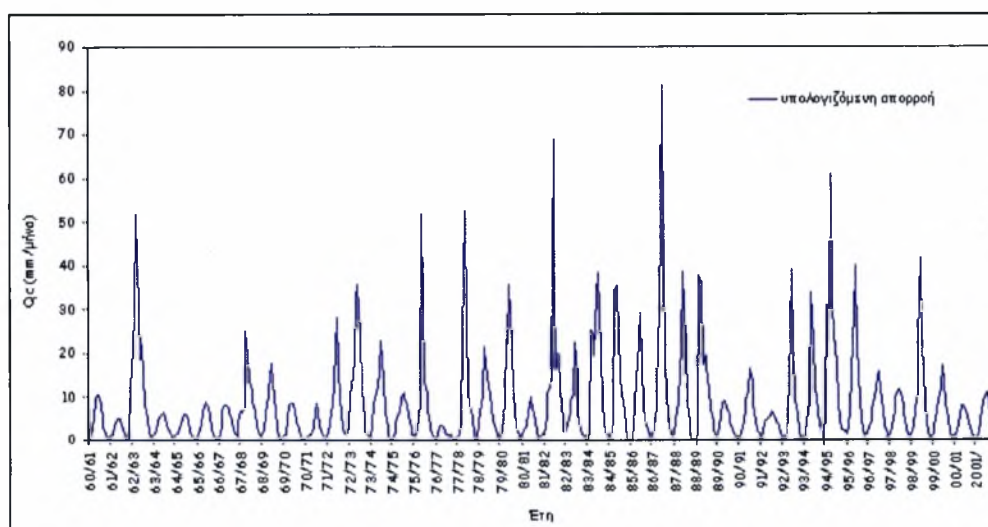
Το προτεινόμενο μοντέλο υδρολογικού ισοζυγίου είναι ένα μοντέλο πέντε παραμέτρων. Είναι όμως δυνατόν δύο από τους παραμέτρους του μοντέλου, το CN και ο συντελεστής κατεισδυσης, K , να εκτιμηθούν άμεσα από εδαφολογικούς και γεωλογικούς αναλογικούς ή ψηφιακούς χάρτες, και χάρτες χρήσεων γης, περιορίζοντας έτσι σημαντικά τον αριθμό των παραμέτρων που πρέπει να προσδιορισθούν με τη βοήθεια μεθόδων βελτιστοποίησης. Στην παρούσα εργασία οι παράμετροι του μοντέλου $C_m, \alpha, K, CN, \beta$ και γ έχουν λάβει τιμές από προηγούμενη εφαρμογή του μοντέλου UTHBAL στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας (Loukas et al., 2007), διότι για την περιοχή μελέτης δεν υπήρχαν καταγεγραμμένες μετρήσεις απορροής ώστε οι ανωτέρω παράμετροι του μοντέλου να οριστούν με την διαδικασία της βαθμονόμησης. Έτσι συνολικά για την λεκάνη απορροής της Σούρπης, για την λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και την υπολεκάνη απορροής Κλινοβού χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι της λεκάνης απορροής της Σκοπιάς, η οποία γειτνιάζει με την λεκάνη απορροής της Σούρπης. Για την υπολεκάνη απορροής Κάμπος, επειδή βρίσκεται εξ' ολοκλήρου στο πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής της Σούρπης, χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι της λεκάνης απορροής της Κάρλας.

Πίνακας 4.2.1. Παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για το μοντέλο UTHBAL

Λεκάνη	C_m	α	K	CN	β	γ
Σούρπης Μαυρομάτης Κλινοβός	6	0,43	0,68	56,81	0,033	0,203

4.3 Εκτίμηση και Υπολογισμός της Συνολικής Απορροής Q_c

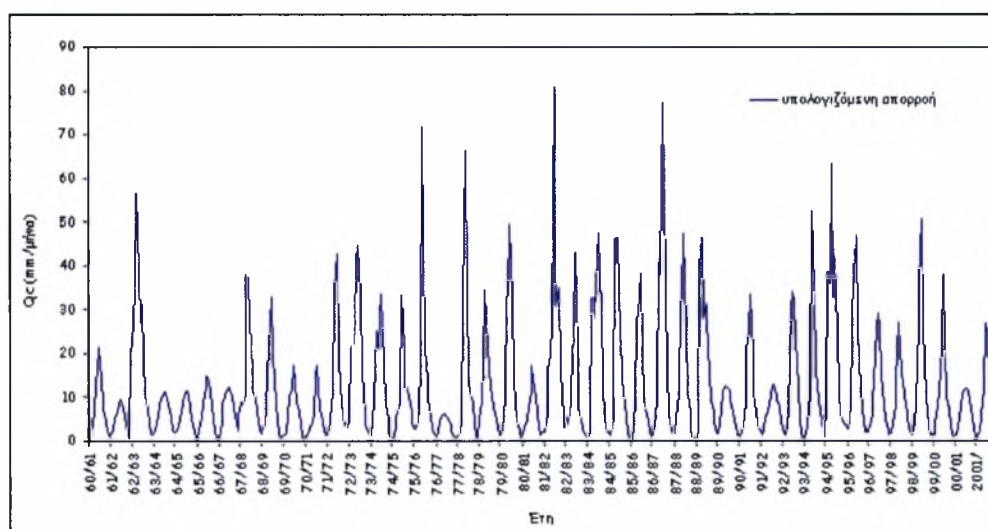
Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιώντας το ανωτέρω υδρολογικό μοντέλο, υπολογίστηκε η μηνιαία συνολική απορροή, Q_c , για την λεκάνη απορροής της Σούρπης, την λεκάνη απορροής Μαυρομάτη, την υπολεκάνη Κλινοβού και την υπολεκάνη Κάμπος. Στους Πίνακες 4.3.1 έως 4.3.4 του Παραρτήματος 4 παρουσιάζονται οι υπολογισμένες τιμές Q_c (mm/μήνα) για των λεκανών απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη, Κλινοβού και Κάμπος.



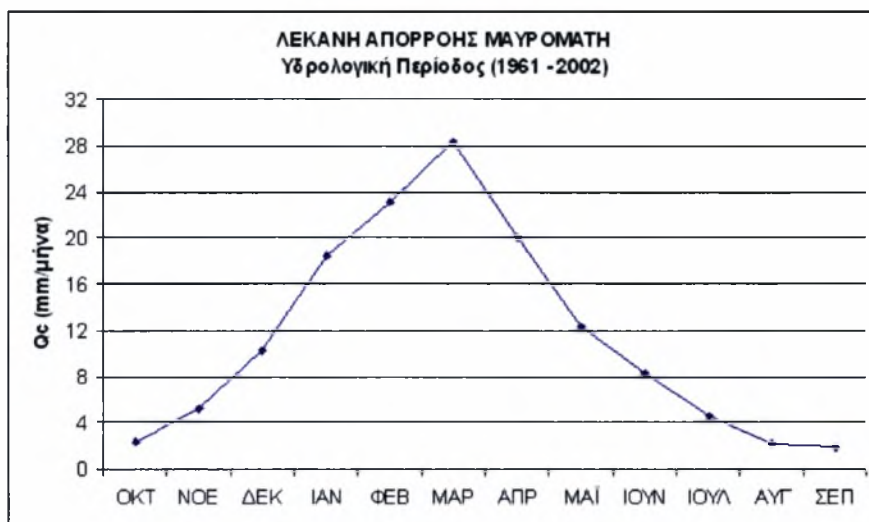
Σχήμα 4.3.1. Υπολογισμένες τιμές Q_c της λεκάνης απορροής Σούρπης για την υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



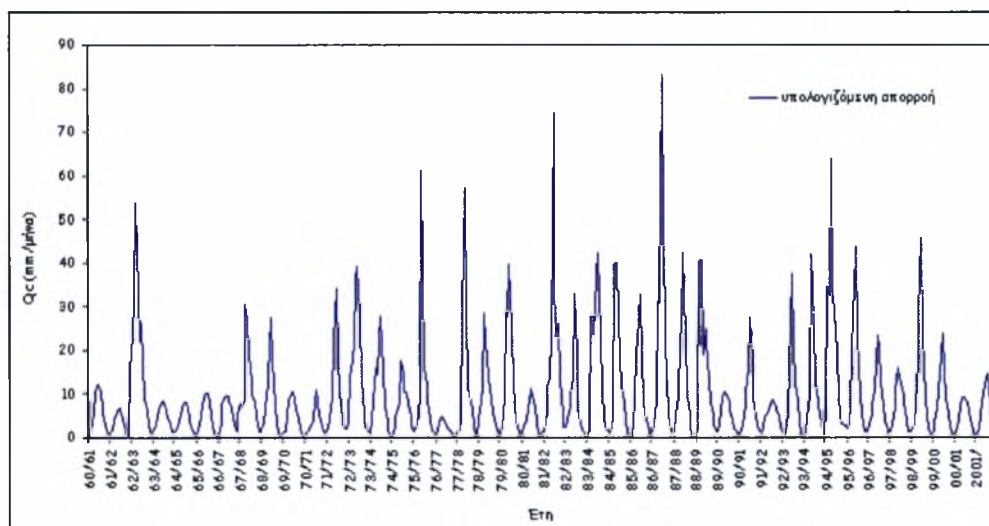
Σχήμα 4.3.2. Μέσες μηνιαίες υπολογισμένες τιμές Q_c για υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



Σχήμα 4.3.3. Υπολογισμένες τιμές Q_c της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη για την υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



Σχήμα 4.3.4. Μέσες μηνιαίες υπολογισμένες τιμές Q_c για υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



Σχήμα 4.3.5. Υπολογισμένες τιμές Q_c της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού για την υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.



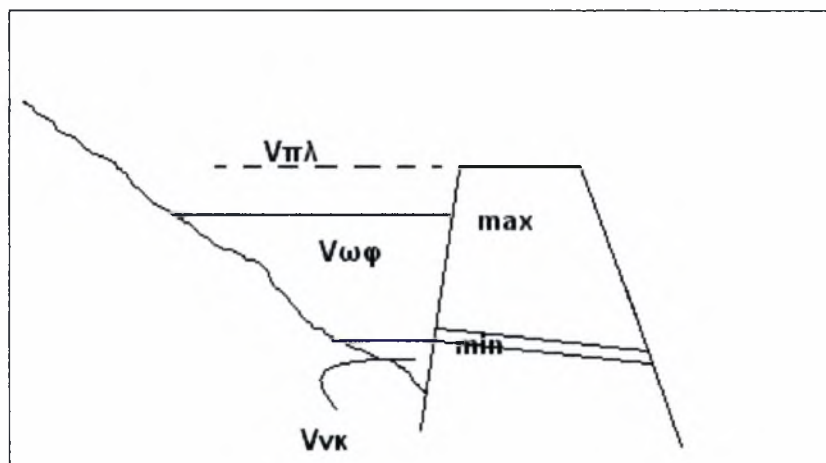
Σχήμα 4.3.6. Μέσες μηνιαίες υπολογισμένες τιμές Q_c για υδρολογική περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Κεφάλαιο 5^ο

5 Σχεδιασμός Ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού

5.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Οι χαρακτηριστικοί όγκοι και στάθμες ενός ταμιευτήρα φαίνονται στο σχήμα 5.1 και είναι:



Σχήμα 5.1. Χαρακτηριστικοί όγκοι ενός ταμιευτήρα

1. Ο όγκος του πυθμένα του ποταμού μέχρι μια **ελάχιστη στάθμη λειτουργίας**, που καθορίζει και τη **στάθμη υδροληψίας** του ταμιευτήρα. Κάτω από την ελάχιστη στάθμη δεν πρέπει να κατέβει το νερό, γιατί επηρεάζεται η κανονική λειτουργία του ταμιευτήρα. Ο όγκος που αποθηκεύεται κάτω από την ελάχιστη στάθμη ονομάζεται **νεκρός όγκος ή αδρανής χωρητικότητα (V_N)**. Μέσα στον όγκο αυτό εναποτίθενται τα φερτά υλικά της διάβρωσης που συμβαίνει στην λεκάνη απορροής. Έτσι ο όγκος αυτός υπολογίζεται προσεγγιστικά από τον όγκο των φερτών υλικών που προβλέπεται να συσσωρευτούν κατά τη διάρκεια ζωής ή λειτουργίας του ταμιευτήρα, ο οποίος συνήθως λαμβάνεται ίσος με 50 έτη ή και περισσότερα ανάλογα με τη χρήση του και τα απαιτούμενα οικονομικά κονδύλια.
2. Ο όγκος που υπάρχει μεταξύ της ελάχιστης και της **κανονικής στάθμης λειτουργίας** ονομάζεται **ωφέλιμος αποθηκευτικός όγκος ή χωρητικότητα (V_ω)**. Η κανονική στάθμη λειτουργίας είναι η μέγιστη στάθμη που μπορεί να φθάσει η ελεύθερη επιφάνεια του νερού (καθρέπτης) κάτω από

συνηθισμένες συνθήκες λειτουργίας του ταμιευτήρα. Η κανονική στάθμη λειτουργίας καθορίζει και το μέγιστο όγκο νερού που πρόκειται να αποθηκευτεί για να καλύψει τους σκοπούς λειτουργίας του ταμιευτήρα.

3. Ο όγκος μεταξύ της κανονικής στάθμης λειτουργίας και της **στάθμης υπερχειλίσσης** ονομάζεται **πλημμυρικός όγκος (V_π)**. Στο χώρο αυτό του ταμιευτήρα γίνεται η ανάσχεση της πλημμύρας σχεδιασμού του υπερχειλιστή του φράγματος. Η στάθμη υπερχειλίσσης είναι η ανώτατη στάθμη που προβλέπεται ότι θα φθάσει το νερό κατά τη διάρκεια της αναμενόμενης πλημμύρας σχεδιασμού για την οποία παρέχει ασφάλεια στο φράγμα ο υπερχειλιστής. Έτσι η στάθμη υπερχειλίσσης ορίζει τη στέψη του υπερχειλιστή στην περίπτωση που ο υπερχειλιστής είναι ελευθέρως ροής. Πάνω από τη στάθμη υπερχειλίσσης προστίθεται ένα ελεύθερο ύψος ασφαλείας που το υψόμετρο ορίζει το υψόμετρο στέψης του φράγματος. Αν η ροή του υπερχειλιστή ρυθμίζεται με θυροφράγματα, ο μέγιστος πλημμυρικός όγκος δεν περιμένει μόνιμα κενός, σε αναμονή του πλημμυρικού γεγονότος σχεδιασμού αλλά χρησιμοποιείται για αποθήκευση νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους που η διακινδύνευση εμφάνισης της πλημμύρας σχεδιασμού είναι ασήμαντη. Σε αυτή την περίπτωση, το υψόμετρο της στέψης του υπερχειλιστή είναι μικρότερο από αυτό που καθορίζεται από τη στάθμη υπερχειλίσσης, ενώ η μέγιστη στάθμη λειτουργίας και ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα δεν μένουν σταθερά αλλά μεταβάλλονται εποχιακά.

5.2 Σκοπιμότητα των Ταμιευτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού – Απαιτήσεις σε Νερό

Για να γίνει ο σχεδιασμός ενός ταμιευτήρα θα πρέπει αρχικά να γίνει σαφής η σκοπιμότητα δημιουργίας του και οι απαιτήσεις σε νερό που προβλέπεται να καλυφθούν από τον ωφέλιμο όγκο του ταμιευτήρα. Ο ταμιευτήρας του Μαυρομάτη θα δημιουργηθεί με σκοπό την κάλυψη των υδροδοτικών αναγκών όλων των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης, ενώ ο ταμιευτήρας του Κλινοβού θα δημιουργηθεί με κύριο σκοπό την κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης και για την επαναφόρτιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, ο οποίος εμφανίζει έντονες πτωτικές τάσεις, λόγω της υπερεκμετάλλευσης του από αρδευτικές γεωτρήσεις.



Στο Δήμο Σούρπης και κατάντη της θέσης κατασκευής του φράγματος του ταμιευτήρα του Κλινοβού υπάρχουν 45.228 στρέμματα καλλιεργήσιμων εκτάσεων εκ των οποίων τα 22.173 στρέμματα είναι αρδευόμενες εκτάσεις. Οι καλλιέργειες της περιοχής μελέτης είναι κύρια βαμβάκι και σιτηρά, ενώ σε μικρότερες εκτάσεις καλλιεργούνται μηδική, καλαμπόκι και δενδρώδεις καλλιέργειες. Οι απαιτήσεις σε νερό αυτών των καλλιεργειών που σήμερα καλύπτονται από αρδευτικές γεωτρήσεις ανέρχονται, κατά μέσο όρο στα 16,27 hm³ νερού ετησίως. Σκοπός του ταμιευτήρα του Κλινοβού είναι να καλύψει μέρος των υδατικών αναγκών των καλλιεργούμενων εκτάσεων ενώ παράλληλα να επαναφορτιστεί έμμεσα ο υπόγειος υδροφόρος. Η έμμεση επαναφόρτιση του υδροφόρου θα γίνεται με τη βαθιά διήθηση του νερού στις λεκάνες συσσώρευσης του νερού των ταμιευτήρων.

5.3 Υπολογισμός του Νεκρού Όγκου (Αδρανής Χωρητικότητα) των Ταμιευτήρων με την Μέθοδο Gavrilovic

Ο άμεσος προσδιορισμός του όγκου των φερτών υλών είναι ιδιαίτερα δύσκολος, επειδή δεν υπάρχουν στοιχεία στερεοπαροχών, ενώ η διεξαγωγή μετρήσεων, άμεσων μετρήσεων, είναι γενικά δύσκολη. Η εκτίμηση του ετήσιου όγκου των φερτών υλών, που είναι απαραίτητη για την εκτίμηση του νεκρού όγκου των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού μπορεί να γίνει με την βοήθεια της εμπειρικής διαδικασίας του Gavrilovic, η οποία διερευνήθηκε με την βοήθεια μετρήσεων σε υπολεκάνη του ποταμού Αξιού (περιοχή Vodno Scorie) (Gavrilovic, 1972; Κωτούλας, 1985; Παπαμιχαήλ, 2001). Σύμφωνα με την μεθοδολογία αυτή η μέση ετήσια παραγωγή φερτών υλών (σε κυβικά μέτρα) από μια λεκάνη απορροής έκτασης A (σε τετραγωνικά χιλιόμετρα) δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$W = 3.14 \cdot T_i \cdot P_{mean} \cdot A \cdot \sqrt{z^3} \quad (5.3.1)$$

όπου, W = η μέση ετήσια παραγωγή φερτών υλών, σε m³/year

P_{mean} = η μέση ετήσια βροχόπτωση της λεκάνης απορροής, σε mm

T_i = ο συντελεστής θερμοκρασίας, σε °C

A = η έκταση – επιφάνεια της λεκάνης απορροής, σε Km²



Ο συντελεστής θερμοκρασίας υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$T_i = \sqrt{\frac{T_{mean}}{10}} + 0.1 \quad (5.3.2)$$

όπου, T_{mean} = η μέση θερμοκρασία της λεκάνης απορροής, σε °C
 z = ο συντελεστής διάβρωσης

Ο συντελεστής διάβρωσης υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$z = x \cdot y \cdot (\phi + \sqrt{s}) \quad (5.3.3)$$

όπου, x = ο συντελεστής συμβολής του είδους της φυτοκάλυψης στη μείωση της αντίστασης της διαβρωτικής δράσης του γεωλογικού υποθέματος που οι τιμές του κυμαίνονται από 0,05 έως 1,0

y = ο συντελεστής διαβρωσιμότητας του γεωλογικού υποθέματος, που οι τιμές του κυμαίνονται από 0,2 έως 2,0

ϕ = ο συντελεστής που εκφράζει το είδος και το βαθμό διάβρωσης της λεκάνης απορροής, που οι τιμές του κυμαίνονται από 0,0 έως 1,0

και s = η κλίση της επιφάνειας της λεκάνης απορροής, σαν κλάσμα

Πίνακας 5.3.1. Τιμές του συντελεστή y της μεθόδου Gavrilovic (1972)

Είδος πετρώματος και υπεδάφους	y
1. Σκληρά πετρώματα, ανθεκτικά στη διάβρωση	0,2 – 0,6
2. Πετρώματα μετρίως ανθεκτικά στη διάβρωση	0,6 – 1,0
3. Εύθρυπτα πετρώματα (σχιστόλιθοι, συμπαγείς άργιλοι κλπ)	1,0 – 1,3
4. Αποθέσεις, μορένες, άργιλοι, ψαμμόλιθοι και άλλα ανθεκτικά πετρώματα	1,3 – 1,8
5. Πολύ ευαίσθητα στη διάβρωση πετρώματα και εδάφη	1,8 – 2,0



Πίνακας 5.3.2. Τιμές του συντελεστή χ της μεθόδου Gavrilovic (1972)

Κατάσταση της λεκάνης και είδος φυτοκάλυψης	χ
I. Λεκάνες απορροής πριν από την εκτέλεση υδρονομικών έργων	
1. Έδαφος, πλήρως διαβρωμένο, μη καλλιεργήσιμο	1,00
2. Αγροί καλλιεργούμενοι σε κλιτείς	0,90
3. Αμπελώνες χωρίς βλάστηση στο έδαφος	0,70
4. Υποβαθμισμένες δασοσυστάδες και θαμνώνες με υποβαθμισμένο έδαφος	0,60
5. Λιβάδια, αγροί με τριφύλλι και άλλες παρόμοιες καλλιέργειες	0,40
6. Εκτεταμένες δασοσυστάδες και θαμνώνες σε καλή κατάσταση	0,005
II. Λεκάνες απορροής μετά την εκτέλεση υδρονομικών έργων	
1. Διευθετημένες κοίτες με φράγματα	0,70
2. Αγροί καλλιεργούμενοι συχνά κατά τις ισοΰψεις	0,63
3. Αγροί καλά καλλιεργούμενοι	0,54
4. Αγροί καλλιεργούμενοι κατά λωρίδες οριζόντιες	0,45
5. Αγροί βαθμιδωμένοι	0,36
6. Αμπελώνες κατά τις ισοΰψεις	0,32
7. Υποβαθμισμένα εδάφη μετά από αναχλόαση, βελτιωμένα λιβάδια	0,30
8. Εδάφη με αγωγούς ανάσχεσης και συγκράτησης του νερού	0,27
9. Επιφάνειες λεκανών με αναδασώσεις συνοδευόμενες και από βαθμιδωση του εδάφους	0,10
III. Μορφή της φυτοκάλυψης	
1. Μικτές δασοσυστάδες και πυκνοί θαμνώνες ή δασοσυστάδες αραιές με υπόροφο	0,50 – 0,20
2. Δασοσυστάδες κωνοφόρων με υπόροφο ασθενή ή θαμνώνες όχι σύμπυκνοι	0,20 – 0,60
3. Δασοσυστάδες και θαμνώνες υποβαθμισμένοι, λιβάδια	0,40 – 0,60
4. Λιβάδια και εδάφη καλλιεργούμενα, υποβαθμισμένα	0,60 – 0,80
5. Επιφάνεια χωρίς φυτοκάλυψη	0,80 – 1,00

Πίνακας 5.3.3. Τιμές του συντελεστή φ της μεθόδου Gavrilovic (1972)

Είδος και βαθμός διάβρωσης λεκανών	φ
1. Ασθενής διάβρωση στις λεκάνες απορροής	0,1 – 0,2
2. Διάβρωση επιφανειακή στα 25 – 50% της λεκάνης απορροής	0,3 – 0,5
3. Επιφανειακή διάβρωση, ολισθήσεις και αποθέσεις, καρστική διάβρωση	0,6 – 0,7
4. Τα 50 – 80% της λεκάνης απορροής υποβαθμισμένα από χαραδρώσεις και ολισθήσεις	0,8 – 0,9
5. Λεκάνες απορροής πλήρως υποβαθμισμένες από έντονες διαβρώσεις	0,9 – 1,0

Πίνακας 5.3.4. Στοιχεία υπολογισμού Νεκρού Όγκου ταμιευτήρα Μαυρομάτη με την μέθοδο Gavrilovic

P_{tot}	28106.88 mm
P_{mean_years}	669.2114 mm
A	3.51 Km ²
t	12.58 °C
T	1.221616 °C
x	0.05
y	0.2
s	0.4001
φ	0.15
$z = x \cdot y \cdot (\phi + \sqrt{s})$	0.007825
W	6.237209 m ³ /year
W_{tot}	311.8604 m ³
πυκνότητα	2.6
w	16.21674 tn/year

Πίνακας 5.3.5. Στοιχεία υπολογισμού Νεκρού Όγκου ταμιευτήρα Κλινοβού με την μέθοδο Gavrilovic

P_{tot}	24929.97 mm
P_{mean_years}	593.5707 mm
A	38.23 Km ²
t	14.57 °C
T	1.307201 °C
x	0.05
y	0.2
s	0.1956
φ	0.15
$z = x \cdot y \cdot (\phi + \sqrt{s})$	0.005923
W	42.45463 m ³ /year
W_{tot}	2122.731 m ³
πυκνότητα	2.6
w	110.382 tn/year

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι ο νεκρός όγκος του ταμιευτήρα Μαυρομάτη, για χρόνο λειτουργίας 50 έτη, είναι 311,86 m³ (~0,0003 hm³), ενώ αντίστοιχα για τον ταμιευτήρα Κλινοβού, για χρόνο λειτουργίας 50 έτη, είναι 2.122,73 m³ (~0,002 hm³).

5.4 Υπολογισμός του Ωφέλιμου Αποθηκευτικού όγκου (Ωφέλιμη Χωρητικότητα) των Ταμιευτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού

Για τον υπολογισμό του ωφέλιμου αποθηκευτικού όγκου ενός ταμιευτήρα είναι σημαντικό να υπολογιστεί ο **Βαθμός Εκμετάλλευσης** (α) ενός ταμιευτήρα. Η παράμετρος αυτή εκφράζεται από το λόγο του συνολικού όγκου ζήτησης (V_z), που μπορεί να αποθηκεύσει ο ταμιευτήρας για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα T ετών, προς το συνολικό όγκο εισροής των παροχών του υδατορέματος στον ταμιευτήρα (V_E), για το ίδιο χρονικό διάστημα των T ετών. Η παράμετρος του βαθμού εκμετάλλευσης (α) ενός ταμιευτήρα δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$\alpha = \frac{V_z}{V_E} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i \Delta t}{\sum_{i=1}^N Q_i \Delta t} \quad (5.4.1)$$

όπου, α = ο βαθμός εκμετάλλευσης του ταμιευτήρα,

Z_i = η απελευθέρωση από τον ταμιευτήρα για την ικανοποίηση της ζήτησης

Q_i = η παροχή εισόδου στον ταμιευτήρα (εισορή)

Δt = το χρονικό βήμα (μήνας, έτος κλπ) και

N = το σύνολο των χρονικών βημάτων

Στην παρούσα μελέτη υπολογίστηκε ο ωφέλιμος αποθηκευτικός όγκος του ταμιευτήρα ύδρευσης του Μαυρομάτη και του ταμιευτήρα άρδευσης του Κλινοβού με την μέθοδο Rippl.

5.4.1 Διαστασιολόγηση Ταμιευτήρων με την Μέθοδο Rippl και τη Χρήση Ιστορικής Σειράς Εισροών

Μια από τις πιο γνωστές και παλαιότερες μεθόδους διαστασιολόγησης των ταμιευτήρων είναι η μέθοδος Rippl (Rippl, 1983), που βασίζεται στην ανάλυση των αποκλίσεων των ιστορικών όγκων εισροής στον ταμιευτήρα. Η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίζεται αυτή η μεθοδολογία είναι ότι αντί να στηριχτεί κανείς στην ανάλυση μόνο της παρατηρημένης ιστορικής σειράς, η οποία δίνει και μια μονοσήμαντη απάντηση για την χωρητικότητα του ταμιευτήρα μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα πλήθος συνθετικών σειρών εισροών, που είναι στατιστικά ισοδύναμες με την ιστορική και έχουν την ίδια πιθανότητα να συμβούν και για κάθε μια από αυτές να υπολογίσει τη χωρητικότητα, με τη χρήση της μεθόδου Rippl.

Η εφαρμογή της μεθόδου Rippl προϋποθέτει το σχεδιασμό των αθροιστικών καμπυλών εισροών και ζήτησης. Εάν Q_i είναι η χρονοσειρά των μηνιαίων παροχών εισροής (m^3/sec) στον ταμιευτήρα, η αθροιστική καμπύλη των εισροών $C(t)$ δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$C(t) = \sum_{i=1}^t Q_i \Delta t \quad \text{για } t = 1, 2, \dots, N \quad (5.4.1.1)$$

όπου, i = κάποιος μήνας

Δt = το διάστημα του χρόνου (ένας μήνας) και

N = το σύνολο των μηνιαίων τιμών της χρονοσειράς ($N = 12n$), όπου n είναι τα έτη που καλύπτουν τα δεδομένα των εισροών

Η μέθοδος Rippl μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους ταμιευτήρες ανεξάρτητα από τον βαθμό εκμετάλλευσης (α). Μετά τον σχεδιασμό της αθροιστικής καμπύλης των εισροών και της καμπύλης ζήτησης, το μέγιστο εύρος $R_{t,s}$ δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$R_{t,s} = \max_{0 \leq u \leq s} \Delta(u) + \min_{0 \leq u \leq s} \Delta(u) \quad (5.4.1.2)$$

όπου, $\max \Delta(u) = \eta$ μέγιστη περίσσεια σε s χρόνια, μετά από χρόνο t , και
 $\min \Delta(u) = \text{το μέγιστο έλλειμμα για το ίδιο χρονικό διάστημα}$

Η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα με βάση την μέθοδο Rippl είναι ίση με $R_{t,s}$. Εάν στον ταμιευτήρα που σχεδιάζεται με τη χωρητικότητα αυτή αρχίσει η διαδικασία του γεμίματος, τότε δεν πρέπει να αδειάσει ποτέ, δηλαδή θεωρητικά δεν θα υπάρχει κανένα έλλειμμα στην ικανοποίηση της ζήτησης, εάν και εφόσον η ίδια χρονοσειρά εισροών με αυτή της μελέτης, ξανασυμβεί και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του ταμιευτήρα (Chow, 1964).

Ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα Μαυρομάτη υπολογίστηκε στα $1,368 \text{ hm}^3$, ενώ για τον ταμιευτήρα Κλινοβού υπολογίστηκε στα $13,83 \text{ hm}^3$.

5.5 Υπολογισμός Πλημμυρικού Όγκου και Παροχής Πλημμυρικής Αιχμής των Ταμιευτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού

Μια σημαντική εφαρμογή της υδρολογίας είναι η εκτίμηση των μεγάλων πλημμυρικών γεγονότων, αφού ο σχεδιασμός των έργων ανάπτυξης υδάτινων πόρων εξαρτάται από τη συχνότητα εμφάνισης και το μέγεθος της ροής αιχμής. Το πρόβλημα του προσδιορισμού της πιθανότητας εμφάνισης της πλημμυρικής απορροής γίνεται πολύ δύσκολο σε λεκάνες απορροής, στις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις απορροής. Το πιο σημαντικό στοιχείο ενός υδρογραφήματος που είναι ουσιώδες κατά τη μελέτη υδραυλικών κατασκευών που αποσκοπούν κυρίως στην αντιπλημμυρική προστασία, είναι η εκτίμηση του μεγέθους της αιχμής του. Η επιλογή της μεθόδου για την εκτίμηση των μελλοντικών πλημμυρικών αιχμών γίνεται με βάση κριτήρια όπως ο επιδιωκόμενος σκοπός, τα διαθέσιμα δεδομένα, η έκταση και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της υδρολογικής λεκάνης.

5.5.1 Σχέσεις Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχών (IDF Analysis)

Η διερεύνηση των σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στην ένταση, τη διάρκεια και τη συχνότητα εμφάνισης μιας βροχής (περίοδος επαναφοράς) ή, όπως απλούστερα έχει καθιερωθεί να αποκαλούνται στην Ελληνική τεχνική ορολογία, οι όμβριες καμπύλες (στην αγγλική βιβλιογραφία intensity – duration – frequency curves, ή συνοπτικά IDF curves) είναι μια βασική διαδικασία που χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην

υδρολογική ανάλυση μικρών σχετικά σε έκταση περιοχών (Παπαμιχαήλ, 2001). Πρόκειται για απλές αναλυτικές ή γραφικές εκφράσεις της μέγιστης βροχής, i , συναρτήσει της διάρκειας, d , και της περιόδου επαναφοράς, T . Σχετικά με τη φλυση των μεταβλητών αυτών διευκρινίζονται τα ακόλουθα:

1. Η διάρκεια βροχής, d , δεν αντιπροσωπεύει κάποια πραγματική ολική διάρκεια ισχυρής καταιγίδας, αλλά είναι μια δεδομένη διάρκεια που καθορίζει τη χρονική κλίμακα παρατήρησης του φαινομένου.
2. Η ένταση, i , δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένη καταιγίδα, αλλά θεωρείται ως η πραγματοποίηση μια τυχαίας μεταβλητής I που αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό των ισχυρών βροχοπτώσεων, για τη συγκεκριμένη διάρκεια παρατήρησης, d . Συνδέεται με το ύψος βροχής της διάρκειας d με τη σχέση:

$$i = \frac{h}{d} \quad (5.5.1.1)$$

και κατά συνέπεια αντιπροσωπεύει τη μέση ένταση βροχής και όχι τη στιγμιαία ένταση.

3. Η περίοδος επαναφοράς, T , αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα σε έτη που χρειάζεται, κατά μέσο όρο, να παρέλθει ώστε η μέση ένταση βροχής, I , σε διάρκεια, d , να υπερβεί την τιμή, i . Η πιθανότητα υπέρβασης της τιμής, i , κατά τη διάρκεια εντός έτους προφανώς είναι:

$$F_{1/}(i) = 1 - F_{1/}(i) = P(I > i) \quad (5.5.1.2)$$

Η περίοδος επαναφοράς είναι το αντίστροφο της πιθανότητας υπέρβασης, δηλαδή:

$$T = \frac{1}{F_{1/}(i)} = \frac{1}{P(I > i)} \quad (5.5.1.3)$$



Η χρησιμότητα των όμβριων καμπυλών είναι άμεση σε όλα τα προβλήματα υδρολογικού σχεδιασμού που αφορούν αντιπλημμυρική προστασία. Ουσιαστικά η χρήση τους συνίσταται στην πρόγνωση της έντασης βροχής, i , για δεδομένη διάρκεια, d , η οποία έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά του υδατορέματος που μελετάται, και για δεδομένη περίοδο επαναφοράς T , που έχει σχέση με τη σημασία του έργου που μελετάται. Οι όμβριες καμπύλες αποτελούν τη βασική είσοδο σε μοντέλα μετασχηματισμού της βροχόπτωσης σε πλημμυρική απορροή, ξεκινώντας από την απλή ορθολογική μέθοδο και φτάνοντας σε πιο σύνθετες μεθόδους, όπως αυτές του μοναδιαίου υδρογραφήματος, και οι οποίες εξετάζονται παρακάτω.

Όπως έχει ειπωθεί και σε προηγούμενη ενότητα της παρούσας εργασίας δεν υπάρχει καταγραφικός σταθμός της βροχής μέσα στις λεκάνες απορροής που εξετάζονται. Πρόσθετα, ο πλησιέστερος και πλέον κατάλληλος λόγω υψόμετρου καταγραφικός σταθμός, αυτός της Ανάβρας, συνήθως δεν λειτουργεί με αποτέλεσμα να είναι αδύνατον να βασισθεί στα στοιχεία του σταθμού αυτού η ρύθμιση των όμβριων καμπυλών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα δεδομένα του σταθμού της Σκοπιάς που αποτελεί την πιο αντικειμενική προσέγγιση όμβριων καμπυλών της περιοχής μελέτης. Ο σταθμός βρίσκεται σε αρκετή απόσταση από την περιοχή μελέτης, αλλά οπωσδήποτε είναι ο πλησιέστερος έναντι των υπολοίπων, σε ικανό υψόμετρο και όχι σε γειτνίαση με τη θάλασσα, όπως οι σταθμοί της Ν. Αγχιάλου και της Λαμίας.

Θεωρητικά, η περίοδος λειτουργίας του καταγραφικού οργάνου της Σκοπιάς είναι από το Ιανουάριο του 1971 μέχρι και σήμερα. Επί της ουσίας όμως το όργανο δεν λειτουργεί μετά τον Φεβρουάριο του 1999, παρουσιάζει προβλήματα υποεκτίμησης του ύψους της βροχής σε σύγκριση με τις καταχωρήσεις του παρατηρητή κατά την περίοδο 10/1986 έως 2/1999 και πέραν αυτών, υπάρχουν μικρά, αλλά σημαντικά λόγω εποχής, διαστήματα μη λειτουργίας προ του 10/1986. Παρά τα προβλήματα, η πραγματική χρονική περίοδος λειτουργίας του σταθμού είναι ικανοποιητική και για το λόγο αυτό επελέγη για την ανάλυση μεγίστων η μέθοδος των σειρών ετήσιων μεγίστων καταιγίδων διάρκειας 6, 10, 14 και 20 ωρών. Τελικώς, συγκροτήθηκε ο πίνακας 5.5.1, του Παραρτήματος 5, των ετήσιων μεγίστων καταιγίδων των διαρκειών που προαναφέρθηκαν, για 21 συνολικά έτη της περιόδου 1971/72 – 1997/98.

5.5.2 Ανάλυση των Βροχομετρικών Δεδομένων

5.5.2.1 Ανάλυση των Υψών Βροχόπτωσης

Η μέθοδος της ανάλυσης της συχνότητας, που οδηγεί στον καθορισμό της πιθανότητας εμφάνισης ενός υδρολογικού γεγονότος, στηρίζεται στον προσδιορισμό της θεωρητικής συνάρτησης κατανομής πιθανότητας, η οποία ταιριάζει καλύτερα στο πλήθος των υδρολογικών τιμών, που έχουν μετρηθεί. Τις περισσότερες φορές κατά το σχεδιασμό των υδραυλικών έργων υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όχι για τις αρχικές παρατηρήσεις των υδρολογικών φαινομένων αλλά για τις ακραίες τιμές του υδρολογικού φαινομένου. Είναι για παράδειγμα προφανές ότι η διαστασιολόγηση της διατομής μια αποστραγγιστικής τάφρου ή ενός υπερχειλιστή ενός φράγματος θα πρέπει να γίνουν με τις μέγιστες παροχές επειδή το έργο πρέπει να ανταποκρίνεται στις δυσμενέστερες συνθήκες.

Στην παρούσα εργασία, η ανάλυση των βροχομετρικών δεδομένων για τις διάφορες διάρκειες βασίστηκε στην ανάλυση συχνότητας ακραίων τιμών με την χρήση της θεωρητικής κατανομής πιθανότητας EVI (Gumbel, 1958) για 21 χρόνια.

5.5.2.2 Κατανομή Ακραίων Τιμών Τύπου I (Gumbel)

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της EVI δίνεται από τη σχέση:

$$p(x) = \exp\left\{-\frac{x-\beta}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right\} \quad \text{για} \quad -\infty < x < +\infty, -\infty < \beta < +\infty, \alpha > 0 \quad (5.5.2.1)$$

όπου, α , είναι η παράμετρος της κλίμακας και β είναι η παράμετρος της θέσεως. Το σύμβολο μείον (-) χρησιμοποιείται στην εξίσωση για μέγιστα.

Με αντικατάσταση:

$$y = \frac{x-\beta}{\alpha} \quad (5.5.2.2)$$

η εξίσωση 5.5.2.1 παραπάνω γίνεται:

$$p(y) = \exp[-y - \exp(-y)] \quad (5.5.2.3)$$

και με ολοκλήρωση της 5.5.2.3:

$$P(y) = \int_{-\infty}^y \exp[-y - \exp(-y)] dy \quad (5.5.2.4)$$

οπότε για τα μέγιστα προκύπτει:

$$P(y) = \exp(-\exp(-y)) \quad (5.5.2.5)$$

Με βάση την τελευταία εξίσωση των μεγίστων γίνει πινακοποίηση της αθροιστικής πιθανότητας (U.S. National Bureau of Standards, 1953). Εφαρμόζοντας την μέθοδο των ροπών η εκτίμηση των παραμέτρων γίνεται ως εξής:

$$\alpha = \frac{\sigma}{1,283} \quad \text{και} \quad \beta = \bar{x} - 0,45 \cdot \sigma \quad (\text{μέγιστα}) \quad (5.5.2.6)$$

Με την μέθοδο του παράγοντα συχνότητας (Chow, 1951) για πολύ μεγάλο δείγμα ($N \rightarrow \infty$) έχει προκύψει αναλυτικά η σχέση μεταξύ παράγοντα συχνότητας και περιόδου επαναφοράς.

$$K_T = -0.7797 \cdot \left[0.5772 + \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \quad (5.5.2.7)$$

για μικρά δείγματα ($N < 100$) ο παράγοντας συχνότητας υπολογίζεται ως εξής:

$$K_T = \frac{- \left[\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] + \bar{y}_N}{\sigma_N} \quad (5.5.2.8)$$

όπου, \bar{y}_N και σ_N είναι ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της ανηγμένης μεταβλητής y και βρίσκεται από τον παρακάτω πίνακα με βάση τον αριθμό των παρατηρήσεων, N , του δείγματος.

Η κατανομή Ακραίων Τιμών Τύπου I (EVI) χρησιμοποιείται για την στατιστική επεξεργασία των μεγίστων τιμών ενός υδρολογικού μεγέθους όπως οι ραγδαίες βροχές, οι πλημμυρικές απορροές κλπ. Στον πίνακα 5.5.2 του Παραρτήματος 5 παρουσιάζονται οι τιμές των ανηγμένων μεταβλητών \bar{y}_N και σ_N του τύπου

$$K_T = \frac{-\left[\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)\right] + \bar{y}_N}{\sigma_N} \text{ για διάφορες τιμές του αριθμού των παρατηρήσεων } N.$$

Έστω η ετήσια σειρά μεγίστων $x_i, i=1, \dots, N$ διατάσσεται κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους. Η εκτίμηση της πιθανότητας υπερβάσεως γίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$P(X \geq x) = \frac{m}{N+1} \quad (5.5.2.9)$$

όπου N είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων και m είναι η σειρά του μεγέθους x στη φθίνουσα σειρά x_1, x_2, \dots, x_N .

Περίοδος επαναφοράς δοθέντος ετήσιου μεγέθους ενός φαινομένου είναι το μέσο χρονικό διάστημα T (έτη) μέσα στο οποίο το θεωρούμενο υδρολογικό φαινόμενο θα εμφανιστεί μια μόνο φορά με τιμή ίση ή μεγαλύτερη της δοθείσας. Σύμφωνα με τον ορισμό προκειμένου για ανάλυση μεγίστων τιμών ενός φαινομένου:

$$T = \frac{1}{P}(X \geq x) \quad (5.5.2.10)$$

Για την εύρεση των σχέσεων Ύψους Βροχόπτωσης – Διάρκειας – Συχνότητας για το σταθμό της Σκοπιάς ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα.

Βήμα 1ο: Πίνακες Πιθανοτήτων. Για κάθε διάρκεια, οι 21 μέγιστες ετήσιες τιμές βροχόπτωσης τοποθετήθηκαν σε πίνακα και ταξινομήθηκαν σε φθίνουσα σειρά, όπου υπολογίστηκαν η μέση τιμή και η απόκλιση. Για κάθε τιμή υπολογίστηκε η περίοδος επαναφοράς με την βοήθεια του τύπου του Weibull (Plotting position).

$$T = \frac{n+1}{m} \quad (5.5.2.11)$$

όπου n είναι το πλήθος των μεγίστων τιμών ($n = 21$) και m η σειρά της τιμής κατά φθίνουσα σειρά.

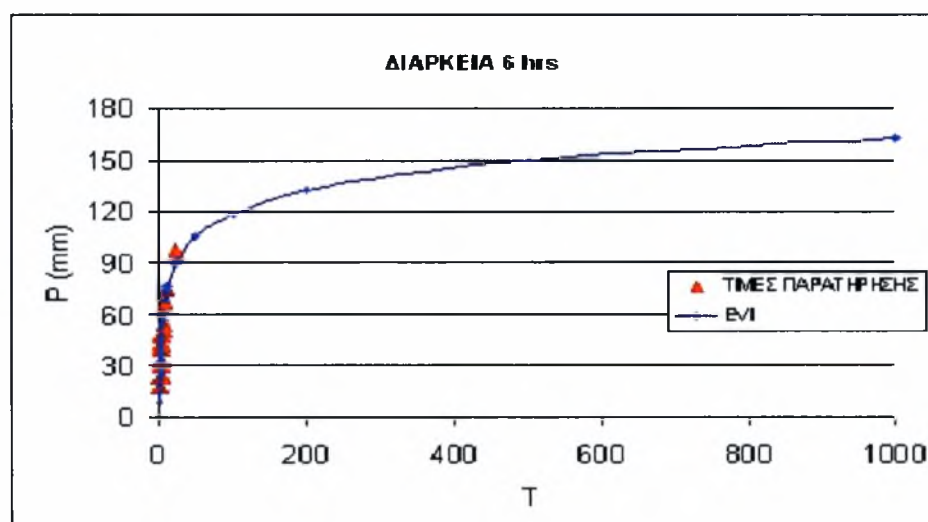
Πίνακες 5.5.3. Μέγιστες ετήσιες τιμές του ύψους της βροχόπτωσης, σε mm, τοποθετημένες κατά φθίνουσα σειρά

	Ύψος Βροχόπτωσης (mm)			
	6	10	14	20
1	97.70	136.90	157.60	162.90
2	74.20	87.30	104.00	143.50
3	67.40	87.30	101.90	118.80
4	54.20	79.90	96.10	107.70
5	50.20	78.40	88.20	94.00
6	48.30	62.10	81.20	93.60
7	48.10	60.50	76.00	88.30
8	47.50	58.50	70.10	77.40
9	43.00	56.20	66.90	73.00
10	41.80	53.20	61.70	69.70
11	39.20	50.50	61.10	66.80
12	32.90	46.20	54.00	57.00
13	31.90	45.00	50.50	55.30
14	30.00	43.60	45.00	52.00
15	29.70	38.20	40.00	42.70
16	25.00	37.70	39.70	41.70
17	23.20	32.00	39.50	40.30
18	22.90	27.70	36.80	40.00
19	18.40	24.00	26.40	39.80
20	18.00	21.40	25.60	35.00
21	17.80	20.70	64.00	34.80
average	41.0190	54.6333	66.0143	73.0619
stdev	20.3744	27.8446	31.5163	36.4650
yn	0.5252	0.5252	0.5252	0.5252
σn	1.0696	1.0696	1.0696	1.0696

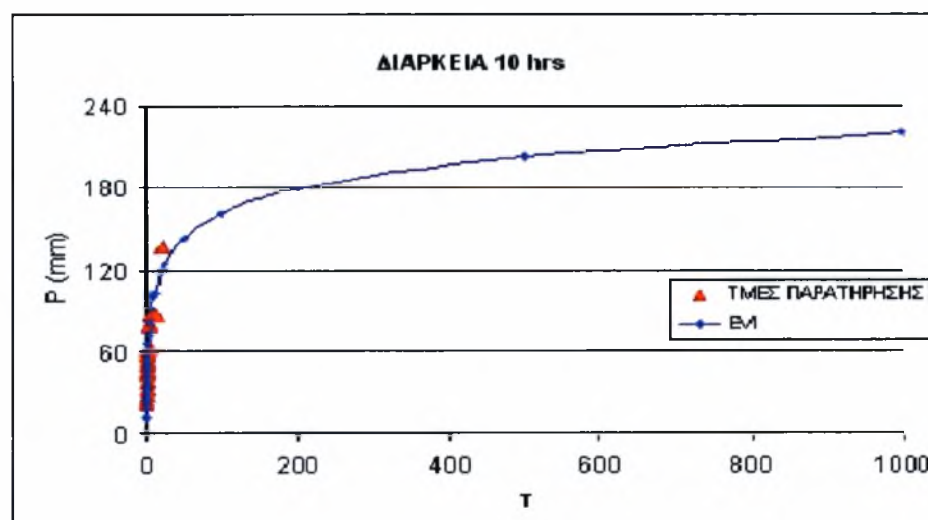
Βήμα 2^ο: Προσαρμογή Στατιστικής Κατανομής. Για κάθε διάρκεια χωριστά χρησιμοποιήθηκαν τα ταξινομημένα ύψη βροχόπτωσης με τις αντίστοιχες περιόδους εμφανιζόμενης τους και εξετάστηκε η προσαρμογή της θεωρητικής κατανομής πιθανότητας ακραίων τιμών η Extreme Value I (EVI), (Gumbel, 1958). Από την εξέταση των αποτελεσμάτων για όλες τις διάρκειες κρίθηκε ότι η EVI προσαρμόζει γενικά καλύτερα όλα τα δεδομένα.

Βήμα 3^ο: Διαγράμματα Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας.

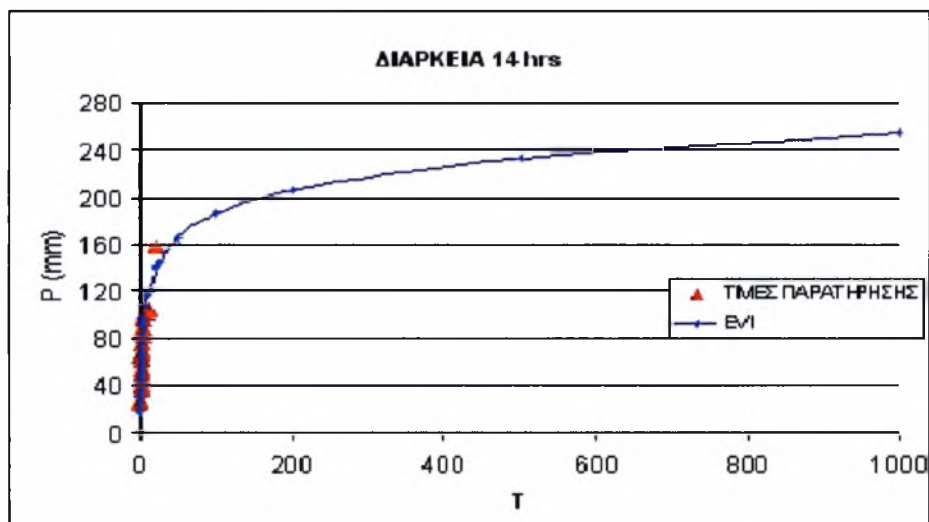
Από την προσαρμοσμένη EVI για κάθε σταθμό έγινε εκτίμηση των τιμών βροχόπτωσης για περιόδους επαναφοράς 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 και 1000 ετών. Οι τιμές αυτές για κάθε διάρκεια τοποθετήθηκαν σε διάγραμμα με άξονα τετμημένων την διάρκεια σε ώρες (hrs) και άξονα τεταγμένων το ύψος βροχόπτωσης (mm) και ενώθηκαν με καμπύλες οι τιμές που αντιστοιχούν στην ίδια περίοδο επαναφοράς T . Οι καμπύλες αυτές περιγράφουν τις σχέσεις Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης για τον σταθμό της Σκοπιάς.



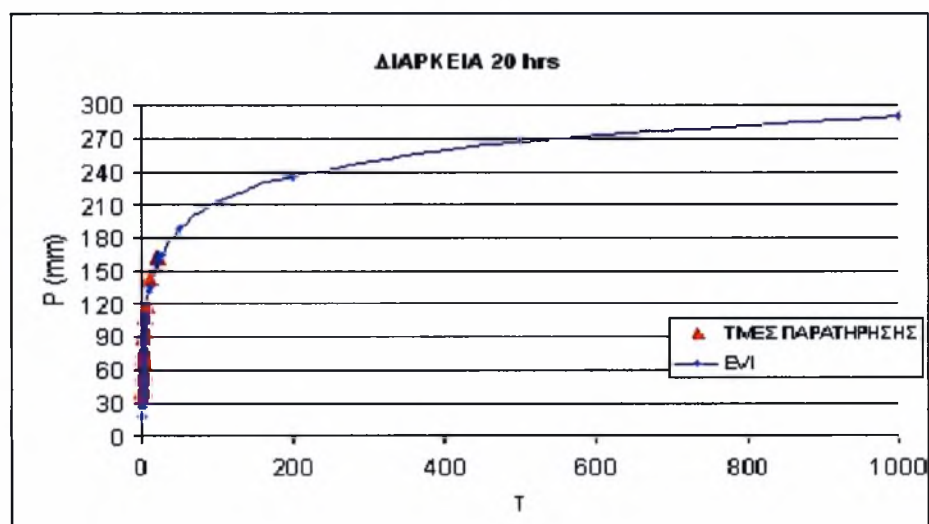
Σχήμα 5.5.1. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 6 hrs του σταθμού Σκοπιάς.



Σχήμα 5.5.2. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 10 hrs του σταθμού Σκοπιάς.



Σχήμα 5.5.3. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 14 hrs του σταθμού Σκοπιάς.



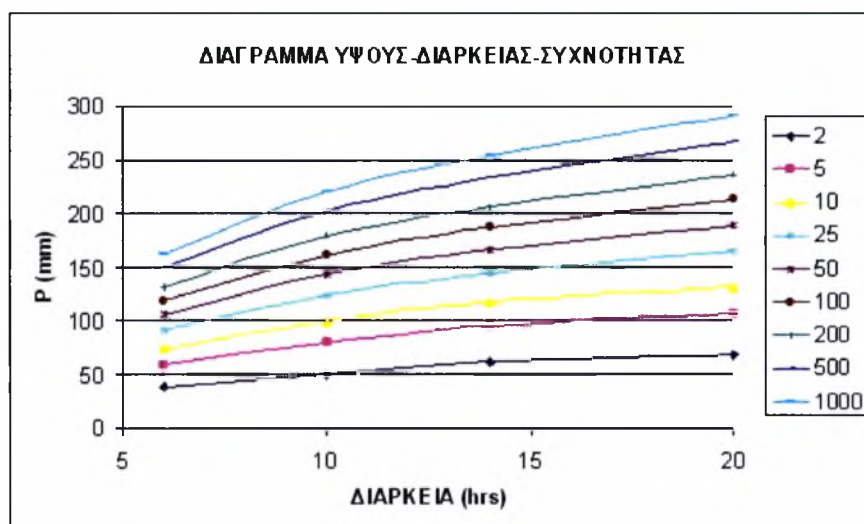
Σχήμα 5.5.4. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 20 hrs του σταθμού Σκοπιάς.

Μετά την προσαρμογή της EVI στα ύψη της βροχής για τις προαναφερθείσες διάρκειες οι σχέσεις Ύψους βροχόπτωσης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης για το σταθμό της Σκοπιάς παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα και σχήματα.



Πίνακας 5.5.4. Ύψη βροχόπτωσης (mm) για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς, που εκτιμήθηκαν με τη διαδικασία της κατανομής EVI για τον σταθμό της Σκοπιάς

Περίοδος Επαναφοράς T (έτη)	Διάρκεια Βροχόπτωσης			
	6 h	10 h	14 h	20 h
2	38.00	50.50	61.34	67.65
5	59.59	80.01	94.74	106.29
10	73.88	99.54	116.85	131.88
25	91.94	124.23	144.79	164.20
50	105.34	142.54	165.51	188.18
100	118.64	160.72	186.08	211.99
200	131.89	178.83	206.58	235.70
500	149.38	202.72	233.63	266.99
1000	162.59	220.78	254.06	290.64



Σχήμα 5.5.5. Καμπύλες Ύψους - Διάρκειας - Συχνότητας βροχόπτωσης, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.

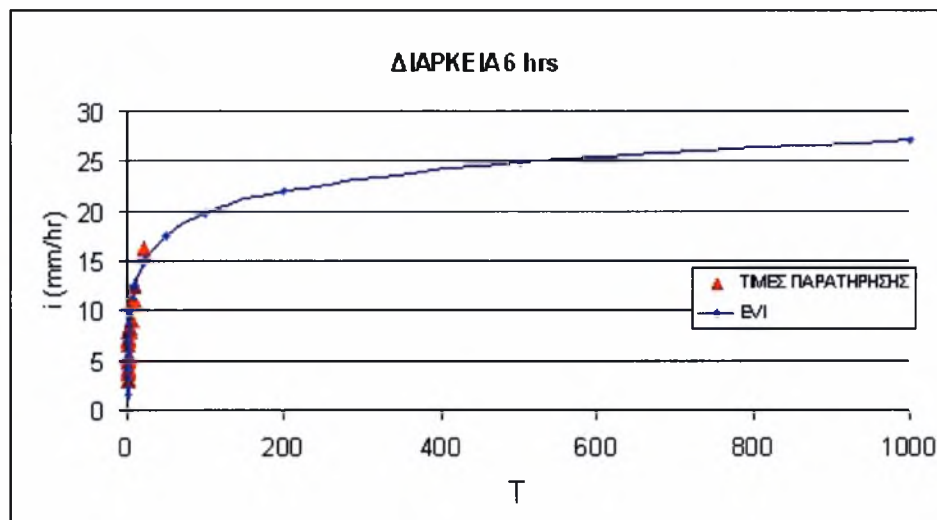


5.5.2.3 Ανάλυση των Εντάσεων της Βροχόπτωσης

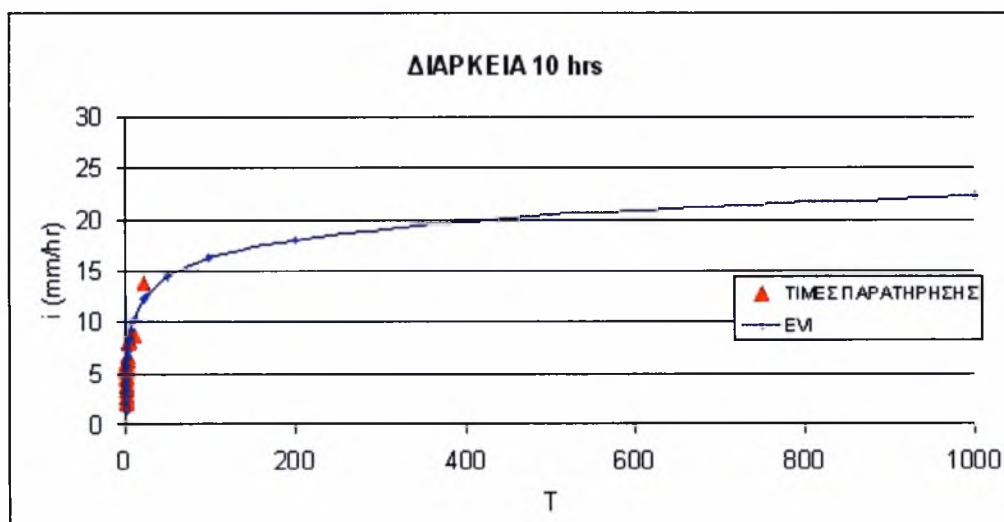
Από τα δεδομένα του 5.5.3 (μεγίστων ετήσιων βροχοπτώσεων) υπολογίστηκαν οι μέγιστες εντάσεις βροχόπτωσης για διάρκειες 6, 10, 14 και 20 ωρών για την περίοδο 1971/72 – 1997/98 κατά φθίνουσα σειρά.

Πίνακας 5.5.5. Μέγιστες ετήσιες τιμές της έντασης της βροχόπτωσης, σε mm/hr, τοποθετημένες κατά φθίνουσα σειρά

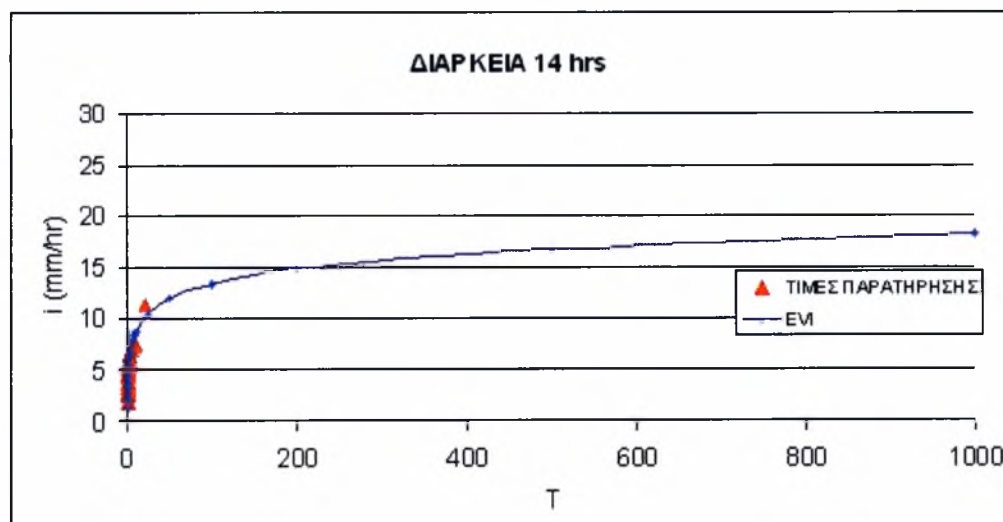
	Ένταση Βροχόπτωσης (mm/hr)			
	6	10	14	20
1	16.28	13.69	11.26	8.15
2	12.37	8.73	7.43	7.18
3	11.23	8.73	7.28	6.48
4	9.03	7.99	6.86	5.94
5	8.37	7.84	6.30	5.39
6	8.05	6.62	5.80	4.70
7	8.02	6.21	5.43	4.42
8	7.92	6.05	5.01	3.87
9	7.17	5.85	4.78	3.65
10	6.97	5.32	4.57	3.49
11	6.53	5.05	4.41	3.34
12	5.48	4.62	4.36	2.85
13	5.32	4.50	3.86	2.77
14	5.00	4.36	3.61	2.60
15	4.95	3.82	3.21	2.14
16	4.17	3.77	2.86	2.09
17	3.87	3.20	2.84	2.02
18	3.82	2.77	2.82	2.00
19	3.07	2.40	2.63	1.99
20	3.00	2.14	1.89	1.75
21	2.97	2.07	1.83	1.74
average	6.8376	5.5110	4.7162	3.7410
stdev	3.3946	2.7958	2.2510	1.9145
yn	0.5252	0.5252	0.5252	0.5252
On	1.0696	1.0696	1.0696	1.0696



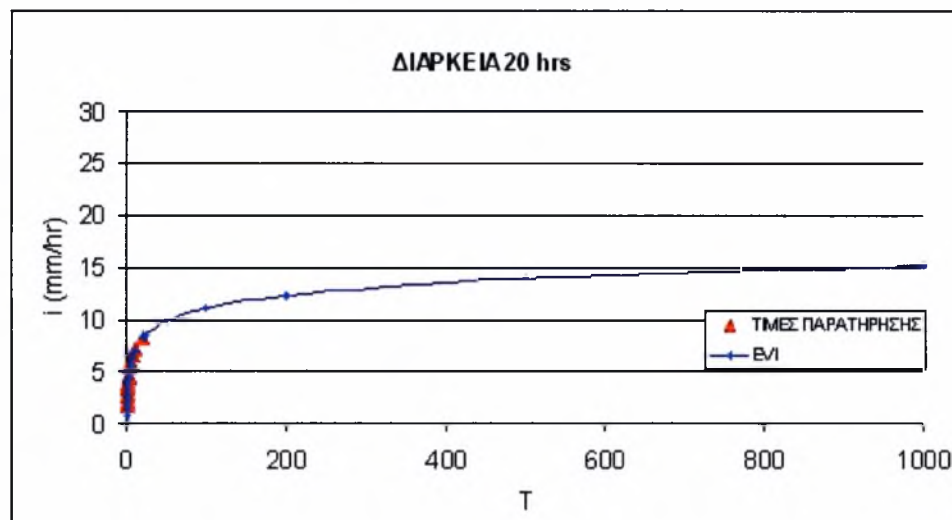
Σχήμα 5.5.6. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 6 hrs του σταθμού Σκοπιάς.



Σχήμα 5.5.7. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 10 hrs του σταθμού Σκοπιάς.



Σχήμα 5.5.8. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 14 hrs του σταθμού Σκοπιάς.

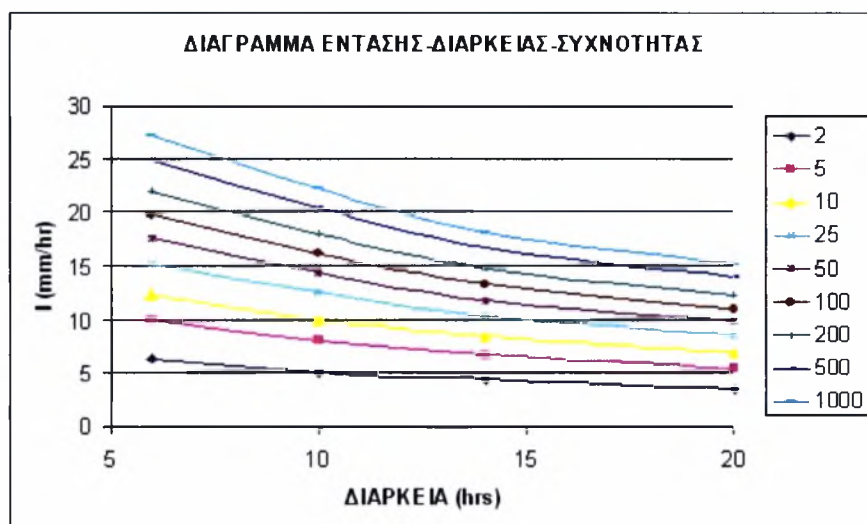


Σχήμα 5.5.9. Προσαρμογή της EVI για διάρκεια 20 hrs του σταθμού Σκοπιάς.

Μετά την προσαρμογή της EVI στις εντάσεις βροχόπτωσης για τις προαναφερθείσες διάρκειες οι σχέσεις Έντασης βροχόπτωσης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης για το σταθμό της Σκοπιάς παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα και σχήματα.

Πίνακας 5.5.6. Ένταση βροχόπτωσης (mm/hr) για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς, που εκτιμήθηκαν με τη διαδικασία της κατανομής EVI για τον σταθμό της Σκοπιάς

Περίοδος Επαναφοράς T (έτη)	Διάρκεια Βροχόπτωσης			
	6 h	10 h	14 h	20 h
2	6.33	5.10	4.38	3.46
5	9.93	8.06	6.77	5.49
10	12.31	10.02	8.35	6.83
25	15.32	12.50	10.34	8.53
50	17.55	14.34	11.82	9.79
100	19.77	16.16	13.29	11.03
200	21.98	17.98	14.76	12.28
500	24.89	20.38	16.69	13.92
1000	27.09	22.19	18.15	15.16



Σχήμα 5.5.10. Καμπύλες Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.

5.5.3 Διερεύνηση των Σχέσεων Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχόπτωσης και Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχόπτωσης

Για τον προσδιορισμό των όμβριων καμπυλών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Bernard:

$$i = \frac{k \cdot T^a}{(t + b)^m} \quad (5.5.3.1)$$

όπου, i = η ένταση της βροχόπτωσης, σε mm/hr

T = περίοδος επαναφοράς, σε έτη

t = η διάρκεια της βροχόπτωσης, σε hr και

k, m, a, b = οι συντελεστές που προσδιορίζονται γραφικά

Η παραπάνω σχέση έχει σχετικά μεγαλύτερη ευελιξία και γενικότητα έναντι άλλων σχέσεων (π.χ. του τύπου του Montana) αφού περιλαμβάνει τη διορθωτική παράμετρο b , που διορθώνει τη χρονική κλίμακα δίνοντας τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της σκέδασης των σημείων γύρω από την όμβρια καμπύλη.

Για να υπολογιστούν οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης χρησιμοποιείται η μέθοδος του παράγοντα συχνότητας όπως αυτή προκύπτει από την ανάλυση ακραίων τιμών (Gumbel) έχοντας σαν παράμετρο την περίοδο επαναφοράς T . Για τις διάφορες τιμές του t λοιπόν υπολογίζεται ο παράγοντας συχνότητας K_T και στη συνέχεια η ένταση της βροχόπτωσης δίνεται από την σχέση:

$$i = \bar{i} + s \cdot K_T \quad (5.5.3.2)$$

όπου, \bar{i} = η μέση ένταση της βροχόπτωσης, σε mm/hr

s = η τυπική απόκλιση των τιμών της έντασης της βροχόπτωσης

K_T = ο παράγοντας συχνότητας με βάση την εξίσωση 5.5.2.8

Η απόκτηση των σχέσεων (i, t) και για άλλες περιόδους επαναφοράς T οδηγεί στην απόκτηση των όμβριων καμπυλών (i, t, T). Οι όμβριες καμπύλες δηλαδή είναι σε διπλό λογαριθμικό χαρτί, ευθείες παράλληλες, με παράμετρο το T και άξονες i και

$(t + b)$, οπότε από τη λογαρίθμηση της εξίσωσης Bernard προκύπτει η παρακάτω εξίσωση:

$$\log i = \log(k \cdot T^a) - m \cdot \log(t + b) \quad (5.5.3.3)$$

Η παραπάνω εξίσωση αντιστοιχεί σε εξίσωση ευθείας γραμμής, σε διάγραμμα με άξονες τις ποσότητες $\log i$ και $\log(t + b)$, της μορφής:

$$Y = A_T + bX \quad (5.5.3.4)$$

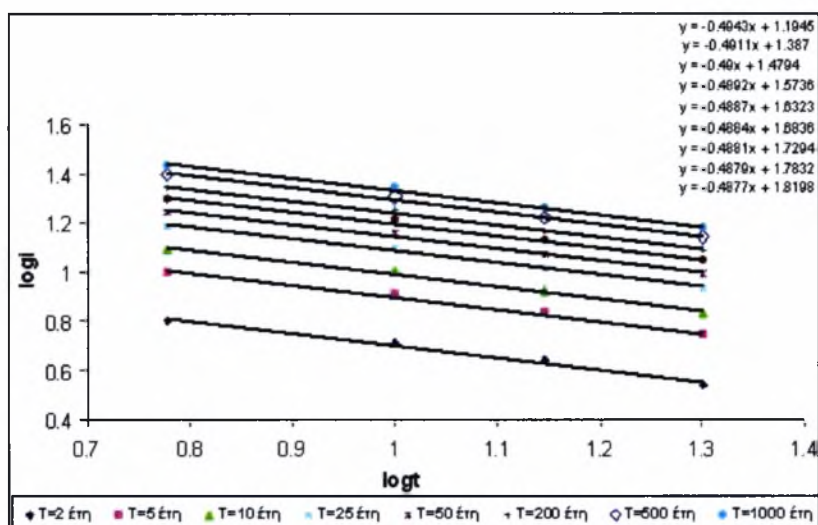
όπου, $Y = \log i$, $A_T = \log(k \cdot T^a)$ και $b = -m$

Η ρύθμιση της παραπάνω εξίσωσης 5.5.3.3 αρχίζει με την εκτίμηση της διορθωτικής παραμέτρου b έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η σκέδαση των σημείων γύρω από τις όμβριες καμπύλες. Λόγω της σχετικά μικρής διασποράς των σημείων γύρω από τις όμβριες καμπύλες δεχόμαστε ότι $b = 0$. Οπότε η σχέση 5.5.3.3 γίνεται:

$$\log i = \log(k \cdot T^a) - m \cdot \log t \quad (5.5.3.5)$$

Στη συνέχεια, για κάθε T της ανάλυσης και με τη βοήθεια της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων εκτιμώνται το A_T και το m της ανωτέρω εξίσωσης. Τέλος, και με βάση τις τιμές των ζευγών $(A_T, \log T)$, που είναι ήδη γνωστές, εκτιμώνται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων οι τιμές, k και a , από τη γραμμική σχέση:

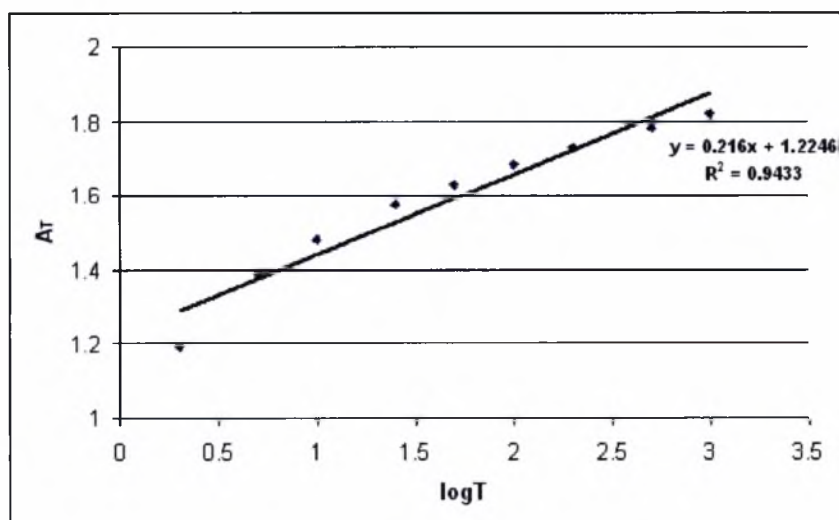
$$A_T = \log(k) + a \cdot \log(T) \quad (5.5.3.6)$$



Σχήμα 5.5.11. Διάγραμμα $\log I$ σε συνάρτηση με $\log t$, σε διάφορες περιόδους επαναφοράς,

Πίνακας 5.5.7. Πίνακας τιμών A_T , $\log t$ σε διάφορες περιόδους επαναφοράς

T	$\log t$	m	A_T
2	0.30103	0.4943	1.1945
5	0.69897	0.4911	1.387
10	1	0.49	1.4794
25	1.39794	0.4892	1.5736
50	1.69897	0.4887	1.6323
100	2	0.4884	1.6836
200	2.30103	0.4881	1.7294
500	2.69897	0.4871	1.7832
1000	3	0.4877	1.8198



Σχήμα 5.5.12. Διάγραμμα A_T σε συνάρτηση με $\log T$

Εφαρμόζοντας την παραπάνω διαδικασία στις σχέσεις έντασης – διάρκειας – συχνότητας βροχόπτωσης του σταθμού της Σκοπιάς που δημιουργήθηκαν με την προσαρμογή της θεωρητικής κατανομής EVI (Gumbel) υπολογίστηκαν οι παρακάτω παράμετροι:

$$b = 0$$

$$m = 0,49$$

$$k = 16,7842$$

$$a = 0,216$$

Άρα για τον μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς οι όμβριες καμπύλες έχουν τις εξής αναλυτικές σχέσεις:

- Σχέση Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης

$$i = \frac{16.7842 \cdot T^{0.216}}{t^{0.49}} \quad (5.5.3.7)$$

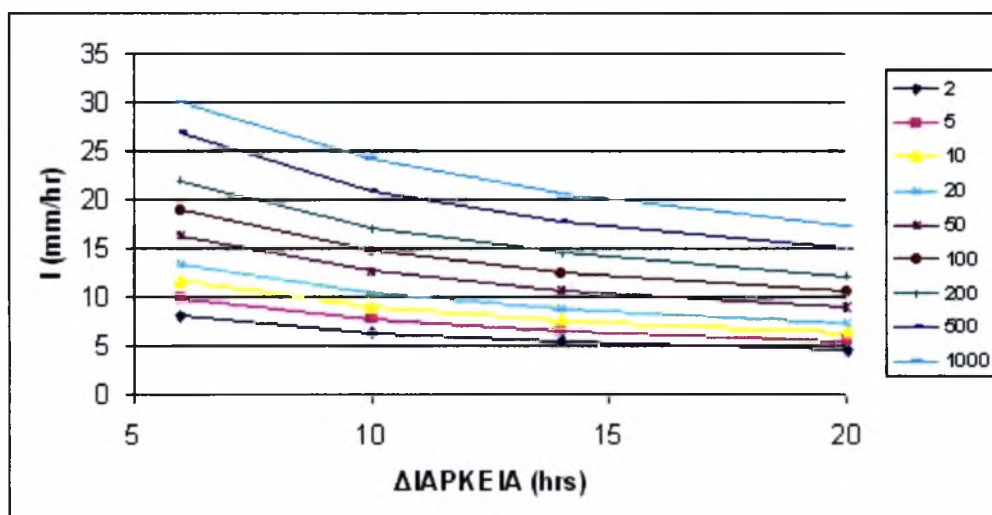
- Σχέση Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης

$$P = 16.7842 \cdot T^{0.216} \cdot t^{0.51} \quad (5.5.3.8)$$

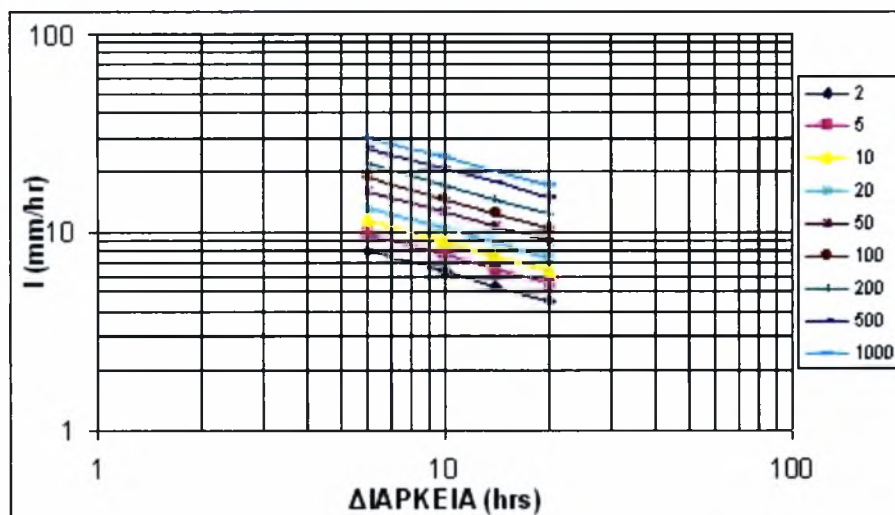
Στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα φαίνονται οι σχέσεις Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης (Intensity – Duration – Frequency, IDF) και Ύψους – Διάρκειας – Συχνότητας Βροχόπτωσης (Depth – Duration – Frequency, DDF) των όπως υπολογίστηκαν από τις εξισώσεις (5.5.3.7) και (5.5.3.8) αντίστοιχα.

Πίνακας 5.5.8. Υπολογισμένες τιμές έντασης βροχόπτωσης (mm/hr) για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς για το σταθμό της Σκοπιάς

T (έτη)	Διάρκεια Βροχόπτωσης			
	6 h	10 h	14 h	20 h
2	8.10	6.31	5.35	4.49
5	9.88	7.69	6.52	5.47
10	11.47	8.93	7.57	6.36
20	13.32	10.37	8.80	7.39
50	16.24	12.64	10.72	9.00
100	18.86	14.69	12.45	10.46
200	21.91	17.06	14.47	12.15
500	26.70	20.79	17.63	14.80
1000	29.95	24.15	20.48	17.19



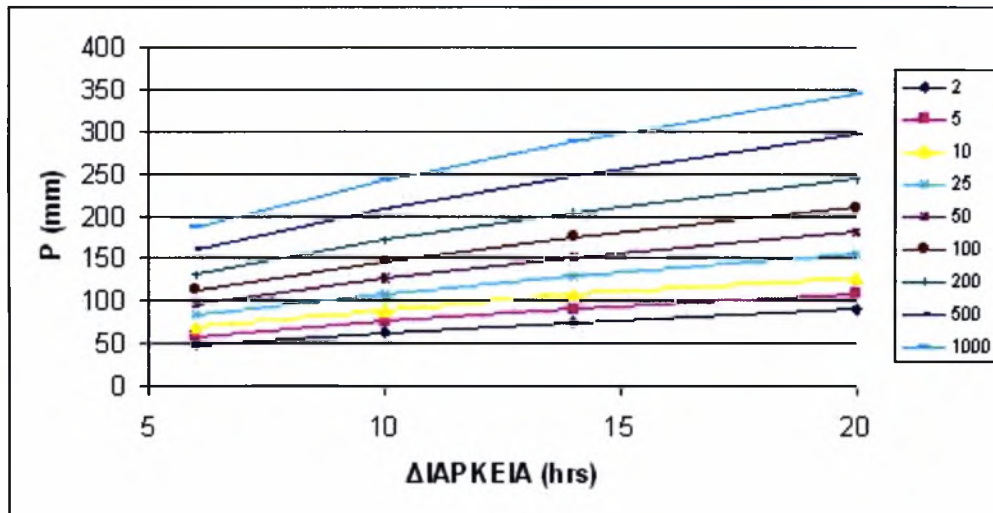
Σχήμα 5.5.13. Όμβριες καμπύλες Έντασης – Διάρκειας – Συχνότητας βροχόπτωσης, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.



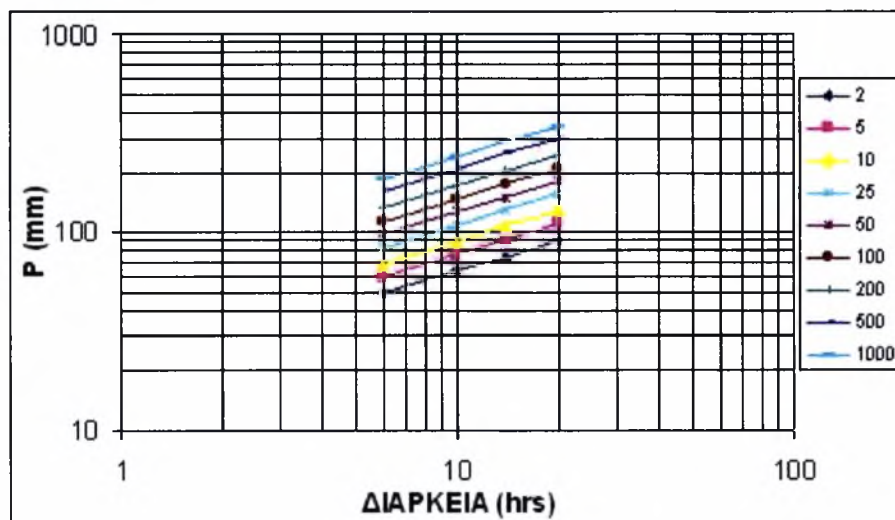
Σχήμα 5.5.14. Όμβριες καμπύλες Έντασης - Διάρκειας - Συχνότητας βροχόπτωσης σε άξονες λογαριθμικής κλίμακας, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.

Πίνακας 5.5.9. Υπολογισμένες τιμές Ύψους βροχόπτωσης (mm) για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς για το σταθμό της Σκοπιάς

T (έτη)	Διάρκεια Βροχόπτωσης			
	6 h	10 h	14 h	20 h
2	48.61	63.07	74.88	89.82
5	59.25	76.88	91.27	109.48
10	68.81	89.29	106.01	127.16
20	83.88	108.84	129.21	154.99
50	97.42	126.42	150.08	180.02
100	113.16	146.83	174.32	209.10
200	131.43	170.55	202.47	242.87
500	160.20	207.87	246.79	296.02
1000	186.07	241.45	286.65	343.83



Σχήμα 5.5.15. Όμβριες καμπύλες Ύψους - Διάρκειας - Συχνότητας βροχόπτωσης, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.



Σχήμα 5.5.16. Όμβριες καμπύλες Ύψους - Διάρκειας - Συχνότητας βροχόπτωσης σε άξονες λογαριθμικής κλίμακας, για διάφορες περιόδους επαναφοράς, του σταθμού της Σκοπιάς.

5.5.4 Ορθολογική Μέθοδος Εκτίμησης της Αιχμής

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την εκτίμηση της απορροής μικρών σχετικά υδρολογικών λεκανών, μέχρι 250 Km², βασίζεται στην αρχή ότι, για βροχές με ομοιόμορφη ένταση και κατανομή πάνω στην λεκάνη, η μέγιστη απορροή εμφανίζεται όταν το νερό από όλα τα σημεία της λεκάνης φθάσει στη έξοδο της. Η απορροή αυτή αποτελεί ένα συγκεκριμένο ποσοστό έντασης της βροχής που την προκαλεί. Η ορθολογική μέθοδος (Rational method) εκφράζεται με την παρακάτω σχέση.

$$Q_p = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (5.5.4.1)$$

όπου, Q_p = η αιχμή της απορροής, σε m³/sec

C = μία αδιάστατη παράμετρος γνωστή ως συντελεστής απορροής

I = η ένταση της βροχής, σε mm/hr

A = η έκταση της λεκάνης απορροής, σε Km²

Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχθεί πολύ χρήσιμη για την εκτίμηση των αιχμών απορροής μικρών υδρολογικών λεκανών. Για την σωστή της όμως χρήση είναι επιβεβλημένο να ξεκαθαριστούν τα όρια εφαρμογής της. Στην ορθολογική μέθοδο εκτίμησης της αιχμής κάνουμε την παραδοχή ότι η ένταση της βροχής σε όλη τη διάρκεια της είναι ομοιόμορφη, με ομοιόμορφή επίσης κατανομή πάνω στην υδρολογική λεκάνη (λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και υπολεκάνη απορροής Κλινοβού). Η συνθήκη αυτή δεν παρατηρείται συχνά στην φύση, αλλά η παραδοχή της ομοιόμορφης έντασης της βροχής και ομοιόμορφης κατανομής σε όλη την λεκάνη προσεγγίζει την πραγματικότητα όταν οι υδρολογικές λεκάνες είναι μικρές. Για να φτάσουμε στην μέγιστη αιχμή, όπως παραπάνω αναφέρθηκε, πρέπει να φτάσει νερό στην έξοδο της λεκάνης (σημείο κατασκευής των προτεινόμενων φραγμάτων των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού) από όλα τα σημεία της, δηλαδή η διάρκεια της βροχής με την ομοιόμορφη ένταση πρέπει να είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης t_c της λεκάνης απορροής. Αυτό υποδηλώνει ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί για διάρκειες βροχής μικρότερες του t_c .

Στις επόμενες παραγράφους γίνεται ανάλυση και επεξεργασία των διαφόρων μετεωρολογικών και γεωμορφολογικών (τοπογραφικών) χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού με σκοπό την εξαγωγή των υδρολογικών δεδομένων και σχέσεων, που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της πλημμυρικής αιχμής με βάση την ορθολογική μέθοδο εκτίμησης της αιχμής.

5.5.5 Υπολογισμός Συντελεστή Απορροής

Σύμφωνα με τη συλλογιστική της ορθολογικής μεθόδου, η αιχμή της απορροής ανά μονάδα επιφάνειας μιας λεκάνης, που προκαλείται από βροχή ομοιόμορφης έντασης, που έχει απεριόριστη διάρκεια, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$q_p = \frac{Q_p}{A} = C \cdot I \quad (5.5.5.1)$$

όπου υποδηλώνεται ότι ο συντελεστής απορροής C αντιπροσωπεύει την αναλογία $\frac{q_p}{I}$

ή ότι ο συντελεστής C προσδιορίζει το ποσοστό της εντατικής βροχής I που αντιπροσωπεύει το μέγεθος της αιχμής απορροής. Άρα ο συντελεστής απορροής πρέπει να επιλέγεται με βάση τους ακόλουθους παράγοντες.

1. Το ανάγλυφο της επιφάνειας της λεκάνης απορροής
2. Την έκταση και την πυκνότητα της φυτοκάλυψης
3. Την κλίση των πρανών της λεκάνης απορροής
4. Τη σύσταση του επιφανειακού εδάφους της λεκάνης απορροής
5. Την περιεχόμενη στο έδαφος υγρασία κατά την έναρξη της βροχής
6. Την κλίση του κύριου ρέματος της λεκάνης απορροής
7. Την αποθήκευση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους, και
8. Την ένταση της βροχής

Για τη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού η τιμή του συντελεστή απορροής C των εκτός ορίων περιοχών (υψηλές εξωτερικές λεκάνες απορροής όμβριων) υπολογίζεται από τη σχέση $C = 1 - c'$ (Π.Δ. 696/74) και είναι συνάρτηση των παρακάτω παραγόντων:



- Τοπογραφικές συνθήκες της περιοχής μελέτης
- Φύση του εδάφους
- Φυτοκάλυψη

Οι τιμές του συντελεστή, c' , δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5.5.10. Τιμές του συντελεστή c'

I) Τοπογραφικές Συνθήκες	c'
1. Επίπεδα εδάφη μέσω κλίσεων 0,015% έως 0,050%	0,30
2. Κλιτύες μέσω κλίσεων 0,25% έως 0,35%	0,20
3. Λοφώδη εδάφη μέσω κλίσεων 2,5% έως 3,5%	0,10
II) Φύση Εδάφους	
1. Αδιαπέραστοι άργιλοι	0,10
2. Μέσες συνθήκες αργίλων και πηλών	0,20
3. Αμμοπηλοί	0,40
III) Φυτοκάλυψη	
1. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	0,10
2. Δενδροκάλυψη	0,20

Έτσι σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, υπολογίστηκε ο συντελεστής, c' , λαμβάνοντας υπόψη κάθε επιμέρους παράγοντα των λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 5.5.11. Υπολογισμός συντελεστή, c' , της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και υπολεκάνης απορροής Κλινοβού

	c'
Τοπογραφικές Συνθήκες	0.1
Φύση Εδάφους	0.2
Φυτοκάλυψη	0.2
Συνολικός Συντελεστής c'	0.5

Άρα ο συντελεστής απορροής C της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και υπολεκάνης απορροής Κλινοβού είναι ίσος με:

$$C = 1 - c' = 1 - 0.50 \rightarrow C = 0.50$$

Υπολογισμός Χρόνου Συγκέντρωσης



Όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω, η ορθολογική μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί για βροχές που η διάρκεια τους είναι ίση ή μεγαλύτερη από το χρόνο συγκέντρωσης, t_c , που ορίζεται ως ο χρόνος που χρειάζεται το νερό να διανύσει την απόσταση από το απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης απορροής, ακολουθώντας το υδρογραφικό δίκτυο, έως το σημείο εξόδου του κύριου υδατορέματος. Για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης διάφορες εμπειρικές σχέσεις έχουν προστεθεί όπως π.χ. η σχέση του Kirpich, οι σχέσεις του Mockus και η σχέση του Giandotti (Wanielista et al., 1997). Στη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού, για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Giandotti όπως ορίζει το Π.Δ. 696/74 (αρ.187, παρ.3) για της απλές υδρολογικές λεκάνες απορροής με φυσική κοίτη ακανόνιστης διατομής. Η Giandotti, έχει το χαρακτηριστικό ότι υποεκτιμά το χρόνο συγκέντρωσης, άρα υποεκτιμά την τιμή της έντασης I και της παροχής αιχμής Q_c , σε σχέση για παράδειγμα με την Kirpich. Η σχέση Giandotti έχει την παρακάτω μορφή.

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_{\min}}} \quad (5.5.5.2)$$

όπου, t_c = ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης απορροή, σε hrs

A = η έκταση της λεκάνης απορροής, σε Km^2

L = το μέγιστο μήκος διαδρομής της λεκάνης απορροής, σε Km

H_m = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής, σε m

H_{\min} = το υψόμετρο της εξόδου της λεκάνης, σε m

Η έκταση, το μέγιστο μήκος διαδρομής, το μέσο και το υψόμετρο εξόδου της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού υπολογίστηκαν με τη χρήση του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού.

Πίνακας 5.5.12. Υπολογισμός του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

Λεκάνη Απορροής Μαυρομάτη		
H_m	= Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)	1076
A	= Η έκταση της λεκάνης απορροής (Km ²)	3.51
H_{min}	= Το υψόμετρο της εξόδου της λεκάνης απορροής (m)	808
L	= Το μέγιστο μήκος διαδρομής της λεκάνης απορροής (Km)	2.73
t_c	= Ο χρόνος συγκέντρωσης (hrs)	0.8849

Πίνακας 5.5.13. Υπολογισμός του χρόνου συγκέντρωσης της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού

Υπολεκάνη Απορροής Κλινοβού		
H_m	= Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)	646
A	= Η έκταση της λεκάνης απορροής (Km ²)	38.23
H_{min}	= Το υψόμετρο της εξόδου της λεκάνης απορροής (m)	132
L	= Το μέγιστο μήκος διαδρομής της λεκάνης απορροής (Km)	11.87
t_c	= Ο χρόνος συγκέντρωσης (hrs)	2,345

5.5.6 Επιφανειακή Αναγωγή Όμβριων Καμπυλών

Οι όμβριες καμπύλες, αναπτύχθηκαν με τα δεδομένα του βροχογράφου του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς. Στην υδρολογική εφαρμογή, ωστόσο χρειάζονται πάντα οι επιφανειακές μέσες εντάσεις για την λεκάνη απορροής που μελετάται και όχι οι σημειακές εντάσεις. Κατά συνέπεια η απαραίτητη μεθοδολογία για την αναγωγή των σημειακών σε επιφανειακές εντάσεις βροχής είναι η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιγράφεται στη συνέχεια.

Μετά τον καταρτισμό των όμβριων καμπυλών η σημειακή ένταση που υπολογίζεται από αυτές ανάγεται κατάλληλα ώστε να αντιπροσωπεύει την επιφανειακή ένταση. Η αναγωγή γίνεται με πολλαπλασιασμό επί τον συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (areal reduction factor) (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999). Ο συντελεστής έχει τις ακόλουθες, εμπειρικά διαπιστωμένες, ιδιότητες:

1. **Είναι πάντα μικρότερος από 1:** Όταν καταγράφεται μέγιστη ένταση βροχόπτωσης στη θέση του βροχογραφικού σταθμού, είναι απίθανο την ίδια στιγμή να καταγράφεται μέγιστη ένταση σε όλη την υπόψη επιφάνεια.
2. **Είναι φθίνουσα συνάρτηση της διάρκειας:** Η αύξηση της έκτασης της επιφάνειας συνεπάγεται τη μείωση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής.
3. **Είναι αύξουσα συνάρτηση της διάρκειας:** Η αύξηση της διάρκειας βροχόπτωσης συνοδεύεται από αύξηση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής.
4. Εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την περίοδο επαναφοράς και φαίνεται ότι η αύξηση της περιόδου επαναφοράς οδηγεί σε ασθενή μείωση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (Bacchi & Ranzi, 1996; Smith, 1993).

Για τον υπολογισμό του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής στη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη αναλυτική έκφραση (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999):

$$\phi = 1 - \frac{0.048 \cdot A^{0.36 - 0.01 \ln A}}{t^{0.35}} \geq 0.25 \quad (5.5.6.1)$$

όπου, ϕ = ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής

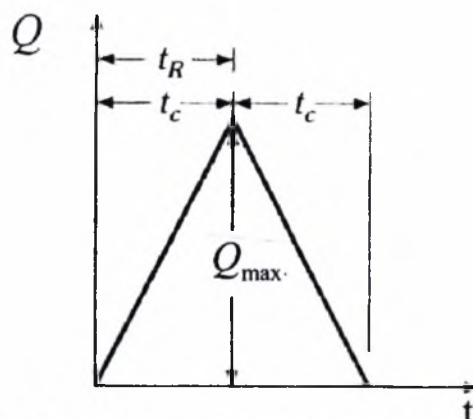
A = η έκταση της λεκάνης απορροής, σε Km^2 , και

t = η διάρκεια της βροχόπτωσης, σε hrs

Εφαρμόστηκε η ανωτέρω εξίσωση, του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής, στη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και στην υπολεκάνη απορροής Κλινοβού θέτοντας $t = t_c$.

5.5.7 Εκτίμηση Πλημμυρικής Αιχμής και Πλημμυρικού Όγκου

Για την εκτίμηση της πλημμυρικής αιχμής της απορροής στη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού εφαρμόζεται η εξίσωση 5.5.4.1 της Ορθολογικής Μεθόδου. Ο πλημμυρικός όγκος για την ορθολογική μέθοδο εκτιμάται από την υπόθεση της μεθόδου ότι η πλημμυρική απορροή κατανέμεται σύμφωνα με το τριγωνικό υδρογράφημα του παρακάτω σχήματος.



Σχήμα 5.5.17. Τριγωνικό υδρογράφημα, άμεσης απορροής, της Ορθολογικής Μεθόδου.

Επομένως η μέγιστη ταχύτητα απορροής δίνεται από τη σχέση:

$$V_{\max} = \frac{1}{2} \cdot (2 \cdot t_c) \cdot Q_{\max} \rightarrow V_{\max} = Q_{\max} \cdot t_c \rightarrow V_{\max} = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (5.5.7.1)$$

Εφαρμόζοντας τις ανωτέρω σχέσεις στη λεκάνη απορροής Μαυρομάτη και στην υπολεκάνη απορροής Κλινοβού προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες υπολογισμού της πλημμυρικής αιχμής και του πλημμυρικού όγκου, για της δύο λεκάνες απορροής, με την ορθολογική μέθοδο.

Πίνακας 5.5.14. Πλημμυρική αιχμή και πλημμυρικός όγκος λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

T (έτη)	Ένταση Βροχόπτωσης (mm/hr)	Πλημμυρική Αιχμή (m ³ /s)	Ύψος Βροχόπτωσης (mm)	Πλημμυρικός Όγκος (m ³)
2	19.09	9.32	16.94	29677.53
5	23.27	11.36	20.65	36172.85
10	27.03	13.19	23.98	42015.08
25	32.95	16.08	29.23	51210.65
50	38.27	18.67	33.95	59481.61
100	44.45	21.69	39.43	69088.41
200	51.63	25.19	45.80	80246.80
500	62.93	30.70	55.82	97809.88
1000	73.10	35.66	64.84	113607.04

Πίνακας 5.5.15. Πλημμυρική αιχμή και πλημμυρικός όγκος υπολεκάνης απορροής Κλινοβού

T (έτη)	Ένταση Βροχόπτωσης (mm/hr)	Πλημμυρική Αιχμή (m ³ /s)	Ύψος Βροχόπτωσης (mm)	Πλημμυρικός Όγκος (m ³)
2	11.35	60.33	26.17	509330.06
5	13.84	73.53	31.90	620803.78
10	16.07	85.40	37.06	721069.01
25	19.59	104.10	45.17	878884.64
50	22.75	120.91	52.46	1020832.18
100	26.43	140.44	60.93	1185705.49
200	30.70	163.12	70.77	1377207.28
500	37.41	198.82	86.26	1678627.57
1000	43.46	230.93	100.20	1949740.58

5.5.8 Περίοδος Επαναφοράς Πλημμύρας Σχεδιασμού

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει σαφής κανονισμός που να καθορίζει τη συχνότητα εμφάνισης και την περίοδο επαναφοράς της πλημμύρας σχεδιασμού για μικρά φράγματα και ταμιευτήρες, όπως οι ταμιευτήρες Μαυρομάτη και Κλινοβός. Σύμφωνα με την διεθνή εμπειρία (Watt et al., 1989) η περίοδος επαναφοράς της πλημμύρας σχεδιασμού είναι ανάλογη της οικονομικής σημασίας του ταμιευτήρα και του κινδύνου. Γενικά, για μικρούς ταμιευτήρες τυπικές τιμές σχεδιασμού είναι οι πλημμυρικές παροχές για 100-ετή ή 200-ετή περιόδους επαναφοράς (Watt et al. 1989)

Μια άλλη προσέγγιση, εισάγει την αποδοχή μια ορισμένης επικινδυνότητας (Risk, R) για κάθε έργο (π.χ. ταμιευτήρας) για όλη την οικονομική ζωή του έργου (L) και τη



συνδέει με την περίοδο επαναφοράς της πλημμυρικής παροχής σχεδιασμού (T) με την εξίσωση:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/L}} \quad (5.5.8.1)$$

Για οικονομική ζωή του έργου 50 ετών (L = 50 έτη), όπως είναι για τους ταμιευτήρες Μαυρομάτη και Κλινοβός και επικινδυνότητα ίση με 22% (R = 0.22) η παραπάνω σχέση εκτιμά την περίοδο επαναφοράς της πλημμυρικής παροχής σχεδιασμού ίση με 200 έτη περίπου.

Λαμβάνοντας ως περίοδο επαναφοράς της πλημμυρικής παροχής σχεδιασμού τα 1000 έτη, για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη η πλημμυρική παροχή σχεδιασμού εκτιμήθηκε ίση με 35,66 m³/sec και ο πλημμυρικός όγκος ίσος με 113.607,04 m³ (0,113 hm³). Αντίστοιχα για τον ταμιευτήρα Κλινοβός η πλημμυρική παροχή σχεδιασμού εκτιμήθηκε ίση με 230,93 m³/sec και ο πλημμυρικός όγκος ίσος με 1.949.740,58 m³ (1,95 hm³).



5.6 Τιμές Σχεδιασμού Ταμιευτήρων

Συνοπτικά ο σχεδιασμός του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη και του Κλινοβού φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5.6.1. Χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη

Ωφέλιμη Χωρητικότητα	1,368 hm ³
Αδρανής Χωρητικότητα	0,0003 hm ³
Πλημμυρική Χωρητικότητα (T =1000 έτη)	0,113 hm ³
Πλημμυρική Παροχή Αιχμής (T = 1000 έτη)	35,36 m ³ /s
Συνολική Χωρητικότητα	1,48 hm ³
Υψόμετρο βάσης φράγματος	808 m
Υψόμετρο στέψης φράγματος	859 m
Ύψος φράγματος	51 m

Πίνακας 5.6.2 Χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα του Κλινοβός

Ωφέλιμη Χωρητικότητα	13,83 hm ³
Αδρανής Χωρητικότητα	0,002 hm ³
Πλημμυρική Χωρητικότητα (T = 1000 έτη)	1,95 hm ³
Πλημμυρική Παροχή Αιχμής (T = 1000 έτη)	230,93 m ³ /s
Συνολική Χωρητικότητα	15,79 hm ³
Υψόμετρο βάσης φράγματος	132 m
Υψόμετρο στέψης φράγματος	247,5 m
Ύψος φράγματος	115,5 m

Κεφάλαιο 6^ο

6 Προσδιοριστική Προσομοίωση του Υδατικού Συστήματος της Υδρολογικής Λεκάνης Σούρπης

6.1 Περιγραφή Μοντέλου

Η μέθοδος έχει προγραμματιστεί και έχει δημιουργηθεί το μοντέλο διαχείρισης ταμιευτήρων και λιμνών UTHRL στο Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Loukas et al., 2007).

Σύμφωνα με τη μέθοδο χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου οι εισροές ενός σημαντικού αριθμού ετών. Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες παροχές υδατορέματος όπως αυτές υπολογίστηκαν από το μηνιαίο υδρολογικό μοντέλο ισοζυγίου (UTHBAL) και το οποίο περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα. Η γενική εξίσωση που περιγράφει τη λειτουργία ενός ταμιευτήρα, με χρονικό βήμα τον μήνα, είναι:

$$V_i = V_{i-1} + Q_i - E_i - A_i - Y_i \quad (6.1.1)$$

όπου,

V_i, V_{i-1} : Ο αποθηκευμένος όγκος νερού στον ταμιευτήρα τους μήνες i και $i-1$ αντίστοιχα, (m^3)

Q_i : Η εισροή στον ταμιευτήρα το μήνα i , (m^3)

E_i : Η καθαρή απώλεια του ταμιευτήρα το μήνα i , (m^3)

A_i : Η πραγματική απόληψη κατά το μήνα i , (m^3)

Y_i : Η υπερχειλίση κατά το μήνα i , (m^3)



Για μια δεδομένη τιμή της ωφέλιμης χωρητικότητας S του ταμιευτήρα, ισχύουν οι παρακάτω εξισώσεις:

1. Αν $V_i > S$:

$$\left. \begin{array}{l} V_i = S \\ A_i = B_i \\ Y_i = V_{i-1} + Q_i - E_i - A_i - S \end{array} \right\} \quad (6.1.2)$$

2. Αν $0 < V_i \leq S$:

$$\left. \begin{array}{l} V_i = V_{i-1} + Q_i - E_i - A_i \\ A_i = B_i \\ Y_i = 0 \end{array} \right\} \quad (6.1.3)$$

3. Αν $V_i = 0$:

$$\left. \begin{array}{l} A_i = V_{i-1} + Q_i - E_i \\ Y_i = 0 \end{array} \right\} \quad (6.1.4)$$

6.2 Υπολογισμός Απωλειών Ταμιευτήρων Μαυρομάτη & Κλινοβού

Οι απώλειες από την λεκάνη κατάκλυσης (ταμιευτήρας φράγματος), οφείλονται στην εξάτμιση από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο χώρο που αυτή καταλαμβάνει. Συνήθως, για τον υπολογισμό της εξάτμισης, χρησιμοποιούνται μετρημένες τιμές από εξατμισόμετρο ή ημιαναλυτικές υπολογιστικές μέθοδοι. Στην παρούσα εργασία αυτή η εξάτμιση υπολογίστηκε από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού των δύο ταμιευτήρων, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Thornthwaite προσαυξημένη κατά 30% όπως προηγούμενες εργασίες στην περιοχή της Θεσσαλίας έχουν δείξει (Ευστρατιάδης και συνεργάτες, 2002; Loukas et al., 2005).

Η καθαρή απώλεια του ταμιευτήρα για κάθε μήνα i , E_i υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$E_i = EVP_i - P_i + Q_i + I_i$$

(6.2.1)

όπου:

E_i = οι απώλειες του μήνα i , σε mm

EVP_i = η εξάτμιση από την επιφάνεια του ταμιευτήρα ανοιγμένη στο υψόμετρο του, σε mm

P_i = η υετόπτωση που πέφτει στην έκταση του ταμιευτήρα το μήνα i ανοιγμένη στο υψόμετρο του, σε mm

Q_i = η απορροή που θα δημιουργούταν στην έκταση του ταμιευτήρα και

I_i = οι σταθερές υπόγειες διαφυγές, σε mm

Για να υπολογιστούν τα δεδομένα υετόπτωσης και εξατμισοδιαπνοής (βάση της οποίας θα υπολογιστεί η εξάτμιση) στον ταμιευτήρα υπολογίζονται κάποιοι συντελεστές για να αναχθούν τα δεδομένα από το μέσο υψόμετρο της λεκάνης στο μέσο υψόμετρο του ταμιευτήρα. Η εξίσωση των συντελεστών είναι η εξής:

$$P_i = \left[1 + \frac{(H_t - H_r) * \alpha}{R_o} \right] * P'_i$$

(6.2.2)

όπου:

P_i = η υετόπτωση στο μέσο υψόμετρο του ταμιευτήρα, σε mm

P'_i = η υετόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, σε mm, όπως έχει υπολογιστεί με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας

H_t , H_r = τα μέσα υψόμετρα του ταμιευτήρα και της λεκάνης αντίστοιχα, σε m

α = η υετοβαθμίδα της λεκάνης και

R_o = το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης στη λεκάνη, σε mm

Με παρόμοιο συντελεστή και με τη βοήθεια της θερμοβαθμίδας για την περιοχή ανάγεται και η θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο του ταμιευτήρα με την εξίσωση:

$$T_i = \left[1 + \frac{(H_t - H_r) * a}{T_o} \right] * T'_i \quad (6.2.3)$$

όπου:

T_i = η θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο του ταμιευτήρα, σε °C

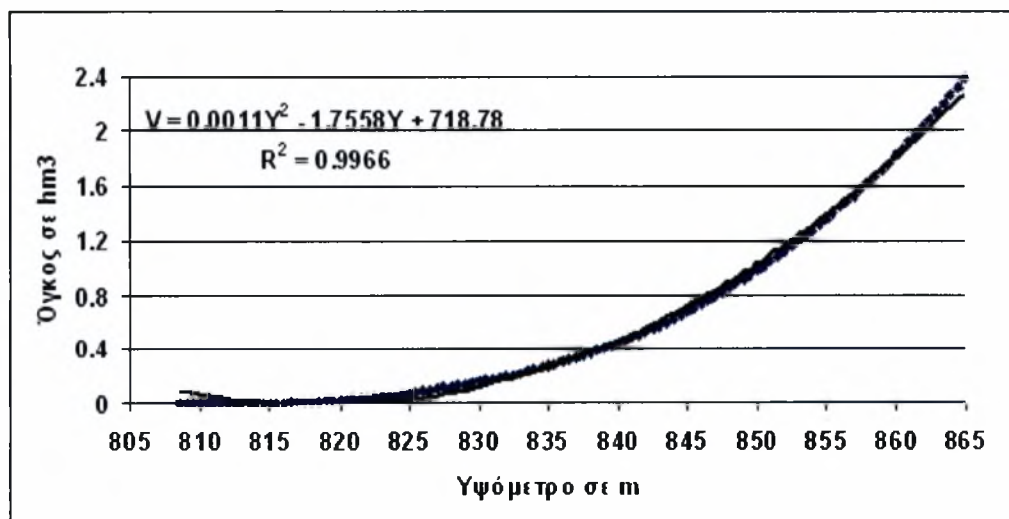
T'_i = η θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης όπως έχει υπολογιστεί με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας, σε °C

H_t , H_r = τα μέσα υψόμετρα του ταμιευτήρα και της λεκάνης αντίστοιχα, σε m

a = η θερμοβαθμίδα της λεκάνης και

T_o = η μέση ετήσια θερμοκρασία στη λεκάνη, σε °C

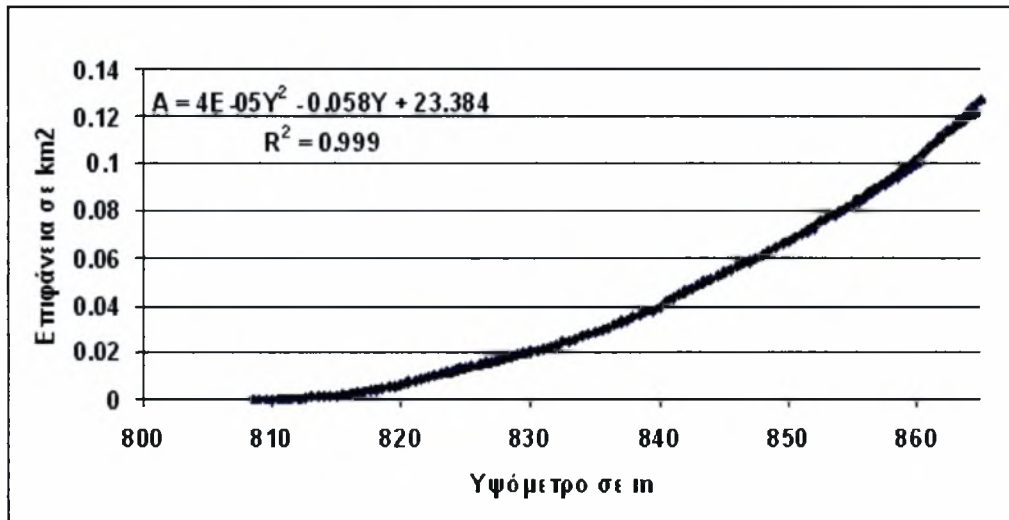
Για τον υπολογισμό του μέσου απόλυτου υψόμετρου της στάθμης νερού του ταμιευτήρα Μαυρομάτη H_t ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: θεωρήθηκε πως η βάση του ταμιευτήρα είναι στο ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης, δηλαδή στα 808 m. Από τη σχέση όγκου – υψόμετρου ταμιευτήρα: $V = 0,011*Y^2 - 1,7558*Y + 718,78$ και με βάση το Σχήμα 6.2.1 βρίσκεται πως το μέσο υψόμετρο της στάθμης του ταμιευτήρα είναι 845,3 m, αφού είναι το υψόμετρο που αντιστοιχεί στον μέσο όγκο: $V_{\text{νεκ}} + V_{\text{ωφ}}/2 = 0,688 \text{ hm}^3$.



Σχήμα 6.2.1. Χαρακτηριστική Καμπύλη Όγκου – Υψόμετρου Ταμιευτήρα Μαυρομάτη

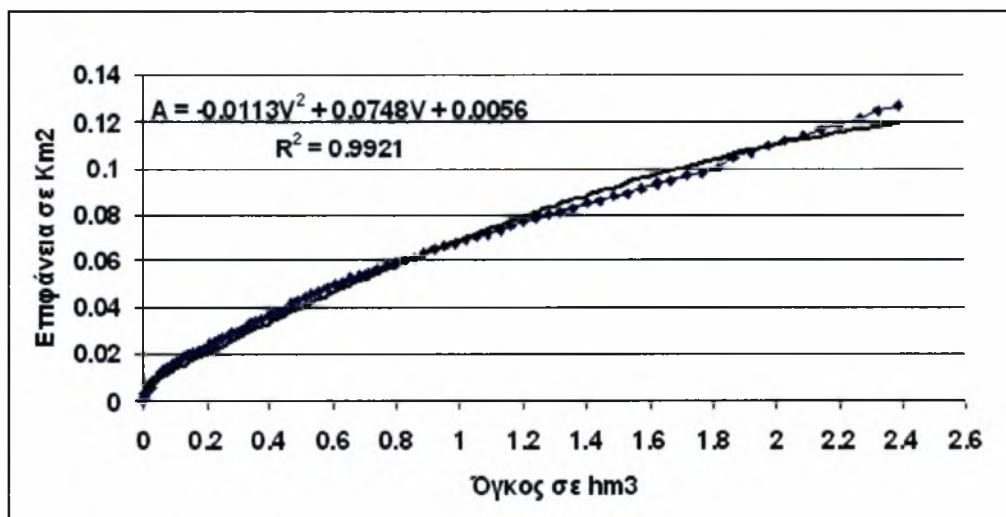
Για τον υπολογισμό λοιπόν των απωλειών χρησιμοποιούμε την εξίσωση 6.2.1 με την εξάτμιση EVP_i να προκύπτει από την εξατμισοδιαπνοή προσαυξημένη κατά 30%, την

υετόπτωση P_i να προκύπτει από τη απλή μέθοδο της Βροχοβαθμίδας, την Q_i να είναι η απορροή, όπως προκύπτει από το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου UTHBAL (Loukas et al, 2004) και I_i να είναι 14 mm σταθερή για κάθε μήνα. Επίσης με βάση τη σχέση επιφάνειας – υψομέτρου ταμιευτήρα: $A = 4E-05*Y^2 - 0.058*Y + 23,384$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



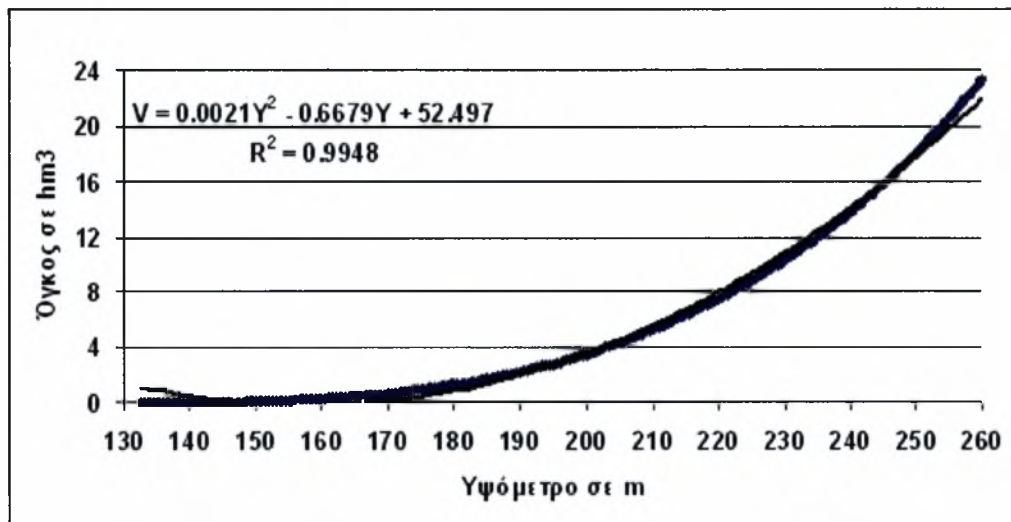
Σχήμα 6.2.2. Χαρακτηριστική Καμπύλη Επιφάνειας - Υψομέτρου Ταμιευτήρα Μαυρομάτη

Και χρησιμοποιώντας την προαναφερθείσα σχέση όγκου – υψομέτρου ταμιευτήρα καταλήγουμε στη σχέση επιφάνειας – όγκου: $A = -0,0113*V^2 + 0,0748*V + 0,056$ όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.2.3, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο προσομοίωσης του ταμιευτήρα.



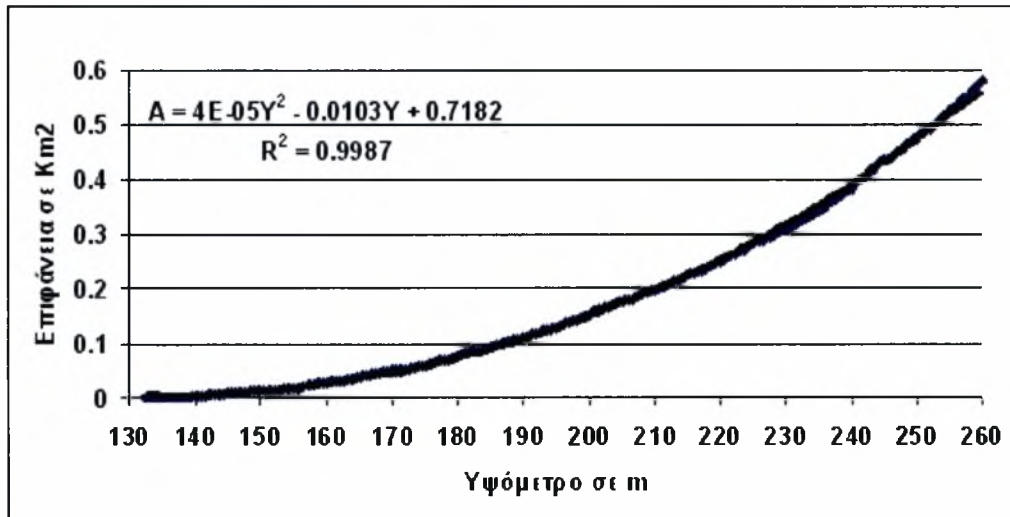
Σχήμα 6.2.3 Χαρακτηριστική Καμπύλη επιφάνειας - Όγκου Ταμιευτήρα Μαυρομάτη

Ομοίως για τον υπολογισμό του μέσου απόλυτου υψόμετρου της στάθμης νερού του ταμιευτήρα Κλινοβός H_t ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: θεωρήθηκε πως η βάση του ταμιευτήρα είναι στο ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης, δηλαδή στα 808 m. Από τη σχέση όγκου – υψόμετρου ταμιευτήρα: $V = 0,0021*Y^2 - 0,6679*Y + 52.497$ και με βάση το Σχήμα 6.2.4 βρίσκεται πως το μέσο υψόμετρο της στάθμης του ταμιευτήρα είναι 193,3 m, αφού είναι το υψόμετρο που αντιστοιχεί στον μέσο όγκο: $V_{\text{μεσ}} + V_{\text{ωφ}}/2 = 2,569 \text{ hm}^3$.



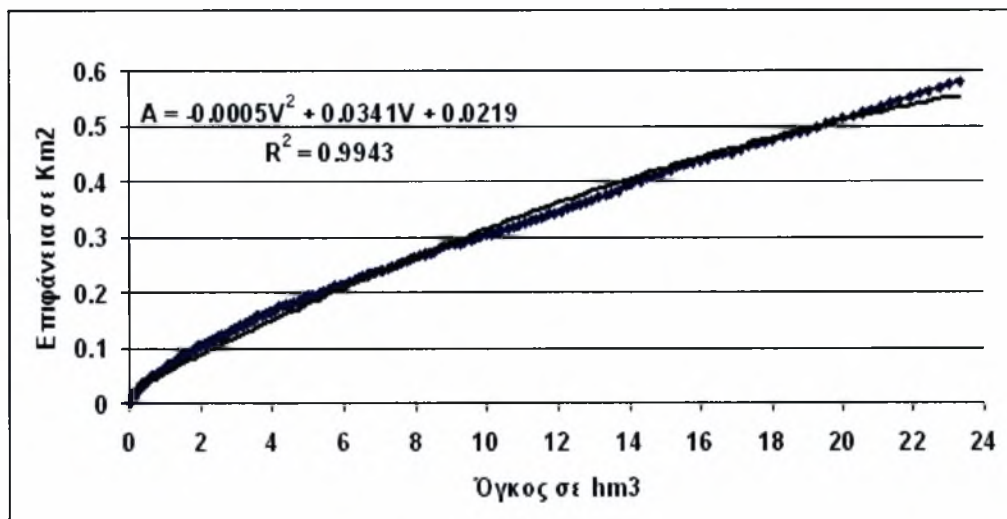
Σχήμα 6.2.4 Καμπύλη Όγκου – Υψόμετρου Ταμιευτήρα Κλινοβός

Για τον υπολογισμό λοιπόν των απωλειών χρησιμοποιούμε την εξίσωση 6.2.1 με την εξατμισμό EVP_i να προκύπτει από την εξατμισοδιαπνοή προσαυξημένη κατά 30%, την υετόπτωση P_i να προκύπτει από τη απλή μέθοδο της Βροχοβαθμίδας, την Q_i να είναι η απορροή, όπως προκύπτει από το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου UTHBAL (Loukas et. al, 2005) και I_i να είναι 14 mm σταθερή για κάθε μήνα. Επίσης βάση της σχέσης επιφάνειας – υψόμετρου ταμιευτήρα: $A = 4E-05*Y^2 - 0.0103*Y + 0,7182$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6.2.5 Καμπύλη Επιφάνειας - Υψομέτρου Ταμιευτήρα Κλινοβός

Και χρησιμοποιώντας τη προαναφερθείσα σχέση όγκου – υψομέτρου ταμιευτήρα καταλήγουμε στη σχέση επιφάνειας – όγκου: $A = -0,0005*V^2 + 0,0341*V + 0,0219$ όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.2.6, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο προσομοίωσης του ταμιευτήρα.



Σχήμα 6.2.6 Καμπύλη επιφάνειας - Όγκου Ταμιευτήρα Κλινοβός

Στον πίνακα 6.2.2 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Μαυρομάτη. Στον πίνακα 6.2.3 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Κλινοβού.

Ομοίως με τις λεκάνες απορροής υπολογίστηκε η μέση μηνιαία θερμοκρασία, για το μέσο υψόμετρο των 845,3 m του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη και του μέσου

υψόμετρου των 217,5 m για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού, από την μέση μηνιαία θερμοκρασία των ταμιευτήρων του Μαυρομάτη και του Κλινοβού χρησιμοποιώντας την μέθοδο της θερμοβαθμίδας η οποία παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Στον πίνακα 6.2.4 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στη επιφάνεια του ταμιευτήρα Μαυρομάτη. Στον πίνακα 6.2.5 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στη επιφάνεια του ταμιευτήρα Κλινοβού

Τα δεδομένα της θερμοκρασίας των πινάκων (6.2.4) και (6.2.5) χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της μηνιαίας εξάτμισης EVP με την βοήθεια της μεθόδου Thorthwaite που περιγράφεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$E_p = 16 \cdot \left(\frac{l_1}{12}\right) \cdot \left(\frac{N}{30}\right) \cdot \left(\frac{10 \cdot T_a}{I}\right)^{\alpha_1} \quad (6.2.4)$$

όπου, T_a = η μέση μηνιαία θερμοκρασία της λεκάνης απορροής, σε °C

N = ο αριθμός των ημερών του μήνα

l_1 = οι πραγματικές ώρες της ημέρας, σε hr και

α_1 = είναι συντελεστής και δίνεται από την επόμενη σχέση

$$\alpha = 0.000000675I^3 - 0.000077I^2 + 0.01792I + 0.49239 \quad (6.2.5)$$

όπου, I = ο δείκτης θερμότητας, που αποτελεί το άθροισμα των 12 μηνιαίων τιμών του δείκτη (i) και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$i = \left(\frac{T_a}{5}\right)^{1.514} \quad (6.2.6)$$

δηλαδή,

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{T_n}{5}\right)^{1.514} \quad (6.2.7)$$

όπου, T_n = η κανονική θερμοκρασία κάθε μήνα

$$EVP = 1,3 \cdot E_p \quad (6.2.8)$$

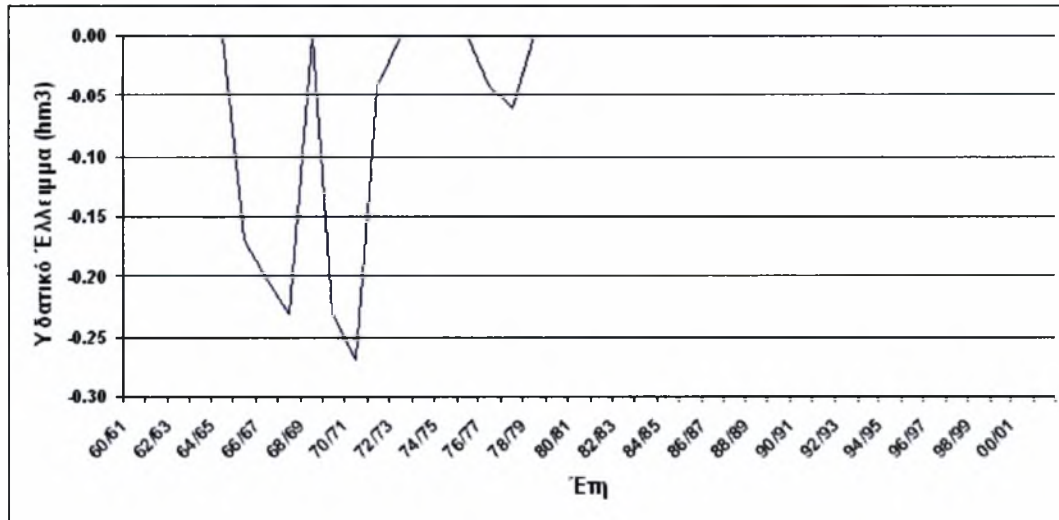
όπου EVP είναι η εξάτμιση στην επιφάνεια των ταμιευτήρων του Μαυρομάτη και του Κλινοβού. Οι υπολογισμένες τιμές της μηνιαίας εξάτμισης των ταμιευτήρων με την μέθοδο *Thrnthwaite* παρουσιάζονται στους πίνακες 6.2.6 και 6.2.7 του Παραρτήματος 6.

Τα υπολογισμένα δεδομένα βροχόπτωσης και εξάτμισης των ταμιευτήρων για να μετατραπούν σε όγκο νερού πρέπει να πολλαπλασιαστούν με την ελεύθερη επιφάνεια του αποθηκευμένου νερού στον ταμιευτήρα. Η ελεύθερη επιφάνεια των ταμιευτήρων μεταβάλλεται από μήνα σε μήνα λόγω της αποθήκευσης και των απολήψεων από τους ταμιευτήρες. Η συνολική απώλεια ενός ταμιευτήρα υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

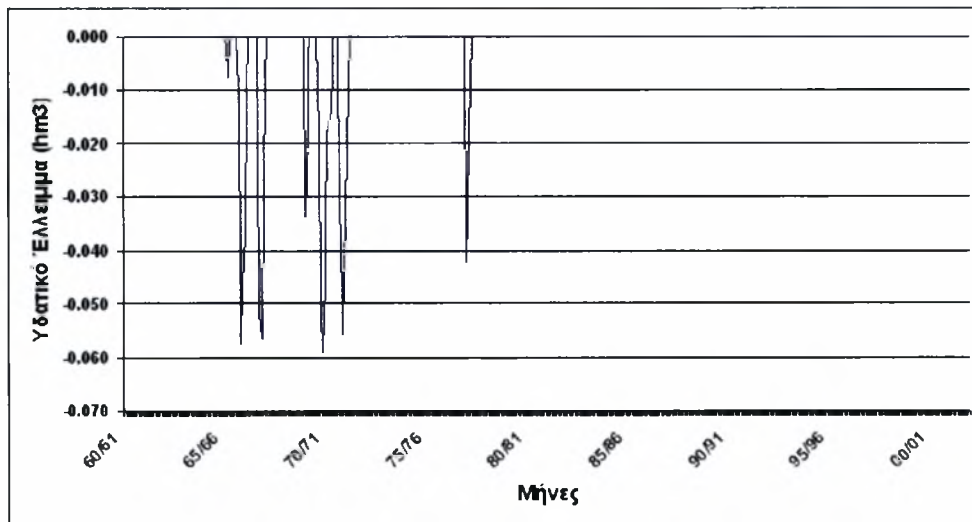
$$E_{total} = EVP - P_{res} + Q_{res} + I_{res} \quad (6.2.9)$$

όπου, E_{total} είναι οι συνολικές απώλειες σε mm, EVP είναι η εξάτμιση στην επιφάνεια του ταμιευτήρα από τη εξίσωση 6.2.8 σε mm, P_{res} είναι η βροχόπτωση στην επιφάνεια του ταμιευτήρα σε mm, Q_{res} είναι η επιφανειακή απορροή στον ταμιευτήρα σε mm και I_{res} είναι οι υπόγειες διαφυγές του ταμιευτήρα.

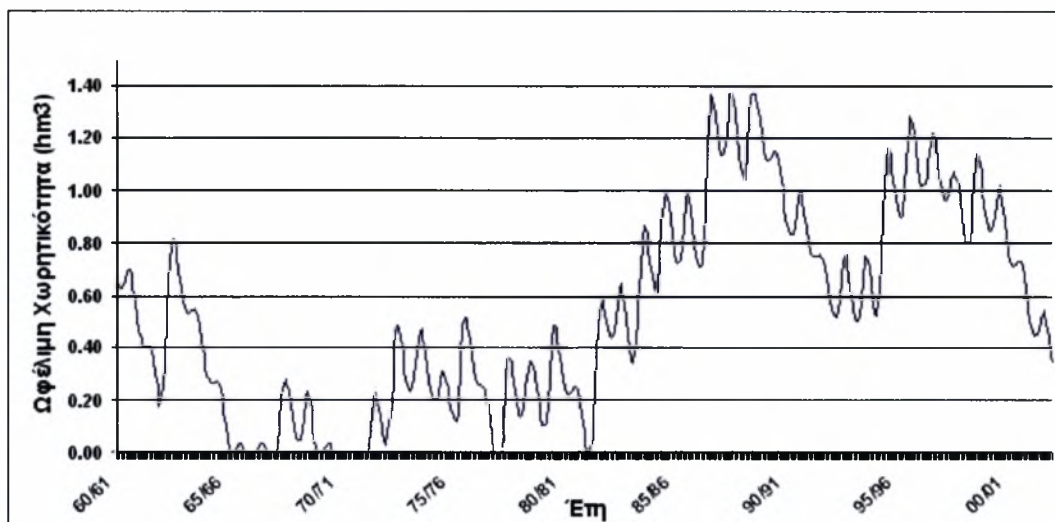
Για τον σχεδιασμό των ταμιευτήρων, το μέγεθος της επιθυμητής απόληψης (A_{real}) και της αποθήκευσης του νερού (V_{real}) για κάθε μήνα καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας των ταμιευτήρων καθώς και τον αριθμό των αστοχιών (μη κάλυψη απαιτήσεων σε νερό) σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Στην προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη θεωρήθηκε ότι η επιθυμητή συνολική απόληψη νερού, για την κάλυψη: α) των υδρευτικών αναγκών των δημοτικών διαμερισμάτων της Σούρπης και β) της τουριστικής ζήτησης ισο-κατανέμεται σε όλο το υδρολογικό έτος, Οκτώβριος – Σεπτέμβριος κάθε έτους. Ομοίως στην προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη θεωρήθηκε ότι η επιθυμητή απόληψη νερού από τον ταμιευτήρα του Κλινοβού ισο-κατανέμεται σε όλο το υδρολογικό έτος για την κάλυψη της ζήτησης των καλλιεργειών του κάμπου.



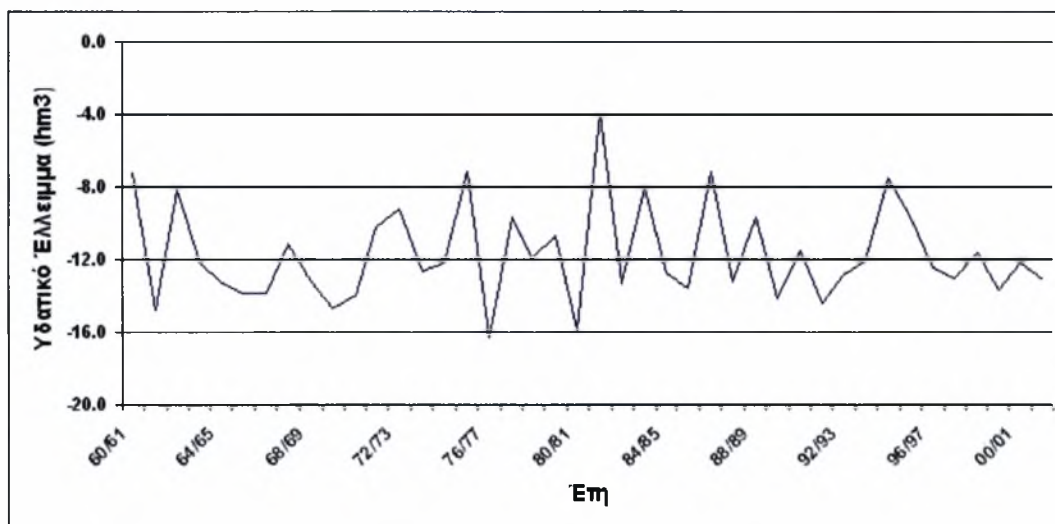
Σχήμα 6.2.7 Ετήσιο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Μαυρομάτη



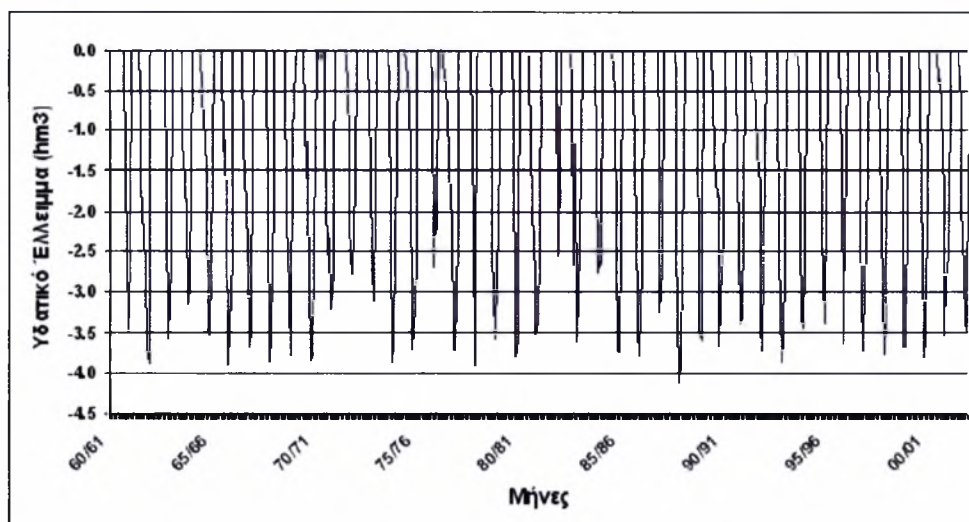
Σχήμα 6.2.8 Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Μαυρομάτη



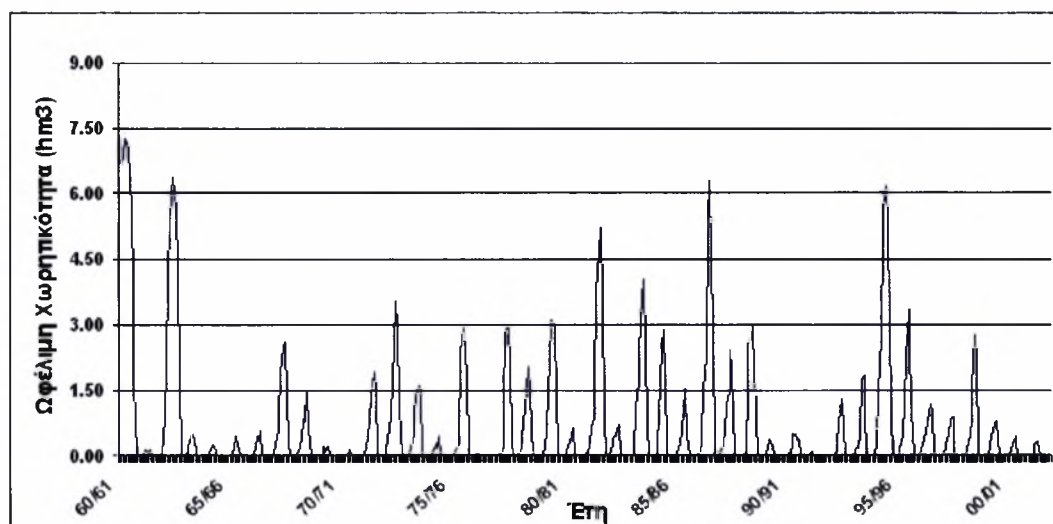
Σχήμα 6.2.9 Μηνιαία κατανομή όγκων (V_{real}) του ταμιευτήρα Μαυρομάτη



Σχήμα 6.2.10 Ετήσιο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Κλινοβού

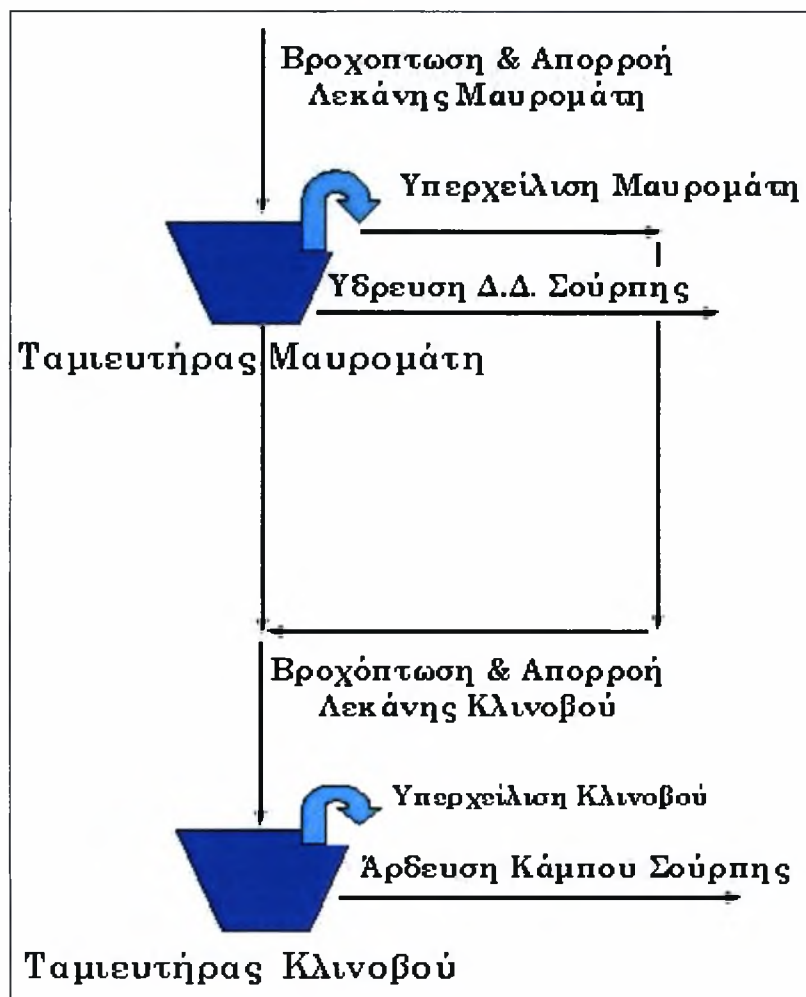


Σχήμα 6.2.11 Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Κλινοβού

Σχήμα 6.2.12 Μηνιαία κατανομή όγκων (V_{real}) του ταμιευτήρα Κλινοβού

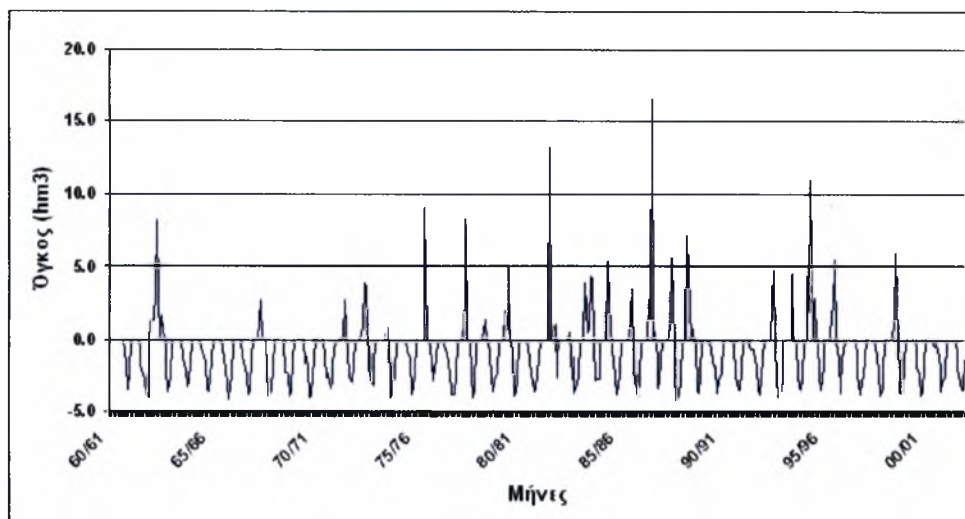
Για την προσομοίωση λειτουργίας του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη οι εισροές στον ταμιευτήρα είναι από την λεκάνη του και επιλέχθηκε ως κριτήριο η κάλυψη όλων των απαιτούμενων απολήψεων νερού, ενώ για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού, ο οποίος είναι κατάντη του Μαυρομάτη, οι εισροές στον ταμιευτήρα είναι από τη λεκάνη του και από τις υπερχειλίσεις του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη και επιλέχθηκε ως κριτήριο η κάλυψη των απαιτούμενων απολήψεων νερού ανάλογα με τα διαθέσιμα του ταμιευτήρα, δηλαδή για τον μήνα που οι επιθυμητές απολήψεις είναι μεγαλύτερες από τα διαθέσιμα του ταμιευτήρα, γι' αυτόν τον μήνα παίρνουμε όσο

νερό έχει ταμιευτήρα. Παρακάτω φαίνεται σχηματικά η λειτουργία του συστήματος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού.



Σχήμα 6.2.13 Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού

Για την προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα των τιμών της μηνιαίας απόληψης για τον Μαυρομάτη και τον Κλινοβό συν το άθροισμα των σταθερών τιμών των μηνιαίων διαφυγών για τον Μαυρομάτη και τον Κλινοβό μείον την συνολική ζήτηση της λεκάνης Σούρπης. Όλες οι ανωτέρω τιμές αναφέρονται σε hm^3 . Αποτέλεσμα της ανωτέρω διαδικασίας είναι η ακόλουθη σχηματική παράσταση η οποία παρουσιάζει τις μηνιαίες τιμές του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης Σούρπης για 42 χρόνια προσομοίωσης. Στον πίνακα 6.2.7 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές της υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης.



Σχήμα 6.2.14 Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο λεκάνης απορροής Σούρπης

6.3 Αποτελέσματα Προσδιοριστικής Προσομοίωσης του Συστήματος των Ταμιευτήρων

Σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές σχεδιασμού η συνολική χωρητικότητα του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη ($1,48 \text{ hm}^3$) αντιστοιχεί σε υψόμετρο ελεύθερης στάθμης υπερχειλίσσης ίση με $856,5 \text{ m}$ και επιφάνεια καθρέπτη ίση με $0,087 \text{ Km}^2$. Το υψόμετρο εδάφους στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος είναι 808 m και έτσι το ύψος του φράγματος μέχρι τη στάθμη υπερχειλίσσης είναι:

$$856,5 \text{ m} - 808 \text{ m} = 48,5 \text{ m}$$

Στο ύψος αυτό του φράγματος θα πρέπει να προστεθεί και ένα ελεύθερο ύψος ασφαλείας (free board), το οποίο για τα χωμάτινα φράγματα είναι τουλάχιστον $2,5 \text{ m}$. Έτσι προκύπτει ότι **η στάθμη (υψόμετρο) της στέψης του φράγματος είναι 859 m και το συνολικό ύψος φράγματος περίπου 51 m**

Ομοίως σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές σχεδιασμού η συνολική χωρητικότητα του ταμιευτήρα του Κλινοβού ($15,79 \text{ hm}^3$) αντιστοιχεί σε υψόμετρο ελεύθερης στάθμης υπερχειλίσσης ίσης με $244,8 \text{ m}$ και επιφάνεια καθρέπτη ίση με $0,426 \text{ Km}^2$. Το υψόμετρο εδάφους στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος είναι 132 m και έτσι το ύψος του φράγματος μέχρι τη στάθμη υπερχειλίσσης είναι:

$$244,8 \text{ m} - 132 \text{ m} = 112,8 \text{ m}$$

Στο ύψος αυτό του φράγματος θα πρέπει να προστεθεί και ένα ελεύθερο ύψος ασφαλείας (free board), το οποίο για τα χωμάτινα φράγματα είναι τουλάχιστον $2,5 \text{ m}$.



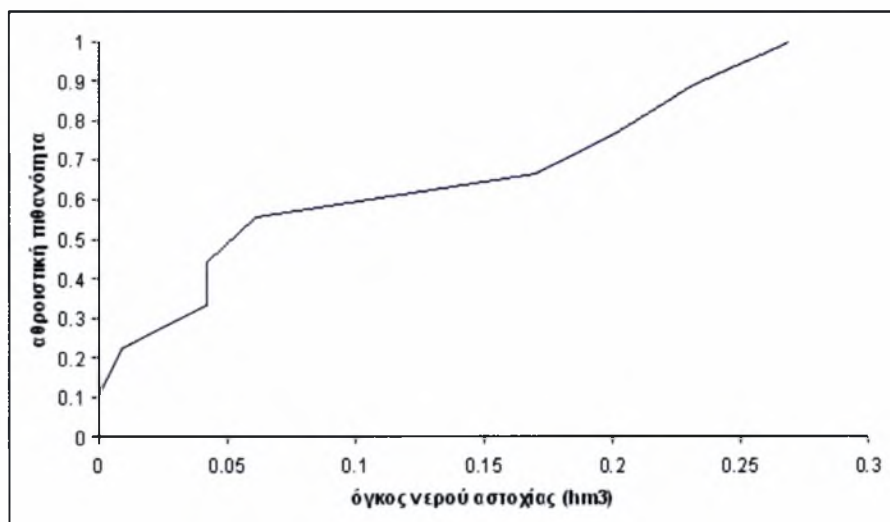
Έτσι προκύπτει ότι η στάθμη (υψόμετρο) της στέψης του φράγματος είναι περίπου 247,5 m και το συνολικό ύψος φράγματος περίπου 115,5 m

Τα αποτελέσματα που τελικά προέκυψαν έχουν πολύ ενδιαφέρον και αποτυπώνουν τις δυνατότητες της λεκάνης απορροής Σούρπης από άποψη διαχείρισης υδατικών πόρων. Αυτά τα στοιχεία που εκτιμήθηκαν σ' αυτό το κεφάλαιο της παρούσας εργασίας είναι: α) της προσδιοριστικής προσομοίωσης του συστήματος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού και β) της προσδιοριστικής προσομοίωσης του ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης, για 42 έτη παρατήρησης.

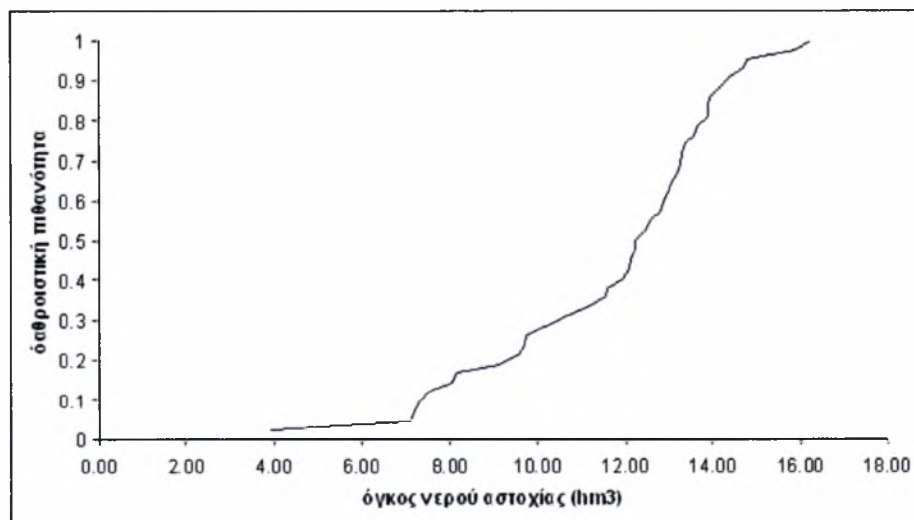
Από τις ενέργειες που ακολουθήθηκαν των ανωτέρω προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 6.4.1. Αριθμοί μηνιαίων αστοχιών των ταμιευτήρων μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτης	6	6	4	1	1	0	0	0	4	4	4	6	9
Κλινοβός	7	1	0	3	2	12	17	29	36	41	42	42	42



Σχήμα 6.4.1. Καμπύλη ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Μαυρομάτη, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

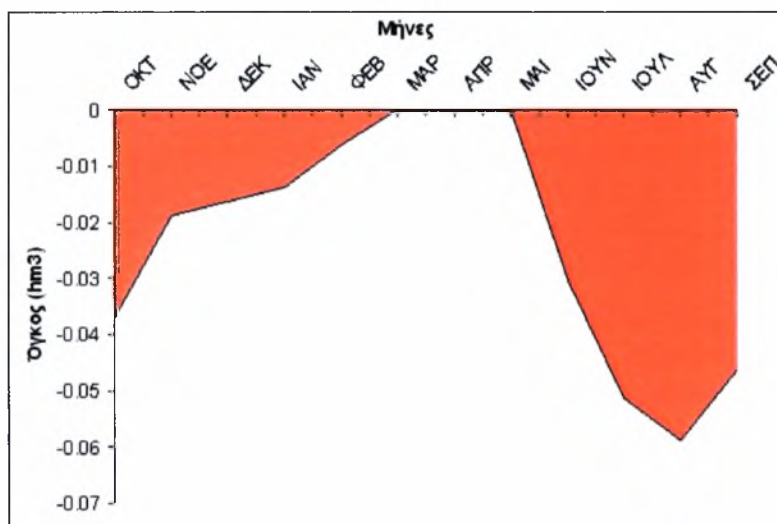


Σχήμα 6.4.2. Καμπύλη ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Κλινοβού, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

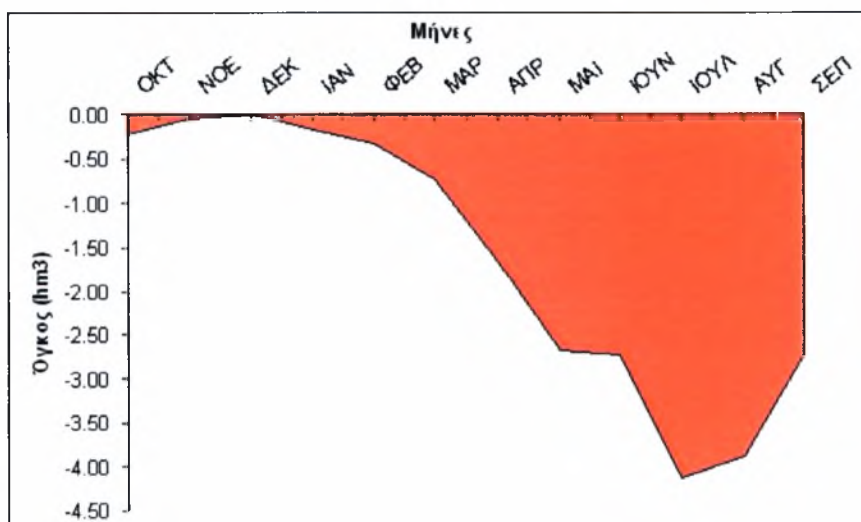


Πίνακας 6.4.2. Όγκοι νερού της μηνιαίας αστοχίας των ταμιευτήρων για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτης	-0.037	-0.019	-0.016	-0.014	-0.006	0.000	0.000	0.000	-0.030	-0.052	-0.059	-0.046	-0.269
Κλινοβός	-0.23	-0.06	0.00	-0.17	-0.35	-0.74	-1.66	-2.67	-2.73	-4.13	-3.89	-2.72	-16.28



Σχήμα 6.4.3. Μέγιστοι όγκοι νερού της μηνιαίας αστοχίας του ταμιευτήρα Μαυρομάτη για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

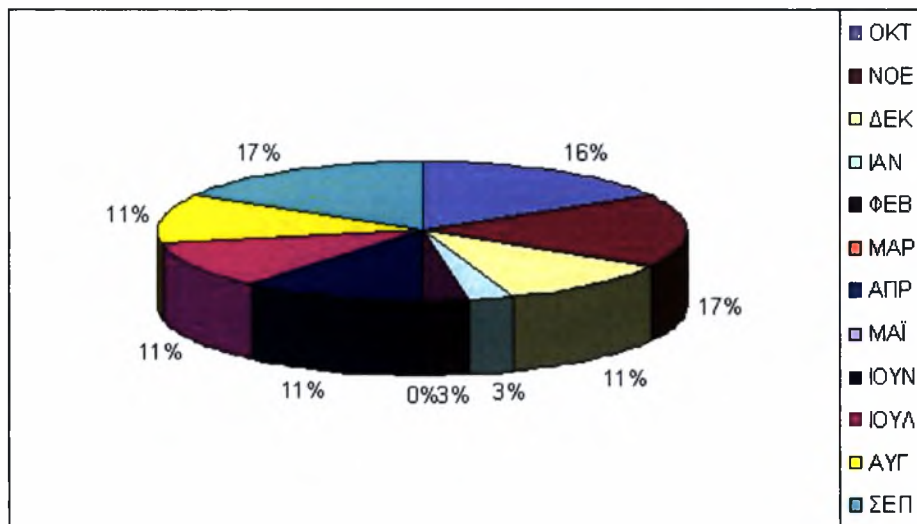


Σχήμα 6.4.4. Μέγιστοι όγκοι νερού της μηνιαίας αστοχίας του ταμιευτήρα Κλινοβού για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

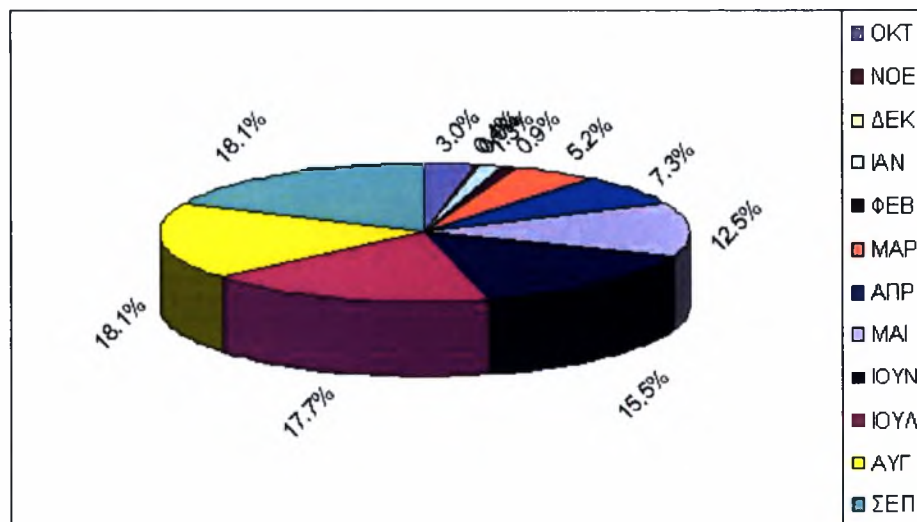


Πίνακας 6.4.3. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών των ταμιευτήρων για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

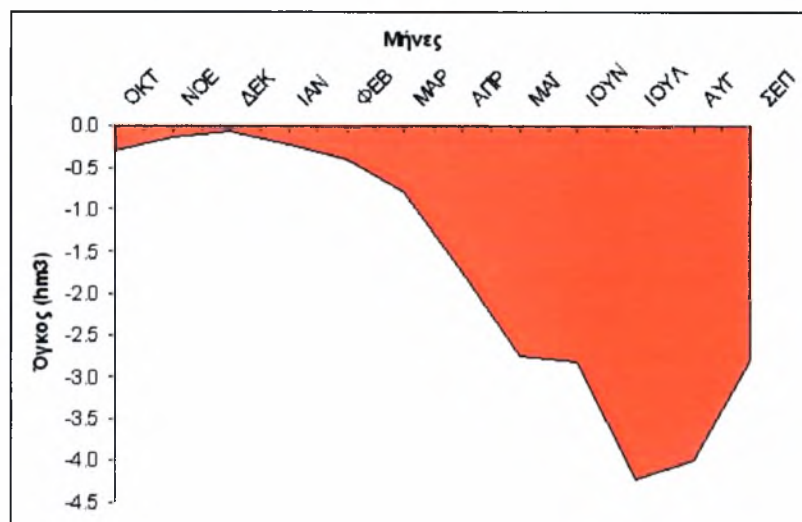
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτης	14.29	14.29	9.52	2.38	2.38	0.00	0.00	0.00	9.52	9.52	9.52	14.29	21.43
Κλινοβός	16.67	2.38	0.00	7.14	4.76	28.57	40.48	69.05	85.71	97.62	100.00	100.00	100.00



Σχήμα 6.4.5. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών του Μαυρομάτη, για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

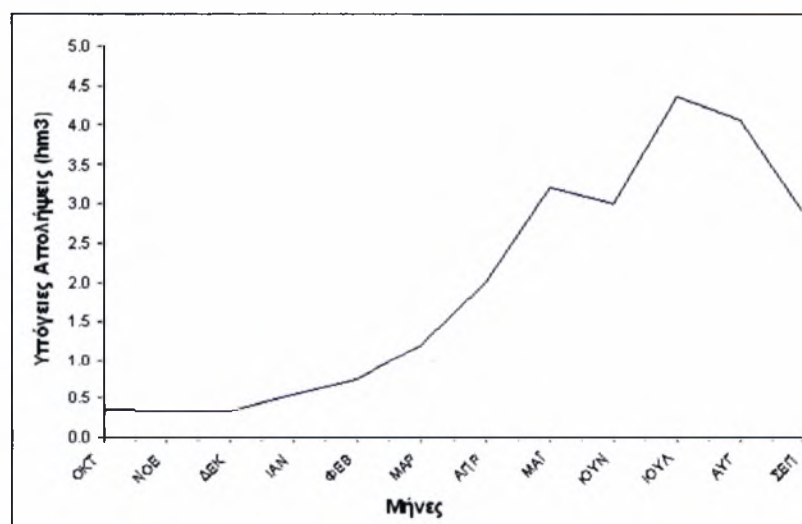


Σχήμα 6.4.6. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών του Κλινοβού, για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης



Σχήμα 6.4.7. Μέγιστοι ελλειμματικοί όγκοι νερού του ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρπης, για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης

Στον πίνακα 6.2.8 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές των υδατικών αναγκών (αντλήσεις) της λεκάνης απορροής Σούρπης, ενώ στο σχήμα 6.4.8 παρουσιάζεται η καμπύλη των μέγιστων μηνιαίων τιμών απολήψεων από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα για 42 έτη παρατήρησης.



Σχήμα 6.4.8. Μέγιστες μηνιαίες υπόγειες απολήψεις της λεκάνης απορροής Σούρπης

Τα αποτελέσματα που μπορούν να εξαχθούν από την παρατήρηση των ανωτέρω, μετά από 42 έτη προσδιοριστικών προσομοιώσεων, είναι τα εξής:

1. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη σε ετήσια βάση έχουμε 9 αστοχίες, οι οποίες αντιστοιχούν σε ποσοστό 21,43%, ενώ για τον ταμιευτήρα Κλινοβού σε ετήσια βάση έχουμε 42 αστοχίες, οι οποίες αντιστοιχούν σε ποσοστό 100%. Δηλαδή στα 42 έτη ο ταμιευτήρας Μαυρομάτη θα αστοχήσει 9 φορές, ενώ ο ταμιευτήρας Κλινοβού θα αστοχήσει 42 (όλα τα έτη).
2. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη ο αριθμός μηνιαίων των αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 – 6, για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 0 – 6. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού ο αριθμός των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 – 17, για 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 29 – 42.
3. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη τα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0% - 14,29%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 0% - 14,29%. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού τα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0% - 40,48%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 69,05% - 100%.
4. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη οι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 hm³ – 0,037 hm³, ενώ οι αντίστοιχοι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 0 hm³ – 0,059 hm³. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού οι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 hm³ – 1,66 hm³, ενώ οι αντίστοιχοι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 2,67 hm³ – 4,13 hm³.

5. Για τον ταμιευτήρα του Μαυρομάτη σε ετήσια βάση, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης, το μέγιστο έλλειμμα είναι $0,269 \text{ hm}^3$, ενώ Για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού σε ετήσια βάση, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης, το μέγιστο έλλειμμα είναι $16,28 \text{ hm}^3$.
6. Από την καμπύλη της ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Μαυρομάτη παρατηρείται ότι αυτή ακολουθεί μια λογαριθμική κατανομή, ενώ από την καμπύλη της ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Κλινοβού παρατηρείται ότι αυτή ακολουθεί μια πολυωνυμική κατανομή.
7. Για την περίπτωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης το μέγιστο ετήσιο έλλειμμα, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης, είναι $20,32 \text{ hm}^3$. Αυτή η ποσότητα του ελλείμματος κατανέμεται, για την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος, μεταξύ $0,081 \text{ hm}^3 - 1,736 \text{ hm}^3$, ενώ για την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος, μεταξύ $2,754 \text{ hm}^3 - 4,234 \text{ hm}^3$.

Από τη σύγκριση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής σύμφωνα με την επικρατούσα, σημερινή κατάσταση όπου η κάλυψη των υδατικών αναγκών γίνεται εξ' ολοκλήρου από την άντληση νερού από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, με την κατάσταση σχεδιασμού του συστήματος των ταμιευτήρων φαίνεται ότι το ελάχιστο ετήσιο όφελος είναι $1,29 \text{ hm}^3$ και το μέγιστο ετήσιο όφελος είναι $9,72 \text{ hm}^3$.

Από τα ανωτέρω αποτελέσματα το πρώτο και πολύ σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι το σύστημα των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά για την κάλυψη όλων των υδατικών αναγκών για τους οποίους σχεδιάστηκε. Αναλυτικότερα μπορούμε να πούμε ότι ο ταμιευτήρας του Μαυρομάτη είναι ικανός να καλύψει τις υδρευτικές ανάγκες για τις οποίες σχεδιάστηκε, ενώ ο ταμιευτήρας του Κλινοβού δεν μπορεί να καλύψει τις αρδευτικές ανάγκες για τις οποίες σχεδιάστηκε.

Με την λειτουργία του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη καθίσταται σαφές ότι είναι εφικτή: α) η υδροδότηση όλων των δημοτικών διαμερισμάτων και β) η υπάρχουσα τουριστική ζήτηση του Δήμου Σούρπης με αποτέλεσμα την παύση λειτουργίας των 6 υδροδοτικών γεωτρήσεων που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη της ύδρευσης του Δήμου.

Με τη λειτουργία του αρδευτικού ταμιευτήρα στον Κλινοβό διαπιστώθηκε ότι σε ετήσια βάση καλύπτεται περίπου το $\frac{1}{4}$ της ζήτησης των καλλιεργειών του κάμπου της



Σούρπης. Έτσι, σε ετήσια βάση με την λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού απαιτείται, κατά μέσο όρο, άντληση ποσότητας νερού από τον υδροφορέα ίση με τα $\frac{3}{4}$ της ποσότητας που αντλείται σήμερα (Σχήμα 6.4.). Συμπερασματικά, η δημιουργία του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη παρουσιάζεται βιώσιμη. Αντίθετα η κατασκευή του ταμιευτήρα του Κλινοβού κρίνεται προβληματική διότι δεν καλύπτεται επαρκώς η αρδευτική ζήτηση των καλλιεργειών. Παρόλα αυτά η δημιουργία του φράγματος του Κλινοβού βοηθά στην κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης με αποτέλεσμα την επικουρική αναβάθμιση του υδροφορέα της περιοχής, ο οποίος είναι υποβαθμισμένος τόσο σε ποσότητα όσο και σε ποιότητα. Ο υδροφορέας της λεκάνης αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα λόγω της υπεράντλησης, όπως υφαλμύριση και νιτρορύπανση.

Όσον αφορά το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής της λεκάνης Σούρπης παρουσιάζεται να είναι πάντα ελλειμματικό, αλλά με τη λειτουργία του συστήματος των ταμιευτήρων, οι οποίοι καλύπτουν μέρους των συνολικών ζητήσεων της λεκάνης, είναι εμφανές ότι παρατηρείται μια «ανακούφιση» του υπόγειου υδροφορέα. Στη συνέχεια γίνεται μια συγκριτική ανάλυση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης μεταξύ της σημερινής κατάστασης, όπου η κάλυψη της συνολικής ζήτησης γίνεται από υπόγεια ύδατα με την κατάσταση σχεδιασμού της λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων.

6.4.2 Αποτελέσματα Προσδιοριστικής Προσομοίωσης του Υδατικού Ισοζυγίου της Λεκάνης απορροής Σούρπης

Για την προσδιοριστική προσομοίωση ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης χρησιμοποιήθηκαν: α) οι μηνιαίες τιμές των ανανεώσιμων διαθέσιμων του υπόγειου υδροφορέα από το μοντέλο UTHBAL της λεκάνης απορροής Σούρπης (R_g) που θεωρείται ότι δεν επικοινωνεί με γειτονικούς υπόγειους υδροφορείς, β) οι μηνιαίες τιμές του υπόγειου δυναμικού που αντιστοιχούν σε σταθερές τιμές υπόγειων διαφυγών στους ταμιευτήρες Μαυρομάτη και Κλινοβού, γ) οι μηνιαίες τιμές του επιφανειακού δυναμικού που αντιστοιχούν στις μηνιαίες τιμές των πραγματικών διαθέσιμων των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού και δ) οι μηνιαίες τιμές της συνολικής ζήτησης της λεκάνης της Σούρπης. Οι μηνιαίες τιμές της προσδιοριστικής προσομοίωσης του ισοζυγίου της λεκάνης Σούρπης, υπολογίζονται από το άθροισμα των ανανεώσιμων του υδροφορέα της λεκάνης Σούρπης συν το υπόγειο δυναμικό, υπόγειες διαφυγές, των ταμιευτήρων συν το επιφανειακό δυναμικό, πραγματικά διαθέσιμα, των ταμιευτήρων μείον τη συνολική ζήτηση της λεκάνης Σούρπης. Στο παράρτημα 6 παρουσιάζεται ο ανάλογος πίνακας υπολογισμών.

6.5 Συγκριτική Ανάλυση Υδατικού Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης Μεταξύ της Σημερινής κατάστασης και της Κατάστασης Λειτουργίας των Ταμιευτήρων

Μετά από την ενδελεχή εξέταση της λεκάνης απορροής Σούρπης ως προς την διαχείριση των επιφανειακών υδάτων με σκοπό την κάλυψη των υδατικών αναγκών της είμαστε σε θέση να ξέρουμε το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Σούρπης σύμφωνα με την επικρατούσα κατάσταση, κατά την οποία η συνολική κάλυψη των υδατικών αναγκών όλης της λεκάνης γίνεται με την άντληση υπόγειων υδάτων. Η μόνη φόρτιση του υπόγειου υδροφορέα της περιοχής είναι από τα ανανεώσιμα διαθέσιμα της λεκάνης (R_g λεκάνης). Επιπρόσθετα, με τον σχεδιασμό λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων επίσης είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πόσο επιφανειακό νερό μπορούμε να έχουμε διαθέσιμο, που αποτελεί το επιφανειακό δυναμικό, πόσο είναι το νερό που διαφεύγει στις θέσεις των ταμιευτήρων, που αποτελεί το υπόγειο δυναμικό, και σαφώς, από προηγούμενα, γνωρίζουμε τα ανανεώσιμα διαθέσιμα της λεκάνης (R_g λεκάνης).



Χρησιμοποιώντας την διαφορά των υδατικών ισοζυγίων της λεκάνης απορροής Σούρπης στη σημερινή κατάσταση μείον την κατάσταση σχεδιασμού της λειτουργίας των ταμιευτήρων είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε το «κέρδος» σε νερό της λεκάνης Σούρπης και το οποίο δεν είμαστε υποχρεωμένοι να το αντλούμε από τον υπόγειο υδροφόρα. Στην περίπτωση λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων το υδατικό όφελος για τα 42 έτη προσομοίωσης υπολογίζεται να είναι σε ετήσια βάση από $1,29 \text{ hm}^3 - 9,72 \text{ hm}^3$. Στους πίνακες 6.2.8, 6.4.1. και 6.4.2 του Παραρτήματος 6 παρουσιάζονται οι μηνιαίες τιμές υδατικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρπης με το σύστημα ταμιευτήρων, οι μηνιαίες τιμές υδατικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρπης σύμφωνα την σημερινή κατάσταση και οι μηνιαίες τιμές οφέλους από την εφαρμογή του συστήματος των ταμιευτήρων.

Πίνακας 6.5.1. Υδατικό όφελος υδατικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρπης, μετά από 42 έτη προσδιοριστικής προσομοίωσης λειτουργίας των ταμιευτήρων

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Ελάχιστο (hm^3)	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.12	0.09	0.10	0.07	0.02	0.01	1.29
Μέγιστο (hm^3)	0.19	0.27	0.26	0.47	0.67	1.04	1.86	2.60	2.79	3.27	1.12	0.61	9.72

Σ' αυτήν την περίπτωση βοηθούμε την «ανακούφιση» του υπόγειου υδροφόρα, μ' αποτέλεσμα την βαθμιαία αντιστροφή της κατάπτωσης του υπόγειου υδροφόρα που παρατηρείται στη επικρατούσα κατάσταση και η οποία έχει ως συνέπεια την υφαλμύρωση, αλμυρή σφήνα των υπόγειων υδάτων το σημείο εξόδου της λεκάνης (όρμος Σούρπης).

Έτσι, η λειτουργία του συστήματος των ταμιευτήρων, βαθμιαία, θα έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρα, μ' αποτέλεσμα την βαθμιαία αντιστροφή του φαινομένου της υφαλμύρωσης στην περιοχή Στόμιο Σούρπης.

Κεφάλαιο 7^ο

7. Στοχαστική Προσομοίωση του Υδατικού Συστήματος της Υδρολογικής Λεκάνης Σούρπης

7.1 Η Μέθοδος Monte Carlo ή Μέθοδος τυχαίων Αριθμών

Η μέθοδος Monte Carlo αποτελεί στην ουσία την πλήρη προσομοίωση ενός συστήματος. Κάθε μέγεθος σε αυτήν καθορίζεται αυστηρά στα δεδομένα ή υπολογίζεται από συγκεκριμένους τύπους μέσα σε αυτήν. Σε κάθε επίλυση της μεθόδου έχουμε την ακριβή τιμή κάθε μεγέθους που σχετίζεται με το σύστημα καθώς επιλύονται όλες οι εξισώσεις που το διέπουν. Αυτό αποτελεί και το πιο ισχυρό πλεονέκτημα της.

Η μέθοδος Monte Carlo εφαρμόζεται σε καταστάσεις πολύπλοκες όπου η εφαρμογή αναλυτικών μεθόδων ή άλλων αριθμητικών προσεγγίσεων είναι ανεπαρκής. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται συχνά κατά τον υπολογισμό πολλαπλών ολοκληρωμάτων ή κατά την προσομοίωση ενός φυσικού φαινομένου από κάποιο μαθηματικό πρότυπο. Η μέθοδος αυτή συνίσταται στο ότι, αντί να γίνει αναλυτική ή αριθμητική επίλυση του προβλήματος, γίνεται ο υπολογισμός ενός σχετικά μεγάλου αριθμού περιπτώσεων του, από τις οποίες, με στατιστικές μεθόδους, εξάγονται γενικότερα συμπεράσματα.

Στα επόμενα δίνουμε την αρχή της μεθόδου και ορισμένες απλές εφαρμογές σαν εισαγωγή σε ένα κεφάλαιο εφαρμοσμένων μαθηματικών. Έστω ότι μία (συνεχής) τυχαία μεταβλητή, x με τιμές στο διάστημα $0 \leq x \leq 1$ ακολουθεί την κατανομή

$$dP(x) = p(x)dx \quad (7.1.1)$$

τότε αν $f(x)$ είναι μια (αλγεβρική) συνάρτηση του x , η αναμενόμενη (μέση) τιμή $E[f(x)]$ της $f(x)$ θα είναι:

$$E[f(x)] = \int_0^1 f(x) dP(x) = \int_0^1 f(x) p(x) dx \quad (7.1.2)$$

Κατά συνέπεια αν ληφθεί ένα δείγμα N μετρήσεων x_1, x_2, \dots, x_N που να ακολουθεί (με διακυμάνσεις στατιστικές) την κατανομή $p(x)$, (οπότε λέμε ότι έχουμε ένα «τυχαίο» δείγμα) η $E[f(x)]$ να μπορεί να εκτιμηθεί από την σχέση:

$$\langle f(x) \rangle = \sum_{i=1}^k f(x_i) \cdot (n_i/N) = \sum_{i=1}^N f(x_i)/N \quad (7.1.3)$$

όπου n_1, n_2, \dots, n_k , ($n_1 + n_2 + \dots + n_k = N$) οι συχνότητες που εμφανίζεται η τιμή x_i (οπότε n_i/N περίπου οι αντίστοιχες πιθανότητες). Όπως και για τη μέση τιμή x , αποδεικνύεται ότι, η $\langle f(x) \rangle$ θεωρούμενη ως στατιστική συνάρτηση ακολουθεί για μεγάλα δείγματα (μεγάλες τιμές του N) κανονική κατανομή με μέση τιμή $E[f(x)]$ και διασπορά $\sigma^2(\langle f(x) \rangle)$.

$$\begin{aligned} \sigma^2(\langle f(x) \rangle) &= \frac{1}{N} \left[\frac{\sum [f(x_i)]^2}{N-1} - \frac{N}{N-1} [\langle f(x) \rangle]^2 \right] = \\ &= \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N [f(x_i) - \langle f(x) \rangle]^2 \end{aligned} \quad (7.1.4)$$

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η τιμή οποιουδήποτε ολοκληρώματος της μορφής (7.1.2), μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά από ένα δείγμα N τιμών x_1, x_2, \dots, x_N που να ακολουθούν την κατανομή $p(x)$.

7.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Monte Carlo

Εκτός από την ιστορική προσδιοριστική προσομοίωση λειτουργίας για τους ταμιευτήρες Μαυρομάτη και Κλινοβού και του ισοζυγίου της λεκάνη απορροής Σούρπης πραγματοποιήθηκε και στοχαστική προσομοίωση του υδατικού συστήματος της υδρολογικής λεκάνης της Σούρπης. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Monte Carlo για την ετήσια στοχαστική προσομοίωση του υδατικού συστήματος για 5.000 επαναλήψεις. Η στοχαστική αυτή προσομοίωση αντιστοιχεί σε 5.000 έτη προσομοίωσης. Για την επίτευξη αυτής της προσομοίωσης απαιτήθηκε η προσομοίωση της μηνιαίας υετόπτωσης και της μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής ώστε να παραχθεί η μηνιαία απορροή από το μοντέλο UTHBAL. Επίσης στο μοντέλο λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού απαραίτητη ήταν η προσομοίωση του όγκου του που βρίσκεται αποταμιευμένο στους ταμιευτήρες στην έναρξη του υδρολογικού έτους, δηλαδή ουσιαστικά της τελευταίας ημέρας του Σεπτεμβρίου.

Με την χρήση της μεθόδου Monte Carlo, ουσιαστικά, δημιουργήθηκαν δεδομένα υετόπτωσης και θερμοκρασίας τα οποία θεωρείται ότι ακολουθούν τη

πιθανοθεωρητική κατανομή των ιστορικών τιμών για τα 42 χρόνια (1960-2002). Συνεπώς, καταρχήν πρέπει να προσδιοριστούν οι κατανομές της υετόπτωσης και της θερμοκρασίας των 42 ιστορικών ετών. Για την περίπτωση της εξατμισοδιαπνοής δεν είναι αναγκαία η εύρεση της κατανομής της αφού σύμφωνα με την μέθοδο Thornthwaite προσδιορίζεται από την θερμοκρασία, οπότε αλλάζει για κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας.

7.3 Εύρεση της Κατανομής Πιθανότητας της Υετόπτωσης των Λεκανών Απορροής

Χρησιμοποιήθηκαν η τιμές της μέσης επιφανειακής μηνιαίας υετόπτωσης για τα 42 χρόνια της περιόδου Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002, για την λεκάνη της Σούρπης, την λεκάνη του Μαυρομάτη και την λεκάνη του Κλινοβού όπως αυτές προέκυψαν από την χρήση της μεθόδου της υετοβαθμίδας. Αρχικά έγινε σύνδεση της μέσης επιφανειακής ετήσιας υετόπτωσης της λεκάνης της Σούρπης, η οποία επιλέχθηκε ως βάση, με την μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση: α) της λεκάνης του Μαυρομάτη και β) της λεκάνης του Κλινοβού. Ουσιαστικά βρέθηκαν οι σχέσεις που συνδέουν τη μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση της λεκάνης του Μαυρομάτη σε σχέση με τη μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση της λεκάνης της Σούρπης και τη μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση της λεκάνης του Κλινοβού σε σχέση με τη μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση της λεκάνης της Σούρπης, με τη χρήση της γραμμικής συσχέτισης. Οι επόμενες δύο σχέσεις παρουσιάζουν τις συσχετίσεις:

$$Y_M = 1,0001 \cdot Y_\Sigma + 129,1 \quad (7.3.1)$$

$$Y_K = 1,0001 \cdot Y_\Sigma + 53,461 \quad (7.3.2)$$

όπου Y_M είναι η υετόπτωση της λεκάνης του Μαυρομάτη, Y_K είναι η υετόπτωση της λεκάνης του Κλινοβού και Y_Σ είναι η υετόπτωση της λεκάνης της Σούρπης.

Αρχικά έγινε η θεώρηση ότι η μέση επιφανειακή ετήσια υετόπτωση της Σούρπης ακολουθεί την Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή. Η Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή είναι απλή αλλά όπως έχει αποδειχθεί σε άλλες

εφαρμογές (Loukas et al., 1996; Loukas et al., 2005) δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα και μπορεί να προσομοιώσει οποιασδήποτε μορφής και τύπου πιθανοθεωρητικές κατανομές. Για την κατανομή αυτή απαιτούνται, η ελάχιστη τιμή, η πιθανότερη τιμή (διάμεσος τιμή) και η μέγιστη τιμή της παραμέτρου. Στη συνέχεια, οι αντίστοιχες μέσες επιφανειακές ετήσιες υετοπτώσεις υπολογίστηκαν με τις σχέσεις των Εξισώσεων 7.3.1 και 7.3.2.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της μηνιαίας υετόπτωσης υπολογίστηκαν τα αθροιστικά υετογραφήματα για κάθε έτος και για καθεμιά από τις τρεις λεκάνες απορροής. Εν συνεχεία δημιουργήθηκε το αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα για κάθε έτος και για καθεμιά από τις τρεις λεκάνες απορροής. Το αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα κάθε έτους προέκυψε από την διαίρεση της μηνιαίας τιμής του αθροιστικού υετογραφήματος με την ετήσια τιμή της υετόπτωσης. Μ' αυτόν τον τρόπο πραγματοποιήθηκε η κατανομή της μέσης επιφανειακής ετήσιας υετόπτωσης των τριών λεκανών απορροής σύμφωνα με το αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα με περιορισμό:

$$0 = P_{OKT} \leq P_{NOE} \leq P_{\Delta EK} \leq \dots \leq P_{\Sigma EI} \leq 1 \quad (7.3.3)$$

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας των αδιάστατων αθροιστικών υετογραφημάτων υπολογίστηκε η ελάχιστη, η μέση και η μέγιστη μηνιαία τιμή, για τα 42 χρόνια των δεδομένων μας, για καθένα αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα. Θεωρήθηκε ότι τα μηνιαία ποσοστά υετού ακολουθούν την Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή αλλά δεν είναι ανεξάρτητα και ακολουθούν τον περιορισμό της Σχέσης 7.3.3.

Για να προσδιοριστεί η μηνιαία τιμή της υετόπτωσης θα πρέπει, αφού βρέθηκε η ετήσια υετόπτωση της λεκάνης της Σούρπης, να πολλαπλασιασθούν οι τιμές του μηνιαίου αθροιστικού ποσοστού που έχει αναπαραχθεί από την Τριγωνική κατανομή με την τυχαία μέση επιφανειακή ετήσια τιμή υετόπτωσης της Σούρπης. Εν συνεχεία γίνεται η αναγωγή σε μηνιαία καμπύλη με την αφαίρεση της υετόπτωσης του προηγούμενου μήνα από τον επόμενο μήνα. Στο Παράρτημα 7 παρατίθενται οι πίνακες των αθροιστικών και αδιάστατων αθροιστικών υδρογραφημάτων της λεκάνης απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη και Κλινοβού.



Ομοίως αναπαράχθηκαν τα μηνιαία ύψη υετόπτωσης της λεκάνης του Μαυρομάτη και του Κλινοβού, χρησιμοποιώντας το ίδιο επίπεδο πιθανότητας με αυτό της μηνιαίας υετόπτωσης της λεκάνης της Σούρπης. Τα μηνιαία ύψη υετόπτωσης αποτελούν δεδομένα εισόδου για τα μοντέλα UTHBAL της λεκάνης της Σούρπης, του Μαυρομάτη και του Κλινοβού.

7.4 Εύρεση Κατανομής Θερμοκρασίας Λεκανών Απορροής

Για την εύρεση της πιθανοθεωρητικής κατανομής της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας των λεκανών απορροής της Σούρπης, του Κλινοβού και του Μαυρομάτη, χρησιμοποιήθηκαν η τιμές της μηνιαίας θερμοκρασίας για τα 42 χρόνια της περιόδου Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002. Εν συνεχεία έγινε σύνδεση των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας της λεκάνης της Σούρπης, η οποία επιλέχθηκε ως βάση με: α) τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης του Μαυρομάτη και β) τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης του Κλινοβού, με τη χρήση της γραμμικής παλινδρόμησης. Έτσι προέκυψαν 12 σχέσεις που συνδέουν τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης του Μαυρομάτη με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης της Σούρπης και 12 σχέσεις που συνδέουν τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης του Κλινοβού με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης της Σούρπης και παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.4.1):

Πίνακας 7.4.1. Σχέσεις μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας της λεκάνης Μαυρομάτη σε συνάρτηση με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης Σούρπης και μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας της λεκάνης Κλινοβού σε συνάρτηση με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας της λεκάνης Σούρπης

	Λεκάνη Μαυρομάτη	Λεκάνη Κλινοβού
Οκτώβριος	$T_M = T_\Sigma - 3.1066$	$T_K = T_\Sigma - 1.3063$
Νοέμβριος	$T_M = T_\Sigma - 2.3331$	$T_K = T_\Sigma - 0.981$
Δεκέμβριος	$T_M = T_\Sigma - 1.7882$	$T_K = T_\Sigma - 0.7519$
Ιανουάριος	$T_M = T_\Sigma - 1.8738$	$T_K = T_\Sigma - 0.7879$
Φεβρουάριος	$T_M = T_\Sigma - 2.649$	$T_K = T_\Sigma - 1.1139$
Μάρτιος	$T_M = T_\Sigma - 3.4351$	$T_K = T_\Sigma - 1.4444$
Απρίλιος	$T_M = T_\Sigma - 3.6683$	$T_K = T_\Sigma - 1.5425$
Μάιος	$T_M = T_\Sigma - 4.132$	$T_K = T_\Sigma - 1.7374$
Ιούνιος	$T_M = T_\Sigma - 5.361$	$T_K = T_\Sigma - 2.2542$
Ιούλιος	$T_M = T_\Sigma - 4.7266$	$T_K = T_\Sigma - 1.9874$
Αύγουστος	$T_M = T_\Sigma - 4.2351$	$T_K = T_\Sigma - 1.7808$
Σεπτέμβριος	$T_M = T_\Sigma - 3.9895$	$T_K = T_\Sigma - 1.6775$

Από τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας για τα 42 ιστορικά έτη υπολογίστηκαν οι ελάχιστες, οι διάμεσες (πιθανότερες τιμές) και οι μέγιστες τιμές μηνιαίων θερμοκρασιών της λεκάνης απορροής της Σούρπης. Στη συνέχεια, θεωρήθηκε ότι κάθε μηνιαία θερμοκρασία της λεκάνης της Σούρπης ακολουθεί την Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή. Με τον τρόπο αυτό προσομοιώθηκαν οι μέσες επιφανειακές τιμές των μηνιαίων θερμοκρασιών της λεκάνης της Σούρπης και με τις σχέσεις του Πίνακα 7.4.1. υπολογίστηκαν οι μέσες επιφανειακές μηνιαίες θερμοκρασίες ενός έτους των λεκανών απορροής του Κλινοβού και του Μαυρομάτη. Οι μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας που προέκυψαν για τις τρεις λεκάνες απορροής αποτελούν στοιχεία εισόδου για την στοχαστική προσομοίωση του μοντέλου UTHBAL των λεκανών απορροής.

7.5 Εύρεση Κατανομής Εξατμισοδιαπνοής Λεκανών Απορροής

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η εύρεση της κατανομής της εξατμισοδιαπνοής των τριών λεκανών απορροής είναι μια απλή υπόθεση από την στιγμή που ήδη έχουμε βρει τις τυχαίες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας των τριών λεκανών. Απλών για κάθε λεκάνη εφαρμόζουμε την μέθοδο Thornthwaite και υπολογίζεται η μηνιαία

εξατμισοδιαπνοή της κάθε λεκάνης ως συνάρτηση των αντίστοιχων μηνιαίων θερμοκρασιών. Οι τυχαίες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής που προέκυψαν για τις τρεις λεκάνες απορροής αποτελούν στοιχεία εισόδου για την στοχαστική προσομοίωση του μοντέλου UTHBAL των λεκανών απορροής.

7.6 Εύρεση Κατανομής των Όγκων των Ταμιευτήρων

Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο η γενική εξίσωση που περιγράφει τη λειτουργία ενός ταμιευτήρα με χρονικό βήμα ενός μήνα είναι:

$$V_i = V_{i-1} + Q_i - E_i - A_i - Y_i \quad (7.6.1)$$

όπου,

V_i, V_{i-1} : Ο αποθηκευμένος όγκος νερού στον ταμιευτήρα τους μήνες i και $i-1$ αντίστοιχα, (m^3)

Q_i : Η εισροή στον ταμιευτήρα το μήνα i , (m^3)

E_i : Η καθαρή απώλεια του ταμιευτήρα το μήνα i , (m^3)

A_i : Η πραγματική απόληψη κατά το μήνα i , (m^3)

Y_i : Η υπερχειλίση κατά το μήνα i , (m^3)

Για να γίνει η προσομοίωση λειτουργίας των ταμιευτήρων έπρεπε σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση να ξεκινήσουμε με κάποιον όγκο που αντιστοιχούσε στον μήνα Σεπτέμβριο, που για την περίπτωση των ιστορικών χρόνων Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002 θεωρήσαμε τον όγκο που αντιστοιχεί στον μέσο όγκο των ταμιευτήρων.

Στην περίπτωση του στοχαστικού μοντέλου λήφθηκαν οι 40 όγκοι των ταμιευτήρων στην έναρξη του υδρολογικού έτους, δηλαδή οι όγκοι της τελευταίας ημέρας του Σεπτεμβρίου κάθε έτους από το 1962 έως το 2002. Θεωρήθηκε ότι οι αρχικοί ετήσιοι όγκοι των ταμιευτήρων ακολουθούν την Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή. Από τους αρχικούς ετήσιους όγκους των ταμιευτήρων υπολογίστηκαν οι ελάχιστες, οι διάμεσες (πιθανότερες) και οι μέγιστες τιμές των όγκων για τα 40 έτη για τους ταμιευτήρες. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε η Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή για τον υπολογισμό των τυχαίων αρχικών όγκων των ταμιευτήρων

Κλινοβού και Μαυρομάτη, για το ίδιο επίπεδο πιθανότητας. Οι τιμές των αρχικών όγκων αποτελούν τους όγκους εισόδου για την προσομοίωση της ετήσιας στοχαστικής λειτουργίας UTHRL των ταμιευτήρων.

7.7 Εύρεση Κατανομής Βροχόπτωσης των Ταμιευτήρων

Η εύρεση των τυχαίων μηνιαίων τιμών υετόπτωσης στο μέσο υψόμετρο των ταμιευτήρων συνδέεται με τις μηνιαίες τιμές υετόπτωσης, που αναπαράγονται στοχαστικά, και παράχθηκαν για τα μέσα υψόμετρα των λεκανών απορροής, στο κατώτερο σημείο των οποίων βρίσκονται οι δύο ταμιευτήρες. Αρχικά υπολογίστηκε η υψομετρική διαφορά μεταξύ των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων. Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις που συνδέουν τις μηνιαίες τιμές υετόπτωσης των σταθμών με τα υψόμετρα των σταθμών για κάθε μήνα, η οποία πολλαπλασιασμένη με την υψομετρική διαφορά των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων μας δίνει τις μηνιαίες διαφορές υετόπτωσης μεταξύ των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων. Αφαιρώντας από τις μηνιαίες τιμές της υετόπτωσης των λεκανών, που αναπαράγεται στοχαστικά, την τιμή που υπολογίστηκε παραπάνω υπολογίζονται οι μηνιαίες τιμές υετόπτωσης στους ταμιευτήρες, που επίσης αναπαράγεται στοχαστικά. Οι μηνιαίες τιμές υετόπτωσης των ταμιευτήρων αποτελούν στοιχεία εισόδου στα μοντέλα προσομοίωσης UTHRL των ταμιευτήρων Κλινοβού και Μαυρομάτη. Στο Παράρτημα 7 παρατίθενται οι πίνακες των αθροιστικών και αδιάστατων αθροιστικών υδρογραφημάτων στην επιφάνεια των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού.

7.8 Εύρεση Κατανομής Θερμοκρασίας των Ταμιευτήρων

Η εύρεση των τυχαίων μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο των ταμιευτήρων συνδέεται με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, που αναπαράγονται στοχαστικά, και παράχθηκαν για τα μέσα υψόμετρα των λεκανών απορροής, στο κατώτερο σημείο των οποίων βρίσκονται οι δύο ταμιευτήρες. Αρχικά υπολογίστηκε η υψομετρική διαφορά μεταξύ των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων. Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις που συνδέουν τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας των σταθμών με τα υψόμετρα των σταθμών για κάθε

μήνα, η οποία πολλαπλασιασμένη με την υψομετρική διαφορά των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων μας δίνει τις μηνιαίες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των μέσων υψομέτρων των λεκανών και των μέσων υψομέτρων των ταμιευτήρων. Αφαιρώντας από τις μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας των λεκανών, που αναπαράγεται στοχαστικά, την τιμή που υπολογίστηκε παραπάνω έχουμε τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στους ταμιευτήρες, που επίσης αναπαράγεται στοχαστικά.

7.9 Εύρεση Κατανομής Εξάτμισης των Ταμιευτήρων

Η εύρεση των μηνιαίων τιμών εξάτμισης από την επιφάνεια των ταμιευτήρων συνδέεται άμεσα με τις θερμοκρασίες στην επιφάνεια των ταμιευτήρων και υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Thornthwaite, προσαυξημένες κατά 30%. Οι μηνιαίες τιμές εξάτμισης αποτελούν στοιχεία εισόδου των μοντέλων προσομοίωσης UTHRL των ταμιευτήρων Κλινοβού και Μαυρομάτη.

7.10 Εύρεση Κατανομής Απαιτήσεων του Ταμιευτήρα Κλινοβού

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού προσομοιώθηκε για να καλύψει μέρος των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης. Συνεπώς, οι απαιτήσεις που καλείται να καλύψει η λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού δεν παραμένουν σταθερές σε αντίθεση με τις απαιτήσεις που καλείται να καλύψει η λειτουργία του ταμιευτήρα Μαυρομάτη που επαναλαμβάνονται οι ίδιες κάθε χρόνο. Θεωρήθηκε ότι η κατανομή των μηνιαίων επιθυμητών απολήψεων από τον ταμιευτήρα του Κλινοβού ακολουθούν την Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή. Από τα υπολογισμένα στοιχεία των μηνιαίων απαιτήσεων των καλλιεργειών για τα 42 ιστορικά έτη υπολογίστηκαν η ελάχιστη, η διάμεσος (πιθανότερη) και η μέγιστη μηνιαία τιμή. Στη συνέχεια, αναπαράχθηκαν στοχαστικά οι μηνιαίες απαιτούμενες απολήψεις του ταμιευτήρα Κλινοβού, που αποτελούν στοιχεία εισόδου του μοντέλου προσομοίωσης της λειτουργίας UTHRL του ταμιευτήρα του Κλινοβού.

7.11 Στοχαστική Προσομοίωση Λειτουργίας του Συστήματος των Ταμιευτήρων και Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης

Για την στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος των ταμιευτήρων του Μαυρομάτη & του Κλινοβού χρειάζεται να συνδεθούν τα μοντέλα: α) UTHBAL λεκάνης απορροής του Μαυρομάτη, β) UTHBAL λεκάνης απορροής του Κλινοβού, γ) UTHRL του ταμιευτήρα Μαυρομάτη, δ) UTHRL του ταμιευτήρα Κλινοβού και ε) UTHBAL λεκάνης απορροής Σούρπης.



Σχήμα 7.11.1. Διάγραμμα ροής στοχαστικής προσομοίωσης υδατικού συστήματος υδρολογικής λεκάνης Σούρπης



Από τα ανωτέρω μοντέλα τα οποία, σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιήθηκαν για την ιστορική προσομοίωση 42 ετών για τις λεκάνες απορροής Σούρπης, Μαυρομάτη και Κλινοβού καθώς και των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού επιλέγουμε ένα έτος και βάζουμε: α) την κατανομή της πιθανότητας των μηνιαίων τιμών υετόπτωσης και θερμοκρασίας των τριών λεκανών απορροής, οι οποίες υπολογίστηκαν προηγούμενα χρησιμοποιώντας το ίδιο επίπεδο πιθανότητας με αυτό της μηνιαίας υετόπτωσης της λεκάνης της Σούρπης και τις τυχαίες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής που προέκυψαν για τις τρεις λεκάνες απορροής των λεκανών ως δεδομένα εισόδου για τη στοχαστική προσομοίωση των μοντέλων UTHBAL των λεκανών απορροής, β) την κατανομή των τυχαίων μηνιαίων τιμών υετόπτωσης και θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο των ταμιευτήρων οι οποίες συνδέονται με τις μηνιαίες τιμές υετόπτωσης και θερμοκρασίας, που αναπαράγονται στοχαστικά, και παράχθηκαν για τα μέσα υψόμετρα των λεκανών απορροής και τις μηνιαίες τιμές εξάτμισης από την επιφάνεια των ταμιευτήρων ως δεδομένα εισόδου των μοντέλων προσομοίωσης UTHRL των ταμιευτήρων, γ) τις μηνιαίες τιμές απορροής των λεκανών απορροής των μοντέλων UTHBAL του Μαυρομάτη και του Κλινοβού ως δεδομένα εισόδου (Q_{res}) στα μοντέλα UTHRL των ταμιευτήρων και δ) ως εισροές στον ταμιευτήρα Κλινοβού βάζουμε τις μηνιαίες τιμές απορροής της λεκάνης του Κλινοβού συν τις μηνιαίες τιμές υπερχειλίσης του ταμιευτήρα του Μαυρομάτη.

7.11.1 Στοχαστική Προσομοίωση Ισοζυγίου Ταμιευτήρων

Το στοχαστικό μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο των ταμιευτήρων υπολογίζεται από τα αποτελέσματα των μοντέλων UTHRL Μαυρομάτη και UTHRL Κλινοβού. Συγκεκριμένα από τη διαφορά των επιθυμητών απολήψεων και των πραγματικών απολήψεων, οι οποίες για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη παραμένουν σταθερές ενώ για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού αναπαράγονται στοχαστικά, για περίοδο προσομοίωσης 5.000 ετών.

7.11.2 Στοχαστική Προσομοίωση Ισοζυγίου Λεκάνης Σούρπης

Για την στοχαστική προσομοίωση ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης χρησιμοποιήθηκαν: α) οι μηνιαίες τιμές των ανανεώσιμων διαθέσιμων του υπόγειου υδροφορέα από το μοντέλο UTHBAL της λεκάνης απορροής Σούρπης (R_g) που θεωρείται ότι δεν επικοινωνεί με γειτονικούς υπόγειους υδροφορείς και οι οποίες αναπαράγονται στοχαστικά, β) οι μηνιαίες τιμές του υπόγειου δυναμικού που αντιστοιχούν σε σταθερές τιμές υπόγειων διαφυγών στους ταμιευτήρες Μαυρομάτη και Κλινοβού, γ) οι μηνιαίες τιμές του επιφανειακού δυναμικού που αντιστοιχούν στις μηνιαίες τιμές των πραγματικών διαθέσιμων των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού, οι οποίες αναπαράγονται στοχαστικά και δ) οι μηνιαίες τιμές της συνολικής ζήτησης της λεκάνης της Σούρπης, οι οποίες αναπαράγονται στοχαστικά.

Από τα υπολογισμένα στοιχεία της συνολικής ζήτησης της λεκάνης Σούρπης υπολογίστηκε η ελάχιστη η ελάχιστη, η διάμεσος (πιθανότερη) και η μέγιστη τιμή συνολικής ζήτησης της λεκάνης Σούρπης. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε η Τριγωνική πιθανοθεωρητική κατανομή για τον υπολογισμό των τυχαίων μηνιαίων τιμών ζήτησης της λεκάνης Σούρπης.

Εάν από το άθροισμα του συνολικού υπόγειου δυναμικού και του συνολικού επιφανειακού δυναμικού αφαιρέσουμε τη συνολική ζήτηση της λεκάνης απορροής προκύπτει το στοχαστικό υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης της Σούρπης, για περίοδο προσομοίωσης 5.000 ετών.

Από τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης προέκυψαν οι καμπύλες της ετήσιας πιθανότητας αστοχίας των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού (καθώς και οι καμπύλες της μηνιαίας πιθανότητας αστοχίας των ταμιευτήρων), τα σχήματα των όγκων νερού της αστοχίας των ταμιευτήρων σε συνάρτησης με τους μήνες του έτους και τα σχήματα των μηνιαίων ποσοστών αστοχίας.

7.12 Αποτελέσματα

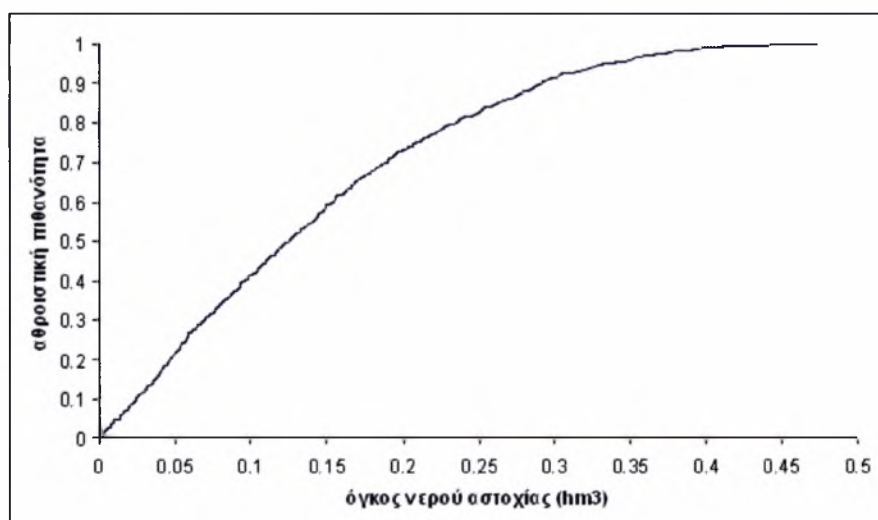
Τα αποτελέσματα που τελικά προέκυψαν έχουν πολύ ενδιαφέρον και αποτυπώνουν τις δυνατότητες της λεκάνης απορροής Σούρπης από άποψη διαχείρισης υδατικών πόρων. Αυτά τα στοιχεία που εκτιμήθηκαν σ' αυτό το κεφάλαιο της παρούσας εργασίας είναι: α) της στοχαστικής προσομοίωσης του συστήματος των ταμιευτήρων Μαυρομάτη και Κλινοβού και β) της στοχαστικής προσομοίωσης του ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης.

7.12.1 Αποτελέσματα Στοχαστικής Προσομοίωσης του Συστήματος των Ταμιευτήρων

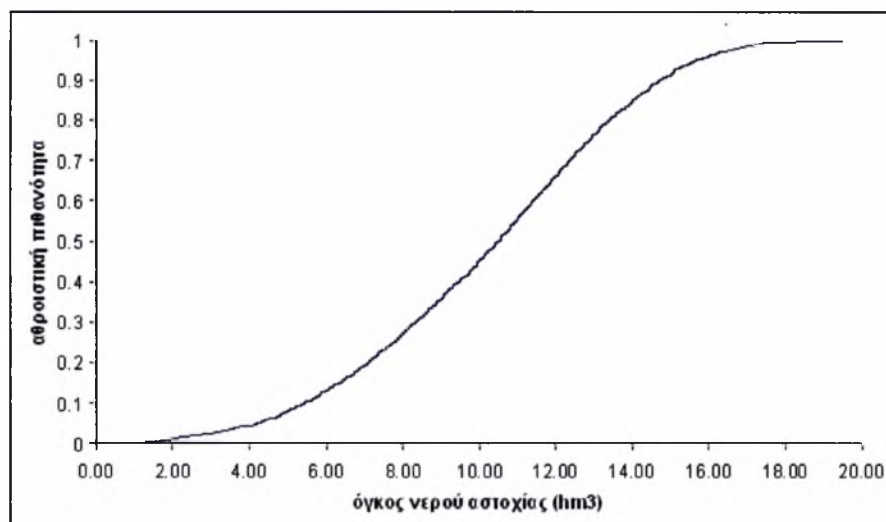
Από τις ενέργειες που ακολουθήθηκαν στην ανωτέρω ενότητα προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 7.12.1. Μηνιαίες αστοχίες των ταμιευτήρων μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτης	14	36	59	70	68	89	173	307	514	832	1208	1491	1513
Κλινοβός	0	7	9	20	48	233	1207	2664	3960	4845	4980	4972	4989



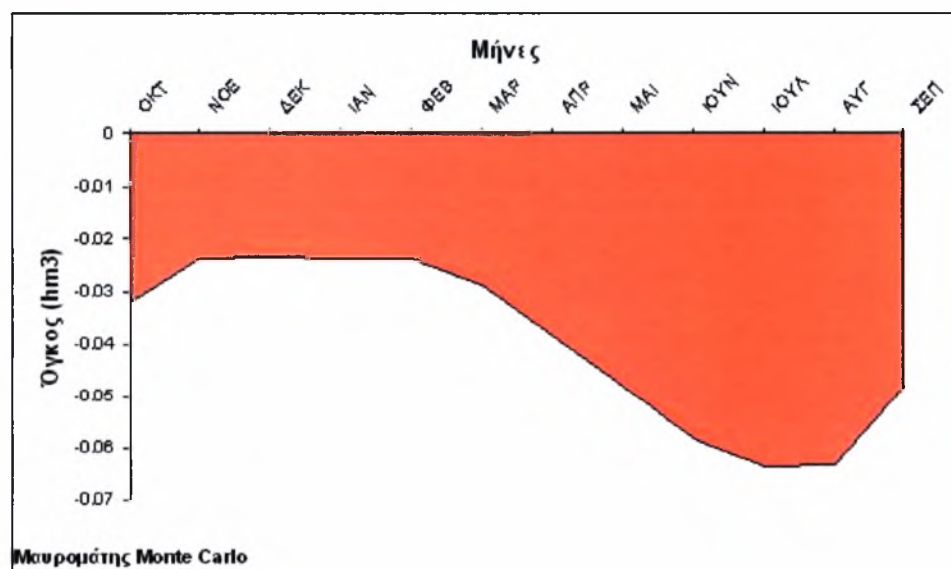
Σχήμα 7.12.1. Καμπύλη ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Μαυρομάτη, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης



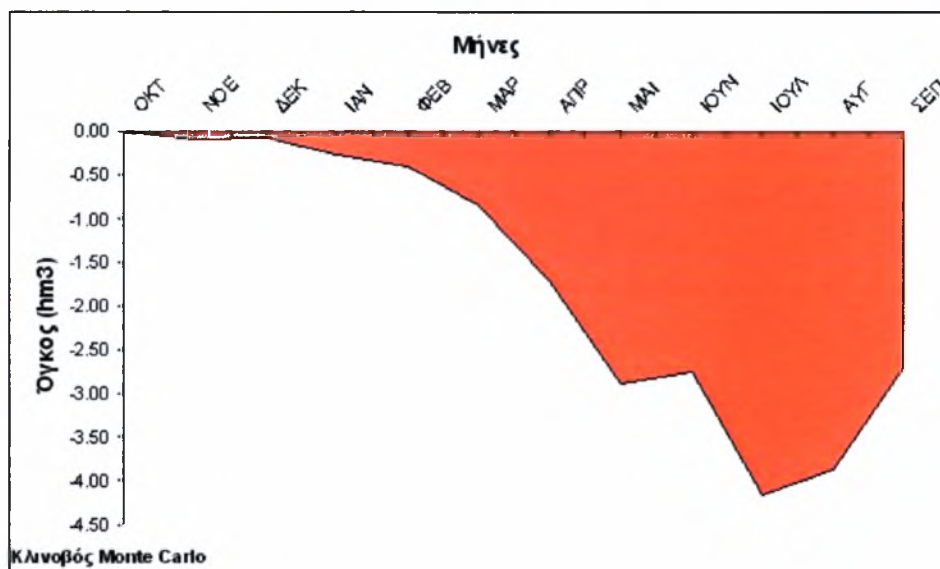
Σχήμα 7.12.2. Καμπύλη ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμειυτήρα Κλινοβού μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης

Πίνακας 7.12.2. Μέγιστες τιμές όγκου νερού της αστοχίας των ταμειυτήρων σε συνάρτησης με τους μήνες του έτους, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτης	-0.032	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.029	-0.038	-0.048	-0.058	-0.063	-0.063	-0.048	-0.475
Κλινοβός	0.00	-0.10	-0.09	-0.26	-0.41	-0.84	-1.72	-2.90	-2.75	-4.16	-3.86	-2.72	-19.51



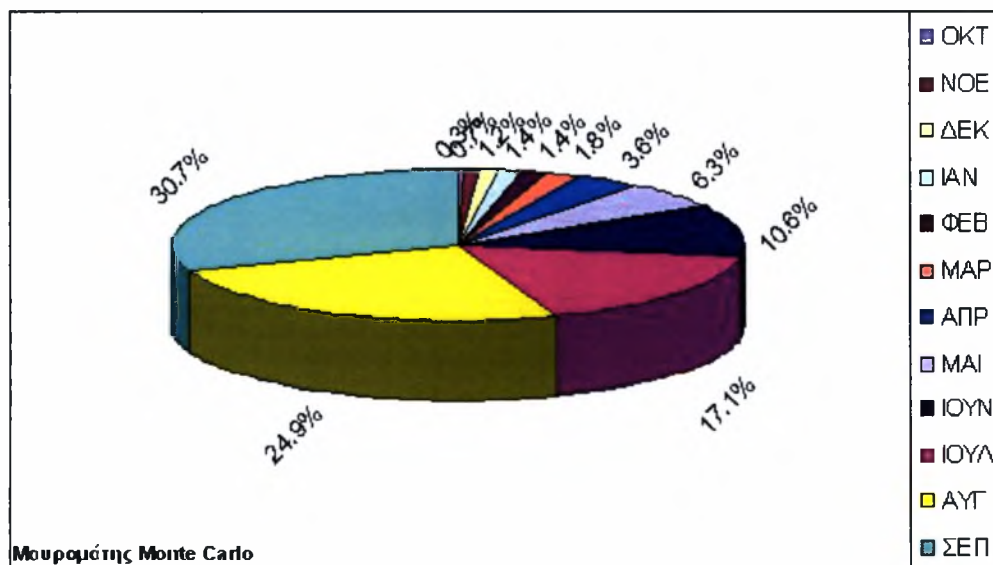
Σχήμα 7.12.3. Κατανομή όγκων νερού αστοχίας του Μαυρομάτη για κάθε μήνα του έτους, μετά από 5.000 προσομοιώσεις



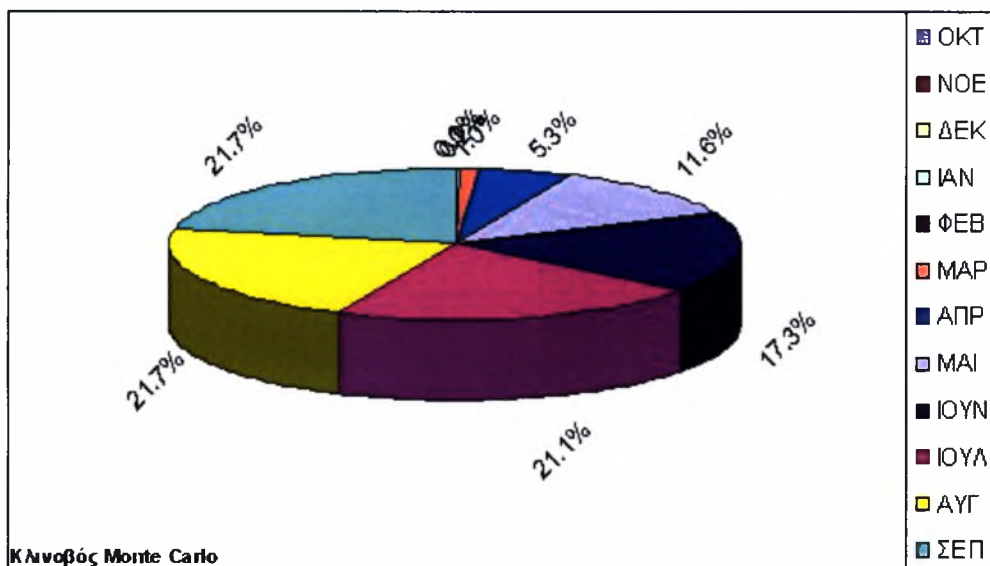
Σχήμα 7.12.4. Κατανομή όγκων νερού αστοχίας του Μαυρομάτι για κάθε μήνα του έτους, μετά από 5.000 προσομοιώσεις

Πίνακας 7.12.3. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών των ταμειυτήρων, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης

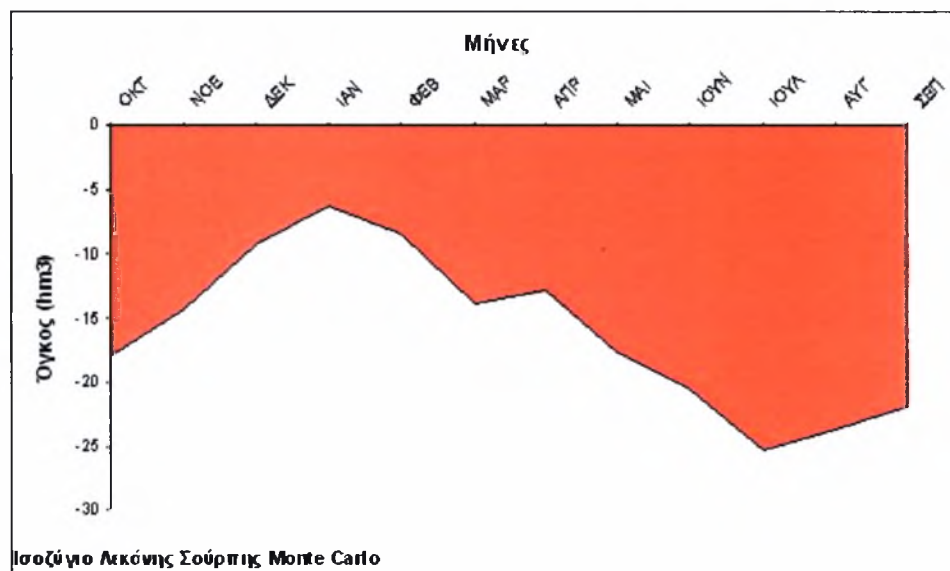
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Μαυρομάτις	0.28	0.72	1.18	1.4	1.36	1.78	3.46	6.14	10.28	16.64	24.16	29.82	30.26
Κλινοβός	0.00	0.14	0.18	0.4	0.96	4.66	24.14	53.28	79.2	96.9	99.6	99.44	99.78



Σχήμα 7.12.5. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών του Μαυρομάτι, για 5.000 προσομοιώσεις



Σχήμα 7.12.6. Ποσοστά μηνιαίων αστοχιών του Κλινοβού, για 5.000 προσομοιώσεις



Σχήμα 7.12.7. Κατανομή υδατικού ελλείμματος του ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρπης για 5.000 προσομοιώσεις

Τα αποτελέσματα που μπορούν να εξαχθούν από την παρατήρηση των ανωτέρω, μετά από 5.000 έτη στοχαστικών προσομοιώσεων, είναι τα εξής:

1. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη σε ετήσια βάση έχουμε 1513 αστοχίες, οι οποίες αντιστοιχούν σε ποσοστό 30,26%, ενώ για τον ταμιευτήρα Κλινοβού σε ετήσια βάση έχουμε 4989 αστοχίες, οι οποίες αντιστοιχούν σε ποσοστό 99,78%. Δηλαδή στα 5.000 έτη ο ταμιευτήρας Μαυρομάτη θα αστοχήσει 1513 φορές, ενώ ο ταμιευτήρας Κλινοβού θα αστοχήσει 4989 φορές (σχεδόν όλα τα έτη).
2. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη ο αριθμός μηνιαίων των αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 14 – 173, για 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 307 – 1491. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού ο αριθμός των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 – 1207, για 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 2664 – 4972.
3. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη τα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0,28% - 3,46%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 6,14% - 29,82%. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού τα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0% - 24,14%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά των μηνιαίων αστοχιών κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 53,28% - 99,44%.
4. Για τον ταμιευτήρα Μαυρομάτη οι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0,024 hm³ – 0,038 hm³, ενώ οι αντίστοιχοι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 0,048 hm³ – 0,063 hm³. Για τον ταμιευτήρα Κλινοβού οι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος κυμαίνονται από 0 hm³ – 1,72 hm³, ενώ οι αντίστοιχοι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων κατά την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος κυμαίνονται από 2,9 hm³ – 4,16 hm³.

5. Για τον ταμιευτήρα του Μαυρομάτη σε ετήσια βάση, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης, το μέγιστο έλλειμμα είναι $0,475 \text{ hm}^3$, ενώ για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού σε ετήσια βάση, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης, το μέγιστο έλλειμμα είναι $19,51 \text{ hm}^3$.
6. Από την καμπύλη της ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Μαυρομάτη παρατηρείται ότι αυτή ακολουθεί μια λογαριθμική κατανομή, ενώ από την καμπύλη της ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ταμιευτήρα Κλινοβού παρατηρείται ότι αυτή ακολουθεί μια πολυωνυμική κατανομή.
7. Για την περίπτωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης το μέγιστο ετήσιο έλλειμμα, μετά από 5.000 έτη στοχαστικής προσομοίωσης, είναι $192,32 \text{ hm}^3$. Αυτή η ποσότητα του ελλείμματος κατανέμεται, για την υγρή περίοδο Οκτώβριος – Απρίλιος, μεταξύ $6,15 \text{ hm}^3$ – $17,99 \text{ hm}^3$, ενώ για την ξηρή περίοδο Μάιος – Σεπτέμβριος, μεταξύ $17,67 \text{ hm}^3$ – $25,43 \text{ hm}^3$.

Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ της προσδιοριστικής και της στοχαστικής προσομοίωσης παρατηρούμε ότι: α) το ποσοστό των ετήσιων αστοχιών των ταμιευτήρων είναι σχεδόν ταυτόσημο και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, β) η περίοδος των αστοχιών, του υδρολογικού έτους, ταυτίζονται και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, γ) το ποσοστό των μηνιαίων αστοχιών της υγρής και της ξηρής περιόδου του υδρολογικού έτους για τον ταμιευτήρα του Μαυρομάτη δεν ταυτίζεται απόλυτα και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, ενώ αυτό δεν ισχύει για τον ταμιευτήρα Κλινοβός που το ποσοστό των μηνιαίων αστοχιών της υγρής και της ξηρής περιόδου του υδρολογικού έτους ταυτίζεται απόλυτα και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, δ) οι όγκοι των μηνιαίων ελλειμμάτων της υγρής και της ξηρής περιόδου του υδρολογικού έτους των ταμιευτήρων ταυτίζονται και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, ε) το μέγιστο έλλειμμα σε ετήσια βάση για τον ταμιευτήρα του Μαυρομάτη δεν ταυτίζεται και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης, ενώ αντίθετα το μέγιστο έλλειμμα σε ετήσια βάση για τον ταμιευτήρα του Κλινοβού ταυτίζεται και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης και στ) το μέγιστο ετήσιο έλλειμμα του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής Σούρπης δεν ταυτίζεται και στις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης. Από τα ανωτέρω αποτελέσματα το πρώτο και πολύ σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι το σύστημα των ταμιευτήρων

Μαυρομάτη και Κλινοβού δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά για την κάλυψη όλων των υδατικών αναγκών για τους οποίους σχεδιάστηκε. Αναλυτικότερα μπορούμε να πούμε ότι ο ταμιευτήρας του Μαυρομάτη είναι ικανός να καλύψει τις υδρευτικές ανάγκες για τις οποίες σχεδιάστηκε, ενώ ο ταμιευτήρας του Κλινοβού δεν μπορεί να καλύψει τις αρδευτικές ανάγκες για τις οποίες σχεδιάστηκε.

Αυτό ακριβώς το στοιχείο επαληθεύει τα συμπεράσματα της προσδιοριστικής προσομοίωσης των 42 ετών, του κεφαλαίου 6, ότι με την λειτουργία του ταμιευτήρα μαυρομάτη μπορούμε να καλύψουμε επαρκώς τις υδροδοτικές ανάγκες των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Σούρπης, ενώ αντίθετα η λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού δεν μπορεί να καλύψει επαρκών τις αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών του κάμπου της Σούρπης. Αυτό τα αποτέλεσμα, άλλωστε, ήταν αναμενόμενο από προηγούμενη ενότητα κατά την οποία παρατηρήθηκε ότι η ποσότητα νερού που απορρέει σε ετήσια βάση στον ταμιευτήρα Κλινοβού αντιστοιχεί περίπου στο $\frac{1}{4}$ της ζήτησης των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών του κάμπου της Σούρπης.

Όσον αφορά το στοχαστικό υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής της λεκάνης Σούρπης παρουσιάζεται να είναι πάντα ελλειμματικό, αλλά με την στοχαστική λειτουργία του συστήματος των ταμιευτήρων, οι οποίοι καλύπτουν μέρος των συνολικών ζητήσεων της λεκάνης, είναι εμφανές ότι παρατηρείται μια «ανακούφιση» του υπόγειου υδροφόρου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε με ακρίβεια τις υδατικές ανάγκες της λεκάνης Σούρπης, καθώς και τα οφέλη της εφαρμογής του συστήματος των δύο ταμιευτήρων στο υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Σούρπης. Προς τούτο για την ορθή διαχείριση του επιφανειακού και υπόγειου υδατικού δυναμικού της λεκάνης Σούρπης προτείνεται η χρήση των διαθέσιμων επιφανειακών υδάτων που μπορεί να μας προσφέρει η λεκάνη της Σούρπης σε συνδυασμό με την χρήση των υπόγειων υδάτων για την κάλυψη του υδατικών ελλειμμάτων αυτής. Σαφώς η ποσότητα που θα απαιτείται για την άντληση από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα θα είναι αισθητά μικρότερη από την ποσότητα που αντλείται στην σημερινή κατάσταση (η κάλυψη όλων των υδατικών αναγκών γίνεται από υπόγεια ύδατα). Αυτή η ορθολογική διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της Σούρπης θα έχει ως αποτέλεσμα την βαθμιαία αντιστροφή της πρώτης του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής.

Κεφάλαιο 8^ο

8. Σχολιασμός Συμπερασμάτων – Προτάσεις

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε ο σχεδιασμός ενός συστήματος ταμιευτήρων για την συγκράτηση και αποταμίευση των επιφανειακών απορροών της λεκάνης της Σούρπης, την κάλυψη μέρους των υδατικών αναγκών της λεκάνης από επιφανειακού υδατικούς πόρους και η αποτίμηση της λειτουργίας του συστήματος καθώς και τις συνολικής διαχείρισης των υδατικών πόρων της λεκάνης.

Τα αποτελέσματα της προσδιοριστικής και της στοχαστικής προσομοίωσης συμφωνούν στο ότι η συνολική συνεισφορά της επιφανειακής απορροής της λεκάνης απορροής της Σούρπης στη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου αυτής είναι σχετικά μικρή. Η λειτουργία του ταμιευτήρα Μαυρομάτη πληρεί τις ανάγκες σχεδιασμού του. Αντίθετα η λειτουργία του ταμιευτήρα Κλινοβού καλύπτει το $\frac{1}{4}$ μόνο των αρδευτικών αναγκών του κάμπου της Σούρπης, για την κάλυψη των οποίων σχεδιάστηκε. Παρόλα αυτά η λειτουργία του ταμιευτήρα Μαυρομάτη σε συνδυασμό με την δημιουργία ενός ταμιευτήρα στη θέση Κλινοβός με ύψος φράγματος ανάλογο των επιφανειακών απορροής της λεκάνης Κλινοβού θα έχει ως αποτέλεσμα, με ταυτόχρονη ορθολογική διαχείριση των υπόγειων υδάτων, την βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης.

Επιπρόσθετα από την ανάλυση των υδατικών αναγκών της λεκάνης απορροής Σούρπης διαπιστώθηκε η εκτεταμένη καλλιέργεια υδροβόρων καλλιεργειών όπως βαμβάκι, καλαμπόκι κλπ των οποίων η καλλιέργεια εκτινάσσει τις συνολικές υδατικές ανάγκες της λεκάνης Σούρπης.

Η μονοκαλλιέργεια είναι πρόσφατη πρακτική. Στην ευρύτερη περιοχή οι αγρότες στο παρελθόν χρησιμοποιούσαν καλές γεωργικές πρακτικές βάζοντας διαφορετικές καλλιέργειες στο χωράφι, επιλέγοντας περιοδικά την αγρανάπαυση. Η αξιοποίηση της τοπικής εμπειρίας τόσο ως προς τις τοπικές ποικιλίες που είναι προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής, όσο και ως προς τις παραδοσιακές τεχνικές μπορούν να δώσουν νέα ώθηση στον αγροτικό τομέα. Σημαντικό ρόλο παίζει και η προώθηση της βιολογικής γεωργίας. Με δεδομένες της περιβαλλοντικές πιέσεις που υπάρχουν στην περιοχή, η αλλαγή του τρόπου άρδευσης και η προώθηση



καλλιεργειών με μικρότερες απαιτήσεις σε άρδευση μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικές ποσότητες νερού και να μειώσουν τις πιέσεις στα υδατικά αποθέματα. Αυτό ακριβώς το εγχείρημα είναι αρκετά δύσκολο στην ευρύτερη περιοχή, αλλά και σε γενικότερη κλίμακα στην Ελλάδα, διότι υπάρχει η θεώρηση ότι οι υπάρχοντες υδατικοί πόροι ανήκουν σε όσους έχουν την δυνατότητα να τους χρησιμοποιούν αλόγιστα και όχι ότι είναι δημόσιο αγαθό σε ανεπάρκεια που πρέπει να το διαχειρισθούν με σύνεση. Σ' αυτόν τον τομέα θα πρέπει να υπάρξει ριζική αλλαγή νοοτροπίας και να προτιμηθούν συλλογικές ενέργειες που θα εξασφαλίζουν τη επάρκεια των υδατικών πόρων για άρδευση των καλλιεργειών καθώς και τη βιώσιμη διαχείριση τους. Προς τούτο προτείνονται: α) η δημιουργία κλειστών δικτύων άρδευσης για να περιορίζονται οι απώλειες. Στην περιοχή δεν υπάρχουν αρκετά αρδευτικά έργα γι' αυτό θα πρέπει ο αρμόδιος ΤΟΕΒ και ο Δήμος Σούρπης να αναλάβουν πρωτοβουλίες για την κατασκευή κλειστών δικτύων άρδευσης, β) η αλλαγή της τιμολογιακής πολιτικής με βάση την κατανάλωση και όχι με βάση την αρδευόμενη έκταση, γ) ο υπολογισμός των πραγματικών αναγκών άρδευσης και χρήση αυτόματου συστήματος ενημέρωσης των αγροτών. Σε πολλές χώρες και – πιλοτικά – σε περιοχές της Ελλάδας με προβλήματα επάρκειας νερού έχουν αναπτυχθεί συστήματα ειδοποίησης των αγροτών που ανάλογα με την υγρασία που καταγράφεται στο έδαφος προτείνεται να γίνει ή όχι άρδευση, δ) η επαναχρησιμοποίηση των υδάτων. Στην περιοχή της Σούρπης δεν λειτουργεί βιολογικός καθαρισμός και το υπό σχεδιασμό αποχετευτικό δίκτυο θέλει την όδευση των αστικών υγρών αποβλήτων στον βιολογικό καθαρισμό του Αλμυρού, παρόλα αυτά τα επεξεργασμένα απόβλητα των βιομηχανιών και των ελαιотριβείων της περιοχής θα μπορούσε να καλύψει ένα μέρος των αρδευτικών αναγκών με ελάχιστο κόστος.

Ο συνδυασμός της ορθής διαχείρισης των υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής με την ενημέρωση – ευαισθητοποίηση των κατοίκων της περιοχής μέσα από ένα πρόγραμμα με ειδικές καμπάνιες, συναντήσεις, ημερίδες, ενημερωτικό υλικό κλπ είναι ικανός να καλύψει την έλλειψη της ενημέρωσης, πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης, για τα προβλήματα του περιβάλλοντος και της διαχείρισης του νερού.



Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανδρουλακάκης Ν. (2000), **Εισαγωγή στο ArcView**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Ανδρουλακάκης Ν., Κουτσόπουλος Κ. (2003), **Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με Χρήση του Λογισμικού ArcGIS**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Βουδούρης Κ., Αντωνάκος Α., Κουμαντάκης Ι. **Συμβολή στην Εκτίμηση του Υδατικού Δυναμικού της Λεκάνης του Ασωπού Ποταμού του Νομού Κορινθίας, Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων, p.119 – 128.**

Γεωργίου Π.Ε., Παπαμιχαήλ Δ.Μ., (2007). **Βελτιστοποίηση Λειτουργίας Αρδευτικού Ταμιευτήρα για την Άρδευση Συγκεκριμένων Εκτάσεων Καλλιεργειών**, Χανιά, p. 305 – 313.

Δήμος Σούρπης (2006). Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα Έτους 2006. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, (2002). Υδρολογική μελέτη, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 2, 70 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Καραβοκύρης, Γ & Συνεργάτες, (2004). Μελέτη συγκέντρωσης νερού στο ρέμα Μαυρομάτι του Δήμου Σούρπης, Αθήνα, Φεβρουάριος 2004.



Κεχαγιάς Ε., Κατσιφαράκης Κ.Λ., (2002). **Διαχείριση των Υδατικών Πορών της Καλυμνου**, *Proceedings of the International Conference "Protection and Restoration of the Environment VI" Skiathos, July 1-5, Pages 151-158*

Κουτσογιάννης, Δ., Σημειώσεις. Εισαγωγή στην προσομοίωση. Στοχαστικές Μέθοδοι στους Υδατικούς Πόρους. Ε.Μ.Π.

Κουτσογιάννης, Δ. και Θ. Ξανθόπουλος (1999). *Τεχνική Υδρολογία*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων, 3^η έκδοση.

Κουτσόπουλος Κ., Ανδρουλάκης Ν., (2003). **Εφαρμογές Συστημάτων Πληροφοριών με Χρήση του Λογισμικού ArcGIS**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Κωτούλας, Δ. (1986). Μαθήματα Γενικής Υδρολογίας καθ Υδραυλικής. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Λουκάς Α., Ν. Μυλόπουλος (2006). Σημειώσεις. Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Υδροσυστήματα, Μ.Π.Σ., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Λουκάς, Α., Ν. Μυλόπουλος, και Α. Αργύρης (2005). "Διαχείριση των Έργων Μεταφοράς και Αποθήκευσης Νερού από τον Άνω Ρου του Ποταμού Αχελώου" 5^ο *Εθνικό Συνέδριο της ΕΕΔΥΠ "Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με Βάση τη Λεκάνη Απορροής"*, Ξάνθη, 6-9 Απριλίου 2005, pp. 259-266

Λουκάς, Α., Λ. Βασιλειάδης. Υδρολογική μελέτη. Κατασκευή φράγματος Βασιλειάδας – Μελισσοτόπου, Ν. Καστοριάς.

Λουκάς, Α. Υδραυλική μελέτη. Περιοχή Λαγούδι οικισμού Αφήσσου, Δ. Αφατών, ν. Μαγνησίας.



Λουκάς Α., Βασιλειάδης Λ., Μπαστρογιάννης Ν., (2003). Υδρολογική Προσομοίωση Υδατικού Ισοζυγίου Λεκάνης Απορροής Γερμασόγειας, Κύπρος, **Πρακτικά Ημερίδας «Μελέτες και Έρευνες Υδατικών Πόρων στον Κυπριακό Χώρο»**, Λευκωσία, 20 Ιουνίου, σελ. 83 – 114.

Λουκάς Α., Γκιάλης Στ., (2007). **Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών: Βασικές Έννοιες, Δεδομένα, Σχεδιασμός και Διεθνή Εμπειρία**, Βόλος.

Λουκάς Α., Μυλόπουλος Ν., Αργύρης Α., (2003). **Βέλτιστη Αξιοποίηση και Διαχείριση των Έργων Μεταφοράς και Αποθήκευσης Νερού στη Θεσσαλική Πεδιάδα**, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

Μανούδης Ν., Δημουλάς Α., **Υδατικό Δυναμικό Ν. Μαγνησίας, «Καταγραφή – Προβλήματα – Προτάσεις»**, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μαγνησίας, Δ/ση Προγραμματισμού & Ανάπτυξης, Φεβρουάριος 2005.

Μαρκαντωνάτος Γ. (1990). **Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων**, Β' Έκδοση, Αθήνα.

Μιμίκου Μ.Α., (2006). **Τεχνολογία Υδατικών Πόρων**, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Μυλόπουλος Ι., Βαγιωνά Δ., (2002). **Προοπτικές για την Αναπτυξη μιας Πολιτικής Νερού Προσανατολισμένης στη Ζήτηση στο Βιομηχανικό Τομέα στη Θεσσαλονίκη**, *Proceedings of the International Conference "Protection and Restoration of the Environment VI" Skiathos, July 1-5, Pages 217-224.*

Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1999. οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις Ζήτη, σελ. 347.



Παπαμιχαήλ Μ.Δ., (2001). **Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων**, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Τερζίδης Γ.Α., Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., (1997). **Γεωργική Υδραυλική**, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τζιμόπουλος Χ.Δ., Γκινίδη Π.Δ., Πλιάτσικα Δ.Κ., **Έρευνα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων της Υδρολογικής Λεκάνης Κορώνειας, Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων**, p.105 – 104.

Τσακίρης Γ., (1995). **Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία**, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Χαρτζουλάκης Κ., Μπερτάκη Μ., (2007). **Ορθολογική Διαχείριση του Νερού στην Γεωργία**, Χανιά, p. 335 – 343.



Ξένη Βιβλιογραφία

Allen, R.G., Pereive, L.S., Raes, D., and M. Smith (1998). “Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements”, *FAO Irrigation and Drainage paper*, No.56, Rome, Italy.

Blaney, H.F. and Griddle, W.D., 1950. “Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigated data”. USDA Soil Conservation Service SCS-TP96, 44pp.

Chow, V.T., 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. Mc Graw-Hill New York, N.Y. USA.

Dastane, N.G., (1974). “Effective Rainfall”, *FAO Irrigation and Drainage paper*, No.25, Rome, Italy.

David C. Young, (2001). Molecular Dynamics and Monte Carlo Simulations. *Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real-World Problems*, Chapter 7, p. 60-65.

ESRI 380 N. York St., **Arc Hydro Tools – Tutorial, Version 1.2**, May 2007, USA.

Gumbel. E.J., 1958a. *Statistics of Extremes*. Columbia University Press, New York, N.Y., USA.

Gavrilovic, S., 1972. Inzenjering o bujicn im tokovima I eroziji. Beograd.

Gumbel. E.J., 1958b. Theory floodes and droughts. *J. Inst. Water Eng.*, 12, 157-184.



Loukas, A., M.B. Quick and S.O. Russell (1996). “A Physically-Based Stochastic Deterministic Procedure for the Estimation of Flood Frequency.” *Water Resources Management*, 10, pp. 415-437.

Loukas, A., Mylopoulos, N., (2004). “Effects of hydrotechnical works development and water resources management on the availability of water resources Pinios river basin. In Moutzouris C., Christodoulatos C, Dermatas D, Koutsospyros AD, Skanavis C, Stamou A (eds). Protection and restoration of the environment VII. Mykonos Island, Greece

Loulas A., Mylopoulos N., Mylopoulos Y., Moustaka E., 2005, “Simulation and evaluation of the operation of lake Karla reservoir”, Proceedings of 5th National Conference of the Greek Committee on Water Resources Management, Integrated Water Resources Management Based on River Basin” 2005 April 6 – April 9; Xanthi, Greece.

Loukas, A., L. Vasiliades, B. Domenikiotis, and N.R. Dalezios (2005). “Basin-wide Actual Evapotranspiration Estimation Using NOAA/AVHRR Satellite Data”. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, 69-79.

Loukas, A., N. Mylopoulos and L. Vasiliades, (2007). “A Modeling System for the Evaluation of Water Resources Management Scenarios in Thessaly”. *Water Resources Management*, 21(10), 1673-1702.

Loukas, A., N. Mylopoulos and L. Vasiliades, (2007). “A Modeling System for the Evaluation of Water Resources Management Scenarios in Thessaly”. *Water Resources Management*, 21(10), 1673-1702.

Rippl, W., 1983. The capacity of storage reservoirs for water supply. *Proc. Inst. Of Civil Eng.*, Vol. 71, 270.



Samadeni – Davies A (1997). “Monthly snowmelt modeling for large-scale climate change studies using the degree day approach”. *Ecol Model* 101:303-323

Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R., 1955. “The water balance”, *Publication in Climatology, Laboratory of Climatology Dresel Institute of Technology*, 8(8), pp. 1-104.

Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R., 1957. “Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance”, *Publication in Climatology, Laboratory of Climatology Dresel Institute of Technology*, 10(3), pp. 185-311.

Thornthwaite, C.W., 1948. “An approach toward a radiation classification of climate”, *Geographical Reviews*, 38(1). Pp. 55-94.

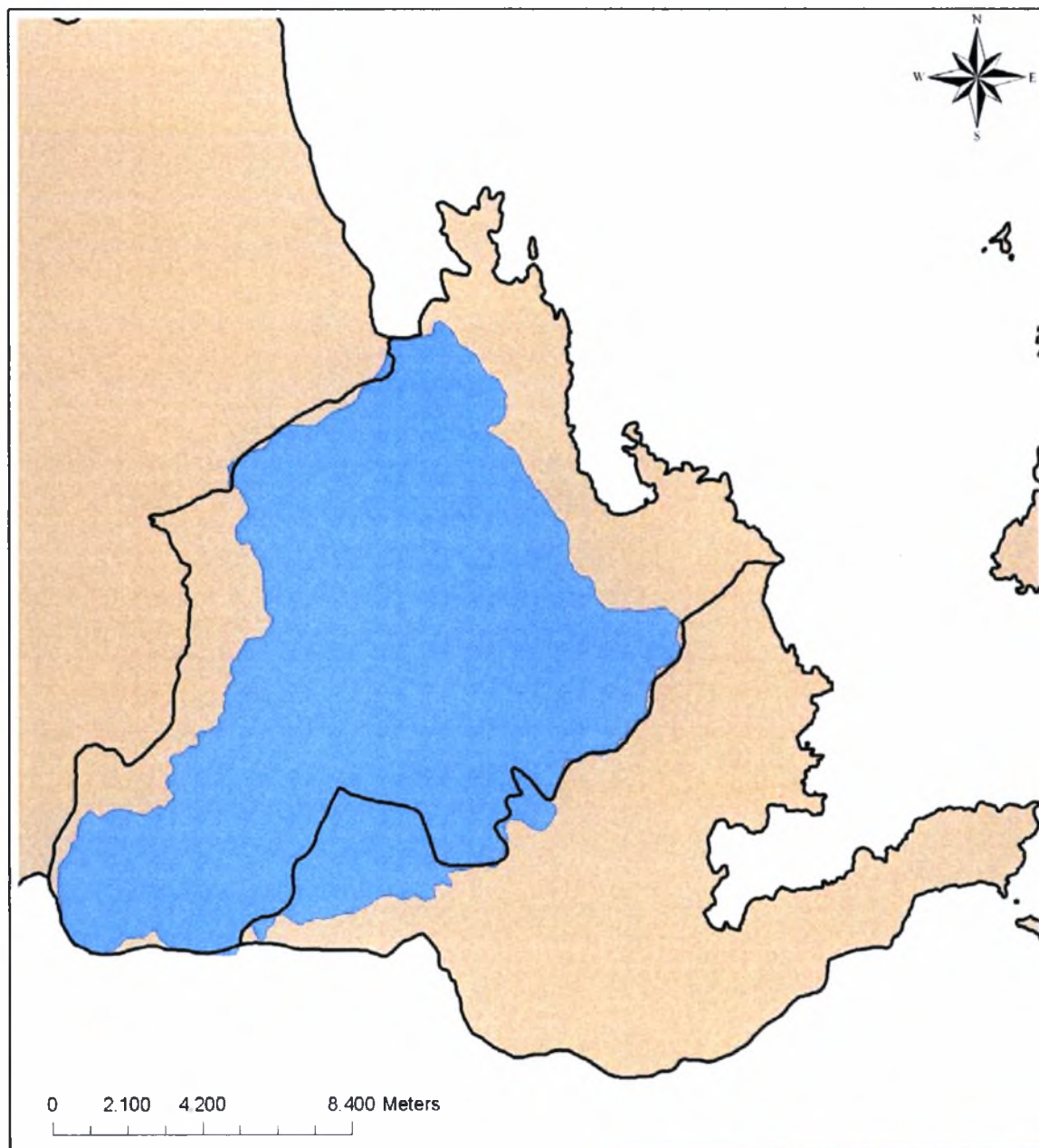
U.S.D.A., Soil Conservation Service (SCS), 1972. “National Engineering Handbook », Washington D.C., Section 4, Hydrology.

Vandewielw, G.L. and Win, N.L., 1998. “Monthly water balance for 55 basins in 10 Countries”, *Hydrological Scences Journal*, 43(5), pp. 687-699.



Watt, W.E., K.W. Lathem, C.R. Neil, T.L. Richards, and J. Rouselle (eds), (1989). *Hydrology of floods in Canada – A guide to planning and design*. National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario.

Wanielista, M., R. Keresten and R. Eaglin (1997). *Hydrology: Water quantity and quality control*. John Wiley & Sons (2nd Edition), p. 567.

Παράρτημα 1
Χάρτες Γεωγραφικού Συστήματος
Πληροφοριών

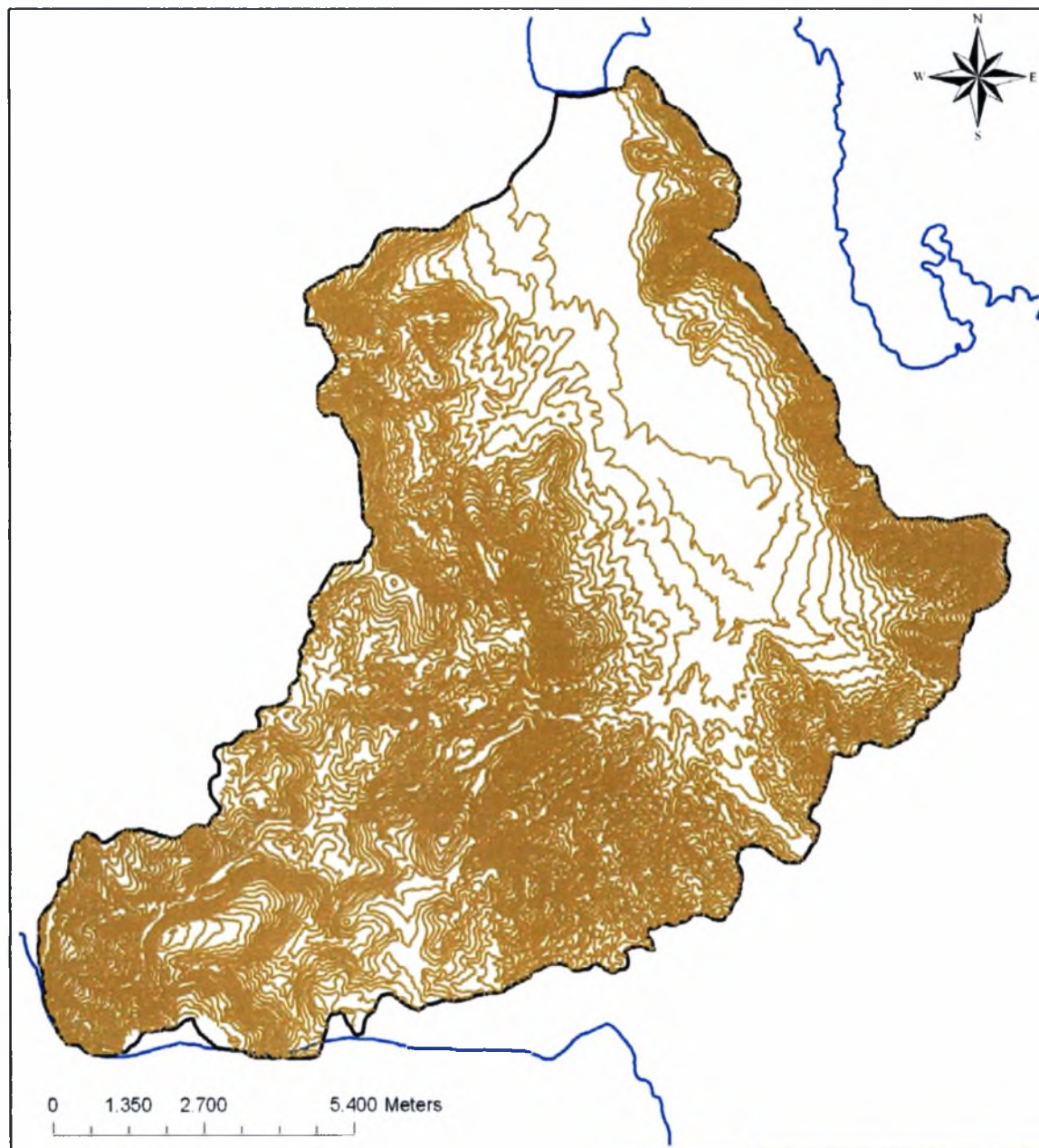


Υπόμνημα

-  Όρια Δήμων
-  Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης



Χάρτης 1. Υδροκρίτης υδρολογικής λεκάνης απορροής Σούρπης

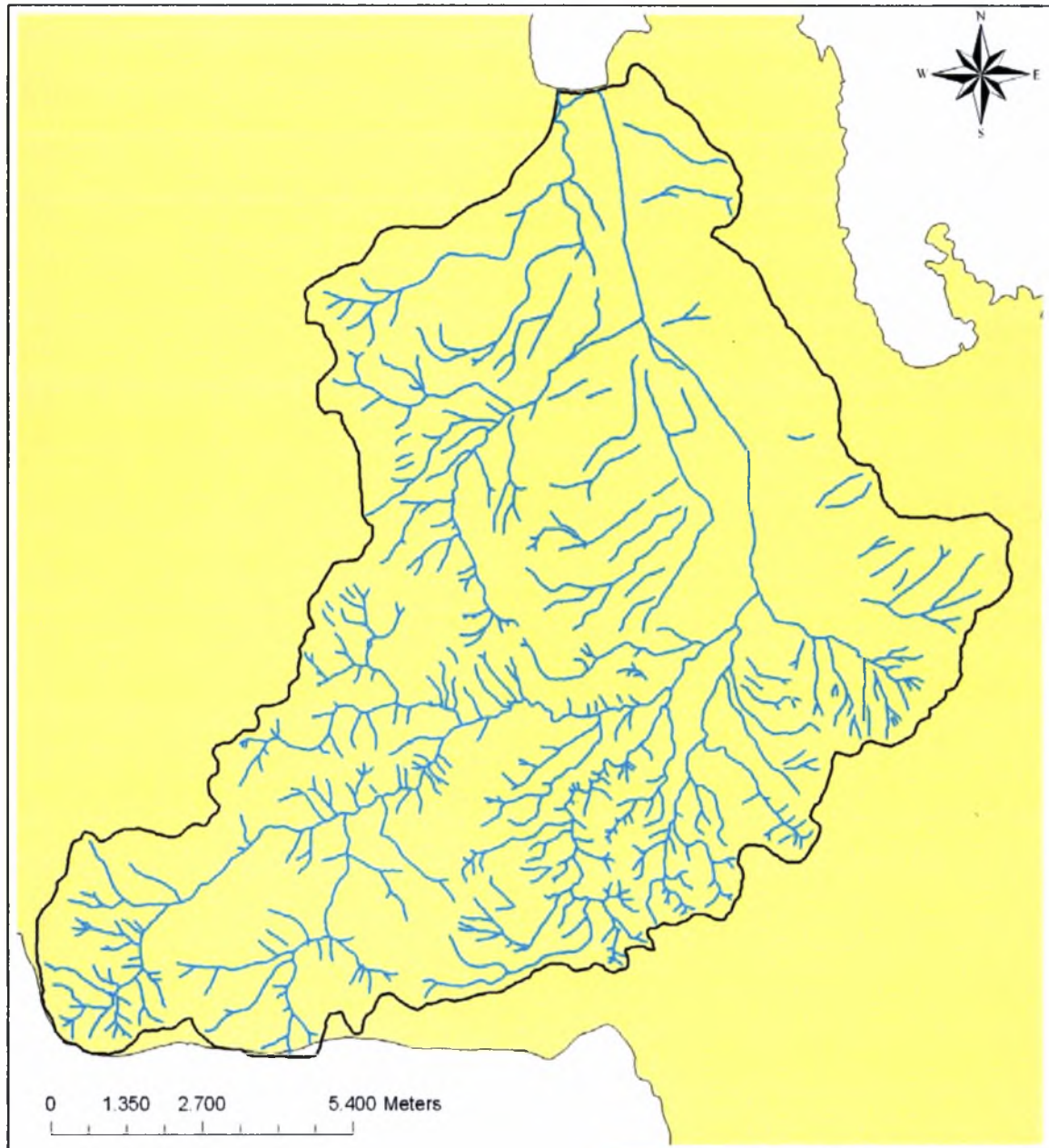


Υπόμνημα

- Ισοϋψείς Γραμμές Λεκάνης Σούρπης
- Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης



Χάρτης 2. Ισοϋψείς καμπύλες της λεκάνης απορροής της Σούρπης

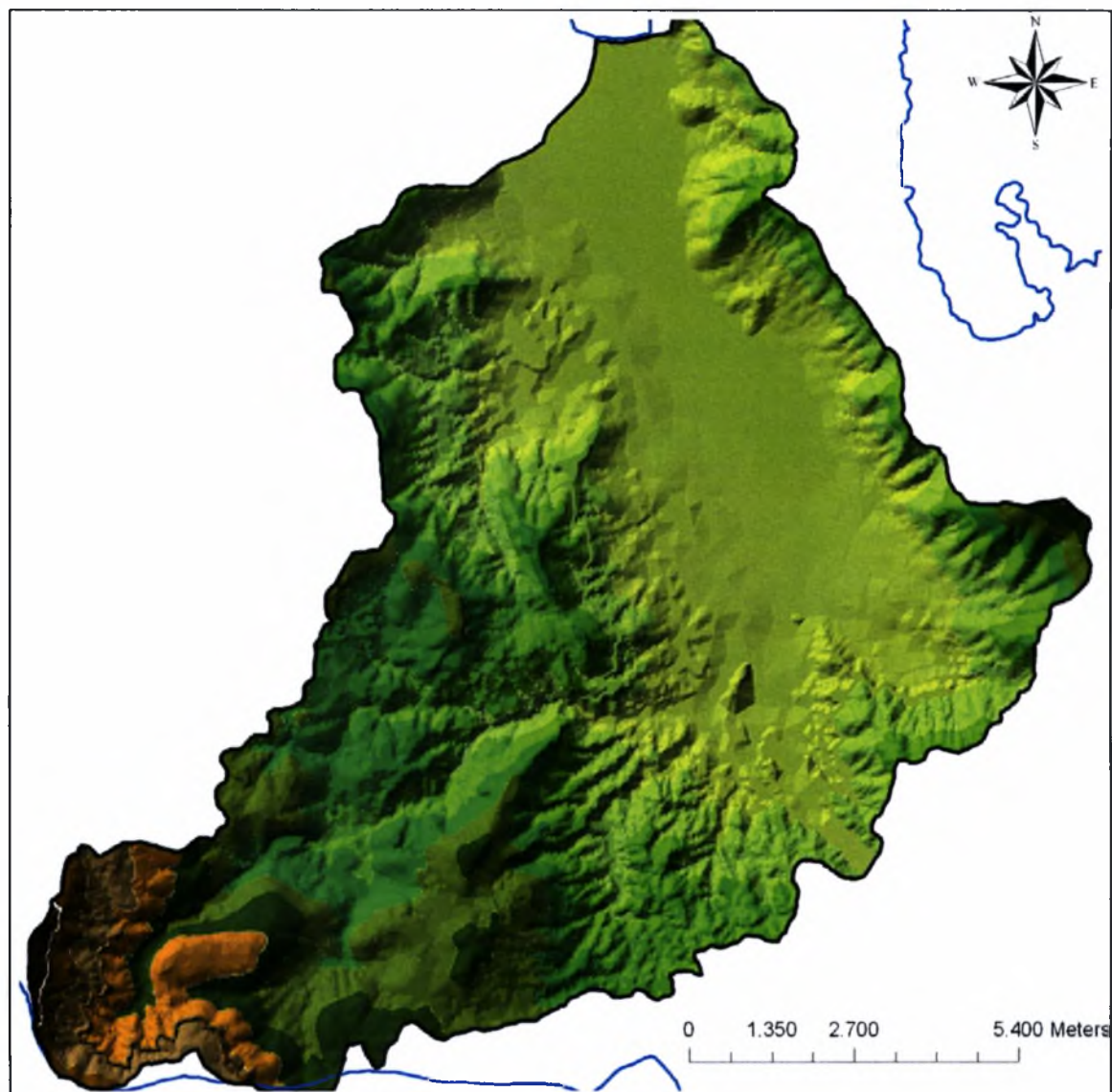


Υπόμνημα

- Υδρογραφικό Δίκτυο
- Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης



Χάρτης 3. Υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής της Σούρπης



Υπόμνημα

Όρια Νομού Μαγνησίας

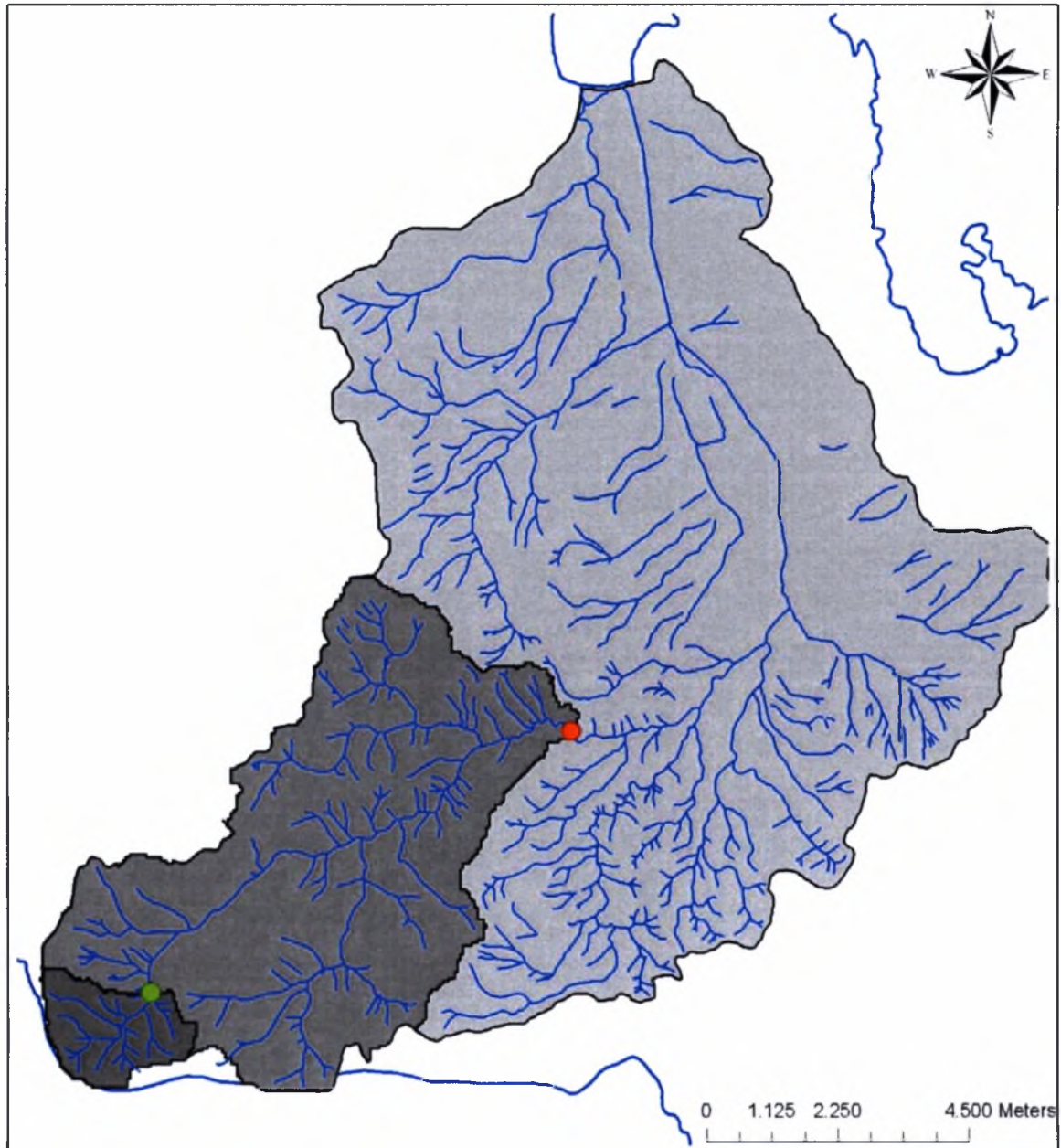
Υψόμετρα Λεκάνης Σούρπης

Elevation

	1307,273 - 1440
	1158,087 - 1298
	1016,714 - 1156
	874,115 - 1014
	730,689 - 872
	588,522 - 730
	446,262 - 588
	304,021 - 446
	162,223 - 304



Χάρτης 4. Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της λεκάνης απορροής της Σούρπης

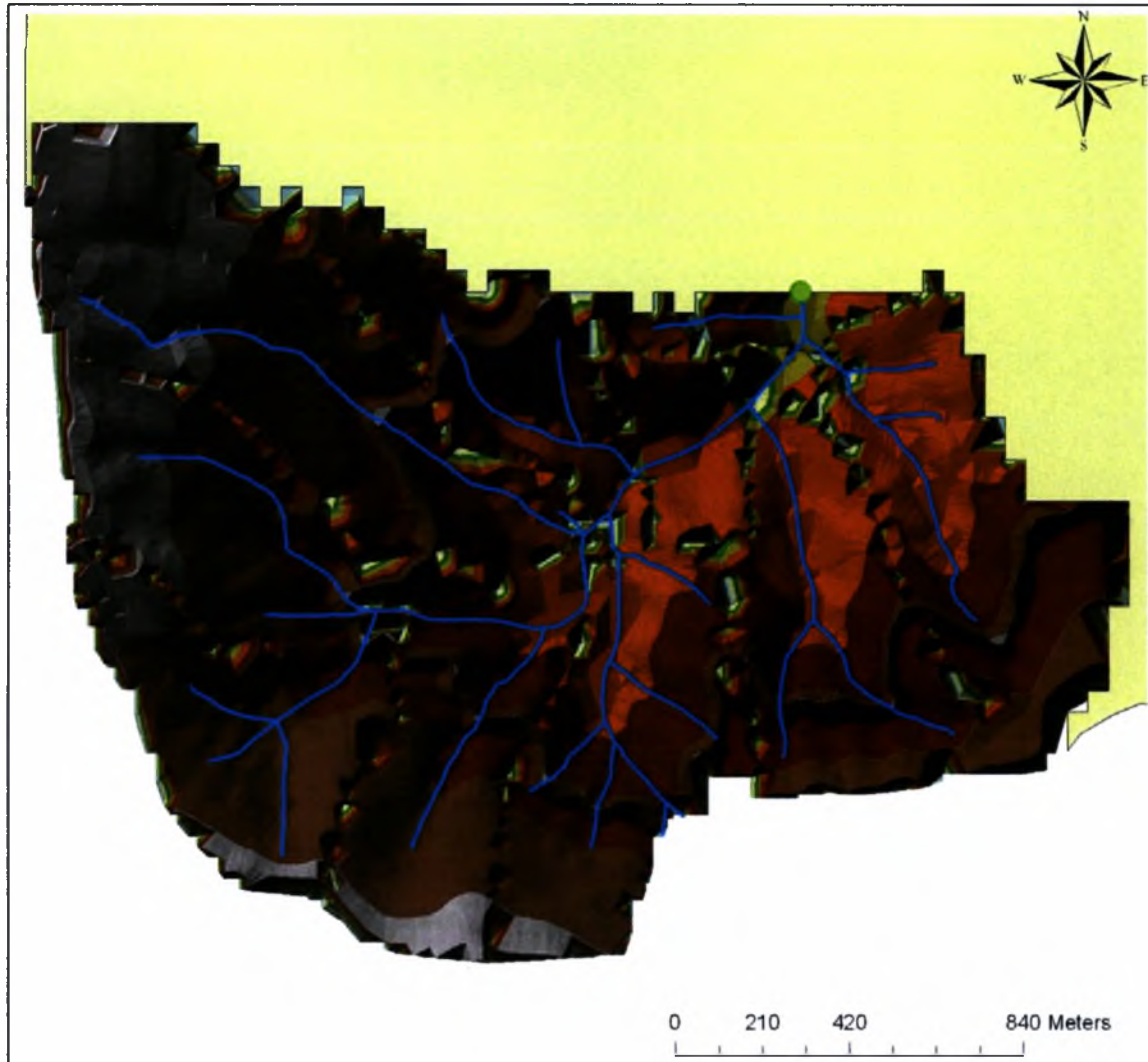


Υπόμνημα

- Υδρογραφικό Δίκτυο
- Φράγμα Κλινοβού
- Φράγμα Μαυρομάτη
- Υπολεκάνη Απορροής Κάμπος
- Υπολεκάνη Απορροής Κλινοβού
- Υπολεκάνη Απορροής Μαυρομάτη
- Όρια Νομού Μαγνησίας



Χάρτης 5. Η θέση φράγματος Μαυρομάτη, του ταμειυτήρα ύδρευσης του Δήμου Σούρπης, και η θέση φράγματος Κλινοβού, του αρδευτικού ταμειυτήρα του κάμπου της Σούρπης με πράσινη και κόκκινη σήμανση αντιστοίχα



Υπόμνημα

- Φράγμα Μαυρομάτη
- Υδρογραφικό Δίκτυο Λεκάνης Μαυρομάτη
- Υπολεκάνη Απορροής Κλινοβού

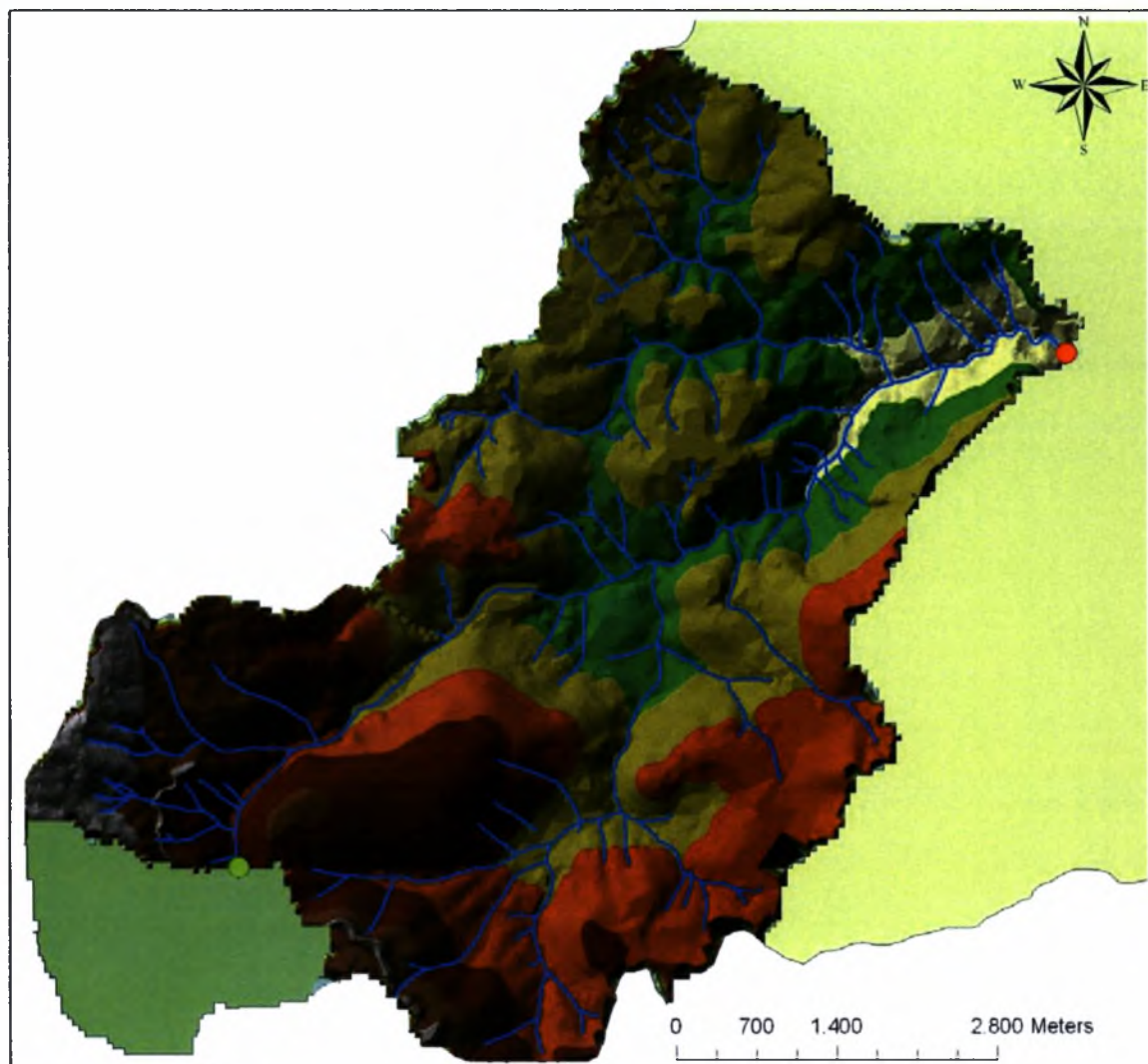
Υψόμετρα Λεκάνης Μαυρομάτη

Elevation

1319.222 - 1440
1198.444 - 1319.222
1077.667 - 1198.444
956.889 - 1077.667
836.111 - 956.889
715.333 - 836.111
594.556 - 715.333
473.778 - 594.556
353 - 473.778



Χάρτης 6. Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της υπολεκάνης απορροής του Μαυρομάτη



Υπόμνημα

- Φράγμα Μαυροματη
- Φράγμα Κλινοβού
- Υδρογραφικό Δίκτυο Υπολεκάνης Κλινοβού
- Λεκάνη Απορροής Μαυροματη
- Υπολεκάνη Απορροής Καμπος

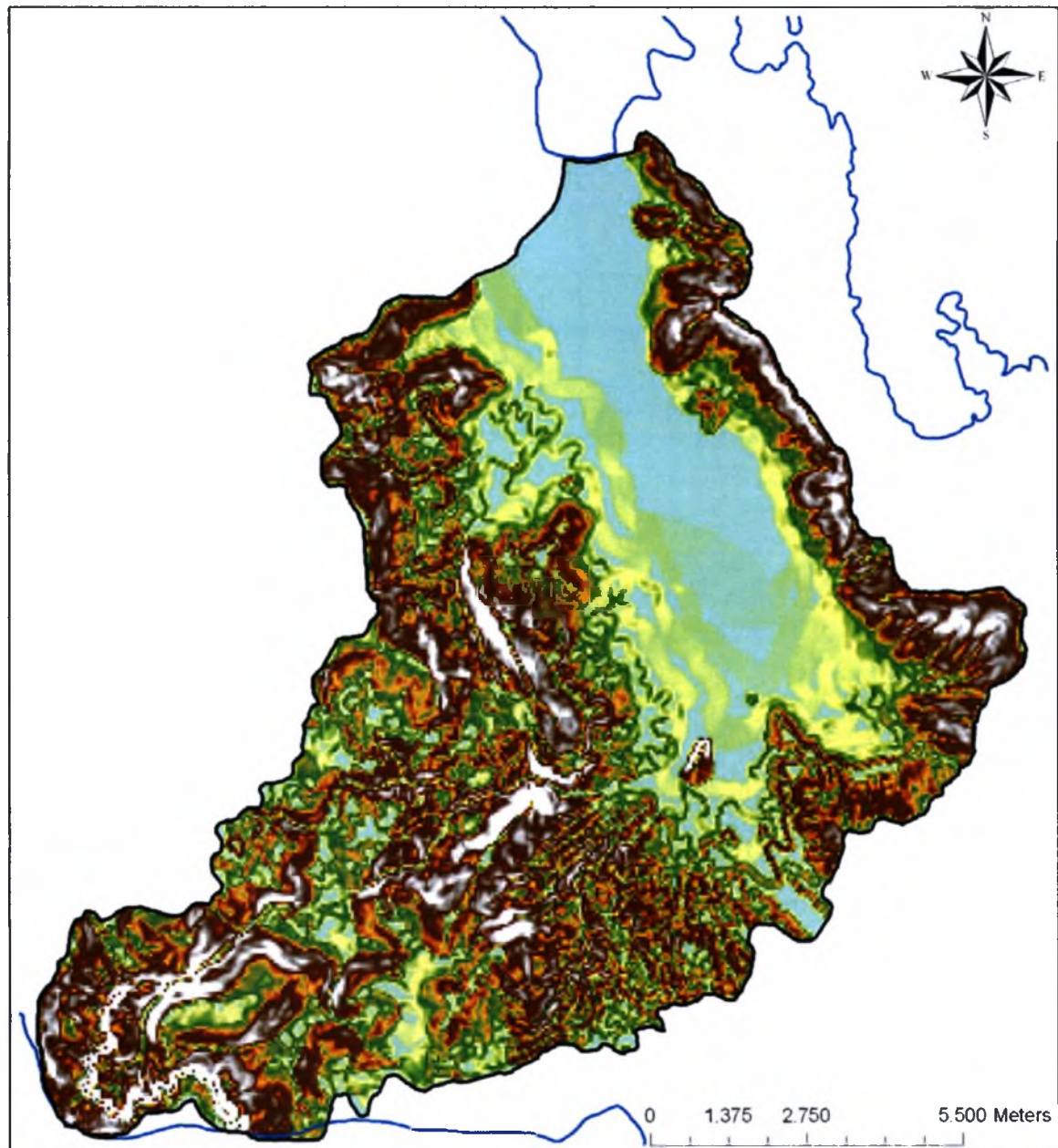
Υψόμετρα Υπολεκάνης Κλινοβού

Elevation

- 1280 - 1440
- 1120 - 1280
- 960 - 1120
- 800 - 960
- 640 - 800
- 480 - 640
- 320 - 480
- 160 - 320
- 0 - 160



Χάρτης 7. Τρισδιάστατη αναπαράσταση του εδάφους της υπολεκάνης απορροής του Κλινοβού

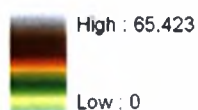


Υπόμνημα

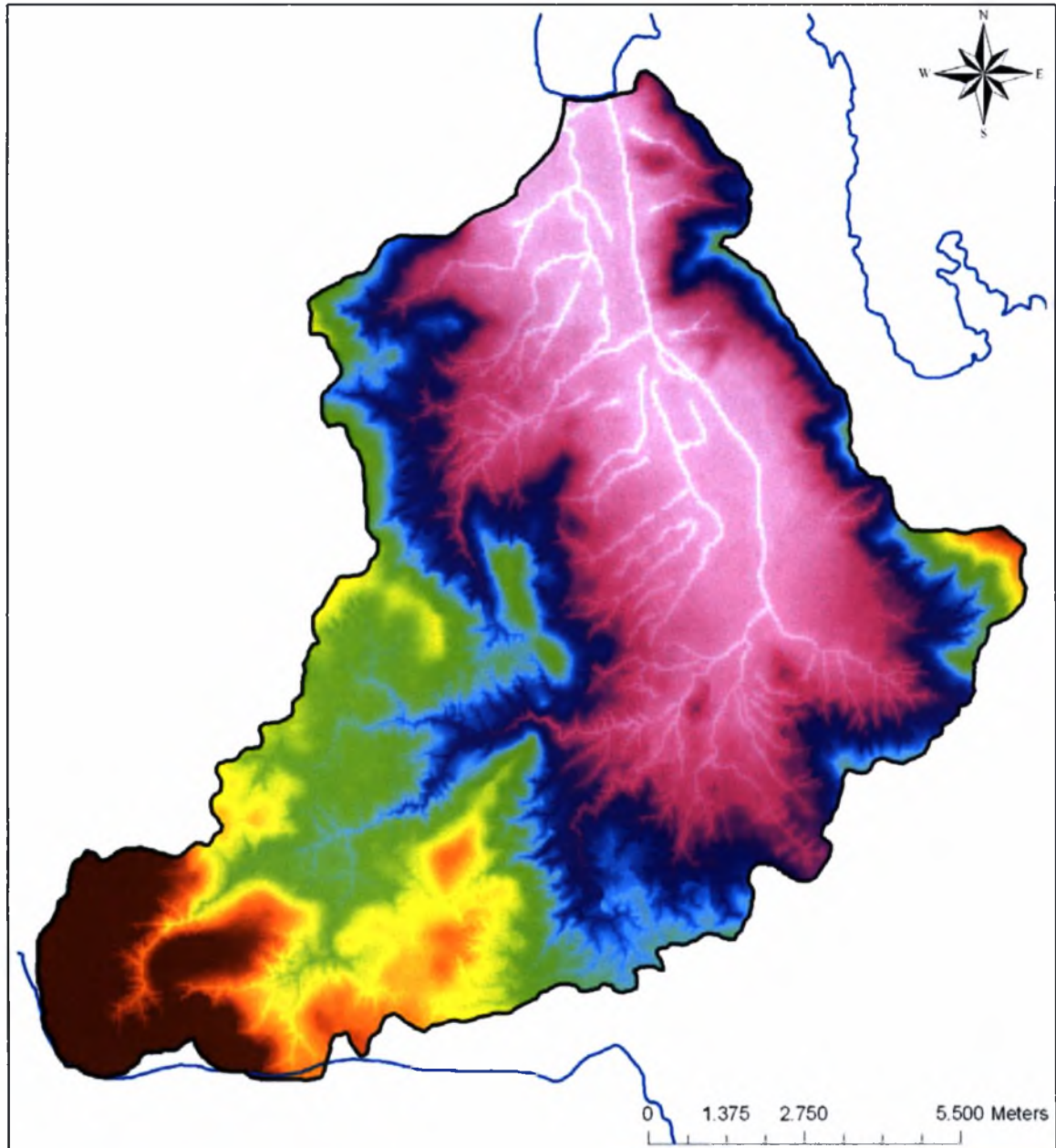
- Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης
- Όρια Νομού Μαγνησίας

Κλίσεις Λεκάνης Απορροής Σούρπης

Value



Χάρτης 8. Κλίσεις εδάφους της λεκάνης απορροής της Σούρπης

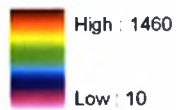


Υπόμνημα

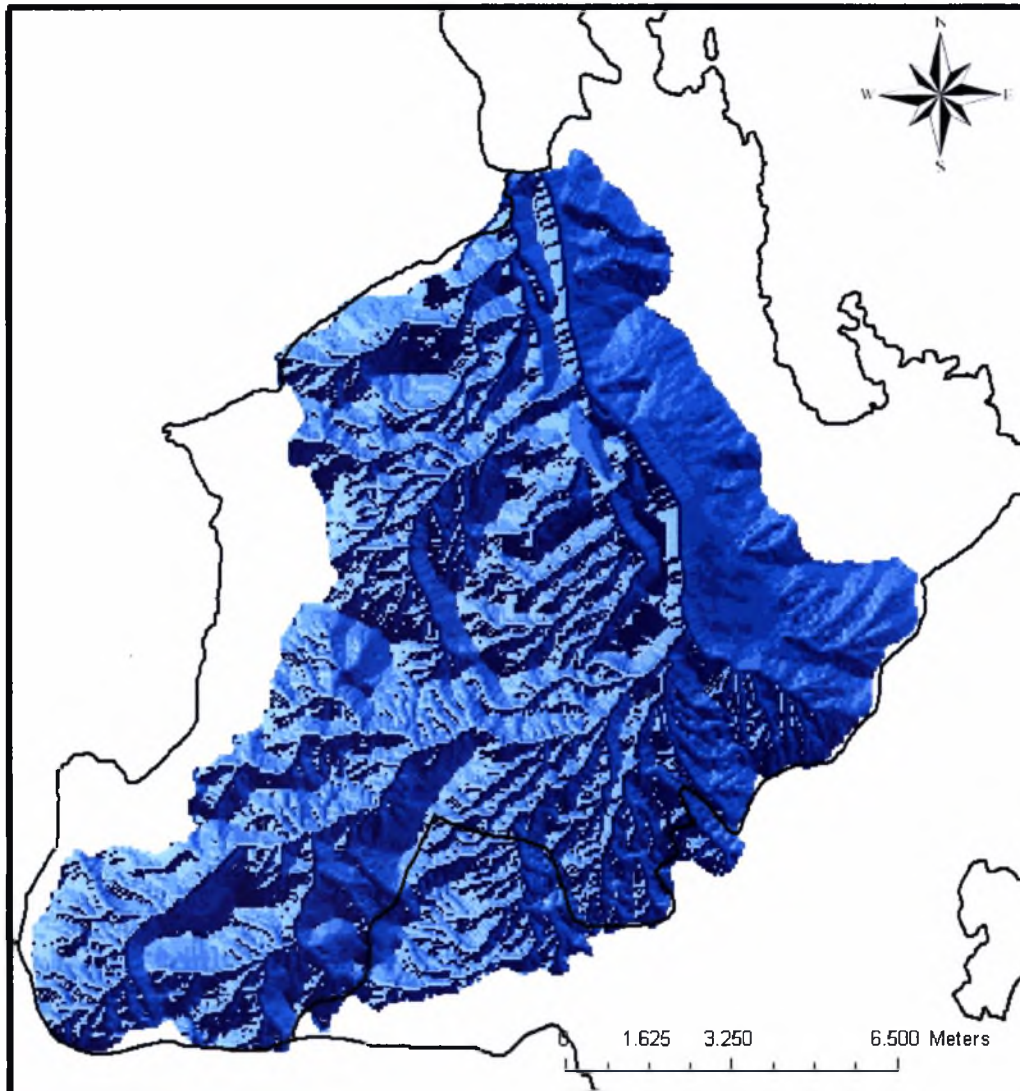
- Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης
- Όρια Νομού Μαγνησίας

agreedem

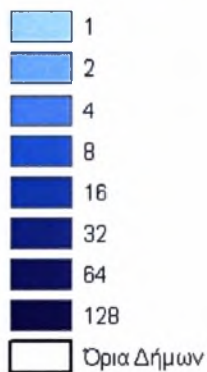
Value



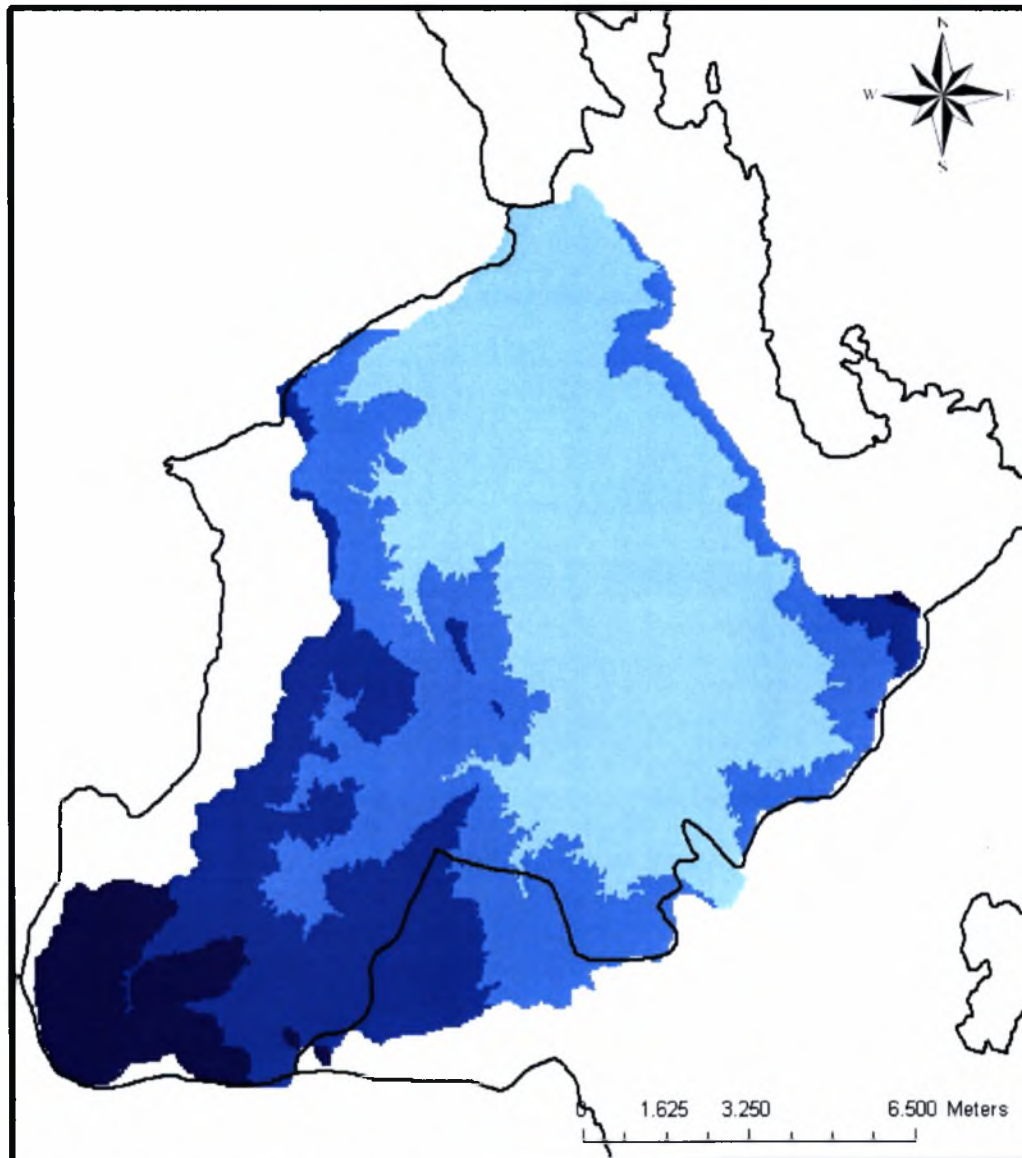
Χάρτης 9. Επιδιόρθωση του DEM χρησιμοποιώντας την μέθοδο Agreedem



Flow Direction



Χάρτης 10. Διεύθυνση Ροής (Fdr)



Flow Direction with Sinks

Όρια Δήμων

fil

<VALUE>

10 - 220,3921569

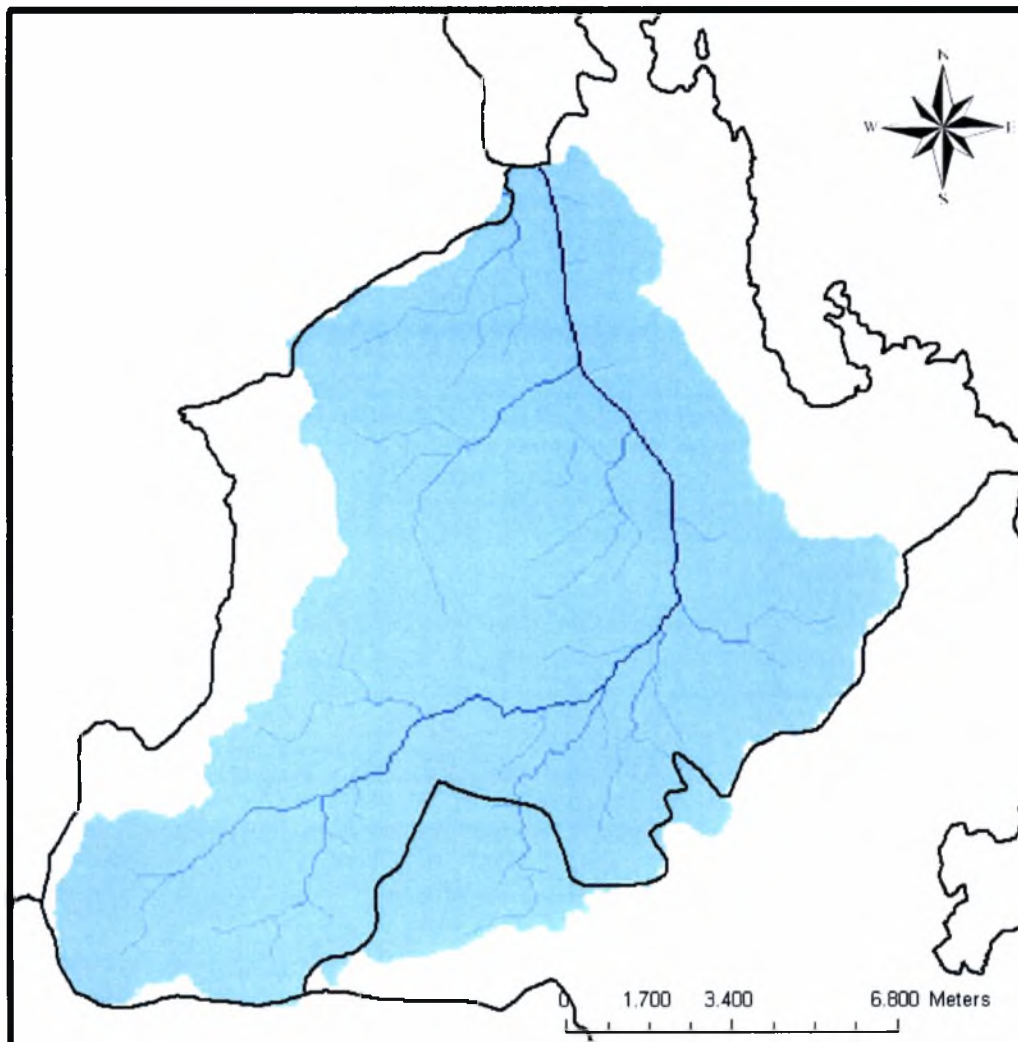
220,392157 - 487,6470588

487,6470589 - 828,8235294

828,8235295 - 1.460



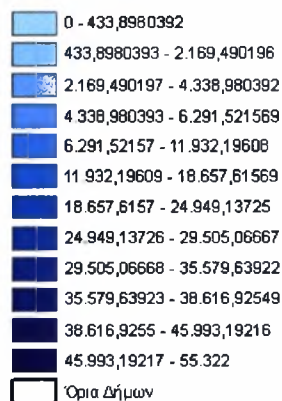
Χάρτης 11. Διεύθυνση Ροής με Εδαφικές Κοιλότητες (Fil)



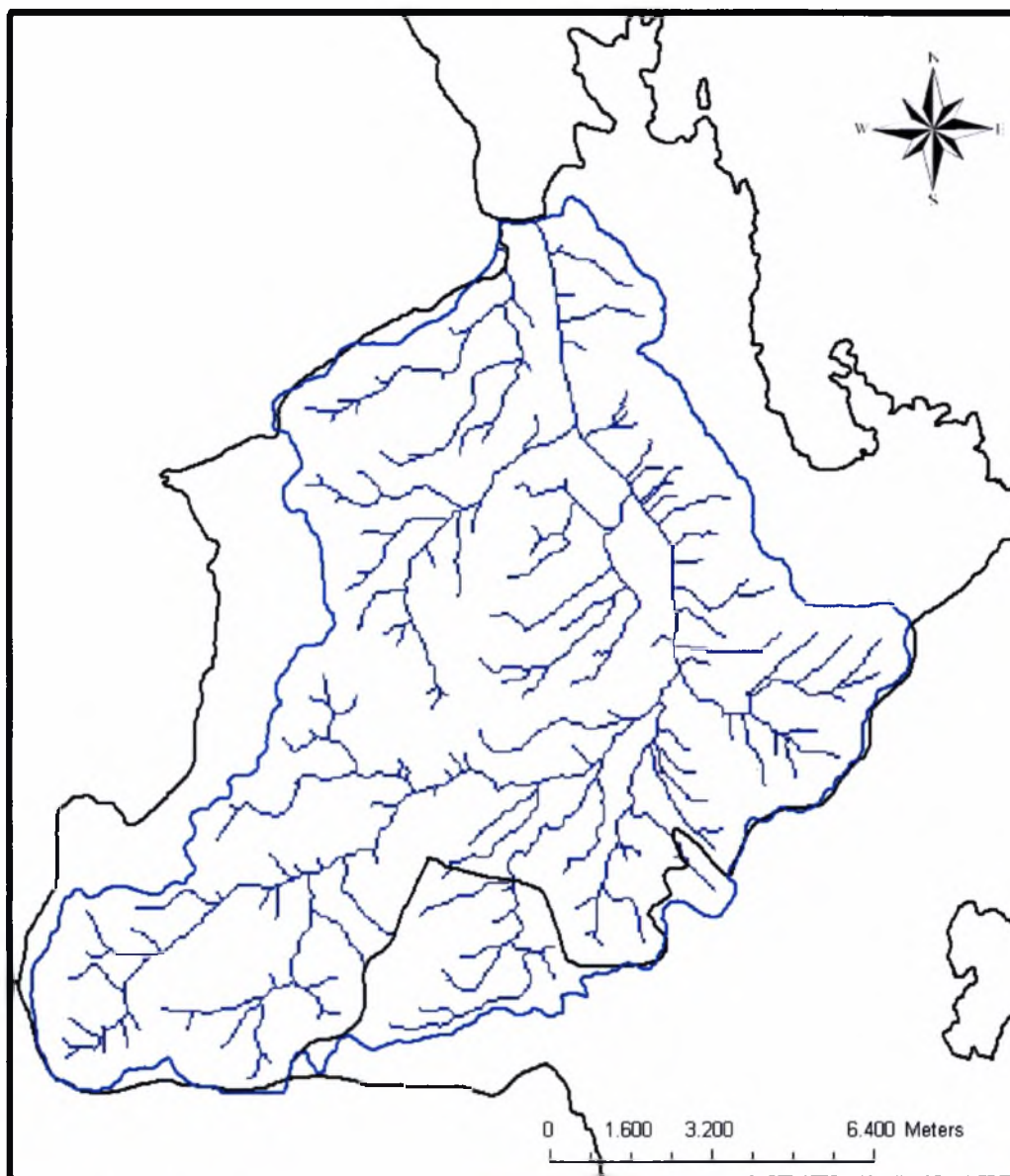
Flow Accumulation

fac




<VALUE>



Χάρτης 12. Συσσώρευση Ροής (Fac)

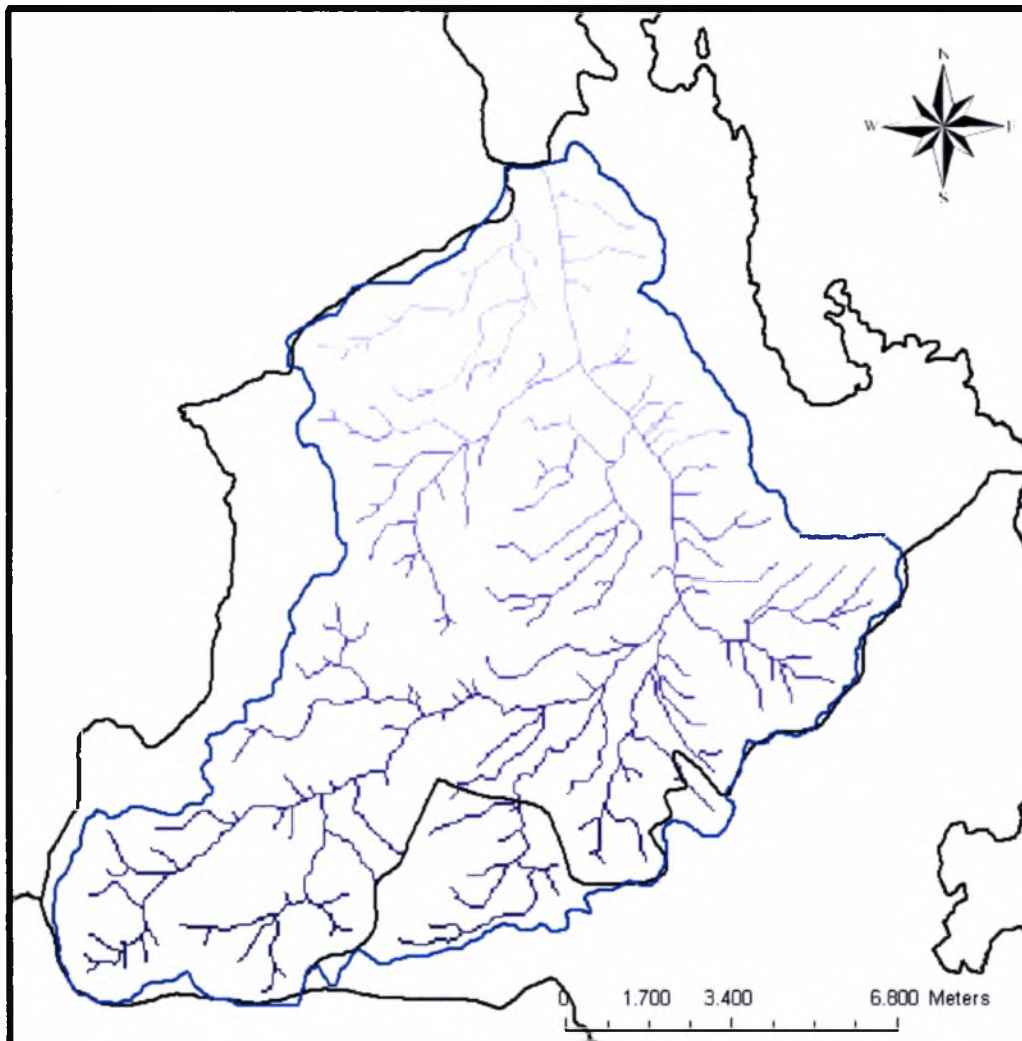


Stream Definition

-  1
-  Όρια Λεκάνης Απορροής Σούρπης
-  Όρια Δήμων



Χάρτης 13. Καθορισμός Ρεμάτων (Str)



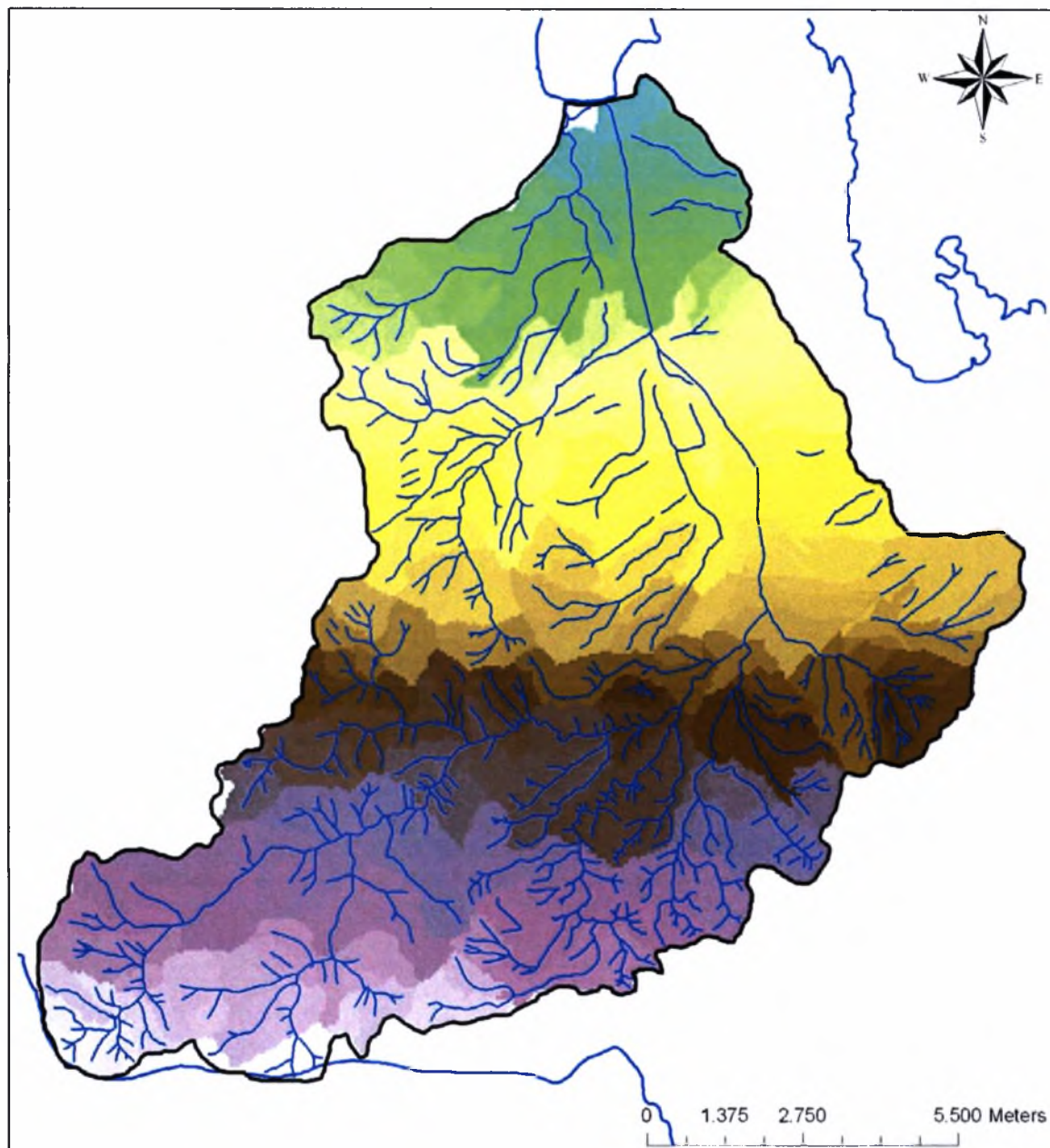
Catchment Grid Delineation

Ink

VALUE



Χάρτης 14. Οριοθέτηση Πλέγματος Υδάτινης Συλλογής (Lnk)



Υπόμνημα

- Υδρολογική Λεκάνη Σούρπης
- Όρια Νομού Μαγνησίας

Υδρολογικές Υπολεκάνες Απορροής

Value



Χάρτης 15. Πολύγωνα Υδάτινης Συλλογής (Catchments)

Παράρτημα 2

Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών



Αστικές Υδατικές Ανάγκες

Πίνακας 2.2.4. Μέσες μηνιαίες αστικές υδατικές ανάγκες (σε hm³) για τους Δήμο Σούρπης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Δημοτικό Διαμέρισμα	8	5	5	5	5	6	8	10	12	13	13	10	
Σούρπη	0.020	0.013	0.013	0.013	0.013	0.015	0.020	0.026	0.031	0.033	0.033	0.026	0.255
Αγία Τριάδα	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.037
Άγιος Ιωάννης	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008
Αραλιάπολη	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.007	0.008	0.010	0.011	0.011	0.008	0.082
Βρύναινα	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.006	0.007	0.007	0.007	0.006	0.057
Δρυμόνα	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.033
ΣΥΝΟΛΟ	0.038	0.024	0.024	0.024	0.024	0.028	0.038	0.047	0.057	0.061	0.061	0.047	0.472



Γεωργικές Υδατικές Ανάγκες

Πίνακας 2.3.1. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος της Σούρπης

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	200	ΣΙΤΗΡΑ	7 150	3 090	8 920
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	5 200				
ΚΡΙΘΑΡΙ	1700				
ΒΡΩΜΗ	50				
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	1100	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	1100	1100	
ΚΑΠΝΟΣ	30	ΚΑΠΝΟΣ	30	30	
ΒΑΜΒΑΚΙ	4000	ΒΑΜΒΑΚΙ	4000	4000	
ΒΙΚΟΣ	500	ΜΗΔΙΚΗ	700	700	
ΜΗΔΙΚΗ	200				
ΚΑΡΠΟΥΖΙΑ	20				
ΛΑΧΑΝΑ	4				
ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΑ	3	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	244	244	244
ΠΡΑΣΣΑ	10				
ΤΟΜΑΤΑ ΒΙΟΜ.	150				
ΤΟΜΑΤΑ ΕΠΙΤ.	32				
ΦΑΣΟΛΑΚΙΑ ΧΛΩΡΑ	5				
ΚΟΛΟΚΥΘΑΚΙΑ	5				
ΑΓΓΟΥΡΑΚΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΡΣΙ	5				
ΜΕΛΙΤΖΑΝΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ	5				
ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΧΛΩΡΕΣ	5				
ΒΕΡΥΚΟΚΙΕΣ	300				
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	60				
ΕΛΙΕΣ	11100				
ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ	11				
ΑΜΠΕΛΙΑ	35	ΑΜΠΕΛΙΑ	35	0	0
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	270	ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	270	0	0
	25000		25 000	12 397	12397



Πίνακας 2.3.2. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος της Αγίας Τριάδας

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	30	ΣΙΤΗΡΑ	3760	1650	4220
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	3 500				
ΚΡΙΘΑΡΙ	200				
ΒΡΩΜΗ	30				
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	200	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	200	200	
ΒΑΜΒΑΚΙ	1520	ΒΑΜΒΑΚΙ	1520	1520	
ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	10	ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	10	0	
ΒΙΚΟΣ	350	ΜΗΔΙΚΗ	850	850	
ΜΗΔΙΚΗ	500				
ΛΑΧΑΝΑ	7	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	112	112	
ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΑ	7				
ΜΑΡΟΥΔΙΑ	3				
ΤΟΜΑΤΑ ΒΙΟΜ.	80				
ΤΟΜΑΤΑ ΕΠΙΤ.	15				
ΒΕΡΥΚΟΚΙΕΣ	15	ΔΕΝΔΡΑ	653	183	183
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	20				
ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ	10				
ΕΛΙΕΣ	600				
ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ	8				
ΑΜΠΕΛΙΑ	20	ΑΜΠΕΛΙΑ	20	10	10
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	57	ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	57	0	0
	7182		7182	4525	4525



Πίνακας 2.3.3. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος του Αγίου Ιωάννη

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ		ΣΙΤΗΡΑ	860	860	860
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	40				
ΚΡΙΘΑΡΙ	780				
ΒΡΩΜΗ	40				
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ		ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	0	0	860
ΒΑΜΒΑΚΙ		ΒΑΜΒΑΚΙ	0	0	
ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	100	ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	100	0	
ΒΙΚΟΣ		ΜΗΔΙΚΗ	0	0	
ΜΗΔΙΚΗ					
ΛΑΧΑΝΑ		ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	0	0	0
ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΑ					
ΜΑΡΟΥΛΙΑ					
ΤΟΜΑΤΑ ΒΙΟΜ.					
ΤΟΜΑΤΑ ΕΠΙΤ.		ΔΕΝΔΡΑ	10	10	10
ΒΕΡΥΚΟΚΙΕΣ					
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	10				
ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ					
ΕΛΙΕΣ		ΔΕΝΔΡΑ	0	0	0
ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ					
ΑΜΠΕΛΙΑ					
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	30				
	1000		1000	870	870

Πίνακας 2.3.4. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος της Αμαλιάπολης

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΕΛΙΕΣ	5 100	ΔΕΝΔΡΑ	5 100	300	300



Πίνακας 2.3.5. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος της Βρύναινας

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	20	ΣΙΤΗΡΑ	3770	203	941
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	2 115				
ΚΡΙΘΑΡΙ	1585				
ΒΡΩΜΗ	50				
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	15	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	15	12	
ΦΑΚΗ	6	ΦΑΚΗ	6	6	
ΒΑΜΒΑΚΙ	120	ΒΑΜΒΑΚΙ	120	120	
ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	600	ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	600	0	
ΒΙΚΟΣ	500	ΜΗΔΙΚΗ	600	600	
ΜΗΔΙΚΗ	100				
ΤΟΜΑΤΑ	2	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	2	2	2
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	50	ΔΕΝΔΡΑ	1070	0	0
ΚΑΡΥΔΙΕΣ	15				
ΚΑΣΤΑΝΙΕΣ	25				
ΕΛΙΕΣ	980				
ΑΜΠΕΛΙΑ	34	ΑΜΠΕΛΙΑ	34	0	0
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	200	ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	200	0	0
	6417		6417	943	943



Πίνακας 2.3.6. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις του δημοτικού διαμερίσματος της Δρυμόνας

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006	ΠΟΤΙΣΤΗΚΑΝ ΤΟ 2006
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	50	ΣΙΤΗΡΑ	2700	1700	4730
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	2 430				
ΚΡΙΘΑΡΙ	220				
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	220	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	220	220	
ΦΑΚΗ	10	ΦΑΚΗ	10	10	
ΒΑΜΒΑΚΙ	2000	ΒΑΜΒΑΚΙ	2000	2000	
ΒΙΚΟΣ	300	ΜΗΔΙΚΗ	800	800	
ΜΗΔΙΚΗ	500				
ΤΟΜΑΤΑ ΒΙΟΜ.	46	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	51	51	51
ΤΟΜΑΤΑ ΕΠΙΤ.	5				
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	30	ΔΕΝΔΡΑ	2000	165	165
ΚΑΡΥΔΙΕΣ	20				
ΕΛΙΕΣ	1950				
ΑΜΠΕΛΙΑ	15	ΑΜΠΕΛΙΑ	15	5	5
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	150	ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ 1-5 ΕΤΩΝ	150	0	0
	7946		7946	4951	4951



Πίνακας 2.3.11. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αύξησης της ζήτησης από τη ζήτηση των καλλιεργειών στην τελική ποσότητα απόληψης στην λεκάνη της Σούρπης για τα υδρολογικά έτη 1960/61 – 1962/63

Έτος	Μήνες	Ημέρες	Ζήτηση Καλλιεργειών (hm ³)	Τελική Ζήτηση (hm ³)
60/61	Ο	31	0.1008	0.1426
	Ν	30	0.0941	0.1331
	Δ	28	0.0000	0.0000
	Ι	31	0.0000	0.0000
	Φ	30	0.3576	0.5058
	Μ	31	0.3686	0.5214
	Α	30	1.2666	1.7917
	Μ	31	1.3423	1.8987
	Ι	30	1.6929	2.3946
	Ι	31	2.2828	3.2290
	Α	31	2.4694	3.4931
	Σ	30	1.6614	2.3500
61/62	Ο	31	0.0000	0.0000
	Ν	30	0.0310	0.0438
	Δ	28	0.0264	0.0373
	Ι	31	0.1988	0.2812
	Φ	30	0.0934	0.1322
	Μ	31	0.5783	0.8181
	Α	30	1.2907	1.8258
	Μ	31	1.6997	2.4042
	Ι	30	1.9162	2.7105
	Ι	31	2.6109	3.6931
	Α	31	2.7501	3.8901
	Σ	30	0.4589	0.6491
62/63	Ο	31	0.0000	0.0000
	Ν	30	0.0000	0.0000
	Δ	28	0.0000	0.0000
	Ι	31	0.2184	0.3089
	Φ	30	0.0877	0.1240
	Μ	31	0.3602	0.5095
	Α	30	0.9323	1.3188
	Μ	31	1.2100	1.7116
	Ι	30	1.9210	2.7173
	Ι	31	2.6239	3.7115
	Α	31	2.5440	3.5986
	Σ	30	1.9162	2.7105



Πίνακας 2.3.12. Στατιστικός μέσος όρος της ετήσιας ζήτησης και η συνολική ετήσια ζήτηση των καλλιεργειών για τα υδρολογικά έτη 1960/61-2001/2002

Ετος	Μήνες	Ημέρες	Ζήτηση Γεωργικών Καλλιεργειών (hm ³)	Ζήτηση Θερμοκηπευτικών Καλλιεργειών (hm ³)	Ζήτηση Έτους (hm ³)	Ετήσια Ζήτηση (hm ³)
60/61	Ο	31	0.1426	0.00407	16.477	15.98
	N	30	0.1331	0.00290		
	Δ	28	0.0000	0.00080		
	I	31	0.0000	0.00080		
	Φ	30	0.5058	0.00000		
	M	31	0.5214	0.00000		
	A	30	1.7917	0.00090		
	M	31	1.8987	0.00181		
	I	30	2.3946	0.00342		
	I	31	3.2290	0.00162		
	A	31	3.4931	0.00000		
	Σ	30	2.3500	0.00000		
61/62	Ο	31	0.0000	0.00256	16.503	M.O. Ζήτησης όλων των Ετών (hm ³)
	N	30	0.0438	0.00265		
	Δ	28	0.0373	0.00177		
	I	31	0.2812	0.00202		
	Φ	30	0.1322	0.00000		
	M	31	0.8181	0.00000		
	A	30	1.8258	0.00104		
	M	31	2.4042	0.00220		
	I	30	2.7105	0.00375		
	I	31	3.6931	0.00207		
	A	31	3.8901	0.00000		
	Σ	30	0.6491	0.00000		
2001/2002	Ο	31	0.0000	0.00373	15.590	1.332
	N	30	0.0000	0.00136		
	Δ	28	0.0000	0.00000		
	I	31	0.1905	0.00164		
	Φ	30	0.4890	0.00000		
	M	31	0.5883	0.00000		
	A	30	1.1317	0.00000		
	M	31	2.3543	0.00215		
	I	30	2.4830	0.00353		
	I	31	3.4645	0.00180		
	A	31	3.5259	0.00000		
	Σ	30	1.3481	0.00000		



Πίνακας 2.3.14. Πίνακας υπολογισμού φυτικού συντελεστή (K) θερμοκηπιακών καλλιεργειών

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
K	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
ETPs	-4990.24	-4566.77	-4975.82	3428.83	5151.01	6568.44	3337.34	6040.90	8227.95	7002.05	-6165.28	3700.38
ETMs	-7128.91	-6523.95	-7108.31	4898.33	7358.58	9383.48	4767.63	8629.85	11754.22	10002.92	-8807.54	5286.26
to	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
t	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
RGs	-10640.17	-9737.25	-10609.42	7310.94	10982.95	14005.19	7115.87	12880.38	17543.61	14929.74	-13145.59	7889.94
RG	-26600.42	-24343.11	-26523.55	18277.35	27457.39	35012.98	17789.67	32200.94	43859.03	37324.34	-32863.97	19724.85
L	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
a	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
b	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
n (39.04)	7.77	6.77	6.59	6.81	6.75	8.33	8.93	9.97	10.02	10.16	9.51	8.39
N	-0.16	-0.15	-0.14	0.22	0.13	0.13	0.29	0.17	0.13	0.15	-0.15	0.25
φ	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04	39.04
δ	-7.90	23.12	19.52	-11.67	-1.44	-17.11	-12.82	4.16	22.00	10.43	-6.83	-20.90
I	304.00	334.00	365.00	31.00	59.00	90.00	120.00	151.00	181.00	212.00	243.00	273.00
RG o	909.03	882.87	894.21	938.27	875.41	899.43	911.38	884.30	938.99	882.49	868.02	931.75
Gsc	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64	116.64
ωs	-1.23	-1.13	-1.03	1.64	1.01	1.00	2.15	1.28	1.00	1.12	-1.16	-3.41



Κτηνοτροφικές Υδατικές Ανάγκες

Πίνακας 2.4.4. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Σούρπης

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Σούρπη	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	10	350	127750	0.0001
Βοειδή	Άρρυνα	365	190	2	380	138700	0.0001
	Θήλεα	365	190	20	3800	1387000	0.0014
	Μοσχάρια	180	80	0	0	0	0
Βουβάλια	Άρρυνα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	0	0	0	0
	Μικρά	180	8	0	0	0	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	7540	75400	27521000	0.0275
	Μικρά	150	7	6900	48300	7245000	0.0072
Αίγες	Μεγάλα	365	6	4770	28620	10446300	0.0104
	Μικρά	150	4	4250	17000	2550000	0.0026
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	1000	150	54750	0.0001
	Μικρά	60	0.1	1000	100	6000	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					174100	49476500	0.0495

Πίνακας 2.4.5. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Αγίας Τριάδας

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Αγίας Τριάδας	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	0	0	0	0
Βοειδή	Άρρυνα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
	Μοσχάρια	180	80	0	0	0	0
Βουβάλια	Άρρυνα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	0	0	0	0
	Μικρά	180	8	0	0	0	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	220	2200	803000	0.0008
	Μικρά	150	7	168	1176	176400	0.0002
Αίγες	Μεγάλα	365	6	1170	7020	2562300	0.0026
	Μικρά	150	4	1000	4000	600000	0.0006
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	500	75	27375	0.0000
	Μικρά	60	0.1	500	50	3000	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					14521	4172075	0.0042



Πίνακας 2.4.6. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Αγίου Ιωάννη

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Άγιος Ιωάννης	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	6	210	76650	0
Βοειδή	Άρρενα	365	190	50	9500	3467500	0
	Θήλεα	365	190	550	104500	38142500	0
	Μοσχάρια	180	80	440	35200	6336000	0
Βουβάλια	Άρρενα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	0	0	0	0
	Μικρά	180	8	0	0	0	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	210	2100	766500	0.0008
	Μικρά	150	7	180	1260	189000	0.0002
Αίγες	Μεγάλα	365	6	220	1320	481800	0.0005
	Μικρά	150	4	180	720	108000	0.0001
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	150	22.5	8212.5	0.0000
	Μικρά	60	0.1	150	15	900	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					154847.5	49577062.5	0.0496

Πίνακας 2.4.7. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Αραλιάπολης

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Αραλιάπολη	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	4	140	51100	0.0001
Βοειδή	Άρρενα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
	Μοσχάρια	180	80	0	0	0	0
Βουβάλια	Άρρενα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	0	0	0	0
	Μικρά	180	8	0	0	0	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	1300	13000	4745000	0.0047
	Μικρά	150	7	1215	8505	1275750	0.0013
Αίγες	Μεγάλα	365	6	250	1500	547500	0.0005
	Μικρά	150	4	190	760	114000	0.0001
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	100	15	5475	0.0000
	Μικρά	60	0.1	100	10	600	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					23930	6739425	0.0067



Πίνακας 2.4.8. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Βρύναινας

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Βρύναινα	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	55	1925	702625	0.0007
Βοειδή	Άρρενα	365	190	135	25650	9362250	0.0094
	Θήλεα	365	190	920	174800	63802000	0.0638
	Μοσχάρια	180	80	700	56000	10080000	0.0101
Βουβάλια	Άρρενα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	50	600	219000	0
	Μικρά	180	8	200	1600	288000	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	3150	31500	11497500	0.0115
	Μικρά	150	7	2930	20510	3076500	0.0031
Αίγες	Μεγάλα	365	6	6700	40200	14673000	0.0147
	Μικρά	150	4	6180	24720	3708000	0.0037
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	2000	300	109500	0.0001
	Μικρά	60	0.1	3000	300	18000	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					378105	117536375	0.1175

Πίνακας 2.4.9. Κτηνοτροφικές υδατικές ανάγκες δημοτικού διαμερίσματος Δρυμώνας

Είδος Ζώου		Ημέρες Εκτροφής	Κατανάλωση Νερού (lt/κεφ./day)	Δρυμώνα	Κατανάλωση Νερού (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Άλογα		365	35	13	455	166075	0.0002
Βοειδή	Άρρενα	365	190	17	3230	1178950	0.0012
	Θήλεα	365	190	180	34200	12483000	0.0125
	Μοσχάρια	180	80	85	6800	1224000	0.0012
Βουβάλια	Άρρενα	365	190	0	0	0	0
	Θήλεα	365	190	0	0	0	0
Χοίροι	Μεγάλα	365	12	0	0	0	0
	Μικρά	180	8	0	0	0	0
Πρόβατα	Μεγάλα	365	10	1450	14500	5292500	0.0053
	Μικρά	150	7	1340	9380	1407000	0.0014
Αίγες	Μεγάλα	365	6	600	3600	1314000	0.0013
	Μικρά	150	4	540	2160	324000	0.0003
Πουλερικά	Μεγάλα	365	0.15	2000	300	109500	0.0001
	Μικρά	60	0.1	1500	150	9000	0.0000
ΣΥΝΟΛΟ					74775	23508025	0.0235



Πίνακας 2.4.10. Συνολική ετήσια κατανάλωση για την κτηνοτροφία ανά δημοτικό διαμέρισμα (hm³)

Δημοτικό Διαμέρισμα	Κατανάλωση (lt/day)	Ετήσια Κατανάλωση (lt)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³)
Σούρπη	174100	49476500	0.0495
Άγια Τριάδα	14521	4172075	0.0042
Άγιος Ιωάννης	154847.5	49577062.5	0.0496
Αραλιάπολη	23930	6739425	0.0067
Βρύναινα	378105	117536375	0.1175
Δρυμόνα	74775	23508025	0.0235
ΛΕΚΑΝΗ ΣΟΥΡΠΗΣ	820278.5	251009462.5	0.2510
Βρύναινα + Αγ. Ιωάννης	532952,5	167113437,5	0,1671
Υπολεκάνη ΚΑΜΠΟΣ (Σούρπη + Αγ. Τριάδα + Αραλιάπολη + Δρυμόνα)	287326	83896025	0.0839

Πίνακας 2.4.11. Μέση μηνιαία κτηνοτροφική κατανάλωση (hm³)

Δημοτικό Διαμέρισμα	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
Σούρπη	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
Άγια Τριάδα	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Άγιος Ιωάννης	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
Αραλιάπολη	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Βρύναινα	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098
Δρυμόνα	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ΛΕΚΑΝΗ ΣΟΥΡΠΗΣ	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209
Βρύναινα + Αγ. Ιωάννης	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139	0.0139
ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΚΑΜΠΟΣ	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070



Βιομηχανικές Υδατικές Ανάγκες

Πίνακας 2.5.1. Ετήσια κατανάλωση νερού (σε hm³) ανά βιομηχανική δραστηριότητα της περιοχής μελέτης

Είδος Βιομηχανίας	Ημερήσια Κατανάλωση (m ³ /day)	Ετήσια Κατανάλωση (m ³ /yr)	Ετήσια Κατανάλωση (hm ³ /yr)	Παραγωγή Προϊόντος (tn/yr)
Αλευροβιομηχανία ΛΟΥΛΗΣ Α.Ε.	550	200750	0.2008	
Επεξεργασία Βρώσιμων Ελιών IDEAL	8	1920	0.0019	1500
Επεξεργασία Βρώσιμων Ελιών ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΑΛΜΥΡΟΥ	11	2640	0.0026	2000
Ελαιοτριβείο ΑΓΡ. ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΣ ΣΟΥΡΠΗΣ	210.9	25304	0.0253	3163
Ελαιοτριβείο Δίπλα				
Ελαιοτριβείο Μακανικά				
Ελαιοτριβείο Γκρίνια				
ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜ. ΧΡΗΣΗΣ	779.87	230614	0.2306	

Πίνακας 2.5.2. Μηνιαία βιομηχανική κατανάλωση νερού (hm³) της περιοχής μελέτης

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
Αλευροβιομηχανία	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167
Εργοστάσια Επεξεργασίας Βρώσιμων Ελιών	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0000	0.0004
Ελαιοτριβεία	0.0000	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Σύνολο Βιομ. Χρήσης	0.0171	0.0235	0.0235	0.0235	0.0235	0.0171	0.0171	0.0171	0.0171	0.0171	0.0167	0.0171



Τουριστικές Υδατικές Ανάγκες

Πίνακας 2.6.1. Διανυκτερεύσεις τουριστών στο δημοτικό διαμέρισμα της Αραλιάπολης και κατανάλωση νερού (σε hm³) ανά μήνα για τα έτη 2006-2007

		Διανυκτερεύσεις σε Ξενοδοχεία			Διανυκτερεύσεις σε Ενοικιαζόμενα Δωμάτια Αρ. Κλινών:~40	Συνολικός Αριθμός Διανυκτερεύσεων ανά Μήνα	Κατανάλω ση Νερού (hm ³)
		ΑΜΑΛΙΑ Αρ. Κλινών: 23	OASIS Αρ. Κλινών: 14	NANSY Αρ. Κλινών: 13			
2006	ΙΑΝ	70	42	189	0	301	0.00012
	ΦΕΒ	74	31	136	0	241	0.00010
	ΜΑΡ	76	25	223	0	324	0.00013
	ΑΠΡ	129	111	305	0	545	0.00022
	ΜΑΪ	40	51	212	0	303	0.00012
	ΙΟΥΝ	200	88	420	870	1578	0.00063
	ΙΟΥΛ	350	123	482	930	1885	0.00075
	ΑΥΓ	408	130	551	990	2079	0.00083
	ΣΕΠ	150	71	76	540	837	0.00033
	ΟΚΤ	28	10	95	0	133	0.00005
	ΝΟΕ	27	14	155	0	196	0.00008
	ΔΕΚ	74	36	85	0	195	0.00008
	Σύνολο	1626	732	2929	3330	8617	0.00345
2007	ΙΑΝ	100	53	124	0	277	0.00011
	ΦΕΒ	167	7	16	0	190	0.00008
	ΜΑΡ	13	11	87	0	111	0.00004
	ΑΠΡ	109	91	201	0	401	0.00016
	ΜΑΪ	96	28	183	0	307	0.00012
	ΙΟΥΝ	215	55	198	750	1218	0.00049
	ΙΟΥΛ	400	116	500	1080	2096	0.00084
	ΑΥΓ	515	102	497	1020	2134	0.00085
	ΣΕΠ	154	26	63	630	873	0.00035
	ΟΚΤ	68	19	97	0	184	0.00007
	ΝΟΕ	25	9	75	0	109	0.00004
	ΔΕΚ	68	25	93	0	186	0.00007
	Σύνολο	1930	542	2134	3480	8086	0.00323



Πίνακας 2.6.2. Μέση μηνιαία τουριστική κατανάλωση νερού (σε hm³) της περιοχής μελέτης

		Διανυκτερεύσεις σε Ξενοδοχεία			Διανυκτερεύσεις σε Ενοικιαζόμενα Δωμάτια Αρ. Κλινών:~40	Συνολικός Αριθμός Διανυκτερεύσεων ανά Μήνα	Κατανάλωση Νερού (hm ³)
		ΑΜΑΛΙΑ Αρ. Κλινών: 23	OASIS Αρ. Κλινών: 14	NANSY Αρ. Κλινών : 13			
2006 - 2007	ΙΑΝ	85	48	157	0	290	0.000087
	ΦΕΒ	121	19	76	0	216	0.0000648
	ΜΑΡ	45	18	155	0	218	0.0000654
	ΑΠΡ	119	101	253	0	473	0.0001419
	ΜΑΪ	68	40	198	0	306	0.0000918
	ΙΟΥΝ	208	72	309	810	1399	0.0004197
	ΙΟΥΛ	375	120	491	1005	1991	0.0005973
	ΑΥΓ	462	116	524	1005	2107	0.0006321
	ΣΕΠ	152	49	70	585	856	0.0002568
	ΟΚΤ	48	15	96	0	159	0.0000477
	ΝΟΕ	26	12	115	0	153	0.0000459
	ΔΕΚ	71	31	89	0	191	0.0000573
ΣΥΝΟΛΟ	1780	641	2533	3405	8359	0.0025077	



Πίνακας 2.6.2. Μηνιαίες τιμές των συνολικών υδατικών αναγκών της λεκάνης απορροής Σούρπης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.266	0.231	0.096	0.096	0.601	0.621	1.912	2.040	2.559	3.402	3.664	2.490	17.978
1961-62	0.122	0.142	0.134	0.379	0.227	0.917	1.946	2.546	2.875	3.866	4.061	0.789	18.005
1962-63	0.121	0.097	0.095	0.406	0.219	0.609	1.439	1.853	2.882	3.885	3.769	2.851	18.224
1963-64	0.121	0.098	0.097	0.180	0.440	0.622	1.641	1.642	2.297	3.388	3.115	1.775	15.414
1964-65	0.128	0.098	0.110	0.299	0.391	0.476	1.348	1.365	1.873	3.718	3.739	2.823	16.368
1965-66	0.122	0.097	0.155	0.096	0.739	0.510	1.769	1.508	2.338	4.163	3.206	2.739	17.443
1966-67	0.123	0.095	0.096	0.469	0.203	1.019	1.575	2.289	2.751	3.887	3.687	1.440	17.633
1967-68	0.123	0.097	0.096	0.106	0.375	0.605	1.842	1.500	2.694	4.187	3.771	2.039	17.434
1968-69	0.121	0.097	0.095	0.096	0.571	0.254	1.614	3.205	2.694	3.999	3.832	1.275	17.853
1969-70	0.322	0.132	0.096	0.502	0.326	0.677	2.008	1.485	2.078	4.071	3.958	2.572	18.226
1970-71	0.122	0.212	0.127	0.303	0.095	0.519	1.617	2.954	2.657	3.461	2.984	1.919	16.971
1971-72	0.121	0.097	0.097	0.096	0.095	0.735	1.189	3.074	2.587	2.813	3.028	1.865	15.797
1972-73	0.121	0.339	0.147	0.096	0.527	0.533	1.641	2.488	2.872	2.962	3.347	2.075	17.148
1973-74	0.122	0.097	0.097	0.096	0.170	0.609	1.190	2.546	2.701	4.159	3.847	2.592	18.228
1974-75	0.143	0.098	0.097	0.370	0.095	1.059	1.230	1.346	1.685	4.159	3.525	2.748	16.554
1975-76	0.123	0.096	0.096	0.518	0.095	0.886	1.239	1.041	2.676	3.017	2.107	2.396	14.290
1976-77	0.123	0.097	0.255	0.440	0.478	0.940	1.595	2.070	2.263	3.898	3.913	2.474	18.547
1977-78	0.233	0.098	0.096	0.096	0.537	1.015	1.395	2.236	2.904	4.149	3.620	0.247	16.626
1978-79	0.122	0.209	0.097	0.273	0.320	1.100	1.394	2.026	2.828	3.841	2.994	2.377	17.581
1979-80	0.121	0.096	0.097	0.096	0.383	0.563	1.193	2.061	2.539	4.113	3.817	2.763	17.843
1980-81	0.121	0.138	0.097	0.095	0.286	1.201	1.685	2.840	2.986	3.743	3.571	2.617	19.380
1981-82	0.123	0.097	0.100	0.359	0.095	0.638	0.611	0.334	2.728	3.375	3.774	1.591	13.823
1982-83	0.122	0.096	0.193	0.367	0.380	0.998	1.953	3.048	1.431	3.848	3.214	2.627	18.277
1983-84	0.123	0.097	0.095	0.429	0.239	0.668	0.722	2.508	2.300	3.782	2.878	2.847	16.687
1984-85	0.217	0.097	0.096	0.097	0.556	0.731	1.801	2.887	2.922	4.040	3.954	2.402	19.798
1985-86	0.122	0.096	0.235	0.436	0.353	0.784	1.906	2.459	2.385	3.727	4.013	2.856	19.371
1986-87	0.121	0.097	0.155	0.097	0.345	0.099	0.954	2.548	2.570	4.210	3.477	2.894	17.567
1987-88	0.121	0.097	0.097	0.221	0.602	0.799	1.419	2.755	2.727	4.371	4.034	2.767	20.010
1988-89	0.164	0.095	0.097	0.539	0.639	0.724	1.939	1.626	1.516	3.807	3.878	2.635	17.657
1989-90	0.123	0.098	0.096	0.480	0.687	0.981	1.765	2.148	2.091	3.890	2.849	2.468	17.675
1990-91	0.123	0.097	0.096	0.096	0.478	0.684	0.932	1.361	2.913	3.730	3.606	2.331	16.446
1991-92	0.123	0.097	0.319	0.447	0.646	0.909	1.057	1.720	2.027	3.756	4.052	2.803	17.955
1992-93	0.145	0.098	0.096	0.183	0.379	0.916	1.545	1.406	2.972	4.150	3.751	2.844	18.485
1993-94	0.345	0.095	0.329	0.096	0.251	0.924	1.373	1.781	2.706	3.571	3.644	2.783	17.899
1994-95	0.121	0.097	0.097	0.096	0.678	0.592	1.678	2.560	2.607	3.465	3.657	2.078	17.725
1995-96	0.123	0.097	0.096	0.273	0.243	0.579	1.602	2.184	2.757	3.902	3.398	1.558	16.813
1996-97	0.122	0.098	0.096	0.264	0.515	0.481	0.998	2.719	2.709	4.045	3.061	2.658	17.765
1997-98	0.122	0.098	0.097	0.450	0.155	0.524	1.843	1.414	2.621	4.072	3.553	2.474	17.422
1998-99	0.123	0.096	0.096	0.136	0.405	0.517	1.541	2.777	2.831	3.913	3.860	1.821	18.118
1999-00	0.122	0.096	0.225	0.194	0.430	0.829	1.866	2.332	2.725	4.066	3.755	1.795	18.436
2000-01	0.122	0.111	0.097	0.096	0.570	1.104	0.750	1.103	2.156	3.787	3.054	2.723	15.675
2001-02	0.123	0.097	0.095	0.288	0.584	0.687	1.251	2.496	2.647	3.637	3.697	1.488	17.091

Παράρτημα 3
Ανάλυση Μετεωρολογικών
Δεδομένων



Πίνακας 3.1.2. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας μετεωρολογικού σταθμού Σκοπιάς

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	17.6	12.8	8.6	5.7	5.5	10.4	14.6	18.2	22.8	25.1	25.4	21.4	15.7
1961-62	16.2	12.5	6.6	5.9	4.4	9.8	12.8	19.3	22.7	25.9	26.7	21.8	15.4
1962-63	16.0	13.0	6.0	4.8	6.5	8.0	12.4	17.0	22.7	25.7	26.4	21.9	15.0
1963-64	15.9	12.5	7.4	3.8	5.5	9.2	12.4	16.8	22.3	24.4	24.5	21.0	14.6
1964-65	17.2	11.9	7.4	6.3	2.9	8.8	11.7	16.7	22.5	25.6	23.7	21.7	14.7
1965-66	14.7	11.1	7.5	4.6	9.6	9.0	13.8	17.3	22.1	25.9	26.3	21.5	15.3
1966-67	19.7	12.2	7.2	4.7	4.7	9.3	12.3	17.9	22.0	24.1	25.8	21.4	15.1
1967-68	17.3	11.7	7.1	2.5	7.5	8.3	14.0	19.5	22.0	25.2	24.4	21.5	15.1
1968-69	15.2	11.8	6.8	4.9	7.6	8.5	11.6	19.4	22.8	24.4	25.3	21.6	15.0
1969-70	15.0	12.0	7.4	7.4	7.8	9.4	13.9	16.4	22.8	25.0	26.2	21.4	15.4
1970-71	14.9	11.0	6.5	7.2	5.5	7.8	11.9	18.8	23.2	23.6	25.7	20.8	14.7
1971-72	13.9	10.9	6.8	6.0	6.0	8.9	13.3	18.1	23.4	24.7	24.8	21.3	14.8
1972-73	12.7	11.5	6.2	4.7	6.3	7.1	12.3	19.6	22.9	26.3	24.1	21.7	14.6
1973-74	16.0	9.9	5.8	6.1	6.8	8.6	10.5	17.6	22.5	25.6	24.9	21.4	14.6
1974-75	17.3	11.2	6.2	2.4	3.4	9.2	13.2	17.1	20.7	23.8	22.0	21.6	14.0
1975-76	14.7	8.5	4.6	5.4	7.0	6.6	12.0	15.9	20.1	23.0	20.6	19.0	13.1
1976-77	15.2	9.6	7.0	5.5	10.8	9.5	12.4	19.0	22.6	26.2	24.9	19.1	15.1
1977-78	13.6	12.6	3.1	5.3	6.9	9.7	11.2	17.1	22.8	24.9	23.0	18.1	14.0
1978-79	13.0	16.3	7.8	4.8	6.4	10.4	11.0	17.8	23.1	23.9	24.1	20.6	14.9
1979-80	14.1	7.9	7.3	2.9	4.4	7.6	11.0	15.3	21.7	25.6	24.2	21.0	13.6
1980-81	17.4	12.6	6.0	0.6	5.6	11.3	12.8	15.6	23.8	24.0	23.4	22.1	14.6
1981-82	19.0	10.1	8.2	6.0	3.5	10.5	12.1	16.5	23.3	22.5	26.1	22.0	15.0
1982-83	16.4	8.6	8.9	6.2	3.7	9.5	15.8	20.7	21.2	25.4	24.0	21.4	15.1
1983-84	16.2	9.6	6.4	6.9	5.3	7.6	11.2	18.4	22.6	24.5	23.3	23.1	14.6
1984-85	20.4	11.3	5.0	5.3	4.5	7.5	15.7	20.7	23.9	25.2	25.8	21.4	15.6
1985-86	13.7	12.0	8.8	6.8	6.1	6.9	14.6	18.2	22.0	25.4	26.1	21.0	15.1
1986-87	16.2	8.7	4.2	6.3	6.7	4.8	12.8	16.7	23.8	24.1	24.9	23.7	14.4
1987-88	14.2	10.2	7.2	7.8	6.5	8.8	12.1	19.4	24.4	28.8	26.5	21.5	15.6
1988-89	15.0	6.5	5.2	4.8	7.6	10.5	15.7	17.4	22.1	24.6	25.4	21.9	14.7
1989-90	14.5	10.1	6.7	4.9	8.3	12.2	15.1	18.8	23.5	26.2	24.7	21.4	15.5
1990-91	16.7	13.8	6.7	5.5	4.6	10.0	11.5	15.5	22.7	24.3	24.1	21.4	14.7
1991-92	17.4	11.2	2.1	5.8	5.3	8.6	12.7	15.1	21.4	21.9	25.3	20.5	13.9
1992-93	19.0	12.3	5.0	4.7	2.2	2.7	12.7	17.1	22.9	24.7	25.3	21.0	14.1
1993-94	18.6	3.4	8.8	7.9	5.5	10.9	13.6	18.8	22.5	24.5	25.6	24.8	15.4
1994-95	17.2	9.7	6.3	4.3	8.8	8.4	11.4	17.5	23.9	23.9	23.3	20.9	14.6
1995-96	13.7	8.1	8.2	5.9	5.4	5.0	11.5	19.4	22.8	25.0	24.3	20.0	14.1
1996-97	12.9	12.4	8.3	5.6	7.1	7.4	8.5	18.5	22.8	26.1	22.9	19.4	14.3
1997-98	14.2	10.5	6.5	7.4	8.2	17.0	14.9	16.7	23.3	26.8	26.4	20.5	16.0
1998-99	17.0	11.3	3.8	6.2	4.9	9.0	13.9	20.8	24.3	25.4	26.3	21.3	15.4
1999-00	18.5	11.1	8.8	2.4	2.2	9.3	14.8	19.2	23.0	28.1	25.4	21.7	15.4
2000-01	15.4	14.4	7.9	6.8	8.1	15.1	12.4	17.0	22.6	26.5	25.9	22.3	16.2
2001-02	18.0	9.7	10.8	4.6	8.9	11.0	11.2	17.2	23.3	25.7	24.6	20.7	15.5
Μέση Τιμή	16.0	10.9	6.7	5.3	6.1	9.1	12.7	17.9	22.7	25.0	24.8	21.3	14.9
Τυπ. Αποκ.	1.9	2.2	1.7	1.5	1.9	2.4	1.6	1.5	0.9	1.3	1.3	1.2	0.6
Μαχ	20.4	16.3	10.8	7.9	10.8	17.0	15.8	20.8	24.4	28.8	26.7	24.8	28.8
Μίν	12.7	3.4	2.1	0.6	2.2	2.7	8.5	15.1	20.1	21.9	20.6	18.1	0.6



Πίνακας 3.1.3. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας μετεωρολογικού σταθμού Ν. Αγχιάλου

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	18.7	14.0	11.4	6.5	6.7	11.8	16.2	20.5	24.6	26.3	25.7	21.8	17.0
1961-62	16.7	13.7	7.4	7.1	5.7	11.3	14.7	21.1	24.5	27.1	27.8	22.9	16.7
1962-63	16.9	14.3	5.9	5.4	8.5	8.6	13.8	18.6	24.8	27.6	27.5	23.4	16.3
1963-64	16.8	13.7	8.9	3.7	6.4	10.2	14.0	18.3	24.1	26.0	25.1	20.6	15.7
1964-65	18.0	13.0	9.4	7.4	4.1	9.6	13.0	18.1	24.2	27.0	24.6	22.5	15.9
1965-66	15.3	12.4	9.3	5.1	10.4	9.7	15.7	18.9	23.4	27.4	27.6	22.4	16.5
1966-67	20.8	13.6	8.8	5.5	5.6	10.2	13.8	20.1	23.8	26.3	27.1	22.3	16.5
1967-68	17.9	12.3	8.6	4.4	8.9	9.2	15.2	21.7	23.9	27.2	25.7	22.5	16.5
1968-69	15.9	13.1	7.9	5.5	9.6	9.8	12.9	21.1	24.9	25.4	26.0	22.5	16.2
1969-70	15.7	13.0	9.1	9.2	9.5	10.3	15.8	18.1	23.7	27.0	26.7	21.5	16.6
1970-71	15.9	11.8	7.6	8.8	7.1	9.1	13.4	20.4	24.9	25.5	26.1	20.8	16.0
1971-72	14.5	11.8	7.5	7.4	7.7	9.3	15.3	20.0	24.8	26.2	26.1	21.3	16.0
1972-73	14.1	12.1	7.0	5.5	8.1	7.7	13.7	20.1	24.1	27.3	24.9	22.5	15.6
1973-74	17.0	10.5	7.6	6.7	8.5	9.3	12.3	18.7	24.3	26.9	26.1	22.2	15.8
1974-75	18.9	11.6	7.0	5.7	5.7	11.4	14.6	20.1	23.6	26.9	24.9	23.4	16.2
1975-76	16.9	11.3	7.0	7.2	6.5	9.5	14.0	18.5	23.3	25.6	23.1	21.0	15.3
1976-77	17.4	12.3	8.6	7.1	10.7	10.7	14.9	20.9	25.4	28.0	27.0	21.6	17.1
1977-78	15.5	13.9	6.4	5.8	9.5	11.2	14.0	19.1	25.7	27.1	25.2	20.6	16.2
1978-79	15.4	9.1	10.2	6.2	8.5	11.8	13.0	19.4	26.0	26.2	25.3	21.7	16.1
1979-80	15.3	12.3	8.8	5.3	6.7	9.9	12.9	18.0	23.9	27.1	25.8	22.0	15.7
1980-81	18.2	13.7	8.3	3.5	7.2	12.2	14.5	18.2	25.8	26.4	25.4	22.5	16.3
1981-82	19.6	9.6	10.1	6.7	4.9	9.0	12.3	17.8	24.6	25.6	25.7	22.5	15.7
1982-83	17.3	10.4	8.9	6.4	5.2	9.9	15.8	21.1	22.4	26.9	24.7	21.6	15.9
1983-84	16.0	10.8	7.7	7.5	8.1	9.2	12.2	19.4	23.5	25.6	24.3	23.0	15.6
1984-85	19.1	12.3	7.4	7.5	5.6	9.8	15.7	21.0	25.1	26.4	26.8	22.3	16.6
1985-86	15.1	13.3	9.4	8.4	8.6	10.1	15.4	19.3	25.2	26.5	27.5	23.1	16.8
1986-87	17.0	10.4	5.9	8.3	8.9	5.6	13.5	17.8	24.8	27.7	25.9	24.0	15.8
1987-88	15.7	12.0	8.5	8.6	7.9	9.7	13.1	19.6	25.4	29.2	27.5	23.3	16.7
1988-89	16.7	8.3	6.1	5.3	8.4	11.4	16.2	18.4	23.4	26.2	26.5	23.0	15.8
1989-90	15.6	11.5	6.9	5.6	9.1	12.1	15.5	19.7	25.2	27.5	25.4	22.2	16.4
1990-91	17.2	13.7	8.7	5.6	7.0	10.7	13.5	17.4	25.1	26.4	25.8	22.0	16.1
1991-92	17.9	12.5	4.3	6.1	6.4	9.6	14.2	17.3	23.9	25.6	27.7	22.2	15.6
1992-93	20.3	13.0	7.0	6.6	5.4	9.8	14.0	19.3	25.6	26.8	26.5	22.8	16.4
1993-94	19.4	10.4	10.4	8.3	6.3	11.9	14.9	19.8	24.5	25.7	26.7	23.8	16.8
1994-95	18.4	10.6	7.5	6.2	10.2	10.1	14.1	19.9	25.9	26.4	25.0	22.1	16.4
1995-96	19.6	9.2	10.4	7.1	7.3	7.5	13.3	20.7	25.2	26.7	26.0	16.4	15.8
1996-97	15.2	12.5	9.0	6.8	8.0	9.3	11.8	20.7	25.9	27.6	25.5	21.9	16.2
1997-98	15.2	12.4	8.1	7.6	9.3	8.7	15.6	18.9	24.3	27.8	27.2	22.1	16.4
1998-99	17.5	11.8	6.4	7.4	6.7	10.1	15.1	21.8	26.3	27.1	27.2	22.2	16.6
1999-00	18.5	12.4	8.8	4.8	7.8	9.9	15.8	20.7	24.9	27.8	26.4	22.8	16.7
2000-01	16.5	14.2	10.2	7.8	8.5	14.0	14.5	19.8	25.1	27.8	27.0	23.2	17.4
2001-02	18.8	10.6	4.2	4.3	10.2	11.9	13.8	20.0	25.6	27.8	26.5	21.4	16.3
Μεση Τιμή	17.1	12.0	8.1	6.5	7.7	10.1	14.2	19.5	24.7	26.8	26.1	22.1	16.2
Τυπ. Αποκ.	1.7	1.5	1.6	1.4	1.6	1.5	1.2	1.2	0.9	0.8	1.0	1.2	0.5
Max	20.8	14.3	11.4	9.2	10.7	14.0	16.2	21.8	26.3	29.2	27.8	24.0	29.2
Min	14.1	8.3	4.2	3.5	4.1	5.6	11.8	17.3	22.4	25.4	23.1	16.4	3.5



Πίνακας 3.2.1. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας λεκάνης απορροής Σούρης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	18.62	13.57	9.21	6.27	6.41	11.58	15.78	19.54	24.57	26.68	26.76	22.74	16.81
1961-62	17.18	13.25	7.20	6.48	5.30	10.97	14.02	20.67	24.52	27.44	28.06	23.17	16.52
1962-63	16.99	13.81	6.60	5.44	7.42	9.12	13.65	18.33	24.47	27.29	27.82	23.20	16.18
1963-64	16.89	13.25	8.01	4.41	6.41	10.35	13.65	18.18	24.11	25.93	25.95	22.34	15.79
1964-65	18.23	12.69	7.96	6.89	3.74	9.91	12.91	18.11	24.26	27.21	25.13	23.02	15.84
1965-66	15.74	11.89	8.12	5.24	10.46	10.18	15.04	18.71	23.85	27.44	27.74	22.77	16.43
1966-67	20.72	13.01	7.80	5.31	5.58	10.44	13.56	19.24	23.80	25.62	27.17	22.70	16.25
1967-68	18.33	12.45	7.74	3.10	8.34	9.47	15.23	20.89	23.75	26.76	25.78	22.84	16.22
1968-69	16.22	12.61	7.41	5.51	8.43	9.65	12.82	20.82	24.57	25.93	26.68	22.92	16.13
1969-70	16.03	12.77	8.01	7.97	8.64	10.53	15.10	17.74	24.59	26.52	27.60	22.74	16.52
1970-71	15.97	11.81	7.09	7.81	6.41	8.95	13.08	20.22	24.94	25.17	27.10	22.09	15.89
1971-72	14.98	11.65	7.36	6.58	6.90	10.00	14.48	19.51	25.15	26.26	26.21	22.61	15.97
1972-73	13.69	12.32	6.81	5.35	7.19	8.27	13.51	20.93	24.66	27.83	25.51	23.06	15.76
1973-74	17.01	10.69	6.37	6.74	7.67	9.78	11.76	18.98	24.32	27.13	26.31	22.71	15.79
1974-75	18.36	11.98	6.81	3.02	4.28	10.38	14.37	18.47	22.45	25.32	23.41	22.92	15.15
1975-76	15.73	9.26	5.19	6.01	7.83	7.77	13.25	17.26	21.91	24.55	22.00	20.27	14.25
1976-77	16.22	10.36	7.64	6.13	11.66	10.64	13.59	20.37	24.38	27.76	26.25	20.42	16.28
1977-78	14.61	13.32	3.67	5.94	7.81	10.88	12.44	18.47	24.58	26.42	24.40	19.39	15.16
1978-79	14.03	17.07	8.41	5.44	7.29	11.51	12.26	19.19	24.88	25.47	25.52	21.91	16.08
1979-80	15.12	8.70	7.86	3.49	5.24	8.76	12.26	16.66	23.48	27.21	25.60	22.32	14.73
1980-81	18.39	13.41	6.59	1.22	6.47	12.42	14.05	16.99	25.62	25.55	24.84	23.46	15.75
1981-82	20.03	10.90	8.83	6.60	4.41	11.62	13.32	17.86	25.09	24.07	27.51	23.28	16.13
1982-83	17.43	9.41	9.45	6.84	4.61	10.68	17.00	22.02	22.99	26.95	25.35	22.72	16.29
1983-84	17.19	10.35	7.02	7.47	6.22	8.78	12.45	19.80	24.39	26.11	24.73	24.45	15.75
1984-85	21.43	12.03	5.57	5.89	5.41	8.65	16.93	22.11	25.64	26.77	27.15	22.75	16.69
1985-86	14.69	12.80	9.41	7.37	7.02	8.06	15.80	19.57	23.74	27.00	27.52	22.32	16.28
1986-87	17.23	9.43	4.75	6.87	7.54	5.93	14.00	18.04	25.56	25.68	26.25	24.99	15.52
1987-88	15.23	11.00	7.79	8.39	7.36	9.93	13.30	20.79	26.18	30.40	27.94	22.84	16.76
1988-89	15.99	7.25	5.77	5.44	8.45	11.67	16.95	18.76	23.86	26.17	26.75	23.24	15.86
1989-90	15.55	10.91	7.28	5.49	9.17	13.32	16.28	20.19	25.28	27.80	26.10	22.74	16.68
1990-91	17.77	14.53	7.25	6.12	5.49	11.18	12.75	16.87	24.48	25.82	25.49	22.67	15.87
1991-92	18.42	11.98	2.71	6.44	6.20	9.72	13.96	16.46	23.16	23.47	26.67	21.80	15.08
1992-93	20.05	13.03	5.60	5.31	3.11	3.83	13.87	18.48	24.71	26.23	26.68	22.32	15.27
1993-94	19.59	4.17	9.36	8.54	6.41	12.04	14.85	20.20	24.24	26.06	27.00	26.15	16.55
1994-95	18.25	10.43	6.92	4.94	9.69	9.57	12.61	18.90	25.71	25.48	24.73	22.20	15.79
1995-96	14.71	8.87	8.80	6.50	6.29	6.12	12.72	20.75	24.61	26.57	25.65	21.32	15.24
1996-97	13.94	13.18	8.84	6.17	8.02	8.57	9.75	19.87	24.61	27.66	24.31	20.68	15.47
1997-98	15.23	11.28	7.07	8.03	9.07	18.18	16.12	18.11	25.11	28.32	27.80	21.82	17.18
1998-99	18.03	12.08	4.41	6.83	5.73	10.15	15.10	22.16	26.12	26.96	27.70	22.61	16.49
1999-00	19.54	11.88	9.38	2.99	3.12	10.44	15.98	20.56	24.81	29.65	26.81	23.02	16.52
2000-01	16.44	15.15	8.44	7.42	8.93	16.23	13.58	18.41	24.38	28.03	27.33	23.63	17.33
2001-02	19.01	10.48	11.34	5.24	9.81	12.17	12.42	18.59	25.03	27.26	26.00	22.06	16.62
Μέση Τιμή	17.02	11.69	7.33	5.94	6.94	10.20	13.96	19.23	24.49	26.62	26.22	22.60	16.02
Τυπ. Απόκλιση	1.94	2.20	1.67	1.54	1.93	2.40	1.56	1.47	0.88	1.31	1.31	1.15	0.64
Μαχ	21.43	17.07	11.34	8.54	11.66	18.18	17.00	22.16	26.18	30.40	28.06	26.15	30.40
Μin	13.69	4.17	2.71	1.22	3.11	3.83	9.75	16.46	21.91	23.47	22.00	19.39	1.22



Πίνακας 3.2.2. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	15.51	11.24	7.42	4.40	3.76	8.15	12.11	15.41	19.21	21.96	22.53	18.75	13.37
1961-62	14.07	10.92	5.41	4.61	2.66	7.53	10.35	16.54	19.16	22.71	23.83	19.18	13.08
1962-63	13.88	11.48	4.81	3.57	4.77	5.69	9.98	14.20	19.11	22.56	23.59	19.21	12.74
1963-64	13.79	10.92	6.23	2.54	3.76	6.92	9.98	14.05	18.75	21.20	21.71	18.35	12.35
1964-65	15.13	10.36	6.17	5.02	1.09	6.48	9.24	13.97	18.90	22.49	20.90	19.03	12.40
1965-66	12.64	9.56	6.33	3.36	7.81	6.74	11.37	14.58	18.49	22.71	23.50	18.78	12.99
1966-67	17.62	10.68	6.01	3.43	2.93	7.01	9.89	15.10	18.44	20.90	22.93	18.71	12.80
1967-68	15.22	10.12	5.95	1.22	5.69	6.04	11.56	16.76	18.39	22.03	21.55	18.86	12.78
1968-69	13.12	10.28	5.63	3.64	5.78	6.21	9.15	16.69	19.21	21.20	22.45	18.93	12.69
1969-70	12.93	10.44	6.23	6.10	5.99	7.10	11.43	13.61	19.23	21.79	23.37	18.75	13.08
1970-71	12.86	9.47	5.30	5.94	3.76	5.51	9.41	16.09	19.58	20.44	22.87	18.10	12.44
1971-72	11.87	9.32	5.57	4.71	4.25	6.57	10.81	15.38	19.79	21.53	21.97	18.62	12.53
1972-73	10.58	9.99	5.02	3.48	4.54	4.84	9.85	16.79	19.30	23.11	21.28	19.08	12.32
1973-74	13.90	8.36	4.58	4.87	5.02	6.34	8.09	14.85	18.95	22.41	22.07	18.72	12.35
1974-75	15.25	9.64	5.02	1.15	1.63	6.94	10.70	14.34	17.09	20.59	19.18	18.93	11.71
1975-76	12.62	6.93	3.40	4.14	5.18	4.33	9.58	13.13	16.55	19.82	17.77	16.28	10.81
1976-77	13.11	8.03	5.85	4.26	9.01	7.20	9.92	16.24	19.02	23.03	22.02	16.43	12.84
1977-78	11.50	10.99	1.88	4.07	5.16	7.44	8.77	14.34	19.22	21.69	20.17	15.40	11.72
1978-79	10.92	14.74	6.62	3.57	4.64	8.07	8.59	15.06	19.52	20.74	21.29	17.92	12.64
1979-80	12.01	6.37	6.07	1.62	2.59	5.32	8.59	12.53	18.12	22.48	21.37	18.33	11.28
1980-81	15.28	11.08	4.80	-0.65	3.82	8.98	10.38	12.86	20.26	20.82	20.61	19.47	12.31
1981-82	16.92	8.57	7.04	4.73	1.76	8.18	9.65	13.73	19.73	19.34	23.28	19.29	12.69
1982-83	14.32	7.08	7.66	4.97	1.96	7.24	13.33	17.89	17.63	22.22	21.12	18.73	12.85
1983-84	14.08	8.02	5.23	5.60	3.57	5.34	8.78	15.67	19.03	21.38	20.50	20.46	12.31
1984-85	18.32	9.70	3.78	4.02	2.76	5.21	13.26	17.98	20.28	22.04	22.92	18.76	13.25
1985-86	11.58	10.47	7.62	5.50	4.37	4.62	12.13	15.44	18.38	22.27	23.29	18.33	12.83
1986-87	14.12	7.10	2.96	5.00	4.89	2.49	10.33	13.91	20.20	20.95	22.02	21.00	12.08
1987-88	12.12	8.67	6.00	6.52	4.71	6.49	9.63	16.66	20.82	25.67	23.71	18.85	13.32
1988-89	12.88	4.92	3.98	3.57	5.80	8.23	13.28	14.63	18.50	21.44	22.52	19.25	12.42
1989-90	12.44	8.58	5.49	3.62	6.52	9.88	12.61	16.06	19.92	23.07	21.87	18.75	13.23
1990-91	14.66	12.20	5.46	4.25	2.84	7.74	9.08	12.74	19.12	21.09	21.26	18.68	12.43
1991-92	15.31	9.65	0.92	4.57	3.55	6.28	10.29	12.33	17.80	18.74	22.44	17.81	11.64
1992-93	16.94	10.70	3.81	3.44	0.46	0.39	10.20	14.35	19.35	21.50	22.45	18.33	11.83
1993-94	16.48	1.84	7.57	6.67	3.76	8.60	11.18	16.07	18.88	21.33	22.77	22.16	13.11
1994-95	15.15	8.10	5.13	3.07	7.04	6.13	8.94	14.77	20.34	20.75	20.50	18.21	12.34
1995-96	11.60	6.54	7.01	4.63	3.64	2.68	9.06	16.62	19.25	21.84	21.42	17.33	11.80
1996-97	10.83	10.85	7.05	4.30	5.37	5.13	6.08	15.74	19.25	22.93	20.08	16.69	12.03
1997-98	12.12	8.95	5.28	6.16	6.42	14.74	12.45	13.98	19.75	23.59	23.57	17.83	13.74
1998-99	14.92	9.75	2.62	4.95	3.08	6.72	11.43	18.03	20.76	22.23	23.47	18.62	13.05
1999-00	16.43	9.55	7.59	1.12	0.47	7.00	12.31	16.43	19.45	24.92	22.58	19.03	13.07
2000-01	13.33	12.82	6.65	5.55	6.28	12.79	9.91	14.28	19.02	23.30	23.10	19.64	13.89
2001-02	15.90	8.15	9.55	3.37	7.16	8.73	8.75	14.46	19.67	22.53	21.77	18.07	13.18
Μέση Τιμή	13.91	9.36	5.54	4.06	4.29	6.76	10.29	15.10	19.13	21.89	21.99	18.61	12.58
Τυπ. Απόκλιση	1.94	2.20	1.67	1.54	1.93	2.40	1.56	1.47	0.88	1.31	1.31	1.15	0.64
Max	18.32	14.74	9.55	6.67	9.01	14.74	13.33	18.03	20.82	25.67	23.83	22.16	25.67
Min	10.58	1.84	0.92	-0.65	0.46	0.39	6.08	12.33	16.55	18.74	17.77	15.40	-0.65



Πίνακας 3.2.3. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας υπολεκάνης απορροής Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	17.31	12.59	8.46	5.48	5.29	10.14	14.24	17.80	22.32	24.70	24.98	21.06	15.36
1961-62	15.87	12.27	6.45	5.69	4.19	9.52	12.48	18.93	22.27	25.45	26.28	21.49	15.08
1962-63	15.68	12.83	5.85	4.66	6.31	7.68	12.11	16.59	22.22	25.30	26.04	21.53	14.73
1963-64	15.59	12.27	7.26	3.62	5.29	8.91	12.11	16.44	21.85	23.94	24.17	20.67	14.34
1964-65	16.93	11.71	7.21	6.11	2.63	8.47	11.37	16.37	22.01	25.23	23.35	21.35	14.39
1965-66	14.44	10.91	7.37	4.45	9.34	8.73	13.50	16.97	21.60	25.45	25.96	21.10	14.98
1966-67	19.42	12.03	7.04	4.52	4.47	9.00	12.01	17.50	21.55	23.64	25.39	21.02	14.80
1967-68	17.02	11.47	6.99	2.31	7.23	8.03	13.68	19.16	21.49	24.77	24.00	21.17	14.78
1968-69	14.92	11.63	6.66	4.73	7.32	8.20	11.27	19.08	22.32	23.94	24.90	21.24	14.68
1969-70	14.73	11.79	7.26	7.19	7.53	9.09	13.55	16.00	22.34	24.53	25.82	21.06	15.07
1970-71	14.66	10.82	6.33	7.02	5.30	7.50	11.53	18.48	22.69	23.18	25.32	20.41	14.44
1971-72	13.67	10.67	6.61	5.79	5.78	8.56	12.94	17.77	22.90	24.27	24.43	20.93	14.53
1972-73	12.38	11.34	6.06	4.56	6.07	6.83	11.97	19.19	22.41	25.85	23.73	21.39	14.31
1973-74	15.70	9.71	5.62	5.96	6.56	8.33	10.21	17.24	22.06	25.15	24.53	21.03	14.34
1974-75	17.05	11.00	6.06	2.23	3.16	8.93	12.82	16.73	20.19	23.33	21.63	21.25	13.70
1975-76	14.42	8.28	4.44	5.22	6.71	6.32	11.70	15.52	19.65	22.56	20.22	18.60	12.81
1976-77	14.91	9.38	6.89	5.34	10.54	9.19	12.04	18.63	22.12	25.77	24.47	18.75	14.84
1977-78	13.30	12.34	2.92	5.15	6.69	9.43	10.89	16.73	22.32	24.43	22.62	17.72	13.71
1978-79	12.72	16.09	7.66	4.65	6.17	10.06	10.71	17.45	22.62	23.48	23.74	20.24	14.63
1979-80	13.81	7.72	7.11	2.70	4.12	7.31	10.71	14.92	21.22	25.22	23.82	20.65	13.28
1980-81	17.08	12.43	5.84	0.43	5.35	10.97	12.50	15.25	23.36	23.56	23.06	21.79	14.30
1981-82	18.72	9.92	8.08	5.81	3.29	10.17	11.77	16.12	22.83	22.08	25.73	21.61	14.68
1982-83	16.12	8.43	8.70	6.05	3.49	9.23	15.45	20.28	20.73	24.96	23.57	21.05	14.84
1983-84	15.88	9.37	6.27	6.68	5.10	7.33	10.90	18.06	22.13	24.12	22.95	22.78	14.30
1984-85	20.12	11.05	4.82	5.10	4.29	7.20	15.38	20.37	23.38	24.78	25.37	21.08	15.25
1985-86	13.38	11.82	8.66	6.58	5.90	6.61	14.25	17.83	21.48	25.01	25.74	20.65	14.83
1986-87	15.92	8.45	4.00	6.08	6.42	4.48	12.45	16.30	23.30	23.69	24.47	23.32	14.08
1987-88	13.92	10.02	7.04	7.60	6.24	8.48	11.75	19.05	23.92	28.41	26.16	21.17	15.32
1988-89	14.68	6.27	5.02	4.65	7.33	10.22	15.40	17.02	21.60	24.18	24.97	21.57	14.41
1989-90	14.24	9.93	6.53	4.70	8.05	11.87	14.73	18.45	23.02	25.81	24.32	21.07	15.23
1990-91	16.46	13.55	6.50	5.33	4.37	9.73	11.20	15.13	22.22	23.83	23.71	21.00	14.42
1991-92	17.11	11.00	1.96	5.65	5.08	8.27	12.41	14.72	20.90	21.48	24.89	20.13	13.64
1992-93	18.74	12.05	4.85	4.52	2.00	2.38	12.32	16.74	22.45	24.24	24.90	20.65	13.82
1993-94	18.28	3.19	8.61	7.75	5.29	10.59	13.30	18.46	21.98	24.07	25.22	24.48	15.10
1994-95	16.95	9.45	6.17	4.15	8.57	8.12	11.06	17.16	23.45	23.49	22.95	20.53	14.34
1995-96	13.40	7.89	8.04	5.71	5.17	4.67	11.18	19.01	22.35	24.58	23.87	19.65	13.80
1996-97	12.63	12.20	8.09	5.38	6.90	7.12	8.20	18.13	22.35	25.67	22.53	19.01	14.02
1997-98	13.92	10.30	6.32	7.24	7.95	16.73	14.57	16.37	22.85	26.33	26.02	20.15	15.73
1998-99	16.72	11.10	3.66	6.04	4.62	8.71	13.55	20.43	23.87	24.97	25.92	20.93	15.04
1999-00	18.23	10.90	8.63	2.20	2.00	8.99	14.43	18.82	22.55	27.66	25.03	21.35	15.07
2000-01	15.13	14.17	7.69	6.63	7.81	14.78	12.03	16.67	22.12	26.04	25.55	21.96	15.88
2001-02	17.70	9.50	10.59	4.45	8.69	10.72	10.87	16.85	22.77	25.27	24.22	20.38	15.17
Μέση Τιμή	15.71	10.71	6.58	5.15	5.83	8.76	12.42	17.50	22.23	24.63	24.44	20.92	14.57
Τυπ. Απόκλιση	1.94	2.20	1.67	1.54	1.93	2.40	1.56	1.47	0.88	1.31	1.31	1.15	0.64
Max	20.12	16.09	10.59	7.75	10.54	16.73	15.45	20.43	23.92	28.41	26.28	24.48	28.41
Min	12.38	3.19	1.96	0.43	2.00	2.38	8.20	14.72	19.65	21.48	20.22	17.72	0.43



**Πίνακας 3.2.4. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας υπολεκάνης απορροής
Κάμπος**

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	17.93	13.42	10.96	6.04	6.04	10.95	15.29	19.48	23.27	25.13	24.65	20.81	16.16
1961-62	15.93	13.12	6.96	6.64	5.04	10.45	13.79	20.08	23.17	25.93	26.75	21.91	15.81
1962-63	16.13	13.72	5.46	4.94	7.84	7.75	12.89	17.58	23.47	26.43	26.45	22.41	15.42
1963-64	16.03	13.12	8.46	3.24	5.74	9.35	13.09	17.28	22.77	24.83	24.05	19.61	14.80
1964-65	17.23	12.42	8.96	6.94	3.44	8.75	12.09	17.08	22.87	25.83	23.55	21.51	15.05
1965-66	14.53	11.82	8.86	4.64	9.74	8.85	14.79	17.88	22.07	26.23	26.55	21.41	15.61
1966-67	20.03	13.02	8.36	5.04	4.94	9.35	12.89	19.08	22.47	25.13	26.05	21.31	15.64
1967-68	17.13	11.72	8.16	3.94	8.24	8.35	14.29	20.68	22.57	26.03	24.65	21.51	15.60
1968-69	15.13	12.52	7.46	5.04	8.94	8.95	11.99	20.08	23.57	24.23	24.95	21.51	15.36
1969-70	14.93	12.42	8.66	8.74	8.84	9.45	14.89	17.08	22.37	25.83	25.65	20.51	15.78
1970-71	15.13	11.22	7.16	8.34	6.44	8.25	12.49	19.38	23.57	24.33	25.05	19.81	15.10
1971-72	13.73	11.22	7.06	6.94	7.04	8.45	14.39	18.98	23.47	25.03	25.05	20.31	15.14
1972-73	13.33	11.52	6.56	5.04	7.44	6.85	12.79	19.08	22.77	26.13	23.85	21.51	14.74
1973-74	16.23	9.92	7.16	6.24	7.84	8.45	11.39	17.68	22.97	25.73	25.05	21.21	14.99
1974-75	18.13	11.02	6.56	5.24	5.04	10.55	13.69	19.08	22.27	25.73	23.85	22.41	15.30
1975-76	16.13	10.72	6.56	6.74	5.84	8.65	13.09	17.48	21.97	24.43	22.05	20.01	14.47
1976-77	16.63	11.72	8.16	6.64	10.04	9.85	13.99	19.88	24.07	26.83	25.95	20.61	16.20
1977-78	14.73	13.32	5.96	5.34	8.84	10.35	13.09	18.08	24.37	25.93	24.15	19.61	15.31
1978-79	14.63	8.52	9.76	5.74	7.84	10.95	12.09	18.38	24.67	25.03	24.25	20.71	15.21
1979-80	14.53	11.72	8.36	4.84	6.04	9.05	11.99	16.98	22.57	25.93	24.75	21.01	14.81
1980-81	17.43	13.12	7.86	3.04	6.54	11.35	13.59	17.18	24.47	25.23	24.35	21.51	15.47
1981-82	18.83	9.02	9.66	6.24	4.24	8.15	11.39	16.78	23.27	24.43	24.65	21.51	14.85
1982-83	16.53	9.82	8.46	5.94	4.54	9.05	14.89	20.08	21.07	25.73	23.65	20.61	15.03
1983-84	15.23	10.22	7.26	7.04	7.44	8.35	11.29	18.38	22.17	24.43	23.25	22.01	14.75
1984-85	18.33	11.72	6.96	7.04	4.94	8.95	14.79	19.98	23.77	25.23	25.75	21.31	15.73
1985-86	14.33	12.72	8.96	7.94	7.94	9.25	14.49	18.28	23.87	25.33	26.45	22.11	15.97
1986-87	16.23	9.82	5.46	7.84	8.24	4.75	12.59	16.78	23.47	26.53	24.85	23.01	14.96
1987-88	14.93	11.42	8.06	8.14	7.24	8.85	12.19	18.58	24.07	28.03	26.45	22.31	15.85
1988-89	15.93	7.72	5.66	4.84	7.74	10.55	15.29	17.38	22.07	25.03	25.45	22.01	14.97
1989-90	14.83	10.92	6.46	5.14	8.44	11.25	14.59	18.68	23.87	26.33	24.35	21.21	15.50
1990-91	16.43	13.12	8.26	5.14	6.34	9.85	12.59	16.38	23.77	25.23	24.75	21.01	15.24
1991-92	17.13	11.92	3.86	5.64	5.74	8.75	13.29	16.28	22.57	24.43	26.65	21.21	14.79
1992-93	19.53	12.42	6.56	6.14	4.74	8.95	13.09	18.28	24.27	25.63	25.45	21.81	15.57
1993-94	18.63	9.82	9.96	7.80	5.69	11.03	13.95	18.75	23.12	24.49	25.63	22.76	15.97
1994-95	17.66	10.07	7.02	5.78	9.58	9.27	13.18	18.88	24.58	25.20	24.00	21.15	15.53
1995-96	18.87	8.58	9.91	6.64	6.62	6.64	12.41	19.65	23.89	25.49	24.99	15.43	14.93
1996-97	14.42	11.93	8.55	6.33	7.38	8.47	10.87	19.72	24.58	26.38	24.49	20.94	15.34
1997-98	14.42	11.84	7.70	7.10	8.65	7.88	14.72	17.84	22.99	26.68	26.12	21.09	15.59
1998-99	16.75	11.19	5.92	6.95	6.03	9.20	14.14	20.76	25.00	25.91	26.12	21.25	15.77
1999-00	17.76	11.84	8.38	4.31	7.13	9.05	14.91	19.72	23.61	26.62	25.34	21.85	15.88
2000-01	15.74	13.61	9.74	7.34	7.89	13.15	13.63	18.75	23.75	26.62	25.91	22.26	16.53
2001-02	18.06	10.07	3.80	3.85	9.58	11.03	12.86	18.95	24.23	26.62	25.49	20.39	15.41
Μέση Τιμή	16.34	11.46	7.62	6.01	7.00	9.22	13.33	18.50	23.33	25.62	25.03	21.15	15.38
Τυπ. Απόκλιση	1.65	1.49	1.58	1.37	1.65	1.45	1.19	1.20	0.88	0.84	1.05	1.21	0.46
Max	20.03	13.72	10.96	8.74	10.04	13.15	15.29	20.76	25.00	28.03	26.75	23.01	28.03
Min	13.33	7.72	3.80	3.04	3.44	4.75	10.87	16.28	21.07	24.23	22.05	15.43	3.04



Πίνακας 3.4.1. Μέση μηνιαία βροχόπτωση λεκάνης απορροής Σούρπης (1961-2002)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	9.70	58.13	100.79	50.92	4.89	44.50	0.00	33.45	60.06	10.50	18.68	13.09	404.70
1961-62	41.00	34.03	57.39	1.52	16.59	25.10	0.00	9.85	14.46	16.70	3.48	306.89	527.00
1962-63	81.60	90.23	123.09	57.92	20.09	60.40	8.63	36.05	12.26	30.50	7.18	53.29	581.23
1963-64	52.30	39.73	41.79	19.02	8.49	46.20	2.23	41.15	52.16	14.10	16.88	57.99	392.03
1964-65	22.40	47.83	30.19	16.02	21.89	38.00	27.43	30.85	17.76	43.10	3.48	0.00	298.94
1965-66	15.20	65.73	28.49	84.02	6.69	34.20	36.63	19.15	40.86	12.50	8.48	0.79	352.73
1966-67	19.80	117.53	37.89	11.62	12.69	15.00	20.93	41.55	0.16	41.60	20.38	201.39	540.53
1967-68	20.30	52.23	41.19	121.72	15.29	34.20	14.23	78.65	51.96	3.80	5.58	48.89	488.03
1968-69	40.30	46.33	97.49	53.82	16.19	70.10	0.00	1.85	4.06	3.80	3.48	65.39	402.80
1969-70	1.40	35.13	104.39	24.62	21.59	39.60	0.00	30.65	36.86	8.10	3.48	18.49	324.30
1970-71	24.20	26.13	7.59	16.02	39.59	96.50	37.13	13.25	33.16	13.60	38.58	13.39	359.13
1971-72	44.40	78.83	56.79	3.02	103.59	75.60	4.43	94.15	4.56	18.80	51.18	53.09	588.43
1972-73	81.10	155.53	21.39	31.52	73.09	75.50	69.13	1.75	11.06	48.40	29.28	22.09	619.83
1973-74	23.20	106.93	59.29	56.42	9.39	58.20	70.83	15.25	41.16	7.90	5.98	2.79	457.33
1974-75	11.90	77.23	6.49	41.82	8.69	115.10	16.33	76.25	73.16	49.10	24.78	16.99	517.83
1975-76	28.10	27.83	82.19	62.02	176.09	31.10	48.53	26.05	28.36	6.70	11.18	19.59	547.73
1976-77	5.90	49.03	30.99	4.12	4.39	15.30	2.63	23.15	54.76	11.30	1.98	23.69	227.23
1977-78	43.00	5.63	87.89	144.92	124.19	23.40	19.53	37.35	13.56	0.00	0.00	23.69	523.14
1978-79	145.70	66.63	71.59	54.32	21.39	24.10	12.03	32.25	15.36	52.10	18.48	7.79	521.73
1979-80	28.20	119.93	54.89	78.82	27.29	93.90	46.13	19.95	22.46	17.10	0.00	0.00	508.66
1980-81	59.70	44.03	21.29	104.42	7.19	13.60	16.33	6.85	0.00	21.10	20.98	75.29	390.76
1981-82	1.70	156.63	55.29	13.62	35.69	213.50	39.43	113.75	152.16	1.60	35.48	9.19	828.03
1982-83	77.50	25.33	96.59	14.62	46.59	87.70	5.13	0.45	29.56	41.40	13.48	18.19	456.53
1983-84	0.00	51.43	221.09	26.82	32.69	86.50	104.43	91.35	0.00	36.00	8.48	48.09	706.86
1984-85	4.70	23.23	97.09	171.32	49.59	46.90	70.83	49.25	33.26	14.90	0.00	0.19	561.25
1985-86	14.20	103.43	103.19	49.62	30.09	73.20	4.03	51.55	14.46	38.10	15.48	7.69	505.03
1986-87	51.60	112.93	1.99	139.12	39.49	224.10	59.53	100.15	25.36	4.60	10.48	35.69	805.03
1987-88	42.20	105.13	59.89	73.62	37.59	106.90	29.53	6.75	29.26	0.00	0.00	10.29	501.14
1988-89	18.20	38.63	256.59	43.62	16.59	69.90	78.03	36.65	29.46	61.30	20.98	0.00	669.94
1989-90	57.70	48.53	55.59	55.12	0.00	27.90	29.83	24.65	45.56	16.30	33.98	24.19	419.34
1990-91	8.70	53.63	70.49	25.22	66.09	40.90	84.53	34.95	47.56	23.10	25.98	33.19	514.33
1991-92	1.70	62.63	31.59	-3.38	29.09	23.90	69.53	36.85	47.56	99.10	35.98	0.00	434.54
1992-93	0.70	20.63	47.59	50.62	155.09	60.90	18.53	51.85	3.56	0.00	5.98	0.00	415.44
1993-94	0.00	112.63	7.79	56.62	139.09	32.90	44.83	56.85	0.06	2.10	28.88	0.00	481.74
1994-95	246.70	91.53	49.19	152.42	0.00	103.40	24.53	6.85	20.06	57.80	53.98	53.19	859.64
1995-96	7.62	59.08	102.69	95.00	48.11	91.46	25.50	23.14	19.21	22.76	20.91	59.47	574.96
1996-97	57.19	61.02	63.26	54.17	32.75	46.83	40.66	27.43	33.42	21.15	20.94	19.03	477.86
1997-98	45.40	58.07	79.61	40.34	48.51	59.65	16.83	84.23	22.34	21.02	12.19	42.20	530.38
1998-99	15.43	89.65	65.85	69.85	48.03	111.66	29.40	21.35	21.41	20.98	14.01	33.63	541.24
1999-00	47.15	68.54	74.06	37.43	41.45	51.07	20.97	31.47	26.55	21.08	13.04	24.35	457.17
2000-01	33.92	59.80	31.86	55.43	34.79	33.91	38.66	51.96	24.40	21.72	17.52	18.64	422.61
2001-02	3.32	58.64	70.19	36.76	32.94	73.11	44.36	21.80	19.26	27.85	14.09	84.79	487.10
Μέση Τιμή	36.55	66.80	66.77	54.68	40.56	64.18	31.72	37.92	29.35	23.42	16.56	36.82	505.34
Τυπ. Αποκ.	44.34	35.32	49.60	42.54	41.51	45.15	26.37	28.42	26.33	20.52	13.41	55.39	131.36
CV (%)	121.31	52.87	74.29	77.80	102.34	70.34	83.12	74.94	89.70	87.62	80.98	150.44	25.99



Πίνακας 3.4.2. Μέση μηνιαία βροχόπτωση λεκάνης απορροής Μαυρομάτη (1961-2002)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	13.62	71.32	111.08	70.16	22.73	59.89	9.01	48.99	67.41	16.23	21.75	18.56	530.75
1961-62	44.92	47.22	67.68	20.76	34.43	40.49	9.11	25.39	21.81	22.43	6.55	312.36	653.15
1962-63	85.52	103.42	133.38	77.16	37.93	75.79	22.11	51.59	19.61	36.23	10.25	58.76	711.75
1963-64	56.22	52.92	52.08	38.26	26.33	61.59	15.71	56.69	59.51	19.83	19.95	63.46	522.55
1964-65	26.32	61.02	40.48	35.26	39.73	53.39	40.91	46.39	25.11	48.83	6.55	3.66	427.65
1965-66	19.12	78.92	38.78	103.26	24.53	49.59	50.11	34.69	48.21	18.23	11.55	6.26	483.25
1966-67	23.72	130.72	48.18	30.86	30.53	30.39	34.41	57.09	7.51	47.33	23.45	206.86	671.05
1967-68	24.22	65.42	51.48	140.96	33.13	49.59	27.71	94.19	59.31	9.53	8.65	54.36	618.55
1968-69	44.22	59.52	107.78	73.06	34.03	85.49	9.01	17.39	11.41	9.53	6.55	70.86	528.85
1969-70	5.32	48.32	114.68	43.86	39.43	54.99	9.01	46.19	44.21	13.83	6.55	23.96	450.35
1970-71	28.12	39.32	17.88	35.26	57.43	111.89	50.61	28.79	40.51	19.33	41.65	18.86	489.65
1971-72	48.32	92.02	67.08	22.26	121.43	90.99	17.91	109.69	11.91	24.53	54.25	58.56	718.95
1972-73	85.02	168.72	31.68	50.76	90.93	90.89	82.61	17.29	18.41	54.13	32.35	27.56	750.35
1973-74	27.12	120.12	69.58	75.66	27.23	73.59	84.31	30.79	48.51	13.63	9.05	8.26	587.85
1974-75	15.82	90.42	16.78	61.06	26.53	130.49	29.81	91.79	80.51	54.83	27.85	22.46	648.35
1975-76	32.02	41.02	92.48	81.26	193.93	46.49	62.01	41.59	35.71	12.43	14.25	25.06	678.25
1976-77	9.82	62.22	41.28	23.36	22.23	30.69	16.11	38.69	62.11	17.03	5.05	29.16	357.75
1977-78	46.92	18.82	98.18	164.16	142.03	38.79	33.01	52.89	20.91	3.83	2.05	29.16	650.75
1978-79	149.62	79.82	81.88	73.56	39.23	39.49	25.51	47.79	22.71	57.83	21.55	13.26	652.25
1979-80	32.12	133.12	65.18	98.06	45.13	109.29	59.61	35.49	29.81	22.83	2.05	3.66	636.35
1980-81	63.62	57.22	31.58	123.66	25.03	28.99	29.81	22.39	4.91	26.83	24.05	80.76	518.85
1981-82	5.62	169.82	65.58	32.86	53.53	228.89	52.91	129.29	159.51	7.33	38.55	14.66	958.55
1982-83	81.42	38.52	106.88	33.86	64.43	103.09	18.61	15.99	36.91	47.13	16.55	23.66	587.05
1983-84	2.62	64.62	231.38	46.06	50.53	101.89	117.91	106.89	4.91	41.73	11.55	53.56	833.65
1984-85	8.62	36.42	107.38	190.56	67.43	62.29	84.31	64.79	40.61	20.63	2.05	5.66	690.75
1985-86	18.12	116.62	113.48	68.86	47.93	88.59	17.51	67.09	21.81	43.83	18.55	13.16	635.55
1986-87	55.52	126.12	12.28	158.36	57.33	239.49	73.01	115.69	32.71	10.33	13.55	41.16	935.55
1987-88	46.12	118.32	70.18	92.86	55.43	122.29	43.01	22.29	36.61	3.83	2.05	15.76	628.75
1988-89	22.12	51.82	266.88	62.86	34.43	85.29	91.51	52.19	36.81	67.03	24.05	3.66	798.65
1989-90	61.62	61.72	65.88	74.36	11.93	43.29	43.31	40.19	52.91	22.03	37.05	29.66	543.95
1990-91	12.62	66.82	80.78	44.46	83.93	56.29	98.01	50.49	54.91	28.83	29.05	38.66	644.85
1991-92	5.62	75.82	41.88	15.86	46.93	39.29	83.01	52.39	54.91	104.83	39.05	3.66	563.25
1992-93	4.62	33.82	57.88	69.86	172.93	76.29	32.01	67.39	10.91	3.83	9.05	3.66	542.25
1993-94	2.62	125.82	18.08	75.86	156.93	48.29	58.31	72.39	7.41	7.83	31.95	3.66	609.15
1994-95	250.62	104.72	59.48	171.66	11.93	118.79	38.01	22.39	27.41	63.53	57.05	58.66	984.25
1995-96	11.54	72.27	112.99	114.24	65.95	106.86	38.98	38.68	26.56	28.49	23.98	64.94	705.48
1996-97	61.12	74.21	73.55	73.41	50.59	62.23	54.14	42.97	40.77	26.88	24.01	24.50	608.38
1997-98	49.32	71.26	89.90	59.57	66.35	75.04	30.31	99.77	29.69	26.75	15.27	47.67	660.90
1998-99	19.36	102.84	76.14	89.08	65.87	127.05	42.88	36.89	28.76	26.71	17.08	39.11	671.77
1999-00	51.08	81.73	84.36	56.67	59.29	66.47	34.45	47.01	33.90	26.81	16.11	29.82	587.69
2000-01	37.85	72.99	42.15	74.66	52.63	49.31	52.14	67.51	31.75	27.45	20.59	24.11	553.13
2001-02	7.24	71.84	80.48	55.99	50.78	88.51	57.84	37.34	26.61	33.58	17.17	90.26	617.62
Μέση Τιμή	40.41	79.99	77.07	73.92	58.12	79.58	44.78	53.46	36.59	29.01	19.53	42.03	634.49
Τυπ. Αποκ.	44.39	35.32	49.60	42.54	41.81	45.15	26.92	28.42	26.47	20.69	13.53	55.57	131.39
CV (%)	109.85	44.15	64.36	57.56	71.94	56.73	60.11	53.16	72.35	71.30	69.28	132.21	20.71



Πίνακας 3.4.3. Μέση μηνιαία βροχόπτωση υπολεκάνης απορροής Κλινοβού (1961-2002)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	11.35	63.67	105.12	59.01	12.39	50.97	1.20	39.98	63.15	12.91	19.97	15.39	455.11
1961-62	42.65	39.57	61.72	9.61	24.09	31.57	1.30	16.38	17.55	19.11	4.77	309.19	577.51
1962-63	83.25	95.77	127.42	66.01	27.59	66.87	14.30	42.58	15.35	32.91	8.47	55.59	636.11
1963-64	53.95	45.27	46.12	27.11	15.99	52.67	7.90	47.68	55.25	16.51	18.17	60.29	446.91
1964-65	24.05	53.37	34.52	24.11	29.39	44.47	33.10	37.38	20.85	45.51	4.77	0.49	352.01
1965-66	16.85	71.27	32.82	92.11	14.19	40.67	42.30	25.68	43.95	14.91	9.77	3.09	407.61
1966-67	21.45	123.07	42.22	19.71	20.19	21.47	26.60	48.08	3.25	44.01	21.67	203.69	595.41
1967-68	21.95	57.77	45.52	129.81	22.79	40.67	19.90	85.18	55.05	6.21	6.87	51.19	542.91
1968-69	41.95	51.87	101.82	61.91	23.69	76.57	1.20	8.38	7.15	6.21	4.77	67.69	453.21
1969-70	3.05	40.67	108.72	32.71	29.09	46.07	1.20	37.18	39.95	10.51	4.77	20.79	374.71
1970-71	25.85	31.67	11.92	24.11	47.09	102.97	42.80	19.78	36.25	16.01	39.87	15.69	414.01
1971-72	46.05	84.37	61.12	11.11	111.09	82.07	10.10	100.68	7.65	21.21	52.47	55.39	643.31
1972-73	82.75	161.07	25.72	39.61	80.59	81.97	74.80	8.28	14.15	50.81	30.57	24.39	674.71
1973-74	24.85	112.47	63.62	64.51	16.89	64.67	76.50	21.78	44.25	10.31	7.27	5.09	512.21
1974-75	13.55	82.77	10.82	49.91	16.19	121.57	22.00	82.78	76.25	51.51	26.07	19.29	572.71
1975-76	29.75	33.37	86.52	70.11	183.59	37.57	54.20	32.58	31.45	9.11	12.47	21.89	602.61
1976-77	7.55	54.57	35.32	12.21	11.89	21.77	8.30	29.68	57.85	13.71	3.27	25.99	282.11
1977-78	44.65	11.17	92.22	153.01	131.69	29.87	25.20	43.88	16.65	0.51	0.27	25.99	575.11
1978-79	147.35	72.17	75.92	62.41	28.89	30.57	17.70	38.78	18.45	54.51	19.77	10.09	576.61
1979-80	29.85	125.47	59.22	86.91	34.79	100.37	51.80	26.48	25.55	19.51	0.27	0.49	560.71
1980-81	61.35	49.57	25.62	112.51	14.69	20.07	22.00	13.38	0.65	23.51	22.27	77.59	443.21
1981-82	3.35	162.17	59.62	21.71	43.19	219.97	45.10	120.28	155.25	4.01	36.77	11.49	882.91
1982-83	79.15	30.87	100.92	22.71	54.09	94.17	10.80	6.98	32.65	43.81	14.77	20.49	511.41
1983-84	0.35	56.97	225.42	34.91	40.19	92.97	110.10	97.88	0.65	38.41	9.77	50.39	758.01
1984-85	6.35	28.77	101.42	179.41	57.09	53.37	76.50	55.78	36.35	17.31	0.27	2.49	615.11
1985-86	15.85	108.97	107.52	57.71	37.59	79.67	9.70	58.08	17.55	40.51	16.77	9.99	559.91
1986-87	53.25	118.47	6.32	147.21	46.99	230.57	65.20	106.68	28.45	7.01	11.77	37.99	859.91
1987-88	43.85	110.67	64.22	81.71	45.09	113.37	35.20	13.28	32.35	0.51	0.27	12.59	553.11
1988-89	19.85	44.17	260.92	51.71	24.09	76.37	83.70	43.18	32.55	63.71	22.27	0.49	723.01
1989-90	59.35	54.07	59.92	63.21	1.59	34.37	35.50	31.18	48.65	18.71	35.27	26.49	468.31
1990-91	10.35	59.17	74.82	33.31	73.59	47.37	90.20	41.48	50.65	25.51	27.27	35.49	569.21
1991-92	3.35	68.17	35.92	4.71	36.59	30.37	75.20	43.38	50.65	101.51	37.27	0.49	487.61
1992-93	2.35	26.17	51.92	58.71	162.59	67.37	24.20	58.38	6.65	0.51	7.27	0.49	466.61
1993-94	0.35	118.17	12.12	64.71	146.59	39.37	50.50	63.38	3.15	4.51	30.17	0.49	533.51
1994-95	248.35	97.07	53.52	160.51	1.59	109.87	30.20	13.38	23.15	60.21	55.27	55.49	908.61
1995-96	9.27	64.63	107.02	103.09	55.61	97.93	31.17	29.68	22.30	25.17	22.20	61.77	629.84
1996-97	58.84	66.57	67.59	62.26	40.26	53.31	46.32	33.97	36.51	23.56	22.23	21.33	532.74
1997-98	47.05	63.61	83.93	48.42	56.02	66.12	22.50	90.76	25.43	23.43	13.48	44.50	585.26
1998-99	17.08	95.20	70.17	77.93	55.54	118.13	35.07	27.88	24.50	23.39	15.30	35.93	596.12
1999-00	48.80	74.09	78.39	45.52	48.95	57.54	26.64	38.00	29.64	23.49	14.33	26.65	512.05
2000-01	35.57	65.34	36.19	63.52	42.29	40.39	44.33	58.50	27.49	24.13	18.81	20.94	477.49
2001-02	4.97	64.19	74.51	44.84	40.44	79.58	50.03	28.33	22.35	30.26	15.39	87.09	541.98
Μέση Τιμή	38.14	72.35	71.10	62.77	47.78	70.66	36.96	44.45	32.33	25.69	17.75	38.86	558.85
Τυπ. Αποκ.	44.39	35.32	49.60	42.54	41.81	45.15	26.92	28.42	26.47	20.69	13.53	55.57	131.39
CV (%)	116.40	48.82	69.76	67.78	87.50	63.90	72.81	63.93	81.88	80.51	76.23	143.00	23.51



Πίνακας 3.4.4. Μέση μηνιαία βροχόπτωση υπολεκάνης απορροής Κάμπου (1961-2002)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	9.17	20.47	109.85	88.07	18.12	78.82	12.94	44.35	19.12	36.22	10.76	15.76	463.67
1961-62	70.87	30.67	34.05	28.97	61.02	36.92	0.00	28.25	4.22	17.22	0.00	127.96	440.16
1962-63	159.97	92.27	185.65	21.67	72.22	63.02	40.54	45.55	4.82	18.52	13.26	3.86	721.37
1963-64	159.97	46.47	44.35	44.77	36.22	69.72	24.54	52.45	30.12	35.52	35.46	48.16	627.77
1964-65	22.37	45.57	40.35	39.37	34.82	87.42	44.44	64.25	52.12	23.82	2.66	0.00	457.21
1965-66	40.37	44.07	34.65	97.37	13.52	82.92	22.04	59.35	25.82	4.82	42.16	5.86	472.97
1966-67	31.87	182.17	79.35	14.77	63.92	19.72	29.04	34.35	7.72	12.82	15.56	75.86	567.17
1967-68	31.67	81.67	103.15	56.07	52.72	66.72	13.94	70.55	10.62	0.00	5.66	40.96	533.75
1968-69	105.47	96.47	185.05	99.07	30.62	124.82	21.54	0.00	13.72	3.92	4.06	88.16	772.91
1969-70	0.00	31.07	93.95	19.57	61.22	62.72	0.00	57.75	39.72	7.32	0.00	10.86	384.19
1970-71	52.97	20.47	35.25	42.37	97.52	78.22	23.64	12.75	15.42	29.62	47.06	41.16	496.47
1971-72	98.57	49.17	51.75	93.37	98.52	50.02	72.14	7.85	18.42	67.02	44.66	45.86	697.37
1972-73	139.87	0.00	31.85	72.67	31.12	68.52	23.14	27.45	0.00	64.32	22.76	39.06	520.77
1973-74	69.07	44.97	41.75	78.77	79.22	66.72	55.24	21.65	11.52	0.00	3.76	12.16	484.85
1974-75	21.47	34.67	40.35	26.57	138.52	20.52	64.04	73.45	60.12	0.00	14.06	8.66	502.45
1975-76	34.77	106.87	69.35	13.07	95.72	32.12	59.84	87.45	9.62	52.82	82.76	17.66	662.07
1976-77	45.17	72.77	21.45	21.77	45.52	31.32	32.64	44.45	36.12	19.62	4.36	15.86	391.07
1977-78	10.27	37.47	89.15	102.67	34.32	24.72	45.34	33.35	6.52	4.22	10.76	194.66	593.47
1978-79	79.57	17.97	69.45	39.47	58.52	17.52	40.44	41.65	10.92	14.52	42.76	20.96	453.77
1979-80	129.07	129.37	52.15	66.37	44.22	76.42	58.24	36.35	17.82	5.82	3.96	3.46	623.27
1980-81	138.67	31.07	41.55	198.37	58.52	7.92	23.24	10.65	0.00	20.02	13.96	11.96	555.94
1981-82	59.47	57.07	42.85	30.37	142.42	61.22	118.34	172.35	11.22	34.32	5.56	66.76	801.97
1982-83	99.07	108.37	29.35	28.67	39.72	20.72	8.64	11.55	69.82	17.22	28.56	8.56	470.27
1983-84	27.17	46.47	156.85	23.97	68.02	58.22	104.14	24.85	28.02	14.72	44.26	2.76	599.47
1984-85	14.27	56.97	86.75	72.77	20.02	53.02	19.44	16.55	3.92	6.22	1.66	21.76	373.37
1985-86	60.07	132.77	25.15	25.27	54.52	47.72	10.24	26.25	29.42	21.22	1.76	0.00	434.41
1986-87	104.97	36.67	29.15	69.27	56.62	136.32	86.24	19.15	19.22	3.92	20.66	3.76	585.97
1987-88	93.07	67.57	63.45	52.27	21.72	43.82	38.74	17.15	13.72	0.00	0.00	7.46	418.98
1988-89	17.87	145.67	43.15	0.00	18.92	62.22	11.14	53.35	68.82	16.12	3.96	12.76	454.00
1989-90	30.97	38.07	93.65	13.77	15.52	33.02	21.44	38.15	44.22	17.82	51.06	18.16	415.87
1990-91	27.07	96.17	76.05	76.47	33.52	63.92	88.64	61.75	4.32	20.62	13.96	24.26	586.77
1991-92	50.67	58.87	7.55	18.67	12.12	29.92	79.44	46.55	43.02	15.92	0.00	0.00	362.75
1992-93	22.27	43.77	61.75	51.87	40.52	29.92	32.44	66.55	0.00	0.00	9.96	0.00	359.07
1993-94	2.07	155.67	15.65	137.12	60.11	38.87	51.64	51.71	11.80	24.99	15.82	8.14	573.59
1994-95	188.62	79.43	58.17	104.18	19.98	73.58	21.91	24.49	20.97	33.39	8.38	37.59	670.70
1995-96	48.11	54.31	88.30	41.84	64.46	61.17	24.49	39.69	11.80	13.70	25.18	44.38	517.43
1996-97	80.66	38.81	74.26	42.18	32.32	85.00	71.36	21.43	16.16	10.85	40.34	8.14	521.52
1997-98	64.39	42.82	62.27	21.71	84.52	75.49	15.82	64.37	15.27	10.85	22.43	17.48	497.42
1998-99	26.41	100.13	99.08	60.15	41.44	83.95	37.92	22.32	11.80	14.93	7.55	51.72	557.41
1999-00	69.58	100.38	25.37	45.71	42.02	41.04	14.86	34.68	12.42	10.85	9.30	55.47	461.68
2000-01	51.89	34.94	63.63	93.09	27.38	27.14	116.71	88.76	40.44	23.99	47.32	9.34	624.64
2001-02	24.92	79.68	213.78	33.07	31.00	69.81	57.36	26.85	17.99	31.30	12.69	68.64	667.08
Μέση Τιμή	62.26	66.44	68.35	54.94	51.27	56.26	41.38	42.44	21.16	18.60	18.83	30.86	532.79
Τυπ. Αποκ.	47.30	40.95	46.52	38.91	30.69	27.63	30.44	29.79	17.99	15.90	18.79	38.08	110.80
CV (%)	75.97	61.64	68.06	70.81	59.87	49.11	73.56	70.19	85.02	85.49	99.79	123.41	20.80



Πίνακας 3.5.2. Εκτίμηση δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της λεκάνης απορροής Σούρης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	69.56	35.47	17.85	9.56	9.88	33.13	60.30	97.32	144.87	169.38	159.02	105.78	912.13
1961-62	60.68	34.05	11.73	10.11	7.16	30.19	49.29	107.10	144.36	177.66	172.43	109.21	913.96
1962-63	59.53	36.55	10.12	7.51	12.68	22.06	47.09	87.31	143.84	175.99	169.88	109.50	882.06
1963-64	58.96	34.05	14.08	5.25	9.88	27.36	47.09	86.09	140.25	161.27	150.87	102.68	837.84
1964-65	67.14	31.64	13.92	11.23	3.95	25.41	42.82	85.48	141.78	175.16	142.89	108.06	849.49
1965-66	52.30	28.31	14.41	7.03	22.75	26.58	55.55	90.39	137.71	177.66	169.03	106.06	887.77
1966-67	83.49	33.01	13.44	7.19	7.81	27.76	46.55	94.77	137.20	158.07	163.16	105.49	877.95
1967-68	67.75	30.62	13.28	2.88	15.48	23.52	56.72	109.10	136.70	170.20	149.26	106.63	882.14
1968-69	55.03	31.30	12.34	7.68	15.77	24.27	42.30	108.43	144.87	161.27	158.19	107.20	868.66
1969-70	53.93	31.98	14.08	14.39	16.45	28.17	55.91	82.57	145.09	167.61	167.61	105.81	883.59
1970-71	53.58	27.97	11.42	13.89	9.89	21.35	43.77	103.16	148.59	153.33	162.49	100.72	850.16
1971-72	48.04	27.34	12.19	10.38	11.20	25.80	52.08	97.08	150.72	164.79	153.45	104.78	857.85
1972-73	41.20	30.08	10.67	7.30	12.01	18.67	46.30	109.38	145.79	182.00	146.57	108.39	858.37
1973-74	59.64	23.62	9.52	10.82	13.43	24.83	36.52	92.63	142.31	174.26	154.45	105.55	847.58
1974-75	67.92	28.67	10.67	2.76	4.97	27.48	51.38	88.43	124.19	154.88	126.65	107.25	795.26
1975-76	52.21	18.51	6.73	8.89	13.90	16.78	44.75	78.80	119.15	146.94	113.94	87.01	707.61
1976-77	55.01	22.41	12.97	9.20	27.38	28.66	46.72	104.48	142.92	181.15	153.92	88.11	872.93
1977-78	46.04	34.37	3.73	8.72	13.84	29.77	40.19	88.43	144.92	166.51	135.91	80.67	793.11
1978-79	42.97	52.43	15.30	7.51	12.30	32.77	39.20	94.38	147.95	156.44	146.70	99.33	847.29
1979-80	48.81	16.64	13.63	3.53	7.01	20.58	39.20	74.19	134.05	175.08	147.48	102.52	782.74
1980-81	68.13	34.76	10.10	0.59	10.04	37.30	49.44	76.71	155.52	157.28	140.11	111.59	851.58
1981-82	78.79	24.43	16.62	10.43	5.23	33.31	45.15	83.52	150.08	142.08	166.71	110.14	866.48
1982-83	62.18	19.02	18.65	11.09	5.64	28.85	68.41	119.30	129.32	172.24	145.04	105.66	885.40
1983-84	60.73	22.37	11.25	12.88	9.39	20.66	40.24	99.55	143.02	163.20	139.05	119.73	842.07
1984-85	88.40	28.90	7.59	8.59	7.40	20.15	67.93	120.13	155.73	170.29	163.01	105.90	944.01
1985-86	46.47	32.12	18.52	12.59	11.54	17.86	60.39	97.59	136.59	172.78	166.81	102.52	875.77
1986-87	60.97	19.09	5.79	11.17	13.03	10.59	49.15	84.96	154.90	158.65	153.92	124.26	846.47
1987-88	49.42	24.81	13.43	15.70	12.51	25.48	45.03	108.17	161.35	211.46	171.17	106.62	945.15
1988-89	53.69	12.20	8.06	7.51	15.82	33.55	68.07	90.81	137.77	163.84	158.94	109.81	860.06
1989-90	51.20	24.47	11.97	7.62	18.19	42.02	63.55	102.91	152.02	181.59	152.42	105.82	913.78
1990-91	64.26	39.85	11.88	9.17	7.59	31.19	41.91	75.79	143.92	160.12	146.41	105.27	837.36
1991-92	68.32	28.69	2.23	10.00	9.34	24.57	48.91	72.68	130.96	136.11	158.13	98.48	788.41
1992-93	78.93	33.10	7.66	7.20	2.89	5.03	48.37	88.51	146.23	164.48	158.23	102.52	843.15
1993-94	75.87	4.76	18.35	16.18	9.88	35.38	54.34	103.00	141.53	162.67	161.48	134.24	917.67
1994-95	67.27	22.66	10.97	6.37	19.98	23.93	41.13	91.97	156.43	156.55	139.05	101.58	837.88
1995-96	46.58	17.20	16.50	10.16	9.57	11.18	41.78	107.81	145.22	168.12	147.97	94.82	816.93
1996-97	42.51	33.76	16.65	9.30	14.48	19.83	26.54	100.15	145.22	180.06	135.06	90.02	813.57
1997-98	49.42	25.90	11.38	14.57	17.85	71.37	62.49	85.52	150.28	187.42	169.71	98.64	944.54
1998-99	65.87	29.10	5.10	11.05	8.17	26.48	55.91	120.64	160.78	172.35	168.64	104.78	928.86
1999-00	75.54	28.29	18.42	2.71	2.90	27.75	61.57	106.14	147.24	202.65	159.55	108.05	940.81
2000-01	56.29	42.79	15.39	12.73	17.38	58.83	46.66	87.94	142.92	184.16	164.85	112.97	942.93
2001-02	72.08	22.85	25.44	7.04	20.40	36.03	40.08	89.41	149.47	175.63	151.43	100.47	890.34
Μέση Τιμή	60.16	28.10	12.48	9.06	11.83	27.54	49.30	95.07	144.14	168.89	153.85	104.87	865.28
Τυπ. Απόκλιση	11.69	8.36	4.52	3.55	5.40	11.26	9.35	12.38	8.78	14.18	12.87	9.11	50.58



Πίνακας 3.5.3. Εκτίμηση δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	62.35	35.43	19.82	10.16	8.21	28.20	51.46	79.58	107.65	130.74	126.39	86.85	746.84
1961-62	54.76	34.08	12.99	10.81	5.16	25.39	41.72	87.47	107.27	136.80	136.25	89.52	742.23
1962-63	53.77	36.44	11.11	7.69	11.28	17.44	39.74	71.37	106.88	135.58	134.39	89.75	715.45
1963-64	53.27	34.08	15.68	4.87	8.21	22.66	39.74	70.36	104.20	124.75	120.33	84.43	682.57
1964-65	60.30	31.77	15.49	12.12	1.57	20.76	35.85	69.86	105.35	134.98	114.34	88.63	691.01
1965-66	47.43	28.53	16.04	7.10	21.77	21.90	47.29	73.91	102.29	136.80	133.77	87.08	723.91
1966-67	73.90	33.09	14.95	7.30	5.89	23.05	39.24	77.51	101.91	122.37	129.45	86.63	715.28
1967-68	60.81	30.78	14.77	1.84	14.28	18.90	48.33	89.07	101.53	131.34	119.13	87.52	718.30
1968-69	49.85	31.44	13.70	7.89	14.59	19.64	35.37	88.54	107.65	124.75	125.78	87.96	707.15
1969-70	48.88	32.09	15.68	15.72	15.30	23.45	47.61	67.43	107.81	129.43	132.72	86.88	723.00
1970-71	48.57	28.19	12.64	15.16	8.21	16.74	36.71	84.30	110.42	118.83	128.96	82.89	691.63
1971-72	43.64	27.57	13.52	11.12	9.66	21.14	44.22	79.39	111.99	127.35	122.26	86.08	697.94
1972-73	37.42	30.26	11.77	7.43	10.55	14.05	39.02	89.29	108.33	139.96	117.11	88.89	694.08
1973-74	53.87	23.85	10.41	11.64	12.09	20.18	30.01	75.75	105.73	134.32	123.00	86.68	687.53
1974-75	60.96	28.88	11.77	1.69	2.69	22.78	43.59	72.30	92.05	119.99	101.96	88.00	646.66
1975-76	47.36	18.58	7.00	9.36	12.59	12.14	37.60	64.27	88.19	114.04	92.08	71.96	575.17
1976-77	49.83	22.61	14.43	9.73	26.37	23.92	39.40	85.37	106.19	139.34	122.61	72.84	712.63
1977-78	41.83	34.38	3.18	9.15	12.53	24.99	33.42	72.30	107.69	128.63	109.05	66.81	643.96
1978-79	39.04	50.88	17.03	7.68	10.87	27.86	32.51	77.19	109.94	121.16	117.21	81.79	693.16
1979-80	44.33	16.60	15.17	2.67	4.99	15.98	32.51	60.38	99.54	134.92	117.80	84.30	629.18
1980-81	61.13	34.76	11.09	0.00	8.38	32.13	41.86	62.51	115.54	121.78	112.24	91.37	692.79
1981-82	70.04	24.67	18.49	11.19	2.98	28.37	37.97	68.22	111.52	110.37	132.06	90.25	706.12
1982-83	56.06	19.11	20.69	11.95	3.44	24.10	58.45	97.14	95.96	132.84	115.96	86.77	722.48
1983-84	54.81	22.58	12.44	14.02	7.66	16.06	33.47	81.39	106.27	126.18	111.44	97.63	683.93
1984-85	77.89	29.10	8.07	9.00	5.43	15.54	58.04	97.79	115.69	131.40	129.34	86.95	764.25
1985-86	42.22	32.23	20.55	13.68	10.03	13.24	51.54	79.80	101.45	133.24	132.14	84.30	714.41
1986-87	55.02	19.19	5.82	12.05	11.66	5.80	41.59	69.42	115.08	122.80	122.61	101.08	682.11
1987-88	44.87	25.05	14.94	17.18	11.09	20.83	37.87	88.33	119.82	161.07	135.33	87.51	763.88
1988-89	48.66	11.76	8.64	7.68	14.64	28.60	58.16	74.26	102.33	126.65	126.34	90.00	697.72
1989-90	46.46	24.71	13.27	7.83	17.12	36.50	54.28	84.11	112.96	139.67	121.49	86.89	745.26
1990-91	57.84	39.53	13.17	9.70	5.64	26.35	35.01	61.73	106.94	123.90	116.99	86.46	683.25
1991-92	61.29	28.90	1.23	10.68	7.60	19.93	41.37	59.09	97.20	105.82	125.74	81.12	639.99
1992-93	70.15	33.18	8.15	7.31	0.50	0.49	40.89	72.37	108.66	127.12	125.81	84.30	678.94
1993-94	67.62	3.16	20.37	17.71	8.21	30.32	46.22	84.18	105.15	125.78	128.21	108.60	745.54
1994-95	60.41	22.87	12.11	6.28	18.96	19.30	34.29	75.21	116.21	121.24	111.44	83.56	681.88
1995-96	42.32	17.19	18.36	10.87	7.86	6.40	34.89	88.04	107.91	129.82	118.17	78.22	660.04
1996-97	38.61	33.80	18.53	9.85	13.21	15.22	20.49	81.88	107.91	138.55	108.40	74.39	660.83
1997-98	44.87	26.14	12.60	15.92	16.77	62.25	53.36	69.89	111.67	143.89	134.26	81.24	772.85
1998-99	59.22	29.30	4.95	11.91	6.30	21.80	47.61	98.19	119.40	132.92	133.48	86.08	751.15
1999-00	67.35	28.50	20.44	1.63	0.51	23.04	52.56	86.70	109.41	154.82	126.79	88.63	760.38
2000-01	50.95	42.23	17.14	13.85	16.28	51.51	39.34	71.90	106.19	141.53	130.70	92.44	774.05
2001-02	64.47	23.07	27.78	7.11	19.39	30.94	33.32	73.11	111.07	135.32	120.75	82.69	729.01
Μέση Τιμή	54.15	28.11	13.71	9.49	10.25	22.62	41.62	77.64	107.07	130.30	122.48	86.09	703.54
Τυπ. Απόκλιση	10.07	8.33	5.21	4.21	5.80	10.58	8.39	10.09	6.57	10.41	9.65	7.12	41.98



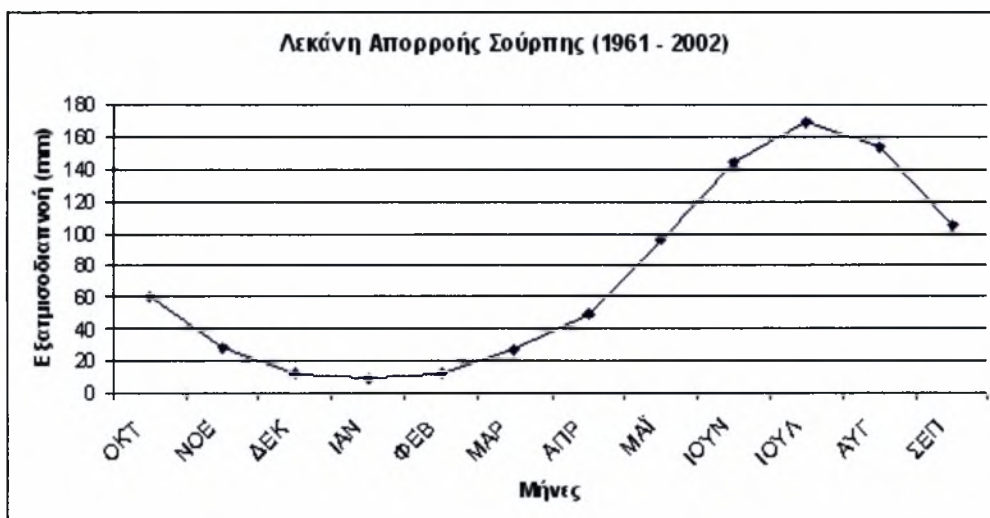
Πίνακας 3.5.4. Εκτίμηση δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της υπολεκάνης απορροής Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	66.09	35.41	18.71	9.92	9.36	31.05	56.22	88.87	126.72	150.42	143.02	96.61	832.38
1961-62	57.86	34.03	12.33	10.50	6.53	28.20	45.90	97.68	126.27	157.57	154.64	99.65	831.16
1962-63	56.79	36.45	10.61	7.71	12.24	20.25	43.82	79.79	125.82	156.13	152.43	99.91	801.96
1963-64	56.26	34.03	14.80	5.24	9.36	25.45	43.82	78.68	122.70	143.39	135.92	93.85	763.50
1964-65	63.86	31.67	14.63	11.69	3.19	23.55	39.77	78.12	124.03	155.41	128.95	98.64	773.51
1965-66	50.02	28.40	15.15	7.19	22.38	24.68	51.79	82.59	120.48	157.57	151.70	96.86	808.81
1966-67	78.84	33.01	14.13	7.36	7.21	25.84	43.31	86.56	120.04	140.61	146.62	96.36	799.88
1967-68	64.42	30.68	13.96	2.63	15.09	21.70	52.88	99.48	119.60	151.13	134.52	97.37	803.44
1968-69	52.59	31.34	12.97	7.89	15.38	22.43	39.27	98.88	126.72	143.39	142.30	97.87	791.03
1969-70	51.56	32.00	14.80	15.01	16.07	26.24	52.12	75.47	126.90	148.88	150.47	96.63	806.16
1970-71	51.23	28.07	12.00	14.49	9.36	19.56	40.67	94.14	129.95	136.47	146.03	92.10	774.07
1971-72	46.01	27.45	12.81	10.79	10.71	23.93	48.53	88.66	131.78	146.43	138.18	95.72	780.99
1972-73	39.50	30.15	11.21	7.48	11.55	16.91	43.07	99.73	127.51	161.31	132.17	98.93	779.52
1973-74	56.90	23.75	9.98	11.26	13.00	22.98	33.75	84.62	124.48	154.64	139.04	96.41	770.80
1974-75	64.58	28.76	11.21	2.49	4.24	25.57	47.87	80.81	108.66	137.82	114.66	97.92	724.60
1975-76	49.94	18.61	6.96	9.20	13.48	15.04	41.60	72.01	104.23	130.90	103.39	79.80	645.15
1976-77	52.57	22.53	13.64	9.53	26.96	26.72	43.47	95.32	125.02	160.57	138.58	80.79	795.71
1977-78	44.11	34.34	3.66	9.01	13.42	27.80	37.26	80.81	126.76	147.93	122.82	74.07	721.98
1978-79	41.19	51.61	16.07	7.70	11.85	30.70	36.32	86.21	129.38	139.19	132.28	90.86	773.37
1979-80	46.74	16.71	14.34	3.35	6.38	18.80	36.32	67.78	117.29	155.34	132.97	93.70	709.71
1980-81	64.77	34.72	10.60	0.20	9.52	35.07	46.04	70.09	135.94	139.92	126.51	101.77	775.15
1981-82	74.56	24.56	17.45	10.84	4.52	31.22	41.98	76.33	131.23	126.65	149.69	100.48	789.50
1982-83	59.26	19.13	19.55	11.54	4.94	26.90	63.75	108.59	113.16	152.89	130.83	96.51	807.04
1983-84	57.91	22.50	11.82	13.43	8.85	18.88	37.31	90.88	125.11	145.06	125.58	108.96	766.29
1984-85	83.29	28.98	7.89	8.88	6.78	18.37	63.30	109.33	136.12	151.20	146.48	96.72	857.35
1985-86	44.52	32.14	19.41	13.13	11.06	16.11	56.30	89.11	119.51	153.36	149.78	93.70	798.13
1986-87	58.14	19.20	5.93	11.63	12.60	8.87	45.76	77.64	135.41	141.10	138.58	112.95	767.79
1987-88	47.31	24.94	14.12	16.38	12.06	23.62	41.87	98.64	140.98	186.52	153.55	97.35	857.33
1988-89	51.33	12.14	8.40	7.70	15.44	31.45	63.43	82.97	120.53	145.61	142.95	100.19	782.16
1989-90	48.99	24.60	12.58	7.83	17.82	39.58	59.24	93.91	132.91	160.96	137.28	96.65	832.35
1990-91	61.19	39.64	12.49	9.50	6.98	29.17	38.90	69.25	125.89	142.39	132.03	96.15	763.57
1991-92	64.94	28.78	1.98	10.39	8.79	22.73	45.54	66.39	114.59	121.40	142.25	90.10	717.88
1992-93	74.68	33.10	7.97	7.38	2.09	3.36	45.03	80.88	127.89	146.17	142.34	93.70	764.60
1993-94	71.89	4.30	19.24	16.87	9.36	33.22	50.64	93.99	123.81	144.60	145.15	121.69	834.76
1994-95	63.98	22.79	11.52	6.47	19.62	22.10	38.15	84.02	136.73	139.28	125.58	92.87	763.11
1995-96	44.62	17.28	17.33	10.55	9.03	9.45	38.78	98.32	127.02	149.33	133.40	86.82	741.93
1996-97	40.75	33.74	17.48	9.64	14.07	18.06	24.10	91.42	127.02	159.63	122.07	82.52	740.50
1997-98	47.31	26.02	11.96	15.20	17.49	67.04	58.26	78.15	131.41	165.97	152.29	90.24	861.32
1998-99	62.68	29.18	5.17	11.50	7.58	24.59	52.12	109.79	140.48	152.98	151.36	95.72	843.16
1999-00	71.58	28.38	19.30	2.44	2.11	25.83	57.40	96.82	128.77	179.01	143.48	98.63	853.76
2000-01	53.77	42.46	16.17	13.28	17.02	55.42	43.41	80.36	125.02	163.17	148.08	102.99	861.14
2001-02	68.41	22.98	26.43	7.20	20.04	33.85	37.15	81.70	130.70	155.81	136.41	91.88	812.58
Μέση Τιμή	57.31	28.11	13.07	9.34	11.32	25.53	45.86	86.78	126.06	149.95	138.48	95.78	787.60
Τυπ. Απόκλιση	10.86	8.28	4.78	3.81	5.51	10.83	8.82	11.20	7.64	12.26	11.25	8.11	46.03



Πίνακας 3.5.5. Εκτίμηση δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της υπολεκάνης απορροής Κάμπος

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	67.45	36.85	25.84	10.14	10.13	32.43	59.86	99.38	133.59	153.70	139.18	92.89	861.44
1961-62	55.70	35.53	12.38	11.82	7.56	30.06	50.65	104.39	132.66	161.70	158.88	100.97	862.29
1962-63	56.83	38.20	8.36	7.32	15.44	18.53	45.40	84.16	135.45	166.78	156.00	104.73	837.21
1963-64	56.27	35.53	16.99	3.70	9.32	25.11	46.55	81.85	128.97	150.74	133.73	84.37	773.13
1964-65	63.24	32.51	18.64	12.70	4.07	22.55	40.93	80.32	129.89	160.69	129.26	98.00	792.81
1965-66	47.99	30.01	18.31	6.61	21.94	22.97	56.72	86.50	122.61	164.74	156.96	97.26	832.64
1966-67	80.70	35.09	16.66	7.56	7.31	25.11	45.40	96.10	126.23	153.70	152.20	96.53	842.61
1967-68	62.65	29.60	16.02	5.07	16.74	20.91	53.65	109.48	127.14	162.71	139.18	98.00	841.16
1968-69	51.24	32.94	13.86	7.56	19.10	23.39	40.38	104.39	136.39	144.89	141.93	98.00	814.06
1969-70	50.15	32.51	17.64	18.45	18.76	25.54	57.35	80.32	125.32	160.69	148.43	90.73	825.90
1970-71	51.24	27.58	12.96	17.10	11.23	20.50	43.14	98.56	136.39	145.86	142.85	85.77	793.19
1971-72	43.79	27.58	12.67	12.70	12.98	21.31	54.26	95.28	135.45	152.71	142.85	89.30	800.89
1972-73	41.74	28.78	11.25	7.56	14.19	15.17	44.83	96.10	128.97	163.73	131.94	98.00	782.26
1973-74	57.41	22.60	12.96	10.69	15.44	21.31	37.16	84.94	130.81	159.69	142.85	95.80	791.66
1974-75	68.68	26.79	11.25	8.05	7.56	30.53	50.05	96.10	124.42	159.69	131.94	104.73	819.77
1975-76	56.83	25.62	11.25	12.11	9.59	22.14	46.55	83.39	121.71	146.83	116.20	87.18	739.39
1976-77	59.71	29.60	16.02	11.82	23.05	27.32	51.84	102.71	141.10	170.89	151.26	91.45	876.76
1977-78	49.06	36.41	9.63	8.31	18.76	29.60	46.55	88.07	143.96	161.70	134.64	84.37	811.06
1978-79	48.53	17.66	21.41	9.34	15.44	32.43	40.93	90.45	146.84	152.71	135.54	92.17	803.45
1979-80	47.99	29.60	16.66	7.08	10.13	23.82	40.38	79.56	127.14	161.70	140.09	94.34	778.49
1980-81	64.43	35.53	15.08	3.33	11.52	34.37	49.46	81.08	144.92	154.69	136.45	98.00	828.86
1981-82	73.02	19.37	21.06	10.69	5.71	20.10	37.16	78.05	133.59	146.83	139.18	98.00	782.76
1982-83	59.13	22.23	16.99	9.87	6.38	23.82	57.35	104.39	113.74	159.69	130.15	91.45	795.18
1983-84	51.79	23.71	13.26	13.00	14.19	20.91	36.63	90.45	123.51	146.83	126.61	101.72	762.60
1984-85	69.91	29.60	12.38	13.00	7.31	23.39	56.72	103.54	138.26	154.69	149.37	96.53	854.72
1985-86	46.93	33.79	18.64	15.79	15.76	24.68	54.87	89.66	139.21	155.69	156.00	102.47	853.49
1986-87	57.41	22.23	8.36	15.47	16.74	8.38	43.70	78.05	135.45	167.80	141.01	109.30	803.91
1987-88	50.15	28.38	15.71	16.44	13.58	22.97	41.48	92.05	141.10	183.43	156.00	103.97	865.26
1988-89	55.70	15.06	8.86	7.08	15.13	30.53	59.86	82.62	122.61	152.71	146.56	101.72	798.44
1989-90	49.60	26.40	10.97	7.81	17.40	33.88	55.49	92.86	139.21	165.76	136.45	95.80	831.62
1990-91	58.56	35.53	16.34	7.81	10.95	27.32	43.70	75.06	138.26	154.69	140.09	94.34	802.66
1991-92	62.65	30.42	4.76	9.07	9.32	22.55	47.71	74.32	127.14	146.83	157.92	95.80	788.49
1992-93	77.47	32.51	11.25	10.41	6.84	23.39	46.55	89.66	143.00	158.68	146.56	100.22	846.56
1993-94	71.77	22.23	22.13	15.36	9.18	32.83	51.59	93.42	132.23	147.42	148.22	107.41	853.79
1994-95	65.80	23.14	12.58	9.47	21.34	24.79	47.06	94.55	145.97	154.40	133.28	95.32	827.69
1995-96	73.28	17.84	21.97	11.83	11.73	14.43	42.70	100.82	139.36	157.34	142.30	57.22	790.81
1996-97	47.42	30.47	17.30	10.95	13.99	21.40	34.46	101.40	145.97	166.30	137.76	93.85	821.27
1997-98	47.42	30.09	14.61	13.20	18.09	19.06	56.27	86.25	130.95	169.32	152.89	94.95	833.09
1998-99	60.40	27.45	9.53	12.74	10.08	24.47	52.75	110.21	149.99	161.50	152.89	96.06	868.06
1999-00	66.42	30.09	16.75	5.88	13.22	23.85	57.47	101.40	136.75	168.72	145.58	100.54	866.65
2000-01	54.61	37.71	21.36	13.91	15.58	43.65	49.68	93.42	138.05	168.72	150.88	103.57	891.16
2001-02	68.26	23.14	4.64	4.89	21.34	32.83	45.22	95.11	142.65	168.72	146.90	89.84	843.54
Μέση Τιμή	58.32	28.76	14.65	10.33	13.19	24.86	48.11	91.68	134.21	158.73	142.83	95.54	821.21
Τυπ. Απόκλιση	9.60	5.87	4.70	3.68	4.85	6.22	6.88	9.60	8.16	8.41	9.63	8.43	34.18



Σχήμα 3.5.1. Μέσος όρος μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής λεκάνης απορροής Σούρπης.



Σχήμα 3.5.2. Μέσος όρος μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής λεκάνης απορροής Μαυρομάτη.



Σχήμα 3.5.3. Μέσος όρος μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής υπολεκάνης απορροής Κλινοβού.



Σχήμα 3.5.4. Μέσος όρος μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής υπολεκάνης απορροής Κάμπος.

Παράρτημα 4
Υδρολογικό Μοντέλο UTHBAL
Λεκανών Απορροής



Πίνακας 4.3.1. Υπολογισμένες τιμές Q_c (mm/μήνα) για την λεκάνη απορροής της Σούρπης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.07	1.16	4.88	8.79	9.54	9.16	7.26	4.21	2.82	1.62	0.57	0.33	50.40
1961-62	0.68	1.40	3.16	4.24	4.02	3.99	2.67	1.04	0.40	0.28	0.17	11.45	33.51
1962-63	20.35	28.21	50.48	38.63	17.77	19.11	13.93	7.99	4.49	1.81	0.72	0.75	204.24
1963-64	1.67	2.47	3.63	4.81	4.94	5.22	4.40	2.72	2.12	1.27	0.50	0.89	34.64
1964-65	1.20	1.68	2.87	3.43	3.97	4.76	4.61	3.36	1.78	0.97	0.59	0.13	29.36
1965-66	0.15	1.61	3.37	6.22	7.92	7.19	6.56	4.50	2.47	1.21	0.39	0.12	41.71
1966-67	0.18	3.15	6.68	7.31	7.16	6.45	5.00	3.54	1.79	0.77	0.67	4.28	46.97
1967-68	6.78	5.98	7.23	21.10	17.21	12.34	10.58	8.28	6.29	3.14	0.85	0.70	100.49
1968-69	1.34	2.21	5.56	9.64	10.67	11.53	10.95	6.63	2.58	0.67	0.15	0.78	62.73
1969-70	0.97	0.88	4.26	7.41	7.53	7.60	6.00	3.44	2.07	0.96	0.25	0.19	41.57
1970-71	0.44	0.85	1.01	1.04	2.10	5.46	7.55	5.34	2.58	1.14	0.67	0.57	28.74
1971-72	0.90	3.14	6.22	7.14	9.50	23.35	15.51	8.97	6.25	2.37	1.27	1.51	86.13
1972-73	3.12	8.58	12.78	16.48	29.80	33.52	22.21	11.12	4.49	1.99	1.24	0.75	146.08
1973-74	0.63	3.40	7.67	10.45	11.23	11.48	17.24	12.35	6.10	2.80	0.78	0.19	84.32
1974-75	0.13	1.88	3.37	4.35	5.51	8.20	9.58	8.00	6.99	4.93	2.65	1.19	56.77
1975-76	0.82	1.29	4.12	8.18	46.27	28.81	12.89	10.35	6.56	3.01	0.94	0.45	123.69
1976-77	0.31	1.16	2.69	3.00	2.13	1.33	0.75	0.40	0.81	0.78	0.24	0.24	13.84
1977-78	0.92	1.04	3.40	19.94	49.56	26.05	10.44	7.94	4.50	1.51	0.28	0.24	125.80
1978-79	3.87	7.77	9.81	17.48	14.97	11.85	9.90	7.06	3.76	1.85	1.17	0.46	89.95
1979-80	0.48	4.12	8.73	19.15	18.96	33.36	20.92	10.44	6.30	2.74	0.81	0.14	126.15
1980-81	0.82	2.10	2.91	5.75	8.79	8.28	6.10	3.55	1.28	0.39	0.37	1.17	41.50
1981-82	1.26	4.88	10.32	11.20	11.60	63.97	34.37	13.98	17.68	11.07	4.26	1.79	186.38
1982-83	1.94	3.17	5.81	8.20	9.21	15.51	12.22	5.73	2.39	1.35	0.78	0.40	66.72
1983-84	0.21	1.12	22.99	21.52	17.02	31.19	36.57	19.50	8.62	3.85	1.59	0.93	165.11
1984-85	0.74	0.55	3.70	30.95	32.31	21.71	14.45	10.37	6.33	2.80	0.81	0.13	124.86
1985-86	0.14	2.66	7.78	11.45	13.26	26.72	16.52	7.36	4.37	1.93	0.93	0.35	93.47
1986-87	0.82	4.52	7.32	20.87	22.78	79.27	40.41	14.69	10.58	4.42	1.38	0.69	207.77
1987-88	1.17	4.19	8.21	11.84	17.48	36.64	21.32	8.22	3.96	1.43	0.25	0.10	114.81
1988-89	0.25	1.25	35.13	33.86	16.31	16.22	14.53	10.99	6.93	3.95	2.19	0.72	142.34
1989-90	1.04	2.67	4.84	7.60	8.16	6.68	5.17	3.24	1.86	1.05	0.62	0.63	43.56
1990-91	0.43	1.10	3.83	6.13	8.26	10.05	11.19	10.80	7.46	3.94	1.67	0.99	65.86
1991-92	0.58	1.46	3.62	3.98	3.94	4.35	4.95	4.93	3.46	3.31	2.95	1.23	38.78
1992-93	0.26	0.29	1.81	4.49	19.43	35.78	19.44	8.91	5.31	1.70	0.37	0.09	97.88
1993-94	0.01	3.56	6.66	7.31	28.65	20.11	11.24	9.32	5.46	1.75	0.60	0.33	95.01
1994-95	6.10	29.44	28.34	58.96	30.07	22.89	16.68	8.42	4.12	2.14	1.86	1.88	210.90
1995-96	1.43	2.24	6.36	18.53	24.85	38.17	21.13	8.59	4.44	1.80	0.77	1.07	129.38
1996-97	2.34	3.97	6.28	8.96	10.54	11.40	12.03	9.94	5.86	2.69	1.05	0.57	75.64
1997-98	1.00	2.61	5.86	8.69	10.07	10.26	8.15	6.75	5.01	2.09	0.73	0.66	61.87
1998-99	0.76	2.60	6.55	10.19	17.80	38.42	21.58	7.90	3.82	1.49	0.58	0.52	112.21
1999-00	1.05	2.78	5.88	8.58	10.52	11.93	10.76	7.33	3.97	1.66	0.61	0.40	65.48
2000-01	0.73	1.85	3.21	5.00	6.72	6.36	5.31	4.55	2.93	1.25	0.55	0.37	38.84
2001-02	0.23	1.36	4.07	6.37	7.43	8.63	9.51	7.53	3.97	1.64	0.71	1.41	52.87
Μέση Τιμή	1.63	3.87	8.18	12.60	14.67	18.94	13.16	7.63	4.64	2.23	0.97	1.00	89.48
Τυπ. Αποκ.	3.29	5.92	9.45	11.20	10.87	16.23	8.77	3.77	3.00	1.78	0.82	1.80	52.61



Πίνακας 4.3.2. Υπολογισμένες τιμές Q_c (mm/μήνα) για την λεκάνη απορροής Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.10	1.59	5.93	10.67	12.58	18.68	13.57	8.28	6.64	4.24	1.79	0.84	84.92
1961-62	1.05	2.10	4.44	6.35	7.29	8.31	7.32	4.78	2.55	1.19	0.49	18.39	64.26
1962-63	26.21	33.71	55.29	46.01	25.02	29.26	18.06	9.95	7.01	3.74	1.69	1.27	257.20
1963-64	2.27	3.47	5.22	7.24	8.53	9.89	9.81	8.22	6.85	4.34	1.91	1.64	69.39
1964-65	1.87	2.61	4.37	5.73	7.23	9.14	10.05	9.06	6.38	3.73	1.89	0.55	62.60
1965-66	0.32	2.16	4.57	8.28	11.12	11.48	11.77	10.09	7.38	4.33	1.69	0.53	73.72
1966-67	0.37	3.73	7.94	9.43	10.45	10.85	10.25	9.06	6.13	3.25	1.89	5.41	78.77
1967-68	8.46	8.15	9.97	33.04	34.00	25.07	14.75	10.70	9.61	6.01	2.36	1.45	163.58
1968-69	2.03	3.25	7.20	17.66	17.97	30.84	18.80	8.10	4.26	1.64	0.49	1.07	113.31
1969-70	1.35	1.50	5.44	9.40	10.64	11.82	10.90	8.48	6.37	3.51	1.23	0.53	71.18
1970-71	0.71	1.42	2.10	2.86	4.99	9.50	12.75	10.90	7.30	4.10	2.11	1.28	60.01
1971-72	1.43	4.10	7.83	9.57	29.07	39.21	19.58	11.03	9.11	4.70	2.70	2.55	140.89
1972-73	4.26	18.69	20.20	24.00	38.61	42.59	31.51	14.68	6.05	3.39	2.17	1.32	207.47
1973-74	1.06	4.20	9.17	20.85	17.67	26.21	31.66	16.82	7.99	4.61	1.73	0.54	142.50
1974-75	0.31	2.42	4.58	6.09	8.17	26.70	18.82	11.55	11.47	9.39	6.10	3.37	108.98
1975-76	2.20	2.78	6.20	13.35	68.39	43.20	19.51	13.32	9.01	5.34	2.32	1.16	186.77
1976-77	0.71	1.81	3.98	5.12	5.17	4.98	4.32	3.08	2.62	1.85	0.64	0.45	34.72
1977-78	1.23	1.65	4.08	28.31	63.70	31.90	12.59	11.02	7.91	3.77	1.15	0.57	167.89
1978-79	4.39	8.93	14.91	31.79	25.28	14.86	12.03	10.28	7.09	4.34	2.66	1.17	137.72
1979-80	0.91	4.95	10.25	29.05	30.68	46.95	30.13	13.59	8.51	4.76	1.87	0.47	182.12
1980-81	1.06	2.79	4.23	7.19	10.50	11.93	11.65	9.37	5.54	2.39	1.19	1.74	69.57
1981-82	1.81	5.73	13.75	16.89	25.02	78.74	39.96	29.01	33.62	15.83	5.30	2.69	268.37
1982-83	2.76	4.46	7.72	10.88	19.79	39.03	21.02	7.33	4.20	2.71	1.54	0.78	122.23
1983-84	0.43	1.62	30.44	30.19	25.72	40.29	45.78	28.05	12.12	5.40	2.72	1.64	224.40
1984-85	1.24	1.13	4.83	42.43	43.76	32.21	22.66	13.66	8.61	4.86	1.88	0.48	177.75
1985-86	0.32	3.24	9.02	23.43	25.69	36.30	19.91	9.30	6.87	3.92	2.03	0.82	140.87
1986-87	1.19	5.37	8.89	36.31	34.88	75.64	56.43	32.12	15.29	5.76	2.34	1.24	275.44
1987-88	1.69	5.17	9.85	27.16	29.54	45.58	24.75	10.12	6.30	2.95	0.77	0.27	164.14
1988-89	0.42	1.87	37.78	44.03	25.48	28.88	25.77	14.77	8.96	6.24	3.93	1.61	199.73
1989-90	1.59	3.66	6.47	10.07	11.55	10.90	10.12	8.18	5.86	3.44	1.71	1.21	74.75
1990-91	0.80	1.69	5.01	8.16	15.76	21.08	31.54	18.98	9.87	6.45	3.39	2.03	124.77
1991-92	1.21	2.22	4.82	6.10	7.47	8.96	10.45	11.06	9.37	8.42	6.95	3.64	80.65
1992-93	1.36	0.99	2.95	6.53	24.56	31.69	30.74	20.59	10.99	4.82	1.67	0.48	137.37
1993-94	0.12	3.37	7.23	9.46	47.53	31.23	14.09	12.15	8.82	4.15	1.73	0.77	140.65
1994-95	7.36	37.21	34.22	61.36	31.52	39.08	23.88	10.30	6.49	4.11	3.34	3.09	261.97
1995-96	2.49	3.57	8.31	35.52	37.62	44.89	23.82	10.97	7.28	3.92	1.88	1.78	182.04
1996-97	3.19	5.31	8.22	15.02	22.69	27.31	24.16	14.20	8.17	4.75	2.25	1.22	136.50
1997-98	1.55	3.57	7.48	11.10	22.67	17.83	11.93	11.23	9.69	5.46	2.38	1.44	106.33
1998-99	1.33	3.45	8.07	21.95	32.63	48.98	24.97	9.80	6.11	3.11	1.36	0.91	162.66
1999-00	1.47	3.62	7.35	10.56	17.29	34.06	20.04	9.53	6.58	3.52	1.47	0.80	116.30
2000-01	1.09	2.57	4.51	7.12	9.94	10.56	10.31	10.11	7.93	4.43	1.98	0.96	71.51
2001-02	0.53	1.93	5.26	8.39	10.59	20.33	20.33	13.07	7.81	4.30	2.02	2.25	96.82
Μέση Τιμή	2.29	5.18	10.24	18.44	23.07	28.26	20.06	12.31	8.26	4.60	2.21	1.82	136.73
Τυπ. Αποκ.	4.15	7.46	10.57	13.85	14.77	17.00	10.71	5.88	4.66	2.36	1.32	2.81	62.70



Πίνακας 4.3.3. Υπολογισμένες τιμές Q_c (mm/μήνα) για την υπολεκάνη απορροής Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.08	1.33	5.32	9.57	10.80	10.89	9.19	6.04	4.35	2.54	0.94	0.48	61.51
1961-62	0.80	1.66	3.66	5.09	5.35	5.73	4.37	2.17	0.93	0.47	0.25	14.48	44.96
1962-63	22.95	30.58	52.48	41.69	19.87	23.94	16.06	8.80	5.48	2.50	1.04	0.92	226.31
1963-64	1.89	2.86	4.26	5.79	6.40	7.12	6.54	4.73	3.67	2.14	0.84	1.08	47.31
1964-65	1.41	2.01	3.44	4.33	5.35	6.59	6.75	5.47	3.28	1.72	0.91	0.21	41.47
1965-66	0.19	1.82	3.85	7.06	9.23	8.96	8.68	6.65	4.17	2.14	0.71	0.21	53.66
1966-67	0.23	3.38	7.20	8.18	8.51	8.25	7.11	5.63	3.23	1.44	0.97	4.65	58.78
1967-68	7.40	6.82	8.31	26.01	23.62	16.63	12.17	9.52	7.80	4.31	1.38	0.94	124.90
1968-69	1.58	2.60	6.20	10.62	12.12	22.46	15.45	7.09	3.14	0.97	0.25	0.89	83.37
1969-70	1.12	1.12	4.73	8.22	8.81	9.33	7.89	5.20	3.43	1.65	0.48	0.27	52.25
1970-71	0.53	1.06	1.43	1.74	3.23	7.07	9.58	7.46	4.22	2.01	1.03	0.75	40.10
1971-72	1.06	3.49	6.84	8.11	16.31	30.64	17.72	9.83	7.40	3.23	1.74	1.85	108.21
1972-73	3.52	12.15	15.96	19.73	33.43	37.26	26.13	12.63	5.12	2.52	1.57	0.94	170.96
1973-74	0.78	3.71	8.27	12.03	12.80	19.46	25.45	14.81	6.87	3.49	1.11	0.30	109.06
1974-75	0.19	2.09	3.86	5.22	6.88	11.09	12.11	10.39	9.54	7.16	4.17	2.02	74.73
1975-76	1.28	1.79	4.86	9.28	55.57	34.96	14.27	11.25	7.81	4.05	1.47	0.69	147.29
1976-77	0.44	1.40	3.20	3.86	3.33	2.67	1.89	1.10	1.25	1.05	0.34	0.31	20.82
1977-78	1.03	1.27	3.80	25.37	54.26	27.38	11.25	9.23	5.84	2.28	0.51	0.32	142.57
1978-79	4.05	8.23	10.57	24.33	19.29	12.95	10.90	8.47	5.09	2.74	1.65	0.67	108.93
1979-80	0.61	4.43	9.33	24.55	24.46	37.43	23.17	11.53	7.36	3.60	1.20	0.23	147.91
1980-81	0.89	2.37	3.44	6.22	9.56	9.96	8.35	5.75	2.64	0.86	0.55	1.33	51.94
1981-82	1.44	5.20	10.92	12.13	17.97	71.55	36.78	20.56	24.79	13.19	4.70	2.15	221.37
1982-83	2.25	3.68	6.58	9.29	10.76	27.24	17.15	6.37	3.07	1.82	1.03	0.52	89.76
1983-84	0.28	1.30	25.97	25.09	20.61	34.94	40.44	21.40	9.59	4.65	2.10	1.21	187.57
1984-85	0.93	0.76	4.14	36.32	37.02	25.43	16.62	11.49	7.44	3.69	1.21	0.24	145.29
1985-86	0.20	2.89	8.29	15.57	18.99	31.02	17.91	8.17	5.36	2.65	1.30	0.50	112.84
1986-87	0.95	4.85	7.95	27.17	27.75	81.28	44.82	20.76	12.73	4.97	1.75	0.89	235.87
1987-88	1.36	4.57	8.87	18.12	22.45	40.35	22.75	9.01	4.87	1.96	0.40	0.14	134.86
1988-89	0.31	1.50	38.11	37.98	17.83	21.65	19.70	12.61	7.77	4.85	2.83	1.01	166.14
1989-90	1.20	3.03	5.47	8.58	9.41	8.15	6.92	4.90	3.07	1.69	0.88	0.78	54.07
1990-91	0.54	1.32	4.29	6.95	9.56	11.82	22.01	15.70	8.64	5.04	2.34	1.36	89.57
1991-92	0.79	1.74	4.19	4.92	5.35	6.19	7.13	7.27	5.55	4.95	4.15	1.85	54.09
1992-93	0.48	0.46	2.18	5.24	21.56	34.72	19.96	11.66	7.83	3.14	0.84	0.20	108.29
1993-94	0.03	3.65	7.05	8.17	36.75	23.64	12.04	10.65	6.90	2.66	0.96	0.45	112.96
1994-95	6.29	32.84	30.89	62.02	31.23	26.22	18.36	9.22	5.07	2.86	2.37	2.29	229.65
1995-96	1.79	2.71	7.10	25.24	30.00	41.84	22.54	9.39	5.43	2.49	1.10	1.29	150.92
1996-97	2.63	4.48	7.04	10.05	12.09	19.49	18.74	12.16	7.04	3.61	1.52	0.80	99.64
1997-98	1.19	2.98	6.50	9.66	11.50	12.14	10.38	9.25	7.31	3.52	1.32	0.91	76.67
1998-99	0.95	2.91	7.16	12.79	25.36	43.70	22.97	8.69	4.72	2.07	0.83	0.64	132.79
1999-00	1.20	3.11	6.48	9.54	13.85	20.17	14.21	8.41	5.10	2.38	0.90	0.53	85.88
2000-01	0.85	2.13	3.73	5.87	8.04	8.07	7.30	6.68	4.67	2.20	0.91	0.51	50.98
2001-02	0.31	1.58	4.55	7.20	8.72	10.39	11.71	10.01	6.10	2.88	1.23	1.72	66.39
Μέση Τιμή	1.86	4.38	9.01	14.88	17.76	22.64	15.84	9.48	6.09	3.10	1.38	1.27	107.68
Τυπ. Αποκ.	3.66	6.55	10.02	12.48	12.44	16.89	9.33	4.40	3.77	2.09	1.01	2.24	57.11



Πίνακας 4.3.4. Υπολογισμένες τιμές Q_c (mm/μήνα) για την υπολεκάνη απορροής Κάμπος

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.02	0.10	0.43	0.95	1.21	1.39	1.50	1.47	1.44	1.39	1.32	1.21	12.45
1961-62	1.29	1.43	1.51	1.62	1.82	2.01	1.94	1.79	1.65	1.48	1.32	1.48	19.35
1962-63	2.10	2.63	13.88	15.00	17.34	22.43	11.13	3.49	3.26	2.93	2.64	2.36	99.19
1963-64	2.57	2.95	3.06	3.25	3.43	10.83	9.63	3.42	3.29	3.08	2.89	2.80	51.19
1964-65	2.71	2.68	2.78	2.91	3.06	3.33	3.53	4.04	3.91	3.29	2.97	2.63	37.85
1965-66	2.48	2.53	2.61	2.92	3.15	3.29	3.38	3.30	3.18	2.88	2.64	2.45	34.82
1966-67	2.28	2.68	3.30	3.49	13.40	11.83	3.46	3.34	3.09	2.77	2.50	2.44	54.58
1967-68	2.47	2.59	3.00	3.40	10.35	18.60	11.30	3.37	3.21	2.85	2.51	2.33	66.00
1968-69	2.50	2.88	22.60	39.16	21.64	26.64	21.64	3.26	2.93	2.61	2.30	2.27	150.43
1969-70	2.27	2.16	2.39	2.61	2.73	2.96	2.93	2.81	2.76	2.55	2.24	1.99	30.40
1970-71	1.94	1.98	2.03	2.16	2.48	2.90	3.02	2.84	2.59	2.38	2.28	2.24	28.85
1971-72	2.41	2.66	2.83	3.17	16.18	19.82	13.31	7.64	3.09	2.95	2.89	2.80	79.75
1972-73	3.07	3.28	3.24	7.52	9.97	17.02	12.71	3.34	3.04	2.84	2.73	2.57	71.34
1973-74	2.60	2.74	2.88	3.16	9.28	17.73	15.14	6.63	3.16	2.81	2.47	2.21	70.81
1974-75	2.05	2.02	2.13	2.26	2.69	3.05	3.08	3.17	3.19	2.97	2.64	2.39	31.63
1975-76	2.24	2.47	2.88	3.04	3.28	4.23	7.53	11.92	8.01	3.16	3.16	3.09	55.02
1976-77	2.97	3.09	3.22	3.25	3.33	3.39	3.36	3.26	3.11	2.88	2.58	2.32	36.75
1977-78	2.15	2.09	2.34	2.85	3.16	3.18	3.17	3.11	2.87	2.54	2.25	2.55	32.25
1978-79	3.08	3.18	3.31	5.29	13.78	10.83	3.46	3.40	3.17	2.85	2.65	2.51	57.50
1979-80	2.68	3.24	9.95	21.20	20.58	20.07	16.63	6.80	3.27	2.95	2.60	2.31	112.29
1980-81	2.45	2.72	2.79	15.18	27.97	15.53	3.33	3.13	2.81	2.51	2.28	2.07	82.77
1981-82	2.02	2.18	2.35	2.47	2.92	3.44	21.10	42.20	23.47	3.11	2.84	2.70	110.80
1982-83	2.89	3.29	5.15	8.26	12.93	9.04	3.40	3.13	3.00	2.88	2.65	2.44	59.06
1983-84	2.28	2.31	2.80	3.25	4.24	11.75	24.39	15.66	3.22	2.96	2.76	2.56	78.17
1984-85	2.32	2.32	2.62	3.01	3.21	3.32	3.31	3.10	2.79	2.47	2.17	1.96	32.61
1985-86	1.97	2.35	2.67	2.70	2.83	3.00	2.96	2.78	2.61	2.41	2.16	1.89	30.34
1986-87	1.96	2.20	2.30	2.51	2.78	6.27	15.70	11.49	3.18	2.86	2.56	2.31	56.11
1987-88	2.33	2.61	2.87	3.10	3.21	3.28	3.34	3.21	2.93	2.60	2.26	1.99	33.73
1988-89	1.83	2.16	2.65	2.72	2.69	2.79	2.78	2.68	2.71	2.61	2.33	2.08	30.03
1989-90	1.97	2.00	2.28	2.53	2.53	2.52	2.47	2.37	2.31	2.17	2.07	2.00	27.23
1990-91	1.89	2.06	2.43	2.80	3.06	3.22	5.29	5.89	4.02	3.03	2.75	2.52	38.97
1991-92	2.46	2.57	2.66	2.68	2.70	2.72	2.85	2.94	2.87	2.68	2.38	2.08	31.57
1992-93	1.90	1.89	2.08	2.35	2.56	2.67	2.66	2.68	2.55	2.22	1.96	1.73	27.25
1993-94	1.52	1.83	2.21	2.55	3.05	3.21	3.25	3.24	3.05	2.78	2.54	2.29	31.53
1994-95	2.59	3.17	4.53	24.55	20.41	12.58	11.08	3.31	3.07	2.84	2.60	2.41	93.14
1995-96	2.38	2.49	2.78	3.06	3.29	8.76	7.93	3.38	3.14	2.83	2.58	2.48	45.11
1996-97	2.61	2.76	2.95	3.20	3.33	10.01	16.83	9.96	3.15	2.83	2.61	2.43	62.66
1997-98	2.38	2.50	2.68	2.83	3.04	3.39	3.46	3.37	3.23	2.91	2.63	2.42	34.84
1998-99	2.28	2.45	2.93	3.32	6.00	18.05	13.95	3.37	3.07	2.76	2.47	2.33	62.98
1999-00	2.41	2.69	2.92	3.05	3.24	3.36	3.30	3.12	2.89	2.60	2.31	2.20	34.10
2000-01	2.26	2.30	2.43	2.78	3.04	3.03	3.21	3.97	3.87	3.22	3.02	2.81	35.94
2001-02	2.61	2.71	20.73	26.55	11.92	12.44	13.07	6.00	3.19	2.93	2.68	2.59	107.41
Μέση Τιμή	2.27	2.45	4.05	6.06	7.00	8.33	7.65	5.32	3.60	2.72	2.48	2.32	54.26
Τυπ. Αποκ.	0.52	0.57	4.53	7.99	6.72	6.90	6.31	6.53	3.27	0.38	0.37	0.35	30.12

Παράρτημα 5

Σχεδιασμός Ταμειευτήρων



**Πίνακας 5.5.1. Μέγιστες ετήσιες βροχοπτώσεις του σταθμού της Σκοπιάς σε χιλιοστά (mm)
για την περίοδο 1971/72 – 1997/98**

ΣΚΟΠΙΑ		Διάρκεια Καταιγίδας (hrs)			
ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	Ημερομηνία	6	10	14	20
1971-72	18/10/1971	18	21.4	25.6	35
1972-73	31/10+1/11/72	43	62.1	76	93.6
1974-75	18/2/1975	18.4	24		39.8
1974-75	7/6/1975			36.8	
1975-76	3+4/2/1976	67.4	87.3	104	118.8
1976-77	5/6/1977	48.3	50.5	50.5	52
1977-78	15+16/9/1978	54.2	79.9	101.9	107.7
1979-80	19/11/1979	47.5	78.4	88.2	88.3
1980-81	22+23/10/1980	97.7	136.9	157.6	162.9
1981-82	9/11/1981	48.1	58.5	66.9	69.7
1982-83	18+19/11/1982	29.7	37.7	39.7	40.3
1983-84	1+2/12/1983			26.4	34.8
1983-84	6+7/4/1984		20.7		
1983-84	11+12/5/1984	17.8			
1984-85	20/11/1984	22.9			
1984-85	30/12/1984		32	45	55.3
1985-86	24/11/1985	32.9	46.2	61.7	41.7
1988-89	21+25/3/1989	31.9	43.6	61.1	66.8
1989-90	24/8/1990	50.2	53.2	70.1	77.4
1990-91	8+9/11/1990	23.2	27.7	39.5	42.7
1991-92	17+18/3/1992		38.2	40	40
1991-92	14/7/1992	25			
1993-94	7/5/1994	30	45	54	57
1994-95	22+23/10/1994	74.2	87.3	96.1	143.5
1996-97	13/1/1997	41.8	60.5	81.2	94
1997-98	24+25/11/1997	39.2	56.2	64	73



Πίνακας 5.5.2. Τιμές των ανηγμένων μεταβλητών \bar{y}_N και σ_N του τύπου

$$K_T = \frac{-\left[\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)\right] + \bar{y}_N}{\sigma_N} \text{ για διάφορες τιμές του αριθμού των παρατηρήσεων } N$$

N	\bar{y}_N	σ_N	N	\bar{y}_N	σ_N	N	\bar{y}_N	σ_N
8	0.48430	0.90430	35	0.54034	1.12847	64	0.55330	1.17930
9	0.49020	0.92880	36	0.54100	1.13130	66	0.55380	1.18140
10	0.49520	0.94970	37	0.54180	1.13390	68	0.55430	1.18340
11	0.49960	0.96760	38	0.54240	1.13630	70	0.55477	1.18536
12	0.50350	0.98330	39	0.54300	1.13880	72	0.55520	1.18730
13	0.50700	0.99720	40	0.54362	1.14132	74	0.55570	1.18900
14	0.51000	1.00950	41	0.54420	1.14360	76	0.55610	1.19060
15	0.51280	1.02057	42	0.54480	1.14580	78	0.55650	1.19230
16	0.51570	1.03160	43	0.54530	1.14800	80	0.55688	1.19382
17	0.51810	1.04110	44	0.54580	1.14990	82	0.55720	1.19530
18	0.52020	1.04930	45	0.54630	1.15185	84	0.55760	1.19670
19	0.52200	1.05660	46	0.54680	1.15380	86	0.55800	1.19800
20	0.52355	1.06283	47	0.54730	1.15570	88	0.55830	1.19940
21	0.52520	1.06960	48	0.54770	1.15740	90	0.55860	1.20073
22	0.52680	1.07540	49	0.54810	1.15900	92	0.55890	1.20200
23	0.52830	1.08110	50	0.54854	1.16066	94	0.55920	1.20320
24	0.52960	1.08640	51	0.54890	1.16230	96	0.55950	1.20440
25	0.53086	1.09145	52	0.54930	1.16380	98	0.55980	1.20550
26	0.53200	1.09610	53	0.54970	1.16530	100	0.56002	1.20649
27	0.53320	1.10040	54	0.55010	1.16670	150	0.56461	1.22534
28	0.53430	1.10470	55	0.55040	1.16810	200	0.56715	1.23598
29	0.53530	1.10860	56	0.55080	1.16960	250	0.56878	1.23292
30	0.53622	1.11238	57	0.55110	1.17080	300	0.56993	1.24786
31	0.53710	1.11590	58	0.55150	1.17210	400	0.57144	1.25450
32	0.53800	1.11930	59	0.55180	1.17340	500	0.57240	1.25880
33	0.53880	1.12260	60	0.55208	1.17467	750	0.57377	1.26506
34	0.53960	1.11550	62	0.55270	1.17700	1000	0.57450	1.26851

Παράρτημα 6
Προσδιοριστική Προσομοίωση
Λειτουργίας των Ταμειευτήρων



Πίνακας 6.2.2. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμειευτήρα Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	12.40	67.21	107.88	64.17	17.17	55.10	4.82	44.15	65.13	14.45	20.80	16.86	490.13
1961-62	43.70	43.11	64.48	14.77	28.87	35.70	4.92	20.55	19.53	20.65	5.60	310.66	612.53
1962-63	84.30	99.31	130.18	71.17	32.37	71.00	17.92	46.75	17.33	34.45	9.30	57.06	671.13
1963-64	55.00	48.81	48.88	32.27	20.77	56.80	11.52	51.85	57.23	18.05	19.00	61.76	481.93
1964-65	25.10	56.91	37.28	29.27	34.17	48.60	36.72	41.55	22.83	47.05	5.60	1.96	387.03
1965-66	17.90	74.81	35.58	97.27	18.97	44.80	45.92	29.85	45.93	16.45	10.60	4.56	442.63
1966-67	22.50	126.61	44.98	24.87	24.97	25.60	30.22	52.25	5.23	45.55	22.50	205.16	630.43
1967-68	23.00	61.31	48.28	134.97	27.57	44.80	23.52	89.35	57.03	7.75	7.70	52.66	577.93
1968-69	43.00	55.41	104.58	67.07	28.47	80.70	4.82	12.55	9.13	7.75	5.60	69.16	488.23
1969-70	4.10	44.21	111.48	37.87	33.87	50.20	4.82	41.35	41.93	12.05	5.60	22.26	409.73
1970-71	26.90	35.21	14.68	29.27	51.87	107.10	46.42	23.95	38.23	17.55	40.70	17.16	449.03
1971-72	47.10	87.91	63.88	16.27	115.87	86.20	13.72	104.85	9.63	22.75	53.30	56.86	678.33
1972-73	83.80	164.61	28.48	44.77	85.37	86.10	78.42	12.45	16.13	52.35	31.40	25.86	709.73
1973-74	25.90	116.01	66.38	69.67	21.67	68.80	80.12	25.95	46.23	11.85	8.10	6.56	547.23
1974-75	14.60	86.31	13.58	55.07	20.97	125.70	25.62	86.95	78.23	53.05	26.90	20.76	607.73
1975-76	30.80	36.91	89.28	75.27	188.37	41.70	57.82	36.75	33.43	10.65	13.30	23.36	637.63
1976-77	8.60	58.11	38.08	17.37	16.67	25.90	11.92	33.85	59.83	15.25	4.10	27.46	317.13
1977-78	45.70	14.71	94.98	158.17	136.47	34.00	28.82	48.05	18.63	2.05	1.10	27.46	610.13
1978-79	148.40	75.71	78.68	67.57	33.67	34.70	21.32	42.95	20.43	56.05	20.60	11.56	611.63
1979-80	30.90	129.01	61.98	92.07	39.57	104.50	55.42	30.65	27.53	21.05	1.10	1.96	595.73
1980-81	62.40	53.11	28.38	117.67	19.47	24.20	25.62	17.55	2.63	25.05	23.10	79.06	478.23
1981-82	4.40	165.71	62.38	26.87	47.97	224.10	48.72	124.45	157.23	5.55	37.60	12.96	917.93
1982-83	80.20	34.41	103.68	27.87	58.87	98.30	14.42	11.15	34.63	45.35	15.60	21.96	546.43
1983-84	1.40	60.51	228.18	40.07	44.97	97.10	113.72	102.05	2.63	39.95	10.60	51.86	793.03
1984-85	7.40	32.31	104.18	184.57	61.87	57.50	80.12	59.95	38.33	18.85	1.10	3.96	650.13
1985-86	16.90	112.51	110.28	62.87	42.37	83.80	13.32	62.25	19.53	42.05	17.60	11.46	594.93
1986-87	54.30	122.01	9.08	152.37	51.77	234.70	68.82	110.85	30.43	8.55	12.60	39.46	894.93
1987-88	44.90	114.21	66.98	86.87	49.87	117.50	38.82	17.45	34.33	2.05	1.10	14.06	588.13
1988-89	20.90	47.71	263.68	56.87	28.87	80.50	87.32	47.35	34.53	65.25	23.10	1.96	758.03
1989-90	60.40	57.61	62.68	68.37	6.37	38.50	39.12	35.35	50.63	20.25	36.10	27.96	503.33
1990-91	11.40	62.71	77.58	38.47	78.37	51.50	93.82	45.65	52.63	27.05	28.10	36.96	604.23
1991-92	4.40	71.71	38.68	9.87	41.37	34.50	78.82	47.55	52.63	103.05	38.10	1.96	522.63
1992-93	3.40	29.71	54.68	63.87	167.37	71.50	27.82	62.55	8.63	2.05	8.10	1.96	501.63
1993-94	1.40	121.71	14.88	69.87	151.37	43.50	54.12	67.55	5.13	6.05	31.00	1.96	568.53
1994-95	249.40	100.61	56.28	165.67	6.37	114.00	33.82	17.55	25.13	61.75	56.10	56.96	943.63
1995-96	10.32	68.17	109.78	108.25	60.40	102.07	34.79	33.85	24.27	26.70	23.03	63.24	664.87
1996-97	59.90	70.11	70.35	67.42	45.04	57.44	49.94	38.14	38.48	25.10	23.06	22.80	567.77
1997-98	48.10	67.15	86.70	53.58	60.80	70.25	26.11	94.93	27.41	24.96	14.31	45.97	620.28
1998-99	18.13	98.74	72.94	83.09	60.32	122.26	38.68	32.05	26.47	24.93	16.12	37.40	631.15
1999-00	49.85	77.63	81.15	50.68	53.74	61.67	30.25	42.17	31.61	25.02	15.16	28.12	547.07
2000-01	36.62	68.88	38.95	68.68	47.08	44.52	47.94	62.67	29.46	25.66	19.63	22.41	512.51
2001-02	6.02	67.73	77.28	50.00	45.23	83.72	53.64	32.50	24.32	31.80	16.21	88.56	577.01
Μέση Τιμή	39.19	75.89	73.86	67.93	52.56	74.79	40.58	48.63	34.30	27.23	18.58	40.33	593.87
Τυπ. Αποκ.	44.39	35.32	49.60	42.54	41.81	45.15	26.92	28.42	26.47	20.69	13.53	55.57	131.39



Πίνακας 6.2.3. Επεξεργασμένες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμειυτήρα Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	9.08	56.05	99.17	47.90	2.08	42.08	0.00	31.01	58.91	9.60	18.20	12.23	386.32
1961-62	40.38	31.95	55.77	0.00	13.78	22.68	0.00	7.41	13.31	15.80	3.00	306.03	510.12
1962-63	80.98	88.15	121.47	54.90	17.28	57.98	6.51	33.61	11.11	29.60	6.70	52.43	560.73
1963-64	51.68	37.65	40.17	16.00	5.68	43.78	0.00	38.71	51.01	13.20	16.40	57.13	371.42
1964-65	21.78	45.75	28.57	13.00	19.08	35.58	25.31	28.41	16.61	42.20	3.00	0.00	279.31
1965-66	14.58	63.65	26.87	81.00	3.88	31.78	34.51	16.71	39.71	11.60	8.00	0.00	332.31
1966-67	19.18	115.45	36.27	8.60	9.88	12.58	18.81	39.11	0.00	40.70	19.90	200.53	521.02
1967-68	19.68	50.15	39.57	118.70	12.48	31.78	12.11	76.21	50.81	2.90	5.10	48.03	467.53
1968-69	39.68	44.25	95.87	50.80	13.38	67.68	0.00	0.00	2.91	2.90	3.00	64.53	385.01
1969-70	0.78	33.05	102.77	21.60	18.78	37.18	0.00	28.21	35.71	7.20	3.00	17.63	305.92
1970-71	23.58	24.05	5.97	13.00	36.78	94.08	35.01	10.81	32.01	12.70	38.10	12.53	338.63
1971-72	43.78	76.75	55.17	0.00	100.78	73.18	2.31	91.71	3.41	17.90	50.70	52.23	567.93
1972-73	80.48	153.45	19.77	28.50	70.28	73.08	67.01	0.00	9.91	47.50	28.80	21.23	600.03
1973-74	22.58	104.85	57.67	53.40	6.58	55.78	68.71	12.81	40.01	7.00	5.50	1.93	436.83
1974-75	11.28	75.15	4.87	38.80	5.88	112.68	14.21	73.81	72.01	48.20	24.30	16.13	497.33
1975-76	27.48	25.75	80.57	59.00	173.28	28.68	46.41	23.61	27.21	5.80	10.70	18.73	527.23
1976-77	5.28	46.95	29.37	0.00	0.00	12.88	0.00	20.71	53.61	10.40	1.50	22.83	203.53
1977-78	42.38	3.55	86.27	141.90	121.38	20.98	17.41	34.91	12.41	0.00	0.00	22.83	504.03
1978-79	145.08	64.55	69.97	51.30	18.58	21.68	9.91	29.81	14.21	51.20	18.00	6.93	501.23
1979-80	27.58	117.85	53.27	75.80	24.48	91.48	44.01	17.51	21.31	16.20	0.00	0.00	489.51
1980-81	59.08	41.95	19.67	101.40	4.38	11.18	14.21	4.41	0.00	20.20	20.50	74.43	371.42
1981-82	1.08	154.55	53.67	10.60	32.88	211.08	37.31	111.31	151.01	0.70	35.00	8.33	807.53
1982-83	76.88	23.25	94.97	11.60	43.78	85.28	3.01	0.00	28.41	40.50	13.00	17.33	438.03
1983-84	0.00	49.35	219.47	23.80	29.88	84.08	102.31	88.91	0.00	35.10	8.00	47.23	688.14
1984-85	4.08	21.15	95.47	168.30	46.78	44.48	68.71	46.81	32.11	14.00	0.00	0.00	541.91
1985-86	13.58	101.35	101.57	46.60	27.28	70.78	1.91	49.11	13.31	37.20	15.00	6.83	484.53
1986-87	50.98	110.85	0.00	136.10	36.68	221.68	57.41	97.71	24.21	3.70	10.00	34.83	784.16
1987-88	41.58	103.05	58.27	70.60	34.78	104.48	27.41	4.31	28.11	0.00	0.00	9.43	482.03
1988-89	17.58	36.55	254.97	40.60	13.78	67.48	75.91	34.21	28.31	60.40	20.50	0.00	650.31
1989-90	57.08	46.45	53.97	52.10	0.00	25.48	27.71	22.21	44.41	15.40	33.50	23.33	401.65
1990-91	8.08	51.55	68.87	22.20	63.28	38.48	82.41	32.51	46.41	22.20	25.50	32.33	493.83
1991-92	1.08	60.55	29.97	0.00	26.28	21.48	67.41	34.41	46.41	98.20	35.50	0.00	421.30
1992-93	0.00	18.55	45.97	47.60	152.28	58.48	16.41	49.41	2.41	0.00	5.50	0.00	396.62
1993-94	0.00	110.55	6.17	53.60	136.28	30.48	42.71	54.41	0.00	1.20	28.40	0.00	463.81
1994-95	246.08	89.45	47.57	149.40	0.00	100.98	22.41	4.41	18.91	56.90	53.50	52.33	841.95
1995-96	7.01	57.01	101.08	91.98	45.31	89.04	23.38	20.70	18.06	21.86	20.43	58.61	554.47
1996-97	56.58	58.95	61.64	51.15	29.95	44.42	38.54	24.99	32.27	20.25	20.46	18.17	457.37
1997-98	44.78	55.99	77.99	37.32	45.71	57.23	14.71	81.79	21.19	20.12	11.71	41.34	509.88
1998-99	14.82	87.58	64.23	66.83	45.23	109.24	27.28	18.91	20.26	20.08	13.52	32.77	520.75
1999-00	46.54	66.47	72.45	34.41	38.65	48.65	18.85	29.03	25.40	20.18	12.56	23.49	436.67
2000-01	33.31	57.72	30.24	52.41	31.99	31.50	36.54	49.52	23.25	20.82	17.04	17.78	402.11
2001-02	2.70	56.57	68.57	33.74	30.14	70.69	42.24	19.36	18.11	26.95	13.61	83.93	466.61
Μέση Τιμή	35.96	64.73	65.15	51.82	37.85	61.77	29.79	35.56	28.30	22.59	16.12	36.10	485.74
Τυπ. Αποκ.	44.31	35.32	49.62	42.33	41.41	45.15	26.14	28.32	26.21	20.45	13.35	55.30	131.43



Πίνακας 6.2.4. Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	16.48	11.97	7.98	4.98	4.58	9.22	13.26	16.69	20.88	23.43	23.84	19.99	14.44
1961-62	15.04	11.65	5.97	5.19	3.48	8.60	11.49	17.82	20.83	24.19	25.15	20.42	14.15
1962-63	14.85	12.21	5.37	4.15	5.60	6.75	11.12	15.49	20.78	24.03	24.90	20.45	13.81
1963-64	14.75	11.65	6.78	3.12	4.58	7.99	11.12	15.33	20.42	22.67	23.03	19.59	13.42
1964-65	16.09	11.08	6.73	5.60	1.92	7.55	10.38	15.26	20.57	23.96	22.22	20.28	13.47
1965-66	13.61	10.28	6.89	3.95	8.63	7.81	12.51	15.86	20.16	24.19	24.82	20.02	14.06
1966-67	18.58	11.40	6.56	4.02	3.76	8.07	11.03	16.39	20.11	22.37	24.25	19.95	13.87
1967-68	16.19	10.84	6.51	1.81	6.51	7.11	12.70	18.05	20.06	23.50	22.87	20.10	13.85
1968-69	14.08	11.00	6.18	4.22	6.61	7.28	10.29	17.97	20.88	22.67	23.76	20.17	13.76
1969-70	13.89	11.16	6.78	6.68	6.82	8.17	12.57	14.90	20.90	23.26	24.68	19.99	14.15
1970-71	13.83	10.20	5.85	6.52	4.59	6.58	10.55	17.37	21.25	21.91	24.19	19.34	13.52
1971-72	12.84	10.04	6.13	5.29	5.07	7.63	11.95	16.66	21.46	23.00	23.29	19.86	13.60
1972-73	11.55	10.71	5.58	4.06	5.36	5.90	10.99	18.08	20.97	24.58	22.59	20.32	13.39
1973-74	14.87	9.08	5.14	5.45	5.85	7.41	9.23	16.13	20.62	23.88	23.39	19.96	13.42
1974-75	16.22	10.37	5.58	1.73	2.45	8.01	11.84	15.62	18.75	22.06	20.50	20.17	12.78
1975-76	13.59	7.66	3.96	4.72	6.00	5.40	10.72	14.41	18.21	21.29	19.09	17.52	11.88
1976-77	14.08	8.76	6.41	4.84	9.83	8.27	11.06	17.52	20.68	24.50	23.34	17.67	13.91
1977-78	12.47	11.72	2.44	4.65	5.98	8.51	9.91	15.62	20.88	23.16	21.49	16.64	12.79
1978-79	11.89	15.47	7.18	4.15	5.46	9.14	9.73	16.34	21.18	22.21	22.61	19.16	13.71
1979-80	12.98	7.10	6.63	2.20	3.41	6.39	9.73	13.81	19.78	23.95	22.69	19.57	12.35
1980-81	16.25	11.81	5.36	0.07	4.64	10.05	11.52	14.14	21.92	22.29	21.93	20.71	13.38
1981-82	17.89	9.30	7.60	5.31	2.58	9.25	10.79	15.01	21.39	20.81	24.60	20.53	13.76
1982-83	15.29	7.81	8.22	5.55	2.78	8.31	14.47	19.17	19.29	23.69	22.44	19.97	13.92
1983-84	15.05	8.75	5.79	6.18	4.39	6.41	9.92	16.95	20.69	22.85	21.82	21.70	13.38
1984-85	19.29	10.43	4.34	4.60	3.58	6.28	14.40	19.26	21.94	23.51	24.24	20.00	14.32
1985-86	12.55	11.20	8.18	6.08	5.19	5.69	13.27	16.72	20.04	23.74	24.61	19.57	13.90
1986-87	15.09	7.83	3.52	5.58	5.71	3.56	11.47	15.19	21.86	22.42	23.34	22.24	13.15
1987-88	13.09	9.40	6.56	7.10	5.53	7.56	10.77	17.94	22.48	27.14	25.03	20.09	14.39
1988-89	13.85	5.65	4.54	4.15	6.62	9.30	14.42	15.91	20.16	22.91	23.84	20.49	13.49
1989-90	13.41	9.31	6.05	4.20	7.34	10.95	13.75	17.34	21.58	24.54	23.19	19.99	14.31
1990-91	15.63	12.93	6.02	4.83	3.66	8.81	10.22	14.02	20.78	22.56	22.58	19.92	13.50
1991-92	16.28	10.38	1.48	5.15	4.37	7.35	11.43	13.61	19.46	20.21	23.76	19.05	12.71
1992-93	17.91	11.43	4.37	4.02	1.29	1.46	11.34	15.63	21.01	22.97	23.77	19.57	12.90
1993-94	17.45	2.57	8.13	7.25	4.58	9.67	12.32	17.35	20.54	22.80	24.09	23.40	14.18
1994-95	16.11	8.82	5.69	3.65	7.86	7.20	10.08	16.05	22.01	22.22	21.82	19.45	13.42
1995-96	12.57	7.27	7.56	5.21	4.46	3.75	10.20	17.90	20.91	23.31	22.74	18.57	12.87
1996-97	11.80	11.58	7.61	4.88	6.19	6.20	7.22	17.02	20.91	24.40	21.40	17.93	13.10
1997-98	13.09	9.68	5.84	6.74	7.24	15.81	13.59	15.26	21.41	25.06	24.89	19.07	14.81
1998-99	15.89	10.48	3.18	5.54	3.91	7.79	12.57	19.32	22.43	23.70	24.78	19.86	14.12
1999-00	17.40	10.28	8.15	1.70	1.29	8.07	13.45	17.71	21.11	26.39	23.90	20.27	14.14
2000-01	14.30	13.55	7.21	6.13	7.10	13.86	11.05	15.56	20.68	24.77	24.42	20.88	14.96
2001-02	16.87	8.88	10.11	3.95	7.98	9.80	9.89	15.74	21.33	24.00	23.09	19.31	14.25
Μέση Τιμή	14.88	10.09	6.10	4.64	5.12	7.83	11.44	16.39	20.80	23.36	23.31	19.85	13.65
Τυπ. Αποκ.	1.94	2.20	1.67	1.54	1.93	2.40	1.56	1.47	0.88	1.31	1.31	1.15	0.64



Πίνακας 6.2.5. Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	19.10	13.94	9.49	6.57	6.82	12.12	16.36	20.19	25.41	27.43	27.43	23.36	17.35
1961-62	17.67	13.62	7.48	6.77	5.72	11.51	14.60	21.32	25.36	28.18	28.73	23.79	17.06
1962-63	17.48	14.18	6.88	5.74	7.84	9.66	14.23	18.98	25.31	28.03	28.49	23.83	16.72
1963-64	17.38	13.62	8.29	4.70	6.82	10.89	14.23	18.83	24.95	26.67	26.61	22.97	16.33
1964-65	18.72	13.06	8.24	7.19	4.16	10.45	13.48	18.75	25.11	27.96	25.80	23.65	16.38
1965-66	16.23	12.26	8.40	5.53	10.87	10.72	15.62	19.36	24.69	28.18	28.40	23.40	16.97
1966-67	21.21	13.38	8.08	5.60	6.00	10.98	14.13	19.89	24.64	26.36	27.83	23.33	16.79
1967-68	18.82	12.82	8.02	3.39	8.76	10.01	15.80	21.54	24.59	27.50	26.45	23.47	16.76
1968-69	16.71	12.98	7.70	5.81	8.85	10.19	13.39	21.47	25.41	26.67	27.35	23.54	16.67
1969-70	16.52	13.14	8.29	8.27	9.06	11.07	15.67	18.39	25.44	27.26	28.27	23.37	17.06
1970-71	16.46	12.17	7.37	8.10	6.83	9.49	13.65	20.87	25.78	25.91	27.77	22.72	16.43
1971-72	15.47	12.02	7.64	6.88	7.31	10.54	15.06	20.16	25.99	27.00	26.87	23.24	16.51
1972-73	14.18	12.69	7.09	5.65	7.60	8.81	14.09	21.57	25.50	28.58	26.18	23.69	16.30
1973-74	17.50	11.06	6.65	7.04	8.09	10.32	12.33	19.63	25.16	27.87	26.97	23.33	16.33
1974-75	18.85	12.34	7.09	3.32	4.69	10.92	14.94	19.12	23.29	26.06	24.08	23.55	15.69
1975-76	16.22	9.63	5.47	6.31	8.24	8.31	13.82	17.91	22.75	25.29	22.67	20.90	14.79
1976-77	16.71	10.73	7.92	6.43	12.07	11.18	14.16	21.02	25.22	28.50	26.92	21.05	16.83
1977-78	15.10	13.69	3.95	6.24	8.22	11.42	13.01	19.12	25.42	27.16	25.07	20.02	15.70
1978-79	14.52	17.44	8.69	5.74	7.70	12.05	12.83	19.84	25.72	26.21	26.19	22.54	16.62
1979-80	15.61	9.07	8.14	3.79	5.65	9.30	12.83	17.31	24.32	27.95	26.27	22.95	15.27
1980-81	18.88	13.78	6.87	1.52	6.88	12.96	14.62	17.64	26.46	26.29	25.51	24.09	16.29
1981-82	20.52	11.27	9.11	6.90	4.82	12.16	13.89	18.51	25.93	24.81	28.18	23.91	16.67
1982-83	17.92	9.78	9.73	7.14	5.02	11.22	17.57	22.67	23.83	27.69	26.02	23.35	16.83
1983-84	17.68	10.72	7.30	7.77	6.63	9.32	13.02	20.45	25.23	26.85	25.40	25.08	16.29
1984-85	21.92	12.40	5.85	6.19	5.82	9.19	17.50	22.76	26.48	27.51	27.82	23.38	17.23
1985-86	15.18	13.17	9.69	7.67	7.43	8.60	16.37	20.22	24.58	27.74	28.19	22.95	16.82
1986-87	17.72	9.80	5.03	7.17	7.95	6.47	14.57	18.69	26.40	26.42	26.92	25.62	16.06
1987-88	15.72	11.37	8.07	8.69	7.77	10.47	13.87	21.44	27.02	31.14	28.61	23.47	17.30
1988-89	16.48	7.62	6.05	5.74	8.86	12.21	17.52	19.41	24.70	26.91	27.42	23.87	16.40
1989-90	16.04	11.28	7.56	5.79	9.58	13.86	16.85	20.84	26.12	28.54	26.77	23.37	17.22
1990-91	18.26	14.90	7.53	6.42	5.90	11.72	13.32	17.52	25.32	26.56	26.16	23.30	16.41
1991-92	18.91	12.35	2.99	6.74	6.61	10.26	14.53	17.11	24.00	24.21	27.34	22.43	15.62
1992-93	20.54	13.40	5.88	5.61	3.53	4.37	14.44	19.13	25.55	26.97	27.35	22.95	15.81
1993-94	20.08	4.54	9.64	8.84	6.82	12.58	15.42	20.85	25.08	26.80	27.67	26.78	17.09
1994-95	18.74	10.80	7.20	5.24	10.10	10.11	13.18	19.55	26.55	26.22	25.40	22.83	16.33
1995-96	15.20	9.24	9.08	6.79	6.70	6.66	13.30	21.40	25.45	27.31	26.32	21.95	15.78
1996-97	14.43	13.55	9.12	6.47	8.43	9.11	10.32	20.52	25.45	28.40	24.98	21.31	16.01
1997-98	15.72	11.65	7.35	8.33	9.48	18.72	16.69	18.76	25.95	29.06	28.47	22.45	17.72
1998-99	18.52	12.45	4.69	7.12	6.15	10.69	15.67	22.81	26.96	27.70	28.37	23.24	17.03
1999-00	20.03	12.25	9.66	3.29	3.53	10.98	16.55	21.21	25.65	30.39	27.48	23.65	17.06
2000-01	16.93	15.52	8.72	7.72	9.34	16.77	14.15	19.06	25.22	28.77	28.00	24.26	17.87
2001-02	19.50	10.85	11.62	5.54	10.22	12.71	12.99	19.24	25.87	28.00	26.67	22.69	17.16
Μέση Τιμή	17.51	12.06	7.61	6.23	7.36	10.74	14.54	19.88	25.33	27.36	26.89	23.23	16.56
Τυπ. Αποκ.	1.94	2.20	1.67	1.54	1.93	2.40	1.56	1.47	0.88	1.31	1.31	1.15	0.64



Πίνακας 6.2.6. Μηνιαίες τιμές εξάτμισης EVP (mm) στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	83.50	46.03	25.01	13.09	11.56	38.67	70.09	109.57	152.34	182.70	175.08	119.27
1961-62	73.23	44.26	16.46	13.88	7.78	35.00	57.09	120.41	151.80	191.27	189.01	122.98
1962-63	71.90	47.36	14.14	10.08	15.41	24.72	54.45	98.36	151.26	189.54	186.37	123.29
1963-64	71.23	44.26	19.80	6.67	11.56	31.46	54.45	96.98	147.50	174.26	166.53	115.90
1964-65	80.72	41.22	19.57	15.50	3.29	28.99	49.31	96.30	149.11	188.69	158.12	121.74
1965-66	63.39	37.00	20.26	9.36	28.76	30.46	64.51	101.82	144.83	191.27	185.50	119.58
1966-67	99.28	42.95	18.89	9.60	8.68	31.96	53.80	106.73	144.30	170.91	179.40	118.96
1967-68	81.42	39.94	18.66	3.04	19.18	26.59	65.89	122.61	143.76	183.55	164.84	120.20
1968-69	66.62	40.80	17.33	10.32	19.58	27.55	48.68	121.88	152.34	174.26	174.22	120.81
1969-70	65.32	41.65	19.80	19.98	20.48	32.48	64.93	93.00	152.57	180.85	184.02	119.30
1970-71	64.91	36.57	16.02	19.28	11.57	23.82	50.45	116.05	156.23	165.93	178.70	113.77
1971-72	58.32	35.76	17.12	14.27	13.38	29.48	60.41	109.31	158.44	177.92	169.25	118.19
1972-73	50.07	39.26	14.94	9.76	14.50	20.37	53.50	122.92	153.30	195.75	162.01	122.09
1973-74	72.03	30.95	13.27	14.91	16.42	28.25	41.63	104.33	149.66	187.76	170.29	119.02
1974-75	81.62	37.46	14.94	2.86	4.70	31.61	59.57	99.62	130.54	167.56	140.82	120.87
1975-76	63.29	24.21	9.13	12.11	17.06	17.92	51.63	88.71	125.16	159.21	127.09	98.69
1976-77	66.60	29.36	18.24	12.56	34.70	33.09	54.00	117.51	150.30	194.87	169.74	99.91
1977-78	55.92	44.65	4.55	11.85	16.97	34.48	46.11	99.62	152.39	179.72	150.71	91.64
1978-79	52.21	66.59	21.50	10.06	14.89	38.22	44.91	106.29	155.56	169.20	162.15	112.26
1979-80	59.24	21.70	19.17	4.04	7.57	22.83	44.91	83.44	140.98	188.60	162.98	115.73
1980-81	81.85	45.15	14.12	0.00	11.78	43.81	57.27	86.33	163.44	170.08	155.18	125.55
1981-82	94.00	32.01	23.33	14.35	5.07	38.88	52.12	94.07	157.78	154.07	183.08	123.98
1982-83	74.99	24.89	26.12	15.29	5.64	33.32	79.51	133.76	135.98	185.67	160.40	119.15
1983-84	73.30	29.32	15.77	17.85	10.88	22.94	46.18	112.05	150.40	176.26	154.06	134.28
1984-85	104.77	37.75	10.42	11.67	8.12	22.27	78.96	134.67	163.65	183.64	179.24	119.40
1985-86	56.43	41.83	25.93	17.44	13.84	19.32	70.20	109.87	143.65	186.23	183.19	115.73
1986-87	73.58	24.98	7.71	15.41	15.88	9.84	56.91	95.70	162.79	171.51	169.74	139.11
1987-88	59.96	32.50	18.88	21.80	15.17	29.08	51.98	121.59	169.48	225.79	187.71	120.18
1988-89	65.04	15.62	11.12	10.06	19.65	39.18	79.12	102.29	144.89	176.93	175.00	123.64
1989-90	62.08	32.06	16.80	10.24	22.79	49.56	73.88	115.78	159.80	195.33	168.17	119.32
1990-91	77.40	51.44	16.68	12.52	8.38	36.25	48.20	85.27	151.35	173.05	161.84	118.72
1991-92	82.07	37.49	2.22	13.73	10.81	27.93	56.62	81.71	137.71	147.72	174.15	111.33
1992-93	94.15	43.07	10.52	9.61	1.86	2.73	55.98	99.71	153.76	177.60	174.26	115.73
1993-94	90.69	5.02	25.71	22.46	11.57	41.44	63.08	115.88	148.84	175.71	177.64	149.67
1994-95	80.87	29.69	15.37	8.37	25.15	27.11	47.25	103.59	164.38	169.31	154.06	114.71
1995-96	56.56	22.45	23.17	13.95	11.13	10.61	48.05	121.19	152.71	181.39	163.49	107.32
1996-97	51.64	43.89	23.37	12.71	17.84	21.86	29.23	112.72	152.71	193.74	149.81	102.03
1997-98	59.96	33.91	15.97	20.22	22.35	84.08	72.64	96.33	157.99	201.31	186.20	111.50
1998-99	79.26	38.01	6.66	15.23	9.19	30.34	64.93	135.22	168.88	185.78	185.08	118.19
1999-00	90.32	36.97	25.80	2.79	1.87	31.95	71.57	119.35	154.82	216.87	175.63	121.73
2000-01	68.10	55.02	21.63	17.64	21.73	69.57	53.93	99.07	150.30	197.97	181.16	127.04
2001-02	86.39	29.95	35.18	9.37	25.70	42.25	45.98	100.72	157.14	189.17	167.13	113.50



Πίνακας 6.2.7. Μηνιαίες τιμές εξάτμισης EVP (mm) στην επιφάνεια του ταμιευτήρα Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	92.40	46.18	22.76	12.22	13.03	44.12	80.61	131.27	198.84	231.22	216.01	142.77
1961-62	80.46	44.31	14.93	12.91	9.54	40.23	65.88	144.57	198.13	242.66	234.51	147.45
1962-63	78.92	47.60	12.88	9.63	16.65	29.51	62.95	117.70	197.42	240.35	230.99	147.84
1963-64	78.16	44.31	17.93	6.77	13.03	36.50	62.95	116.05	192.47	220.02	204.78	138.53
1964-65	89.15	41.13	17.72	14.34	5.42	33.93	57.26	115.23	194.58	239.20	193.81	145.88
1965-66	69.25	36.76	18.35	9.02	29.73	35.46	74.25	121.87	188.96	242.66	229.82	143.15
1966-67	111.20	42.94	17.11	9.22	10.37	37.02	62.23	127.81	188.26	215.61	221.72	142.38
1967-68	89.96	39.80	16.90	3.79	20.27	31.44	75.82	147.29	187.57	232.35	202.56	143.93
1968-69	72.90	40.68	15.70	9.83	20.65	32.43	56.56	146.38	198.84	220.02	214.87	144.71
1969-70	71.43	41.58	17.93	18.38	21.53	37.57	74.73	111.29	199.14	228.77	227.85	142.80
1970-71	70.96	36.32	14.53	17.74	13.04	28.59	58.51	139.20	203.98	209.07	220.80	135.86
1971-72	63.57	35.50	15.51	13.26	14.73	34.44	69.61	130.95	206.91	224.87	208.34	141.41
1972-73	54.48	39.09	13.58	9.35	15.78	25.07	61.89	147.67	200.10	248.67	198.87	146.33
1973-74	79.08	30.63	12.12	13.82	17.61	33.16	48.88	124.91	195.30	237.96	209.71	142.45
1974-75	90.20	37.23	13.58	3.64	6.72	36.66	68.67	119.22	170.35	211.21	171.53	144.78
1975-76	69.14	23.99	8.59	11.37	18.22	22.60	59.82	106.18	163.42	200.28	154.15	117.19
1976-77	72.88	29.05	16.52	11.76	35.81	38.22	62.45	141.00	196.15	247.49	208.98	118.68
1977-78	60.91	44.72	4.83	11.15	18.14	39.68	53.75	119.22	198.91	227.25	184.22	108.59
1978-79	56.82	68.66	19.49	9.62	16.16	43.64	52.44	127.28	203.09	213.37	199.05	133.97
1979-80	64.60	21.57	17.36	4.61	9.34	27.58	52.44	99.97	183.92	239.09	200.12	138.31
1980-81	90.47	45.25	12.86	0.91	13.24	49.65	66.09	103.37	213.55	214.52	189.99	150.71
1981-82	104.85	31.69	21.19	13.32	7.05	44.35	60.36	112.57	206.03	193.60	226.61	148.72
1982-83	82.48	24.65	23.81	14.16	7.58	38.46	91.51	161.19	177.41	235.17	196.76	142.61
1983-84	80.54	29.00	14.31	16.45	12.40	27.69	53.83	134.30	196.29	222.68	188.54	161.85
1984-85	117.85	37.53	9.67	10.99	9.85	27.01	90.86	162.32	213.84	232.47	221.51	142.93
1985-86	61.48	41.76	23.63	16.07	15.17	24.01	80.73	131.63	187.42	235.92	226.75	138.31
1986-87	80.86	24.74	7.40	14.26	17.10	14.50	65.69	114.51	212.69	216.40	208.98	168.08
1987-88	65.41	32.19	17.09	20.05	16.42	34.02	60.20	146.03	221.62	289.53	232.77	143.91
1988-89	71.11	15.85	10.27	9.62	20.71	44.67	91.05	122.44	189.04	223.56	215.90	148.28
1989-90	67.78	31.74	15.23	9.76	23.79	55.92	84.97	138.87	208.72	248.10	206.92	142.83
1990-91	85.28	51.96	15.12	11.73	10.09	41.55	56.04	102.12	197.53	218.44	198.64	142.07
1991-92	90.73	37.27	2.95	12.78	12.33	32.82	65.37	97.93	179.66	185.39	214.79	132.81
1992-93	105.03	43.06	9.76	9.23	4.05	7.24	64.65	119.33	200.72	224.45	214.93	138.31
1993-94	100.90	6.33	23.42	20.67	13.04	47.09	72.62	138.98	194.22	221.95	219.40	181.79
1994-95	89.32	29.38	13.96	8.18	26.12	31.98	55.00	124.01	214.81	213.51	188.54	137.03
1995-96	61.62	22.29	21.04	12.98	12.63	15.27	55.87	145.54	199.33	229.48	200.80	127.82
1996-97	56.20	43.92	21.23	11.89	18.97	26.59	35.67	135.11	199.33	245.97	183.05	121.29
1997-98	65.41	33.61	14.49	18.60	23.35	95.22	83.55	115.27	206.32	256.16	230.76	133.02
1998-99	87.44	37.80	6.54	14.11	10.83	35.33	74.73	163.02	220.82	235.32	229.27	141.41
1999-00	100.46	36.73	23.50	3.58	4.07	37.01	82.31	143.26	202.11	277.29	216.74	145.87
2000-01	74.59	55.85	19.61	16.26	22.74	78.37	62.37	118.56	196.15	251.65	224.05	152.60
2001-02	95.80	29.63	32.59	9.03	26.67	47.96	53.61	120.55	205.19	239.85	205.55	135.53



Πίνακας 6.2.8. Μηνιαίες τιμές υδατικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής Σούρης με το σύστημα ταμιευτήρων

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.074	-0.085	-0.096	-1.624	-3.564	-2.421
1961-62	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.537	-1.736	-2.413	-2.780	-3.785	-3.988	-0.178
1962-63	1.226	1.338	3.321	8.210	3.045	-0.064	1.612	-0.085	-0.096	-2.031	-3.666	-2.763
1963-64	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-1.227	-1.408	-2.096	-3.242	-3.018	-1.681
1964-65	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.085	-1.046	-1.104	-1.688	-3.588	-3.640	-2.764
1965-66	-0.074	-0.066	-0.072	-0.064	-0.064	-0.064	-1.328	-1.202	-2.128	-4.066	-3.173	-2.727
1966-67	-0.111	-0.075	-0.064	-0.064	-0.064	-0.107	-1.259	-2.022	-2.587	-3.819	-3.642	-1.235
1967-68	-0.083	-0.064	-0.064	-0.064	2.710	-0.064	-0.074	-0.085	-2.018	-3.959	-3.654	-1.951
1968-69	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.074	-2.306	-2.515	-3.898	-3.759	-1.189
1969-70	-0.269	-0.083	-0.069	-0.064	-0.064	-0.086	-1.664	-1.234	-1.906	-3.995	-3.935	-2.556
1970-71	-0.110	-0.144	-0.081	-0.198	-0.070	-0.088	-1.207	-2.618	-2.467	-3.369	-2.935	-1.883
1971-72	-0.107	-0.073	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	2.717	-1.148	-2.245	-2.626	-2.896	-1.742
1972-73	-0.074	-0.064	-0.064	-0.040	0.888	3.926	3.565	0.788	-1.531	-2.802	-3.222	-1.988
1973-74	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.074	0.781	-2.379	-3.962	-3.741	-2.530
1974-75	-0.093	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.187	-0.724	-0.895	-1.259	-3.820	-3.300	-2.620
1975-76	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	8.965	0.177	-0.085	-0.482	-2.798	-1.985	-2.318
1976-77	-0.074	-0.064	-0.064	-0.237	-0.322	-0.803	-1.479	-1.977	-2.155	-3.795	-3.836	-2.453
1977-78	-0.182	-0.083	-0.073	-0.064	2.642	8.267	-0.074	-0.085	-2.306	-3.998	-3.536	-0.182
1978-79	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	1.328	-0.064	-0.074	-1.005	-2.574	-3.672	-2.866	-2.300
1979-80	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	1.947	0.673	4.926	-0.085	-0.792	-3.912	-3.706	-2.703
1980-81	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.165	-1.323	-2.569	-2.826	-3.645	-3.485	-2.514
1981-82	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	13.206	-0.085	0.371	0.969	-2.659	-1.458
1982-83	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	0.502	-2.754	-1.253	-3.714	-3.110	-2.556
1983-84	-0.074	-0.064	-0.064	3.943	0.471	0.808	4.308	4.170	-0.096	-2.872	-2.733	-2.749
1984-85	-0.139	-0.064	-0.064	-0.064	5.420	2.619	1.082	-0.588	-2.578	-3.835	-3.844	-2.341
1985-86	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	0.111	3.455	-1.689	-2.120	-3.561	-3.899	-2.786
1986-87	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	2.766	1.304	16.500	-0.085	0.420	-1.241	-3.346	-2.809
1987-88	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	0.108	1.085	5.595	-0.369	-2.482	-4.234	-3.956	-2.710
1988-89	-0.108	-0.064	-0.064	7.078	2.303	-0.064	0.924	-0.055	-0.280	-3.557	-3.705	-2.545
1989-90	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.559	-1.457	-1.910	-1.913	-3.762	-2.751	-2.387
1990-91	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.074	-0.339	-2.522	-3.473	-3.452	-2.227
1991-92	-0.074	-0.064	-0.064	-0.203	-0.411	-0.637	-0.740	-1.389	-1.754	-3.500	-3.829	-2.681
1992-93	-0.084	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	2.549	4.742	-0.313	-2.614	-3.966	-3.654	-2.785
1993-94	-0.302	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	4.597	-0.074	-0.308	-2.383	-3.406	-3.543	-2.716
1994-95	-0.074	-0.064	4.325	2.065	10.941	-0.064	2.823	-0.085	-0.096	-2.370	-3.500	-1.938
1995-96	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	1.895	2.215	5.502	-0.085	-1.479	-3.743	-3.292	-1.456
1996-97	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.074	-1.215	-2.380	-3.843	-2.937	-2.576
1997-98	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.572	-1.008	-2.283	-3.874	-3.439	-2.387
1998-99	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	1.348	5.940	-0.180	-2.592	-3.770	-3.765	-1.745
1999-00	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.502	-1.959	-2.470	-3.913	-3.657	-1.723
2000-01	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.471	-0.427	-0.795	-1.918	-3.640	-2.955	-2.653
2001-02	-0.074	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.089	-0.759	-2.062	-2.355	-3.463	-3.585	-1.369



Πίνακας 6.2.9. Μηνιαίες τιμές υδατικών απαιτήσεων λεκάνης απορροής Σούρης (αντλήσεις)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.266	0.231	0.096	0.096	0.601	0.621	1.912	2.040	2.559	3.402	3.664	2.490	17.978
1961-62	0.122	0.142	0.134	0.379	0.227	0.917	1.946	2.546	2.875	3.866	4.061	0.789	18.005
1962-63	0.121	0.097	0.095	0.406	0.219	0.609	1.439	1.853	2.882	3.885	3.769	2.851	18.224
1963-64	0.121	0.098	0.097	0.180	0.440	0.622	1.641	1.642	2.297	3.388	3.115	1.775	15.414
1964-65	0.128	0.098	0.110	0.299	0.391	0.476	1.348	1.365	1.873	3.718	3.739	2.823	16.368
1965-66	0.122	0.097	0.155	0.096	0.739	0.510	1.769	1.508	2.338	4.163	3.206	2.739	17.443
1966-67	0.123	0.095	0.096	0.469	0.203	1.019	1.575	2.289	2.751	3.887	3.687	1.440	17.633
1967-68	0.123	0.097	0.096	0.106	0.375	0.605	1.842	1.500	2.694	4.187	3.771	2.039	17.434
1968-69	0.121	0.097	0.095	0.096	0.571	0.254	1.614	3.205	2.694	3.999	3.832	1.275	17.853
1969-70	0.322	0.132	0.096	0.502	0.326	0.677	2.008	1.485	2.078	4.071	3.958	2.572	18.226
1970-71	0.122	0.212	0.127	0.303	0.095	0.519	1.617	2.954	2.657	3.461	2.984	1.919	16.971
1971-72	0.121	0.097	0.097	0.096	0.095	0.735	1.189	3.074	2.587	2.813	3.028	1.865	15.797
1972-73	0.121	0.339	0.147	0.096	0.527	0.533	1.641	2.488	2.872	2.962	3.347	2.075	17.148
1973-74	0.122	0.097	0.097	0.096	0.170	0.609	1.190	2.546	2.701	4.159	3.847	2.592	18.228
1974-75	0.143	0.098	0.097	0.370	0.095	1.059	1.230	1.346	1.685	4.159	3.525	2.748	16.554
1975-76	0.123	0.096	0.096	0.518	0.095	0.886	1.239	1.041	2.676	3.017	2.107	2.396	14.290
1976-77	0.123	0.097	0.255	0.440	0.478	0.940	1.595	2.070	2.263	3.898	3.913	2.474	18.547
1977-78	0.233	0.098	0.096	0.096	0.537	1.015	1.395	2.236	2.904	4.149	3.620	0.247	16.626
1978-79	0.122	0.209	0.097	0.273	0.320	1.100	1.394	2.026	2.828	3.841	2.994	2.377	17.581
1979-80	0.121	0.096	0.097	0.096	0.383	0.563	1.193	2.061	2.539	4.113	3.817	2.763	17.843
1980-81	0.121	0.138	0.097	0.095	0.286	1.201	1.685	2.840	2.986	3.743	3.571	2.617	19.380
1981-82	0.123	0.097	0.100	0.359	0.095	0.638	0.611	0.334	2.728	3.375	3.774	1.591	13.823
1982-83	0.122	0.096	0.193	0.367	0.380	0.998	1.953	3.048	1.431	3.848	3.214	2.627	18.277
1983-84	0.123	0.097	0.095	0.429	0.239	0.668	0.722	2.508	2.300	3.782	2.878	2.847	16.687
1984-85	0.217	0.097	0.096	0.097	0.556	0.731	1.801	2.887	2.922	4.040	3.954	2.402	19.798
1985-86	0.122	0.096	0.235	0.436	0.353	0.784	1.906	2.459	2.385	3.727	4.013	2.856	19.371
1986-87	0.121	0.097	0.155	0.097	0.345	0.099	0.954	2.548	2.570	4.210	3.477	2.894	17.567
1987-88	0.121	0.097	0.097	0.221	0.602	0.799	1.419	2.755	2.727	4.371	4.034	2.767	20.010
1988-89	0.164	0.095	0.097	0.539	0.639	0.724	1.939	1.626	1.516	3.807	3.878	2.635	17.657
1989-90	0.123	0.098	0.096	0.480	0.687	0.981	1.765	2.148	2.091	3.890	2.849	2.468	17.675
1990-91	0.123	0.097	0.096	0.096	0.478	0.684	0.932	1.361	2.913	3.730	3.606	2.331	16.446
1991-92	0.123	0.097	0.319	0.447	0.646	0.909	1.057	1.720	2.027	3.756	4.052	2.803	17.955
1992-93	0.145	0.098	0.096	0.183	0.379	0.916	1.545	1.406	2.972	4.150	3.751	2.844	18.485
1993-94	0.345	0.095	0.329	0.096	0.251	0.924	1.373	1.781	2.706	3.571	3.644	2.783	17.899
1994-95	0.121	0.097	0.097	0.096	0.678	0.592	1.678	2.560	2.607	3.465	3.657	2.078	17.725
1995-96	0.123	0.097	0.096	0.273	0.243	0.579	1.602	2.184	2.757	3.902	3.398	1.558	16.813
1996-97	0.122	0.098	0.096	0.264	0.515	0.481	0.998	2.719	2.709	4.045	3.061	2.658	17.765
1997-98	0.122	0.098	0.097	0.450	0.155	0.524	1.843	1.414	2.621	4.072	3.553	2.474	17.422
1998-99	0.123	0.096	0.096	0.136	0.405	0.517	1.541	2.777	2.831	3.913	3.860	1.821	18.118
1999-00	0.122	0.096	0.225	0.194	0.430	0.829	1.866	2.332	2.725	4.066	3.755	1.795	18.436
2000-01	0.122	0.111	0.097	0.096	0.570	1.104	0.750	1.103	2.156	3.787	3.054	2.723	15.675
2001-02	0.123	0.097	0.095	0.288	0.584	0.687	1.251	2.496	2.647	3.637	3.697	1.488	17.091
MIN	0.121	0.095	0.095	0.095	0.095	0.099	0.611	0.334	1.431	2.813	2.107	0.247	8.144
MAX	0.345	0.339	0.329	0.539	0.739	1.201	2.008	3.205	2.986	4.371	4.061	2.894	23.016



**Πίνακας 6.4.1. Μηνιαίες τιμές υδατικού ισοζυγίου Λεκάνης απορροής Σούρπης σύμφωνα
την σημερινή κατάσταση**

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	-0.266	-0.231	-0.096	-0.096	-0.601	-0.621	-1.912	-2.040	-2.559	-3.402	-3.664	-2.490
1961-62	-0.122	-0.142	-0.134	-0.379	-0.227	-0.917	-1.946	-2.546	-2.875	-3.866	-4.061	-0.789
1962-63	1.179	1.305	3.290	7.868	2.890	-0.609	0.248	-1.853	-2.882	-3.885	-3.769	-2.851
1963-64	-0.121	-0.098	-0.097	-0.180	-0.440	-0.622	-1.641	-1.642	-2.297	-3.388	-3.115	-1.775
1964-65	-0.128	-0.098	-0.110	-0.299	-0.391	-0.476	-1.348	-1.365	-1.873	-3.718	-3.739	-2.823
1965-66	-0.122	-0.097	-0.155	-0.096	-0.739	-0.510	-1.769	-1.508	-2.338	-4.163	-3.206	-2.739
1966-67	-0.123	-0.095	-0.096	-0.469	-0.203	-1.019	-1.575	-2.289	-2.751	-3.887	-3.687	-1.440
1967-68	-0.123	-0.097	-0.096	-0.106	2.400	-0.605	-1.842	-1.500	-2.694	-4.187	-3.771	-2.039
1968-69	-0.121	-0.097	-0.095	-0.096	-0.571	-0.254	-1.614	-3.205	-2.694	-3.999	-3.832	-1.275
1969-70	-0.322	-0.132	-0.096	-0.502	-0.326	-0.677	-2.008	-1.485	-2.078	-4.071	-3.958	-2.572
1970-71	-0.122	-0.212	-0.127	-0.303	-0.095	-0.519	-1.617	-2.954	-2.657	-3.461	-2.984	-1.919
1971-72	-0.121	-0.097	-0.097	-0.096	-0.095	-0.735	1.602	-3.074	-2.587	-2.813	-3.028	-1.865
1972-73	-0.121	-0.339	-0.147	-0.072	0.426	3.457	1.998	-1.615	-2.872	-2.962	-3.347	-2.075
1973-74	-0.122	-0.097	-0.097	-0.096	-0.170	-0.609	-1.190	-1.318	-2.701	-4.159	-3.847	-2.592
1974-75	-0.143	-0.098	-0.097	-0.370	-0.095	-1.059	-1.230	-1.346	-1.685	-4.159	-3.525	-2.748
1975-76	-0.123	-0.096	-0.096	-0.518	-0.095	8.142	-0.988	-1.041	-2.676	-3.017	-2.107	-2.396
1976-77	-0.123	-0.097	-0.255	-0.440	-0.478	-0.940	-1.595	-2.070	-2.263	-3.898	-3.913	-2.474
1977-78	-0.233	-0.098	-0.096	-0.096	2.169	7.315	-1.395	-2.236	-2.904	-4.149	-3.620	-0.247
1978-79	-0.122	-0.209	-0.097	-0.273	1.073	-1.100	-1.394	-2.026	-2.828	-3.841	-2.994	-2.377
1979-80	-0.121	-0.096	-0.097	-0.096	1.628	0.174	3.807	-2.061	-2.539	-4.113	-3.817	-2.763
1980-81	-0.121	-0.138	-0.097	-0.095	-0.286	-1.201	-1.685	-2.840	-2.986	-3.743	-3.571	-2.617
1981-82	-0.123	-0.097	-0.100	-0.359	-0.095	-0.638	12.670	-0.334	-2.260	-2.304	-3.774	-1.591
1982-83	-0.122	-0.096	-0.193	-0.367	-0.380	-0.998	-0.923	-3.048	-1.431	-3.848	-3.214	-2.627
1983-84	-0.123	-0.097	-0.095	3.578	0.296	0.203	3.661	1.747	-2.300	-3.782	-2.878	-2.847
1984-85	-0.217	-0.097	-0.096	-0.097	4.929	1.952	-0.645	-2.887	-2.922	-4.040	-3.954	-2.402
1985-86	-0.122	-0.096	-0.235	-0.436	-0.353	-0.609	1.623	-2.459	-2.385	-3.727	-4.013	-2.856
1986-87	-0.121	-0.097	-0.155	-0.097	2.486	1.268	15.620	-2.548	-2.054	-4.210	-3.477	-2.894
1987-88	-0.121	-0.097	-0.097	-0.221	-0.429	0.349	4.250	-2.755	-2.727	-4.371	-4.034	-2.767
1988-89	-0.164	-0.095	-0.097	6.604	1.729	-0.724	-0.940	-1.595	-1.516	-3.807	-3.878	-2.635
1989-90	-0.123	-0.098	-0.096	-0.480	-0.687	-0.981	-1.765	-2.148	-2.091	-3.890	-2.849	-2.468
1990-91	-0.123	-0.097	-0.096	-0.096	-0.478	-0.684	-0.932	-1.361	-2.913	-3.730	-3.606	-2.331
1991-92	-0.123	-0.097	-0.319	-0.447	-0.646	-0.909	-1.057	-1.720	-2.027	-3.756	-4.052	-2.803
1992-93	-0.145	-0.098	-0.096	-0.183	-0.379	1.696	3.271	-1.406	-2.972	-4.150	-3.751	-2.844
1993-94	-0.345	-0.095	-0.329	-0.096	-0.251	3.737	-1.373	-1.781	-2.706	-3.571	-3.644	-2.783
1994-95	-0.121	-0.097	4.293	2.033	10.327	-0.592	1.219	-2.560	-2.607	-3.465	-3.657	-2.078
1995-96	-0.123	-0.097	-0.096	-0.273	1.716	1.700	3.974	-2.184	-2.757	-3.902	-3.398	-1.558
1996-97	-0.122	-0.098	-0.096	-0.264	-0.515	-0.481	-0.998	-2.719	-2.709	-4.045	-3.061	-2.658
1997-98	-0.122	-0.098	-0.097	-0.450	-0.155	-0.524	-1.843	-1.414	-2.621	-4.072	-3.553	-2.474
1998-99	-0.123	-0.096	-0.096	-0.136	-0.405	0.894	4.473	-2.777	-2.831	-3.913	-3.860	-1.821
1999-00	-0.122	-0.096	-0.225	-0.194	-0.430	-0.829	-1.866	-2.332	-2.725	-4.066	-3.755	-1.795
2000-01	-0.122	-0.111	-0.097	-0.096	-0.570	-1.104	-0.750	-1.103	-2.156	-3.787	-3.054	-2.723
2001-02	-0.123	-0.097	-0.095	-0.288	-0.584	-0.687	-1.251	-2.496	-2.647	-3.637	-3.697	-1.488



Πίνακας 6.4.2. Μηνιαίες τιμές

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	0.192	0.167	0.032	0.032	0.537	0.557	1.838	1.955	2.462	1.777	0.100	0.069	9.718
1961-62	0.048	0.077	0.070	0.314	0.163	0.380	0.210	0.134	0.095	0.082	0.073	0.611	2.258
1962-63	0.046	0.032	0.031	0.342	0.155	0.545	1.364	1.768	2.785	1.854	0.103	0.087	9.113
1963-64	0.046	0.033	0.033	0.115	0.376	0.559	0.414	0.233	0.201	0.146	0.097	0.094	2.346
1964-65	0.053	0.033	0.046	0.234	0.327	0.391	0.302	0.261	0.185	0.130	0.099	0.059	2.121
1965-66	0.048	0.032	0.083	0.031	0.675	0.447	0.442	0.306	0.210	0.097	0.033	0.013	2.416
1966-67	0.012	0.021	0.032	0.404	0.139	0.912	0.315	0.267	0.163	0.068	0.044	0.205	2.583
1967-68	0.040	0.032	0.032	0.042	0.310	0.541	1.768	1.414	0.676	0.228	0.117	0.088	5.288
1968-69	0.047	0.032	0.031	0.031	0.506	0.191	1.540	0.899	0.179	0.101	0.073	0.086	3.716
1969-70	0.052	0.049	0.028	0.438	0.262	0.591	0.345	0.251	0.172	0.076	0.023	0.015	2.301
1970-71	0.012	0.068	0.046	0.105	0.025	0.431	0.410	0.336	0.190	0.092	0.048	0.036	1.801
1971-72	0.014	0.024	0.032	0.032	0.031	0.671	1.115	1.926	0.342	0.187	0.132	0.123	4.628
1972-73	0.046	0.274	0.083	0.032	0.463	0.470	1.566	2.403	1.341	0.160	0.125	0.087	7.050
1973-74	0.048	0.033	0.033	0.032	0.106	0.545	1.116	2.099	0.323	0.197	0.106	0.062	4.699
1974-75	0.050	0.033	0.032	0.306	0.031	0.872	0.506	0.450	0.426	0.339	0.225	0.129	3.399
1975-76	0.048	0.032	0.032	0.454	0.031	0.823	1.164	0.956	2.194	0.219	0.122	0.078	6.153
1976-77	0.048	0.033	0.191	0.203	0.157	0.137	0.115	0.093	0.108	0.103	0.077	0.021	1.287
1977-78	0.050	0.015	0.023	0.031	0.473	0.951	1.321	2.151	0.598	0.151	0.084	0.065	5.913
1978-79	0.047	0.145	0.032	0.209	0.256	1.037	1.319	1.021	0.254	0.170	0.128	0.077	4.695
1979-80	0.047	0.032	0.032	0.032	0.319	0.499	1.119	1.976	1.747	0.201	0.110	0.060	6.174
1980-81	0.047	0.074	0.033	0.031	0.221	1.036	0.363	0.271	0.160	0.097	0.086	0.103	2.522
1981-82	0.048	0.033	0.035	0.294	0.031	0.574	0.536	0.249	2.632	3.274	1.115	0.133	8.954
1982-83	0.047	0.032	0.129	0.302	0.316	0.935	1.425	0.294	0.178	0.134	0.104	0.071	3.967
1983-84	0.048	0.033	0.031	0.365	0.175	0.604	0.647	2.423	2.203	0.910	0.145	0.098	7.682
1984-85	0.077	0.033	0.032	0.032	0.491	0.667	1.727	2.298	0.344	0.205	0.110	0.060	6.077
1985-86	0.048	0.032	0.170	0.372	0.289	0.720	1.832	0.770	0.265	0.165	0.113	0.070	4.846
1986-87	0.047	0.033	0.090	0.032	0.280	0.036	0.879	2.463	2.474	2.970	0.131	0.085	9.521
1987-88	0.047	0.033	0.032	0.156	0.537	0.736	1.345	2.386	0.246	0.137	0.079	0.057	5.789
1988-89	0.055	0.031	0.032	0.475	0.575	0.661	1.865	1.540	1.235	0.250	0.172	0.089	6.980
1989-90	0.048	0.033	0.031	0.415	0.623	0.421	0.308	0.239	0.177	0.128	0.098	0.081	2.603
1990-91	0.049	0.032	0.032	0.032	0.414	0.621	0.857	1.022	0.391	0.257	0.154	0.104	3.963
1991-92	0.048	0.033	0.255	0.244	0.235	0.272	0.317	0.331	0.273	0.256	0.223	0.122	2.609
1992-93	0.061	0.033	0.032	0.119	0.314	0.853	1.471	1.093	0.358	0.184	0.096	0.059	4.673
1993-94	0.044	0.031	0.265	0.031	0.187	0.861	1.299	1.473	0.323	0.165	0.101	0.067	4.846
1994-95	0.046	0.032	0.032	0.031	0.614	0.528	1.604	2.475	2.511	1.095	0.157	0.140	9.265
1995-96	0.048	0.033	0.032	0.208	0.179	0.515	1.528	2.099	1.277	0.159	0.107	0.102	6.287
1996-97	0.047	0.033	0.032	0.199	0.451	0.418	0.923	1.504	0.329	0.201	0.123	0.082	4.344
1997-98	0.048	0.033	0.032	0.386	0.090	0.460	1.271	0.407	0.339	0.198	0.114	0.087	3.465
1998-99	0.049	0.032	0.031	0.072	0.341	0.453	1.467	2.597	0.239	0.143	0.096	0.076	5.596
1999-00	0.048	0.032	0.161	0.130	0.365	0.766	1.363	0.373	0.255	0.154	0.098	0.072	3.816
2000-01	0.048	0.046	0.032	0.032	0.506	0.633	0.323	0.308	0.238	0.147	0.099	0.071	2.484
2001-02	0.049	0.032	0.031	0.223	0.520	0.599	0.492	0.434	0.292	0.174	0.111	0.119	3.076
MIN	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.12	0.09	0.10	0.07	0.02	0.01	1.29
MAX	0.19	0.27	0.26	0.47	0.67	1.04	1.86	2.60	2.79	3.27	1.12	0.61	9.72

Παράρτημα 7
Στοχαστική Προσομοίωση
Λειτουργίας των Ταμειευτήρων



Πίνακας 7.3.1. Μηνιαίο αθροιστικό υετογράφημα της λεκάνης απορροής Σούρης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	9.70	67.83	168.61	219.54	224.42	268.92	268.92	302.36	362.43	372.93	391.61	404.70	404.70
1961-62	41.00	75.03	132.41	133.94	150.52	175.62	175.62	185.46	199.93	216.63	220.11	527.00	527.00
1962-63	81.60	171.83	294.91	352.84	372.92	433.32	441.95	478.00	490.26	520.76	527.94	581.23	581.23
1963-64	52.30	92.03	133.81	152.84	161.32	207.52	209.75	250.90	303.06	317.16	334.04	392.03	392.03
1964-65	22.40	70.23	100.41	116.44	138.32	176.32	203.75	234.60	252.36	295.46	298.94	298.94	298.94
1965-66	15.20	80.93	109.41	193.44	200.12	234.32	270.95	290.10	330.96	343.46	351.94	352.73	352.73
1966-67	19.80	137.33	175.21	186.84	199.52	214.52	235.45	277.00	277.16	318.76	339.14	540.53	540.53
1967-68	20.30	72.53	113.71	235.44	250.72	284.92	299.15	377.80	429.76	433.56	439.14	488.03	488.03
1968-69	40.30	86.63	184.11	237.94	254.12	324.22	324.22	326.06	330.13	333.93	337.41	402.80	402.80
1969-70	1.40	36.53	140.91	165.54	187.12	226.72	226.72	257.36	294.23	302.33	305.81	324.30	324.30
1970-71	24.20	50.33	57.91	73.94	113.52	210.02	247.15	260.40	293.56	307.16	345.74	359.13	359.13
1971-72	44.40	123.23	180.01	183.04	286.62	362.22	366.65	460.80	465.36	484.16	535.34	588.43	588.43
1972-73	81.10	236.63	258.01	289.54	362.62	438.12	507.25	509.00	520.06	568.46	597.74	619.83	619.83
1973-74	23.20	130.13	189.41	245.84	255.22	313.42	384.25	399.50	440.66	448.56	454.54	457.33	457.33
1974-75	11.90	89.13	95.61	137.44	146.12	261.22	277.55	353.80	426.96	476.06	500.84	517.83	517.83
1975-76	28.10	55.93	138.11	200.14	376.22	407.32	455.85	481.90	510.26	516.96	528.14	547.73	547.73
1976-77	5.90	54.93	85.91	90.04	94.42	109.72	112.35	135.50	190.26	201.56	203.54	227.23	227.23
1977-78	43.00	48.63	136.51	281.44	405.62	429.02	448.55	485.90	499.46	499.46	499.46	523.14	523.14
1978-79	145.70	212.33	283.91	338.24	359.62	383.72	395.75	428.00	443.36	495.46	513.94	521.73	521.73
1979-80	28.20	148.13	203.01	281.84	309.12	403.02	449.15	469.10	491.56	508.66	508.66	508.66	508.66
1980-81	59.70	103.73	125.01	229.44	236.62	250.22	266.55	273.40	273.40	294.50	315.48	390.76	390.76
1981-82	1.70	158.33	213.61	227.24	262.92	476.42	515.85	629.60	781.76	783.36	818.84	828.03	828.03
1982-83	77.50	102.83	199.41	214.04	260.62	348.32	353.45	353.90	383.46	424.86	438.34	456.53	456.53
1983-84	0.00	51.43	272.51	299.34	332.02	418.52	522.95	614.30	614.30	650.30	658.78	706.86	706.86
1984-85	4.70	27.93	125.01	296.34	345.92	392.82	463.65	512.90	546.16	561.06	561.06	561.25	561.25
1985-86	14.20	117.63	220.81	270.44	300.52	373.72	377.75	429.30	443.76	481.86	497.34	505.03	505.03
1986-87	51.60	164.53	166.51	305.64	345.12	569.22	628.75	728.90	754.26	758.86	769.34	805.03	805.03
1987-88	42.20	147.33	207.21	280.84	318.42	425.32	454.85	461.60	490.86	490.86	490.86	501.14	501.14
1988-89	18.20	56.83	313.41	357.04	373.62	443.52	521.55	558.20	587.66	648.96	669.94	669.94	669.94
1989-90	57.70	106.23	161.81	216.94	216.94	244.83	274.66	299.31	344.87	361.17	395.16	419.34	419.34
1990-91	8.70	62.33	132.81	158.04	224.12	265.02	349.55	384.50	432.06	455.16	481.14	514.33	514.33
1991-92	1.70	64.33	95.91	92.54	121.62	145.52	215.05	251.90	299.46	398.56	434.54	434.54	434.54
1992-93	0.70	21.33	68.91	119.54	274.62	335.52	354.05	405.90	409.46	409.46	415.44	415.44	415.44
1993-94	0.00	112.63	120.41	177.04	316.12	349.02	393.85	450.70	450.76	452.86	481.74	481.74	481.74
1994-95	246.70	338.23	387.41	539.84	539.84	643.23	667.76	674.61	694.67	752.47	806.46	859.64	859.64
1995-96	7.62	66.70	169.40	264.40	312.51	403.97	429.47	452.61	471.82	494.58	515.49	574.96	574.96
1996-97	57.19	118.21	181.47	235.64	268.40	315.23	355.89	383.32	416.74	437.89	458.83	477.86	477.86
1997-98	45.40	103.47	183.07	223.41	271.92	331.57	348.40	432.62	454.97	475.98	488.18	530.38	530.38
1998-99	15.43	105.08	170.93	240.77	288.81	400.46	429.86	451.21	472.62	493.60	507.61	541.24	541.24
1999-00	47.15	115.69	189.76	227.19	268.64	319.71	340.68	372.15	398.70	419.78	432.82	457.17	457.17
2000-01	33.92	93.72	125.58	181.01	215.80	249.71	288.37	340.33	364.73	386.45	403.97	422.61	422.61
2001-02	3.32	61.96	132.15	168.90	201.84	274.95	319.31	341.11	360.37	388.22	402.31	487.10	487.10



Πίνακας 7.3.2. Μηνιαίο αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα της λεκάνης απορροής Σούρης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	0.02	0.17	0.42	0.54	0.55	0.66	0.66	0.75	0.90	0.92	0.97	1.00
1961-62	0.08	0.14	0.25	0.25	0.29	0.33	0.33	0.35	0.38	0.41	0.42	1.00
1962-63	0.14	0.30	0.51	0.61	0.64	0.75	0.76	0.82	0.84	0.90	0.91	1.00
1963-64	0.13	0.23	0.34	0.39	0.41	0.53	0.54	0.64	0.77	0.81	0.85	1.00
1964-65	0.07	0.23	0.34	0.39	0.46	0.59	0.68	0.78	0.84	0.99	1.00	1.00
1965-66	0.04	0.23	0.31	0.55	0.57	0.66	0.77	0.82	0.94	0.97	1.00	1.00
1966-67	0.04	0.25	0.32	0.35	0.37	0.40	0.44	0.51	0.51	0.59	0.63	1.00
1967-68	0.04	0.15	0.23	0.48	0.51	0.58	0.61	0.77	0.88	0.89	0.90	1.00
1968-69	0.10	0.22	0.46	0.59	0.63	0.80	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	1.00
1969-70	0.00	0.11	0.43	0.51	0.58	0.70	0.70	0.79	0.91	0.93	0.94	1.00
1970-71	0.07	0.14	0.16	0.21	0.32	0.58	0.69	0.73	0.82	0.86	0.96	1.00
1971-72	0.08	0.21	0.31	0.31	0.49	0.62	0.62	0.78	0.79	0.82	0.91	1.00
1972-73	0.13	0.38	0.42	0.47	0.59	0.71	0.82	0.82	0.84	0.92	0.96	1.00
1973-74	0.05	0.28	0.41	0.54	0.56	0.69	0.84	0.87	0.96	0.98	0.99	1.00
1974-75	0.02	0.17	0.18	0.27	0.28	0.50	0.54	0.68	0.82	0.92	0.97	1.00
1975-76	0.05	0.10	0.25	0.37	0.69	0.74	0.83	0.88	0.93	0.94	0.96	1.00
1976-77	0.03	0.24	0.38	0.40	0.42	0.48	0.49	0.60	0.84	0.89	0.90	1.00
1977-78	0.08	0.09	0.26	0.54	0.78	0.82	0.86	0.93	0.95	0.95	0.95	1.00
1978-79	0.28	0.41	0.54	0.65	0.69	0.74	0.76	0.82	0.85	0.95	0.99	1.00
1979-80	0.06	0.29	0.40	0.55	0.61	0.79	0.88	0.92	0.97	1.00	1.00	1.00
1980-81	0.15	0.27	0.32	0.59	0.61	0.64	0.68	0.70	0.70	0.75	0.81	1.00
1981-82	0.00	0.19	0.26	0.27	0.32	0.58	0.62	0.76	0.94	0.95	0.99	1.00
1982-83	0.17	0.23	0.44	0.47	0.57	0.76	0.77	0.78	0.84	0.93	0.96	1.00
1983-84	0.00	0.07	0.39	0.42	0.47	0.59	0.74	0.87	0.87	0.92	0.93	1.00
1984-85	0.01	0.05	0.22	0.53	0.62	0.70	0.83	0.91	0.97	1.00	1.00	1.00
1985-86	0.03	0.23	0.44	0.54	0.60	0.74	0.75	0.85	0.88	0.95	0.98	1.00
1986-87	0.06	0.20	0.21	0.38	0.43	0.71	0.78	0.91	0.94	0.94	0.96	1.00
1987-88	0.08	0.29	0.41	0.56	0.64	0.85	0.91	0.92	0.98	0.98	0.98	1.00
1988-89	0.03	0.08	0.47	0.53	0.56	0.66	0.78	0.83	0.88	0.97	1.00	1.00
1989-90	0.14	0.25	0.39	0.52	0.52	0.58	0.65	0.71	0.82	0.86	0.94	1.00
1990-91	0.02	0.12	0.26	0.31	0.44	0.52	0.68	0.75	0.84	0.88	0.94	1.00
1991-92	0.00	0.15	0.22	0.21	0.28	0.33	0.49	0.58	0.69	0.92	1.00	1.00
1992-93	0.00	0.05	0.17	0.29	0.66	0.81	0.85	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00
1993-94	0.00	0.23	0.25	0.37	0.66	0.72	0.82	0.94	0.94	0.94	1.00	1.00
1994-95	0.29	0.39	0.45	0.63	0.63	0.75	0.78	0.78	0.81	0.88	0.94	1.00
1995-96	0.01	0.12	0.29	0.46	0.54	0.70	0.75	0.79	0.82	0.86	0.90	1.00
1996-97	0.12	0.25	0.38	0.49	0.56	0.66	0.74	0.80	0.87	0.92	0.96	1.00
1997-98	0.09	0.20	0.35	0.42	0.51	0.63	0.66	0.82	0.86	0.90	0.92	1.00
1998-99	0.03	0.19	0.32	0.44	0.53	0.74	0.79	0.83	0.87	0.91	0.94	1.00
1999-00	0.10	0.25	0.42	0.50	0.59	0.70	0.75	0.81	0.87	0.92	0.95	1.00
2000-01	0.08	0.22	0.30	0.43	0.51	0.59	0.68	0.81	0.86	0.91	0.96	1.00
2001-02	0.01	0.13	0.27	0.35	0.41	0.56	0.66	0.70	0.74	0.80	0.83	1.00
MIN	0.00	0.05	0.16	0.21	0.28	0.33	0.33	0.35	0.38	0.41	0.42	1.00
MEDIAN	0.05	0.21	0.33	0.46	0.56	0.66	0.74	0.80	0.86	0.92	0.96	1.00
MAX	0.29	0.41	0.54	0.65	0.78	0.85	0.91	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00



Πίνακας 7.3.3. Μηνιαίο αθροιστικό υετογράφημα της Λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	13.62	84.94	196.02	266.18	288.91	348.80	357.81	406.80	474.21	490.44	512.19	530.75	530.75
1961-62	44.92	92.14	159.82	180.58	215.01	255.50	264.61	290.00	311.81	334.24	340.79	653.15	653.15
1962-63	85.52	188.94	322.32	399.48	437.41	513.20	535.31	586.90	606.51	642.74	652.99	711.75	711.75
1963-64	56.22	109.14	161.22	199.48	225.81	287.40	303.11	359.80	419.31	439.14	459.09	522.55	522.55
1964-65	26.32	87.34	127.82	163.08	202.81	256.20	297.11	343.50	368.61	417.44	423.99	427.65	427.65
1965-66	19.12	98.04	136.82	240.08	264.61	314.20	364.31	399.00	447.21	465.44	476.99	483.25	483.25
1966-67	23.72	154.44	202.62	233.48	264.01	294.40	328.81	385.90	393.41	440.74	464.19	671.05	671.05
1967-68	24.22	89.64	141.12	282.08	315.21	364.80	392.51	486.70	546.01	555.54	564.19	618.55	618.55
1968-69	44.22	103.74	211.52	284.58	318.61	404.10	413.11	430.50	441.91	451.44	457.99	528.85	528.85
1969-70	5.32	53.64	168.32	212.18	251.61	306.60	315.61	361.80	406.01	419.84	426.39	450.35	450.35
1970-71	28.12	67.44	85.32	120.58	178.01	289.90	340.51	369.30	409.81	429.14	470.79	489.65	489.65
1971-72	48.32	140.34	207.42	229.68	351.11	442.10	460.01	569.70	581.61	606.14	660.39	718.95	718.95
1972-73	85.02	253.74	285.42	336.18	427.11	518.00	600.61	617.90	636.31	690.44	722.79	750.35	750.35
1973-74	27.12	147.24	216.82	292.48	319.71	393.30	477.61	508.40	556.91	570.54	579.59	587.85	587.85
1974-75	15.82	106.24	123.02	184.08	210.61	341.10	370.91	462.70	543.21	598.04	625.89	648.35	648.35
1975-76	32.02	73.04	165.52	246.78	440.71	487.20	549.21	590.80	626.51	638.94	653.19	678.25	678.25
1976-77	9.82	72.04	113.32	136.68	158.91	189.60	205.71	244.40	306.51	323.54	328.59	357.75	357.75
1977-78	46.92	65.74	163.92	328.08	470.11	508.90	541.91	594.80	615.71	619.54	621.59	650.75	650.75
1978-79	149.62	229.44	311.32	384.88	424.11	463.60	489.11	536.90	559.61	617.44	638.99	652.25	652.25
1979-80	32.12	165.24	230.42	328.48	373.61	482.90	542.51	578.00	607.81	630.64	632.69	636.35	636.35
1980-81	63.62	120.84	152.42	276.08	301.11	330.10	359.91	382.30	387.21	414.04	438.09	518.85	518.85
1981-82	5.62	175.44	241.02	273.88	327.41	556.30	609.21	738.50	898.01	905.34	943.89	958.55	958.55
1982-83	81.42	119.94	226.82	260.68	325.11	428.20	446.81	462.80	499.71	546.84	563.39	587.05	587.05
1983-84	2.62	67.24	298.62	344.68	395.21	497.10	615.01	721.90	726.81	768.54	780.09	833.65	833.65
1984-85	8.62	45.04	152.42	342.98	410.41	472.70	557.01	621.80	662.41	683.04	685.09	690.75	690.75
1985-86	18.12	134.74	248.22	317.08	365.01	453.60	471.11	538.20	560.01	603.84	622.39	635.55	635.55
1986-87	55.52	181.64	193.92	352.28	409.61	649.10	722.11	837.80	870.51	880.84	894.39	935.55	935.55
1987-88	46.12	164.44	234.62	327.48	382.91	505.20	548.21	570.50	607.11	610.94	612.99	628.75	628.75
1988-89	22.12	73.94	340.82	403.68	438.11	523.40	614.91	667.10	703.91	770.94	794.99	798.65	798.65
1989-90	61.62	123.34	189.22	263.58	275.51	318.80	362.11	402.30	455.21	477.24	514.29	543.95	543.95
1990-91	12.62	79.44	160.22	204.68	288.61	344.90	442.91	493.40	548.31	577.14	606.19	644.85	644.85
1991-92	5.62	81.44	123.32	139.18	186.11	225.40	308.41	360.80	415.71	520.54	559.59	563.25	563.25
1992-93	4.62	38.44	96.32	166.18	339.11	415.40	447.41	514.80	525.71	529.54	538.59	542.25	542.25
1993-94	2.62	128.44	146.52	222.38	379.31	427.60	485.91	558.30	565.71	573.54	605.49	609.15	609.15
1994-95	250.62	355.34	414.82	586.48	598.41	717.20	755.21	777.60	805.01	868.54	925.59	984.25	984.25
1995-96	11.54	83.82	196.81	311.04	376.99	483.85	522.83	561.51	588.07	616.56	640.54	705.48	705.48
1996-97	61.12	135.33	208.88	282.29	332.88	395.11	449.25	492.22	532.99	559.87	583.88	608.38	608.38
1997-98	49.32	120.58	210.48	270.05	336.41	411.45	441.76	541.52	571.22	597.96	613.23	660.90	660.90
1998-99	19.36	122.20	198.34	287.42	353.29	480.34	523.22	560.11	588.87	615.58	632.66	671.77	671.77
1999-00	51.08	132.81	217.17	273.83	333.12	399.59	434.04	481.05	514.95	541.75	557.87	587.69	587.69
2000-01	37.85	110.83	152.99	227.65	280.28	329.59	381.73	449.23	480.98	508.43	529.02	553.13	553.13
2001-02	7.24	79.08	159.56	215.55	266.32	354.83	412.67	450.01	476.62	510.20	527.37	617.62	617.62



Πίνακας 7.3.4. Μηνιαίο αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα της Λεκάνης απορροής Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	0,03	0,16	0,37	0,50	0,54	0,66	0,67	0,77	0,89	0,92	0,97	1,00
1961-62	0,07	0,14	0,24	0,28	0,33	0,39	0,41	0,44	0,48	0,51	0,52	1,00
1962-63	0,12	0,27	0,45	0,56	0,61	0,72	0,75	0,82	0,85	0,90	0,92	1,00
1963-64	0,11	0,21	0,31	0,38	0,43	0,55	0,58	0,69	0,80	0,84	0,88	1,00
1964-65	0,06	0,20	0,30	0,38	0,47	0,60	0,69	0,80	0,86	0,98	0,99	1,00
1965-66	0,04	0,20	0,28	0,50	0,55	0,65	0,75	0,83	0,93	0,96	0,99	1,00
1966-67	0,04	0,23	0,30	0,35	0,39	0,44	0,49	0,58	0,59	0,66	0,69	1,00
1967-68	0,04	0,14	0,23	0,46	0,51	0,59	0,63	0,79	0,88	0,90	0,91	1,00
1968-69	0,08	0,20	0,40	0,54	0,60	0,76	0,78	0,81	0,84	0,85	0,87	1,00
1969-70	0,01	0,12	0,37	0,47	0,56	0,68	0,70	0,80	0,90	0,93	0,95	1,00
1970-71	0,06	0,14	0,17	0,25	0,36	0,59	0,70	0,75	0,84	0,88	0,96	1,00
1971-72	0,07	0,20	0,29	0,32	0,49	0,61	0,64	0,79	0,81	0,84	0,92	1,00
1972-73	0,11	0,34	0,38	0,45	0,57	0,69	0,80	0,82	0,85	0,92	0,96	1,00
1973-74	0,05	0,25	0,37	0,50	0,54	0,67	0,81	0,86	0,95	0,97	0,99	1,00
1974-75	0,02	0,16	0,19	0,28	0,32	0,53	0,57	0,71	0,84	0,92	0,97	1,00
1975-76	0,05	0,11	0,24	0,36	0,65	0,72	0,81	0,87	0,92	0,94	0,96	1,00
1976-77	0,03	0,20	0,32	0,38	0,44	0,53	0,58	0,68	0,86	0,90	0,92	1,00
1977-78	0,07	0,10	0,25	0,50	0,72	0,78	0,83	0,91	0,95	0,95	0,96	1,00
1978-79	0,23	0,35	0,48	0,59	0,65	0,71	0,75	0,82	0,86	0,95	0,98	1,00
1979-80	0,05	0,26	0,36	0,52	0,59	0,76	0,85	0,91	0,96	0,99	0,99	1,00
1980-81	0,12	0,23	0,29	0,53	0,58	0,64	0,69	0,74	0,75	0,80	0,84	1,00
1981-82	0,01	0,18	0,25	0,29	0,34	0,58	0,64	0,77	0,94	0,94	0,98	1,00
1982-83	0,14	0,20	0,39	0,44	0,55	0,73	0,76	0,79	0,85	0,93	0,96	1,00
1983-84	0,00	0,08	0,36	0,41	0,47	0,60	0,74	0,87	0,87	0,92	0,94	1,00
1984-85	0,01	0,07	0,22	0,50	0,59	0,68	0,81	0,90	0,96	0,99	0,99	1,00
1985-86	0,03	0,21	0,39	0,50	0,57	0,71	0,74	0,85	0,88	0,95	0,98	1,00
1986-87	0,06	0,19	0,21	0,38	0,44	0,69	0,77	0,90	0,93	0,94	0,96	1,00
1987-88	0,07	0,26	0,37	0,52	0,61	0,80	0,87	0,91	0,97	0,97	0,97	1,00
1988-89	0,03	0,09	0,43	0,51	0,55	0,66	0,77	0,84	0,88	0,97	1,00	1,00
1989-90	0,11	0,23	0,35	0,48	0,51	0,59	0,67	0,74	0,84	0,88	0,95	1,00
1990-91	0,02	0,12	0,25	0,32	0,45	0,53	0,69	0,77	0,85	0,89	0,94	1,00
1991-92	0,01	0,14	0,22	0,25	0,33	0,40	0,55	0,64	0,74	0,92	0,99	1,00
1992-93	0,01	0,07	0,18	0,31	0,63	0,77	0,83	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00
1993-94	0,00	0,21	0,24	0,37	0,62	0,70	0,80	0,92	0,93	0,94	0,99	1,00
1994-95	0,25	0,36	0,42	0,60	0,61	0,73	0,77	0,79	0,82	0,88	0,94	1,00
1995-96	0,02	0,12	0,28	0,44	0,53	0,69	0,74	0,80	0,83	0,87	0,91	1,00
1996-97	0,10	0,22	0,34	0,46	0,55	0,65	0,74	0,81	0,88	0,92	0,96	1,00
1997-98	0,07	0,18	0,32	0,41	0,51	0,62	0,67	0,82	0,86	0,90	0,93	1,00
1998-99	0,03	0,18	0,30	0,43	0,53	0,72	0,78	0,83	0,88	0,92	0,94	1,00
1999-00	0,09	0,23	0,37	0,47	0,57	0,68	0,74	0,82	0,88	0,92	0,95	1,00
2000-01	0,07	0,20	0,28	0,41	0,51	0,60	0,69	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
2001-02	0,01	0,13	0,26	0,35	0,43	0,57	0,67	0,73	0,77	0,83	0,85	1,00
MIN	0,00	0,07	0,17	0,25	0,32	0,39	0,41	0,44	0,48	0,51	0,52	1,00
MEDIAN	0,05	0,20	0,30	0,44	0,54	0,66	0,74	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
MAX	0,25	0,36	0,48	0,60	0,72	0,80	0,87	0,95	0,97	0,99	1,00	1,00



Πίνακας 7.3.5. Μηνιαίο αθροιστικό υετογράφημα της λεκάνης απορροής Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	11,35	75,02	180,14	239,15	251,54	302,51	303,70	343,69	406,84	419,75	439,72	455,11	455,11
1961-62	42,65	82,22	143,94	153,55	177,64	209,21	210,50	226,89	244,44	263,55	268,32	577,51	577,51
1962-63	83,25	179,02	306,44	372,45	400,04	466,91	481,20	523,79	539,14	572,05	580,52	636,11	636,11
1963-64	53,95	99,22	145,34	172,45	188,44	241,11	249,00	296,69	351,94	368,45	386,62	446,91	446,91
1964-65	24,05	77,42	111,94	136,05	165,44	209,91	243,00	280,39	301,24	346,75	351,52	352,01	352,01
1965-66	16,85	88,12	120,94	213,05	227,24	267,91	310,20	335,89	379,84	394,75	404,52	407,61	407,61
1966-67	21,45	144,52	186,74	206,45	226,64	248,11	274,70	322,79	326,04	370,05	391,72	595,41	595,41
1967-68	21,95	79,72	125,24	255,05	277,84	318,51	338,40	423,59	478,64	484,85	491,72	542,91	542,91
1968-69	41,95	93,82	195,64	257,55	281,24	357,81	359,00	367,39	374,54	380,75	385,52	453,21	453,21
1969-70	3,05	43,72	152,44	185,15	214,24	260,31	261,50	298,69	338,64	349,15	353,92	374,71	374,71
1970-71	25,85	57,52	69,44	93,55	140,64	243,61	286,40	306,19	342,44	358,45	398,32	414,01	414,01
1971-72	46,05	130,42	191,54	202,65	313,74	395,81	405,90	506,59	514,24	535,45	587,92	643,31	643,31
1972-73	82,75	243,82	269,54	309,15	389,74	471,71	546,50	554,79	568,94	619,75	650,32	674,71	674,71
1973-74	24,85	137,32	200,94	265,45	282,34	347,01	423,50	445,29	489,54	499,85	507,12	512,21	512,21
1974-75	13,55	96,32	107,14	157,05	173,24	294,81	316,80	399,59	475,84	527,35	553,42	572,71	572,71
1975-76	29,75	63,12	149,64	219,75	403,34	440,91	495,10	527,69	559,14	568,25	580,72	602,61	602,61
1976-77	7,55	62,12	97,44	109,65	121,54	143,31	151,60	181,29	239,14	252,85	256,12	282,11	282,11
1977-78	44,65	55,82	148,04	301,05	432,74	462,61	487,80	531,69	548,34	548,85	549,12	575,11	575,11
1978-79	147,35	219,52	295,44	357,85	386,74	417,31	435,00	473,79	492,24	546,75	566,52	576,61	576,61
1979-80	29,85	155,32	214,54	301,45	336,24	436,61	488,40	514,89	540,44	559,95	560,22	560,71	560,71
1980-81	61,35	110,92	136,54	249,05	263,74	283,81	305,80	319,19	319,84	343,35	365,62	443,21	443,21
1981-82	3,35	165,52	225,14	246,85	290,04	510,01	555,10	675,39	830,64	834,65	871,42	882,91	882,91
1982-83	79,15	110,02	210,94	233,65	287,74	381,91	392,70	399,69	432,34	476,15	490,92	511,41	511,41
1983-84	0,35	57,32	282,74	317,65	357,84	450,81	560,90	658,79	659,44	697,85	707,62	758,01	758,01
1984-85	6,35	35,12	136,54	315,95	373,04	426,41	502,90	558,69	595,04	612,35	612,62	615,11	615,11
1985-86	15,85	124,82	232,34	290,05	327,64	407,31	417,00	475,09	492,64	533,15	549,92	559,91	559,91
1986-87	53,25	171,72	178,04	325,25	372,24	602,81	668,00	774,69	803,14	810,15	821,92	859,91	859,91
1987-88	43,85	154,52	218,74	300,45	345,54	458,91	494,10	507,39	539,74	540,25	540,52	553,11	553,11
1988-89	19,85	64,02	324,94	376,65	400,74	477,11	560,80	603,99	636,54	700,25	722,52	723,01	723,01
1989-90	59,35	113,42	173,34	236,55	238,14	272,51	308,00	339,19	387,84	406,55	441,82	468,31	468,31
1990-91	10,35	69,52	144,34	177,65	251,24	298,61	388,80	430,29	480,94	506,45	533,72	569,21	569,21
1991-92	3,35	71,52	107,44	112,15	148,74	179,11	254,30	297,69	348,34	449,85	487,12	487,61	487,61
1992-93	2,35	28,52	80,44	139,15	301,74	369,11	393,30	451,69	458,34	458,85	466,12	466,61	466,61
1993-94	0,35	118,52	130,64	195,35	341,94	381,31	431,80	495,19	498,34	502,85	533,02	533,51	533,51
1994-95	248,35	345,42	398,94	559,45	561,04	670,91	701,10	714,49	737,64	797,85	853,12	908,61	908,61
1995-96	9,27	73,90	180,92	284,01	339,62	437,56	468,72	498,40	520,70	545,87	568,07	629,84	629,84
1996-97	58,84	125,41	193,00	255,26	295,51	348,82	395,15	429,11	465,62	489,18	511,41	532,74	532,74
1997-98	47,05	110,66	194,60	243,02	299,04	365,16	387,65	478,41	503,85	527,27	540,76	585,26	585,26
1998-99	17,08	112,28	182,45	260,39	315,92	434,05	469,12	497,00	521,50	544,89	560,19	596,12	596,12
1999-00	48,80	122,89	201,28	246,80	295,75	353,30	379,93	417,94	447,58	471,07	485,40	512,05	512,05
2000-01	35,57	100,92	137,10	200,62	242,91	283,30	327,62	386,12	413,61	437,74	456,55	477,49	477,49
2001-02	4,97	69,16	143,67	188,51	228,95	308,54	358,57	386,90	409,25	439,51	454,90	541,98	541,98



Πίνακας 7.3.6. Μηνιαίο αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα της Λεκάνης απορροής Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	0,02	0,16	0,40	0,53	0,55	0,66	0,67	0,76	0,89	0,92	0,97	1,00
1961-62	0,07	0,14	0,25	0,27	0,31	0,36	0,36	0,39	0,42	0,46	0,46	1,00
1962-63	0,13	0,28	0,48	0,59	0,63	0,73	0,76	0,82	0,85	0,90	0,91	1,00
1963-64	0,12	0,22	0,33	0,39	0,42	0,54	0,56	0,66	0,79	0,82	0,87	1,00
1964-65	0,07	0,22	0,32	0,39	0,47	0,60	0,69	0,80	0,86	0,99	1,00	1,00
1965-66	0,04	0,22	0,30	0,52	0,56	0,66	0,76	0,82	0,93	0,97	0,99	1,00
1966-67	0,04	0,24	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46	0,54	0,55	0,62	0,66	1,00
1967-68	0,04	0,15	0,23	0,47	0,51	0,59	0,62	0,78	0,88	0,89	0,91	1,00
1968-69	0,09	0,21	0,43	0,57	0,62	0,79	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	1,00
1969-70	0,01	0,12	0,41	0,49	0,57	0,69	0,70	0,80	0,90	0,93	0,94	1,00
1970-71	0,06	0,14	0,17	0,23	0,34	0,59	0,69	0,74	0,83	0,87	0,96	1,00
1971-72	0,07	0,20	0,30	0,32	0,49	0,62	0,63	0,79	0,80	0,83	0,91	1,00
1972-73	0,12	0,36	0,40	0,46	0,58	0,70	0,81	0,82	0,84	0,92	0,96	1,00
1973-74	0,05	0,27	0,39	0,52	0,55	0,68	0,83	0,87	0,96	0,98	0,99	1,00
1974-75	0,02	0,17	0,19	0,27	0,30	0,51	0,55	0,70	0,83	0,92	0,97	1,00
1975-76	0,05	0,10	0,25	0,36	0,67	0,73	0,82	0,88	0,93	0,94	0,96	1,00
1976-77	0,03	0,22	0,35	0,39	0,43	0,51	0,54	0,64	0,85	0,90	0,91	1,00
1977-78	0,08	0,10	0,26	0,52	0,75	0,80	0,85	0,92	0,95	0,95	0,95	1,00
1978-79	0,26	0,38	0,51	0,62	0,67	0,72	0,75	0,82	0,85	0,95	0,98	1,00
1979-80	0,05	0,28	0,38	0,54	0,60	0,78	0,87	0,92	0,96	1,00	1,00	1,00
1980-81	0,14	0,25	0,31	0,56	0,60	0,64	0,69	0,72	0,72	0,77	0,82	1,00
1981-82	0,00	0,19	0,25	0,28	0,33	0,58	0,63	0,76	0,94	0,95	0,99	1,00
1982-83	0,15	0,22	0,41	0,46	0,56	0,75	0,77	0,78	0,85	0,93	0,96	1,00
1983-84	0,00	0,08	0,37	0,42	0,47	0,59	0,74	0,87	0,87	0,92	0,93	1,00
1984-85	0,01	0,06	0,22	0,51	0,61	0,69	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00	1,00
1985-86	0,03	0,22	0,41	0,52	0,59	0,73	0,74	0,85	0,88	0,95	0,98	1,00
1986-87	0,06	0,20	0,21	0,38	0,43	0,70	0,78	0,90	0,93	0,94	0,96	1,00
1987-88	0,08	0,28	0,40	0,54	0,62	0,83	0,89	0,92	0,98	0,98	0,98	1,00
1988-89	0,03	0,09	0,45	0,52	0,55	0,66	0,78	0,84	0,88	0,97	1,00	1,00
1989-90	0,13	0,24	0,37	0,51	0,51	0,58	0,66	0,72	0,83	0,87	0,94	1,00
1990-91	0,02	0,12	0,25	0,31	0,44	0,52	0,68	0,76	0,84	0,89	0,94	1,00
1991-92	0,01	0,15	0,22	0,23	0,31	0,37	0,52	0,61	0,71	0,92	1,00	1,00
1992-93	0,01	0,06	0,17	0,30	0,65	0,79	0,84	0,97	0,98	0,98	1,00	1,00
1993-94	0,00	0,22	0,24	0,37	0,64	0,71	0,81	0,93	0,93	0,94	1,00	1,00
1994-95	0,27	0,38	0,44	0,62	0,62	0,74	0,77	0,79	0,81	0,88	0,94	1,00
1995-96	0,01	0,12	0,29	0,45	0,54	0,69	0,74	0,79	0,83	0,87	0,90	1,00
1996-97	0,11	0,24	0,36	0,48	0,55	0,65	0,74	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
1997-98	0,08	0,19	0,33	0,42	0,51	0,62	0,66	0,82	0,86	0,90	0,92	1,00
1998-99	0,03	0,19	0,31	0,44	0,53	0,73	0,79	0,83	0,87	0,91	0,94	1,00
1999-00	0,10	0,24	0,39	0,48	0,58	0,69	0,74	0,82	0,87	0,92	0,95	1,00
2000-01	0,07	0,21	0,29	0,42	0,51	0,59	0,69	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
2001-02	0,01	0,13	0,27	0,35	0,42	0,57	0,66	0,71	0,76	0,81	0,84	1,00
MIN	0,00	0,06	0,17	0,23	0,30	0,36	0,36	0,39	0,42	0,46	0,46	1,00
MEDIAN	0,05	0,20	0,32	0,45	0,55	0,66	0,74	0,81	0,86	0,92	0,96	1,00
MAX	0,27	0,38	0,51	0,62	0,75	0,83	0,89	0,97	0,98	1,00	1,00	1,00



Πίνακας 7.3.7. Μηνιαίο αθροιστικό υετογράφημα στην επιφάνεια ταμιευτήρα Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	12,40	79,62	187,49	251,66	268,84	323,94	328,76	372,91	438,03	452,48	473,28	490,13	490,13
1961-62	43,70	86,82	151,29	166,06	194,94	230,64	235,56	256,11	275,63	296,28	301,88	612,53	612,53
1962-63	84,30	183,62	313,79	384,96	417,34	488,34	506,26	553,01	570,33	604,78	614,08	671,13	671,13
1963-64	55,00	103,82	152,69	184,96	205,74	262,54	274,06	325,91	383,13	401,18	420,18	481,93	481,93
1964-65	25,10	82,02	119,29	148,56	182,74	231,34	268,06	309,61	332,43	379,48	385,08	387,03	387,03
1965-66	17,90	92,72	128,29	225,56	244,54	289,34	335,26	365,11	411,03	427,48	438,08	442,63	442,63
1966-67	22,50	149,12	194,09	218,96	243,94	269,54	299,76	352,01	357,23	402,78	425,28	630,43	630,43
1967-68	23,00	84,32	132,59	267,56	295,14	339,94	363,46	452,81	509,83	517,58	525,28	577,93	577,93
1968-69	43,00	98,42	202,99	270,06	298,54	379,24	384,06	396,61	405,73	413,48	419,08	488,23	488,23
1969-70	4,10	48,32	159,79	197,66	231,54	281,74	286,56	327,91	369,83	381,88	387,48	409,73	409,73
1970-71	26,90	62,12	76,79	106,06	157,94	265,04	311,46	335,41	373,63	391,18	431,88	449,03	449,03
1971-72	47,10	135,02	198,89	215,16	331,04	417,24	430,96	535,81	545,43	568,18	621,48	678,33	678,33
1972-73	83,80	248,42	276,89	321,66	407,04	493,14	571,56	584,01	600,13	652,48	683,88	709,73	709,73
1973-74	25,90	141,92	208,29	277,96	299,64	368,44	448,56	474,51	520,73	532,58	540,68	547,23	547,23
1974-75	14,60	100,92	114,49	169,56	190,54	316,24	341,86	428,81	507,03	560,08	586,98	607,73	607,73
1975-76	30,80	67,72	156,99	232,26	420,64	462,34	520,16	556,91	590,33	600,98	614,28	637,63	637,63
1976-77	8,60	66,72	104,79	122,16	138,84	164,74	176,66	210,51	270,33	285,58	289,68	317,13	317,13
1977-78	45,70	60,42	155,39	313,56	450,04	484,04	512,86	560,91	579,53	581,58	582,68	610,13	610,13
1978-79	148,40	224,12	302,79	370,36	404,04	438,74	460,06	503,01	523,43	579,48	600,08	611,63	611,63
1979-80	30,90	159,92	221,89	313,96	353,54	458,04	513,46	544,11	571,63	592,68	593,78	595,73	595,73
1980-81	62,40	115,52	143,89	261,56	281,04	305,24	330,86	348,41	351,03	376,08	399,18	478,23	478,23
1981-82	4,40	170,12	232,49	259,36	307,34	531,44	580,16	704,61	861,83	867,38	904,98	917,93	917,93
1982-83	80,20	114,62	218,29	246,16	305,04	403,34	417,76	428,91	463,53	508,88	524,48	546,43	546,43
1983-84	1,40	61,92	290,09	330,16	375,14	472,24	585,96	688,01	690,63	730,58	741,18	793,03	793,03
1984-85	7,40	39,72	143,89	328,46	390,34	447,84	527,96	587,91	626,23	645,08	646,18	650,13	650,13
1985-86	16,90	129,42	239,69	302,56	344,94	428,74	442,06	504,31	523,83	565,88	583,48	594,93	594,93
1986-87	54,30	176,32	185,39	337,76	389,54	624,24	693,06	803,91	834,33	842,88	855,48	894,93	894,93
1987-88	44,90	159,12	226,09	312,96	362,84	480,34	519,16	536,61	570,93	572,98	574,08	588,13	588,13
1988-89	20,90	68,62	332,29	389,16	418,04	498,54	585,86	633,21	667,73	732,98	756,08	758,03	758,03
1989-90	60,40	118,02	180,69	249,06	255,44	293,94	333,06	368,41	419,03	439,28	475,38	503,33	503,33
1990-91	11,40	74,12	151,69	190,16	268,54	320,04	413,86	459,51	512,13	539,18	567,28	604,23	604,23
1991-92	4,40	76,12	114,79	124,66	166,04	200,54	279,36	326,91	379,53	482,58	520,68	522,63	522,63
1992-93	3,40	33,12	87,79	151,66	319,04	390,54	418,36	480,91	489,53	491,58	499,68	501,63	501,63
1993-94	1,40	123,12	137,99	207,86	359,24	402,74	456,86	524,41	529,53	535,58	566,58	568,53	568,53
1994-95	249,40	350,02	406,29	571,96	578,34	692,34	726,16	743,71	768,83	830,58	886,68	943,63	943,63
1995-96	10,32	78,49	188,28	296,53	356,92	458,99	493,78	527,62	551,90	578,60	601,63	664,87	664,87
1996-97	59,90	130,00	200,35	267,77	312,82	370,26	420,20	458,33	496,82	521,91	544,97	567,77	567,77
1997-98	48,10	115,26	201,95	255,54	316,34	386,59	412,70	507,63	535,04	560,00	574,31	620,28	620,28
1998-99	18,13	116,87	189,81	272,90	333,22	455,49	494,17	526,22	552,70	577,62	593,75	631,15	631,15
1999-00	49,85	127,48	208,64	259,32	313,06	374,73	404,99	447,16	478,77	503,80	518,95	547,07	547,07
2000-01	36,62	105,51	144,46	213,14	260,21	304,73	352,68	415,34	444,81	470,47	490,11	512,51	512,51
2001-02	6,02	73,75	151,03	201,03	246,26	329,97	383,62	416,12	440,44	472,24	488,45	577,01	577,01



Πίνακας 7.3.8. Μηνιαίο αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα στην επιφάνεια ταμειυτήρα Μαυρομάτη

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	0,03	0,16	0,38	0,51	0,55	0,66	0,67	0,76	0,89	0,92	0,97	1,00
1961-62	0,07	0,14	0,25	0,27	0,32	0,38	0,38	0,42	0,45	0,48	0,49	1,00
1962-63	0,13	0,27	0,47	0,57	0,62	0,73	0,75	0,82	0,85	0,90	0,91	1,00
1963-64	0,11	0,22	0,32	0,38	0,43	0,54	0,57	0,68	0,79	0,83	0,87	1,00
1964-65	0,06	0,21	0,31	0,38	0,47	0,60	0,69	0,80	0,86	0,98	0,99	1,00
1965-66	0,04	0,21	0,29	0,51	0,55	0,65	0,76	0,82	0,93	0,97	0,99	1,00
1966-67	0,04	0,24	0,31	0,35	0,39	0,43	0,48	0,56	0,57	0,64	0,67	1,00
1967-68	0,04	0,15	0,23	0,46	0,51	0,59	0,63	0,78	0,88	0,90	0,91	1,00
1968-69	0,09	0,20	0,42	0,55	0,61	0,78	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	1,00
1969-70	0,01	0,12	0,39	0,48	0,57	0,69	0,70	0,80	0,90	0,93	0,95	1,00
1970-71	0,06	0,14	0,17	0,24	0,35	0,59	0,69	0,75	0,83	0,87	0,96	1,00
1971-72	0,07	0,20	0,29	0,32	0,49	0,62	0,64	0,79	0,80	0,84	0,92	1,00
1972-73	0,12	0,35	0,39	0,45	0,57	0,69	0,81	0,82	0,85	0,92	0,96	1,00
1973-74	0,05	0,26	0,38	0,51	0,55	0,67	0,82	0,87	0,95	0,97	0,99	1,00
1974-75	0,02	0,17	0,19	0,28	0,31	0,52	0,56	0,71	0,83	0,92	0,97	1,00
1975-76	0,05	0,11	0,25	0,36	0,66	0,73	0,82	0,87	0,93	0,94	0,96	1,00
1976-77	0,03	0,21	0,33	0,39	0,44	0,52	0,56	0,66	0,85	0,90	0,91	1,00
1977-78	0,07	0,10	0,25	0,51	0,74	0,79	0,84	0,92	0,95	0,95	0,96	1,00
1978-79	0,24	0,37	0,50	0,61	0,66	0,72	0,75	0,82	0,86	0,95	0,98	1,00
1979-80	0,05	0,27	0,37	0,53	0,59	0,77	0,86	0,91	0,96	0,99	1,00	1,00
1980-81	0,13	0,24	0,30	0,55	0,59	0,64	0,69	0,73	0,73	0,79	0,83	1,00
1981-82	0,00	0,19	0,25	0,28	0,33	0,58	0,63	0,77	0,94	0,94	0,99	1,00
1982-83	0,15	0,21	0,40	0,45	0,56	0,74	0,76	0,78	0,85	0,93	0,96	1,00
1983-84	0,00	0,08	0,37	0,42	0,47	0,60	0,74	0,87	0,87	0,92	0,93	1,00
1984-85	0,01	0,06	0,22	0,51	0,60	0,69	0,81	0,90	0,96	0,99	0,99	1,00
1985-86	0,03	0,22	0,40	0,51	0,58	0,72	0,74	0,85	0,88	0,95	0,98	1,00
1986-87	0,06	0,20	0,21	0,38	0,44	0,70	0,77	0,90	0,93	0,94	0,96	1,00
1987-88	0,08	0,27	0,38	0,53	0,62	0,82	0,88	0,91	0,97	0,97	0,98	1,00
1988-89	0,03	0,09	0,44	0,51	0,55	0,66	0,77	0,84	0,88	0,97	1,00	1,00
1989-90	0,12	0,23	0,36	0,49	0,51	0,58	0,66	0,73	0,83	0,87	0,94	1,00
1990-91	0,02	0,12	0,25	0,31	0,44	0,53	0,68	0,76	0,85	0,89	0,94	1,00
1991-92	0,01	0,15	0,22	0,24	0,32	0,38	0,53	0,63	0,73	0,92	1,00	1,00
1992-93	0,01	0,07	0,18	0,30	0,64	0,78	0,83	0,96	0,98	0,98	1,00	1,00
1993-94	0,00	0,22	0,24	0,37	0,63	0,71	0,80	0,92	0,93	0,94	1,00	1,00
1994-95	0,26	0,37	0,43	0,61	0,61	0,73	0,77	0,79	0,81	0,88	0,94	1,00
1995-96	0,02	0,12	0,28	0,45	0,54	0,69	0,74	0,79	0,83	0,87	0,90	1,00
1996-97	0,11	0,23	0,35	0,47	0,55	0,65	0,74	0,81	0,88	0,92	0,96	1,00
1997-98	0,08	0,19	0,33	0,41	0,51	0,62	0,67	0,82	0,86	0,90	0,93	1,00
1998-99	0,03	0,19	0,30	0,43	0,53	0,72	0,78	0,83	0,88	0,92	0,94	1,00
1999-00	0,09	0,23	0,38	0,47	0,57	0,68	0,74	0,82	0,88	0,92	0,95	1,00
2000-01	0,07	0,21	0,28	0,42	0,51	0,59	0,69	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
2001-02	0,01	0,13	0,26	0,35	0,43	0,57	0,66	0,72	0,76	0,82	0,85	1,00
MIN	0,00	0,06	0,17	0,24	0,31	0,38	0,38	0,42	0,45	0,48	0,49	1,00
MEDIAN	0,05	0,20	0,31	0,45	0,55	0,66	0,74	0,81	0,87	0,92	0,96	1,00
MAX	0,26	0,37	0,50	0,61	0,74	0,82	0,88	0,96	0,98	0,99	1,00	1,00



Πίνακας 7.3.9. Μηνιαίο αθροιστικό υετογράφημα στην επιφάνεια ταμιευτήρα Κλινοβού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1960-61	9,08	65,14	164,31	212,21	214,30	256,37	256,37	287,38	346,29	355,89	374,09	386,32	386,32
1961-62	40,38	72,34	128,11	128,11	141,89	164,57	164,57	171,98	185,29	201,09	204,09	510,12	510,12
1962-63	80,98	169,14	290,61	345,51	362,80	420,77	427,29	460,90	472,01	501,61	508,31	560,73	560,73
1963-64	51,68	89,34	129,51	145,51	151,20	194,97	194,97	233,68	284,69	297,89	314,29	371,42	371,42
1964-65	21,78	67,54	96,11	109,11	128,20	163,77	189,09	217,50	234,11	276,31	279,31	279,31	279,31
1965-66	14,58	78,24	105,11	186,11	190,00	221,77	256,29	273,00	312,71	324,31	332,31	332,31	332,31
1966-67	19,18	134,64	170,91	179,51	189,40	201,97	220,79	259,90	259,90	300,60	320,50	521,02	521,02
1967-68	19,68	69,84	109,41	228,11	240,60	272,37	284,49	360,70	411,51	414,41	419,51	467,53	467,53
1968-69	39,68	83,94	179,81	230,61	244,00	311,67	311,67	311,67	314,58	317,49	320,48	385,01	385,01
1969-70	0,78	33,84	136,61	158,21	177,00	214,17	214,17	242,38	278,09	285,29	288,29	305,92	305,92
1970-71	23,58	47,64	53,61	66,61	103,40	197,47	232,49	243,30	275,31	288,01	326,11	338,63	338,63
1971-72	43,78	120,54	175,71	175,71	276,49	349,67	351,99	443,69	447,10	465,00	515,70	567,93	567,93
1972-73	80,48	233,94	253,71	282,21	352,50	425,57	492,59	492,59	502,50	550,00	578,80	600,03	600,03
1973-74	22,58	127,44	185,11	238,51	245,10	300,87	369,59	382,40	422,41	429,41	434,91	436,83	436,83
1974-75	11,28	86,44	91,31	130,11	136,00	248,67	262,89	336,70	408,71	456,91	481,21	497,33	497,33
1975-76	27,48	53,24	133,81	192,81	366,10	394,77	441,19	464,80	492,01	497,81	508,51	527,23	527,23
1976-77	5,28	52,24	81,61	81,61	81,61	94,49	94,49	115,19	168,80	179,21	180,70	203,53	203,53
1977-78	42,38	45,94	132,21	274,11	395,50	416,47	433,89	468,80	481,21	481,21	481,21	504,03	504,03
1978-79	145,08	209,64	279,61	330,91	349,50	371,17	381,09	410,90	425,11	476,31	494,31	501,23	501,23
1979-80	27,58	145,44	198,71	274,51	299,00	390,47	434,49	452,00	473,31	489,51	489,51	489,51	489,51
1980-81	59,08	101,04	120,71	222,11	226,50	237,67	251,89	256,30	256,30	276,50	297,00	371,42	371,42
1981-82	1,08	155,64	209,31	219,91	252,80	463,87	501,19	612,50	763,51	764,21	799,21	807,53	807,53
1982-83	76,88	100,14	195,11	206,71	250,50	335,77	338,79	338,79	367,20	407,70	420,70	438,03	438,03
1983-84	0,00	49,35	268,83	292,63	322,51	406,59	508,91	597,81	597,81	632,91	640,91	688,14	688,14
1984-85	4,08	25,24	120,71	289,01	335,80	380,27	448,99	495,80	527,91	541,91	541,91	541,91	541,91
1985-86	13,58	114,94	216,51	263,11	290,40	361,17	363,09	412,20	425,51	462,71	477,71	484,53	484,53
1986-87	50,98	161,84	161,84	297,94	334,63	556,30	613,72	711,43	735,64	739,34	749,34	784,16	784,16
1987-88	41,58	144,64	202,91	273,51	308,30	412,77	440,19	444,50	472,61	472,61	472,61	482,03	482,03
1988-89	17,58	54,14	309,11	349,71	363,50	430,97	506,89	541,10	569,41	629,81	650,31	650,31	650,31
1989-90	57,08	103,54	157,51	209,61	209,61	235,09	262,81	285,01	329,42	344,82	378,32	401,65	401,65
1990-91	8,08	59,64	128,51	150,71	214,00	252,47	334,89	367,40	413,81	436,01	461,51	493,83	493,83
1991-92	1,08	61,64	91,61	91,61	117,89	139,37	206,79	241,19	287,60	385,80	421,30	421,30	421,30
1992-93	0,00	18,55	64,53	112,13	264,41	322,89	339,31	388,71	391,12	391,12	396,62	396,62	396,62
1993-94	0,00	110,55	116,73	170,33	306,61	337,09	379,81	434,21	434,21	435,41	463,81	463,81	463,81
1994-95	246,08	335,54	383,11	532,51	532,51	633,49	655,91	660,31	679,22	736,12	789,62	841,95	841,95
1995-96	7,01	64,02	165,09	257,07	302,38	391,42	414,81	435,51	453,57	475,43	495,86	554,47	554,47
1996-97	56,58	115,53	177,17	228,32	258,27	302,69	341,23	366,22	398,49	418,74	439,20	457,37	457,37
1997-98	44,78	100,78	178,77	216,08	261,80	319,03	333,74	415,52	436,71	456,83	468,54	509,88	509,88
1998-99	14,82	102,40	166,62	233,45	278,68	387,92	415,21	434,11	454,37	474,45	487,97	520,75	520,75
1999-00	46,54	113,01	185,45	219,87	258,51	307,17	326,02	355,05	380,45	400,62	413,18	436,67	436,67
2000-01	33,31	91,03	121,27	173,68	205,67	237,17	273,71	323,23	346,48	367,30	384,33	402,11	402,11
2001-02	2,70	59,27	127,84	161,58	191,72	262,41	304,65	324,01	342,11	369,07	382,68	466,61	466,61

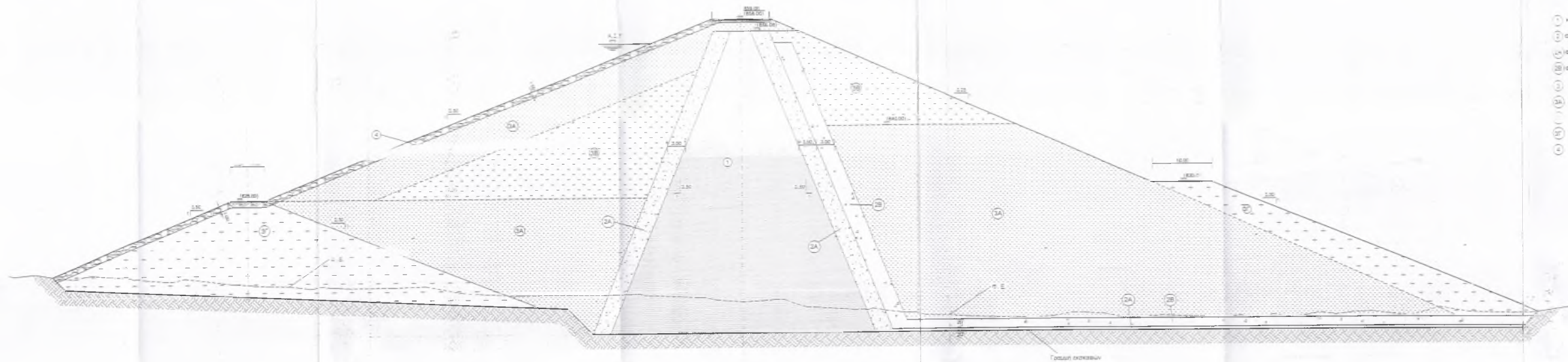


Πίνακας 7.3.10. Μηνιαίο αδιάστατο αθροιστικό υετογράφημα στην επιφάνεια ταμιευτήρα Κλινοβού

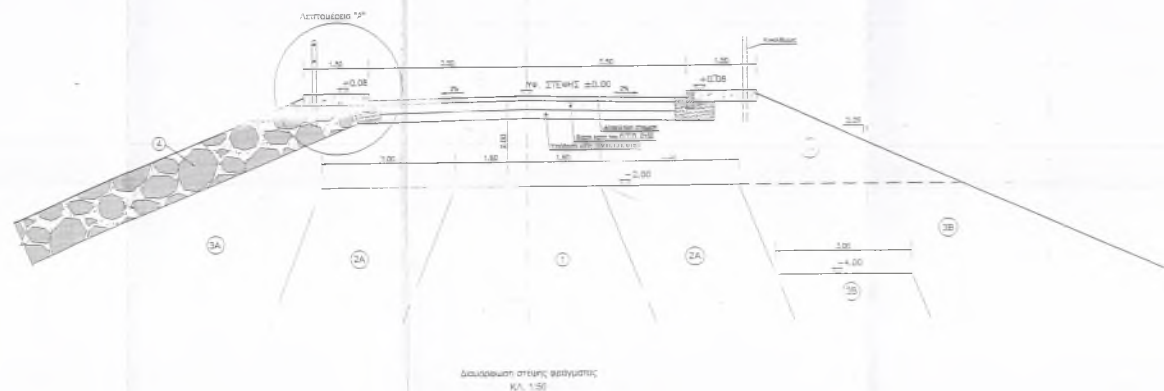
ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
1960-61	0,02	0,17	0,43	0,55	0,55	0,66	0,66	0,74	0,90	0,92	0,97	1,00
1961-62	0,08	0,14	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,34	0,36	0,39	0,40	1,00
1962-63	0,14	0,30	0,52	0,62	0,65	0,75	0,76	0,82	0,84	0,89	0,91	1,00
1963-64	0,14	0,24	0,35	0,39	0,41	0,52	0,52	0,63	0,77	0,80	0,85	1,00
1964-65	0,08	0,24	0,34	0,39	0,46	0,59	0,68	0,78	0,84	0,99	1,00	1,00
1965-66	0,04	0,24	0,32	0,56	0,57	0,67	0,77	0,82	0,94	0,98	1,00	1,00
1966-67	0,04	0,26	0,33	0,34	0,36	0,39	0,42	0,50	0,50	0,58	0,62	1,00
1967-68	0,04	0,15	0,23	0,49	0,51	0,58	0,61	0,77	0,88	0,89	0,90	1,00
1968-69	0,10	0,22	0,47	0,60	0,63	0,81	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	1,00
1969-70	0,00	0,11	0,45	0,52	0,58	0,70	0,70	0,79	0,91	0,93	0,94	1,00
1970-71	0,07	0,14	0,16	0,20	0,31	0,58	0,69	0,72	0,81	0,85	0,96	1,00
1971-72	0,08	0,21	0,31	0,31	0,49	0,62	0,62	0,78	0,79	0,82	0,91	1,00
1972-73	0,13	0,39	0,42	0,47	0,59	0,71	0,82	0,82	0,84	0,92	0,96	1,00
1973-74	0,05	0,29	0,42	0,55	0,56	0,69	0,85	0,88	0,97	0,98	1,00	1,00
1974-75	0,02	0,17	0,18	0,26	0,27	0,50	0,53	0,68	0,82	0,92	0,97	1,00
1975-76	0,05	0,10	0,25	0,37	0,69	0,75	0,84	0,88	0,93	0,94	0,96	1,00
1976-77	0,03	0,26	0,40	0,40	0,40	0,46	0,46	0,57	0,83	0,88	0,89	1,00
1977-78	0,08	0,09	0,26	0,54	0,78	0,83	0,86	0,93	0,95	0,95	0,95	1,00
1978-79	0,29	0,42	0,56	0,66	0,70	0,74	0,76	0,82	0,85	0,95	0,99	1,00
1979-80	0,06	0,30	0,41	0,56	0,61	0,80	0,89	0,92	0,97	1,00	1,00	1,00
1980-81	0,16	0,27	0,32	0,60	0,61	0,64	0,68	0,69	0,69	0,74	0,80	1,00
1981-82	0,00	0,19	0,26	0,27	0,31	0,57	0,62	0,76	0,95	0,95	0,99	1,00
1982-83	0,18	0,23	0,45	0,47	0,57	0,77	0,77	0,77	0,84	0,93	0,96	1,00
1983-84	0,00	0,07	0,39	0,43	0,47	0,59	0,74	0,87	0,87	0,92	0,93	1,00
1984-85	0,01	0,05	0,22	0,53	0,62	0,70	0,83	0,91	0,97	1,00	1,00	1,00
1985-86	0,03	0,24	0,45	0,54	0,60	0,75	0,75	0,85	0,88	0,95	0,99	1,00
1986-87	0,07	0,21	0,21	0,38	0,43	0,71	0,78	0,91	0,94	0,94	0,96	1,00
1987-88	0,09	0,30	0,42	0,57	0,64	0,86	0,91	0,92	0,98	0,98	0,98	1,00
1988-89	0,03	0,08	0,48	0,54	0,56	0,66	0,78	0,83	0,88	0,97	1,00	1,00
1989-90	0,14	0,26	0,39	0,52	0,52	0,59	0,65	0,71	0,82	0,86	0,94	1,00
1990-91	0,02	0,12	0,26	0,31	0,43	0,51	0,68	0,74	0,84	0,88	0,93	1,00
1991-92	0,00	0,15	0,22	0,22	0,28	0,33	0,49	0,57	0,68	0,92	1,00	1,00
1992-93	0,00	0,05	0,16	0,28	0,67	0,81	0,86	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00
1993-94	0,00	0,24	0,25	0,37	0,66	0,73	0,82	0,94	0,94	0,94	1,00	1,00
1994-95	0,29	0,40	0,46	0,63	0,63	0,75	0,78	0,78	0,81	0,87	0,94	1,00
1995-96	0,01	0,12	0,30	0,46	0,55	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86	0,89	1,00
1996-97	0,12	0,25	0,39	0,50	0,56	0,66	0,75	0,80	0,87	0,92	0,96	1,00
1997-98	0,09	0,20	0,35	0,42	0,51	0,63	0,65	0,81	0,86	0,90	0,92	1,00
1998-99	0,03	0,20	0,32	0,45	0,54	0,74	0,80	0,83	0,87	0,91	0,94	1,00
1999-00	0,11	0,26	0,42	0,50	0,59	0,70	0,75	0,81	0,87	0,92	0,95	1,00
2000-01	0,08	0,23	0,30	0,43	0,51	0,59	0,68	0,80	0,86	0,91	0,96	1,00
2001-02	0,01	0,13	0,27	0,35	0,41	0,56	0,65	0,69	0,73	0,79	0,82	1,00
MIN	0,00	0,05	0,16	0,20	0,27	0,32	0,32	0,34	0,36	0,39	0,40	1,00
MEDIAN	0,05	0,22	0,34	0,47	0,56	0,67	0,75	0,80	0,86	0,92	0,96	1,00
MAX	0,29	0,42	0,56	0,66	0,78	0,86	0,91	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00

Παράρτημα 8
Σχέδιο
Τομή Φράγματος Μαυρομάτη

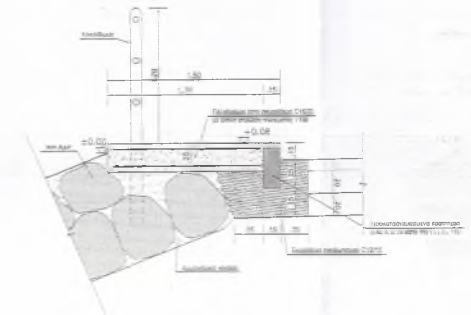
- 350 00 υδροτρο κατασκευή
- 350 01 υδροτρο τεμάχιο σταθής (μετά τη καύση)
- 1 Κατασκευή στρώματος φασφάτου στο αβάντασμα υμένα (πυλίκι)
- 2 Φίλτρο και στρώμα στο σώμα του φασφάτου
- 3 υδροτρο κελύφωμα
- 4 Φίλτρο υδροτροκού
- 5 Κατασκευή στρώματος προφραγματος κα φασφάτου στο καταμάρο υμένα εκκαψής
- 6 Υάδα εκκαψής Α κελύφωμα
- 7 Υάδα εκκαψής Α Β κελύφωμα
- 8 Υάδα εκκαψής κελύφωμα Γ
- 9 Επένδυση εναντι τριανόχ φραγματος με οριζόντιες Μόνες (RF - RAP)



Τμήμα Βασιλείου ΚΑ. 1:250



Διατομή 5Α ΚΑ. 1:50



Απτόμωρο 5Γ ΚΑ. 1:20

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104366



