



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΓΓΕΙΩΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

**Υδρολογική διερεύνηση της λεκάνης απορροής του φράγματος
Απολακκιάς Ρόδου: Επικαιροποίηση δεδομένων για τη λειτουργία του
ταμιευτήρα**



ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

Επιβλέπων: Σ. Γιακουμάκης, Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας μου, κ. Σ. Γιακουμάκη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου και για την άψογη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ακόμη ευχαριστώ για τον χρόνο τους τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κ.κ. Β. Τσιχριντζή και Ι. Ναλμπάντη, καθηγητή και αν. καθηγητή ΕΜΠ, αντίστοιχα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα στελέχη του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, της ΔΕΥΑ Ρόδου, καθώς επίσης και την ΕΜΥ, για την εξαιρετική συνεργασία και βοήθεια τους στην συλλογή στοιχείων που ήταν απαραίτητα για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια, όχι μόνο εκπόνησης της διπλωματικής αλλά και περάτωσης του συνόλου των σπουδών μου, όπως επίσης και σε όλους τους φίλους και αγαπημένα μου πρόσωπα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	1
Περιεχόμενα	3
Κατάλογος πινάκων.....	5
Κατάλογος σχημάτων	7
Περίληψη.....	9
Abstract	11
Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	14
1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	15
Κεφάλαιο 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	17
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ.....	18
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	20
Κεφάλαιο 3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	23
3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	23
3.1.1 Γενικές Πληροφορίες.....	23
3.1.2 Ψηφιοποίηση των Χαρτών της ΓΥΣ.....	24
3.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	26
3.2.1 Γεωμορφολογία.....	26
3.2.2 Γεωλογία-Χρήσεις Γης.....	32
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	34
3.3.1 Σκοπός	34
3.3.2 Δεδομένα Βροχομετρικών και Μετεωρολογικών Σταθμών.....	34
3.3.3 Συντελεστές Συσχέτισης.....	35
3.3.4 Έλεγχος Ομογένειας Βροχομετρικών Δεδομένων	36
3.3.5 Συμπλήρωση Βροχομετρικών Παρατηρήσεων	37
3.3.6 Υπολογισμός Επιφανειακής Βροχόπτωσης.....	38
3.4 ΕΞΑΤΜΙΣΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ	40
3.5 ΑΠΟΡΡΟΕΣ.....	44

3.5.1 Εκτίμηση τιμών απορροής	45
3.6 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	48
Κεφάλαιο 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	54
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	95

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής.....	30
Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά Σταθμών Παρατηρήσεων.....	35
Πίνακας 3.3: Συντελεστές Συσχέτισης Βροχομετρικών Σταθμών.....	35
Πίνακας 3.4 : Μέση μηνιαία αστρονομική διάρκεια ημέρας σε h.....	41
Πίνακας 3.5: Αριθμός καμπύλης απορροής CN (Wanielista, 1990).....	46
Πίνακας 3.6: Αρδευτικές ανάγκες (10^6 m^3).....	50
Πίνακας 3.7: Συντελεστές ανισοκατανομής της ζήτησης.....	51
Πίνακας 3.8: Όγκοι μηνιαίας επιθυμητής απόληψης.....	51

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πίνακας 1: Μηνιαίες βροχοπτώσεις του σταθμού Απολακκιάς.....	60
Πίνακας 2: Μηνιαίες βροχοπτώσεις του σταθμού Σιάνας.....	61
Πίνακας 3: Ανηγμένη επιφανειακή βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.....	62
Πίνακας 4: Ανηγμένη επιφανειακή βροχόπτωση στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα.....	63
Πίνακας 5: Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας.....	65
Πίνακας 6: Ανηγμένη μηνιαία θερμοκρασία αέρα στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.....	66
Πίνακας 7: Ανηγμένη μηνιαία θερμοκρασία αέρα στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα.....	67
Πίνακας 8: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή.....	68
Πίνακας 9: Εξάτμιση από υδάτινη επιφάνεια.....	69
Πίνακας 10: Μέσες μηνιαίες τιμές μετεωρολογικών μεγεθών.....	70
Πίνακας 11: Μηνιαίες Απορροές.....	72
Πίνακας 12: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 1°.....	75
Πίνακας 13: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 2°.....	76

Πίνακας 14: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 3 ^ο	77
Πίνακας 15: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 4 ^ο	78
Πίνακας 16: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 5 ^ο	79
Πίνακας 17: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 6 ^ο	80
Πίνακας 18: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 7 ^ο	81
Πίνακας 19: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 8 ^ο	82
Πίνακας 20: Προσομοίωση ταμειυτήρα Σενάριο 9 ^ο	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Χάρτης νότιας Ρόδου.....	17
Σχήμα 3.1: Σύνδεση Φύλλων Χάρτη σε σύστημα ΕΓΣΑ'87.....	24
Σχήμα 3.2: Υπογραφική καμπύλη της λεκάνης απορροής Απολακκιάς ανάντη φράγματος.....	29
Σχήμα 3.3: Υδρογραφικό Δίκτυο της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Απολακκιώτη.....	31
Σχήμα 3.4: Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης την Απολακκιά και ελεγχόμενο σταθμό την Σιάνα για την κοινή χρονική περίοδο 1985-86 έως 2009-10.....	37
Σχήμα 3.5: Τροποποιημένο μοντέλο SWBM.....	44
Σχήμα 3.6: Χαρακτηριστικές καμπύλες όγκου και επιφάνειας καθρέφτη ταμιευτήρα Απολακκιάς συναρτήσει της στάθμης (Οριστική Μελέτη).....	49

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 1 ^ο	86
Σχήμα 2: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 2 ^ο	87
Σχήμα 3: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 3 ^ο	88
Σχήμα 4: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 4 ^ο	89
Σχήμα 5: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 5 ^ο	90
Σχήμα 6: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 6 ^ο	91
Σχήμα 7: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 7 ^ο	92
Σχήμα 8: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 8 ^ο	93
Σχήμα 9: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου Σενάριο 9 ^ο	94

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία έγινε η υδρολογική διερεύνηση της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος Απολακκιάς Ρόδου με σκοπό την επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας για τη λειτουργία του ταμιευτήρα του, συνολικής ωφέλιμης χωρητικότητας 7,4 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων νερού.

Το φράγμα αυτό προορίζεται για αρδευτική χρήση. Η παραπάνω διερεύνηση κρίθηκε αναγκαία σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής διότι ο σχεδιασμός του είναι παλαιός και έγινε κατά τη δεκαετία του 1970.

Η υδρολογική πληροφορία αντλήθηκε από δύο διαφορετικούς σταθμούς μετρήσεων (Απολακκιά και Σιάνα), ο δεύτερος εντός της λεκάνης απορροής του ταμιευτήρα. Αξιοποιήθηκαν επίσης στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ Ρόδου που δεν υπήρχαν στην όμορη με το φράγμα ευρύτερη περιοχή στα νοτιοδυτικά του νησιού (π.χ. μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία, πραγματική ηλιοφάνεια σε μηνιαία χρονική βάση επίσης). Όλα τα παραπάνω αφορούν περίοδο 32 συνεχόμενων υδρολογικών ετών (1978-2010), κατά την οποία ήταν διαθέσιμα.

Η ανάλυση της υδρολογικής πληροφορίας, μετά την ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής και τον υπολογισμό των μορφομετρικών χαρακτηριστικών αυτής (π.χ. εμβαδόν, περίμετρο, σχήμα, υψογραφική καμπύλη, μέσο και διάμεσο υψόμετρο), περιλάμβανε: 1. συσχετίσεις υψών βροχόπτωσης των δύο διαθέσιμων σταθμών στην περιοχή του ταμιευτήρα 2. κατασκευή διπλής αθροιστικής καμπύλης, 3. συμπληρώσεις μηνιαίων υψών βροχόπτωσης, 4. Υπολογισμό επιφανειακών υψών βροχόπτωσης ανηγμένων στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής και στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα με βάση τη βροχοβαθμίδα της περιοχής 5. Αναγωγή μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής και στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα με βάση τη θερμοβαθμίδα της περιοχής 6. υπολογισμό εξάτμισης και εξατμισοδιαπνοής 7. εκτίμηση απορροών με το πρόγραμμα Medbasin.

Για το τελευταίο, λόγω έλλειψης υδρομετρικών δεδομένων στη θέση του φράγματος, η παράμετρος κατείδυσης K του σχετικού μοντέλου μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης-απορροής προσαρμόστηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει ο μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής με βάση τη γεωλογική σύνθεση της λεκάνης απορροής (0,24 κατά τη σχετική Οριστική Μελέτη του φράγματος).

Η προσομοίωση λειτουργίας του ταμιευτήρα περιλάμβανε 9 διαφορετικά σενάρια ζήτησης (άρδευση 2.300 έως 10.500 στρεμμάτων για τους μήνες από Απρίλιο έως και

Σεπτέμβριο με βάση τις ανάγκες και τη σύνθεση των καλλιεργειών, όπως αυτές αναφέρονται στην Οριστική Μελέτη του φράγματος). Διαπιστώθηκε ότι, με βάση μέγιστο αποδεκτό ποσοστό αστοχίας για ταμιευτήρα αρδευτικού σκοπού το 10%, ο ταμιευτήρας της Απολακκιάς σήμερα μπορεί να εξυπηρετήσει, κι αυτό εντελώς οριακά, 6.300 στρέμματα αρδευόμενης έκτασης κατά μέγιστο. Σημειωτέων ότι η σχετική Οριστική Μελέτη ηλικίας πλέον 41 ετών, προέβλεπε σενάριο για πλήρη άρδευση έως και 10.500 στρεμμάτων, κάτι το οποίο απεδείχθη ότι σήμερα δεν είναι πλέον εφικτό.

ABSTRACT

In this work, a hydrological investigation of river basin upstream of Apolakkia Dam in Rhodes was carried out, in order to update the hydrological information for the operation of its reservoir, with an active storage capacity of 7,4 million cubic meters of water.

This dam is for irrigation use. The above investigation was deemed necessary in conditions of climate change, because the design was old and it was performed in the decade of 1970.

The hydrological information was drawn from two different raingauge stations (Apolakkia and Siana), with the second one lying within the river basin upstream the dam site. Moreover, other data were taken from the meteorological station of NMS of the city of Rhodes, because they were not available in the immediate vicinity of dam's surrounding area in the southwest of the island (i.e. monthly average air temperature, wind speed, relative humidity, actual sunlight duration on a monthly basis too). All the above concern a period of 32 consecutive hydrological years (1978-2010).

The analysis of the hydrological data, after digitizing the river basin and the calculation of its morphometric characteristics (i.e. area, perimeter, shape, hypsographic curve, mean and median altitudes), includes: 1. Rainfall depths correlations of the two available stations in the reservoir area 2. Construction of the double cumulative curve 3. Filling the lack of monthly rainfall depths 4. Calculation of the surface rainfall measured to the average altitude of the basin and to the average level of the reservoir based on the rainfall gradient of the area 5. Calculation of monthly temperature values at the mean altitude of the basin and the average level of the reservoir, based on the temperature gradient of the region 6. Calculation of evaporation and evapotranspiration 7. Estimation of runoff at the dam site using Medbasin software.

For the latter, due to the lack of hydrometric data at the dam site, the percolation parameter K of the relevant monthly rainfall - runoff model, was adjusted to, in such a way that the average annual runoff coefficient was derived (0,24 according to the relevant Final Study of the dam).

The operational simulation of the reservoir included 9 different demand scenarios (irrigation from 230 till 1050 hectares from April to September, based on the water needs and composition of the crops, as mentioned in the Final Study of the Dam). It was found that, under maximum acceptable failure rate for irrigation reservoir 10%,

the reservoir of Apolakkia's dam, today can feed with water up to 630 hectares of irrigated land at maximum. It should be noted that the relevant Final Study, now 41 years old, included scenario for full irrigation even for 1050 hectares. It was proved that the latter, is no longer feasible.

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα ενισχύονται οι πιέσεις που υφίστανται οι υδατικοί πόροι, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης από ποικίλους χρήστες, για επαρκές σε ποσότητα αλλά και ποιότητα νερό. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χώρα μας, παρόλο που είναι μια σχετικά ευνοημένη υδρολογικά χώρα, η αναντιστοιχία της χρονικής και κυρίως χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων με τις χρονικές και χωρικές κατανομές της ζήτησης έχουν δημιουργήσει στο παρελθόν και συνεχίζουν να δημιουργούν, προβλήματα έλλειψης νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους ανομβρίας ή περιόδους σε περιπτώσεις πλημμυρικών γεγονότων. Το πρόβλημα αυτό ενισχύεται επίσης από το γεγονός ότι η εκμετάλλευση των υπόγειων νερών είναι εντονότερη από αυτή των επιφανειακών, λόγω του ότι απαιτούνται σοβαρότερες και συχνά μακροχρόνιες επενδύσεις, αλλά και λόγω των περιορισμών που υπεισέρχονται για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων προσπαθεί να δώσει λύση στο πρόβλημα της χωρο-χρονικής κατανομής της προσφοράς και της ζήτησης, μέσα από την επίτευξη των παρακάτω στόχων:

- Την διάθεση επαρκούς ποσότητας και ποιότητας νερού για την κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών
- Την προστασία των υδατικών πόρων
- Την προστασία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα

1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί μια περίπτωση διαχείρισης υδατικών πόρων σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής με αυξανόμενη τη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων (πλημμυρών και ιδιαίτερα ξηρασιών). Πρόκειται για τον καθορισμό της σημερινής εγγυημένης απόληψης νερού για άρδευση από τον ταμιευτήρα του φράγματος της Απολακκιάς Ρόδου με χρησιμοποίηση δεδομένων έως και το υδρολογικό έτος 2009-2010. Αυτή αναπτύσσεται σε 4 κεφάλαια. Αναλυτικά:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη διαχείριση των υδατικών πόρων καθώς και στους στόχους τους οποίους θέτει, προκειμένου να δώσει λύσεις στο πρόβλημα της χωρο-χρονικής κατανομής της προσφοράς και της ζήτησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η περιοχή ενδιαφέροντος και παρουσιάζεται το ιστορικό υπόβαθρο της κατασκευής του φράγματος της Απολακκιάς Ρόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Περιλαμβάνει την πλήρη υδρολογική διερεύνηση της λεκάνης απορροής ανάντη της θέσης του υφισταμένου φράγματος Απολακκιάς, μετά την ψηφιοποίησή της και τον υπολογισμό των μορφομετρικών χαρακτηριστικών αυτής (π.χ. εμβαδόν, περίμετρος, σχήμα, υψογραφική καμπύλη, μέσο και διάμεσο υψόμετρο). Ακόμη, την προσομοίωση λειτουργίας του ταμιευτήρα του φράγματος αυτού για 9 διαφορετικά σενάρια με βάση διαθέσιμα δεδομένα για μια περίοδο 32 συνεχόμενων υδρολογικών ετών (1978-2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

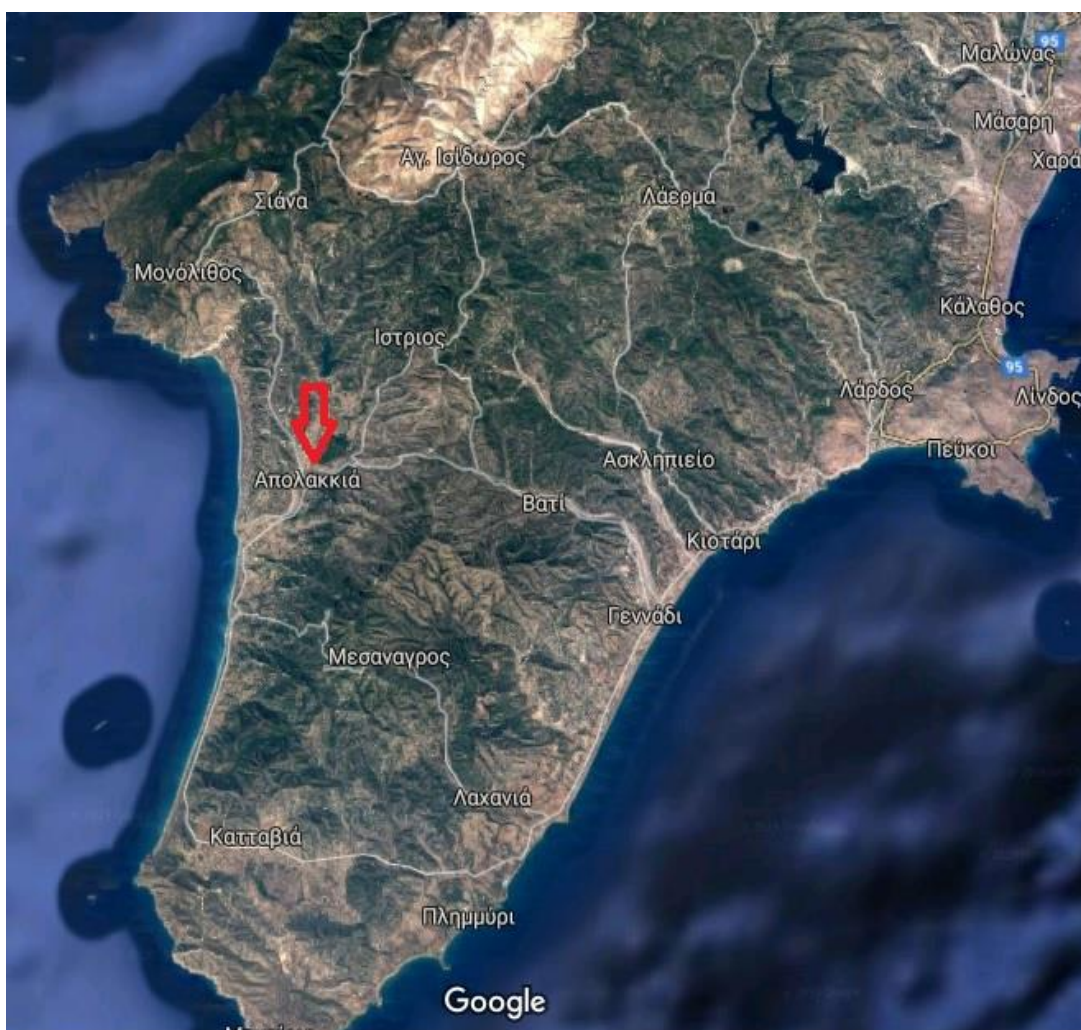
Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν με βάση όλα τα παραπάνω.

Στο τέλος της διπλωματικής εργασίας υπάρχουν παραρτήματα, στα οποία παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς επίσης και τα στοιχεία που παράχθηκαν.

Κεφάλαιο 2

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο οικισμός Απολακκιά και το ομώνυμο φράγμα βρίσκονται στο δυτικό-νοτιοδυτικό άκρο της νήσου Ρόδου, σχεδόν αντιδιαμετρικά της πόλεως της Ρόδου και σε απόσταση 80 χλμ. περίπου από αυτήν, μέσω του παραλιακού δρόμου Λίνδου-Γενναδίου. Η γύρω περιοχή είναι πεδινή ως λοφώδης, με άριστες κλιματολογικές συνθήκες για την ανάπτυξη καλλιεργειών υψηλής απόδοσης.



Σχήμα 2.1: Χάρτης νότιας Ρόδου

Με βάση την Οριστική Μελέτη του φράγματος, προβλέπεται η άρδευση έως και 10.500 στρεμμάτων καθαρών εκτάσεων της κτηματικής περιοχής της Απολακκιάς Ρόδου από τα νερά του χειμάρρου Απολακκιάτη, που θα αποθηκεύονται σε αυτό. Στη θέση του φράγματος η λεκάνη απορροής φθάνει να συγκεντρώνει από 4 έως 8.000.000 m³ νερού από τις όχι και τόσο πλούσιες βροχοπτώσεις της ανάντη λεκάνης απορροής.

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Από το 1937 οι Ιταλοί είχαν αρχίσει εργασίες για ένα φράγμα στην περιοχή, του οποίου όμως οι εργασίες σταμάτησαν το 1942 λόγω ελλείψεως πιστώσεων. Μετά την απελευθέρωση της Δωδεκανήσου συνεχίστηκαν τα έργα και συμπληρώθηκε ένα τμήμα του αρχικού προφράγματος που είχαν αρχίσει οι Ιταλοί. Με διάφορες μικροεργολαβίες παρέμεινε το μικρό πρόφραγμα και προς τα ανάντη ανοίχτηκαν μερικά φρέατα, τα οποία συγκέντρωναν μια παροχή περίπου 40 L/s, η οποία μεταφερόταν στην κοινότητα με ένα δίκτυο τσιμενταυλάκων μήκους περίπου 12 km.

Το 1961, στην εισηγητική έκθεση της σχετικής προμελέτης προτάθηκε η κατασκευή φράγματος αποθήκευσης νερού. Η εισηγητική έκθεση εγκρίθηκε και η απόφαση προέβλεπε την εκτέλεση γεωλογικών ερευνητικών εργασιών για να διαπιστωθεί η στεγανότητα της τεχνητής λίμνης και η ευστάθεια εν γένει του φράγματος, την εκτέλεση τοπογραφικών διαγραμμάτων, την εγκατάσταση βροχομέτρου στην Απολακκιά και την εκπόνηση εδαφολογικής μελέτης των κατάντη εκτάσεων που θα μπορούσαν να αρδευτούν.

Αρχικά, οι γεωλόγοι έκριναν από την επιφανειακή εποπτεία ότι οι συνθήκες για την κατασκευή του φράγματος δεν ήταν ευνοϊκές και έτσι ανεστάλη η περαιτέρω εκπόνηση της προμελέτης. Κατά το 1964 ο γεωλόγος-σύμβουλος του Υπουργείου Γεωργίας σε εκτενή έκθεσή του γνωστοποίησε στην υπηρεσία ότι ευσταθεί γεωλογικά η κατασκευή του φράγματος και με απόφαση του Υπουργείου ξαναδραστηριοποιήθηκε η υπόθεση το 1965, με την έγκριση πιστώσεων για την εκτέλεση γεωτρήσεων προς εξακρίβωση της κατ' αρχήν γεωλογικής ευστάθειας του φράγματος.

Στη συνέχεια ανατέθηκε η εκπόνηση της εδαφολογικής μελέτης και η εγκατάσταση βροχομετρικού σταθμού στο χωριό της Απολακκιάς και υδρομετρικού σταθμού στη θέση του φράγματος.

Κατά την περίοδο 1968-1974 η προσπάθεια του δικτατορικού καθεστώτος στράφηκε στην χρηματοδότηση των ξενοδοχειακών μονάδων της Ρόδου, με αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί η βασικότερη επένδυση του πρωτογενή τομέα. Η μελέτη σταμάτησε και οι τοπικές υπηρεσίες αφαίρεσαν το βροχόμετρο και το υδρόμετρο από την Απολακκιά και τον χείμαρρό της, με αποτέλεσμα να χαθούν 10 πολύτιμα χρόνια μετρήσεων.

Ωστόσο το 1975 προγραμματίστηκε η εκπόνηση της Οριστικής Μελέτης και το 1976 υπογράφηκε η σύμβαση.

Αμέσως μετά την εγκριτική απόφαση άρχισε η γεωλογική χαρτογράφηση, πραγματοποιήθηκαν μερικές γεωτρήσεις και μεταφέρθηκαν βροχόμετρο και βροχογράφος για εγκατάσταση στο χωριό Απολακκιά και σταθμήμετρο με σταθμηγράφο για εγκατάσταση στο χείμαρρο Απολακκιώτη, στη θέση του προφράγματος των Ιταλών.

Το 1977 λήγουν οι γεωτεχνικές εργασίες της 1^{ης} φάσης και υποβάλλονται πλήρη στοιχεία, εκθέσεις, σχέδια, καθώς επίσης και ένα πρόγραμμα γεωτεχνικών εργασιών για την 2^η φάση.

Η τεχνική μελέτη πλέον αφορά την λύση του θέματος του υπερχειλιστή. Οι νέες γεωτεχνικές εργασίες της 2^{ης} φάσης περατώνονται το 1979 και υποβάλλονται τα σχετικά τεύχη και τα σχέδια (Κωνσταντινίδης, 1979).

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Το κατασκευασθέν φράγμα και ο ταμιευτήρας Απολακκιάς έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Εμβαδόν ανάντη λεκάνης απορροής :	48 km ²
Υψόμετρο κατώτατο (πυθμένα):	+ 75m
Υψόμετρο υδροληψίας (κατώτατη στάθμη):	+ 87m
Ανώτατη κανονική στάθμη:	+ 105m
Ανώτατη πλημμυρική στάθμη:	+ 106,7m
Υψόμετρο στέψεως:	+ 109m
Νεκρή χωρητικότητα (στα 87m):	0,7*10 ⁶ m ³
Ωφέλιμη χωρητικότητα:	7,4*10 ⁶ m ³
Συνολική χωρητικότητα:	8,1*10 ⁶ m ³
Επιφάνεια λίμνης στα 105m:	740 στρεμμ.
Επιφάνεια λίμνης στα 106,7m:	800 στρεμμ.
Μόνιμα κατακλυζόμενη έκταση:	160 στρεμμ.

Κεφάλαιο 3

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.1.1 Γενικές Πληροφορίες

Αρχικά η συλλογή δεδομένων τοπογραφικού-υψομετρικού χαρακτήρα (ισούψεις καμπύλες, ακτογραμμές), καθώς και υδρολογικού χαρακτήρα (λεκάνη απορροής, υδρογραφικό δίκτυο), αποτέλεσαν κύριο μέλημα. Η συλλογή, καθώς και η επεξεργασία, διαχείριση και αναπαράσταση των δεδομένων αυτών αποτελούν σήμερα, χάρη στην ανάπτυξη της Πληροφορικής, απλοποιημένες διαδικασίες υποστηριζόμενες από τα αντίστοιχα λογισμικά. Πιο συγκεκριμένα, στο προκείμενο έγινε χρήση του λογισμικού AutoCAD Map 3D 2015.

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν δύο φύλλα χάρτη της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, κλίμακας 1:50000¹, τα οποία καλύπτουν εξ ολοκλήρου την υδρολογική λεκάνη του φράγματος της Απολακκιάς, και τα οποία βρέθηκαν μετά από σχετική διερεύνηση σύμφωνα με τα όρια του υδροκρίτη της λεκάνης απορροής. Όλα τα παραπάνω φύλλα λήφθηκαν σε αναλογική μορφή. Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν με τη βοήθεια scanner από το Κέντρο Γεωπληροφορικής της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ.

Στο τέλος της όλης διαδικασίας τα εξαχθέντα στοιχεία ήταν:

- Η χάραξη του υδροκρίτη
- Η χάραξη του υδρογραφικού δικτύου
- Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής
- Το μέσο και διάμεσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής
- Υψομετρική πληροφορία για κάθε σημείο της λεκάνης (ισούψεις καμπύλες)

¹ Χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα χάρτη με ονομασίες Γεννάδη και Έμπωνας με σύστημα συντεταγμένων Hatt.

3.1.2 Ψηφιοποίηση των Χαρτών της ΓΥΣ.

Ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο για την συνέχεια της διπλωματικής εργασίας ήταν αυτό της δημιουργίας του σωστού ψηφιακού υποβάθρου. Το ψηφιακό υπόβαθρο δημιουργήθηκε στο λογισμικό AutoCAD Map 3D 2015, στο οποίο αρχικά τα 2 φύλλα χάρτη δεν αποτελούσαν τίποτα άλλο παρά μόνο 2 ασύνδετες μεταξύ τους εικόνες.

Αρχικά, έγινε η μετατροπή των συντεταγμένων κάποιων σημείων από το σύστημα Hatt στο τρέχον σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, το ΕΓΣΑ'87, με τη βοήθεια ενός προγράμματος που χρησιμοποιεί τους πολυωνυμικούς συντελεστές της ΓΥΣ. Κατά προσέγγιση χρησιμοποιήθηκαν 10 σημεία σε κάθε φύλλο χάρτη, δηλαδή 20 σημεία συνολικά.

Στην συνέχεια επιτεύχθηκε η γεωαναφορά των εικόνων με το AutoCAD Map 3D 2015, μέσω της εντολής Addersheet. Έτσι λοιπόν τα δύο φύλλα χάρτη ενώθηκαν, απέκτησαν κοινό σύστημα αναφοράς και αποκαταστάθηκε η κλίμακα, η στροφή και η μετάθεση. Το αποτέλεσμα της προσπάθειας αυτής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Σχήμα 3.1: Σύνδεση Φύλλων Χάρτη σε σύστημα ΕΓΣΑ'87

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας ήταν η ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου, του κύριου υδατορεύματος, καθώς και των συμβολών του, τα οποία και τοποθετήθηκαν στο ίδιο θεματικό επίπεδο (layer). Το στάδιο αυτό βοήθησε στο να καταστούν εμφανή τα όρια του υδροκρίτη της λεκάνης απορροής και η χάραξή του

έγινε με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μην τέμνει τις ισοϋψείς. Για την εξαγωγή του μήκους του υδροκρίτη καθώς και του εμβαδού της λεκάνης απορροής, δημιουργήθηκε ένα αντικείμενο τύπου ' polyline ' . Η ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών έγινε ανά 100m.

3.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

3.2.1 Γεωμορφολογία

- *Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής*

Η αριθμητική έκφραση των μορφολογικών χαρακτηριστικών μιας λεκάνης απορροής είναι αναγκαία για την πλήρη κατανόηση των διάφορων διεργασιών που συμβαίνουν μέσα σε αυτή. Από τις διεργασίες αυτές οι σπουδαιότερες είναι: η δημιουργία της απορροής από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, η διάβρωση του εδάφους, οι γεωλισθήσεις και γεωκατακρημνίσεις κ.α. Η γνώση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης βοηθά εκτός από την μελέτη, και στην πρόβλεψη των μελλοντικών διεργασιών, καθώς και εκείνων που έλαβαν χώρα στο παρελθόν (Gregory and Walling, 1983). Οι παραπάνω διεργασίες όμως επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και από τα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου. Για τους λόγους αυτούς στη συνέχεια περιγράφονται και αναλύονται τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του φράγματος της Απολακκιάς.

- *Μέγεθος λεκάνης απορροής*

Το μέγεθος της λεκάνης απορροής έχει σημασία αφού επηρεάζει γενικά τόσο την συνολική απορροή (wateryield) στη έξοδό της, όσο και το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και κατά συνέπεια, το σχήμα του υδρογραφήματος (Τσακίρης, 2013). Η παραπάνω σχέση δεν είναι βέβαια γραμμική αφού τα γεωλογικά, εδαφικά και άλλα χαρακτηριστικά της λεκάνης κατά κανόνα διαφέρουν. Η σχέση που αναφέρθηκε θα ήταν γραμμική αν τα προηγούμενα χαρακτηριστικά ήταν της ίδιας κατηγορίας και επιπλέον, η κατακρήμνιση ήταν ομοιόμορφη σε ολόκληρη την επιφάνεια της λεκάνης.

Η σχέση «μεγέθους λεκάνης και απορροής» χρειάζεται επιπλέον ιδιαίτερη προσοχή, αφού το μέγεθος της λεκάνης επηρεάζει όλους τους άλλους παράγοντες που συνδέονται με αυτή. Πιο συγκεκριμένα, η κλίση της λεκάνης αυξάνει όσο μειώνεται το μέγεθος αυτής, ενώ η ειδική παροχή ($m^3/s/km^2$) μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους της λεκάνης. Για τους λόγους αυτούς η σχέση μεγέθους λεκάνης και απορροής δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως.

Το μέγεθος μιας λεκάνης απορροής μπορεί να κυμαίνεται από λίγα m^2 μέχρι χιλιάδες km^2 . Πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη ότι το μέγεθος της λεκάνης μεταβάλλεται και εξαρτάται από το σημείο της κοίτης το οποίο ορίζεται ως το στόμιο

εξόδου της λεκάνης. Έτσι το μέγεθος μειώνεται όσο προχωράμε από τις εκβολές του υδατορεύματος στη θάλασσα (ανοικτή λεκάνη απορροής) προς τις πηγές του.

Η εκτίμηση του μεγέθους της λεκάνης απορροής της Απολακκιάς έγινε με την διαδικασία που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Το μέγεθος της συνολικής λεκάνης, συμπεριλαμβανομένης της έκτασης του ταμιευτήρα του φράγματος, υπολογίσθηκε στα 106,4 km². Το μέγεθος της λεκάνης απορροής ανάντη της θέσης του φράγματος της Απολακκιάς προέκυψε ίσο με 48 km².

- *Σχήμα της Λεκάνης Απορροής*

Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και επομένως, το μέγεθος της παροχής που παρατηρείται στο κατά περίπτωση στόμιο εξόδου της λεκάνης (Gregory and Walling, 1983; Garg, 1987). Πιο συγκεκριμένα, επιμήκεις λεκάνες απορροής έχουν και μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης από ριπιδοειδείς, ή κυκλικές ή απιοειδείς και κατά συνέπεια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι πρώτες εμφανίζουν μικρότερες αιχμές παροχής.

Για τον προσδιορισμό του σχήματος της λεκάνης έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφοροι δείκτες, όπως ο δείκτης CRAVELIUS. Πιο συγκεκριμένα, ο Cravelius (Horton, 1932) χρησιμοποίησε τον δείκτη συγκέντρωσης (compactness) για να εκφράσει το σχήμα της λεκάνης, ο οποίος δίνεται από την εξίσωση:

$$K_c = \frac{\text{Περίμετρος λεκάνης } P \text{ με εμβαδόν } A}{\text{Περίμετρος κύκλου με ίσο εμβαδόν } A} \quad (3.1)$$

Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται επίσης:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad (3.2)$$

Συνεπώς για κυκλική λεκάνη $K_c=1$.

Ο Horton χρησιμοποίησε αργότερα τον δείκτη μορφής της λεκάνης (form factor) που δίνεται από την εξίσωση:

$$F = \left(\frac{A}{L^2} \right) \quad (3.3)$$

Όπου:

F: ο λόγος μήκους προς πλάτος

A: εμβαδόν λεκάνης (km²)

L: μήκος λεκάνης (km)

Για την κυκλικότητα (basin circularity) και την επιμήκυνση (elongation) της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν από τους Miller και Sctiumm αντίστοιχα οι παρακάτω δείκτες (Tauer and Humborg, 1992):

$$\text{Κυκλικότητα λεκάνης } R_c = \frac{\text{Εμβαδόν της λεκάνης } A}{\text{Εμβαδόν κύκλου } A_c \text{ με την ίδια περίμετρο}} \quad (3.4)$$

$$\text{Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται με: } R_c = \frac{4\pi A}{P^2} \quad (3.5)$$

Όπου P η περίμετρος της λεκάνης απορροής.

$$\text{Επιμήκυνση λεκάνης } R_L = \frac{\text{Διάμετρος κύκλου με εμβαδόν ίσο με εκείνο της λεκάνης}}{\text{Μήκος της λεκάνης παράλληλα με το κύριο ρεύμα}} \quad (3.6)$$

$$\text{Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται με } R_L = \frac{2(\sqrt{A})}{L} \quad (3.7)$$

Λόγω του ό,τι στους δείκτες που προηγήθηκαν απαιτείται το μήκος της λεκάνης απορροής, που σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι μονοσήμαντο ή ακριβώς προσδιορίσιμο, καθώς και ότι κατά τη μέτρηση του μήκους παράλληλα με το κύριο υδατόρευμα δεν λαμβάνονται υπόψη τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη σχέση βροχόπτωσης-απορροής (π.χ. μαιανδρισμός), στην εργασία αυτή υπολογίστηκε ο δείκτης K_c από την σχέση 3.1, ίσος με 1,36.

$$K_c = \frac{\text{Περίμετρος λεκάνης } P \text{ με εμβαδόν } A}{\text{Περίμετρος κύκλου με ίσο εμβαδό } A} = \frac{33714,988}{24772,408} = 1,36$$

- *Υψόμετρο της Λεκάνης Απορροής*

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής έχει άμεση σχέση τόσο με τα κατακρημνίσματα που αυτή δέχεται, όσο και με τις θερμοκρασίες που επικρατούν σ' αυτήν (Τσακίρης, 2013). Πιο συγκεκριμένα, τα κατακρημνίσματα αυξάνονται, όσο αυξάνεται το υψόμετρο της λεκάνης. Η αύξηση αυτή ωστόσο παρατηρείται έως το υψόμετρο των 2000m περίπου, ενώ, όσο ανεβαίνουμε σε υψόμετρα μεγαλύτερα από αυτό, παρατηρείται ελάττωση. Σε αντίθεση με τα κατακρημνίσματα, η θερμοκρασία μειώνεται με το υψόμετρο. Η άμεση σχέση του υψομέτρου της λεκάνης απορροής με τα κατακρημνίσματα και τη θερμοκρασία, συντελεί και στον επηρεασμό της απορροής από το υψόμετρο. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερο ύψος κατακρημνισμάτων συντελεί στην αύξηση της απορροής και χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται ελάττωση ή αύξηση της εξάτμισης αντίστοιχα. Η θερμοκρασία καθορίζει επίσης και το ποσοστό των κατακρημνισμάτων που πέφτει με τη μορφή χιονιού,

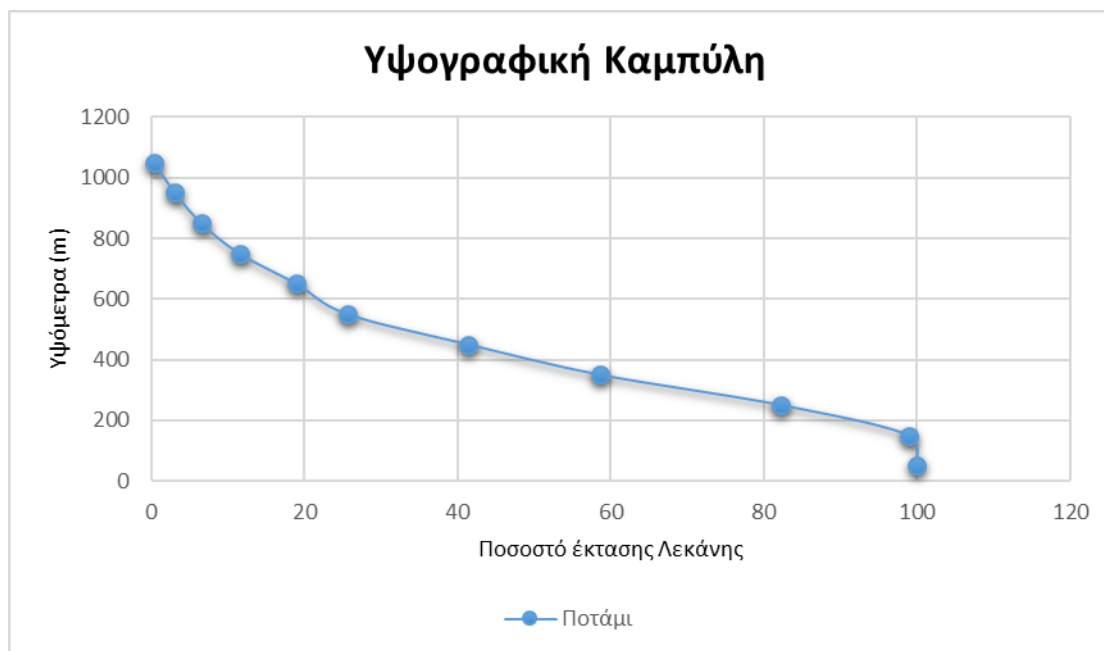
καθώς και τη διάρκεια παραμονής του στο έδαφος. Είναι επομένως προφανές πως οι συνθήκες αυτές επηρεάζουν σημαντικά την απορροή στην έξοδο της λεκάνης.

Από τα διάφορα υψόμετρα της λεκάνης, πιο σημαντικά θεωρούνται:

- Το μέσο υψόμετρο
- Η διάμεση τιμή
- Το μέγιστο και το ελάχιστο υψόμετρο

Το μέγιστο και το ελάχιστο υψόμετρο προσδιορίζονται εύκολα με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών ή με απ' ευθείας μετρήσεις. Για τον προσδιορισμό της διάμεσης τιμής είναι αναγκαία η χάραξη της υψογραφικής καμπύλης της λεκάνης. Πρόκειται για την καμπύλη που χαράσσεται σε σύστημα συντεταγμένων με τεταγμένη κάθε φορά το υψόμετρο και τετμημένη το ποσοστό της επιφάνειας της λεκάνης που βρίσκεται πάνω από το κάθε υψόμετρο. Η διάμεση τιμή του υψομέτρου λαμβάνεται τελικά από μια τέτοια καμπύλη και ισούται με την τιμή του υψομέτρου που αντιστοιχεί σε ποσοστό έκτασης λεκάνης ίσο με 50%.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η υψογραφική καμπύλη της λεκάνης απορροής :



Σχήμα 3.2: Υψογραφική καμπύλη της λεκάνης απορροής Απολακκιάς ανάντη φράγματος.

Τέλος, για τον προσδιορισμό του μέσου υψομέτρου της λεκάνης απορροής απαιτείται η διαίρεση της λεκάνης σε υποπεριοχές και ο υπολογισμός του μέσου υψομέτρου καθεμιάς από αυτές. Ως τέτοιες υποπεριοχές ελήφθησαν αυτές που

περιλαμβάνονται ανάμεσα από δύο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες, το μέσο υψόμετρο των οποίων προκύπτει ως ο αριθμητικός μέσος όρος του υψομέτρου των δύο καμπυλών. Στη συνέχεια, το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Z_m = \frac{\sum(Z_i A_i)}{\sum A_i} \quad (3.8)$$

Όπου:

Z_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)

Z_i : το μέσο υψόμετρο κάθε υποπεριοχής (m)

A_i : το εμβαδόν κάθε υποπεριοχής (km²)

Συγκεντρωτικά, τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος της Απολακιάς, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής

Έκταση (km²)	48
Περίμετρος (km)	55,3
Μέγιστο Υψόμετρο (m)	1063
Μέσο Υψόμετρο (m)	397
Ελάχιστο Υψόμετρο (m)	75
Διάμεσο Υψόμετρο (m)	356,5

- *Πυκνότητα Υδρογραφικού Δικτύου*

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής αποτελεί χαρακτηριστικό μεγάλης σπουδαιότητας, αφού συνδέεται άμεσα με τις διεργασίες που παρατηρούνται σ' αυτήν. Πιο συγκεκριμένα, λεκάνες απορροής με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο δημιουργούν υψηλές πλημμυρικές αιχμές στο σημείο εξόδου και επίσης μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών (Gregory and Walling 1983, Dunne and Leopold 1978). Επιπλέον, η μεγάλη πυκνότητα συνδέεται με επιφάνειες της λεκάνης μεγάλων κλίσεων.

Για την ποσοτική έκφραση της πυκνότητας του υδρογραφικού δικτύου, έχει επικρατήσει η χρήση του δείκτη εκείνου ο οποίος εκφράζει το μήκος των υδατορευμάτων ανά μονάδα επιφάνειας της λεκάνης απορροής.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A} \quad (3.9)$$

Όπου: D_d : πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (km/km²)

ΣL_i : συνολικό μήκος των υδατορευμάτων (km)

A : εμβαδόν λεκάνης απορροής (km²)

Παρακάτω φαίνεται ψηφιακά το υδρογραφικό δίκτυο της συνολικής λεκάνης απορροής του χειμάρρου Απολακκιάτη, καθώς και στην υπολεκάνη ανάντη του φράγματος. Η πυκνότητά του ανέρχεται σε 0,56 km/km² ανάντη του φράγματος.



Σχήμα 3.3: Υδρογραφικό Δίκτυο της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Απολακκιώτη

Από τα χαρακτηριστικά του κύριου υδατορεύματος της λεκάνης απορροής που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για διερεύνηση, είναι το συνολικό μήκος και η κλίση του, αφού αυτά καθορίζουν το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει η απορροή στο στόμιο εξόδου της λεκάνης.

Ως κλίση της μισγάγγειας του κύριου υδατορεύματος χρησιμοποιείται η μέση τιμή της, που υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$I_m = \frac{\Delta H}{L} \quad (3.10)$$

Όπου I_m : η μέση κλίση

ΔH : η υψομετρική διαφορά μεταξύ υψηλότερου και χαμηλότερου σημείου της μισγάγγειας (km)

L : η οριζόντια απόσταση του συνολικού μήκους της μισγάγγειας του κυρίου υδατορεύματος (km)

Από την ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος, μέσω του προγράμματος AutoCAD Map 3D 2015 προέκυψε ότι:

$$I_m = \frac{\Delta H}{L} = \frac{1063 - 75}{14201,46} = 0,07 = 7\% \text{ και συνολικό μήκος χειμάρρου } 14201,46 \text{ m. ή } 14,2 \text{ km.}$$

3.2.2 Γεωλογία-Χρήσεις Γης

Στο βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής και πάνω από τον οικισμό Σιάνα, εμφανίζονται ασβεστόλιθοι κρητιδικοί, οι οποίοι καλύπτουν περίπου το 20% της λεκάνης απορροής. Συνδέονται με μια ζώνη φλυσχοειδών σχηματισμών, που εκτείνεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά και καλύπτει το 24% της λεκάνης και το υπόλοιπο κεντρικό και νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής καλύπτεται από ιλυομάργες κροκαλομιγείς, με μικρές εμφανίσεις συμπαγούς κροκαλοπαγούς.

Οι ασβεστόλιθοι είναι διαπερατοί και τα νερά που πέφτουν σε αυτούς διηθούνται σχεδόν στο σύνολό τους σε πολύ βαθύτερους ορίζοντες και μπορεί να θεωρηθεί ότι χάνονται για τη λεκάνη απορροής. Ακόμα, η συμπαγής φύση τους δεν δημιουργεί προβλήματα διαβρώσεων και στερεοπαροχής.

Οι φλυσχοειδείς σχηματισμοί είναι κυρίως σχιστόλιθοι με στρώσεις ψαμμίτη και είναι αρκετά συνεκτικοί. Από άποψη υδρογεωλογική οι σχηματισμοί αυτοί είναι αδιαπέρατοι. Οι περιορισμένες διηθήσεις στον επιφανειακό μανδύα των σχηματισμών αυτών, αποδίδονται στο φυσικό υδρογραφικό δίκτυο με το έντονο ανάγλυφο. Οι μεγάλες κλίσεις τους ευνοούν την επιφανειακή διάβρωση φερτών υλικών, κυρίως αμμοκροκάλων.

Μέσα σε αυτές τις εκτάσεις υπάρχουν διάσπαρτα αρκετά ελαιόδεντρα και οπωροφόρα δέντρα.

Η μεγαλύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής ανήκει στην κοινότητα της Απολακκιάς. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων (περίπου το 90%) ασχολείται αποκλειστικά με την γεωργία, ενώ η κτηνοτροφία είναι περιορισμένη.

3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.3.1 Σκοπός

Η ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίστηκε πάνω στις μετρήσεις της βροχόπτωσης, καθώς και στη μέτρηση της θερμοκρασίας στην γύρω περιοχή, με σκοπό την εκτίμηση της μέσης μηνιαίας επιφανειακής βροχόπτωσης και της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, ανηγμένες στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος.

Με στόχο τα παραπάνω έγιναν οι εξής ενέργειες:

- Υπολογισμός ετήσιων τιμών βροχόπτωσης και θερμοκρασίας
- Υπολογισμός των συντελεστών συσχέτισης μηνιαίων και ετήσιων τιμών βροχόπτωσης για τα ζεύγη των σταθμών και επιλογή σταθμού βάσης
- Σχεδίαση διπλής αθροιστικής καμπύλης των ετήσιων τιμών για το ζεύγος των διατιθέμενων σταθμών, με στόχο τον τελικό έλεγχο ομογένειας των παρατηρήσεων
- Συμπλήρωση των ελλειπουσών μηνιαίων τιμών υψών βροχόπτωσης
- Υψομετρική αναγωγή των δειγμάτων επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής

Τα βήματα αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

3.3.2 Δεδομένα Βροχομετρικών και Μετεωρολογικών Σταθμών

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής συλλέχτηκαν τα διαθέσιμα βροχομετρικά δεδομένα δύο σταθμών της περιοχής (Απολακκιάς και Σιάνας), έτσι ώστε να καλύπτουν ολόκληρη τη λεκάνη απορροής και οι μετρήσεις θερμοκρασίας από ένα σταθμό (Ρόδου).

Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν από τις εξής υπηρεσίες:

- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
- ΔΕΥΑ Ρόδου

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σταθμοί παρατηρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους

Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά Σταθμών Παρατηρήσεων

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΤΙΜΗ
		Μήκος Πλάτος		
ΑΠΟΛΑΚΚΙΑ	30	27°47' 36°04'	1978-2010	521,31 (mm)
ΣΙΑΝΑ	453	27°47'36°09'	1985-2010	414,25 (mm)
ΡΟΔΟΣ	7	28°09' 36°40'	1978-2010	19,51 (°C)

3.3.3 Συντελεστές Συσχέτισης

Για την επιλογή του καταλληλότερου σταθμού βάσης όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για το αν κάποιος σταθμός έχει ελεγχθεί για την ομογένεια του, υπολογίζεται αρχικά ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης ανά δύο σταθμούς σύμφωνα με τον τύπο:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3.11)$$

Όπου x και y αναφέρονται στα βροχομετρικά δεδομένα του σταθμού βάσης και του εξεταζόμενου σταθμού αντίστοιχα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι σταθμοί είναι δύο, οπότε ως σταθμός βάσης ορίστηκε αυτός που διαθέτει τα περισσότερα δεδομένα, δηλαδή στο προκείμενο, της Απολακκιάς (Πίνακας 3.2).

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα της διερεύνησης της συσχέτισης σε μηνιαία και ετήσια βάση για τους δύο διαθέσιμους βροχομετρικούς σταθμούς της περιοχής του φράγματος Απολακκιάς και για το κοινό χρονικό μήκος παρατηρήσεων (1985-2010).

Πίνακας 3.3: Συντελεστές Συσχέτισης Βροχομετρικών Σταθμών

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΠΟΛΑΚΚΙΑ													
ΣΙΑΝΑ	0,91	0,90	0,84	0,70	0,89	0,78	0,92	0,91	--	--	--	0,87	0,82

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι δύο σταθμοί έχουν αρκετά έως πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ τους ($r \geq 0,7$), τόσο σε μηνιαία όσο και σε ετήσια βάση, πλην των θερινών μηνών, όπου οι τιμές και στους δύο σταθμούς ήταν μηδενικές για τους μήνες αυτούς.

3.3.4 Έλεγχος Ομογένειας Βροχομετρικών Δεδομένων

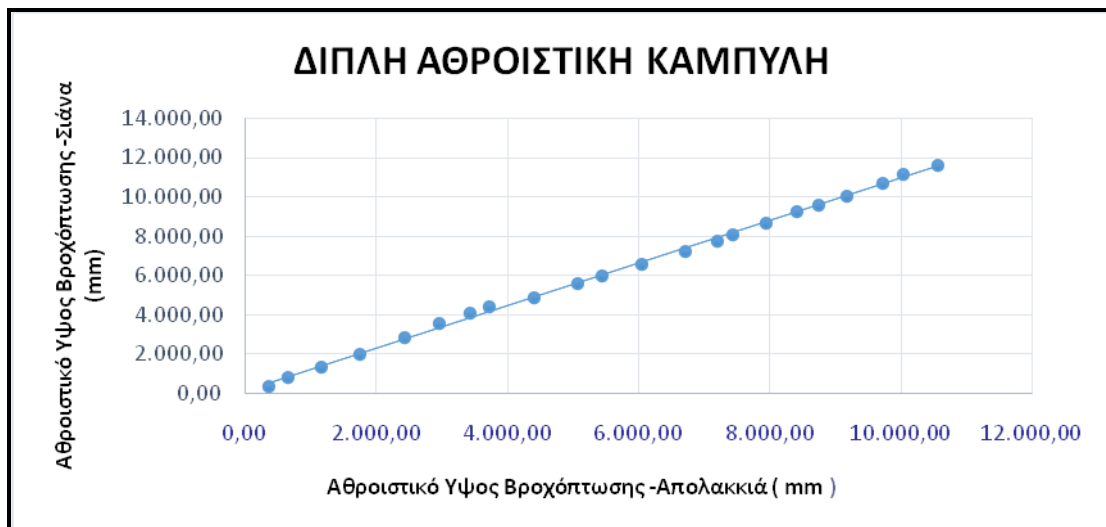
Οι έλεγχοι ομογένειας υδρολογικών χρονοσειρών (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1997, σ.107-119) είναι εμπειρικές τεχνικές εντοπισμού τεχνητών αλλαγών στις συνθήκες μέτρησης (π.χ. λόγω αντικατάστασης ή μεταφοράς του οργάνου), οι οποίες επηρεάζουν συστηματικά το αποτέλεσμα της μέτρησης. Οι εν λόγω έλεγχοι αποσκοπούν στη συνόρθωση των δεδομένων, δηλαδή στην τροποποίηση των μετρήσεων με τρόπο ώστε να αρθούν οι συνέπειες των συστηματικών σφαλμάτων. Επιπλέον, αποτελούν μια αξιόπιστη μέθοδο αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων. Η πλέον διαδεδομένη τεχνική για έλεγχο ομογένειας βροχομετρικών δεδομένων βασίζεται στην διπλή αθροιστική καμπύλη (double mass curve), που είναι μια εύχρηστη ημιεμπειρική μέθοδος, η οποία εφαρμόζεται για τα ετήσια ύψη βροχόπτωσης. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τη γραφική απεικόνιση της σημειοσειράς που προκύπτει από τα αθροιστικά ετήσια ύψη βροχόπτωσης δύο σταθμών, αφού τα τελευταία μετατραπούν σε αθροιστικές χρονοσειρές. Στον οριζόντιο άξονα παρίσταται το αθροιστικό ύψος βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού βάσης, ο οποίος θεωρείται αξιόπιστος, ενώ στον κατακόρυφο άξονα παρίστανται τα αντίστοιχα αθροιστικά ύψη του υπό έλεγχο σταθμού. Στην περίπτωση που οι μετρήσεις του υπό έλεγχο σταθμού κριθούν ομογενείς, η σημειοσειρά σχηματίζει μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων, διαφορετικά παρουσιάζονται θλάσεις ή άλματα οι οποίες σηματοδοτούν την έναρξη της αλλαγής των συνθηκών μέτρησης. Η διόρθωση γίνεται με έναν διορθωτικό συντελεστή λ , ο οποίος υπολογίζεται από την σχέση $\lambda = \frac{\tan \omega}{\tan \varphi}$, όπου $\tan \omega$ και $\tan \varphi$ οι κλίσεις των δύο τεμνόμενων ευθειών κατά τη σύγκριση ανομοιογενούς δείγματος με άλλο ομογενές.

Η συνόρθωση πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή. Εφόσον η αλλαγή στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της καμπύλης είναι εμφανώς εντοπισμένη και πολύ περισσότερο, μπορεί να ερμηνευτεί με βάση το ιστορικό της λειτουργίας του σταθμού, η εφαρμογή θεωρείται αξιόπιστη. Διαφορετικά, αν η γεωμετρία της διπλής αθροιστικής καμπύλης παρουσιάζει τυχαία και μη συστηματική μορφή, τότε τα σφάλματα μέτρησης είναι μη συστηματικά, και δεν έχει νόημα η διαδικασία συνόρθωσης.

Η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη όταν ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης για τα ετήσια δείγματα είναι υψηλός ($r \geq 0.7$). Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι η τιμή του συντελεστή r , τόσο καλύτερη η συσχέτιση που παρουσιάζουν τα δεδομένα των εξεταζόμενων σταθμών.

Στην περίπτωση που δεν καλύπτεται η συνθήκη ($r \geq 0.7$), η διαδικασία συνεχίζεται εφόσον καλύπτεται ο κρίσιμος συντελεστής συσχέτισης από την σχέση $r_c = \frac{2}{\sqrt{n}}$, όπου n ο αριθμός των ετών κοινής λειτουργίας των δύο σταθμών.

Για τη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Απολακκιάτη ανάντη του φράγματος σχεδιάστηκε η αθροιστική καμπύλη των ετήσιων υψών βροχόπτωσης για τους διαθέσιμους βροχομετρικούς σταθμούς της περιοχής. Ως σταθμός βάσης επιλέχθηκε ο σταθμός Απολακκιάς που είναι ο πληρέστερος. Παρακάτω διατίθεται το διάγραμμα για το ζεύγος των σταθμών Απολακκιά-Σιάνα για το κοινό τους χρονικό μήκος.



Σχήμα 3.4: Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης την Απολακκιά και ελεγχόμενο σταθμό την Σιάνα για την κοινή χρονική περίοδο 1985-86 έως 2009-10.

Στο προκείμενο διαπιστώνεται ότι αποκλίσεις από την ευθεία δεν υφίστανται, άρα τα δεδομένα των δύο σταθμών για την κοινή περίοδο παρατηρήσεων κρίνονται ομογενή.

3.3.5 Συμπλήρωση Βροχομετρικών Παρατηρήσεων

Όταν λείπουν παρατηρήσεις από τον σταθμό που ελέγχεται, οι παρατηρήσεις αυτές μπορούν να συμπληρωθούν με τη βοήθεια γειτονικών σταθμών που διαθέτουν πλήρη δεδομένα και έχουν ελεγχθεί για την ομογένεια των δεδομένων τους και για το βαθμό συσχέτισης με τα δεδομένα του υπό συμπλήρωση σταθμού.

Η συμπλήρωση των βροχομετρικών παρατηρήσεων μπορεί να γίνει με βάση τη γραμμική συσχέτιση των παρατηρήσεων του προς συμπλήρωση σταθμού με άλλο σταθμό βάσης, εφόσον ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης είναι ιδιαίτερα ισχυρός ($r > 0,8$). Στο προκείμενο τα ελλείποντα στοιχεία του σταθμού της Σιάνας για την

χρονική περίοδο 1978-1985 συμπληρώθηκαν από τα αντίστοιχα του σταθμού της Απολακκιάς με βάση την παραπάνω μέθοδο (Παράρτημα Ι).

3.3.6 Υπολογισμός Επιφανειακής Βροχόπτωσης

Μετά τον έλεγχο της ομογένειας και την συμπλήρωση των βροχομετρικών δεδομένων των σταθμών της λεκάνης απορροής, έγιναν οι υπολογισμοί του μέσου βροχομετρικού ύψους και της μέσης θερμοκρασίας για κάθε διαθέσιμο σταθμό (σε μηνιαία και ετήσια βάση).

Όσον αφορά στην «μεταφορά» της πληροφορίας «σημιακό ύψος βροχόπτωσης» διαφορετικών σταθμών μετρήσεων στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής, παρουσιάζονται παρακάτω οι κυριότερες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την επιφανειακή ολοκλήρωση, όπως αποκαλείται, του ύψους βροχόπτωσης.

- Μέθοδοι Άμεσης Ολοκλήρωσης
- Μέθοδος Αριθμητικού Μέσου
- Μέθοδος των Πολυγώνων Thiessen (Thiessen and Alter, 1911)
- Μέθοδος των Δύο Αξόνων
- Μέθοδος Προσαρμογής Επιφάνειας

Από τις παραπάνω μεθόδους επελέγη στην παρούσα διπλωματική η μέθοδος των πολυγώνων Thiessen, της οποίας το θεωρητικό υπόβαθρο παρουσιάζεται παρακάτω.

3.3.6.1 Μέθοδος των Πολυγώνων Thiessen

Με αυτή τη μέθοδο κατασκευάζονται πολύγωνα, τα οποία οριοθετούν για κάθε σταθμό την περιοχή για την οποία οι βροχοπτώσεις του σταθμού είναι αντιπροσωπευτικές.

Η επιφάνεια κάθε πολυγώνου βρίσκεται με εμβαδομέτρηση, ο λόγος αυτής της επιφάνειας προς την συνολική επιφάνεια της λεκάνης απορροής, αντιπροσωπεύει το βάρος του ύψους της βροχόπτωσης στο κέντρο του πολυγώνου του βροχομετρικού σταθμού. Υποτίθεται ότι η έκταση που καλύπτει κάθε πολύγωνο δέχεται σε κάθε σημείο της τόση βροχόπτωση, όση και ο βροχομετρικός σταθμός που βρίσκεται μέσα στο πολύγωνο. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται το ύψος βροχόπτωσης για κάθε πολύγωνο, ενώ το άθροισμα των υψών βροχόπτωσης των πολυγώνων της λεκάνης δίνει το συνολικό ύψος βροχόπτωσης που δέχεται η λεκάνη απορροής.

Η μηνιαία επιφανειακή βροχόπτωση που δέχεται η λεκάνη απορροής υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$P_{\varepsilon} = \sum (P_i \cdot A_i / A) \quad (3.12)$$

Όπου

P_{ε} : το μηνιαίο επιφανειακό ύψος βροχόπτωσης από n διαφορετικούς σταθμούς παρατηρήσεων που επηρεάζουν την λεκάνη απορροής.

P_i , A_i / A : το μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης και το ποσοστό επιρροής του κάθε σταθμού, αντίστοιχα.

Η μέθοδος Thiessen ολοκληρώνεται με την αναγωγή των επιφανειακών υψών βροχόπτωσης στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής με τη χρήση της βροχοβαθμίδας, η οποία βασίζεται στην παρατήρηση ότι το ύψος βροχόπτωσης αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου.

Η περιοχή εφαρμογής ανήκει σε ορογραφικό και ομβρολογικό καθεστώς που πλησιάζει περισσότερο προς εκείνο της ανατολικής Κρήτης, άρα ως βροχοβαθμίδα ελήφθη η ίδια ($\beta = 0,61 \text{ mm/m}$).

Η ανηγμένη επιφανειακή βροχόπτωση της λεκάνης απορροής της Απολακκιάς ανάντ της θέσης του φράγματος, για τους δύο σταθμούς, προέκυψε από την εξίσωση:

$$P_{ij} = \left(\frac{A_1}{A} * P_{1ij} + \frac{A_2}{A} * P_{2ij} \right) * \mu \quad (3.13)$$

Όπου $\frac{A_1}{A}$, $\frac{A_2}{A}$: τα ποσοστά επιρροής των σταθμών 1 και 2 (Απολακκιά και Σιάνα, 3% και 97% αντίστοιχα). Αναλυτικότερα, οι σταθμοί τοποθετήθηκαν στο ψηφιακό τοπογραφικό υπόβαθρο και ενώθηκαν με ευθεία γραμμή. Στην συνέχεια χαράχθηκε η μεσοκάθετος στην εν λόγω ευθεία και έτσι ορίσθηκαν με βάση τον υδροκρίτη, οι περιοχές επιρροής τους και τα αντίστοιχα εμβαδά τους A_1 και A_2 .

P_{1ij}, P_{2ij} : οι μηνιαίες βροχοπτώσεις (mm) των σταθμών 1 και 2 αντίστοιχα

μ : συντελεστής υψομετρικής αναγωγής που προέκυψε από την σχέση:

$$\mu = \frac{P_0 + \beta(Z_m - Z_{\Sigma})}{P_0} \quad (3.14)$$

Z_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (397 m)

Z_{Σ} : το μέσο σταθμισμένο υψόμετρο των σταθμών επιρροής (440 m)

P_0 το μέσο ετήσιο επιφανειακό ύψος βροχόπτωσης (mm)

Ο παραπάνω συντελεστής προέκυψε ίσος με 0,95.

3.4 ΕΞΑΤΜΙΣΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Με τον όρο εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration) ET νοείται το σύνολο του νερού που μετατρέπεται από την υγρή φάση στην αέρια, και περιλαμβάνει την εξάτμιση μέσω υδατικών επιφανειών, την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους και την διαπνοή των φυτών.

Από την εποχή που ο Dalton πρώτος διατύπωσε την εξίσωση μεταφοράς της μάζας έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες μέθοδοι μέτρησης ή εκτίμησής της. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Υδρολογική μέθοδος.
- Μικρομετεωρολογικές μέθοδοι.
- Κλιματολογικές μέθοδοι όπως:
 - ✓ Εμπειρικές σχέσεις που στηρίζονται στην θερμοκρασία του αέρα όπως αυτή του Thornthwaite (1948).
 - ✓ Υπολογιστικές σχέσεις που στηρίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία.
 - ✓ Συνδυαστικές υπολογιστικές σχέσεις.

Με τον όρο δυνητική εξατμισοδιαπνοή (ET_0), περιγράφεται ο μέγιστος ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μία φυτοκαλυμμένη επιφάνεια με γρασίδι, που έχει επάρκεια νερού, κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες.

Για την εύρεση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, αρχικά υπολογίσθηκε η ανηγμένη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος από τον τύπο:

$$T_{a_{ij}} = T_{a_{\Sigma(ij)}} + \theta * \left(\frac{Z_m - Z_{\Sigma}}{100} \right) \quad (3.15)$$

Όπου:

$T_{a_{\Sigma(ij)}}$: η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα του σταθμού παρατηρήσεων

θ : η θερμοβαθμίδα της περιοχής ($\theta = -0,42^\circ\text{C}/100 \text{ m}$)

Z_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)

Z_{Σ} : το υψόμετρο του σταθμού παρατηρήσεων (m)

Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Thornthwaite, η οποία παρουσιάζεται παρακάτω:

$$ET_p = 16 \left(\frac{10T_{a_{ij}}}{J} \right)^\alpha * \frac{\mu * N}{360} \quad (3.16)$$

Όπου:

$T_{a_{ij}}$: Η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα (°C)

J: Ο ετήσιος δείκτης θερμότητας $\sum_{i=1}^{12} i_{ij}$

i_{ij} : Ο μηνιαίος δείκτης θερμότητας = $0,09 * (T_{a_{ij}})^{3/2}$

α : μια εμπειρική παράμετρος- εκθέτης = $0,016 * J + 0,5$

μ : ο αριθμός των ημερών του μήνα

N: η μέση μηνιαία αστρονομική διάρκεια της ημέρας σε h με βάση το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον μήνα (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999/Πίν. 3.4)

Πίνακας 3.4 : Μέση μηνιαία αστρονομική διάρκεια ημέρας σε h

Βόρειοπ λάτος	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48	8.1	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10	11.3	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1

Παρακάτω παρουσιάζεται η μέθοδος Penman για τον υπολογισμό της εξάτμισης από υδάτινη επιφάνεια, ή γνωστή και ως μέθοδος συνδυασμού ισοζυγίων μάζας και ενέργειας (Ξανθόπουλος, 1990):

$$E = \frac{\Delta + R + E_a + \gamma}{\Delta + \gamma} * f \quad (3.17)$$

Όπου:

E : εξάτμιση από υδάτινη επιφάνεια (mm/ημέρα)

Δ : κλίση καμπύλης κορεσμένων υδρατμών (mm Hg/ °C)

$$\Delta = 1,5 * (0,00738 * T_{\alpha} + 0,8072)^2 - 0,00087$$

T_{α} : θερμοκρασία αέρα σε °C

R : διαφορά ακτινοβολιών λήψεως και εκπομπής R_i και R_B

$$R = R_i - R_B = R_A (1 - \tau) \left(0,29 * \cos \varphi + 0,55 \frac{n}{N} \right) - \sigma_o T_{\alpha\kappa}^4 (0,56 - 0,09 \sqrt{e}) (0,1 + 0,9 \frac{n}{N})$$

R_A : ηλιακή ακτινοβολία στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας (από πίνακες συναρτήσεως του γεωγραφικού πλάτους φ (°) της περιοχής και του μήνα), (mm/ημέρα).

$\tau = 0,06$ (albedo) για υδάτινες επιφάνειες

$$T_{\alpha\kappa} = T_{\alpha} + 273$$

$\frac{n}{N}$: $\frac{\text{ώρες πραγματικής ηλιοφάνειας}}{\text{ώρες μέγιστης δυνατής ηλιοφάνειας}}$: σχετική ηλιοφάνεια

N : από πίνακες συναρτήσεως του γεωγραφικού πλάτους φ (°) της περιοχής και του μήνα.

σ : σταθερά Stefan-Boltzmann = $2,01 * 10^{-9}$ mm/ημέρα

E_a : παράμετρος μεταφοράς μάζας υδρατμών

$$E_a = 0,35 (e_w - e) (0,5 + 0,54 u_2)$$

e_w : τάση κορεσμένων υδρατμών σε θερμοκρασία T_{α} (°C), (mm Hg)

$$e_w = 25,4616(0,00738 T_{\alpha} + 0,8072)^8 - 0,000484(1,8 T_{\alpha} + 48) + 0,03350$$

e : τάση υδρατμών σε θερμοκρασία T_{α} (°C)

$RH = \frac{e}{e_w}$: σχετική υγρασία αέρα

u_2 : μέση ταχύτητα ανέμου (m/s) σε ύψος 2m από την εξατμίζουσα επιφάνεια

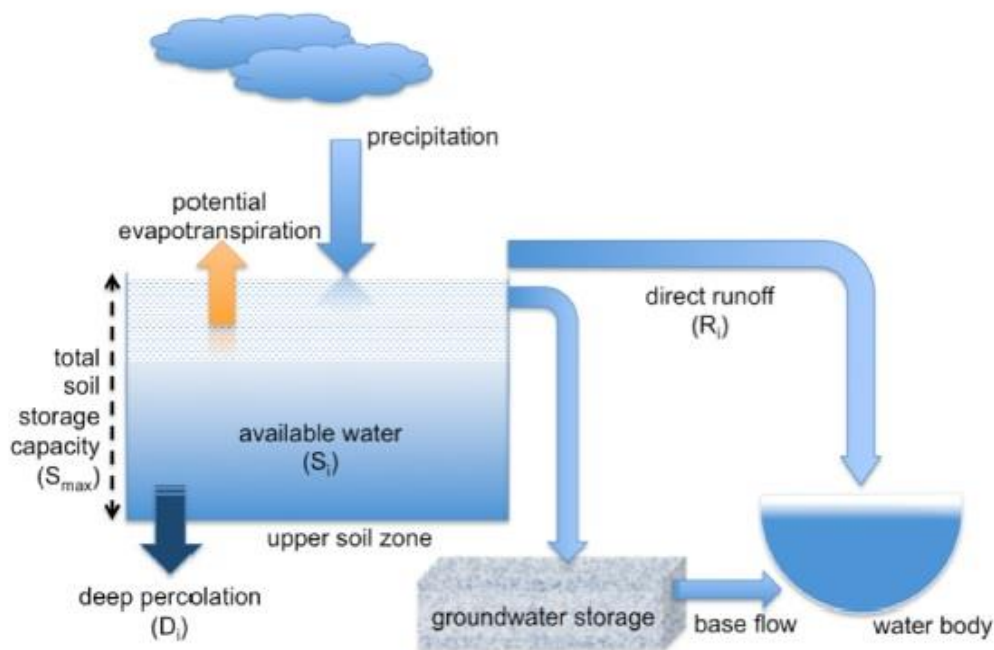
$\gamma = 0,485 \text{ mm Hg/ } ^\circ\text{C}$, ψυχομετρική σταθερά

$f = 1$, για εξάτμιση από υδάτινη επιφάνεια

3.5 ΑΠΟΡΡΟΕΣ

Για τον υπολογισμό των απορροών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Medbasin, το οποίο αποτελεί μια τροποποιημένη εκδοχή του απλού μοντέλου υδατικού ισοζυγίου (Simple Water Balance Model), μηνιαίων τιμών (Tigkas and Tsakiris, 2004; Giakoumakis and Tigkas, 2015).

Το μοντέλο αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι η αποθήκευση του νερού πραγματοποιείται στην ανώτερη ζώνη του εδάφους (ριζόστρωμα). Σε αυτήν την τροποποιημένη εκδοχή οι παράμετροι είναι τρεις αντί μιας στην αρχική του μορφή. Παρακάτω φαίνεται η σχηματική απεικόνιση του τροποποιημένου μοντέλου.



Σχήμα 3.5: Τροποποιημένο μοντέλο SWBM (Giakoumakis and Tigkas, 2015)

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα, το S_i (mm) αντιπροσωπεύει την διαθέσιμη ποσότητα νερού για κάθε μήνα i (εδαφική υγρασία) και το S_{max} είναι η μια παράμετρος που αντιπροσωπεύει την συνολική εδαφική χωρητικότητα. Το μηνιαίο εδαφικό έλλειμα

νερού προκύπτει από την διαφορά $S_{max} - S_i$, κατά μέσο όρο στην λεκάνη απορροής. Το ύψος του νερού στο έδαφος αυξάνεται από την μηνιαία βροχόπτωση P_i και μειώνεται από την μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_i και από την βαθιά διήθηση D_i . Η μηνιαία απορροή R_i εξαρτάται από την τιμή $S'_i = S_{i-1} + P_i - E_i$ (mm). Η απορροή που προκύπτει είναι συγκεντρωμένη κυρίως τους χειμερινούς μήνες, καθώς η υπόγεια ροή του νερού δεν λαμβάνεται υπόψη. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, υπολογίζεται μια δεύτερη ακριβέστερη προσέγγιση της απορροής Q_i μέσω μιας παραμέτρου a ($0 < a \leq 1$). Αυτή η παράμετρος εκφράζει τον χρόνο καθυστέρησης της μετατροπής της βροχόπτωσης σε απορροή. Η συνήθης τιμή της, σε περίπτωση έλλειψης υδρομετρήσεων, είναι 0,5.

3.5.1 Εκτίμηση τιμών απορροής

Για την εξαγωγή των τιμών της απορροής χρειάστηκε να εισαχθούν στο μοντέλο οι μηνιαίες τιμές της ανηγμένης στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής επιφανειακής βροχόπτωσης, καθώς επίσης και οι τιμές της μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.

Η παράμετρος $S = S_{max}$ του μοντέλου βροχόπτωσης-απορροής μπορεί να εκτιμηθεί συναρτήσει μιας παραμέτρου γνωστής ως αριθμός καμπύλης απορροής CN, με την εξίσωση (SCS, 1972):

$$S = (25400/CN) - 254 \text{ (mm)} \quad (3.18)$$

Η παράμετρος CN δίνεται από πίνακες συναρτήσει των χρήσεων γης και του υδρολογικού τύπου του εδάφους, όπως ο παρακάτω:

Πίνακας 3.5: Αριθμός καμπύλης απορροής CN (Wanielista,1990)

Χρήση Γης	Υδρολογικός τύπος εδάφους			
	A	B	C	D
<i>Καλλιεργημένες εκτάσεις</i>				
• Χωρίς έργα συντήρησης	72	81	88	91
• Με έργα συντήρησης	62	71	78	81
<i>Ορεινοί βοσκότοποι</i>				
• Κακή κατάσταση	68	79	86	89
• Καλή κατάσταση	39	61	74	80
<i>Λιβαδικές εκτάσεις</i>				
• Καλή κατάσταση	30	58	71	78
<i>Δασικές εκτάσεις</i>				
• Αραιή συστάδα	45	66	77	83
• Πυκνή συστάδα	25	55	70	77
<i>Ελεύθερες εκτάσεις, γήπεδα γκολφ, πάρκα</i>				
• Καλή κατάσταση, κάλυψη με γρασίδι στο 75% της έκτασης	39	61	74	80
• Μέτρια κατάσταση, κάλυψη με γρασίδι στο 50% της περιοχής	49	69	79	84
<i>Εμπορικές περιοχές (85% αδιαπεράτες)</i>	89	92	94	95
<i>Βιομηχανικές περιοχές (72% αδιαπεράτες)</i>	81	88	91	93
<i>Οικιστικές περιοχές</i>				
Μέσο μέγεθος οικοπέδου	Ποσοστό αδιαπεράτης επιφάνειας			
< 500	65			
1000	40	77	85	90
1500	30	61	75	83
2000	25	57	72	81
4000	20	54	70	80
		51	68	79
				84
<i>Χώροι πάρκινγκ, στέγες, κ.λ.π.</i>	98	98	98	98
<i>Δρόμοι</i>				
• με οδόστρωμα και αγωγούς ομβρίων	98	98	98	98
• καλκόστρωτοι	76	85	89	91
• κερματόδρομοι	72	82	87	89
<i>Αστικές συνθήκες</i>				
• Γυμνό έδαφος	77	86	91	94
• Κήποι ή θάμνοι	72	81	88	91
• Μεγάλη κάλυψη με πράσινο (> 75% της διαπερατής περιοχής)	39	61	74	80
• Μέτρια κάλυψη πρασίνου (50 - 75% της διαπερατής περιοχής)	49	69	79	84
• Μικρή κάλυψη πρασίνου (< 50% της διαπερατής περιοχής)	68	79	86	89
• Άλσπ	36	60	73	79

Η περιοχή ανάντη του φράγματος αποτελείται κυρίως από καλλιεργημένες εκτάσεις χωρίς έργα συντήρησης, καθώς επίσης ένα μεγάλο μέρος της καλύπτεται από δάση. Για υδρολογικό τύπο εδάφους μεταξύ B και C, υπολογίστηκε ο σταθμισμένος αριθμός καμπύλης απορροής ίσος με CN= 76 και κατ' επέκταση, η παράμετρος S=80,2 mm (εξ. 3.18).

Παράλληλα, για τον υπολογισμό των τιμών της απορροής πρέπει να εισαχθεί στο μοντέλο και ο συντελεστής κατείδυσης ή βαθιάς διήθησης K. Λόγω έλλειψης υδρομετρικών δεδομένων στη θέση του φράγματος, ο συντελεστής αυτός προσαρμόστηκε κατά τέτοιο τρόπο (K=0,45), ώστε να προκύπτει ο μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής με βάση τη γεωλογική σύνθεση της λεκάνης απορροής (0,24 κατά τη σχετική Οριστική Μελέτη του φράγματος). Η παράμετρος καθυστέρησης εμφάνισης της απορροής a, ετέθη ίση με 0,5 ως είθισται σε περίπτωση έλλειψης

υδρομετρήσεων και μη δυνατότητας βαθμονόμησης του μοντέλου, όπως στο προκείμενο. Αυτό εξηγεί και την εμφάνιση πολύ μικρών μεν, μη μηδενικών τιμών δε, της απορροής κατά τους θερινούς μήνες, αν και με μηδενικές βροχοπτώσεις κατά τους μήνες αυτούς και έλλειψη βασικής ροής (απουσία πηγών που αποφορτίζονται στον Απολακκιώτη ανάντη της θέσης του φράγματος).

Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι.

Σημειωτέον ότι μετά από ανάλυση ευαισθησίας των παραμέτρων του χρησιμοποιηθέντος μοντέλου βροχόπτωσης–απορροής (Giakoumakis and Tigkas, 2015) σε περίπτωση βαθμονόμησης του σε μεγάλες υδρολογικές λεκάνες του ελλαδικού χώρου (Αχελώου και Πηνειού Θεσσαλίας), προέκυψε ότι η παράμετρος καθυστέρησης της απορροής a δεν επηρεάζει ποσοτικά τις ετήσιες απορροές και τον μέσο ετήσιο όρο αυτών όπως οι S και K , αλλά μόνο την κατανομή τους στους μήνες. Στο προκείμενο, εντελώς δοκιμαστικά, κρατώντας τις S και K σταθερές και μεταβάλλοντας την a στο 0,8 από 0,5, οι θερινές απορροές περίπου μηδενίζονται και «μαζεύονται» προς το διάστημα Οκτωβρίου-Μαΐου, κάτι που δείχνει να είναι εγγύτερα στη φυσική πραγματικότητα στη λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος της Απολακκιάς. Ωστόσο, μετά από δοκιμαστικά τρεξίματα στο Excel, διαπιστώθηκε ότι αυτό δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων του ταμειυτήρα. Έτσι, λόγω της έλλειψης υδρομετρήσεων, προτιμήθηκε τελικά η $a=0,5$ που δίνει ένα «μέσο ζύγισμα» στην μηνιαία κατανομή των απορροών, μη γνωρίζοντας επακριβώς τι ορίζει η Φύση στην περίπτωση αυτή παρά τις «αποχρώσεις ενδείξεις».

3.6 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Η μέθοδος της προσομοίωσης λειτουργίας ενός ταμιευτήρα και η εκτίμηση της πιθανότητας ικανοποίησης δεδομένης κατανάλωσης είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον σχεδιασμό των ταμιευτήρων και των λιμνοδεξαμενών στον ελλαδικό χώρο.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου οι εισροές ενός σημαντικού αριθμού ετών (ή αν κριθεί απαραίτητο παράγονται από το υπάρχον δείγμα συνθετικά δεδομένα πολλών ετών (π.χ. 1000 ή 10000 έτη) με τα ίδια στατιστικά χαρακτηριστικά). Η γενική εξίσωση ισοζυγίου που περιγράφει την λειτουργία ενός ταμιευτήρα με χρονικό βήμα τον μήνα, είναι (Shaw et al., 2017):

$$V_i = V_{i-1} + Q_i + P_i - E_i - A_i - Y_i \quad (3.19)$$

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 εξάτμιση από τον ταμιευτήρα τον μήνα i (m^3)

P_i : η απευθείας βροχόπτωση στον ταμιευτήρα τον μήνα i (m^3)

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

Y_i : η υπερχείλιση κατά το μήνα i (m^3)

Η πραγματική απόληψη υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$A_i = \min (B_i, V_{i-1} + Q_i - E_i) \quad (3.20)$$

Όπου B_i : η επιθυμητή απόληψη του μήνα i (m^3)

Η υπερχείλιση υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Y_i = \max (0, V_{i-1} + Q_i - E_i - A_i - S) \quad (3.21)$$

Όπου S : η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα (m^3)

Σημειωτέον ότι η λεκάνη κατάκλισης θεωρήθηκε στεγανή και οι υπόγειες διαφυγές αμελητέες.

Στο μοντέλο προσομοίωσης προβλέπεται επίσης η αναγωγή του ύψους (mm) της διαφοράς (απευθείας βροχόπτωση - εξάτμιση) σε αντίστοιχο όγκο, ύστερα από

πολλαπλασιασμό του ύψους αυτού με το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στον ταμιευτήρα. Για ευκολία στους υπολογισμούς, το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας του νερού (καθρέφτη) F_k , συνδέεται με τον ωφέλιμο όγκο νερού στον ταμιευτήρα μέσω μιας εξίσωσης που έχει τη γενική μορφή:

$$F_k = a + b \cdot (V_{\omega\phi})^c \quad (3.22)$$

Όπου:

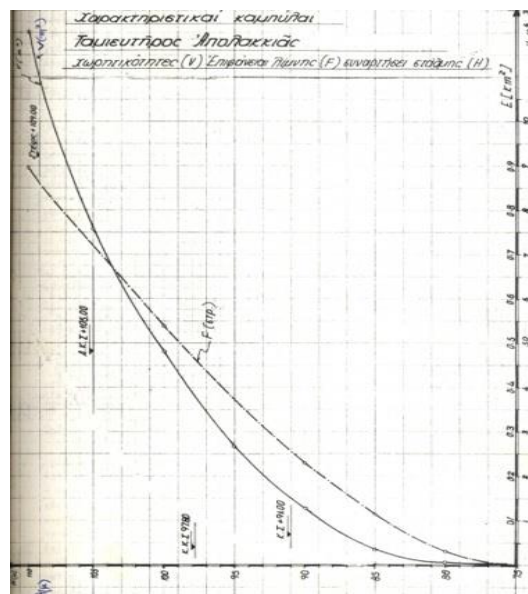
a,b,c: παράμετροι που προσδιορίζονται με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, με την συσχέτιση των τιμών της επιφάνειας και του ωφέλιμου όγκου του ταμιευτήρα, όπως αυτές προκύπτουν ως συνάρτηση της στάθμης στα αντίστοιχα διαγράμματα.

Στο Σχήμα 3.4 απεικονίζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες όγκου και επιφάνειας καθρέφτη συναρτήσει της στάθμης νερού του ταμιευτήρα Απολακκιάς από την σχετική Οριστική Μελέτη.

Με απαλοιφή της τελευταίας προέκυψε για την περίπτωση της παρούσας εργασίας και για τις ανάγκες της προσομοίωσης, η παρακάτω γραμμική σχέση (προσέγγιση της μορφής της εξ. 3.22):

$$F_k = 160 + 59 \cdot V_{\omega\phi} \quad (3.23)$$

Όπου η επιφάνεια καθρέφτη F_k σε στρέμματα και ο ωφέλιμος όγκος $V_{\omega\phi}$ σε εκ. κυβικά.



Σχήμα 3.6: Χαρακτηριστικές καμπύλες όγκου και επιφάνειας καθρέφτη ταμιευτήρα Απολακκιάς συναρτήσει της στάθμης (Οριστική Μελέτη).

Για τον σχεδιασμό του έργου, το μέγεθος της ετήσιας επιθυμητής απόληψης B καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας του ταμιευτήρα και κατ' επέκταση τον αριθμό των αστοχιών του έργου σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Η πραγματική απόληψη A είναι ίση με την επιθυμητή B, όταν υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα νερού για απόληψη και είναι μικρότερη από την B, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα νερού για κατανάλωση, (περίπτωση αστοχίας του έργου).

Η προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα βασίζεται στο διατιθέμενο δείγμα των απορροών των N υδρολογικών ετών, με την ταυτόχρονη χρησιμοποίηση των δεδομένων της κατανομής της επιθυμητής απόληψης B στους διάφορους μήνες της ζήτησης.

Ως βασικό κριτήριο της επιθυμητής απόληψης B, επιλέγεται η πιθανότητα να αδειάζει ο ταμιευτήρας, το πολύ (m) φορές στα N χρόνια της προσομοίωσης, που σημαίνει ότι η πιθανότητα να υπάρξει απόληψη μικρότερη από την επιθυμητή είναι προσεγγιστικά: $P = (m/N) * 100$.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση ελήφθη ως αποδεκτό ποσοστό αστοχίας για ταμιευτήρα αρδευτικού σκοπού το 10%.

Η προσομοίωση λειτουργίας του ταμιευτήρα περιλάμβανε 9 διαφορετικά σενάρια ζήτησης (άρδευση 2.300 έως 10.500 στρεμμάτων για τους μήνες από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο με βάση τις ανάγκες και τη σύνθεση των καλλιεργειών, όπως αυτές αναφέρονται στην Οριστική Μελέτη του φράγματος/Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6: Αρδευτικές ανάγκες (10^6 m^3)

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1
Αρδευτικές ανάγκες (10^6 m^3)

α/α	Εκταση (στρ)			Ανοίξη			Θέρρος	Σύνολο καλλιεργητικής περιόδου
	Αμπελ.	Λοιπά	Σύνολο	Αμπελ.	Λοιπών	Σύνολο	Λοιπών	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.300	1.000	2.300	0,19	0,19	0,38	0,55	0,93
2	"	2.000	3.300	"	0,38	0,57	1,10	1,67
3	"	3.000	4.300	"	0,57	0,76	1,66	2,42
4	"	4.000	5.300	"	0,76	0,95	2,21	3,16
5	"	5.000	6.300	"	0,96	1,15	2,76	3,91
6	"	6.000	7.300	"	1,15	1,34	3,31	4,65
7	"	7.000	8.500	"	1,35	1,54	3,86	5,40
8	"	8.200	9.500	"	1,54	1,73	4,41	6,14
9	"	9.200	10.500	"	1,73	1,92	4,96	6,88

Για κάθε σενάριο, με βάση τους συντελεστές ανισοκατανομής της ζήτησης, υπολογίσθηκαν οι αντίστοιχοι μηνιαίοι όγκοι της επιθυμητής απόληψης B_i όπως φαίνονται παρακάτω (Πίνακες 3.7 και 3.8):

Πίνακας 3.7: Συντελεστές ανισοκατανομής της ζήτησης

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ						
	Απρ	Μάιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
λι	0,140	0,183	0,172	0,184	0,175	0,146

Πίνακας 3.8: Όγκοι μηνιαίας επιθυμητής απόληψης

ΟΓΚΟΙ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΖΗΤΗΣΗΣ B_i (10^6 m ³)						
ΣΕΝΑΡΙΑ/ΜΗΝΑΣ	Απρ	Μάιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1	0,1302	0,1702	0,1600	0,1711	0,1628	0,1358
2	0,2338	0,3056	0,2872	0,3073	0,2923	0,2438
3	0,3388	0,4429	0,4162	0,4453	0,4235	0,3533
4	0,4424	0,5783	0,5435	0,5814	0,5530	0,4614
5	0,5474	0,7155	0,6725	0,7194	0,6843	0,5709
6	0,6510	0,8510	0,7998	0,8556	0,8138	0,6789
7	0,7560	0,9882	0,9288	0,9936	0,9450	0,7884
8	0,8596	1,1236	1,0561	1,1298	1,0745	0,8964
9	0,9632	1,2590	1,1834	1,2659	1,2040	1,0045

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για κάθε σενάριο δίνονται σε πίνακες στο παράρτημα II.

Διαπιστώθηκε ότι μέχρι και το 5^ο σενάριο (Ετήσια Επιθυμητή Απόληψη, $EEA=3.91 \cdot 10^6$ m³), ο ταμιευτήρας του φράγματος της Απολακκιάς μπορεί να εξυπηρετήσει τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής (έως 6.300 στρέμματα). Από το 6^ο σενάριο και μετά, με την αύξηση των αρδευτικών απαιτήσεων, ο ταμιευτήρας δεν μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτές, καθώς το ποσοστό αστοχίας υπερβαίνει το αποδεκτό όριο για φράγμα αρδευτικού σκοπού, που είναι το 10% ή 3 αστοχίες στα τριάντα χρόνια.

Συγκεκριμένα, τα υδρολογικά έτη που εμφανίζουν αστοχίες και στα 4 τελευταία σενάρια είναι τα: 1990-91, 1993-94, 1997-98, 2001-02, 2006-07. Ταυτόχρονα, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η ΕΕΑ, οι αστοχίες πολλαπλασιάζονται.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις είναι εμφανείς στα αντίστοιχα διαγράμματα του παραρτήματος III.

Κεφάλαιο 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την εποχή της λειτουργίας του φράγματος Απολακκιάς Ρόδου πριν από 40 χρόνια, είναι η πρώτη φορά που γίνεται, μέσω της παρούσας διπλωματικής εργασίας, επικαιροποίηση της υδρολογικής διερεύνησης της λεκάνης απορροής του ομώνυμου χειμάρρου. Τα κύρια συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Έγινε ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής (υδροκρίτης, ισοϋψείς ανά 100 m, υδρογραφικό δίκτυο) και εξήχθησαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά αυτής (π.χ. εμβαδόν, περίμετρος, μέσο και διάμεσο υψόμετρο, υψογραφική καμπύλη κλπ) αλλά και του υδρογραφικού της δικτύου (π.χ. πυκνότητα, μήκος και μέση κλίση της κύριας μισγάγκειας).
- Η χρονική περίοδος των υδρολογικών δεδομένων αναφέρεται στο διάστημα από το υδρολογικό έτος 1978-79 έως και το 2009-10, που ήταν διαθέσιμα από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Το διάστημα αυτό αφορά τα επόμενα 30 χρόνια περίπου μετά την Οριστική Μελέτη και κατασκευή του φράγματος της Απολακκιάς. Αξιοποιήθηκαν στοιχεία από δύο διαφορετικούς βροχομετρικούς σταθμούς της περιοχής (Απολακκιάς και Σιάνας), που βρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα, ο δεύτερος εντός της λεκάνης απορροής, ανάντη της θέσης του φράγματος. Άλλα μετεωρολογικά δεδομένα όπως θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία κλπ ελήφθησαν από τον σταθμό της ΕΜΥ Ρόδου με αναγωγή των θερμοκρασιών στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.
- Για τα βροχομετρικά δεδομένα διαπιστώθηκε η υψηλή συσχέτιση ($r > 0,8$) των δύο σταθμών της περιοχής για το κοινό χρονικό μήκος λειτουργίας τους (1985-2010). Οι θερινοί μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος) είχαν μηδενικές τιμές ύψους βροχόπτωσης για το χρονικό αυτό διάστημα και

για τους δύο σταθμούς, επομένως η συσχέτιση εκεί δεν είχε νόημα. Επίσης ελέγχθηκε η ομογένεια των παρατηρήσεων κι έγινε συμπλήρωση δεδομένων του σταθμού της Σιάνας με βάση τα διαθέσιμα του σταθμού της Απολακκιάς.

- Υπολογίστηκαν εξάτμιση και εξατμισοδιαπνοή σε μηνιαίο χρονικό βήμα. Διαπιστώθηκε ότι η εξάτμιση στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα (96 m) είναι υψηλή (μέση ετήσια τιμή περί τα 1600 mm).
- Τα επίπεδα της βροχόπτωσης, που είναι σχετικά χαμηλά (περί τα 500 mm η μέση ετήσια με μηδενικές τιμές κατά το θέρος), σε συνδυασμό με την υψηλή εξατμισοδιαπνοή (περί τα 900 mm η μέση ετήσια), συμβάλλουν, λαμβάνοντας υπόψη και την γεωλογική σύνθεση της περιοχής, στην δημιουργία μικρών σχετικά τιμών της απορροής (μέσος ετήσιος συντελεστής 24%). Στο προκείμενο οι απορροές σε μηνιαίο χρονικό βήμα παρήχθησαν από ένα σχετικά απλό μοντέλο βροχόπτωσης-απορροής λόγω έλλειψης υδρομετρικών δεδομένων στη θέση του φράγματος και άρα, μη δυνατότητας βαθμονόμησης. Η μία παράμετρος του μοντέλου αυτού εκτιμήθηκε συναρτήσει του αριθμού καμπύλης απορροής CN, η έτερη ώστε να προκύπτει ο προαναφερθείς μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής με βάση τη γεωλογική σύνθεση της υδρολογικής λεκάνης και η τρίτη έλαβε μια μέση τιμή στο διάστημα διακύμανσής της.
- Οι μηνιαίες τιμές των απορροών χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την προσομοίωση λειτουργίας του ταμιευτήρα του φράγματος της Απολακκιάς. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης αυτής (αρχικά θεωρήθηκε άδειος ταμιευτήρας με συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα 7,4 εκ. κυβικά, για 9 διαφορετικά σενάρια ζήτησης και αποδεκτό ποσοστό αστοχίας για φράγμα αρδευτικού σκοπού έως 10%), έδειξαν ότι ο ταμιευτήρας του φράγματος μπορεί να εξυπηρετήσει σήμερα τις αρδευτικές ανάγκες κατά μέγιστο 6.300 στρεμμάτων (3 αστοχίες στα 32 χρόνια της προσομοίωσης/σενάριο 5), γεγονός που συμπίπτει με την πραγματικότητα, καθώς οι αρδευτικές ανάγκες που καλύπτει αυτήν την περίοδο το φράγμα είναι 6.000 στρέμματα. Η αντίστοιχη τιμή της ΕΕΑ (ετήσιας επιθυμητής απόληψης) είναι 3,91 εκ. κυβικά (σενάριο 5).
- Αξιοσημείωτο επίσης ότι για τιμές της ΕΕΑ μικρότερες της τιμής των 3,91 εκ. κυβικών, δεν υπάρχουν καθόλου αστοχίες (σενάρια 1 έως και 4). Αντίθετα, ο αριθμός των αστοχιών του ταμιευτήρα πολλαπλασιάζεται για τα σενάρια από 6 έως και 9 (ΕΕΑ από 4,65 έως και 6,88 εκ. κυβικά).

Συγκεκριμένα, για το σενάριο 6 (ΕΕΑ 4,65 εκ. κυβ.) αστοχίες 7 στα 32 χρόνια της προσομοίωσης, για το σενάριο 7 (ΕΕΑ 5,4 εκ. κυβ.) αστοχίες 11 στα 32 χρόνια, για το 8 (ΕΕΑ 6,14 εκ. κυβ.) αστοχίες 13 και τέλος για το σενάριο 9 (ΕΕΑ 6,88 εκ. κυβ.) αστοχίες 20 στα 32 χρόνια της προσομοίωσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ

Μηνιαίες εξισώσεις συσχέτισης των βροχοπτώσεων για τους σταθμούς Απολακκιάς και Σιάνας

Η μηνιαία εξίσωση που συνδέει τους δύο σταθμούς μεταξύ τους είναι της μορφής $y=a*x+b$

Όπου y : η μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον σταθμό Σιάνα

x : η μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον σταθμό Απολακκιάς

a,b : παράμετροι γραμμικής συσχέτισης

Οκτώβριος: $y=0,736525x+11,20$

Νοέμβριος: $y=0,813672x+15,52$

Δεκέμβριος: $y=1,014452x+5,95$

Ιανουάριος: $y=0,593184x+46,32$

Φεβρουάριος: $y=0,876242x+25,14$

Μάρτιος: $y=0,900473x+19,53$

Απρίλιος: $y=1,213767x+3$

Μάιος: $y=0,995743x+3,04$

Ιούνιος: --

Ιούλιος: --

Αύγουστος: --

Σεπτέμβριος: $y=0,574292x+1,48$

Πίνακας 1: Μηνιαίες βροχοπτώσεις του σταθμού Απολακκίας

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ: ΑΠΟΛΑΚΚΙΑ													
Συντεταγμένες : Γ.Π: 36° 04'				Υψόμετρο: 30m				Μονάδες: mm					
Γ.Μ: 27° 47'													
Υπουργείο Γεωργίας Τμήμα Γεωλογικό													
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ													
ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	65,00	40,00	218,0	182,0	55,50	115,0	1,00	24,0	0,00	0,00	0,00	0,00	700,50
1979-80	8,50	152,5	114,00	184,00	127,50	79,50	43,00	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	756,00
1980-81	37,00	17,00	96,00	292,00	142,00	18,00	4,50	37,40	0,00	0,00	0,00	0,00	643,90
1981-82	0,00	122,00	72,00	80,00	193,00	282,00	27,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	783,00
1982-83	22,00	54,00	90,00	59,00	98,00	88,00	30,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	444,00
1983-84	31,00	73,00	121,00	156,00	37,00	117,00	45,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	580,00
1984-85	0,00	152,00	220,00	197,00	76,00	125,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	776,00
1985-86	11,00	45,00	57,00	98,00	162,00	55,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	74,00	519,00
1986-87	13,30	15,80	93,80	36,00	27,00	73,00	34,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	317,90
1987-88	3,00	24,00	74,00	123,00	204,00	105,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	548,00
1988-89	53,00	174,00	104,00	24,00	23,00	35,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	416,00
1989-1990	147,00	103,00	20,00	14,00	40,00	7,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	342,00
1990-91	98,00	51,00	107,50	61,50	67,00	36,00	28,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	464,00
1991-92	77,00	53,50	200,00	2,00	102,00	33,00	40,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,50
1992-93	0,00	40,00	49,00	34,00	28,00	23,00	27,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,00
1993-94	52,00	142,00	52,00	125,00	77,00	17,00	6,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	494,00
1994-95	243,00	118,00	104,00	95,00	22,00	44,00	37,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	665,00
1995-96	40,00	25,00	94,00	237,00	132,00	59,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	597,00
1996-97	25,00	22,00	141,00	24,00	19,00	91,00	30,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	368,00
1997-98	47,00	187,00	83,00	163,00	44,00	72,00	26,00	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00	671,00
1998-99	4,00	110,00	140,00	243,00	79,00	62,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00	681,00
1999-2000	1,00	3,00	133,00	67,00	43,00	40,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,00
2000-01	34,00	70,00	56,00	70,00	63,00	0,00	101,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	462,00
2001-02	0,00	169,00	160,00	64,00	68,00	34,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	531,00
2002-03	9,00	108,00	194,00	102,00	158,00	89,00	13,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	692,00
2003-04	6,00	15,00	226,00	284,00	37,00	5,00	10,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	584,00
2004-05	56,00	45,00	131,00	141,00	57,00	70,00	6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	515,00
2005-06	0,00	51,00	36,00	46,00	30,00	70,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	286,00
2006-07	121,00	60,00	6,00	53,00	109,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	356,00
2007-08	67,00	65,00	74,00	59,00	82,00	55,00	39,00	2,00	0,00	0,00	0,00	25,00	468,00
2008-09	10,00	52,00	56,00	66,00	142,00	47,00	27,00	55,50	0,00	0,00	0,00	12,00	467,50
2009-10	58,00	68,00	207,00	64,00	74,00	0,00	23,00	15,50	0,00	0,00	0,00	0,00	509,50
Μ.Ο.	41,84	75,84	110,29	107,67	81,81	60,83	22,89	14,73	0,00	0,00	0,00	5,16	521,31

Πίνακας 2: Μηνιαίες βροχοπτώσεις του σταθμού Σιάνας

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ: ΣΙΑΝΑ													
Συντεταγμένες : Γ.Π: 36° 09'				Υψόμετρο: 453m				Μονάδες: mm					
Γ.Μ: 27° 47'													
Υπουργείο Γεωργίας Τμήμα Γεωλογικό													
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ													
ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	59,07	48,07	227,10	154,28	73,77	123,08	4,21	26,94	0,00	0,00	0,00	0,00	718,43
1979-80	17,46	139,61	121,59	155,47	136,86	91,11	55,19	49,84	0,00	0,00	0,00	0,00	769,04
1980-81	38,45	29,35	103,33	219,53	149,57	35,73	8,46	40,28	0,00	0,00	0,00	0,00	626,62
1981-82	11,20	114,79	78,99	93,78	194,26	273,46	35,77	5,03	0,00	0,00	0,00	0,00	813,34
1982-83	27,40	59,46	97,25	81,32	111,01	98,77	39,41	6,03	0,00	0,00	0,00	0,00	522,55
1983-84	34,03	74,92	128,69	138,86	57,56	124,88	57,62	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	621,51
1984-85	11,20	152,00	141,00	188,00	114,00	117,00	10,28	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	736,95
1985-86	34,00	61,00	47,00	87,00	129,00	45,00	1,00	16,00	0,00	0,00	0,00	41,00	461,00
1986-87	8,00	32,00	136,00	65,00	33,00	118,00	45,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	468,00
1987-88	16,00	36,00	94,00	127,00	175,00	127,00	52,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	627,00
1988-89	87,00	115,00	105,00	48,00	28,00	64,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	2,00	455,00
1989-1990	104,00	108,00	38,00	28,00	70,00	16,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	375,00
1990-91	92,00	66,00	114,00	113,00	88,00	40,00	31,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	563,00
1991-92	58,00	65,00	210,00	8,00	102,00	65,00	48,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	569,00
1992-93	1,00	56,00	68,00	60,00	45,00	55,00	24,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	341,00
1993-94	12,00	115,00	34,00	155,00	113,00	42,00	21,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	523,00
1994-95	190,00	100,00	119,00	105,00	16,00	77,00	41,00	9,00	0,00	0,00	0,00	4,00	661,00
1995-96	23,00	45,00	98,00	201,00	130,00	73,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	590,00
1996-97	69,00	38,00	12,90	95,00	25,00	88,00	58,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	404,90
1997-98	75,00	180,00	120,00	120,00	74,00	11,60	36,00	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00	674,60
1998-99	0,60	125,00	163,00	20,60	165,00	121,42	11,16	3,04	0,00	0,00	0,00	0,50	610,32
1999-2000	0,00	7,00	97,00	94,50	62,00	79,00	18,50	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	363,00
2000-01	24,00	49,00	68,00	93,50	82,00	0,00	135,00	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00	495,50
2001-02	23,00	194,00	235,00	63,00	80,00	46,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	692,50
2002-03	18,00	77,00	297,00	153,00	168,00	98,00	40,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	866,00
2003-04	22,00	11,00	286,00	299,00	52,00	10,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	694,00
2004-05	33,00	80,00	108,00	144,00	83,00	66,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20	517,20
2005-06	21,00	74,00	53,00	47,00	48,00	110,00	29,50	1,00	0,00	0,00	0,00	20,00	403,50
2006-07	128,00	22,00	10,00	86,00	111,50	9,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	1,00	386,50
2007-08	46,00	68,41	81,01	91,00	86,00	55,00	56,00	16,00	0,00	0,00	0,00	20,00	519,85
2008-09	10,00	75,00	68,00	107,00	206,00	78,00	33,00	86,00	0,00	0,00	0,00	10,00	673,43
2009-10	51,00	57,50	201,50	84,29	89,98	19,53	30,91	18,48	0,00	0,00	0,00	1,48	555,09
Μ.Τ	42,01	77,35	117,54	110,19	96,83	74,30	30,78	17,71	0,00	0,00	0,00	4,44	571,09

Πίνακας 3: Ανηγμένη επιφανειακή βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής

ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (Z=397m)													
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΤΟ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (mm)													
ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	56,40	45,55	215,95	147,61	69,74	116,96	3,92	25,57	0,00	0,00	0,00	1,37	683,46
1979-80	16,38	133,25	115,55	148,77	130,04	86,43	52,22	47,37	0,00	0,00	0,00	1,37	731,78
1980-81	36,57	27,62	98,18	210,93	142,19	33,55	7,95	38,27	0,00	0,00	0,00	1,37	597,00
1981-82	10,36	109,47	75,01	88,91	184,90	260,56	33,82	4,71	0,00	0,00	0,00	1,37	773,49
1982-83	25,94	56,46	92,38	76,82	105,34	93,74	37,27	5,66	0,00	0,00	0,00	1,37	495,38
1983-84	32,32	71,27	122,31	132,65	54,25	118,68	54,52	2,81	0,00	0,00	0,00	1,37	590,57
1984-85	10,36	144,70	136,34	179,22	107,52	111,60	9,67	2,81	0,00	0,00	0,00	0,00	702,62
1985-86	31,75	57,65	45,01	83,12	123,69	43,11	0,93	15,26	0,00	0,00	0,00	39,91	440,42
1986-87	7,76	30,03	128,35	61,11	31,26	111,14	42,55	27,45	0,00	0,00	0,00	0,00	441,53
1987-88	14,89	33,95	88,95	120,80	167,37	120,32	48,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	594,80
1988-89	81,92	111,05	99,93	45,06	26,52	60,15	0,08	3,70	0,00	0,00	0,00	1,85	432,12
1989-1990	100,15	102,68	35,70	26,28	65,84	14,99	10,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	356,12
1990-91	87,74	62,43	108,35	106,20	83,22	37,97	29,43	16,13	0,00	0,00	0,00	0,00	533,34
1991-92	55,72	61,57	199,65	7,46	97,10	61,03	45,48	12,35	0,00	0,00	0,00	0,00	540,37
1992-93	0,93	52,89	64,23	56,43	42,39	51,51	22,93	28,40	0,00	0,00	0,00	0,00	321,54
1993-94	12,49	110,20	32,85	146,76	106,62	39,32	19,59	29,30	0,00	0,00	0,00	0,00	497,12
1994-95	182,29	95,68	112,89	99,69	15,39	72,42	38,93	8,38	0,00	0,00	0,00	3,70	629,38
1995-96	22,35	42,31	93,19	192,31	123,81	69,12	7,51	0,00	0,00	0,00	0,00	11,26	561,87
1996-97	64,52	35,75	15,70	88,55	23,64	83,86	54,47	16,16	0,00	0,00	0,00	0,00	384,48
1997-98	70,65	171,55	113,25	115,39	69,65	12,65	34,01	54,98	0,00	0,00	0,00	0,00	642,12
1998-99	0,66	118,60	154,56	25,54	154,79	114,01	10,97	2,81	0,00	0,00	0,00	0,97	582,91
1999-2000	0,03	6,56	93,30	89,23	58,52	74,17	17,47	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	343,90
2000-01	23,11	47,21	64,42	88,39	77,56	0,00	127,61	42,53	0,00	0,00	0,00	0,00	470,82
2001-02	21,28	184,02	221,72	60,00	75,84	43,47	27,42	0,00	0,00	0,00	0,00	19,81	654,96
2002-03	16,90	74,13	280,00	144,30	159,67	93,06	37,36	14,39	0,00	0,00	0,00	0,00	819,79
2003-04	20,52	10,58	270,67	284,25	49,10	9,39	12,30	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	657,76
2004-05	32,03	75,23	103,43	137,01	78,32	62,94	2,01	1,17	0,00	0,00	0,00	0,19	492,32
2005-06	19,43	69,83	50,00	44,72	45,22	103,65	28,42	0,93	0,00	0,00	0,00	18,80	381,00
2006-07	121,67	21,96	9,41	80,99	106,08	8,33	0,00	17,77	0,00	0,00	0,00	0,93	367,13
2007-08	44,35	65,03	76,94	85,78	81,77	52,36	52,86	14,86	0,00	0,00	0,00	19,17	493,52
2008-09	9,52	70,79	64,42	100,77	194,41	73,43	31,26	81,06	0,00	0,00	0,00	9,57	635,61
2009-10	48,74	55,02	191,97	79,70	85,24	18,07	29,22	17,51	0,00	0,00	0,00	1,37	527,23
Μ.Ο.	39,99	73,59	111,71	104,83	91,78	70,37	29,09	16,78	0,00	0,00	0,00	4,24	543,01

Πίνακας 4: Ανηγγμένη επιφανειακή βροχόπτωση στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα

ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ (Z=96m)													
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ (mm)													
ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	37,03	29,91	141,81	96,93	45,80	76,80	2,58	16,79	0,00	0,00	0,00	0,90	448,81
1979-80	10,76	87,50	75,88	97,69	85,39	56,76	34,29	31,11	0,00	0,00	0,00	0,90	480,53
1980-81	24,01	18,13	64,47	138,51	93,37	22,03	5,22	25,13	0,00	0,00	0,00	0,90	392,03
1981-82	6,80	71,89	49,26	58,38	121,42	171,10	22,21	3,09	0,00	0,00	0,00	0,90	507,92
1982-83	17,04	37,07	60,67	50,45	69,17	61,56	24,47	3,72	0,00	0,00	0,00	0,90	325,30
1983-84	21,22	46,80	80,32	87,11	35,62	77,93	35,80	1,85	0,00	0,00	0,00	0,90	387,81
1984-85	6,80	95,02	89,53	117,68	70,60	73,28	6,35	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	461,38
1985-86	20,85	37,85	29,56	54,58	81,22	28,31	0,61	10,02	0,00	0,00	0,00	26,21	289,21
1986-87	5,09	19,72	84,28	40,13	20,52	72,98	27,94	18,02	0,00	0,00	0,00	0,00	289,94
1987-88	9,77	22,30	58,41	79,32	109,91	79,01	31,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	390,58
1988-89	53,79	72,92	65,62	29,59	17,42	39,50	0,05	2,43	0,00	0,00	0,00	1,22	283,76
1989-1990	65,77	67,43	23,44	17,26	43,23	9,84	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	233,85
1990-91	57,62	41,00	71,15	69,74	54,65	24,94	19,33	10,59	0,00	0,00	0,00	0,00	350,22
1991-92	36,59	40,43	131,11	4,90	63,76	40,07	29,87	8,11	0,00	0,00	0,00	0,00	354,84
1992-93	0,61	34,73	42,18	37,05	27,83	33,82	15,06	18,65	0,00	0,00	0,00	0,00	211,14
1993-94	8,20	72,36	21,57	96,37	70,01	25,82	12,87	19,24	0,00	0,00	0,00	0,00	326,44
1994-95	119,71	62,83	74,13	65,47	10,11	47,56	25,56	5,50	0,00	0,00	0,00	2,43	413,29
1995-96	14,68	27,78	61,19	126,28	81,30	45,39	4,93	0,00	0,00	0,00	0,00	7,40	368,96
1996-97	42,36	23,48	10,31	58,15	15,52	55,07	35,77	10,61	0,00	0,00	0,00	0,00	252,48
1997-98	46,40	112,65	74,37	75,77	45,74	8,31	22,33	36,10	0,00	0,00	0,00	0,00	421,66
1998-99	0,43	77,88	101,50	16,77	101,64	74,86	7,20	1,85	0,00	0,00	0,00	0,64	382,78
1999-2000	0,02	4,31	61,27	58,59	38,43	48,70	11,47	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	225,82
2000-01	15,18	31,00	42,30	58,04	50,93	0,00	83,80	27,93	0,00	0,00	0,00	0,00	309,17
2001-02	13,98	120,84	145,60	39,40	49,80	28,55	18,01	0,00	0,00	0,00	0,00	13,01	430,09
2002-03	11,10	48,68	183,86	94,75	104,85	61,11	24,53	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00	538,33
2003-04	13,47	6,95	177,74	186,66	32,24	6,16	8,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	431,92
2004-05	21,03	49,40	67,92	89,97	51,43	41,33	1,32	0,77	0,00	0,00	0,00	0,12	323,29
2005-06	12,76	45,86	32,84	29,36	29,69	68,07	18,66	0,61	0,00	0,00	0,00	12,35	250,19
2006-07	79,90	14,42	6,18	53,18	69,66	5,47	0,00	11,67	0,00	0,00	0,00	0,61	241,08
2007-08	29,12	42,71	50,52	56,33	53,69	34,38	34,71	9,76	0,00	0,00	0,00	12,59	324,08
2008-09	6,25	46,48	42,30	66,17	127,66	48,22	20,52	53,23	0,00	0,00	0,00	6,29	417,39
2009-10	32,00	36,13	126,06	52,34	55,97	11,86	19,19	11,50	0,00	0,00	0,00	0,90	346,21
Μ.Ο.	26,26	48,32	73,35	68,84	60,27	46,21	19,10	11,02	0,00	0,00	0,00	2,79	356,58

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

Πίνακας 5: Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας

ΣΤΑΘΜΟΣ ΡΟΔΟΥ													
Συντεταγμένες : Γ.Π: 36° 40'				Υψόμετρο: 7m				Μονάδες: °C					
Γ.Μ: 28° 09'													
ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ													
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ													
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Μ.Τ (ΕΤΗΣΙΑ)
1978-79	20,62	16,14	14,20	12,51	13,49	15,11	16,98	20,35	25,27	26,59	26,24	24,66	19,35
1979-80	21,21	16,68	13,96	11,53	11,78	13,41	15,67	19,30	24,12	26,21	27,02	24,05	18,75
1980-81	21,73	18,28	14,04	11,51	12,14	12,25	17,51	19,00	25,13	25,40	26,79	23,36	18,93
1981-82	22,46	15,35	15,34	13,16	10,75	13,06	16,51	19,69	24,32	25,80	26,29	25,33	19,01
1982-83	21,82	16,57	13,36	10,84	10,48	13,26	17,23	21,14	23,46	26,68	26,48	24,03	18,78
1983-84	20,05	16,97	14,38	12,97	13,41	19,84	16,06	21,32	24,08	26,90	26,20	24,94	19,76
1984-85	22,22	16,53	13,62	13,45	10,41	13,70	17,42	21,74	24,81	26,63	27,41	25,11	19,42
1985-86	19,96	18,25	14,75	13,27	13,38	14,92	18,87	20,95	24,67	26,62	26,79	25,28	19,81
1986-87	21,01	15,72	13,47	13,51	13,50	10,77	15,87	18,83	24,35	27,17	26,66	25,18	18,84
1987-88	21,13	16,25	13,79	13,37	12,23	13,01	16,63	20,95	24,99	28,74	27,56	25,19	19,49
1988-89	20,50	14,95	13,44	11,14	12,39	15,08	18,70	20,75	23,31	26,43	26,90	25,25	19,07
1989-1990	19,86	16,72	13,79	11,75	12,88	14,80	17,53	20,59	24,05	26,87	26,33	25,01	19,18
1990-91	22,08	18,01	14,91	12,30	12,67	15,21	16,62	19,06	24,43	25,79	27,03	24,62	19,39
1991-92	21,20	16,93	11,21	12,02	10,29	12,99	16,08	19,70	24,30	26,32	26,85	24,83	18,56
1992-93	22,77	17,23	11,90	11,62	11,04	13,25	16,30	19,87	24,91	26,81	27,74	25,02	19,04
1993-94	22,94	16,83	14,65	13,50	12,79	14,83	18,22	21,23	24,84	26,40	28,34	26,98	20,13
1994-95	23,00	16,76	12,76	12,88	13,85	14,34	15,98	20,27	25,57	27,40	26,81	25,02	19,55
1995-96	20,19	14,54	14,35	12,23	13,01	12,92	15,94	21,64	24,89	26,55	26,95	23,87	18,92
1996-97	19,79	17,77	15,60	14,20	12,38	13,12	14,09	20,61	24,80	27,55	26,20	23,53	19,14
1997-98	20,35	17,78	14,56	13,07	14,07	12,77	17,67	20,12	25,28	27,21	28,03	25,44	19,70
1998-99	22,15	18,21	14,15	13,69	12,96	15,07	17,50	21,70	25,55	26,79	27,78	25,05	20,05
1999-2000	22,75	18,11	15,67	10,69	12,20	13,44	17,34	21,29	25,37	27,54	27,37	25,14	19,74
2000-01	21,60	18,64	14,93	14,11	13,41	17,06	17,40	21,67	24,32	27,75	28,15	25,90	20,41
2001-02	22,27	16,92	13,20	11,72	14,57	15,60	17,23	21,23	25,56	27,94	27,82	25,11	19,93
2002-03	21,59	18,18	13,74	14,67	10,52	13,34	16,18	21,83	25,44	28,12	28,58	25,17	19,78
2003-04	22,03	17,69	14,35	11,68	12,65	15,17	17,44	20,23	24,75	27,23	27,40	25,51	19,68
2004-05	22,86	17,29	14,65	13,09	11,66	14,67	17,15	20,50	23,95	26,25	26,44	25,21	19,48
2005-06	20,58	15,41	14,93	11,84	13,22	14,15	17,81	20,86	24,99	25,77	28,03	25,29	19,41
2006-07	21,68	16,12	14,10	13,30	12,74	15,15	17,48	21,08	26,04	28,10	28,31	25,43	19,96
2007-08	22,15	17,50	13,97	12,56	12,42	15,86	17,52	21,45	25,56	27,34	27,70	24,92	19,91
2008-09	21,60	18,80	14,48	14,10	12,40	14,36	17,63	21,29	25,79	28,50	26,95	25,10	20,08
2009-10	22,41	17,94	15,81	14,00	14,57	16,14	18,12	22,06	25,63	27,88	28,80	26,23	20,80
Μ.Ο	21,52	17,03	14,13	12,70	12,51	14,33	17,02	20,70	24,83	26,98	27,25	25,02	19,50

Πίνακας 6: Ανηγμένη μηνιαία θερμοκρασία αέρα στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής

ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (z=397m)													
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C)													
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Μ.Τ (ΕΤΗΣΙΑ)
1978-79	18,98	14,50	12,56	10,87	11,85	13,47	15,34	18,71	23,63	24,95	24,60	23,02	17,71
1979-80	19,57	15,04	12,32	9,89	10,14	11,77	14,03	17,66	22,48	24,57	25,38	22,41	17,11
1980-81	20,09	16,64	12,40	9,87	10,50	10,61	15,87	17,36	23,49	23,76	25,15	21,72	17,29
1981-82	20,82	13,71	13,70	11,52	9,11	11,42	14,87	18,05	22,68	24,16	24,65	23,69	17,37
1982-83	20,18	14,93	11,72	9,20	8,84	11,62	15,59	19,50	21,82	25,04	24,84	22,39	17,14
1983-84	18,41	15,33	12,74	11,33	11,77	18,20	14,42	19,68	22,44	25,26	24,56	23,30	18,12
1984-85	20,58	14,89	11,98	11,81	8,77	12,06	15,78	20,10	23,17	24,99	25,77	23,47	17,78
1985-86	18,32	16,61	13,11	11,63	11,74	13,28	17,23	19,31	23,03	24,98	25,15	23,64	18,17
1986-87	19,37	14,08	11,83	11,87	11,86	9,13	14,23	17,19	22,71	25,53	25,02	23,54	17,20
1987-88	19,49	14,61	12,15	11,73	10,59	11,37	14,99	19,31	23,35	27,10	25,92	23,55	17,85
1988-89	18,86	13,31	11,80	9,50	10,75	13,44	17,06	19,11	21,67	24,79	25,26	23,61	17,43
1989-1990	18,22	15,08	12,15	10,11	11,24	13,16	15,89	18,95	22,41	25,23	24,69	23,37	17,54
1990-91	20,44	16,37	13,27	10,66	11,03	13,57	14,98	17,42	22,79	24,15	25,39	22,98	17,76
1991-92	19,56	15,29	9,57	10,38	8,65	11,35	14,44	18,06	22,66	24,68	25,21	23,19	16,92
1992-93	21,13	15,59	10,26	9,98	9,40	11,61	14,66	18,23	23,27	25,17	26,10	23,38	17,40
1993-94	21,30	15,19	13,01	11,86	11,15	13,19	16,58	19,59	23,20	24,76	26,70	25,34	18,49
1994-95	21,36	15,12	11,12	11,24	12,21	12,70	14,34	18,63	23,93	25,76	25,17	23,38	17,92
1995-96	18,55	12,90	12,71	10,59	11,37	11,28	14,30	20,00	23,25	24,91	25,31	22,23	17,29
1996-97	18,15	16,13	13,96	12,56	10,74	11,48	12,45	18,97	23,16	25,91	24,56	21,89	17,50
1997-98	18,71	16,14	12,92	11,43	12,43	11,13	16,03	18,48	23,64	25,57	26,39	23,80	18,06
1998-99	20,51	16,57	12,51	12,05	11,32	13,43	15,86	20,06	23,91	25,15	26,14	23,41	18,41
1999-2000	21,11	16,47	14,03	9,05	10,56	11,80	15,70	19,65	23,73	25,90	25,73	23,50	18,10
2000-01	19,96	17,00	13,29	12,47	11,77	15,42	15,76	20,03	22,68	26,11	26,51	24,26	18,77
2001-02	20,63	15,28	11,56	10,08	12,93	13,96	15,59	19,59	23,92	26,30	26,18	23,47	18,29
2002-03	19,95	16,54	12,10	13,03	8,88	11,70	14,54	20,19	23,80	26,48	26,94	23,53	18,14
2003-04	20,39	16,05	12,71	10,04	11,01	13,53	15,80	18,59	23,11	25,59	25,76	23,87	18,04
2004-05	21,22	15,65	13,01	11,45	10,02	13,03	15,51	18,86	22,31	24,61	24,80	23,57	17,84
2005-06	18,94	13,77	13,29	10,20	11,58	12,51	16,17	19,22	23,35	24,13	26,39	23,65	17,77
2006-07	20,04	14,48	12,46	11,66	11,10	13,51	15,84	19,44	24,40	26,46	26,67	23,79	18,32
2007-08	20,51	15,86	12,33	10,92	10,78	14,22	15,88	19,81	23,92	25,70	26,06	23,28	18,27
2008-09	19,96	17,16	12,84	12,46	10,76	12,72	15,99	19,65	24,15	26,86	25,31	23,46	18,45
2009-10	20,77	16,30	14,17	12,36	12,93	14,50	16,48	20,42	23,99	26,24	27,16	24,59	19,16
Μ.Ο	19,88	15,40	12,49	11,06	10,87	12,69	15,38	19,06	23,19	25,34	25,61	23,39	17,86

Πίνακας 7: Ανηγγμένη μηνιαία θερμοκρασία αέρα στη μέση στάθμη του ταμιευτήρα

ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ (z=96m)													
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C)													
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Μ.Τ (ΕΤΗΣΙΑ)
1978-79	20,25	15,77	13,83	12,14	13,12	14,74	16,61	19,98	24,90	26,22	25,87	24,29	18,97
1979-80	20,84	16,31	13,59	11,16	11,41	13,04	15,30	18,93	23,75	25,84	26,65	23,68	18,37
1980-81	21,36	17,91	13,67	11,14	11,77	11,88	17,14	18,63	24,76	25,03	26,42	22,99	18,55
1981-82	22,09	14,98	14,97	12,79	10,38	12,69	16,14	19,32	23,95	25,43	25,92	24,96	18,63
1982-83	21,45	16,20	12,99	10,47	10,11	12,89	16,86	20,77	23,09	26,31	26,11	23,66	18,41
1983-84	19,68	16,60	14,01	12,60	13,04	19,47	15,69	20,95	23,71	26,53	25,83	24,57	19,39
1984-85	21,85	16,16	13,25	13,08	10,04	13,33	17,05	21,37	24,44	26,26	27,04	24,74	19,05
1985-86	19,59	17,88	14,38	12,90	13,01	14,55	18,50	20,58	24,30	26,25	26,42	24,91	19,44
1986-87	20,64	15,35	13,10	13,14	13,13	10,40	15,50	18,46	23,98	26,80	26,29	24,81	18,46
1987-88	20,76	15,88	13,42	13,00	11,86	12,64	16,26	20,58	24,62	28,37	27,19	24,82	19,11
1988-89	20,13	14,58	13,07	10,77	12,02	14,71	18,33	20,38	22,94	26,06	26,53	24,88	18,70
1989-1990	19,49	16,35	13,42	11,38	12,51	14,43	17,16	20,22	23,68	26,50	25,96	24,64	18,81
1990-91	21,71	17,64	14,54	11,93	12,30	14,84	16,25	18,69	24,06	25,42	26,66	24,25	19,02
1991-92	20,83	16,56	10,84	11,65	9,92	12,62	15,71	19,33	23,93	25,95	26,48	24,46	18,19
1992-93	22,40	16,86	11,53	11,25	10,67	12,88	15,93	19,50	24,54	26,44	27,37	24,65	18,66
1993-94	22,57	16,46	14,28	13,13	12,42	14,46	17,85	20,86	24,47	26,03	27,97	26,61	19,76
1994-95	22,63	16,39	12,39	12,51	13,48	13,97	15,61	19,90	25,20	27,03	26,44	24,65	19,18
1995-96	19,82	14,17	13,98	11,86	12,64	12,55	15,57	21,27	24,52	26,18	26,58	23,50	18,55
1996-97	19,42	17,40	15,23	13,83	12,01	12,75	13,72	20,24	24,43	27,18	25,83	23,16	18,76
1997-98	19,98	17,41	14,19	12,70	13,70	12,40	17,30	19,75	24,91	26,84	27,66	25,07	19,32
1998-99	21,78	17,84	13,78	13,32	12,59	14,70	17,13	21,33	25,18	26,42	27,41	24,68	19,68
1999-2000	22,38	17,74	15,30	10,32	11,83	13,07	16,97	20,92	25,00	27,17	27,00	24,77	19,37
2000-01	21,23	18,27	14,56	13,74	13,04	16,69	17,03	21,30	23,95	27,38	27,78	25,53	20,04
2001-02	21,90	16,55	12,83	11,35	14,20	15,23	16,86	20,86	25,19	27,57	27,45	24,74	19,56
2002-03	21,22	17,81	13,37	14,30	10,15	12,97	15,81	21,46	25,07	27,75	28,21	24,80	19,41
2003-04	21,66	17,32	13,98	11,31	12,28	14,80	17,07	19,86	24,38	26,86	27,03	25,14	19,30
2004-05	22,49	16,92	14,28	12,72	11,29	14,30	16,78	20,13	23,58	25,88	26,07	24,84	19,10
2005-06	20,21	15,04	14,56	11,47	12,85	13,78	17,44	20,49	24,62	25,40	27,66	24,92	19,03
2006-07	21,31	15,75	13,73	12,93	12,37	14,78	17,11	20,71	25,67	27,73	27,94	25,06	19,59
2007-08	21,78	17,13	13,60	12,19	12,05	15,49	17,15	21,08	25,19	26,97	27,33	24,55	19,54
2008-09	21,23	18,43	14,11	13,73	12,03	13,99	17,26	20,92	25,42	28,13	26,58	24,73	19,71
2009-10	22,04	17,57	15,44	13,63	14,20	15,77	17,75	21,69	25,26	27,51	28,43	25,86	20,43
Μ.Ο	21,14	16,66	13,75	12,32	12,13	13,96	16,65	20,32	24,46	26,60	26,87	24,65	19,13

Πίνακας 8: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή

ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ(mm)													
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	67,18	37,38	27,33	21,42	27,13	37,84	52,91	81,95	130,05	141,63	130,25	105,04	860,11
1979-80	73,16	41,79	27,91	19,32	21,84	31,38	47,20	76,40	121,28	139,96	139,87	102,18	842,27
1980-81	75,97	49,37	27,74	18,84	22,76	25,59	57,93	73,28	130,33	131,17	137,02	95,99	846,01
1981-82	80,65	34,65	32,89	24,59	17,45	28,91	51,21	78,15	122,01	134,79	131,86	111,79	848,95
1982-83	76,94	40,98	25,33	16,82	16,95	30,41	56,52	90,65	114,68	144,43	134,36	101,71	849,78
1983-84	62,01	40,08	26,96	22,11	25,67	63,97	45,66	87,96	116,44	143,24	128,26	105,83	868,18
1984-85	77,19	38,65	24,59	24,45	15,27	30,34	54,95	92,54	124,63	141,31	141,13	108,13	873,19
1985-86	61,20	46,34	28,27	23,05	25,38	35,29	63,40	84,59	121,92	140,02	133,82	108,49	871,77
1986-87	71,39	36,81	25,66	26,35	28,46	19,71	47,91	72,27	122,95	149,35	135,96	111,05	847,87
1987-88	69,51	37,07	25,03	23,94	21,42	26,98	49,65	85,56	126,06	163,84	142,36	108,50	879,90
1988-89	67,28	32,66	24,99	17,25	23,32	38,50	65,26	86,28	112,12	140,91	137,55	110,87	857,00
1989-1990	62,92	40,64	26,12	19,12	25,05	36,79	57,07	84,60	118,75	145,14	131,70	108,55	856,46
1990-91	76,75	46,50	30,09	20,57	23,68	38,20	50,48	71,71	121,52	133,26	137,83	104,53	855,11
1991-92	73,49	43,37	18,09	21,30	16,73	29,76	50,10	79,98	123,46	141,47	138,58	108,94	845,26
1992-93	82,30	43,18	19,24	18,68	18,13	29,33	49,33	78,88	127,15	144,53	145,65	108,65	865,04
1993-94	79,54	37,84	26,72	22,84	21,94	33,43	57,17	84,83	121,57	135,83	148,14	122,00	891,84
1994-95	82,28	39,42	21,18	22,06	27,82	33,03	45,63	79,93	131,81	149,04	134,72	106,95	873,88
1995-96	65,85	31,30	28,97	21,34	26,21	28,52	48,06	94,34	127,93	142,70	138,56	100,03	853,82
1996-97	62,67	46,08	33,74	28,46	23,20	28,89	36,87	85,00	126,27	152,49	130,64	96,62	850,96
1997-98	63,84	44,07	27,63	22,43	28,38	25,48	55,57	78,12	128,26	146,48	146,63	110,05	876,93
1998-99	74,44	45,10	25,09	23,84	22,89	35,00	52,99	89,36	129,37	140,48	142,70	105,28	886,54
1999-2000	79,57	45,38	31,90	14,27	20,64	28,07	52,97	87,07	128,64	149,57	139,40	107,01	884,48
2000-01	69,28	46,14	27,18	24,52	23,70	44,22	50,87	87,34	115,20	149,36	145,17	111,24	894,22
2001-02	75,57	38,89	21,77	17,13	29,73	37,95	51,60	85,78	129,84	153,30	143,41	106,11	891,07
2002-03	71,28	45,52	23,97	28,15	14,76	27,42	45,57	91,29	129,04	155,67	151,75	107,00	891,41
2003-04	75,02	43,64	26,82	17,62	22,64	36,74	54,13	79,04	122,98	146,73	140,19	110,69	876,24
2004-05	81,79	42,46	28,71	23,17	19,60	35,10	53,34	82,42	116,36	137,49	131,59	109,09	861,11
2005-06	66,49	33,67	29,98	18,82	25,70	32,70	57,78	85,54	126,75	132,77	147,71	109,93	867,84
2006-07	71,34	34,98	24,98	22,47	22,13	35,51	53,00	84,32	134,62	154,89	148,38	108,69	895,31
2007-08	74,88	41,86	24,69	20,03	21,14	39,43	53,59	87,80	130,01	146,88	142,31	104,63	887,26
2008-09	70,45	48,01	26,21	25,26	20,64	31,37	53,58	85,63	131,59	159,03	133,94	105,47	891,19
2009-10	73,10	41,08	29,56	23,00	27,21	37,71	53,63	88,50	126,31	148,86	150,44	112,40	911,81
M.O.	72,35	41,09	26,54	21,66	22,74	33,55	52,37	83,78	124,68	144,89	139,43	107,29	870,40

Πίνακας 9: Εξάτμιση από υδάτινη επιφάνεια

ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΑΠΟ ΥΔΑΤΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ε (mm)													
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	ΕΤΗΣΙΑ
1978-79	102,61	61,52	52,60	57,45	78,14	106,58	137,84	176,62	227,53	242,18	219,21	164,57	1626,85
1979-80	104,35	62,60	52,18	55,62	73,98	101,30	133,01	172,04	221,76	240,18	223,12	162,16	1602,28
1980-81	105,89	65,88	52,32	55,58	74,85	97,75	139,81	170,74	226,82	235,93	221,96	159,46	1606,98
1981-82	108,09	59,96	54,60	58,69	71,51	100,22	136,10	173,74	222,76	238,02	219,46	167,24	1610,38
1982-83	106,16	62,38	51,15	54,33	70,87	100,84	138,77	180,10	218,47	242,65	220,41	162,08	1608,20
1983-84	100,96	63,19	52,91	58,33	77,95	121,83	134,44	180,89	221,56	243,82	219,01	165,68	1640,56
1984-85	107,36	62,30	51,59	59,24	70,70	102,19	139,47	182,75	225,21	242,39	225,09	166,36	1634,66
1985-86	100,70	65,82	53,56	58,90	77,87	105,98	144,89	179,26	224,51	242,34	221,96	167,04	1642,82
1986-87	103,76	60,68	51,33	59,35	78,17	93,29	133,74	170,00	222,91	245,25	221,31	166,64	1606,44
1987-88	104,11	61,74	51,89	59,09	75,06	100,07	136,54	179,26	226,12	253,65	225,85	166,68	1640,06
1988-89	102,26	59,18	51,28	54,89	75,45	106,48	144,25	178,38	217,72	241,33	222,51	166,92	1620,67
1989-1990	100,41	62,68	51,89	56,03	76,65	105,61	139,88	177,67	221,41	243,66	219,66	165,96	1621,49
1990-91	106,94	65,32	53,84	57,06	76,13	106,89	136,51	171,00	223,31	237,97	223,17	164,41	1622,54
1991-92	104,32	63,10	47,53	56,53	70,42	100,01	134,52	173,78	222,66	240,75	222,26	165,25	1601,12
1992-93	109,03	63,71	48,67	55,78	72,20	100,81	135,33	174,52	225,72	243,34	226,76	166,00	1621,88
1993-94	109,55	62,90	53,38	59,34	76,43	105,70	142,45	180,49	225,36	241,18	229,82	173,90	1660,51
1994-95	109,74	62,76	50,12	58,15	79,03	104,17	134,15	176,27	229,04	246,47	222,06	166,00	1637,97
1995-96	101,36	58,38	52,86	56,93	76,96	99,80	134,00	182,31	225,61	241,97	222,77	161,46	1614,40
1996-97	100,21	64,82	55,06	60,68	75,43	100,41	127,24	177,76	225,16	247,27	219,01	160,12	1613,17
1997-98	101,83	64,84	53,22	58,52	79,58	99,34	140,40	175,61	227,58	245,46	228,24	167,68	1642,29
1998-99	107,15	65,74	52,51	59,70	76,84	106,45	139,77	182,57	228,94	243,24	226,96	166,12	1656,00
1999-2000	108,97	65,53	55,19	54,06	74,99	101,39	139,17	180,76	228,03	247,22	224,88	166,48	1646,67
2000-01	105,51	66,64	53,87	60,51	77,95	112,76	139,40	182,44	222,76	248,34	228,85	169,52	1668,54
2001-02	107,52	63,08	50,87	55,97	80,82	108,12	138,77	180,49	228,99	249,35	227,17	166,36	1657,51
2002-03	105,48	65,67	51,80	61,59	70,96	101,08	134,88	183,15	228,39	250,32	231,05	166,60	1650,98
2003-04	106,79	64,66	52,86	55,89	76,08	106,77	139,55	176,09	224,91	245,57	225,04	167,96	1642,17
2004-05	109,31	63,84	53,38	58,55	73,69	105,20	138,47	177,28	220,91	240,39	220,21	166,76	1627,98
2005-06	102,50	60,07	53,87	56,19	77,48	103,59	140,92	178,86	226,12	237,86	228,24	167,08	1632,78
2006-07	105,74	61,48	52,42	58,95	76,30	106,70	139,69	179,83	231,42	250,21	229,67	167,64	1660,07
2007-08	107,15	64,27	52,20	57,55	75,53	108,94	139,84	181,47	228,99	246,15	226,56	165,60	1654,24
2008-09	105,51	66,97	53,08	60,49	75,48	104,24	140,25	180,76	230,15	252,36	222,77	166,32	1658,38
2009-10	107,94	65,17	55,44	60,30	80,82	109,82	142,08	184,17	229,35	249,03	232,19	170,86	1687,16
2010	105,83	69,13	56,01	58,76	78,78	104,98	137,84	177,45	226,82	250,27	226,51	173,66	1666,06
M.O	105,28	63,49	52,58	57,83	75,83	104,18	137,99	178,12	225,35	244,41	224,34	166,25	1635,64

Πίνακας 10: Μέσες μηνιαίες τιμές μετεωρολογικών μεγεθών

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΡΟΔΟΥ : Γ. Μήκος : 28° 09' Γ. Πλάτος : 36° 40' Υψόμετρο: 7 m

ΜΗΝΑΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ(%)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ(m/s)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ(h/μήνα)
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	67,5	3,4	270
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	71,4	3,1	180
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	72,4	3,8	120
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	70,1	3,9	150
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	69,1	4,4	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	68,7	4,4	210
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	66,5	4,5	240
ΜΑΙΟΣ	64,4	4,3	330
ΙΟΥΝΙΟΣ	58,5	5,2	330
ΙΟΥΛΙΟΣ	57,6	6,0	330
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	59,9	5,8	330
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	61,4	4,9	300

ΑΠΟΡΡΟΕΣ

Πίνακας 11: Μηνιαίες Απορροές

ΑΠΟΡΡΟΕΣ (mm)													
ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μια	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	ΕΤΗΣΙΑ
1978 - 1979	0,00	0,00	32,06	50,73	37,09	40,30	20,15	10,07	5,04	2,52	1,26	0,63	199,85
1979 - 1980	0,31	3,25	25,73	48,46	53,99	42,13	22,45	11,22	5,61	2,81	1,40	0,70	218,08
1980 - 1981	0,35	0,18	0,09	50,18	57,93	31,16	15,58	7,79	3,89	1,95	0,97	0,49	170,56
1981 - 1982	0,24	0,12	10,16	22,77	57,43	92,42	46,21	23,11	11,55	5,78	2,89	1,44	274,13
1982 - 1983	0,72	0,36	0,82	16,91	32,76	33,80	16,90	8,45	4,22	2,11	1,06	0,53	118,65
1983 - 1984	0,26	0,13	12,81	36,81	26,26	28,17	16,52	8,26	4,13	2,07	1,03	0,52	136,98
1984 - 1985	0,26	7,24	34,35	59,73	55,23	49,96	24,98	12,49	6,25	3,12	1,56	0,78	255,96
1985 - 1986	0,39	0,20	0,10	2,22	28,15	16,22	8,11	4,06	2,03	1,01	0,51	0,25	63,25
1986 - 1987	0,13	0,06	6,22	12,67	7,10	28,69	14,35	7,17	3,59	1,79	0,90	0,45	83,11
1987 - 1988	0,22	0,11	0,06	22,19	51,23	51,28	25,64	12,82	6,41	3,21	1,60	0,80	175,58
1988 - 1989	0,40	3,73	22,47	18,88	10,32	11,12	5,56	2,78	1,39	0,69	0,35	0,17	77,86
1989 - 1990	0,09	5,29	5,28	4,61	13,52	6,76	3,38	1,69	0,85	0,42	0,21	0,11	42,20
1990 - 1991	0,05	0,03	6,89	26,99	29,87	14,93	7,47	3,73	1,87	0,93	0,47	0,23	93,47
1991 - 1992	0,12	0,06	32,91	16,45	26,52	21,86	10,93	5,47	2,73	1,37	0,68	0,34	119,44
1992 - 1993	0,17	0,09	0,04	3,39	8,37	10,28	5,14	2,57	1,29	0,64	0,32	0,16	32,46
1993 - 1994	0,08	0,04	0,02	33,62	40,10	21,67	10,83	5,42	2,71	1,35	0,68	0,34	116,85
1994 - 1995	5,62	18,28	34,36	38,53	19,26	17,05	8,52	4,26	2,13	1,07	0,53	0,27	149,88
1995 - 1996	0,13	0,07	0,03	45,67	49,67	36,00	18,00	9,00	4,50	2,25	1,13	0,56	167,01
1996 - 1997	0,28	0,14	0,07	0,04	0,02	9,71	9,70	4,85	2,42	1,21	0,61	0,30	29,35
1997 - 1998	0,15	14,95	31,02	41,07	31,89	15,94	7,97	3,99	1,99	1,00	0,50	0,25	150,72
1998 - 1999	0,12	0,06	33,79	17,36	44,95	44,20	22,10	11,05	5,53	2,76	1,38	0,69	184,01
1999 - 2000	0,35	0,17	0,09	15,49	18,16	21,76	10,88	5,44	2,72	1,36	0,68	0,34	77,43
2000 - 2001	0,17	0,08	0,04	6,06	17,84	8,92	13,40	6,70	3,35	1,68	0,84	0,42	59,51
2001 - 2002	0,21	17,96	63,97	43,77	34,57	18,80	9,40	4,70	2,35	1,18	0,59	0,29	197,79
2002 - 2003	0,15	0,07	56,26	60,07	69,89	52,99	26,50	13,25	6,62	3,31	1,66	0,83	291,59
2003 - 2004	0,41	0,21	45,11	95,88	55,21	27,61	13,80	6,90	3,45	1,73	0,86	0,43	251,60
2004 - 2005	0,22	0,11	7,56	35,08	33,69	24,50	12,25	6,13	3,06	1,53	0,77	0,38	125,28
2005 - 2006	0,19	0,10	0,05	0,54	5,64	22,33	11,17	5,58	2,79	1,40	0,70	0,35	50,83
2006 - 2007	0,17	0,09	0,04	0,04	23,10	11,55	5,78	2,89	1,44	0,72	0,36	0,18	46,37
2007 - 2008	0,09	0,05	0,02	16,78	25,06	16,09	8,04	4,02	2,01	1,01	0,50	0,25	73,92
2008 - 2009	0,13	0,06	0,03	15,49	55,53	39,33	19,67	9,83	4,92	2,46	1,23	0,61	149,30
2009 - 2010	0,31	0,15	26,52	28,85	30,39	15,19	7,60	3,80	1,90	0,95	0,47	0,24	116,36
Μ.Ο	0,39	2,29	15,28	27,73	32,84	27,59	14,34	7,17	3,59	1,79	0,90	0,45	134,36

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Πίνακας 12: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 1ο

1ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4402	7,2762	7,4054	7,2415	7,0490	6,8475	6,6226
1979 - 1980	6,5862	6,7560	7,4443	7,4557	7,4540	7,4297	7,4179	7,4222	7,3991	7,2195	6,9933	6,7988
1980 - 1981	6,7697	6,7514	6,7624	7,4776	7,4596	7,4096	7,4067	7,4135	7,3050	7,0880	6,8436	6,6418
1981 - 1982	6,5976	6,6100	7,0949	7,4338	7,4727	7,5028	7,4134	7,4018	7,4017	7,3658	7,2112	7,0473
1982 - 1983	7,0307	7,0335	7,0784	7,4291	7,4414	7,4369	7,4147	7,4022	7,3148	7,1015	6,8618	6,6603
1983 - 1984	6,6289	6,6262	7,2563	7,4512	7,4214	7,4466	7,4215	7,4011	7,3073	7,0912	6,8513	6,6474
1984 - 1985	6,6042	6,9697	7,3601	7,4699	7,4424	7,4439	7,4038	7,4011	7,4001	7,2343	7,0144	6,8206
1985 - 1986	6,7944	6,7881	6,7793	6,8837	7,4460	7,4170	7,4004	7,3239	7,1283	6,8651	6,6013	6,4002
1986 - 1987	6,3533	6,3344	6,6504	7,4222	7,4123	7,4436	7,4167	7,4108	7,2905	7,0608	6,8134	6,6055
1987 - 1988	6,5644	6,5482	6,5545	7,4434	7,4659	7,4474	7,4191	7,4000	7,4000	7,2314	7,0131	6,8201
1988 - 1989	6,8121	6,9987	7,4357	7,4177	7,4104	7,4236	7,4000	7,4015	7,1782	6,8997	6,6280	6,4093
1989 - 1990	6,3948	6,6512	6,8888	7,0881	7,4250	7,4059	7,3585	7,1639	6,9154	6,6262	6,3525	6,1331
1990 - 1991	6,1099	6,0985	6,4381	7,4376	7,4327	7,4149	7,4115	7,4063	7,2034	6,9378	6,6704	6,4548
1991 - 1992	6,4238	6,4143	7,2790	7,4029	7,4381	7,4240	7,4179	7,4048	7,2431	6,9962	6,7389	6,5273
1992 - 1993	6,4764	6,4648	6,4633	6,6159	7,4153	7,4202	7,4090	7,4111	7,1787	6,8965	6,6206	6,4011
1993 - 1994	6,3504	6,3574	6,3414	7,4515	7,4420	7,4155	7,4077	7,4115	7,2469	6,9991	6,7371	6,5206
1994 - 1995	6,7957	7,6731	7,2971	7,4387	7,4061	7,4284	7,4153	7,4033	7,2089	6,9447	6,6809	6,4672
1995 - 1996	6,4267	6,4134	6,4195	7,4680	7,4488	7,4272	7,4029	7,4000	7,3214	7,1151	6,8771	6,6812
1996 - 1997	6,6626	6,6465	6,6251	6,6254	6,5933	7,0347	7,3173	7,2809	7,1052	6,8490	6,5918	6,3826
1997 - 1998	6,3602	7,1033	7,3746	7,4451	7,4274	7,4050	7,4133	7,4216	7,2212	6,9540	6,6850	6,4682
1998 - 1999	6,4164	6,4259	7,2844	7,4099	7,4607	7,4449	7,4043	7,4011	7,3697	7,1865	6,9575	6,7604
1999 - 2000	6,7161	6,6904	6,6979	7,4325	7,4230	7,4291	7,4069	7,4018	7,2363	6,9854	6,7265	6,5143
2000 - 2001	6,4733	6,4581	6,4539	6,7435	7,4284	7,4000	7,4500	7,4167	7,2845	7,0473	6,7930	6,5822
2001 - 2002	6,5410	7,4346	7,3718	7,4234	7,4298	7,4171	7,4108	7,4000	7,2162	6,9560	6,6918	6,4850
2002 - 2003	6,4409	6,4352	7,3269	7,4561	7,4629	7,4367	7,4147	7,4056	7,4000	7,2385	7,0196	6,8279
2003 - 2004	6,7952	6,7728	7,4978	7,5124	7,4195	7,4037	7,4048	7,4000	7,2718	7,0389	6,7881	6,5788
2004 - 2005	6,5408	6,5381	6,9087	7,4511	7,4308	7,4247	7,4008	7,4005	7,2557	7,0167	6,7643	6,5537
2005 - 2006	6,5138	6,5107	6,5015	6,5129	6,7575	7,4380	7,4112	7,4004	7,2394	6,9957	6,7357	6,5304
2006 - 2007	6,5246	6,5032	6,4801	6,4789	7,4378	7,4033	7,4000	7,4070	7,1781	6,8957	6,6200	6,4009
2007 - 2008	6,3633	6,3539	6,3541	7,1588	7,4313	7,4206	7,4208	7,4058	7,2058	6,9389	6,6713	6,4628
2008 - 2009	6,4151	6,4071	6,4028	7,1496	7,4743	7,4290	7,4123	7,4318	7,3702	7,1669	6,9333	6,7360
2009 - 2010	6,7084	6,6996	7,4417	7,4314	7,4335	7,4071	7,4115	7,3204	7,1160	6,8460	6,5751	6,3576

Πίνακας 13: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 2ο

2ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	7,4100	7,2289	6,9004	6,5443	6,2413
1979 - 1980	6,2070	6,3763	7,4440	7,4585	7,4512	7,4340	7,4205	7,4186	7,2683	6,9543	6,6021	6,3034
1980 - 1981	6,2767	6,2598	6,2704	7,4734	7,4561	7,4132	7,4031	7,3845	7,1492	6,7981	6,4281	6,1221
1981 - 1982	6,0810	6,0930	6,5781	7,4320	7,4727	7,5028	7,4134	7,4018	7,4017	7,2296	6,9473	6,6780
1982 - 1983	6,6633	6,6666	6,7113	7,4280	7,4414	7,4369	7,4147	7,4022	7,1876	6,8399	6,4741	6,1683
1983 - 1984	6,1392	6,1370	6,7663	7,4487	7,4214	7,4466	7,4215	7,4011	7,1801	6,8296	6,4637	6,1554
1984 - 1985	6,1152	6,4797	7,4486	7,4705	7,4424	7,4439	7,4038	7,4011	7,2794	6,9791	6,6331	6,3350
1985 - 1986	6,3112	6,3056	6,2976	6,4021	7,4437	7,4170	7,4004	7,1885	6,8675	6,4719	6,0836	5,7789
1986 - 1987	5,7356	5,7182	6,0330	6,6311	6,9402	7,4416	7,4167	7,3646	7,1178	6,7544	6,3815	6,0698
1987 - 1988	6,0317	6,0167	6,0228	7,0982	7,4636	7,4474	7,4191	7,4000	7,4000	7,0952	6,7492	6,4508
1988 - 1989	6,4438	6,6302	7,4362	7,4177	7,4104	7,4236	7,3703	7,0935	6,7470	6,3384	5,9446	5,6245
1989 - 1990	5,6116	5,8678	6,1067	7,4090	7,4258	7,4059	7,2549	6,9260	6,5534	6,1332	5,7364	5,4150
1990 - 1991	5,3939	5,3835	5,7224	7,0245	7,4314	7,4149	7,4115	7,1894	6,8620	6,4651	6,0744	5,7566
1991 - 1992	5,7283	5,7198	7,3411	7,4029	7,4381	7,4240	7,4179	7,2756	6,9883	6,6088	6,2271	5,9125
1992 - 1993	5,8656	5,8550	5,8538	6,0070	7,4143	7,4202	7,3613	7,0864	6,7311	6,3191	5,9214	5,6007
1993 - 1994	5,5549	5,5614	5,5469	7,1787	7,4409	7,4155	7,4077	7,4115	7,1197	6,7375	6,3496	6,0290
1994 - 1995	6,3038	7,1813	7,4433	7,4392	7,4061	7,4284	7,4153	7,2122	6,8932	6,4974	6,1100	5,7938
1995 - 1996	5,7567	5,7446	5,7504	7,4631	7,4488	7,4272	7,4029	7,4000	7,1942	6,8535	6,4895	6,1890
1996 - 1997	6,1722	6,1572	6,1372	6,1376	6,1071	6,5498	6,7314	6,5654	6,2720	5,8918	5,5174	5,2104
1997 - 1998	5,1918	5,9316	7,4315	7,4433	7,4236	7,4044	7,4128	7,2152	6,8903	6,4918	6,0995	5,7805
1998 - 1999	5,7330	5,7420	7,3886	7,4100	7,4607	7,4449	7,4043	7,4011	7,2425	6,9250	6,5699	6,2687
1999 - 2000	6,2275	6,2035	6,2108	6,9567	7,4219	7,4291	7,4069	7,2563	6,9655	6,5823	6,1993	5,8843
2000 - 2001	5,8467	5,8328	5,8290	6,1187	6,9610	7,4000	7,4500	7,3735	7,1146	6,7437	6,3639	6,0495
2001 - 2002	6,0112	6,9030	7,4826	7,4237	7,4298	7,4171	7,4108	7,2230	6,9144	6,5224	6,1345	5,8248
2002 - 2003	5,7843	5,7793	7,4921	7,4570	7,4629	7,4367	7,4147	7,4056	7,3001	7,0039	6,6586	6,3625
2003 - 2004	6,3324	6,3115	7,4946	7,5124	7,4195	7,4037	7,4048	7,3254	7,0710	6,7048	6,3289	6,0162
2004 - 2005	5,9811	5,9789	6,3490	7,4481	7,4308	7,4247	7,4008	7,2839	7,0134	6,6417	6,2647	5,9510
2005 - 2006	5,9143	5,9117	5,9033	5,9156	6,1619	7,2152	7,4109	7,2669	6,9805	6,6042	6,2199	5,9113
2006 - 2007	5,9066	5,8868	5,8655	5,8644	6,9701	7,4031	7,3632	7,0963	6,7445	6,3322	5,9347	5,6144
2007 - 2008	5,5804	5,5720	5,5723	6,3770	7,4288	7,4206	7,4200	7,2048	6,8802	6,4819	6,0908	5,7796
2008 - 2009	5,7359	5,7287	5,7249	6,4714	7,4692	7,4290	7,4123	7,4325	7,2436	6,9061	6,5464	6,2447
2009 - 2010	6,2193	6,2114	7,4615	7,4316	7,4335	7,4071	7,4115	7,1850	6,8552	6,4529	6,0579	5,7375

Πίνακας 14: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 3ο

3ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	7,3469	7,0375	6,5738	6,0907	5,6826
1979 - 1980	5,6514	5,8199	7,0669	7,4564	7,4512	7,4340	7,4205	7,4186	7,1393	6,6891	6,2093	5,8047
1980 - 1981	5,7804	5,7649	5,7752	7,4694	7,4561	7,4132	7,4031	7,2472	6,8848	6,3993	5,9033	5,4928
1981 - 1982	5,4554	5,4670	5,9523	7,0450	7,4699	7,5028	7,4134	7,4018	7,4001	7,0900	6,6783	6,3022
1982 - 1983	6,2894	6,2933	6,3378	7,1475	7,4402	7,4369	7,4147	7,2719	6,9300	6,4480	5,9561	5,5457
1983 - 1984	5,5196	5,5179	6,1462	7,4455	7,4213	7,4466	7,4215	7,2681	6,9198	6,4351	5,9430	5,5303
1984 - 1985	5,4938	5,8571	7,4453	7,4705	7,4424	7,4439	7,4038	7,4011	7,1504	6,7140	6,2403	5,8366
1985 - 1986	5,8150	5,8103	7,4149	7,4326	7,4486	7,4170	7,3813	7,0323	6,5844	6,0548	5,5408	5,1311
1986 - 1987	5,0916	5,0757	5,3893	5,9881	6,2995	7,4388	7,4167	7,2273	6,8533	6,3557	5,8568	5,4408
1987 - 1988	5,4062	5,3927	5,3985	6,4732	7,4596	7,4474	7,4191	7,4000	7,1566	6,7175	6,2452	5,8423
1988 - 1989	5,8371	6,0230	7,1091	7,4171	7,4104	7,4236	7,2653	6,8522	6,3799	5,8385	5,3200	4,8965
1989 - 1990	4,8851	5,1411	5,3813	5,5840	6,2167	6,4908	6,2420	5,7864	5,2997	4,7596	4,2494	3,8330
1990 - 1991	3,8165	3,8084	4,1457	5,4466	6,8700	7,4141	7,3637	7,0047	6,5508	6,0202	5,5042	5,0824
1991 - 1992	5,0568	5,0492	6,6671	7,4027	7,4381	7,4240	7,4179	7,1383	6,7238	6,2101	5,7024	5,2834
1992 - 1993	5,2405	5,2310	5,2300	5,3839	5,7642	6,2242	6,0688	5,6685	5,2030	4,6749	4,1680	3,7550
1993 - 1994	3,7202	3,7257	3,7146	5,3424	7,2639	7,4152	7,4077	7,1285	6,7115	6,1971	5,6853	5,2621
1994 - 1995	5,5364	6,4139	7,4399	7,4392	7,4061	7,4284	7,4153	7,0749	6,6288	6,0988	5,5854	5,1648
1995 - 1996	5,1309	5,1200	5,1254	7,3494	7,4483	7,4272	7,4029	7,2833	6,9500	6,4748	5,9846	5,5792
1996 - 1997	5,5644	5,5510	5,5325	5,5330	5,5047	5,9490	6,0288	5,7324	5,3210	4,8167	4,3250	3,9198
1997 - 1998	3,9054	4,6416	6,1398	7,4396	7,4274	7,4050	7,3783	7,0437	6,5922	6,0599	5,5422	5,1192
1998 - 1999	5,0759	5,0845	6,7292	7,4093	7,4607	7,4449	7,4043	7,3840	7,0966	6,6432	6,1607	5,7539
1999 - 2000	5,7161	5,6939	5,7011	6,4468	7,2988	7,4288	7,4069	7,1190	6,7010	6,1837	5,6748	5,2555
2000 - 2001	5,2212	5,2086	5,2052	5,4950	6,3383	6,7063	6,9800	6,7705	6,3905	5,8922	5,3928	4,9785
2001 - 2002	4,9461	5,8344	7,4734	7,4237	7,4298	7,4171	7,4108	7,0857	6,6499	6,1238	5,6101	5,1956
2002 - 2003	5,1586	5,1543	7,4853	7,4570	7,4629	7,4367	7,4147	7,4056	7,1711	6,7388	6,2660	5,8642
2003 - 2004	5,8368	5,8176	7,4894	7,5123	7,4195	7,4037	7,4048	7,1881	6,8065	6,3061	5,8043	5,3873
2004 - 2005	5,3555	5,3538	5,7234	7,4231	7,4308	7,4247	7,4008	7,1466	6,7489	6,2430	5,7399	5,3219
2005 - 2006	5,2885	5,2864	5,2788	5,2921	5,5402	6,5948	6,7248	6,4507	6,0462	5,5450	5,0438	4,6365
2006 - 2007	4,6336	4,6174	4,5995	4,5989	5,7051	6,2093	6,0742	5,6828	5,2213	4,6935	4,1870	3,7744
2007 - 2008	3,7489	3,7428	3,7433	4,5481	5,7417	6,4766	6,4669	6,1240	5,6851	5,1661	4,6614	4,2536
2008 - 2009	4,2189	4,2135	4,2106	4,9567	7,4578	7,4289	7,4123	7,3652	7,0483	6,5756	6,0891	5,6822
2009 - 2010	5,6593	5,6524	6,9601	7,4299	7,4335	7,4071	7,3596	6,9964	6,5401	6,0044	5,4843	5,0602

Πίνακας 15: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 4ο

4ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	7,2115	6,7767	6,1806	5,5730	5,0619
1979 - 1980	5,0341	5,2017	6,4477	7,4528	7,4512	7,4340	7,4205	7,2967	6,8918	6,3090	5,7046	5,1968
1980 - 1981	5,1754	5,1616	5,1715	7,4644	7,4561	7,4132	7,4031	7,1118	6,6239	6,0060	5,3856	4,8718
1981 - 1982	4,8382	4,8493	5,3348	6,4275	7,4655	7,5027	7,4134	7,4018	7,2816	6,8372	6,2992	5,8187
1982 - 1983	5,8085	5,8131	5,8573	6,6671	7,4383	7,4369	7,4147	7,1365	6,6690	6,0547	5,4384	4,9249
1983 - 1984	4,9016	4,9006	5,5278	7,3085	7,4211	7,4466	7,4215	7,1327	6,6589	6,0418	5,4253	4,9096
1984 - 1985	4,8767	5,2388	6,9054	7,4668	7,4424	7,4439	7,4038	7,3171	6,9402	6,3707	5,7720	5,2648
1985 - 1986	5,2460	5,2422	5,2356	5,3404	6,6931	7,4157	7,2764	6,7931	6,2210	5,5606	4,9236	4,4109
1986 - 1987	4,3755	4,3614	4,6736	5,2732	5,5870	6,9543	7,1402	6,8179	6,3219	5,6959	5,0762	4,5597
1987 - 1988	4,5300	4,5185	4,5240	5,5977	7,4539	7,4474	7,4191	7,3491	6,9790	6,4065	5,8089	5,3022
1988 - 1989	5,2985	5,4839	6,5696	7,4162	7,4104	7,4236	7,1617	6,6143	6,0177	5,3454	4,7038	4,1783
1989 - 1990	4,1684	4,4242	4,6655	4,8699	5,5040	5,7821	5,4353	4,8527	4,2510	3,5897	2,9652	2,4533
1990 - 1991	2,4408	2,4347	2,7706	4,0704	5,4956	6,1728	6,0274	5,5456	4,9835	4,3389	3,7154	3,2029
1991 - 1992	3,1849	3,1798	4,7885	5,5554	6,8253	7,4225	7,4179	7,0029	6,4629	5,8168	5,1847	4,6627
1992 - 1993	4,6238	4,6153	4,6145	4,7691	5,1511	5,6135	5,3588	4,8296	4,2479	3,5975	2,9755	2,4661
1993 - 1994	2,4390	2,4438	2,4351	4,0601	5,9821	6,9811	6,9846	6,5740	6,0371	5,3962	4,7657	4,2439
1994 - 1995	4,5176	5,3950	7,0558	7,4377	7,4061	7,4284	7,3302	6,8552	6,2847	5,6237	4,9870	4,4641
1995 - 1996	4,4338	4,4241	4,4292	6,6503	7,4449	7,4272	7,4029	7,1479	6,6891	6,0815	5,4669	4,9582
1996 - 1997	4,9455	4,9336	4,9168	4,9173	4,8912	5,3372	5,3167	4,8919	4,3643	3,7379	3,1306	2,6286
1997 - 1998	2,6184	3,3510	4,8476	6,8268	7,4257	7,4050	7,2747	6,8055	6,2299	5,5668	4,9263	4,4013
1998 - 1999	4,3625	4,3705	6,0131	6,8245	7,4572	7,4449	7,4043	7,2486	6,8358	6,2500	5,6432	5,1334
1999 - 2000	5,0996	5,0796	5,0866	5,8321	6,6854	7,4270	7,4069	6,9836	6,4402	5,7905	5,1574	4,6350
2000 - 2001	4,6040	4,5927	4,5898	4,8797	5,7240	6,0960	6,2681	5,9297	5,4334	4,8131	4,1987	3,6883
2001 - 2002	3,6630	4,5469	7,4624	7,4237	7,4298	7,4171	7,3538	6,8939	6,3335	5,6759	5,0387	4,5212
2002 - 2003	4,4880	4,4843	7,2408	7,4556	7,4629	7,4367	7,4147	7,3685	7,0072	6,4412	5,8429	5,3372
2003 - 2004	5,3127	5,2953	7,4840	7,5123	7,4195	7,4037	7,4048	7,0527	6,5456	5,9129	5,2868	4,7669
2004 - 2005	4,7383	4,7371	5,1061	6,8047	7,4289	7,4247	7,4008	7,0112	6,4880	5,8496	5,2222	4,7011
2005 - 2006	4,6711	4,6695	4,6626	4,6769	4,9267	5,9826	6,0135	5,6114	5,0909	4,4669	3,8508	3,3462
2006 - 2007	3,3453	3,3327	3,3183	3,3181	4,4248	4,9367	4,7085	4,1952	3,6267	2,9864	2,3735	1,8707
2007 - 2008	1,8539	1,8503	1,8509	2,6559	3,8519	4,5951	4,4935	4,0352	3,4971	2,8738	2,2703	1,7760
2008 - 2009	1,7557	1,7534	1,7520	2,4973	5,1789	7,0407	7,4118	7,2293	6,7869	6,1821	5,5712	5,0611
2009 - 2010	5,0410	5,0351	6,3403	7,4280	7,4335	7,4071	7,2560	6,7584	6,1780	5,5116	4,8688	4,3427

Πίνακας 16: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 5ο

5ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	7,0743	6,5123	5,7820	5,0483	4,4327
1979 - 1980	4,4084	4,5994	5,8447	7,4493	7,4512	7,4340	7,4205	7,1595	6,6274	5,9103	5,1799	4,5676
1980 - 1981	4,5492	4,5555	4,5649	7,0093	7,4536	7,4132	7,4031	6,9746	6,3595	5,6073	4,8608	4,2424
1981 - 1982	4,2126	4,2532	4,7389	5,8316	7,4612	7,5027	7,4134	7,4018	7,1526	6,5720	5,9061	5,3200
1982 - 1983	5,3124	5,3253	5,3692	6,1791	7,4363	7,4369	7,4147	6,9993	6,4046	5,6560	4,9137	4,2956
1983 - 1984	4,2753	4,2951	4,9214	6,7011	7,4198	7,4466	7,4215	6,9955	6,3945	5,6432	4,9005	4,2804
1984 - 1985	4,2513	4,6414	6,3066	7,4626	7,4424	7,4439	7,4038	7,1799	6,6758	5,9721	5,2474	4,6359
1985 - 1986	4,6200	4,6331	4,6274	4,7323	6,0849	6,8233	6,5841	5,9704	5,2802	4,4952	3,7409	3,1285
1986 - 1987	3,1006	3,1175	3,4272	4,0282	4,3463	5,7151	5,8037	5,3562	4,7503	4,0090	3,2800	2,6717
1987 - 1988	2,6525	2,6646	2,6693	3,7408	6,2131	7,4416	7,4191	7,2118	6,7147	6,0080	5,2845	4,6734
1988 - 1989	4,6715	4,8583	5,9435	6,8370	7,2997	7,4233	7,0565	6,3730	5,6504	4,8453	4,0790	3,4501
1989 - 1990	3,4416	3,7057	3,9482	4,1542	4,7898	5,0719	4,6257	3,9144	3,1959	2,4118	1,6713	1,0626
1990 - 1991	1,0541	1,0584	1,3929	2,6917	4,1186	4,8024	4,5615	3,9564	3,2861	2,5273	1,7965	1,1930
1991 - 1992	1,1830	1,1906	2,7895	3,5626	4,8332	5,8558	5,7802	5,2440	4,5982	3,8405	3,1031	2,4919
1992 - 1993	2,4668	2,4871	2,4871	2,6441	3,0316	3,5024	3,1576	2,5115	1,8315	1,0778	0,3582	0,0000
1993 - 1994	0,0000	0,0035	0,0000	1,6190	3,5419	4,5525	4,4695	3,9457	3,3147	2,5745	1,8510	1,2496
1994 - 1995	1,5215	2,1270	3,7831	5,6354	6,5261	7,3135	7,1110	6,5011	5,8064	5,0143	4,2543	3,6290
1995 - 1996	3,6030	3,6207	3,6254	5,8433	7,4410	7,4272	7,4029	7,0107	6,4248	5,6829	4,9423	4,3288
1996 - 1997	4,3183	4,3184	4,3032	4,3038	4,2799	4,7275	4,6053	4,0504	3,4049	2,6544	1,9298	1,3296
1997 - 1998	1,3237	2,0586	3,5536	5,5316	7,0456	7,4048	7,1695	6,5640	5,8626	5,0669	4,3017	3,6734
1998 - 1999	3,6392	3,6810	5,3216	6,1347	7,4531	7,4449	7,4043	7,1114	6,5714	5,8514	5,1187	4,5045
1999 - 2000	4,4747	4,4868	4,4935	5,2389	6,0935	7,1105	7,0113	6,4549	5,7896	5,0115	4,2574	3,6343
2000 - 2001	3,6087	3,6251	3,6228	3,9129	4,7587	5,1372	5,2074	4,7414	4,1318	3,3925	2,6660	2,0614
2001 - 2002	2,0452	2,9398	6,0419	7,4203	7,4298	7,4171	7,2488	6,6528	5,9666	5,1764	4,4146	3,7933
2002 - 2003	3,7642	3,7903	6,5414	7,4517	7,4629	7,4367	6,8673	6,6895	6,2083	5,5162	4,7992	4,1942
2003 - 2004	4,1760	4,1806	6,3966	7,5003	7,4194	7,4037	6,8574	6,3738	5,7467	4,9876	4,2425	3,6233
2004 - 2005	3,6007	3,6231	3,9912	5,6877	7,2939	7,4244	6,8534	6,3323	5,6889	4,9239	4,1772	3,5569
2005 - 2006	3,5329	3,5562	3,5508	3,5669	3,8198	4,8780	4,8118	4,2852	3,6533	2,9116	2,1851	1,5862
2006 - 2007	1,5880	1,5785	1,5688	1,5692	2,6766	3,1989	2,8801	2,2477	1,5768	0,8288	0,1138	0,0001
2007 - 2008	0,0000	0,0000	0,0008	0,8051	2,0035	2,7549	2,5596	1,9838	1,3444	0,6143	0,0000	0,0016
2008 - 2009	0,0000	0,0013	0,0000	0,7447	3,4209	5,2885	5,6286	5,3223	4,7768	4,0639	3,3495	2,7509
2009 - 2010	2,7412	2,7489	1,2842	1,3836	2,8361	3,5333	3,3052	2,7108	2,0561	1,3122	0,5956	0,0029

Πίνακας 17: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 6ο

6ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	6,9388	6,2513	5,3885	4,5305	3,6769
1979 - 1980	3,6568	3,8224	5,0665	7,4120	7,4510	7,4340	7,4205	7,0240	6,3663	5,5168	4,6620	3,8117
1980 - 1981	3,7970	3,7871	3,7960	6,2366	7,4493	7,4132	7,4031	6,8391	6,0985	5,2137	4,3429	3,4865
1981 - 1982	3,4611	3,4713	3,9572	5,0500	7,4556	7,5026	7,4134	7,4018	7,0253	6,3103	5,5183	4,6930
1982 - 1983	4,6888	4,6950	4,7386	5,5487	7,1205	7,4357	7,4147	6,8638	6,1435	5,2625	4,3957	3,5397
1983 - 1984	3,5230	3,5233	4,1483	5,9266	7,1656	7,4454	7,4215	6,8600	6,1334	5,2497	4,3826	3,5246
1984 - 1985	3,5000	3,8595	5,5230	7,4572	7,4424	7,4439	7,4038	7,0444	6,4148	5,5786	4,7297	3,8803
1985 - 1986	3,8680	3,8665	3,8619	3,9670	5,3194	6,0613	5,7250	4,9844	4,1800	3,2745	2,4067	1,5625
1986 - 1987	1,5437	1,5365	1,8431	2,4460	2,7694	4,1401	4,1349	3,5669	2,8571	2,0070	1,1746	0,3441
1987 - 1988	0,3379	0,3362	0,3400	1,4087	3,8762	6,3297	6,8537	6,5169	5,9017	5,0710	4,2305	3,3868
1988 - 1989	3,3886	3,5725	4,6566	5,5520	6,0191	6,5182	6,0554	5,2468	4,4114	3,4878	2,6097	1,7522
1989 - 1990	1,7472	2,0024	2,2478	2,4577	3,0966	3,3883	2,8516	2,0234	1,2024	0,3108	0,0000	0,0000
1990 - 1991	0,0000	0,0000	0,3254	1,6234	3,0517	3,7407	3,4035	2,6738	1,8931	1,0176	0,1771	0,0000
1991 - 1992	0,0000	0,0000	1,5869	2,3637	3,6348	4,6616	4,4898	3,8307	3,0761	2,2039	1,3584	0,5213
1992 - 1993	0,5088	0,5074	0,5082	0,6674	1,0601	1,5387	1,1042	0,3415	0,0002	0,0711	0,0003	0,0000
1993 - 1994	0,0000	0,0000	0,0000	1,6066	3,5296	4,5402	4,3537	3,6955	2,9405	2,0695	1,2233	0,3854
1994 - 1995	0,6568	1,5343	3,1896	5,0416	5,9347	6,7241	6,4218	5,6833	4,8724	3,9576	3,0820	2,2251
1995 - 1996	2,2062	2,2005	2,2045	4,4166	6,8027	7,4255	7,4029	6,8752	6,1638	5,2895	4,4245	3,5728
1996 - 1997	3,5649	3,5563	3,5431	3,5439	3,5226	3,9722	3,7506	3,0685	2,3087	1,4380	0,5997	0,0001
1997 - 1998	0,0000	0,7237	2,2170	4,1936	5,7103	6,4304	6,0983	5,3661	4,5535	3,6405	2,7651	1,9090
1998 - 1999	1,8859	1,8922	3,5277	4,3453	6,5134	7,4407	7,4043	6,9759	6,3104	5,4580	4,6011	3,7490
1999 - 2000	3,7241	3,7091	3,7156	4,4607	5,3170	6,3364	6,1395	5,4567	4,6776	3,7795	2,9122	2,0595
2000 - 2001	2,0422	2,0363	2,0351	2,3254	3,1737	3,5628	3,5346	2,9483	2,2350	1,3873	0,5584	0,0001
2001 - 2002	0,0000	0,8665	3,9570	6,0516	7,4257	7,4171	7,1452	6,4148	5,6046	4,6835	3,7987	2,9401
2002 - 2003	2,9157	2,9136	5,6578	7,4468	7,4628	7,4367	7,4147	7,0958	6,4818	5,6494	4,8011	3,9532
2003 - 2004	3,9364	3,9237	6,1378	7,4975	7,4194	7,4037	7,3368	6,7127	5,9538	5,0555	4,1800	3,3186
2004 - 2005	3,2975	3,2976	3,6654	5,3613	6,9679	7,4236	7,2787	6,6177	5,8433	4,9398	4,0634	3,2014
2005 - 2006	3,1792	3,1789	3,1739	3,1906	3,4445	4,5036	4,3365	3,6793	2,9283	2,0605	1,2159	0,3830
2006 - 2007	0,3867	0,3823	0,3759	0,3767	1,4845	2,0140	1,6013	0,8461	0,0671	0,0000	0,0000	0,0005
2007 - 2008	0,0000	0,0000	0,0000	0,7971	1,9955	2,7469	2,4481	1,7378	0,9745	0,1136	0,0001	0,0024
2008 - 2009	0,0000	0,0000	0,0000	0,7368	3,4130	5,2806	5,5171	5,0762	4,4067	3,5631	2,7259	1,8902
2009 - 2010	1,8844	1,8839	3,1759	4,5580	6,0059	6,6847	6,3302	5,5694	4,7488	3,8292	2,9486	2,0894

Πίνακας 18: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 7ο

7ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	6,8016	5,9870	4,9900	4,0058	3,1828
1979 - 1980	3,1653	3,3302	4,5737	6,9180	7,4485	7,4340	7,4205	6,8868	6,1019	5,1181	4,1374	3,3175
1980 - 1981	3,3052	3,2967	3,3052	5,7434	7,4466	7,4132	7,3245	6,6240	5,7573	4,7393	3,7434	2,9180
1981 - 1982	2,8961	2,9058	3,3919	4,4847	7,2626	7,5007	7,4134	7,4018	6,8963	6,0451	5,1253	4,3293
1982 - 1983	4,3270	4,3338	4,3772	5,1873	6,7591	7,4344	7,4147	6,7266	5,8791	4,8639	3,8711	3,0454
1983 - 1984	3,0310	3,0318	3,6560	5,4335	6,6738	7,4432	7,4214	6,7228	5,8690	4,8511	3,8580	3,0305
1984 - 1985	3,0088	3,3673	5,0297	7,4538	7,4423	7,4439	7,4038	6,9072	6,1505	5,1800	4,2052	3,3863
1985 - 1986	3,3764	3,3757	3,3717	3,4770	4,8293	5,5734	5,1363	4,2644	3,3405	2,3090	1,3226	0,5129
1986 - 1987	0,5002	0,4955	0,8001	1,4041	1,7311	3,1030	2,9994	2,3043	1,4820	0,5138	0,0000	0,0000
1987 - 1988	0,0000	0,0000	0,0000	1,0667	3,5336	5,9874	6,4085	5,9393	5,2028	4,2446	3,2838	2,4749
1988 - 1989	2,4793	2,6625	3,7458	4,6425	5,1128	5,6154	5,0553	4,1199	3,1700	2,1260	1,1345	0,3168
1989 - 1990	0,3148	0,5695	0,8173	1,0305	1,6722	1,9720	1,3415	0,3919	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000
1990 - 1991	0,0000	0,0000	0,3255	1,6235	3,0517	3,7407	3,2986	2,4327	1,5261	0,5178	0,0001	0,0002
1991 - 1992	0,0000	0,0000	1,5871	2,3638	3,6350	4,6618	4,3849	3,5897	2,7093	1,7043	0,7341	0,0000
1992 - 1993	0,0000	0,0000	0,0000	0,1511	0,5451	1,0257	0,4900	0,0035	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001
1993 - 1994	0,0000	0,0000	0,0000	1,6067	3,5297	4,5402	4,2488	3,4544	2,5736	1,5698	0,5992	0,0000
1994 - 1995	0,2712	1,1487	2,8034	4,6552	5,5500	6,3406	5,9358	5,0650	4,1334	3,0914	2,0959	1,2739
1995 - 1996	1,2599	1,2559	1,2595	3,4677	5,8536	7,4229	7,4029	6,7380	5,8994	4,8909	3,8999	3,0784
1996 - 1997	3,0722	3,0648	3,0529	3,0538	3,0342	3,4851	3,1611	2,3477	1,4684	0,4720	0,0000	0,0000
1997 - 1998	0,0000	0,7236	2,2170	4,1935	5,7103	6,4303	5,9932	5,1247	4,1863	3,1407	2,1408	1,3163
1998 - 1999	1,2969	1,3028	2,9366	3,7557	5,9229	7,4381	7,4043	6,8387	6,0461	5,0594	4,0767	3,2551
1999 - 2000	3,2333	3,2202	3,2264	3,9715	4,8288	5,8498	5,5514	4,7377	3,8392	2,8153	1,8296	1,0130
2000 - 2001	1,0013	0,9975	0,9970	1,2875	2,1375	2,5334	2,4036	1,6905	0,8647	0,0000	0,0000	0,0001
2001 - 2002	0,0000	0,8665	3,9570	6,0516	7,4257	7,4171	7,0402	6,1738	5,2377	4,1840	3,1748	2,3472
2002 - 2003	2,3261	2,3246	5,0642	7,4435	7,4628	7,4367	7,4147	6,9586	6,2175	5,2510	4,2769	3,4596
2003 - 2004	3,4455	3,4344	5,6449	7,4920	7,4194	7,4037	7,2318	6,4716	5,5869	4,5559	3,5558	2,7260
2004 - 2005	2,7080	2,7086	3,0759	4,7707	6,3781	7,4222	7,1722	6,3751	5,4749	4,4387	3,4376	2,6071
2005 - 2006	2,5881	2,5883	2,5840	2,6016	2,8572	3,9175	3,6496	2,8625	1,9933	1,0007	0,0392	0,0020
2006 - 2007	0,0062	0,0029	0,0000	0,0000	1,1065	1,6382	1,1236	0,2360	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
2007 - 2008	0,0000	0,0000	0,0000	0,7966	1,9950	2,7464	2,3426	1,4963	0,6072	1,0006	0,0301	0,0020
2008 - 2009	0,0000	0,0000	0,0000	0,7364	3,4126	5,2802	5,4117	4,8344	4,0392	3,0631	2,1012	1,2968
2009 - 2010	1,2936	1,2941	2,5837	3,9662	5,4148	6,0971	5,6419	4,7509	3,8123	2,7685	1,7712	0,9492

Πίνακας 19: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 8ο

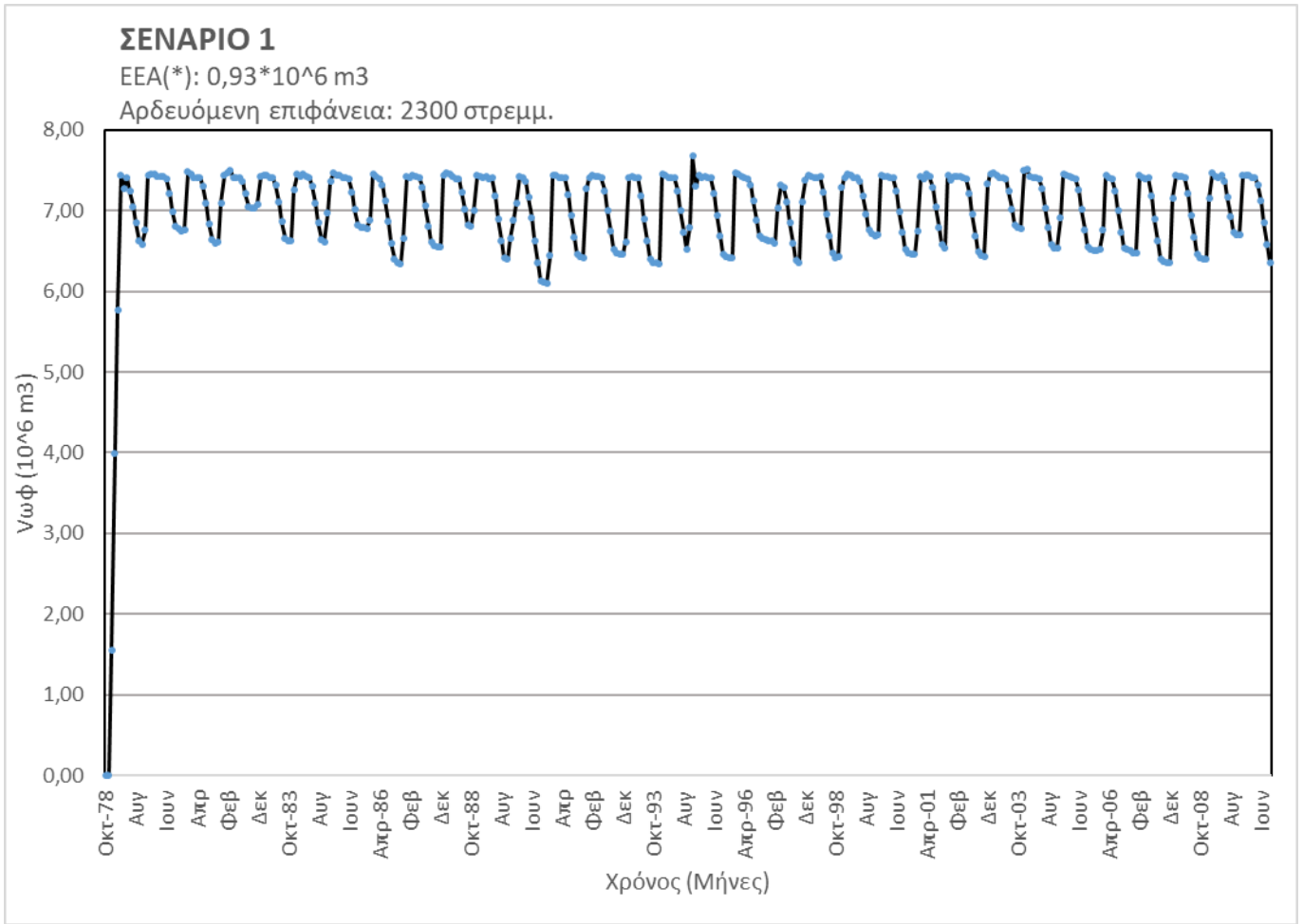
8ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,4015	6,6662	5,7261	4,5966	3,4881	2,5620
1979 - 1980	2,5480	2,7120	3,9546	6,2973	7,4454	7,4340	7,4205	6,7514	5,8410	4,7247	3,6196	2,6967
1980 - 1981	2,6874	2,6806	2,6887	5,1239	7,4432	7,4132	7,2209	6,3859	5,3951	4,2459	3,1270	2,1994
1981 - 1982	2,1817	2,1910	2,6773	3,7701	6,5459	7,4935	7,4134	7,2969	6,6654	5,6812	4,6367	3,7375
1982 - 1983	3,7382	3,7459	3,7890	4,5992	6,1711	7,4323	7,3154	6,4930	5,5212	4,3749	3,2590	2,3311
1983 - 1984	2,3201	2,3215	2,9446	4,7209	5,9629	7,2928	7,1681	6,3366	5,3606	4,2139	3,0995	2,1713
1984 - 1985	2,1548	2,5116	4,1721	7,0631	7,4407	7,4439	7,4038	6,7718	5,8896	4,7866	3,6875	2,7658
1985 - 1986	2,7587	2,7591	2,7560	2,8614	4,2136	4,9606	4,4250	3,4248	2,3848	1,2308	0,1290	0,0044
1986 - 1987	0,0000	0,0000	0,2948	0,8994	1,2281	2,6006	2,3965	1,5714	0,6315	0,0013	0,0000	0,0000
1987 - 1988	0,0000	0,0000	0,0000	1,0667	3,5336	5,9874	6,3049	5,7014	4,8407	3,7518	2,6681	1,7572
1988 - 1989	1,7637	1,9462	3,0290	3,9268	4,3995	4,9049	4,2473	3,1848	2,1197	0,9544	0,0003	0,0002
1989 - 1990	0,0000	0,2535	0,5018	0,7157	1,3580	1,6595	0,9279	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1990 - 1991	0,0000	0,0000	0,3254	1,6234	3,0517	3,7407	3,1949	2,1946	1,1639	0,0245	0,0000	0,0000
1991 - 1992	0,0000	0,0000	1,5869	2,3637	3,6348	4,6616	4,2812	3,3515	2,3470	1,2109	0,1177	0,0000
1992 - 1993	0,0000	0,0000	0,0000	0,1510	0,5451	1,0257	0,3863	0,0034	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
1993 - 1994	0,0000	0,0000	0,0000	1,6066	3,5296	4,5401	4,1451	3,2162	2,2113	1,0765	0,0000	0,0000
1994 - 1995	0,2712	1,1487	2,8034	4,6552	5,5500	6,3406	5,8322	4,8270	3,7714	2,5984	1,4799	0,5558
1995 - 1996	0,5455	0,5428	0,5460	2,7513	5,1370	6,8399	6,7715	5,9780	5,0222	3,8900	2,7827	1,8634
1996 - 1997	1,8613	1,8568	1,8482	1,8492	1,8339	2,2880	1,8668	0,9308	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
1997 - 1998	0,0000	0,7236	2,2170	4,1935	5,7103	6,4303	5,8896	4,8866	3,8241	2,6475	1,5247	0,5984
1998 - 1999	0,5835	0,5888	2,2205	3,0415	5,2077	7,3146	7,4043	6,7032	5,7852	4,6660	3,5590	2,6346
1999 - 2000	2,6168	2,6058	2,6119	3,3567	4,2154	5,2383	7,4054	6,4368	5,3882	4,2055	3,0718	2,1349
2000 - 2001	2,1173	2,1112	2,1100	2,4002	3,2485	3,6370	3,4000	2,5423	1,5780	0,4658	0,0000	0,0000
2001 - 2002	0,0000	0,8664	3,9569	6,0515	7,4257	7,4171	6,9366	5,9359	4,8757	3,6911	2,5590	1,6290
2002 - 2003	1,6119	1,6111	4,3452	7,2423	7,4616	7,4367	7,4147	6,8232	5,9566	4,8578	3,7596	2,8393
2003 - 2004	2,8286	2,8197	5,0256	7,4852	7,4194	7,4037	7,1282	6,2337	5,2248	4,0628	2,9398	2,0081
2004 - 2005	1,9939	1,9950	2,3617	4,0552	5,6635	6,8081	6,4596	5,5345	4,5179	3,3591	2,2425	1,3157
2005 - 2006	1,3036	1,3048	1,3021	1,3218	1,5810	2,6440	2,2817	1,3736	0,3969	0,0000	0,0000	0,0020
2006 - 2007	0,0062	0,0029	0,0000	0,0000	1,1064	1,6382	1,0200	1,0913	0,0526	0,0000	0,0000	0,0001
2007 - 2008	0,0000	0,0000	0,0000	0,7966	1,9950	2,7464	2,2390	1,2583	0,2451	0,0000	0,0000	0,0020
2008 - 2009	0,0000	0,0000	0,0000	0,7363	3,4125	5,2802	5,3081	4,5962	3,6769	2,5700	1,4851	0,5785
2009 - 2010	0,5785	0,5803	1,8669	3,2496	4,6994	5,3858	4,8321	3,8140	2,7608	1,5962	0,4854	0,0000

Πίνακας 20: Προσομοίωση ταμιευτήρα Σενάριο 9ο

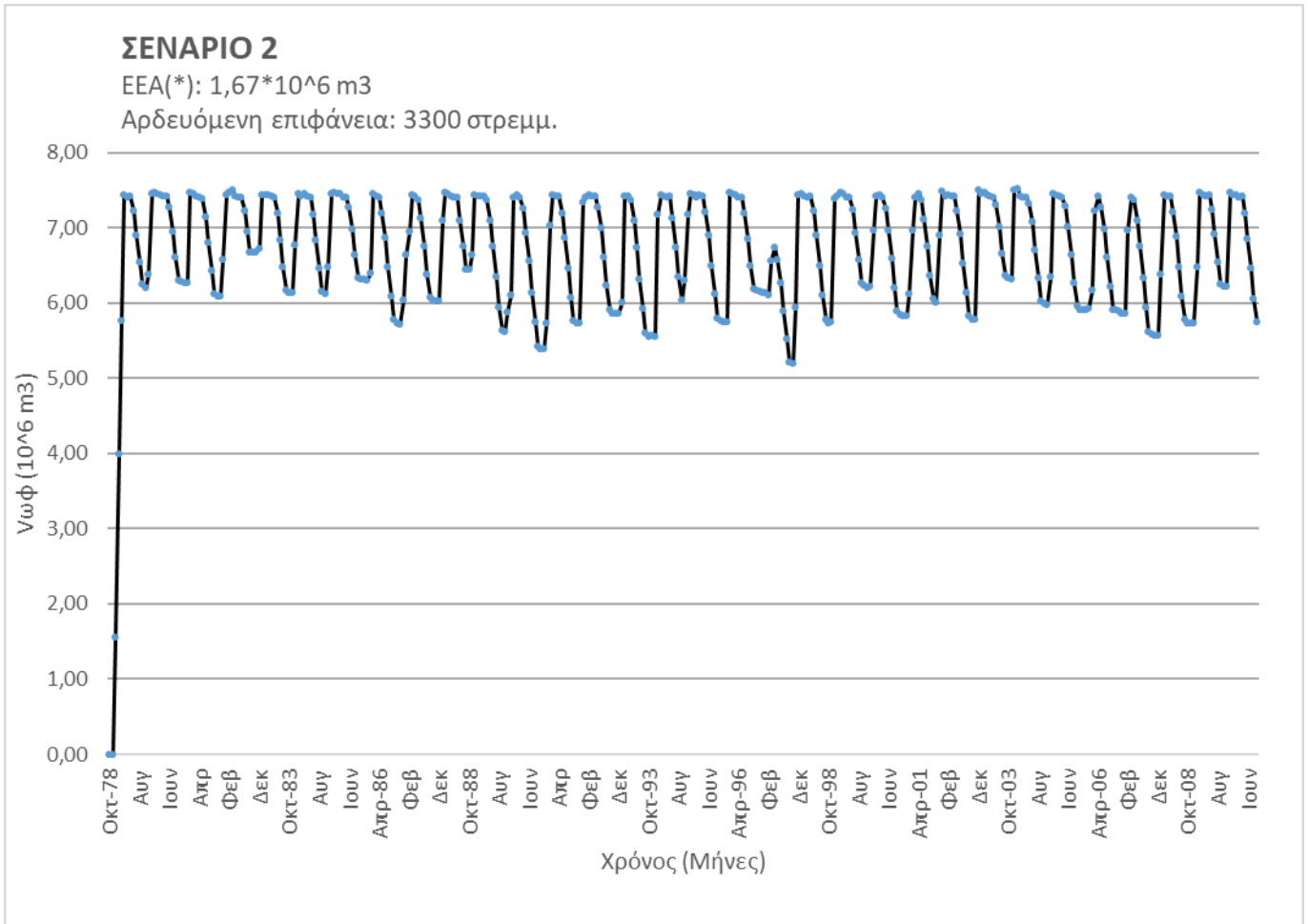
9ο ΣΕΝΑΡΙΟ												
Vi(10 ⁶ m ³)												
ΕΤΟΣ\ΜΗΝΑΣ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρτ	Απρ	Μαιος	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ
1978 - 1979	0,0000	0,0000	1,5482	3,9934	5,7607	7,4384	7,3614	6,4909	4,7757	3,5237	2,2995	1,2768
1979 - 1980	1,2699	1,4320	2,6728	5,0124	7,4389	7,4340	7,4205	6,6160	4,9298	3,6903	2,4694	1,4493
1980 - 1981	1,4460	1,4427	1,4499	3,8791	6,6671	7,4122	7,1163	6,1467	4,3816	3,1104	1,8769	0,8529
1981 - 1982	0,8433	0,8516	1,3384	2,4312	5,2030	7,4799	7,4134	7,1614	5,7542	4,6467	3,4861	2,4901
1982 - 1983	2,4974	2,5069	2,5493	3,3598	4,9318	6,5364	7,4134	6,4545	4,7057	3,4349	2,2017	1,1759
1983 - 1984	1,1702	1,1728	1,7941	3,5684	4,8133	6,1461	5,9245	4,9708	3,2351	1,9828	0,7677	0,0002
1984 - 1985	0,0000	0,3492	2,0048	4,8883	7,4317	7,4439	7,4038	6,6363	4,9784	3,7524	2,5375	1,5190
1985 - 1986	1,5178	1,5202	1,5189	1,6246	2,9765	3,7292	3,1005	1,9781	0,1797	0,0000	0,0000	0,0042
1986 - 1987	0,0000	0,0000	0,2946	0,8992	1,2279	2,6004	2,2927	1,3331	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
1987 - 1988	0,0000	0,0000	0,0000	1,0667	3,5336	5,9874	6,2013	5,4634	3,8285	2,6185	1,4204	0,4138
1988 - 1989	0,4241	0,6055	1,6871	2,5869	3,0642	3,5749	2,8250	1,6419	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
1989 - 1990	0,0000	0,2535	0,5018	0,7157	1,3580	1,6595	0,8243	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1990 - 1991	0,0000	0,0000	0,3254	1,6234	3,0517	3,7407	3,0913	1,9566	0,1514	0,0000	0,0000	0,0000
1991 - 1992	0,0000	0,0000	1,5869	2,3637	3,6348	4,6616	4,1776	3,1135	1,3346	0,0767	0,0000	0,0000
1992 - 1993	0,0000	0,0000	0,0000	0,1510	0,5451	1,0257	0,2827	0,0033	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
1993 - 1994	0,0000	0,0000	0,0000	1,6066	3,5296	4,5401	4,0415	2,9782	1,1989	0,0000	0,0000	0,0000
1994 - 1995	0,2712	1,1487	2,8034	4,6552	5,5500	6,3406	5,7286	4,5891	2,7591	1,4647	0,2316	0,0004
1995 - 1996	0,0000	0,0000	0,0000	2,1972	4,5827	6,2874	6,1197	5,1977	3,4748	2,2285	1,0136	0,0023
1996 - 1997	0,0065	0,0066	0,0028	0,0041	0,0000	0,4544	0,0067	0,0017	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
1997 - 1998	0,0000	0,7236	2,2170	4,1935	5,7103	6,4303	5,7860	4,6484	2,8116	1,5135	0,2765	0,0000
1998 - 1999	0,0000	0,0000	1,6238	2,4463	4,6116	6,7196	6,7436	5,9141	4,2292	2,9963	1,7822	0,7670
1999 - 2000	0,7612	0,7569	0,7623	1,5067	2,3693	3,3979	2,9109	1,8540	0,0895	0,0000	0,0000	0,0000
2000 - 2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,2829	1,1345	1,5371	1,2033	0,2303	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2001 - 2002	0,0000	0,8664	3,9569	6,0515	7,4257	7,4171	6,8330	5,6979	3,8635	2,5576	1,3112	0,2844
2002 - 2003	0,2748	0,2753	2,9990	5,8935	7,4532	7,4366	7,4147	6,6878	5,0455	3,8240	2,6104	1,5933
2003 - 2004	1,5895	1,5848	3,7816	7,4715	7,4194	7,4037	7,0246	5,9957	4,2125	2,9291	1,6916	0,6642
2004 - 2005	0,6570	0,6593	1,0248	2,7158	4,3259	5,4755	5,0341	3,9885	2,2145	0,9523	0,0000	0,0000
2005 - 2006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0178	0,2807	1,3464	0,8899	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020
2006 - 2007	0,0062	0,0029	0,0000	0,0000	1,1064	1,6382	0,9164	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
2007 - 2008	0,0000	0,0000	0,0000	0,7966	1,9950	2,7464	2,1354	1,0203	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020
2008 - 2009	0,0000	0,0000	0,0000	0,7363	3,4125	5,2802	5,2045	4,3579	2,6644	1,4364	0,2369	0,0011
2009 - 2010	0,0037	0,0064	1,2906	2,6737	4,1242	4,8140	4,1608	3,0141	1,1942	0,0000	0,0000	0,0001

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ: ΣΧΗΜΑΤΑ



Σχήμα 1: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 1ο

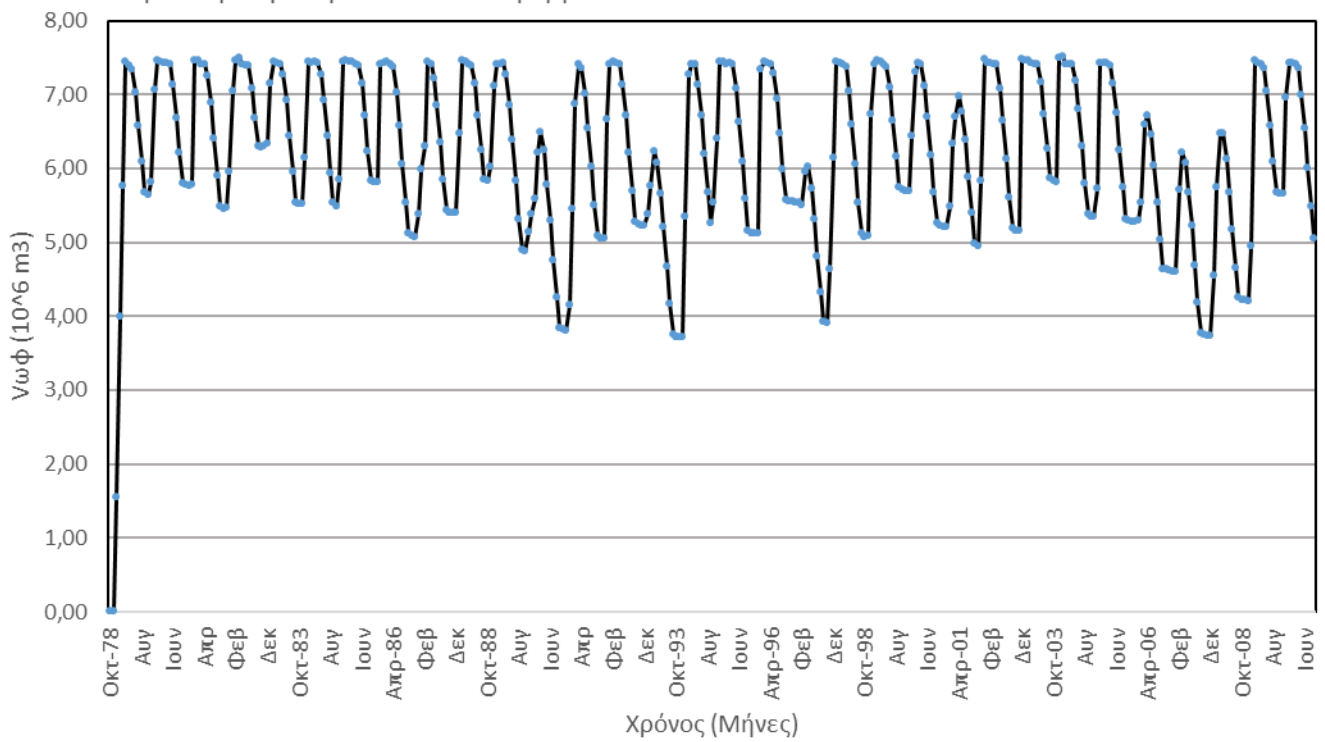


Σχήμα 2: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 2ο

ΣΕΝΑΡΙΟ 3

ΕΕΑ(*): $2,42 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευόμενη επιφάνεια: 4300 στρεμμ.

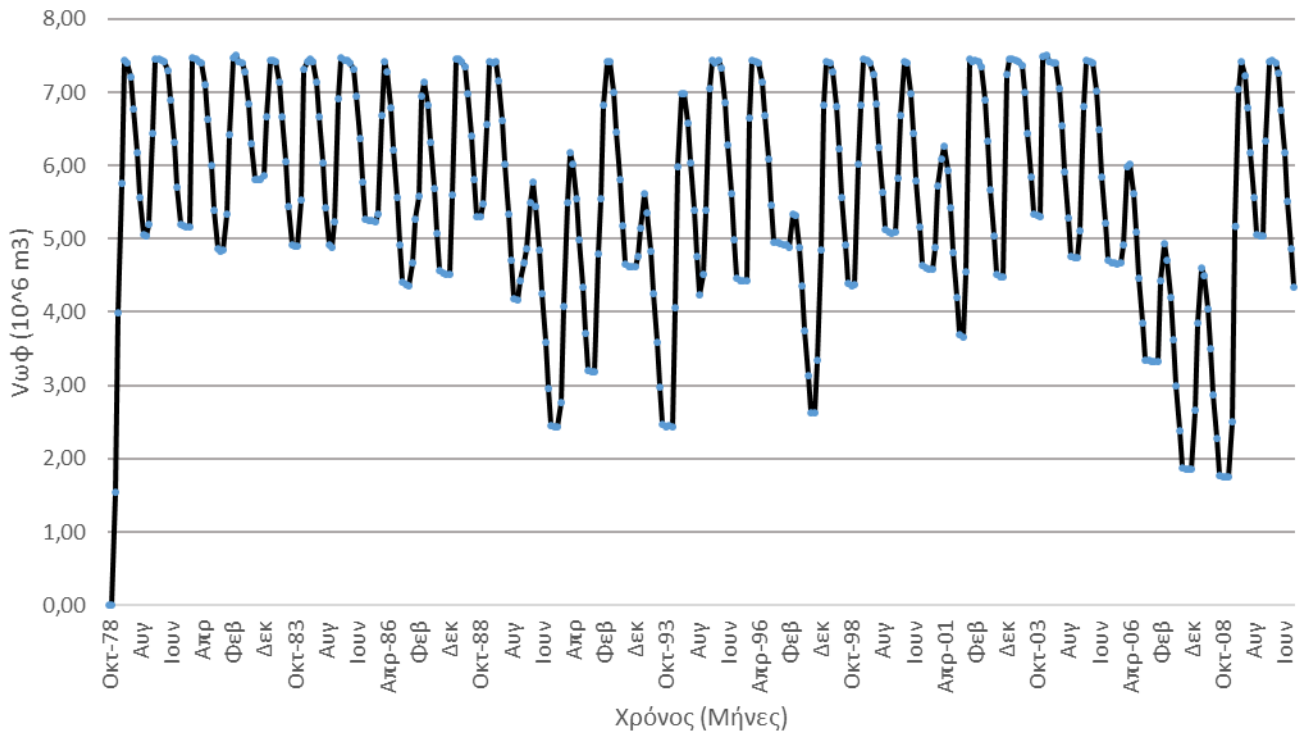


Σχήμα 3: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 3ο

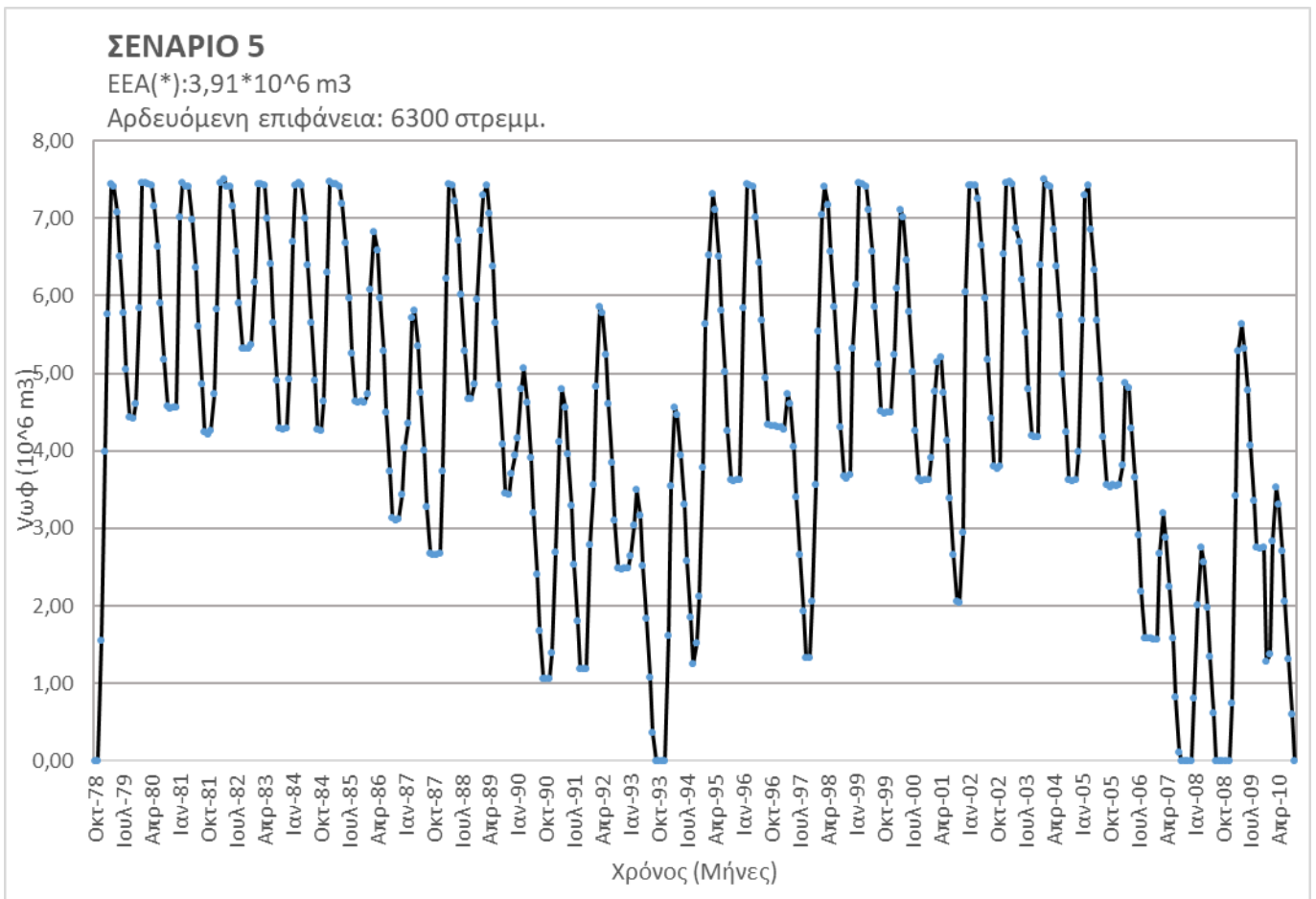
ΣΕΝΑΡΙΟ 4

ΕΕΑ(*): $3,16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευόμενη επιφάνεια: 5300 στρεμμ.



Σχήμα 4: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 4ο

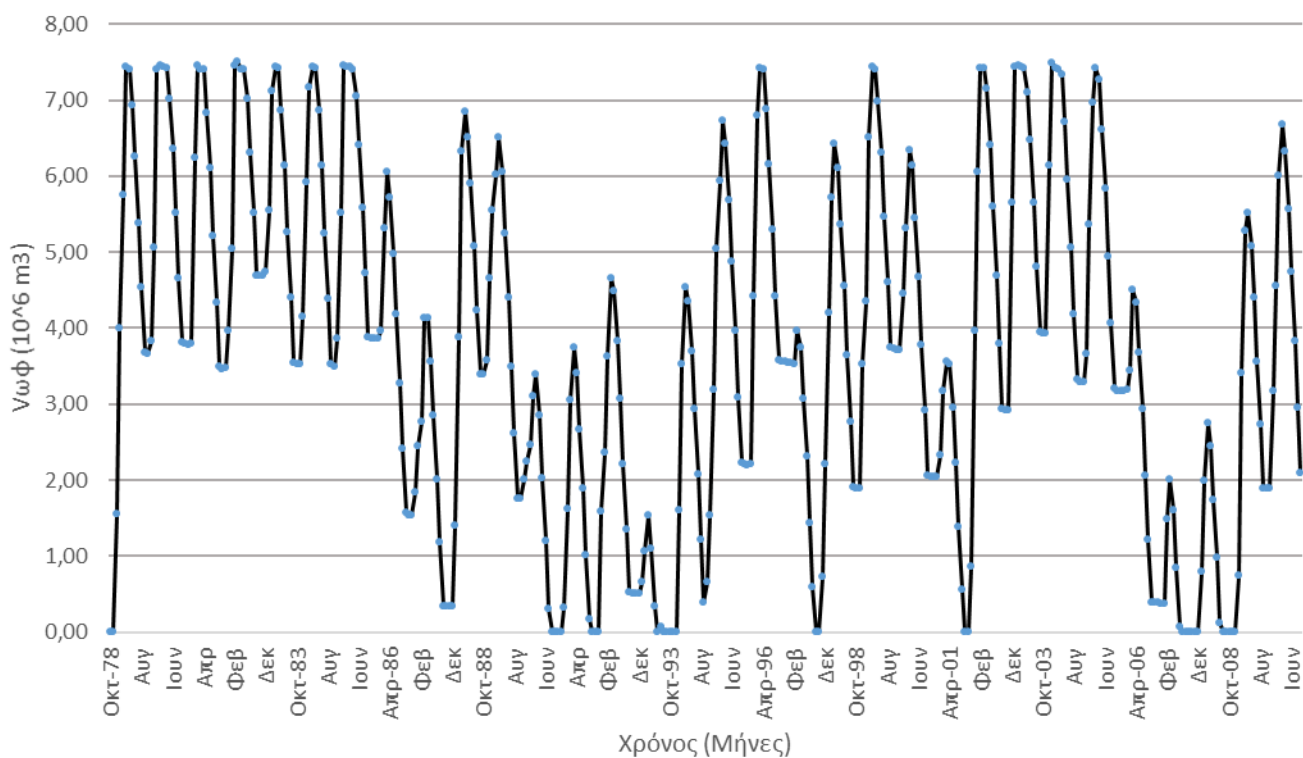


Σχήμα 5: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 5ο

ΣΕΝΑΡΙΟ 6

ΕΕΑ(*): $4,65 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευόμενη επιφάνεια: 7300 στρεμμ.

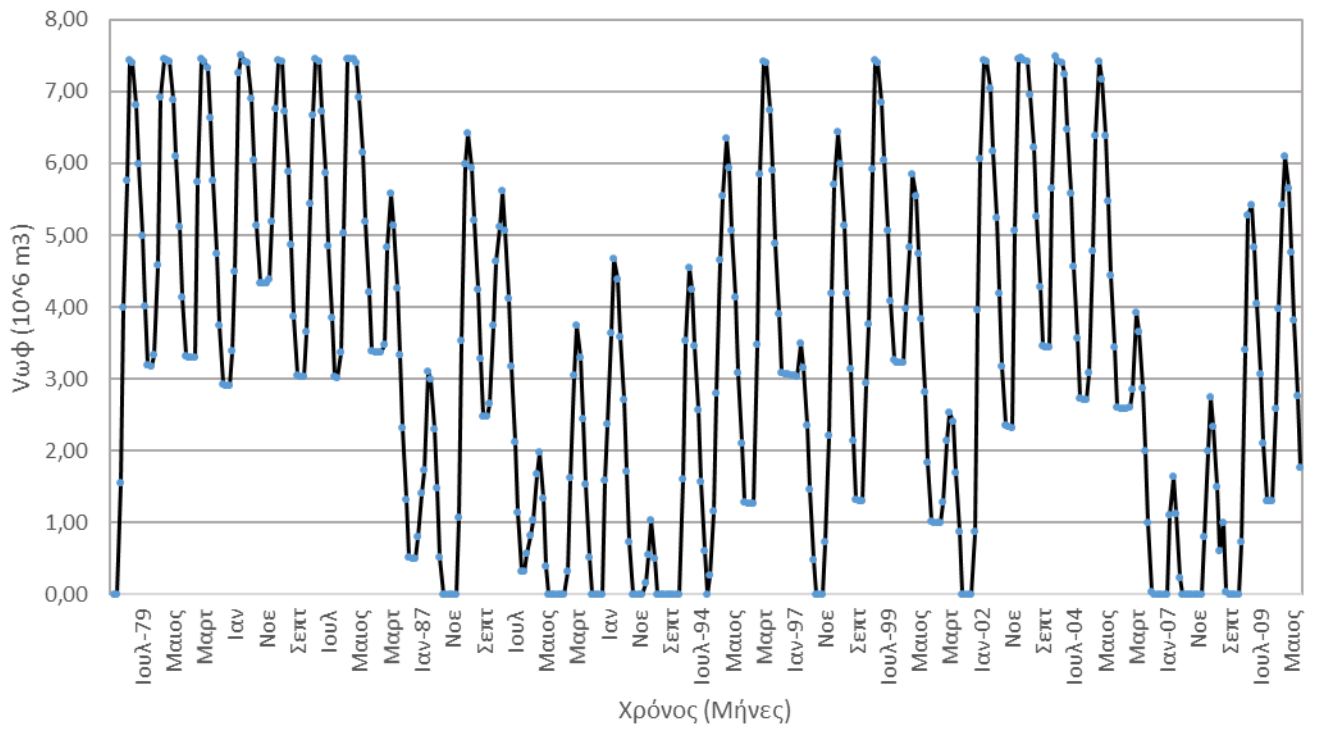


Σχήμα 6: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 6ο

ΣΕΝΑΡΙΟ 7

ΕΕΑ(*): $5,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευομένη επιφάνεια: 8500 στρεμμ.

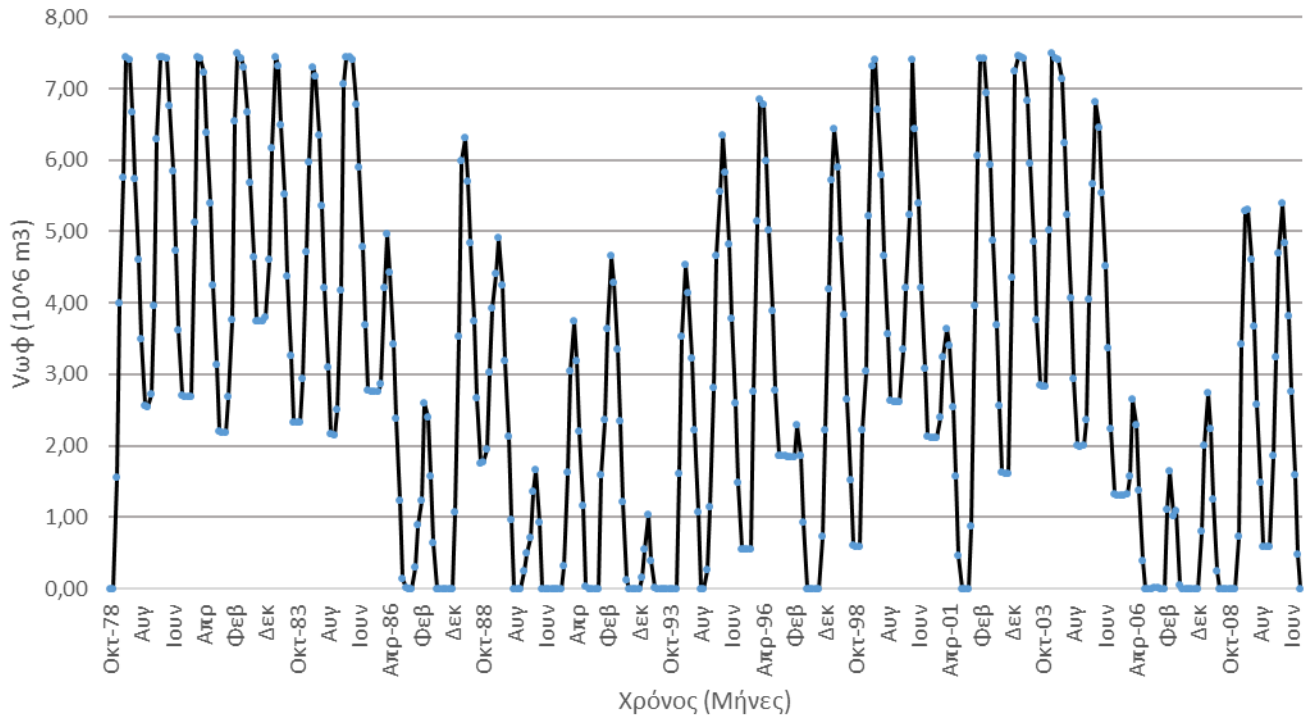


Σχήμα 7: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 7ο

ΣΕΝΑΡΙΟ 8

ΕΕΑ(*): $6,14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευόμενη επιφάνεια: 9500 στρεμμ.

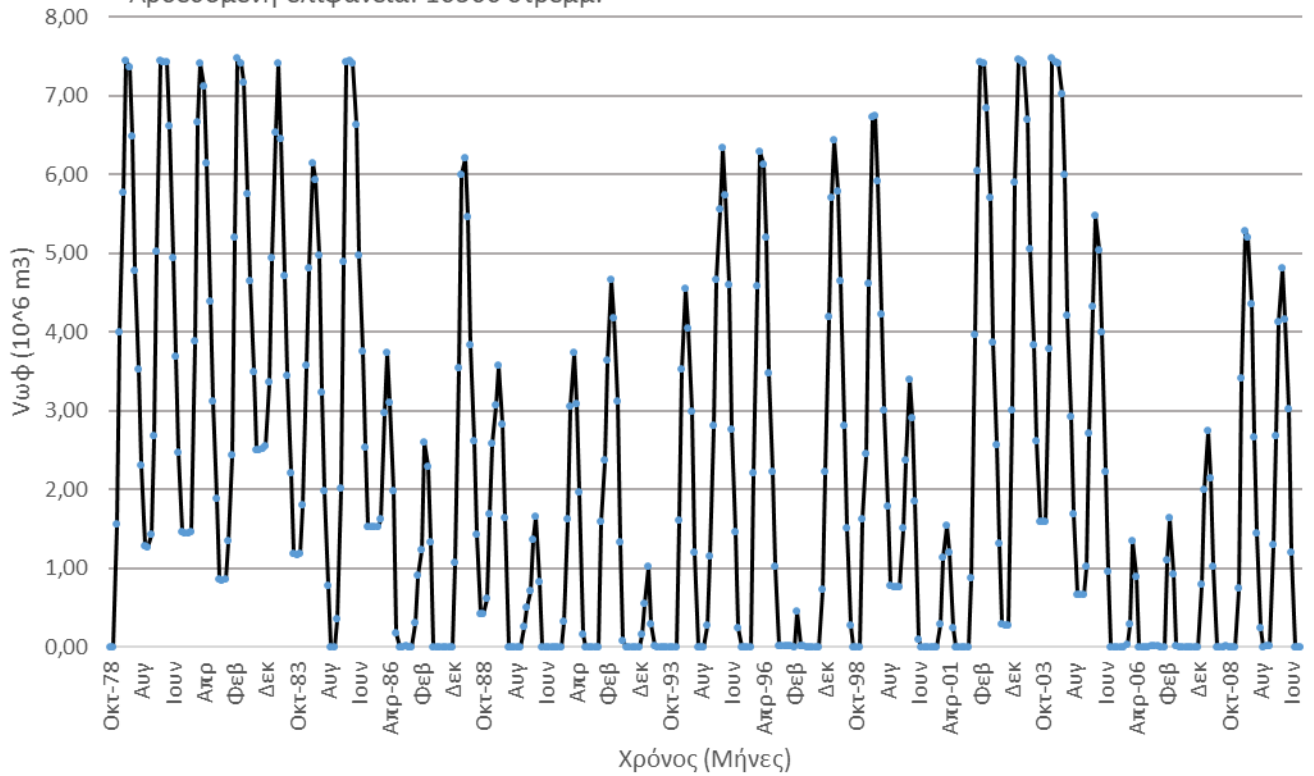


Σχήμα 8: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 8ο

ΣΕΝΑΡΙΟ 9

ΕΕΑ(*): $6,88 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Αρδευόμενη επιφάνεια: 10500 στρεμμ.



Σχήμα 9: Χρονική μεταβολή ωφέλιμου όγκου - Σενάριο 9ο

(*) ΕΕΑ: Ετήσια Επιθυμητή Απώληση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Κουτσογιάννης, Δ και Ξανθόπουλος, Θ. 1999. *Τεχνική Υδρολογία*. Έκδοση 3, ΕΜΠ, Αθήνα.

Κωνσταντινίδης, Δ. 1979. *Οριστική Μελέτη Φράγματος Απολακκιάς Ρόδου*. Υδραυλικοί Υπολογισμοί. Τεύχος 1^ο.

Κωνσταντινίδης, Δ. 1979. *Οριστική Μελέτη Φράγματος Απολακκιάς Ρόδου*. Γεωλογική Έκθεση. Τεύχος 3^ο.

Ξανθόπουλος, Θ. 1990. *Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία*, ΕΜΠ, Αθήνα.

Τσακίρης, Γ. 2013 (υπεύθυνος έκδοσης). *Υδατικοί Πόροι Ι: Τεχνική Υδρολογία*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Dunne, T and Leopold, L.B. 1978. *Water in Environment Planning*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, U.S.A.

Garg, S.K. 1987. *Hydrological and Water Resources Engineering*. Khanna Publishers, New Delhi, India.

Giakoumakis, S. and Tigkas, D. 2015. *Evaluating a modified simple rainfall-runoff model in Mediterranean river basins*. *European Water* 50: 35-42.

Gregory, K.J. and Walling, D.E. 1983. *Drainage Basin. From Process. A Geomorphological Approach*. Fletcher and Son Ltb, Norwich, U.K. Organization No 9.

Horton, R. 1932. *Drainage Basins Characteristics*. Transactions, AGU, 350-361

SCS, 1972. National Engineering Handbook, *Section 4: Hydrology*, Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C., 1972.

Shaw, E.M., Beven, K.J., Chappell, N.A, Lamb, R. 2017. *Hydrology in Practice*, 4th edition, CRC Press, Taylor & Francis Group.

Tauer, W. and Humborg, G. 1992. *Runoff Irrigation in the Sahel Zone*. Verlag Josef Margraf Scientific Books.

Thiessen, A.J., and Alter, J.C. 1911. *Precipitation Averages for Large Areas*. Monthly Weather Review, 39: 1082-1084.

Thornthwaite, C.W. 1948. *An Approach Toward a Rational Classification of Climate*. Geographical Review.

Tigkas, D and Tsakiris, G. 2004. *Medbasin: a Mediterranean rainfall- runoff software package*. EWRA- European Water.

Wanielista, M. 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. John Wiley & Sons, New York.