

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ  
ΠΟΡΩΝ

---

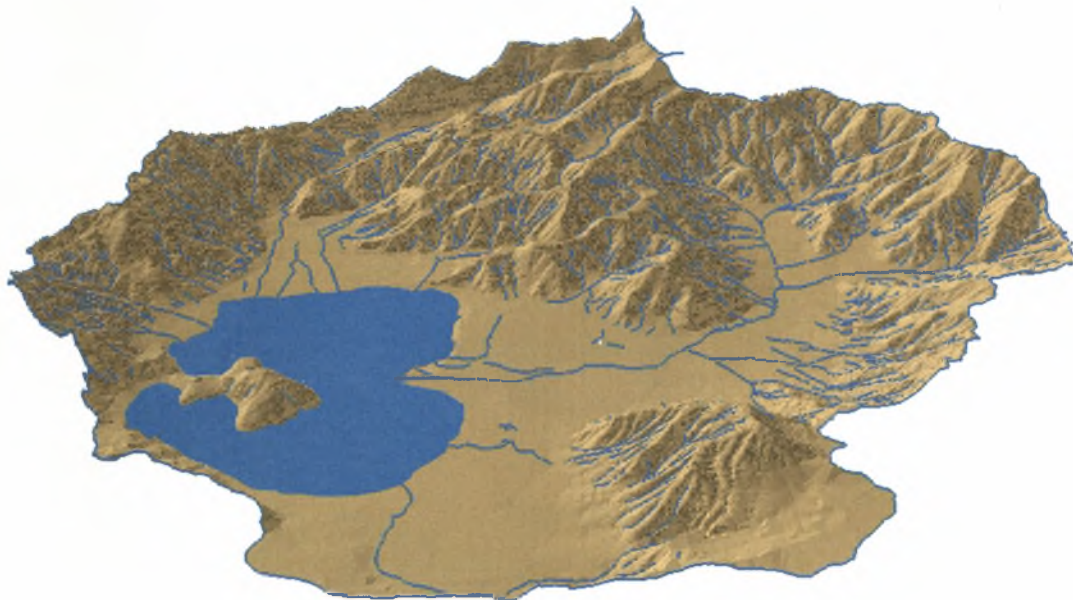
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ:**

***ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ  
ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΤΗΣ  
ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ***

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΖΑΡΚΑΔΑΣ ΠΑΥΛΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΔΕΚΤΟΡΑΣ ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ ΑΡΗΣ**



**ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2005**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4569/1  
Ημερ. Εισ.: 27-07-2005  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ- ΠΣΕ-ΔΑΠΦΛ  
2005  
ΖΑΡ

## Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μου στο Πρόγραμμα Σπουδών Επιλογής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με τίτλο : «Διαχείριση Αγροτικού Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων », και έχει ως θέμα την «Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της λεκάνης απορροής της λίμνης της Καστοριάς και προσδιορισμός του Υδατικού της ισοζυγίου».

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής μου διατριβής, Λέκτορα κ. Ψιλοβίκο Άρη, καθώς και τα λοιπά μέλη της τριμελούς επιτροπής, Καθηγητή κ. Δαλέζιο Νικόλαο και Επίκουρο Καθηγητή κ. Κούγκολο Αθανάσιο για την καλή διάθεση, το χρόνο που διέθεσαν και την πολύτιμη βοήθεια που προσέφεραν στη συγγραφή της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του Τμήματος Περιβάλλοντος του Δήμου, καθώς και της Νομαρχίας Καστοριάς, για τη χορήγηση των απαραίτητων στοιχείων και μελετών για τη λίμνη.

Οι θερμές ευχαριστίες μου αποτείνονται και σε όσους δεν αναφέρονται επωνύμως, η βοήθεια των οποίων ήταν καταλυτική για τη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛ.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

<b>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ</b>	<b>5</b>
1.1.1 Ορισμοί και στόχοι της διαχείρισης	5
1.1.2 Αποθέματα νερού στον πλανήτη	9

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<b>2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ</b>	<b>11</b>
2.1.1 Κανόνες Διαχείρισης Υδατικών Πόρων	13
2.1.2 Ομάδες Ενδιαφερομένων για τη Διαχείριση Υδατικών Πόρων	14
2.1.3 Κύριες Δραστηριότητες της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων	14
2.1.4 Επίπεδα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων	15
2.1.5 Αλληλεπίδραση Υδατικών Πόρων με Άλλα Υποσυστήματα	15
<b>2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ-ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>16</b>
2.2.1 Συλλογή Επεξεργασία και Αξιολόγηση Πληροφοριών	17
2.2.2 Μοντέλο Βροχόπτωσης – απορροής	18
2.2.3 Δημιουργία Μοντέλων Προσομοίωσης της Ζήτησης	19
2.2.4 Οικονομική Ανάλυση	19
2.2.5 Σενάρια Ανάπτυξης	20
2.2.6 Δημιουργία Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης	20

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

3.1 Η διεθνής πραγματικότητα	21
3.2 Η λειψυδρία και η υποβάθμιση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα	28

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

#### ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

4.1 Περιοχή έρευνας	32
4.2 Γεωγραφικά στοιχεία	33
4.3 Γεωμορφολογικά στοιχεία	35
4.4 Φερτά υλικά και ρύποι στη λίμνη της Καστοριάς	38

4.5 Γεωλογικά στοιχεία	40
4.6 Υδρογεωλογικά στοιχεία	43
4.6.1 Ανθρακικά πετρώματα	44
4.6.2 Κοκκώδεις γεωλογικοί σχηματισμοί	45
4.7 Μετεωρολογικά και Υδρολογικά στοιχεία	46
4.8 Στοιχεία φυτοκάλυψης	47

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ**

5.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων	49
5.2 Χρήση των Γ.Σ.Π	50
5.3 Υπολογισμός υδατικού δυναμικού της λεκάνης	60
5.3.1 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης της λεκάνης	60
5.3.2 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής εξατμισοδιαπνοής της λεκάνης	67
5.3.3 Υπολογισμός της κατείδυσης - διήθησης της λεκάνης	85
5.3.4 Υπολογισμός του δείκτη CN (Curve Number) της λεκάνης	85
5.3.5 Εφαρμογή υδρολογικού μοντέλου για τον υπολογισμό του υδατικού δυναμικού της λεκάνης	87
5.4 Αποτελέσματα – Συζήτηση	118

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ**

<b>6.1 Γεωργικές ανάγκες</b>	<b>119</b>
6.1.1 Καταγραφή γεωργικής δραστηριότητας	119
6.1.2 Εκτίμηση των γεωργικών αναγκών	121
6.2 Αστικές ανάγκες	127
6.2.1 Εκτίμηση πληθυσμού	127
6.2.2 Εκτίμηση αστικών αναγκών	129
<b>6.3 Κτηνοτροφικές ανάγκες</b>	<b>130</b>
6.3.1 Καταγραφή κτηνοτροφικής δραστηριότητας	130
6.3.2 Εκτίμηση κτηνοτροφικών αναγκών	131
6.3.3 Εκτίμηση τουριστικών αναγκών	133

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### **ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ**

7.1 Περιγραφή 1 <sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης	134
7.1.1 Αποτελέσματα	143
7.2 Περιγραφή 2 <sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης	144
7.2.1 Αποτελέσματα	152
7.3 Περιγραφή 3 <sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης	153
7.3.1 Αποτελέσματα	161
7.4 Περιγραφή 4 <sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης	162
7.4.1 Αποτελέσματα	170
7.5 Συμπεράσματα	171

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

8.1 Ανάγκη συνεχούς παρακολούθησεως της λίμνης	172
8.2 Μείωση των καταναλώσεων από τη γεωργική χρήση	172
8.3 Μείωση των καταναλώσεων από την αστική χρήση	173
8.4 Συμπεράσματα	174

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ</b>	176
-----------------------------	-----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

#### 1.1 Ορισμοί και στόχοι της διαχείρισης

Με τον όρο "Διαχείριση των Υδατικών Πόρων" εννοούμε το σύνολο των μεθόδων και δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την ορθολογική αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού, με στόχο την πληρέστερη δυνατή κάλυψη των των σημερινών και των μελλοντικών αναγκών σε νερό, για κάθε χρήση, με βάση έναν ορθολογικό προγραμματισμό που στηρίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια και διαδικασίες.

Πρακτικά, στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων συμπεριλαμβάνονται τόσο οι επιστημονικές μέθοδοι και τεχνικές, όσο και οι επιχειρησιακές επεμβάσεις και τα διοικητικά μέτρα, που στοχεύουν στη μετατροπή της κατάστασης των υδατικών συστημάτων, προκειμένου να προκύπτει το μέγιστο δυνατό όφελος από την εκμετάλλευσή τους, σύμφωνα με τα κριτήρια, τις προτεραιότητες και τους στόχους που έχουν προκαθοριστεί.

Η έννοια της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων δεν εξαντλείται μόνον σε ό,τι έχει να κάνει με τη φυσική προσφορά του νερού στη φύση, με το παραδοσιακό δηλαδή αντικείμενο της υδρολογίας, το οποίο αναφέρεται στην έρευνα, την παρακολούθηση και τη μελέτη της κατανομής και της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων στον χώρο και τον χρόνο. Η επιστημονική περιοχή της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων καλύπτει την περιοχή της μελέτης των φυσικών φαινομένων που σχετίζονται με το νερό, προκειμένου να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής στην επιχειρησιακή κατεύθυνση της αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού, με στόχο την ικανοποίηση των πάσης φύσεως αναγκών σε νερό. Ο όρος λοιπόν "Διαχείριση Υδατικών Πόρων" αναφέρεται, σαφώς στην υδρολογική, επεκτείνεται όμως και στην επιχειρησιακή διάσταση του θέματος, παραπέμποντας στο σύνθετο σύστημα "υδατικός πόρος - χρήση του».

Με την έννοια αυτή η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων αναφέρεται, αλλά και υλοποιείται σε δύο διαστάσεις, στη φυσική από τη μια πλευρά και στην κοινωνικοοικονομική από την άλλη. Η φυσική διάσταση καλύπτει το αντικείμενο της φυσικής προσφοράς σε νερό και συγκεκριμένα ό,τι σχετίζεται με την κατανομή και τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων στη φύση, καθώς και με τη δυναμική τους στο χρόνο και τον χώρο. Ακόμη η φυσική διάσταση επεκτείνεται και σε ό,τι έχει να κάνει

με τα θέματα της απόληψης του νερού από το περιβάλλον, καθώς και μ' εκείνα της επιστροφής του σ' αυτό.

Η κοινωνικοοικονομική διάσταση από την άλλη πλευρά αναφέρεται στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων στην κατεύθυνση της κάλυψης των υδατικών αναγκών. Με την έννοια αυτή σχετίζεται με τη ζήτηση του νερού και τους παράγοντες που τη διαμορφώνουν και την επηρεάζουν, καθώς και με τον ορθολογικό σχεδιασμό της αξιοποίησης των υδατικών πόρων και της κατανομής τους στις χρήσεις και τις δραστηριότητες, προκειμένου να επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατό όφελος. Ο όρος του οφέλους στην προκειμένη περίπτωση, όπου το προς αξιοποίηση αγαθό είναι το νερό, δεν είναι δυνατόν να εξαντλείται στην οικονομική θεώρηση του ζητήματος, αλλά όπως είναι φυσικό επεκτείνεται κατά τρόπο που να επιτρέπει την ενσωμάτωση και κοινωνικών, περιβαλλοντικών ή συχνά και εθνικών στόχων και παραμέτρων, σύμφωνα με τα κριτήρια και τις προτεραιότητες που κάθε φορά τίθενται.

Σύμφωνα με τον ορισμό που προηγήθηκε, η διαχείριση των υδατικών πόρων μπορεί με απλό τρόπο να παραλληλιστεί με μία οικονομική δραστηριότητα, η οποία υπόκειται στους νόμους της προσφοράς και της ζήτησης. Η διαφορά στην προκειμένη περίπτωση, η οποία προσδίδει και την ιδιαιτερότητα στο αντικείμενο της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων, είναι το γεγονός ότι το αγαθό που προσφέρεται είναι το νερό, ένα φυσικό δηλαδή αγαθό σε συνθήκες ανεπάρκειας, με έντονα στοιχεία κοινωνικού χαρακτήρα, αλλά και με την ιδιότητα να εμφανίζει έντονη ανισοκατανομή και μεταβλητότητα στο χώρο και το χρόνο.

Με τη διαχείριση των υδατικών πόρων επιδιώκεται ο συντονισμός των δύο διαστάσεων που προαναφέρθηκαν, της φυσικής και της κοινωνικοοικονομικής, καθώς και η εναρμόνιση των αντιθέσεων που εμφανίζονται στην πράξη.

Μεταξύ των στόχων της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων ως κυριότεροι αναφέρονται οι ακόλουθοι:

- 1. Η διευθέτηση της φυσικής προσφοράς του νερού σε σχέση με τη ζήτηση.**  
Πρόκειται για το παραδοσιακό αντικείμενο της Υδρολογίας και των Υδραυλικών Έργων προσανατολισμένο στην προοπτική της ικανοποίησης των αναγκών σε νερό. Η γνώση των φυσικών μηχανισμών της ανανέωσης των υδατικών αποθεμάτων στο πλαίσιο του υδρολογικού κύκλου, η προσομοίωση της λειτουργίας των υδατικών συστημάτων και η πρόγνωση της συμπεριφοράς τους για διάφορα πιθανά σενάρια μετεωρολογικών και υδρολογικών



συνθηκών, οδηγεί στον πλήρη και σαφή προσδιορισμό του υπάρχοντος υδατικού δυναμικού και βοηθά στην αντικειμενική εκτίμηση των δυνατοτήτων του. Αποτέλεσμα αυτής της σύνθετης διαδικασίας είναι η καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, αλλά και η δυνατότητα αναζήτησης και εντοπισμού νέων πηγών νερού, προκειμένου να καλυφτούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι σημερινές και οι μελλοντικές ανάγκες σε νερό. Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση έργων συλλογής και αποθήκευσης, αναρρύθμισης και διευθέτησης, καθώς και μεταφοράς, διανομής και εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων, αποτελεί το τελευταίο στάδιο αυτής της διαδικασίας αξιοποίησης και διευθέτησης της φυσικής προσφοράς του νερού σε σχέση με τη ζήτηση.

2. **Η διευθέτηση της ζήτησης του νερού σε σχέση με τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων.** Ο καθορισμός δηλαδή στην πράξη των αναγκών και δραστηριοτήτων που καταναλίσκουν νερό, σύμφωνα με τις υπάρχουσες φυσικές δυνατότητες των υδατικών πόρων. Η καταγραφή των υπαρχουσών χρήσεων του νερού αφενός και η γνώση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων του αφετέρου, έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα χάραξης πολιτικής νερού, με την έννοια της προσαρμογής των αναπτυξιακών προγραμμάτων και των σχετικών επενδύσεων στις φυσικές δυνατότητες των υπό μελέτη περιοχών.
3. **Η αντιμετώπιση των ανοιγμάτων ανάμεσα σε προσφορά και ζήτηση του νερού.** Η εκπόνηση υδατικών ισοζυγίων και ισοζυγίων προσφοράς και ζήτησης νερού σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης ή και υδατικού διαμερίσματος, αποτελεί την υποδομή που απαιτείται για τον έγκαιρο εντοπισμό και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των τυχόν ανοιγμάτων ανάμεσα σε προσφορά και ζήτηση του νερού.
4. **Η εξομάλυνση των συγκρούσεων ανάμεσα στις ανταγωνιστικές χρήσεις.** Πρόκειται για ένα σημαντικό ζήτημα που απασχολεί διεθνώς όσους ασχολούνται με τη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων. Οι δραστηριότητες που καταναλίσκουν νερό είναι άμεσα ανταγωνιστικές, με την έννοια ότι η ικανοποίηση των αναγκών κάποιας από αυτές συνήθως αποκλείει τη δυνατότητα ικανοποίησης των αναγκών κάποιων άλλων, μια και οι υδατικοί πόροι είναι πεπερασμένοι ποσοτικά και επιπλέον στην ανανέωση τους δεν υπάρχει δυνατότητα επέμβασης και ελέγχου. Έτσι η διαχείριση των υδατικών

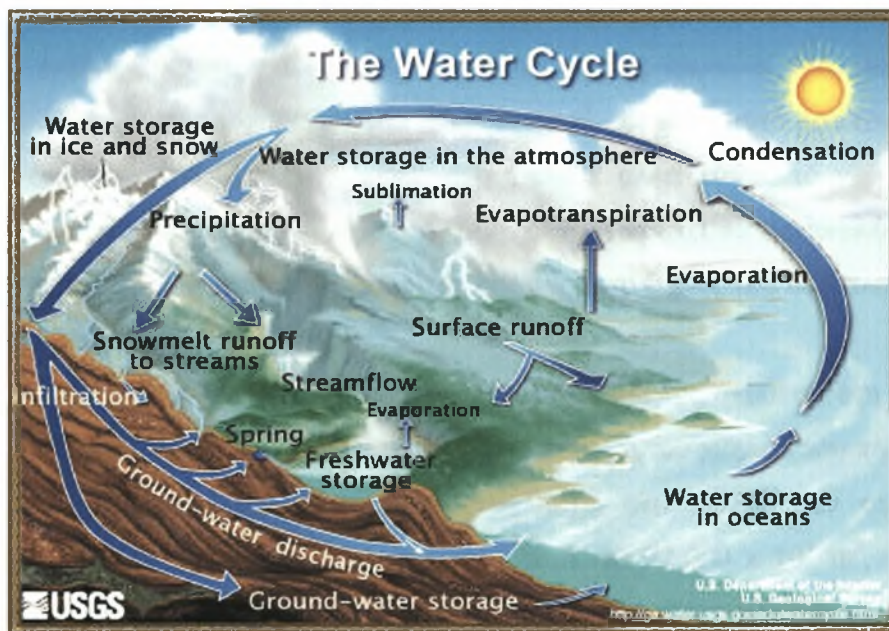
πόρων ισοδυναμεί με μια διαδικασία αξιολόγησης αναγκών, ιεράρχησης προτεραιοτήτων και επίλυσης διαφορών, προκειμένου να ικανοποιούνται οι ανάγκες κατά τρόπο δίκαιο, ωφέλιμο και ορθολογικό.

5. **Η πρόληψη των απωλειών του νερού και η αξιοποίηση των πλεονασμάτων.** Οι απώλειες των τεχνικών έργων και των υδραυλικών δικτύων αποτελούν συχνά περιοριστικό παράγοντα στην πλήρη εκμετάλλευση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, καθώς συνήθως ανέρχονται σε υψηλά ποσοστά. Από την άλλη πλευρά συμβαίνει συχνά εξαιτίας κακών υπολογισμών ή μεταβολών σε βασικούς παράγοντες σχεδιασμού να υπάρχουν πλεονάσματα νερού τα οποία να μην αξιοποιούνται επαρκώς. Η αντιμετώπιση και η εξομάλυνση παρόμοιων εκτροπών ανήκει στις βασικές αρμοδιότητες της διαχείρισης των υδατικών πόρων.
6. **Η προστασία και διατήρηση της ποιότητας του νερού.** Η δραστηριότητα αυτή θεωρείται πρωταρχική για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και όχι μόνον για τους προφανείς λόγους της περιβαλλοντικής προστασίας και της διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας. Θεωρείται σημαντική διότι η προστασία και διατήρηση της ποιότητας του νερού σε ανεκτά επίπεδα αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την κάλυψη της ζήτησης και την ικανοποίηση των αναγκών. Αυτός είναι και ο λόγος που στη σύγχρονη νομοθεσία η ρύπανση του νερού λογίζεται ως μια ακόμη, ανταγωνιστική με τις υπόλοιπες δραστηριότητες χρήση, μια και πρακτικά έχει τη δυνατότητα να δεσμεύει τους υδατικούς πόρους και να εμποδίζει την περαιτέρω αξιοποίησή τους. Ο σχεδιασμός λοιπόν των έργων προστασίας ή και αποκατάστασης των υδατικών πόρων, καθώς και η εκτίμηση των επιπτώσεων στα υδατικά συστήματα από την εκτέλεση και λειτουργία των υδραυλικών ή και των άλλου είδους τεχνικών έργων, αποτελεί σημαντική προτεραιότητα και πρέπει να εξετάζεται σύμφωνα με το πνεύμα και τις αρχές της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων.
7. **Ο συντονισμός των δραστηριοτήτων έρευνας, αξιοποίησης, χρήσης και προστασίας των υδατικών πόρων.** Η διαχείριση των υδατικών πόρων, πέρα από την επιδίωξη της αντιμετώπισης καθενός ξεχωριστά από τα προαναφερθέντα προβλήματα, έχει την βασική αρμοδιότητα του συντονισμού όλων των επιμέρους δραστηριοτήτων της έρευνας, της αξιοποίησης, της χρήσης και της προστασίας του νερού, στην κατεύθυνση της ενιαίας και

συνολικής αντιμετώπισης του ζητήματος της ορθολογικής ικανοποίησης των υδατικών αναγκών.

## 1.2 Αποθέματα νερού στον πλανήτη

Το σύνολο του νερού πάνω στη γη βρίσκεται σε μια κατάσταση δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των τριών φάσεων του, (υγρής, στερεάς και αέριας) και συγχρόνως σε μια κατάσταση διαρκούς κυκλοφορίας, περιοδικά μεταβαλλόμενης, που είναι γνωστή ως υδρολογικός κύκλος (Σχ. 1.2)



Σχ.1.2 Υδρολογικός κύκλος

Η ποσοστιαία κατανομή του συνολικού υδατικού όγκου του πλανήτη είναι ένας κατ' αρχήν δείκτης του μεγέθους και της σοβαρότητας του προβλήματος της διαχείρισης των υδατικών πόρων, αφού όπως προκύπτει από τις σχετικές εκτιμήσεις το νερό που τελικά μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών, αποτελεί ένα ελάχιστο ποσοστό του συνόλου.

Πράγματι, τη μερίδα του λέοντος στην κατανομή του νερού στη γη, σε ποσοστό μάλιστα που φτάνει το 97.2%, την κατέχει το αλμυρό νερό, το οποίο όσο τουλάχιστον η αφαλάτωση παραμένει οικονομικά ασύμφορη λύση, δεν προσφέρεται για αξιοποίηση και εκμετάλλευση. Στη συνέχεια, δεύτερο σε σειρά έρχεται το νερό με τη μορφή του χιονιού και των πάγων, σε ποσοστό 2.15%, ενώ το γλυκό νερό που

υπολείπεται κατανέμεται σε υπόγειο νερό, σε ποσοστό 0.63% και σε επιφανειακό, σε νερό δηλαδή λιμνών, ποταμών, αλλά και υδρατμών, που καταλαμβάνει μόλις το 0.02% του συνολικού όγκου. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να ληφθεί υπόψη, ότι η μισή περίπου ποσότητα του υπόγειου νερού βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 800 μέτρων, γεγονός που σημαίνει ότι το νερό αυτό παραμένει πρακτικά αναξιοποίητο.

Αν σκεφτούμε το πρόβλημα μακροπρόθεσμα, με τη λογική δηλαδή της "Αειφόρου" ή αλλιώς "Βιώσιμης" Ανάπτυξης για το Περιβάλλον, σύμφωνα με τις αρχές της οποίας το κριτήριο της ανάπτυξης είναι η διατήρηση και συνέχιση της ζωής στον πλανήτη, τότε η συνολική ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού γίνεται ακόμη μικρότερη. Το νερό δηλαδή στο οποίο θα πρέπει να προσβλέπει η ανθρωπότητα μακροπρόθεσμα, είναι ένα ακόμη μικρότερο τμήμα του συνόλου, καθώς αποτελεί ένα μικρό μόνο μέρος των συνολικών αποθεμάτων του γλυκού νερού και είναι αυτό που αντιστοιχεί στα ανανεώσιμα αποθέματα του νερού στη γη. Με άλλα λόγια, το νερό για να συνεχίσει και στο μέλλον να συντηρεί τη ζωή, δεν θα πρέπει να καταναλώνεται με ρυθμούς ταχύτερους από τους ρυθμούς της ετήσιας ανανέωσης του στο πλαίσιο του υδρολογικού κύκλου.

Μετρώντας με μονάδες όγκου, ο υδρολογικός κύκλος αποθέτει στη γη κάθε χρόνο  $113.000 \times 10^9 \text{ m}^3$  νερό με τη μορφή της βροχής ή του χιονιού που πέφτει στις ηπείρους και τα νησιά, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 0.32% των συνολικών αποθεμάτων του γλυκού νερού της γης. Από αυτά, τα  $72.000 \times 10^9 \text{ m}^3$ , ποσοστό 63.7%, επιστρέφουν και πάλι στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης και τα  $41.000 \times 10^9 \text{ m}^3$  που μένουν είναι το νερό που είτε διηθείται στο έδαφος εμπλουτίζοντας τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, είτε απορρέει επιφανειακά μέσω των ποταμών στη θάλασσα. Αλλά ούτε αυτή η ποσότητα των  $41.000 \times 10^9 \text{ m}^3$  νερό που μένει είναι ολόκληρη διαθέσιμη, αφού περισσότερη από τη μισή απορρέει στη θάλασσα χωρίς να μπορεί να αξιοποιηθεί, ενώ περίπου το 1/8 αυτής βρίσκεται σε περιοχές απροσπέλαστες ή πολύ μακριά από τις κατοικημένες περιοχές της γης. Έτσι πρακτικά το νερό που τελικά είναι διαθέσιμο για χρήση εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ  $9.000$  και  $14.000 \times 10^9 \text{ m}^3$  κάθε χρόνο. Στην ποσότητα αυτή βέβαια θα πρέπει να συνυπολογιστεί ότι ένα σημαντικό τμήμα της πρέπει να συντηρήσει τη ζωή εκατομμυρίων ειδών ζωντανών οργανισμών που συνθέτουν τα φυσικά οικοσυστήματα στις περιοχές των ποταμών, των λιμνών, των υγροτόπων και των παράκτιων υδατικών συστημάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η *Διαχείριση Υδατικών Πόρων (ΔΥΠ)* είναι μια συνεχής διαδικασία με χρονικό ορίζοντα πολύ μεγαλύτερο από τη μελέτη, την κατασκευή και τη διάρκεια (ορίζοντα) ζωής ενός υδραυλικού έργου. Συνήθως επίσης η ΔΥΠ αναφέρεται σε έκταση που καλύπτει περισσότερα του ενός υδραυλικά έργα. Επομένως παρά το γεγονός ότι χρονικά προηγήθηκαν τα διάφορα υδραυλικά έργα, η ΔΥΠ υπερέχει όσον αφορά στο χρόνο και στο χώρο των υδραυλικών έργων και επομένως είναι ιεραρχικά υψηλότερα. Σε πολλές περιπτώσεις και περιοχές του κόσμου δεν γίνεται διαχείριση υδατικών πόρων ή γίνεται υποτυπώδης διαχείριση. Συνήθως δεν εφαρμόζεται η ΔΥΠ όπου υπάρχει χαμηλή επικινδυνότητα στην έλλειψη νερού και στην ρύπανση των υδατικών πόρων. Αντίθετα όσο η πίεση για απαιτήσεις μεγαλώνει και η χρήση του νερού δημιουργεί περιβαλλοντικά και άλλα προβλήματα τόσο η ΔΥΠ αποκτά περιεχόμενο και συγκεντρώνει την προσοχή του μεγάλου κοινού. Συνοπτικά επομένως η διαχείριση υδατικών πόρων έχει ως στόχους:

- να προμηθεύσει νερό επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την κατά το δυνατόν ικανοποίηση των οικιακών, αγροτικών, βιομηχανικών, ενεργειακών και άλλων αναγκών,
- να προστατεύσει τους υδατικούς πόρους από τη ρύπανση,
- να παρέχει ικανοποιητική προστασία από τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα (πλημμύρες – ξηρασίες).

Η διεθνής βιβλιογραφία έχει πραγματικά να επιδείξει μια μεγάλη ποικιλία βιβλίων και επιστημονικών άρθρων που ασχολούνται με το πρόβλημα της διαχείρισης των υδατικών πόρων (Hall και Dracup, 1970, Biswas, 1976, Haimes, 1977, Wiener, 1972, Loucks κ.ά., 1981, Loucks κ.ά., 1984, Goodman, 1984). Πολυάριθμες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανεύρεση "βέλτιστων" λύσεων που αφορούν τη διάθεση των υδατικών πόρων (Haimes κ.ά. 1975), αναλύοντας τον περίπλοκο φυσικό χώρο ως σύστημα σε σειρά υποσυστημάτων με την ανάλυση των οποίων, τους υπάρχοντες περιορισμούς και τον μαθηματικό προγραμματισμό επιτυγχάνεται η βέλτιστη αποδεκτή λύση [Shamir, 1983, Maas κ.ά., 1962].

Η ανάγκη για την ανεύρεση "βέλτιστων" λύσεων κατανομής περιορισμένων πόρων, όπως είναι το νερό, με τη χρήση μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας και

μαθηματικού προγραμματισμού, καθίσταται επιβεβλημένη (Ψιλοβίκος, 1999, Ψιλοβίκος & Τζιμόπουλος, 2003). Όσο περισσότερο κοιτάζει κανείς τις προοπτικές ανάπτυξης των διαφόρων χωρών του κόσμου τόσο περισσότερο αντιλαμβάνεται ότι η μελλοντική ανάπτυξη, σχεδόν παντού, οριοθετείται από την έλλειψη νερού επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας, μια έλλειψη η οποία μόνο σε λίγες περιπτώσεις μπορεί να αντιμετωπισθεί με ανεύρεση νέων διαθέσιμων υδατικών πόρων. Προκύπτει συνεπώς η ανάγκη να ανευρεθούν τρόποι για την καλύτερη χρήση του διαθέσιμου νερού καθώς και για την ανεύρεση καλύτερων μεθόδων διατήρησης, διανομής και καθαρισμού του νερού. Η σοβαρότητα των προβλημάτων αυτών έχει σήμερα αναγνωρισθεί από πολλούς διεθνείς και εθνικούς οργανισμούς οι οποίοι καταβάλλουν προσπάθεια για την κατάρτιση προγραμμάτων διαχείρισης υδατικών πόρων σε εθνικό επίπεδο ή σε επίπεδο αυτόνομων υδατικών διαμερισμάτων. Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής καταρτίστηκε στην Ελλάδα ο νόμος 1739/87 για τη διαχείριση υδατικών πόρων ο οποίος όμως συνάντησε δυσκολίες με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίσει την ευρεία αποδοχή από τους ενδιαφερόμενους φορείς και οργανισμούς ώστε να έχει καθολική εφαρμογή.

Σημαντικό στοιχείο που εμποδίζει την εφαρμογή του νόμου (εκτός των δυσλειτουργιών που παρατηρούνται) είναι η έκδοση των προεδρικών διαταγμάτων που αναφέρονται στην υλοποίηση του. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι η ανάγκη διαχείρισης υδατικών πόρων είναι σήμερα αδιαμφισβήτητη, και παρά το γεγονός ότι έχουν εκπονηθεί πολυάριθμα προγράμματα διαχείρισης σε διεθνές επίπεδο, μόνο λίγα από αυτά έχουν εφαρμοσθεί στην πράξη από τα κέντρα λήψης αποφάσεων στα οποία απευθύνονται.

Οι κυριότερες δυσκολίες οι οποίες συναντώνται με την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης υδατικών πόρων είναι οι ακόλουθες:

1. Τα υδατικά συστήματα έχουν πολλαπλούς στόχους, χρήσεις και λειτουργίες.
2. Η θεώρηση των επιστημονικών και τεχνολογικών απόψεων των υδατικών συστημάτων είναι μια αναγκαία συνθήκη για τον επιτυχή σχεδιασμό και διαχείριση των υδατικών πόρων αλλά όχι και ικανή εξ' αιτίας του γεγονότος ότι παρεμβαίνουν θεσμικές και πολιτικές απόψεις.
3. Στοιχεία αβεβαιότητας και επικινδυνότητας χαρακτηρίζουν τα περισσότερα αν όχι όλα τα υδατικά συστήματα.
4. Για την δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης απαιτούνται ειδικοί από πολλές επιστημονικές περιοχές όπως υδρολόγοι, υδρογεωλόγοι, μηχανικοί,

οικονομολόγοι, κοινωνιολόγοι κ.λ.π. και ένας αποδοτικός συντονισμός όλων αυτών ώστε να υπάρξουν αποτελέσματα.

5. Για την δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης πρέπει να συμπράξουν πολλές υπηρεσίες και φορείς που συνήθως έχουν διαφορετικούς στόχους η κάθε μία.

### **2.1.1 Κανόνες Διαχείρισης Υδατικών Πόρων**

Οι βασικοί κανόνες διαχείρισης των υδατικών πόρων στηρίζονται στη βέλτιστη χρήση του νερού τώρα και στο μέλλον με αρχές δικαίου και στόχο την διατήρηση των πόρων. Εντελώς επιγραμματικά οι βασικοί κανόνες διαχείρισης είναι:

- Ισομερής κατανομή μεταξύ των χρηστών με βάση αντικειμενικά κριτήρια.
- Οικονομική βελτιστοποίηση της χρήσης νερού τώρα και στο μέλλον.
- Αποφυγή βλαβών και άλλων αρνητικών συνεπειών (όπως καταστροφή πόρων και περιβάλλοντος).
- Αειφορία – Βιωσιμότητα της ανάπτυξης (long – term sustainability of the development).

Όπως εύκολα γίνεται κατανοητό τα αντικειμενικά κριτήρια ποικίλουν ανάλογα με τη χώρα, τον πολιτισμό, το σύστημα εξουσίας κ.λ.π. Με βάση αυτά τα κριτήρια γίνεται η βελτιστοποίηση που στηρίζεται σε μαθηματικές μεθόδους (αναλυτικές ή προσομοίωσης) σε διάφορες χρονικές στιγμές τώρα και στο μέλλον. Αξίζει εδώ να τονισθεί το γεγονός ότι ο τομέας του νερού θα πρέπει να εξετάζεται σε συνδυασμό με άλλους τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας που επηρεάζουν ή επηρεάζονται από τον τομέα του νερού.

Ιδιαίτερα σημαντικοί είναι επίσης οι κανόνες που αναφέρονται στη διατήρηση των πόρων και του περιβάλλοντος που εξασφαλίζουν αυτό που είναι γνωστό ως βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development).

Η υπερκατανάλωση ή η κακή χρήση του νερού στο παρελθόν έχει οδηγήσει σε καταστροφές τόσο του περιβάλλοντος όσο και των πόρων. Υπάρχουν πολλά τέτοια παραδείγματα με χαρακτηριστικότερο την καταστροφή των υπόγειων υδροφορέων από την είσοδο της αλμυρής σφήνας λόγω υπεράντλησης σε περιοχές που γειτνιάζουν με θάλασσα και εμφανίζουν ευνοϊκές για το φαινόμενο γεωλογικές συνθήκες.

### 2.1.2 Ομάδες Ενδιαφερομένων για τη Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Η Διαχείριση υδατικών πόρων απευθύνεται σε τρεις ομάδες ενδιαφερομένων:

- Χρήστες του νερού
- Αυτούς που παίρνουν αποφάσεις (πολιτικούς, κυβέρνηση, κ.λ.π.)
- Μελετητές - Ερευνητές - Τεχνοκράτες.

Είναι γεγονός ότι μεταξύ των τριών αυτών ομάδων αναπτύσσεται επικοινωνία που οδηγεί στο αλληλοεπηρεασμό με βάση τα επιχειρήματα κάθε ομάδας. Είναι λοιπόν σημαντικό να εξασφαλίζεται η συμμετοχή και η συναίνεση των ομάδων αυτών για την επιτυχία της ΔΥΠ. Προσπάθειες για διαχείριση του νερού που έγιναν χωρίς να πεισθούν οι χρήστες του νερού οδήγησαν σε αποτυχίες.

Πολύ σημαντικό θέμα στη συμμετοχή και την υλοποίηση ενός προγράμματος ΔΥΠ είναι η **διαχείριση της ζήτησης** (π.χ. μείωση της κατανάλωσης) όπου ουσιαστικά ζητείται από το χρήστη να δεχθεί να συμμετάσχει σε ενέργειες αντίθετες με τα συμφέροντα του. Εδώ η προσπάθεια για την εξασφάλιση αυτής της υποστήριξης επιτυγχάνεται μόνο μετά από συντονισμένη μακροχρόνια σταθερή ενημέρωση μέσω όλων των πρόσφορων μέσων (τηλεόραση, ραδιόφωνο, τύπος, κ.τ.λ.).

### 2.1.3 Κύριες Δραστηριότητες της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

Όπως έχει τεκμηριωθεί σε άλλες εργασίες για την υλοποίηση των προγραμμάτων ΔΥΠ απαιτείται ένας Φορέας – Οργανισμός αποκεντρωμένος σε υποοργανισμούς οι οποίοι έξω από τα Υπουργεία και τις επιμέρους χρήσεις να μπορούν να υλοποιήσουν αποδοτικά προγράμματα ΔΥΠ.

Η ΔΥΠ ως οργανισμός πρέπει να έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

- συγκεντρώνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία (μετεωρολογικά, υδρολογικά, πληθυσμιακά κ.τ.λ.)
- αναλύει την παρούσα κατάσταση και κάνει προβλέψεις για το μέλλον
- διαμορφώνει σενάρια βελτίωσης με βάση τα διοικητικά, τεχνικά και οικονομικά μέσα και περιορισμούς
- παίρνει αποφάσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα διορθώνει και βελτιώνει τις αποφάσεις (feedback).



Αναλυτικότερα η ΔΥΠ έχει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Έρευνα και μελέτη των υδατικών πόρων (με οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια).
- Συλλογή και ανάλυση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων για τους υφιστάμενους και αναξιοποίητους υδατικούς πόρους καθώς και τη ζήτηση σε όλους τους τομείς με βάση τα έργα που έχουν γίνει ή μπορούν να γίνουν.
- Ανάπτυξη στρατηγικής και προετοιμασίας “σχεδίων”.
- Απόφαση για σχέδια και εξασφάλιση αποδοχής και συμμετοχής των διαφόρων ενδιαφερομένων ομάδων.
- Εφαρμογή κάθε σχεδίου.

#### **2.1.4 Επίπεδα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων**

Η ΔΥΠ είναι μια συνεχής διαδικασία που ξεκινά από το γενικό επίπεδο (π.χ. επίπεδο χώρας) και εξειδικεύεται σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος και υδρολογική λεκάνη. Η ανάπτυξη μιας στρατηγικής για το νερό σε επίπεδο χώρας που στηρίζεται σε ένα γενικό σχέδιο – master plan – για τους υδατικούς πόρους και τη χρήση τους ακολουθείται από ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος και τέλος σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης.

Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι οι τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των Η/Υ και του λογισμικού (Software) δίνουν τη δυνατότητα προσομοίωσης με κατανομημένη στο χώρο και στο χρόνο πληροφορία. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται τελευταία στη χρήση προγραμμάτων προσομοίωσης σε περιβάλλον των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)\*.

#### **2.1.5 Αλληλεπίδραση Υδατικών Πόρων με Άλλα Υποσυστήματα**

Η ΔΥΠ αποτελεί ουσιαστικά ένα τμήμα της διαχείρισης των φυσικών πόρων. Ο ρόλος της συνεπώς, στις περιπτώσεις που τα σχέδια της ΔΥΠ επιδρούν στα άλλα υποσυστήματα των φυσικών πόρων, δεν είναι μόνο να εκτιμήσει τις επιδράσεις αλλά να τις διαχειριστεί. Επίσης όπου υπάρχουν συγκρούσεις (conflicts) να μπορεί να τις διευθετήσει. Προκύπτει συνεπώς η ανάγκη, η ΔΥΠ να αναπτυχθεί σε ένα γενικότερο πλαίσιο από αυτό των υδατικών πόρων. Επίσης η διαδικασία εκτίμησης των επιπτώσεων στα άλλα υποσυστήματα των φυσικών πόρων αλλά και τους άλλους

τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας πρέπει να αντικατασταθεί με πιο περίπλοκες διαδικασίες που λαμβάνουν υπόψη τους ταυτόχρονα και άλλα συγγενή υποσυστήματα εκτός αυτού των υδατικών πόρων.

Η περιπλοκότητα της ΔΥΠ στη σύγχρονη εποχή, δημιουργεί ανάγκες για έρευνα, τεχνολογική ανάπτυξη και άλλες δραστηριότητες στις κατευθύνσεις που επιγραμματικά αναφέρονται παρακάτω:

- εκτίμηση των υδατικών πόρων (ανακάλυψη νέων και μη συμβατικών)
- αύξηση της αποτελεσματικότητας στη χρήση του νερού
- μεγαλύτερος έλεγχος της ποιότητας των υδατικών πόρων
- συνεχής εγρήγορση για πιθανές αλλαγές στο κλίμα
- σύγχρονη νομοθεσία που να λαμβάνει υπόψη τις αλλαγές που έχουν συντελεστεί στον τομέα του νερού
- εκπαίδευση και επιμόρφωση
- ενίσχυση της έρευνας και της τεχνολογίας
- διαρκής ενημέρωση του κοινού
- αποκέντρωση υπηρεσιών που ασχολούνται με το νερό
- Ευρωπαϊκή και διεθνής συνεργασία (που περιλαμβάνει και τις διασυνοριακές υδρολογικές λεκάνες).

## **2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ – ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Το κάθε υδατικό διαμέρισμα αποτελεί μια ανεξάρτητη ενότητα (με βάση τον Ν 1839/1987, ο οποίος έχει πάψει να ισχύει μετά την εφαρμογή της Οδηγίας 60/2000/ΕΕ και την εναρμόνιση της χώρας μας με το Ν 3199/2003) που διαθέτει σημαντικό όγκο μετρημένων υδρολογικών και υδρομετρικών πληροφοριών, αλλά και ένα εκτεταμένο δίκτυο χρήσεων νερού που αφορούν την ύδρευση οικισμών τουριστικών εγκαταστάσεων, την υδροδότηση της βιομηχανίας, την άρδευση των καλλιεργειών καθώς επίσης και τη δημιουργία και διατήρηση χώρων αναψυχής, πάρκων κ.λ.π.

Επίσης υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός έργων και εγκαταστάσεων που αφορούν τους υδατικούς πόρους τα οποία έχουν προγραμματισθεί και βρίσκονται σήμερα σε στάδιο μελέτης ή κατασκευής η δε σημασία των έργων αυτών τόσο σε τοπικό όσο και σε Εθνικό επίπεδο είναι τεράστια. Προκύπτει επομένως η ανάγκη για δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης των υδατικών πόρων, έτσι

ώστε να επιτυγχάνεται η κατά το δυνατόν πληρέστερη κάλυψη των αναγκών σε νερό, η πρόνοια για την πρόληψη απωλειών νερού και η βέλτιστη αξιοποίηση των πλεονασμάτων νερού.

### 2.2.1 Συλλογή Επεξεργασία και Αξιολόγηση Πληροφοριών

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τη συλλογή όλων των υδρολογικών και υδρογραφικών δεδομένων καθώς και δεδομένων που αφορούν στις χρήσεις. Τα υδρολογικά δεδομένα που αφορούν κυρίως δεδομένα βροχοπτώσεων και τα κλιματολογικά δεδομένα συγκεντρώνονται και με τη βοήθεια κατάλληλων πακέτων γίνεται ο έλεγχος, η ομογενοποίηση και η συμπλήρωση των αντίστοιχων χρονοσειρών. Αντίστοιχα γίνεται συλλογή και επεξεργασία των υδρομετρικών δεδομένων που αφορά τον έλεγχο και τη συμπλήρωση τους με την βοήθεια καμπυλών στάθμης – παροχής.

Τα δεδομένα χρήσεων νερού που συλλέγονται αφορούν τόσο την παρούσα κατάσταση όσο και την προβλεπόμενη μελλοντική ανάπτυξη σε διάφορους χρονικούς ορίζοντες. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν:

- πληροφορίες που σχετίζονται με ανάγκες σε νερό για υδρευτικούς σκοπούς (πληθυσμούς, καταναλώσεις για ύδρευση οικισμών και τουριστικών εγκαταστάσεων)
- πληροφορίες που σχετίζονται με ανάγκες σε νερό για τη λειτουργία αρδευτικών έργων (εκτάσεις, είδη καλλιεργειών, είδη και λειτουργικά στοιχεία αρδευτικών δικτύων)
- πληροφορίες που αφορούν στις ανάγκες σε νερό των βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων, και μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας
- οικονομικά στοιχεία που αφορούν το καθαρό εισόδημα των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον τομέα νερού
- πληροφορίες που σχετίζονται με τις ανάγκες σε νερό διάφορων έργων και δραστηριοτήτων που αφορούν στη διατήρηση και αποκατάσταση του περιβάλλοντος όπως για παράδειγμα οι χώροι αναψυχής, η ανανέωση λιμνών, κ.λ.π.
- τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην είσοδο και την έξοδο των συστημάτων κατανάλωσης νερού.

Πέραν της συλλογής των δεδομένων απαιτείται η επεξεργασία και ανάλυση με

σκοπό την ομογενοποίηση των δεδομένων, τη στατιστική επεξεργασία για τον εντοπισμό σφαλμάτων, τη συμπλήρωση αλλά και τον έλεγχο δεδομένων της ίδιας μεταβλητής που προέρχονται από διαφορετικούς σταθμούς μέτρησης. Σε περίπτωση που το σύστημα διαχείρισης προβλέπεται να έχει μακροπρόθεσμη χρήση, θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη ώστε τα δεδομένα αυτά να εισαχθούν σε τράπεζα δεδομένων η οποία θα είναι συνδεδεμένη απευθείας με τους χρήστες οι οποίοι να μπορούν να εισάγουν νέα δεδομένα (σύστημα on-line).

### 2.2.2 Μοντέλο Βροχόπτωσης - απορροής

Στη συνέχεια απαιτείται η κατασκευή ενός μαθηματικού μοντέλου βροχής – απορροής που πρέπει να προσαρμόζεται στις κλιματικές και εδαφολογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής της μελέτης.

Το υδρολογικό μοντέλο πρέπει κατά το δυνατόν να ικανοποιεί τις ακόλουθες βασικές προδιαγραφές.

- Να βασίζεται κατά το δυνατόν σε φυσική προσομοίωση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την πορεία του νερού από την ατμόσφαιρα στη βλάστηση, στο έδαφος, στα υπόγεια στρώματα και μέχρι τους επιφανειακούς αποδέκτες. Επομένως το μοντέλο θα πρέπει να είναι φυσικής βάσης.
- Να μπορεί να λειτουργεί σε μικρό σχετικά χρονικό βήμα.
- Ανεξάρτητα από την πολυπλοκότητα του (ένα φυσικό μοντέλο είναι συνήθως πολύπλοκο) να περιλαμβάνει μικρό αριθμό παραμέτρων που χρειάζονται ρύθμιση έτσι ώστε να είναι δυνατή η μοναδική ρύθμιση του μοντέλου για κάθε συγκεκριμένη λεκάνη απορροής (unique calibration).
- Να μπορεί να περιλαμβάνει ως εισόδους διαφορετικά ήδη φυτοκάλυψης στα διάφορα τμήματα της λεκάνης (δασώδης, θαμνώδης, γυμνό έδαφος).
- Να είναι προσαρμοσμένο στις εδαφικές και κλιματικές ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης περιοχής δηλαδή για τη χώρα μας:
  - α. μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις στη βροχόπτωση
  - β. μεγάλες και απότομες κλίσεις
  - γ. ιδιαίτερα γεωλογικά χαρακτηριστικά.
- Σημαντικό στοιχείο στα μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι η φυσική προσομοίωση τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων νερών με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συνέχεια και συσχέτιση μεταξύ των.

### 2.2.3 Δημιουργία Μοντέλων Προσομοίωσης της Ζήτησης

Στο τμήμα αυτό γίνεται η προσομοίωση των αναγκών σε νερό για κάθε χρήση και κυρίως για ύδρευση, άρδευση και προστασία του περιβάλλοντος (Kindler και Russell, 1984). Η προσομοίωση των υδρευτικών αναγκών γίνεται συνήθως σε συνάρτηση με τον πληθυσμό και το ρυθμό μεταβολής του και με βάση συγκεκριμένα κριτήρια προσδιορισμού της ατομικής κατανάλωσης (Cabrega και Martinez, 1993). Αντίστοιχα η προσομοίωση της ζήτησης για αρδευτικές ανάγκες βασίζεται στο είδος και τις εκτάσεις των καλλιεργειών, στα χαρακτηριστικά του αρδευτικού έργου και στο βαθμό αξιοποίησης του. Ο προσδιορισμός της εξατμισοδιαπνοής ανά είδος καλλιέργειας γίνεται με τη χρήση γνωστών μεθόδων υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής. Οι ανάγκες για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος προσδιορίζονται με βάση το είδος και τα στοιχεία λειτουργίας του έργου. Τέλος γίνεται η προσομοίωση της ζήτησης για βιομηχανική χρήση για κάθε κατηγορία βιομηχανικών μονάδων, ανάλογα με το είδος και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής δραστηριότητας. Για κάθε κατηγορία χρήσης νερού πρέπει να γίνεται εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών στην είσοδο και την έξοδο του συστήματος.

### 2.2.4 Οικονομική Ανάλυση

Στο στάδιο αυτό γίνεται ο προσδιορισμός της οικονομικής ζημιάς που προκύπτει από την ενδεχόμενη μείωση της ποσότητας νερού που απαιτείται σε κάθε σύστημα αξιοποίησης υδατικών πόρων. Ο προσδιορισμός αυτός, αν για παράδειγμα πρόκειται για αρδευτικό έργο, θα βασισθεί αφ' ενός μεν στο είδος και την έκταση των καλλιεργειών, την τιμή πώλησης των προϊόντων, την ύπαρξη επιδοτήσεων και τη σπουδαιότητα των καλλιεργειών για την εθνική οικονομία και αφ' ετέρου στις γενικές δαπάνες ανά καλλιέργεια (σπόροι, λιπάσματα, εξοπλισμός), την εκμηχάνιση, το απασχολούμενο εργατικό δυναμικό, το κόστος ενέργειας για αντλήσεις κ.λ.π. Ο προσδιορισμός αυτός στον οποίο βασίζονται κατά κύριο λόγο οι διαχειριστικές επεμβάσεις και αποφάσεις πρέπει να γίνεται σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς. Πρέπει να σημειωθεί ότι στο στάδιο αυτό θα πρέπει επίσης να προσδιορισθούν όλα τα σημεία πίεσης προς το φυσικό περιβάλλον και να γίνει προσπάθεια ποσοτικοποίησης

της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από κάθε έργο. Θα δημιουργηθεί επομένως ένα σύνολο περιβαλλοντικών κριτηρίων τα οποία θα συναποτελέσουν μαζί με τα οικονομικά, τη βάση των διαχειριστικών αποφάσεων και επεμβάσεων.

Προτάσεις για τη χρήση διάφορων δεικτών αποδοτικότητας (performance indices) που εξειδικεύουν τα παραπάνω κριτήρια, γίνονται από τον ΟΑΝΑΚ και το Εργαστήριο Αγροτικής Τεχνολογίας ΕΜΠ (1994).

### **2.2.5 Σενάρια Ανάπτυξης**

Τα διάφορα σενάρια μελλοντικής ανάπτυξης διακρίνονται σε εφικτά και μη εφικτά, δομικά και μη, σχετιζόμενα με τους υδατικούς πόρους και μη. Έτσι για παράδειγμα ένα σενάριο ανάπτυξης που σήμερα κρίνεται ανέφικτο, μπορεί υπό το φως νέων τεχνολογικών εξελίξεων και πολιτικών αποφάσεων να κριθεί ως εφικτό στο μέλλον. Επίσης πρέπει να εξετάζονται σενάρια ανάπτυξης μη σχετιζόμενα άμεσα με τους υδατικούς πόρους. Ως πρώτο στάδιο για την κατάστρωση των διαφορετικών σεναρίων ανάπτυξης είναι η μελέτη και αξιολόγηση των υπαρχόντων σχεδίων και μελετών που έχουν εκπονηθεί από διάφορους φορείς για την περιοχή. Στη συνέχεια τα σχέδια αυτά συμπληρώνονται σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς και οργανισμούς.

### **2.2.6 Δημιουργία Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης**

Στο στάδιο αυτό με τη διασύνδεση όλων των παραπάνω μοντέλων δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης που αξιοποιεί όλη την υπάρχουσα πληροφορία και βασιζόμενο στη σχηματική αναπαράσταση των σημείων προσφοράς και ζήτησης του νερού αξιολογεί με βάση μια σειρά από κριτήρια κάθε διαχειριστική επέμβαση είτε αυτή αναφέρεται στα διάφορα σενάρια ανάπτυξης είτε ακόμα και στη διαχείριση σε πραγματικό χρόνο (*real time*).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

#### 3.1 Η διεθνής πραγματικότητα

Στα προηγούμενα κεφάλαια είδαμε ότι τελικά το νερό που διατίθεται στη φύση δεν είναι ανεξάντλητο. Με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από παγκόσμιους οργανισμούς, όπως η Διεθνής Τράπεζα, ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών και άλλοι, αναδεικνύονται δύο βασικές συνιστώσες παγκοσμίως, όσον αφορά στο πρόβλημα της ποσότητας του νερού και της επάρκειας του.

Η πρώτη, αφορά στην αύξηση συνολικά της κατανάλωσης. Η αύξηση αυτή είναι με τη σειρά της η συνισταμένη δύο παραγόντων:

1. Της αύξησης των αναγκών σε νερό στις πλούσιες χώρες του κόσμου, ως αποτέλεσμα της ανόδου του βιοτικού επιπέδου, της αλματώδους ανάπτυξης και της τεχνολογικής εξέλιξης, (αύξηση οικιακών χρήσεων, ραγδαία αύξηση των αρδευόμενων καλλιεργειών, επέκταση υδροβόρων βιομηχανικών μονάδων κλπ) και
2. Της συνολικής αύξησης του πληθυσμού στη γη (στις μέρες μας, ο πληθυσμός της γης έχει φθάσει τα 5.5 δισεκατομμύρια κατοίκους).

Πράγματι, οι καταναλώσεις νερού παρουσιάζονται εξαιρετικά υψηλές (5000 Km<sup>3</sup>/έτος) σε σχέση με τα περασμένα χρόνια και η συνολική ζήτηση νερού συνεχώς αυξάνεται. Ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης επιταχύνθηκε μάλιστα περισσότερο κατά το δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, συγκρινόμενος με παλαιότερα χρονικά διαστήματα (κυρίως πριν το 1940). Όσο για σήμερα, υπολογίζεται ότι μέσα στον 20<sup>ο</sup> αιώνα η ζήτηση του νερού παγκοσμίως έχει δεκαπλασιαστεί. Είναι δε γνωστό ότι ο ρυθμός αύξησης της χρήσης του νερού είναι μεγαλύτερος από αυτόν της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. Στο μέλλον, διπλασιασμός του πληθυσμού θα σημαίνει εξαπλασιασμό των αναγκών σε νερό.

Η δεύτερη συνιστώσα του παγκόσμιου προβλήματος λειψυδρίας σχετίζεται με το γεγονός ότι στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει διαθέσιμο περισσότερο γλυκό νερό απ' όσο υπήρχε πριν από 2.000 χρόνια, όταν ο πληθυσμός του πλανήτη ήταν λιγότερος από το 3% του σημερινού. Κι ενώ η ικανότητα μας να εντοπίζουμε, να αποθηκεύουμε, να μεταφέρουμε και να διαχειριζόμαστε το νερό έχει εντυπωσιακά βελτιωθεί και επεκταθεί με το πέρασμα των αιώνων, η τεχνολογία που θα επιτρέψει

την αύξηση ή τον πολλαπλασιασμό του βασικού φυσικού πόρου δεν έχει ακόμη βρεθεί και είναι πολύ αβέβαιο αν θα μπορέσει ποτέ να βρεθεί.

Το 2025 περίπου το ένα τρίτο (1/3) του πληθυσμού της γης θα ζει σε συνθήκες "κρίσης νερού" και 52 χώρες θα θεωρούνται άνυδρες, που σημαίνει ότι η έλλειψη του νερού γίνεται σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για τη συντήρηση της ζωής και την οικονομική ανάπτυξη. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η αναλογία αυτή για τη χώρα μας σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, είναι σήμερα 5.828 κ.μ./ κάτοικο, (το 1955 ήταν 7.406 κ.μ./ κάτοικο), για τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είναι 9.913 κ.μ./ κάτοικο, ενώ για το Κουβέιτ είναι 75 κ.μ./ κάτοικο, (το 2025 προβλέπεται να πέσει στα 45 κ.μ./ κάτ.).

Το όριο για μία χώρα να θεωρείται ότι βρίσκεται σε κατάσταση ανυδρίας είναι να έχει ετήσια αποθέματα ανανεώσιμου νερού (EAAN) της τάξεως των 1700 m<sup>3</sup> / άτομο. Ο ετήσιος παγκόσμιος Μ. Ο. είναι 7400 m<sup>3</sup>/άτομο. Πάντως υπάρχουν αυτήν τη στιγμή 26 χώρες που χαρακτηρίζονται άνυδρες με EAAN κάτω από 1000 m<sup>3</sup>/ άτομο και 18 χώρες με EAAN κάτω από 2000 m<sup>3</sup> / άτομο.

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται στοιχεία μεταβολής του πληθυσμού και ζήτησης νερού στους τρεις βασικούς τομείς (ύδρευση, βιομηχανία, γεωργία) για διάφορες χώρες του κόσμου για τη χρονική περίοδο 1990 – 2025. Οι στήλες 1 και 2 παρουσιάζουν τον πληθυσμό κάθε χώρας και την εκτίμηση της αύξησης του από το 1990 μέχρι το 2025. Οι στήλες 3 – 8 εμφανίζουν την κατά κεφαλή κατανάλωση νερού για το 1990 σε κυβικά μέτρα και την αντίστοιχη εκτίμηση για το 2025 για τους διάφορους τομείς. Οι εκτιμήσεις του 2025 για τον τομέα της ύδρευσης βασίζονται στην παραδοχή βασικής κατανάλωσης 20 m<sup>3</sup> κατά άτομο. Η στήλη 9 δείχνει τη συνολική ζήτηση ως ποσοστό των ετήσιων υδατικών αποθεμάτων (EYA) κάθε χώρας. Αυτή η μελέτη υποστηρίζει ότι οι χώρες που παρουσιάζουν ποσοστό πάνω από 50% σ' αυτή τη στήλη βρίσκονται σε κατάσταση απόλυτης σπανιότητας νερού. Διαπιστώνεται ότι εκτός από το Βέλγιο, οι υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένου και της Ελλάδας, δεν αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα υδατικών αποθεμάτων Αυτή η άποψη, σύμφωνα με τη μελέτη των Seckler et al (1999), βασίζεται στην παραδοχή που δέχεται ότι **όταν η συνολική κατανάλωση νερού ξεπερνά το 50% των ετήσιων υδατικών αποθεμάτων το κόστος περαιτέρω εύρεσης πηγών γίνεται απαγορευτικά μεγάλο.**

Οι 11 από τις 26 χώρες, που όπως προαναφέραμε ανήκουν στην κατηγορία των άνυδρων χωρών, βρίσκονται στην Αφρική, όπου υπολογίζεται ότι μέχρι το 2.000,



το ένα τρίτο του προβλεπόμενου πληθυσμού της ηπείρου, δηλαδή 300 εκατομμύρια κάτοικοι, θα ζουν σε άνυδρες χώρες. Η περιοχή της γης με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προβλημάτων λειψυδρίας είναι η Μέση Ανατολή, όπου οι 9 από τις 14 χώρες εμφανίζουν ήδη συμπτώματα λειψυδρίας, ενώ ο πληθυσμός τους προβλέπεται να διπλασιαστεί σε 25 χρόνια κι έτσι η περαιτέρω μείωση των αποθεμάτων του νερού θεωρείται αναπόφευκτη.

Αν ληφθεί υπόψη ότι σχεδόν όλοι οι ποταμοί της Μέσης Ανατολής μοιράζονται ανάμεσα σε αρκετά κράτη, τότε γίνεται φανερό η αιτία των εντάσεων που παρατηρούνται πρόσφατα στην περιοχή με αφορμή τα δικαιώματα σε νερό. Οι εντάσεις αυτές σύμφωνα με πολλούς αναλυτές θα μπορούσαν να οδηγήσουν μέχρι και σε νέες συρράξεις στο μέλλον, εξαιτίας όχι πια του μαύρου χρυσού, όπως συνηθίσαμε τόσα χρόνια να αποκαλούμε το πετρέλαιο, αλλά του λευκού, όπως έχει ήδη αρχίσει να αποκαλείται το νερό. Το τεράστιο έργο του ελέγχου των νερών των μεγάλων ποταμών της περιοχής, του Τίγρη και του Ευφράτη, που υλοποιεί ήδη η Τουρκία με την κατασκευή σειράς μεγάλων φραγμάτων στο έδαφος της, έχει ήδη κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου για την ειρήνη στην περιοχή, καθώς η ζωή και η ανάπτυξη των κατάντι ευρισκομένων χωρών θα βρίσκεται στο μέλλον υπό τον πλήρη έλεγχο της Τουρκίας.

Στον πίνακα 3.2 δίνεται μια ενδεικτική εικόνα της διαχρονικής εξέλιξης των κατά κεφαλήν ανανεώσιμων πλέον εσωτερικών, (δεν υπολογίζονται δηλαδή τα διακρατικά νερά), υδατικών αποθεμάτων. Τα συμπεράσματα από τον πίνακα αυτό, επιβεβαιώνουν και ενισχύουν τα αντίστοιχα του πίνακα 3.1

**Πίνακας 3.1 Προσφορά – Ζήτηση Νερού σε διάφορες χώρες**

Χώρες	Πληθυσμός	Αύξηση	Υδρευση		Βιομηχανία		Γεωργία (m <sup>3</sup> )		Συνολική
	(εκατομ)	(%)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	1990	2025	κατανάλωση
	1990	2025	1990	2025	1990	2025	1990	2025	%ΕΥΑ
Τουρκία	56.1	62	87	87	60	86	395	380	27
Αλβανία	3.8	22	6	11	17	20	71	71	2
Γα)Μα	56.7	8	106	106	459	459	100	82	20
Ισραήλ	4.7	68	65	126	20	41	322	229	141
Αμερική	249.9	33	243	243	842	842	785	605	23
Καναδάς	27.8	38	288	288	1121	1121	192	96	2
Ελβετία	6.8	14	40	40	126	126	7	7	3
Νορβηγία	4.2	11	98	98	351	351	39	29	1
Ελλάδα	10.2	-4	42	84	152	180	329	294	9
Βέλγιο	10.5	5	101	101	779	779	37	0	73
Δανία	5.1	-1	70	70	63	63	100	100	9
Αγγλία	57.4	7	4	8	158	158	43	22	16
Ισπανία	39.3	-4	94	126	203	203	484	396	29
Γερμανία	79.4	-4	64	64	405	405	110	55	23
Ιταλία	57.0	-8	138	138	266	266	582	357	24
Αυστρία	7.7	7	100	100	176	176	27	14	3
Αυστραλία	16.9	46	606	606	19	37	308	298	7

(Πηγή: Seckler, Barker, Amarasinghe (1999))

**Πίνακας 3.2 Εξέλιξη του πληθυσμού και των ανανεώσιμων εσωτερικών κατά κεφαλήν υδατικών αποθεμάτων σε επιλεγμένες χώρες\***

Χώρα	Συνολικά ετήσια ανανεώσιμα διαθέσιμα (Εκατομ m <sup>3</sup> )	1955 Πληθυσμός (Χιλιάδες)	1955 Κατά κεφαλή διαθέσιμότητα νερού (m <sup>3</sup> )	1990 Πληθυσμός (Χιλιάδες)	1990 Κατά κεφαλή διαθέσιμότητα νερού (m <sup>3</sup> )	2025 Πληθυσμός (Χιλιάδες)	2025 Κατά κεφαλή διαθέσιμότητα νερού (m <sup>3</sup> )
Αλγερία	49.999	9.734	5.137	16.556	3.020	51.830	332
Αίγυπτος	58.874	22.990	2.561	52.426	1.123	93.536	630
Αυστραλία	343.001	9.240	37.121	17.086	20.075	25.210	13.606
Βρετανία	119.989	51.199	2.344	57.411	2.090	60.251	1.992
Γαλλία	185.014	43.428	4.260	56.718	3.262	60.785	3.044
Γερμανία	199.969	70.326	2.843	79.479	2.516	83.877	2.384
Ελλάδα	58.997	7.966	7.406	10.123	5.828	10.103	5.840
Η.Π.Α.	2.478.002	165.932	14.934	249.975	9.913	322.007	7.695
Ινδία	2.085.015	395.096	5.277	846.191	2.464	1.393.871	1.496
Ισπανία	110.994	29.199	3.801	38.959	2.849	40.613	2.733
Ισραήλ	2.148	1.748	1.229	4.660	461	8.146	264
Ιταλία	187.001	48.633	3.845	57.663	3.243	56.237	3.325
Καναδάς	2.900.987	15.736	184.354	26.639	108.900	38.356	75.634
Κίνα	2.799.472	609.005	4.597	1.153.470	2.427	1.539.758	1.818
Κουβέιτ	161	199	808	2.143	75	2.789	57
Μπαχρέιν	90	134	672	503	179	1.014	89
Ολλανδία	90.002	10.751	8.371	14.943	6.023	17.673	5.093
Σ. Ένωση	5.465.950	190.356	28.714	281.344	19.428	344.457	15.868
Τουρκία	203.023	23.859	8.509	55.991	3.626	92.881	2.186
Σ. Αραβία	489	79	6.195	1.589	308	2.792	176

\* Οι πηγές του πίνακα είναι η Διεθνής Τράπεζα και ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

Έντονα όμως προβλήματα νερού, δεν εμφανίζονται μόνον στις χώρες που χαρακτηρίζονται ως άνυδρες, αλλά και σε χώρες που θεωρούνται πλούσιες σε νερό, καθώς εμφανίζουν υψηλές τιμές στους δείκτες των μέσων ετήσιων υδατικών αποθεμάτων ανά κάτοικο. Αυτό οφείλεται στην έντονη χωρική και χρονική ανισοκατανομή όχι μόνο του νερού στη φύση, αλλά και των αναγκών σε νερό. Έτσι,

σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, ενώ η συνολική ποσότητα του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού φαίνεται να είναι αρκετή για να καλύψει τις συνολικές ανάγκες, συμβαίνει να υπάρχουν περιοχές με έντονα προβλήματα λειψυδρίας. Ως αιτίες αναφέρονται η άνιση κατανομή του νερού στον χώρο και τον χρόνο, (ψηλά βουνά με πλούσια υδατικά αποθέματα και πεδινές, παράκτιες ή νησιωτικές περιοχές με φτωχό ισοζύγιο, εύκρατα κλίματα με υγρούς χειμώνες που ακολουθούνται από «στεγνά» καλοκαίρια), αλλά και η άνιση κατανομή της ζήτησης, με τις υδροβόρες δραστηριότητες να αναπτύσσονται στις άνυδρες περιοχές και κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, (αγροτικές ανάγκες στις πεδινές περιοχές και τουρισμός στις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές κατά τους θερινούς μήνες). Ακόμη προβλήματα όπως αυτό της υφαλμύρωσης των υδροφορέων των παράκτιων και νησιωτικών περιοχών εξ αιτίας εντατικών αντλήσεων, μπορούν να δημιουργήσουν τοπικά προβλήματα λειψυδρίας σε πλούσιες κατά τα άλλα σε νερό περιοχές.

Τέλος, η γενική υποβάθμιση της ποιότητας του νερού λόγω ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων και απορριμμάτων, αλλά και ως αποτέλεσμα της εντατικοποίησης των καλλιεργειών, έχει φέρει πολλές χώρες σήμερα στα πρόθυρα της λειψυδρίας, όχι τόσο λόγω έλλειψης υδατικών πόρων, αλλά λόγω της μη ορθολογικής διαχείρισης και της αλόγιστης εξάντλησης ή υποβάθμισης τους.

Υστερα από όσα προηγήθηκαν και παρά τις διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις εκάστοτε τοπικές, φυσικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά του προβλήματος της λειψυδρίας θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Η συνολική ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη σε κάθε χώρα της γης, είναι σε μακροχρόνια κλίμακα, σταθερή. Παρ' ότι η τεχνολογική πρόοδος έχει καταφέρει να μετατρέψει σε αξιοποιήσιμες αρκετές από τις πηγές του νερού, πράγμα που σε άλλες εποχές θεωρούνταν οικονομικά ή τεχνικά ασύμφορο, ένα μεγάλο ποσοστό των συνολικών υδατικών αποθεμάτων, θα εξακολουθεί στο ορατό μέλλον να παραμένει μη αξιοποιήσιμο, εξ αιτίας κυρίως οικονομοτεχνικών ή και περιβαλλοντικών αιτιών. Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση του νερού, δίνει σε κάποιον βαθμό και σε κάποιον χρονικό ορίζοντα τη δυνατότητα της αύξησης της πεπερασμένης ποσότητας του νερού που διαθέτει για χρήση κάθε χώρα. Αξίζει να σημειωθεί βεβαίως ότι μέχρι σήμερα η δυνατότητα αυτή έχει πολύ λίγο αξιοποιηθεί (στη χώρα μας σχεδόν καθόλου), και λόγω άγνοιας ή αδιαφορίας, αλλά και για καθαρά

οικονομικούς λόγους. Σε αυτά θα πρέπει επιπροσθέτως να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι η μεταφορά νερού από χώρα σε χώρα συναντά σημαντικές δυσκολίες, οικονομικές πρώτα, λόγω της σημαντικής αύξησης της χαμηλής τιμής μονάδας του νερού, αλλά και τεχνικές και περιβαλλοντικές και πολιτικές με την έννοια της συναίνεσης των δύο πλευρών. Αξίζει να προστεθεί ότι το πεπερασμένο των υδατικών πόρων κάθε χώρας είναι η κύρια αντλία εξάντλησης των μονίμων, πέραν των ανανεώσιμων, αποθεμάτων σε πολλές περιπτώσεις (π.χ άντληση από βαθείς υδροφορείς στη Μέση Ανατολή).

2. Το κόστος ανάπτυξης νέων υδατικών πόρων στο εξής θα είναι σημαντικά ακριβότερο, σε πραγματικές τιμές, σε σχέση με το παρελθόν. Αυτό οφείλεται στο ότι μέχρι σήμερα έχουν αξιοποιηθεί (έως και εξαντληθεί) εκείνοι οι υδατικοί πόροι που προσφέρονταν περισσότερο για εκμετάλλευση, τόσο από άποψη τεχνικής ευκολίας όσο και οικονομικού συμφέροντος. Έρευνα της Διεθνούς Τράπεζας το 1992 για τα χρηματοδοτούμενα από αυτήν έργα ύδρευσης στις αναπτυσσόμενες χώρες έδειξε ότι το κόστος ανάπτυξης κάθε καινούργιου κυβικού μέτρου νερού στο εξής θα είναι δύο με τρεις φορές μεγαλύτερο απ' ό,τι ήταν μέχρι σήμερα. Τα έργα ύδρευσης της Αθήνας από τον Μόρνο και τον Εύηνο και της Θεσσαλονίκης από τον Αλιάκμονα, αν και δεν υπάρχουν σαφή συγκριτικά οικονομικά στοιχεία, αποτελούν τα δικά μας παραδείγματα που επαληθεύουν αυτήν την κοινή σε όλον τον κόσμο διαπίστωση. Ο παράγοντας αυτός της αύξησης του κόστους των υδραυλικών έργων δεν έχει ακόμη αντιμετωπιστεί σοβαρά, αν και προβλέπεται να αποτελέσει σημαντικό περιοριστικό παράγοντα στη μελλοντική ανάπτυξη πολλών χωρών.
3. Η αύξηση του πληθυσμού της γης, αυξάνει και τις συνολικές απαιτήσεις σε νερό, ενώ συγχρόνως η αλλαγή των συνηθειών διαβίωσης και η τεχνολογική ανάπτυξη προκαλούν αύξηση και των κατά κεφαλήν αναγκών σε νερό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό και με την πρώτη διαπίστωση, αυτή της σταθερής συνολικά διαθέσιμης ποσότητας νερού, δημιουργεί δύο αντιφατικές τάσεις οι οποίες είναι α) η συνεχής μείωση των κατά κεφαλήν διαθέσιμων υδατικών πόρων λόγω της αύξησης του πληθυσμού και β) η διαρκής αύξηση των κατά κεφαλήν απαιτήσεων λόγω της μετατροπής των συνθηκών διαβίωσης αλλά και της τεχνολογικής εξέλιξης.

4. Η ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αύξηση του πληθυσμού της γης και την εντατικοποίηση της παραγωγικής δραστηριότητας του ανθρώπου. Πρόκειται για έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες μείωσης και υποβάθμισης των υδατικών αποθεμάτων, καθώς υπάρχουν ρυπαντές που με την είσοδο τους στη χημική σύσταση του νερού το καθιστούν ακατάλληλο προς χρήση για πάρα πολλά χρόνια.

### 3.2 Η λειψυδρία και η υποβάθμιση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα

Όπως προκύπτει από τους πίνακες 3.1 & 3.2 η Ελλάδα βρίσκεται αρκετά μακριά από το όριο λειψυδρίας και σε καλύτερη κατάσταση συγκριτικά με αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό δίνει μια πρώτη απάντηση στο ερώτημα αν η κρίση του νερού στην δική μας περίπτωση είναι κρίση επάρκειας των αποθεμάτων ή κρίση διαχείρισης τους. Δεν πρέπει βέβαια να μας διαφεύγει το γεγονός ότι τα στοιχεία αυτά αντιστοιχούν σε μέσες τιμές, με ό,τι και αν αυτό μπορεί να σημαίνει για τις γεωμορφολογικές ανισότητες, (νησιά, ακτές, ορεινές περιοχές), αλλά και την συγκεντρωτική ανάπτυξη, (μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα, εγκατάλειψη υπαίθρου) της χώρας μας.

Στην Ελλάδα, ο συνολικός όγκος νερού των κατακρημνισμάτων (βροχή και χιόνι) εκτιμάται σε 115 δισεκατομμύρια  $m^3$ /έτος. Τα συνολικά ανανεώσιμα αποθέματα νερού ανέρχονται σε 70 δισεκατομμύρια  $m^3$ /έτος και η συνολική αντίστοιχη κατανάλωση σε 5.5 δισεκατομμύρια  $m^3$ . Από αυτά το 80-84% χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς, το 13-15% για την ύδρευση οικισμών και το 2.5-4% διατίθεται για βιομηχανική χρήση και παραγωγή ενέργειας. Η Ελλάδα λοιπόν φαίνεται να ευημερεί και να έχει άφθονο νερό για να καλύψει τις συνολικές της ανάγκες, καθώς τα στοιχεία την κατατάσσουν δεύτερη χώρα της Ευρώπης σε ανανεώσιμα αποθέματα νερού με 5840  $m^3$ /έτος/κάτοικο.

Η ευμάρεια αυτή όμως εμφανίζεται μόνο στους αριθμούς ή καλύτερα στην ανάγνωση και ερμηνεία τους. Δημιουργείται έτσι στη χώρα μας μία «ψευδαίσθηση της αφθονίας» του νερού, η οποία δεν λαμβάνει υπόψη μία σειρά πολύ συγκεκριμένων προβλημάτων ποσοτικής και ποιοτικής υποβάθμισης, όπως:

- Η έντονη χωρική και χρονική ανισοκατανομή (ψηλά βουνά με πλούσια υδατικά αποθέματα και παράκτιες ή νησιωτικές περιοχές με προβλήματα

αποθεμάτων νερού, με υγρούς χειμώνες και ζεστά άνυδρα καλοκαίρια) με αποτέλεσμα να έχουμε επάρκεια σε νερό κυρίως εκεί που δεν μας είναι απαραίτητο και σε λάθος χρονική στιγμή.

- Η υπαλμύρωση των υδροφορέων των παράκτιων και νησιωτικών περιοχών, λόγω των έντονων αντλήσεων, που είναι υπεύθυνη για πολλά προβλήματα λειψυδρίας κυρίως στα νησιά.
- Η υποτιμολόγηση του νερού στην Ελλάδα, αποτελεί ακόμη ένα σοβαρό πρόβλημα καθώς το νερό θεωρείται κυρίως ως κοινωνικό αγαθό που πρέπει να παρέχεται σε εξαιρετικά χαμηλή τιμή. Μάλιστα οι κύριοι χρήστες του, δηλαδή οι αγρότες, το χρησιμοποιούν δωρεάν. Έτσι δεν είναι δυνατόν να αναγνωριστεί η πραγματική αξία του νερού και να μπορεί αυτό να χρησιμοποιείται με πιο αποτελεσματικό και ορθολογικό τρόπο.
- Η ανυπαρξία ενιαίας πολιτικής σε θέματα νερού στην χώρα μας, δυσχεραίνει το πρόβλημα γιατί σε διοικητικό επίπεδο δεν υπάρχει σαφής προσδιορισμός των αρμόδιων οργάνων που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους, καθώς ο Νόμος 1739/87 παρόλο που προσαρμόστηκε στις διάφορες ανάγκες, προσδιορίζοντας τις δικαιοδοσίες του κάθε Φορέα, δεν εφαρμόστηκε ποτέ όπως έπρεπε.
- Σε περιοχές με έντονη αγροτική δραστηριότητα, η σαφής ποιοτική υποβάθμιση των υδροφορέων έρχεται ως αποτέλεσμα της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που αποτελεί συνήθη πρακτική των αγροτών της χώρας, πρακτικών αρκετά μακριά από αυτές που θεωρούνται φιλικές προς το περιβάλλον. Αυτό βεβαίως σε συνδυασμό με το γνωστό πρόβλημα του υποβιβασμού της στάθμης των υδροφορέων αυτών. Σε σύνολο 240 γεωτρήσεων πόσιμου νερού στη Βόρεια Ελλάδα, όπου έγιναν μετρήσεις (Πιερία, Ημαθία, Λαγκαδά, λεκάνη του Αξιού, Καβάλα, Σέρρες, Ορεστιάδα), το 20% (47 γεωτρήσεις) παρουσίαζε ρύπανση από γεωργικά φάρμακα που ξεπερνούσε το ανώτατο επιτρεπτό όριο της Κοινότητας. Οι συγκεντρώσεις σε νιτρικά και γεωργικά φάρμακα ήταν πολύ υψηλές.
- Οι «εισαγόμενες» πηγές ρύπανσης οι οποίες παρατηρούνται στις λίμνες και τα ποτάμια της χώρας πέραν από τις εγχώριες. Στα επιφανειακά νερά στην Ελλάδα, έχει διαπιστωθεί ότι οι ρύποι έχουν αυξηθεί σε σχέση με τη δεκαετία του '80. Υπάρχουν σημεία που γίνονται μετρήσεις παραμέτρων ποιότητας του νερού όπως διαλυτό οξυγόνο, BOD5, θερμοκρασία, PH,

ηλεκτρική αγωγιμότητα, ολικά διαλυτά στερεά, νιτρικά, νιτρώδη, ολική αλκαλικότητα, γεωργικά φάρμακα κ.ά. Ο Αξιός δέχεται μεγάλη ρύπανση από τη FYROM, αστικά απόβλητα, σημαντικό φορτίο βιομηχανικών αποβλήτων και υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων που δείχνουν «εισαγόμενη» ρύπανση από γεωργικά φάρμακα. Ο Αξιός καθώς εκβάλλει προς τη θάλασσα ενισχύεται σε ρύπους γεωργικών φαρμάκων (επιβάρυνση από εγχώριες πηγές ρύπανσης). Μάλιστα, στον Αξιό παρατηρούνται μικρές αυξομειώσεις των βαρέων μετάλλων, γεγονός που αποδίδεται στη βιομηχανική δράση της FYROM, η οποία ακόμη δεν είναι μεγάλη. Δεν ξέρουμε όμως τι πρόκειται να συμβεί αν σε λίγα χρόνια αναπτυχθεί η βιομηχανία των γειτονικών χωρών. Ο ποταμός Έβρος, σύμφωνα με στοιχεία που έχει συλλέξει η Ελληνική Εταιρεία Υδατικών Πόρων, φαίνεται να έχει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αζώτου, φωσφόρου κ. ά. από όλα τα ποτάμια της Βόρειας Ελλάδας. Η μεγαλύτερη επιβάρυνση γίνεται από εισαγόμενη ρύπανση, παρά το ότι έχει τα ίδια κλιματολογικά στοιχεία με τα υπόλοιπα ποτάμια. Είναι ένα τριεθνές ποτάμι, το οποίο περνώντας από Βουλγαρία, Τουρκία και Ελλάδα δέχεται αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα και απορροές από καλλιέργειες. Στο ανατολικό Δέλτα του Έβρου έχουμε σύστημα ποτάμιας ρύπανσης που εξαρτάται κυρίως από την εποχική διακύμανση της παροχής του ποταμού, τη μεταφορά ρύπων αλλά και τις τοπικές δραστηριότητες (κτηνοτροφία), ενώ στο δυτικό Δέλτα επηρεάζεται η ποιότητα των επιφανειακών νερών από τοπικές πηγές (κτηνοτροφία, γεωργία).

- Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι διασυνοριακοί υγρότοποι, όπως ο Έβρος, η Μικρή Πρέσπα και η Δοϊράνη, αφού η διαχείρισή τους εξαρτάται και από τα γειτονικά κράτη. Στους ποταμούς Στρυμόνα, Νέστο, Άρδα και Αλιάκμονα έχουν ανιχνευθεί υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται ευρέως αλλά δεν ξεπερνούν, σύμφωνα με τις μετρήσεις, τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που επιβάλλει η κοινότητα. Απ' ό,τι δείχνουν τα σχετικά στοιχεία πάντως, εξαιρετικά σημαντικό πρόβλημα έχει και ο Αξιός. Ο Αλιάκμονας έχει πρόβλημα αμιάντου, αλλά μπορεί να βελτιωθεί. Όσο για τις λίμνες, σε απελπιστική κατάσταση βρίσκεται η λίμνη του Αγίου Βασιλείου του Λαγκαδά, η οποία αφενός στερεύει και αφετέρου υφίσταται ρύπανση από τα απόβλητα των γειτονικών βιομηχανιών».
- Στην Πελοπόννησο, ο ποταμός Πηνειός υφίσταται τα αποτελέσματα από την



εντατικοποίηση της γεωργίας και την υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων, ενώ η συνεχώς αυξανόμενη αστικοποίηση της γύρω περιοχής επηρέαζε αρνητικά τα επιφανειακά γλυκά νερά. Στην Αττική, το Δέλτα του Ασωπού θεωρείται σημαντικός υγρότοπος και ενδιάμεσος σταθμός μεταναστευτικών πουλιών. Στην ευρύτερη περιοχή Οινοφύτων-Σχηματαρίου είναι εγκατεστημένες 350 περίπου βιομηχανίες (μεταξύ τους και πολλές χημικές), που ρίχνουν τα απόβλητα τους στον Ασωπό, κατά το πλείστον χωρίς επεξεργασία βιολογικού καθαρισμού.

- Οι τρεις από τις μεγαλύτερες ελληνικές λίμνες έχουν σύνορα με γειτονικές χώρες, ενώ άλλες εννέα με έκταση μεγαλύτερη των 15 τετραγωνικών χιλιομέτρων υπάρχουν στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα (δύο στη Νότια Ελλάδα). Μετά το 1960 έχουν κατασκευασθεί πολλές τεχνητές λίμνες στον Μόρνο, στον Ταυρωπό, στον Άραχθο, στον Αώο, στον Αχελώο και στον Αλιάκμονα. Οι λίμνες είναι τα πιο ευάλωτα οικοσυστήματα. Οι περισσότερες στην Ελλάδα θεωρούνται ευτροφικές και μόνο οι βαθιές μπορούν να χαρακτηρισθούν ολίγο – μεσοτροφικές. Σύμφωνα μάλιστα με μελέτη του 1997 ο συσχετισμός μεταξύ της ρύπανσης των νερών και της κατάστασης του πληθυσμού των ψαριών είναι προφανής σε ορισμένες περιπτώσεις, ωστόσο από την άλλη μεριά δεν είναι επαρκής η εξήγηση μιας τόσο σημαντικής περιβαλλοντικής επίδρασης από τον αριθμό των ψαριών. Σε ορισμένα ποτάμια αποδεικνύεται ότι υπάρχει ευτροφισμός των νερών σε συνεχή ή περιοδική βάση. Το ίδιο συμβαίνει και σε ορισμένες λίμνες όπου επίσης παρατηρείται και συγκέντρωση βαρέων μετάλλων.
- Μεγάλες λίμνες που φαίνεται να είναι αποδέκτες λυμάτων αλλά και γεωργικών αποβλήτων είναι η Βιστωνίδα, η Ορεστιάδα (Λ. Καστοριάς), η Παμβώτιδα και η Κορώνεια. Η Υλίκη δεν έχει ρύπανση. Σύμφωνα με το ελληνικό γραφείο WWF, η εναπόθεση οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων καθώς και η αποστράγγιση τμημάτων υγροβιότοπων, όπως στη Βιστωνίδα, προκαλούν αλλαγή του τοπίου τους. Στη λίμνη Κορώνεια η ποιότητα των νερών υποβαθμίζεται λόγω των βιομηχανικών εκροών και των αγροτικών δραστηριοτήτων, αλλά και εξαιτίας του υποβιβασμού της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα.

Το θετικό στοιχείο, όσον αφορά στην κατάσταση των υδατικών πόρων της χώρας μας είναι ότι η Ελλάδα έχει πολλές λεκάνες απορροής, οπότε η ρύπανση

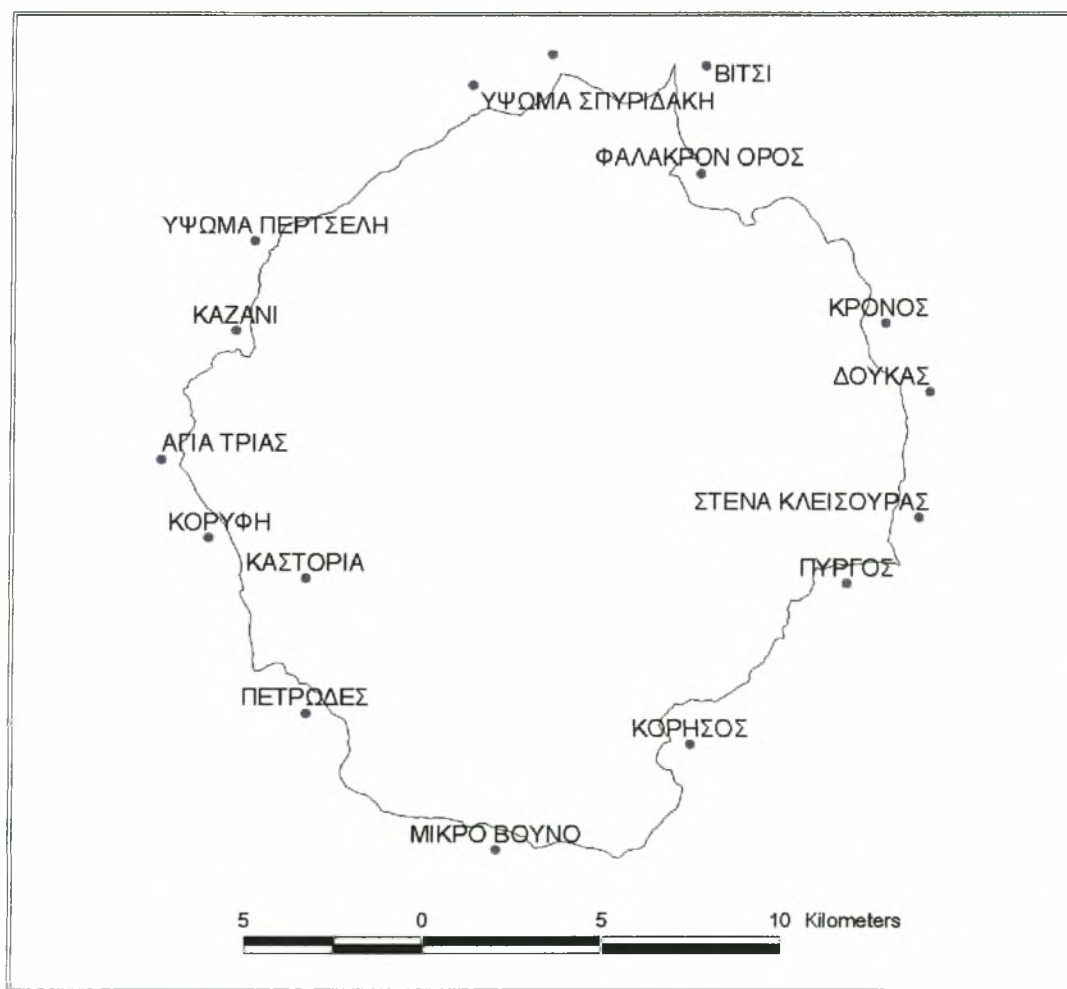
περιορίζεται. Αντίθετα στην Ευρώπη, ένας ποταμός (όπως π.χ. ο Δούναβης) μπορεί να διασχίζει τη μισή ήπειρο οπότε η ρύπανση μεταφέρεται. Τα ελληνικά ποτάμια και οι λίμνες της χώρας μας βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση από τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά. Αρκεί να σημειωθεί ότι υπάρχουν 78 είδη αυτοχθόνων ψαριών – τα μισά από αυτά είναι ενδημικά – και 40 ενδημικά υποείδη».

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

#### 4.1 Περιοχή έρευνας

Η υπό μελέτη λεκάνη απορροής βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του Νομού Καστοριάς και οριοθετείται ως εξής (Σχ. 4.1) :



Σχ. 4.1 Όρια λεκάνης απορροής

- Βόρεια από το όρος Βέρνο με ψηλότερη κορυφή το Βίτσι, που είναι και το ψηλότερο σημείο της λεκάνης απορροής της λίμνης, και τα υψώματα Σπυριδάκη, Κορυφή Σικαβίτσας και Αγία Παρασκευή
- Ανατολικά από τα υψώματα Φαλακρό, Κρόνος, Δούκας, Μαυροβούνι, Στενά Κλεισούρας και Πύργος
- Νότια από τα υψώματα Πετρώδες, Μικρό Βουνό και Κορησός
- Δυτικά από τα υψώματα Κορυφή, Αγία Τριάς, Καζάνι και Περτσέλη.

#### 4.2 Γεωγραφικά στοιχεία

Η λίμνη της Καστοριάς βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος Β 40°31' και γεωγραφικό μήκος Α 21°18', έχει δε μέσο απόλυτο υψόμετρο στάθμης 629,80 m. Είναι ορθογωνικής περίπου μορφής με τον μεγάλο άξονα, μήκους 7 km, εκτεινόμενο από Β προς Ν και τον μικρότερο, μεγίστου μήκους 5,5 km, εκτεινόμενο από Α προς Δ. Με την χερσόνησο της Κορίτσας αφ' ενός, εισχωρούσα από Δ μέχρι περίπου του μισού του πλάτους της λίμνης, και αφ' ετέρου του διαρκώς εκτεινομένου εντός της λίμνης δέλτα του χειμάρρου Ξηροποτάμου από Α, η λίμνη τείνει να διαχωριστεί σε δύο τμήματα, Βόρειο και Νότιο. Η λίμνη είναι μια ρηχή καρστική λεκάνη με μέση επιφάνεια 27,9 km<sup>2</sup>, μέσο βάθος νερού 4,40 m και μέγιστο βάθος 9,10 m.

Οι Δήμοι και τα Δημοτικά Διαμερίσματα (Δ.Δ.) του Νομού Καστοριάς κατά τη διοικητική τους διαίρεση με το Σύστημα «Καποδίστριας» είναι τα εξής:

1	Δήμος Καστοριάς:	Δ.Δ. Καστοριάς
2	Δήμος Αγ. Τριάδας:	Δ.Δ. Μανιάκων, Δ.Δ. Αυγής, Δ.Δ. Κορομηλιάς, Δ.Δ. Λεύκης, Δ.Δ. Ομορφοκκλησιάς, Δ.Δ. Πενταβρύσου, Δ.Δ. Τσάκονης, Δ.Δ. Χίλιοδένδρου
3	Δήμος Αγ. Αναργύρων:	Δ.Δ. Κορησού, Δ.Δ. Βασιλειάδας, Δ.Δ. Λιθιάς, Δ.Δ. Μελισσοτόπου
4	Δήμος Ακριτών:	Δ.Δ. Ακριτών, Δ.Δ. Πολυάνεμον
5	Δήμος Αλιάκμονα:	Δ.Δ. Μεσοποταμιάς, Δ.Δ. Αγία Κυριακή, Δ.Δ. Καλοχωρίου, Δ.Δ. Οινόης, Δ.Δ. Πτεριάς
6	Δήμος Βιτσίου:	Δ.Δ. Βιτσίου
7	Δήμος Ίωνος Δραγούμη:	Δ.Δ. Βογατσικού, Δ.Δ. Αμπελοκήπων, Δ.Δ. Γέρμα Δ.Δ. Κωσταραζίου, Δ.Δ. Μηλίτσας

- 8 Δήμος Κλεισούρας: Δ.Δ. Κλεισούρας
- 9 Δήμος Κορεστέων: Δ.Δ. Γάβρου, Δ.Δ. Αγίου Αντωνίου, Δ.Δ. Κρανιώνος, Δ.Δ. Μακροχωρίου, Δ.Δ. Μαυροκάμπου, Δ.Δ. Μελά, Δ.Δ. Χαλάρων
- 10 Δήμος Μακεδνών: Δ.Δ. Μαυροχωρίου, Δ.Δ. Δισπηλιού, Δ.Δ. Πολυκάρπης
- 11 Δήμος Νεστορίου: Δ.Δ. Νεστορίου, Δ.Δ. Κοτύλης, Δ.Δ. Κυψέλης, Δ.Δ. Πτελέας
- 12 Δήμος Ορεστίδος: Δ.Δ. Άργους Ορεστικού, Δ.Δ. Αγίου Ηλία, Δ.Δ. Αμμουδάρας, Δ.Δ. Ασπροκκλησιάς, Δ.Δ. Βράχου, Δ.Δ. Διαλεκτού, Δ.Δ. Καστανοφύτου, Δ.Δ. Λάγκας, Δ.Δ. Μελανθίου, Δ.Δ. Νοστίμου, Δ.Δ. Σπηλαίων
- 13 Κοινότητα Αρρένων: Κ.Δ. Επταχωρίου, Κ.Δ. Ζούζουλης, Κ.Δ. Χρυσής
- 14 Κοινότητα Γράμμου Κ.Δ. Γράμμου
- 15 Κοινότητα Καστρακίου Κ.Δ. Ιεροπηγής, Κ.Δ. Δενδροχωρίου

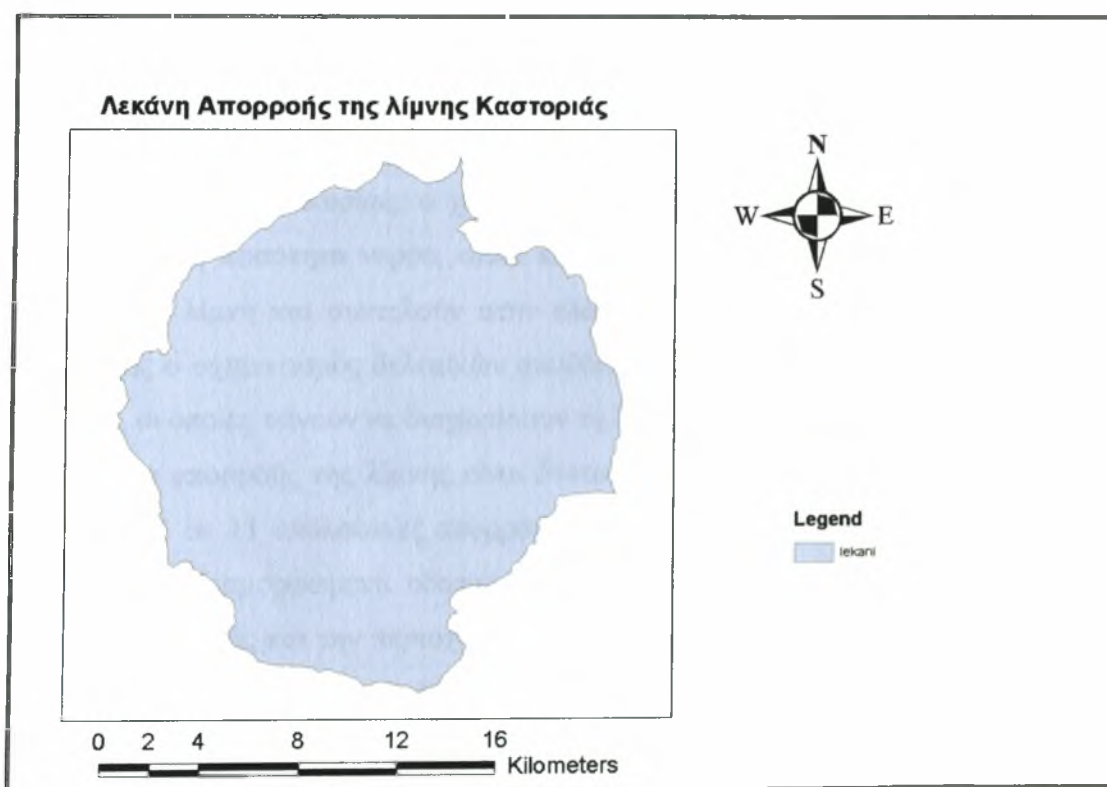
Τα Δ.Δ. του Νομού Καστοριάς που περιλαμβάνονται στην λεκάνη απορροής της λίμνης Ορεστιάδας είναι τα παρακάτω:

- 1 Δήμος Καστοριάς: Δ.Δ. Καστοριάς
- 2 Δήμος Αγ. Τριάδας: Δ.Δ. Μανιάκων, Δ.Δ. Αυγής, Δ.Δ. Κορομηλιάς, Δ.Δ. Λεύκης, Δ.Δ. Ομορφοκκλησιάς, Δ.Δ. Πενταβρύσου, Δ.Δ. Τσάκονης, Δ.Δ. Χιλιοδένδρου
- 3 Δήμος Αγ. Αναργύρων: Δ.Δ. Κορησού, Δ.Δ. Βασιλειάδας, Δ.Δ. Λιθιάς, Δ.Δ. Μελισσοτόπου
- 4 Δήμος Βιτσίου: Δ.Δ. Βιτσίου
- 5 Δήμος Ίωνος Δραγούμη: Δ.Δ. Βογατσικού, Δ.Δ. Αμπελοκήπων, Δ.Δ. Γέρμα Δ.Δ. Κωσταραζίου, Δ.Δ. Μηλίτσας
- 6 Δήμος Κλεισούρας: Δ.Δ. Κλεισούρας
- 7 Δήμος Μακεδνών: Δ.Δ. Μαυροχωρίου, Δ.Δ. Δισπηλιού, Δ.Δ. Πολυκάρπης
- 8 Κοινότητα Αρρένων: Κ.Δ. Επταχωρίου, Κ.Δ. Ζούζουλης, Κ.Δ. Χρυσής
- 9 Κοινότητα Γράμμου Κ.Δ. Γράμμου

### 4.3 Γεωμορφολογικά στοιχεία

Η λεκάνη απορροής της λίμνης εκτείνεται από τις κορυφές του όρους Βέρνου (Βίτσι, 2.128 m) και υψώματος Σπυριδάκη (1.498 m) προς Β μέχρι τις κορυφές των υψωμάτων Πετρώδες (802 m), Μικρό Βουνό (804 m) και Κορησός (1.386 m) προς Ν. Προς Δ ορίζεται από τις κορυφές των υψωμάτων Κορυφή (1.100 m), Αγία Τριάδα (1.387 m), Καζάνι (1.380 m) και Περτσέλη (1.505 m). Προς Α δε από τις κορυφές των υψωμάτων Φαλακρό (1.862 m), Κρόνος (1.680 m), Στενά Κλεισούρας (1.150 m) και Πύργος (1.413 m).

Το μέσο υψόμετρο της Λεκάνης απορροής ανέρχεται σε 895 m, το δε απόλυτο υψόμετρο κυμαίνεται από ελάχιστη τιμή 629,80 m (μέση στάθμη της λίμνης) μέχρι μέγιστη τιμή 2.128 m (κορυφή όρους Βέρνου).



Σχ. 4.2 Λεκάνη Απορροής

Θεωρητικά η λεκάνη απορροής της λίμνης της Καστοριάς (Σχήμα 4.2) είναι μια κλειστή λεκάνη με υδροκρίτη όπως ορίσθηκε παραπάνω και έχει συνολική επιφάνεια εκτάσης 281 km<sup>2</sup>. Λόγω όμως διανοίξεως με φυσικές διεργασίες του

ρεύματος ή Διώρυγας Καστοριάς (Ρεύμα Γκιόλι) και της υπάρξεως της δημοσίας οδού Δισπηλιού – Κορησού, το προς Νότο τμήμα του υδροκρίτη μετατοπίστηκε κατά μεγάλο μέρος στην ανώτερη οδό με συνέπεια η έκταση της πραγματικής επιφανειακής λεκάνης απορροής να περιοριστεί σε 263,6 km<sup>2</sup>. Το 10 % περίπου της έκτασης αυτής καταλαμβάνεται από τη λίμνη, το 30 % περίπου αποτελεί την πεδινή έκταση και εμφανίζει ήπιες κλίσεις, ενώ το υπόλοιπο 60 % της έκτασης αποτελεί ουσιαστικά το ορεινό τμήμα όπου επικρατούν απότομες κλίσεις.

Εξ' αιτίας της ύπαρξης καρστικοποιημένων ανθρακικών πετρωμάτων στην Νοτιοανατολική και Δυτική περιοχή της λεκάνης απορροής, η υπόγεια λεκάνη απορροής της λίμνης είναι περισσότερο εκτεταμένη (Βαφειάδης, 1983) και καταλαμβάνει έκταση 301 km<sup>2</sup>.

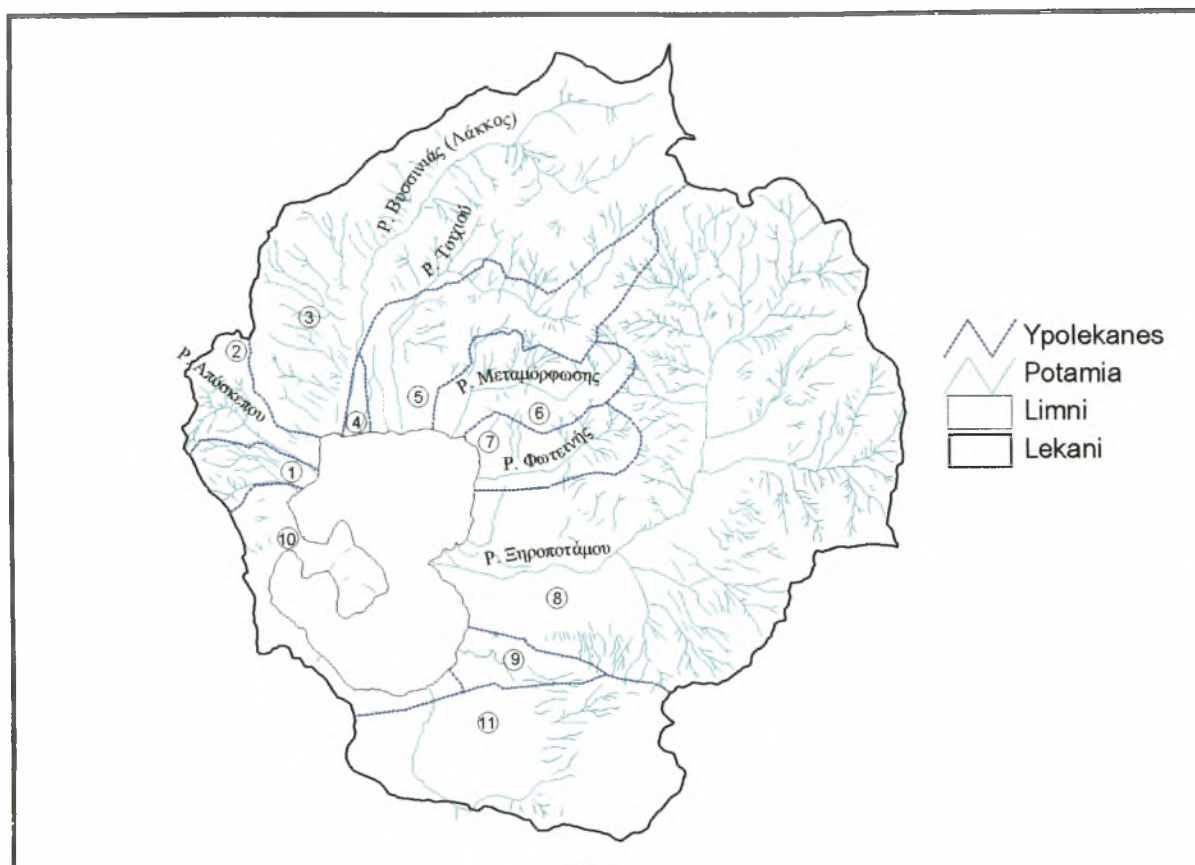
Το κλίμα της λεκάνης απορροής της λίμνης χαρακτηρίζεται ως υγρό με μεσοθερμικές συνθήκες. Η ξηρή περίοδος αρχίζει τον Ιούνιο και τελειώνει τον Αύγουστο, ενώ η περίοδος των βροχοπτώσεων διαρκεί από τον Σεπτέμβριο έως τον Μάιο.

Η λίμνη τροφοδοτείται από επιφανειακές απορροές μέσω χειμάρρων και ρυακιών, ίσως και από υπόγειες πηγές, η ανάβλυση των οποίων ήταν άλλοτε εμφανής στον πυθμένα της λίμνης. Κυρίως, ο χειμάρρος του Ξηροποτάμου τροφοδοτεί την λίμνη με σημαντική ποσότητα νερού, αλλά και με άφθονα φερτά υλικά τα οποία ιζηματοποιούν τη λίμνη και συντελούν στην ελάττωση του βάθους της, ενώ είναι χαρακτηριστικός ο σχηματισμός δελταϊκών αποθέσεων στην περιοχή Πολύκαρπης – Μαυροχωρίου, οι οποίες τείνουν να διαχωρίσουν τη λίμνη σε δύο τμήματα.

Η λεκάνη απορροής της λίμνης είναι δυνατό να υποδιαιρεθεί όπως φαίνεται στον πίνακα 4.3.1 σε 11 υπολεκάνες απορροής (Σχ. 4.3), από τις οποίες στις εννέα πρώτες υφίστανται διαμορφωμένα υδατορρέυματα. Η υπολεκάνη 10 περιλαμβάνει την πόλη της Καστοριάς και την περιοχή μέχρι και το χωριό Δισπηλιό. Οι απορροές της υπολεκάνης αυτής εισέρχονται στη λίμνη μέσω των αγωγών όμβριων υδάτων (όπου υπάρχουν) ή κατά τρόπο διάχυτο μέσω περιστασιακών μικρορευμάτων κατά μήκος της ακτής της λίμνης. Η υπολεκάνη 11 περιλαμβάνει την περιοχή Αμπελοκήπων και συμβάλλει στη λίμνη μόνο μέσω υπογείων απορροών. Οι επιφανειακές απορροές εμποδίζονται να εισέλθουν στην Λίμνη λόγω του υπερυψωμένου οδοστρώματος της δημοσίας οδού Δισπήλιου – Κορησού, οδηγούνται προς την Διώρυγα Καστοριάς (Ρ. Γκιόλι ) και εκεί απορρέουν μέσω αυτής προς τον ποταμό Αλιάκμονα.

**Πίνακας 4.1 Ρέματα και υπολεκάνες της λεκάνης απορροής της λίμνη της Καστοριάς**

A/A	Περιοχή ή Υπολεκάνη	Έκταση (km <sup>2</sup> )
1	P. Φουντουκλή	4,23
2	P. Αποσκέπου	7,97
3	P. Βυσσινιάς	48,19
4	P. Αγ. Αθανασίου	2,11
5	P. Τοιχιού	23,10
6	P. Μεταμόρφωσης	11,98
7	P. Φωτεινής	8,53
8	P. Ξηροποτάμου	112,55
9	P. Ιστακου	5,56
10	P. Καστοριάς – Δισπηλιού	11,51
11	P. Αμπελοκήπων	17,27
	Σύνολο έκτασης	253
	Έκταση λίμνης Καστοριάς	27,9



Σχ. 4.3 Υπολεκάνες απορροής

#### 4.4 Φερτά υλικά και ρύποι στη λίμνη της Καστοριάς

Τα νερά της Λίμνης είναι οι αποδέκτες ουσιών που οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες ή σε φυσικές διεργασίες. Το κύριο συστατικό των ουσιών αυτών είναι φορτία φωσφόρου, αζώτου και διαφόρων άλλων τοξικών ουσιών και βαρέων μετάλλων.

Η λεκάνη απορροής καλύπτεται περίπου κατά 24% από καλλιέργειες, 38% από λιβάδια, 25% από φυσική βλάστηση, 3% από οικισμούς και το υπόλοιπο 10% καταλαμβάνεται από τη λίμνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προστίθενται στο έδαφος κατ' έτος σημαντικές ποσότητες λιπασμάτων, εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων, και μάλιστα με συνεχώς αυξανόμενο ετήσιο ρυθμό. Επιπλέον η κτηνοτροφία της περιοχής συμβάλλει στην παραγωγή και εισροή ρύπων στη λίμνη. Οι ποσότητες των θρεπτικών συστατικών που απορρέουν από τις ουσίες αυτές καταλήγουν στα νερά της λίμνης. Βεβαίως, η γεωργική ανάπτυξη και η κτηνοτροφία δεν είναι δυνατόν να περιορισθούν, πρέπει όμως να εκσυγχρονισθούν ώστε να βοηθούν στην προστασία του υδάτινου και χερσαίου περιβάλλοντος.

Επιπλέον, η λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται από μεγάλα υψόμετρα,



απότομες κλίσεις και έντονες κλιματικές συνθήκες με ραγδαίες βροχοπτώσεις και ευπάθεια στα χειμαρρικά φαινόμενα λόγω του ελλιπούς φυτομανδύα της. Το αποτέλεσμα είναι η έντονη διάβρωση και απόπλυση των εδαφών. Οι παρατηρούμενες γεωλισθήσεις, διαβρώσεις, γεωκατακρημνίσεις κ.α., σε συνδυασμό με τους κλιματικούς παράγοντες, συντελούν στην παραγωγή και διακίνηση φερτών υλών οι οποίες περαιτέρω, λόγω της απουσίας έργων ορεινής υδρονομίας και διευθέτησης των χειμάρρων, συντελούν στην επέκταση των δέλτα των χειμάρρων και επιτείνουν έτσι την χερσοποίηση της λίμνης.

Διάφορες ουσίες αποτιθέμενες στους δρόμους της πόλεως, κυρίως λόγω της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, παρασύρονται από τα νερά της βροχής και εισέρχονται στη λίμνη.

Αποτέλεσμα της συγκεντρώσεως στο νερό της λίμνης των διαφόρων θρεπτικών και τοξικών ουσιών είναι η δημιουργία εκεί συνθηκών ευτροφισμού, μικρότερη διαφάνεια νερού, λιγότερο διαλυμένο οξυγόνο και εμφάνιση δυσμενών συνθηκών για τους υδρόβιους οργανισμούς, κυρίως τα ψάρια.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι χείμαρροι και ιδιαίτερα ο Ξηροπόταμος μεταφέρουν πολλά φερτά λόγω των γεωλογικών και γεωμορφολογικών συνθηκών που επικρατούν στη λεκάνη απορροής (μεγάλες κλίσεις, παρουσία διαβρώσιμων πετρωμάτων, μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων, ανεπαρκής φυτοκάλυψη). Τα χονδρότερα υλικά κινούνται στον πυθμένα των ρεμάτων και το μεγαλύτερο μέρος τους διαμορφώνει κώνους πρόσχωσης στην πεδινή περιοχή. Τα λεπτόκοκκα υλικά που μετακινούνται συνήθως με αιώρηση, υπερπηδούν τους κώνους πρόσχωσης και επικάθονται στις κατάντη πεδινές περιοχές ή στις εκβολές των ρεμάτων όπου και αλλάζουν το δέλτα των ποταμών ή εισέρχονται στο εσωτερικό της λίμνης προσχώνοντας τον πυθμένα της.

Ο όγκος των μεταφερόμενων φερτών από τα ρέματα, εκτιμάται ότι είναι της τάξεως των 330 m<sup>3</sup>/έτος. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε ταχύτητα πρόσχωσης της λίμνης 1.135 mm/έτος περίπου. Τα τελευταία 50 περίπου χρόνια η εισροή των φερτών στη λίμνη έχει αυξηθεί λόγω των αντιπλημμυρικών έργων και των έργων εγκιβώτισης των πεδινών ροών των ρεμάτων. Έτσι, φαίνεται ότι η επιφάνεια της λίμνης έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια κατά 8% περίπου και το μέσο βάθος της σημειώνει και αυτό μείωση κατά 10% περίπου.

Εύλογη είναι η ταχύτερη μείωση της επιφάνειας της λίμνης από το 1953, οπότε τελείωσαν οι κατασκευές των αντιπλημμυρικών έργων. Συγκεκριμένα, υπάρχει

μία ζώνης πρόσχωσης που ξεκινά από τη Βόρεια οριογραμμή της λίμνης, εκτείνεται προς τα Δυτικά και καταλήγει Νότια, όπου τα προσχωτικά φαινόμενα είναι αυξημένα. Στο Δυτικό τμήμα της λίμνης, όπου βρίσκεται και ο Δήμος της Καστοριάς, δεν υπάρχουν τέτοια φαινόμενα δεδομένου ότι δεν υπάρχουν ρέματα. Στο δέλτα του Ξηροποτάμου τα φαινόμενα πρόσχωσης είναι εντονότατα. Σύμφωνα με μετρήσεις η μέση ταχύτητα προώθησης του δέλτα του Ξηροποτάμου είναι 16m/έτος. Η απόσταση του δέλτα του ρέματος και της όχθης του λόφου της Καστοριάς ήταν το 1982 περίπου 1.100 m. Με τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι η απόσταση αυτή θα μηδενιστεί σε εξήντα περίπου χρόνια αν δεν γίνουν οι απαραίτητες επεμβάσεις. Η μέση ταχύτητα πρόσχωσης κάθε ρέματος παρουσιάζεται στον πίνακα 4.4.1:

**Πίνακας 4.2** *Εκτιμώμενη μέση ταχύτητα πρόσχωσης των ρεμάτων (m /έτος)*

A/A	Ρέμα ή περιοχή εκβολών	Ταχύτητα πρόσχωσης (m /έτος)
1	P. Ξηροποτάμου	16
2	P. Βυσσινιάς	10
3	P. Τοιχιού	6
4	Άνω δελταϊκή ζώνη	3
5	P. Μεταμόρφωσης	2
6	Παραλιακή ζώνη	2

#### 4.5 Γεωλογικά στοιχεία

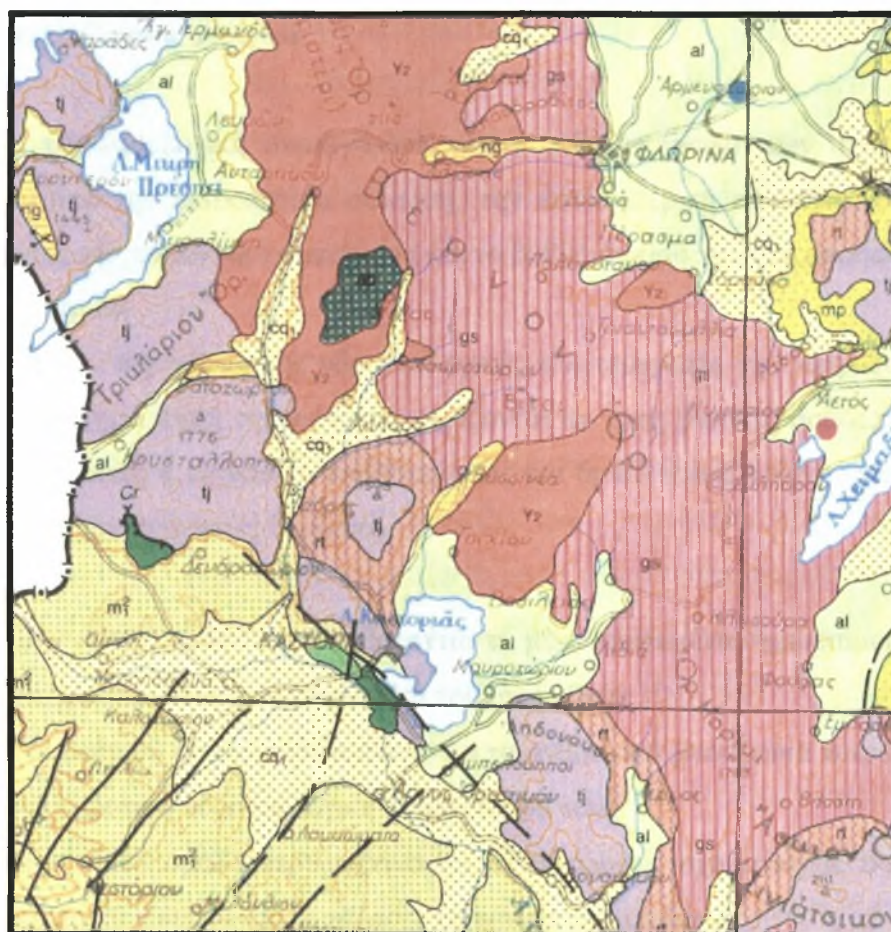
Η περιοχή χαρακτηρίζεται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα που εμφανίζονται στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές και από αλλουβιακές αποθέσεις που χαρακτηρίζουν τις πεδινές περιοχές. Τα κυριότερα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής είναι τα εξής:

- **Ολόκαινο – Πλειστόκαινο – Νεογενές:** Αλλουβιακές αποθέσεις ασύνδετων υλικών και δελταϊκές προσχώσεις στα σημεία εκβολής των χειμάρρων που εμφανίζονται στα πεδινά γύρω από τη λίμνη και εκατέρωθεν των χειμάρρων στις περιοχές με ήπιες κλίσεις. Ελώδεις περιοχές εμφανίζονται στο βόρειο

τιμήμα της λίμνης.

- **Μέσο – Μέσο Τριαδικό:** Ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι μεσοστρωματώδεις και παχυστρωματώδεις ανοικτότεφρου και τεφρού χρώματος, που εμφανίζονται κυρίως στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής.
- **Κατώτερο Τριαδικό:** Ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα με παρεμβολές από φακούς ερυθρών κρυσταλλικών ή μη ασβεστόλιθων. Αρχίζουν με μετακροκαλοπαγείς μεταψαμμίτες και μεταρκόζες που μεταβαίνουν βαθμιαία προς τα πάνω σε φυλλίτες κατά θέσεις πρασινόλιθους και σχιστόλιθους διαφόρων τύπων. Τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής.
- **Παλαιοζωϊκό:** Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα γνεύσιων σχιστόλιθων και αμφιβολίτων που παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη, κυρίως στο ανατολικό και βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής. Διακρίνονται δύο ορίζοντες, από τους οποίους ο ανώτερος περιλαμβάνει κυρίως σχιστόλιθους και ο κατώτερος γνέυσιους με παρεμβολές σχιστόλιθων. Επίσης, στην περιοχή εμφανίζονται και γρανιτογενέσιοι της Δυτικής Μακεδονίας, οι οποίοι έχουν γνευσιακή έως σχιστοποιημένη υφή. Στην πεδινή περιοχή των χειμάρρων πραγματοποιούνται αμμοληψίες για την κάλυψη των αναγκών της περιοχής.

Όσον αφορά τη σεισμικότητα της περιοχής, αναφέρεται ότι σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό, η περιοχή της Καστοριάς ανήκει στην πρώτη ζώνη, δηλαδή στις περιοχές με τη μικρότερη επικινδυνότητα στη χώρα.



Σχήμα 4.5 Ο γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Καστοριάς (IGME)

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

al	<b>Ολόκαινο (Αλλούβιο)</b> Σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις. Τύρφη Φιλιππίων (Tb).	rt	<b>Περμοτριάδικό</b> Ασβεστόλιθοι, γραυβάκες, σχιστόλιθοι πρασινίτες, ηφαιστίτες
tj	<b>Τριαδικό (;) – Λιάσιο</b> Ασβεστόλιθοι φάσεως «Παντοκράτορας».	C <sub>2</sub>	<b>Κενομάνιο - Μαιστρίχιο</b> Ασβεστόλιθοι (βιομικροδίτες, βιοσπαρουδίτες, βιομικρίτες).
Y <sub>2</sub>	<b>Όξινα</b> Γρανίτες, γρανοδιორίτες, μονζονίτες	οφ	Διαβάσεις, περιδοτίτες, σερπεντινίτες, οφιόλιθοι γενικά
gs	Οφθαλμογενεύσιοι, γενεύσιοι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες Στην Πελαγονική, Παλαιοζωικοί – Τριαδικόι	ng	<b>Νεογενές (αδιαίρετο)</b> Λιμναίες αποθέσεις: κροκαλοπαγή, ψαμίτες, μάργες, άργιλοι, μερικές φορές με στρώματα ληνίτη. Λιμναίες ή θαλάσσιες αποθέσεις: ιζήματα κλαστικά όπως τα παραπάνω (κυρίως μολάσσα).

#### 4.6 Υδρογεωλογικά στοιχεία

Η υδρολιθολογική συμπεριφορά των ποικίλων γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται από την πετρολογική σύσταση, την κοκκομετρική σύνθεση, τον βαθμό διαγενέσεως την τεκτονική καταπόνηση και το βαθμό διαρρήξεως και αποσαθρώσεως των πετρωμάτων.

Για την περιγραφή της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς των πετρωμάτων, οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής χωρίζονται σε τρεις βασικές ομάδες, σε κάθε μία από τις οποίες η ικανότητα αποθηκείσεως και διακινήσεως του υπόγειου νερού παρουσιάζει αξιοσημείωτες διαφορές.

- Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τα μεταμορφωμένα, ημιμεταμορφωμένα και γρανιτογενευσιακά πετρώματα του υποβάθρου.
- Στη δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται τα ανθρακικά μεσοζωϊκά πετρώματα με την καρστική υδρογεωλογική συμπεριφορά τους
- Στην τρίτη ομάδα περιλαμβάνονται οι κοκκώδεις σχηματισμοί, δηλαδή τα μολασικά ιζήματα και οι χαλαρές τεταρτογενείς αποθέσεις.

Κατά την διάνοιξη υδρογεωτρήσεων στην περιοχή μελέτης στην περιοχή Τοιχίου – Μεταμορφώσεως, ορισμένες συνάντησαν το γρανιτογενευσιακό υπόβαθρο. Κατά τη διάτρηση διαπιστώθηκε ότι αυτό παρουσίασε ενδείξεις υδροφορίας, άλλοτε στην ανώτερη εξαλλοιωμένη του ζώνη όπως π.χ. στο βάθος 54 – 62 m της γεωτρήσεως και άλλοτε εκλεκτικά σε ορισμένες περισσότερο διαρυσμένες ζώνες, όπως π.χ. στα βάθη 48 – 58 και 64 – 70 m της γεωτρήσεως, ενώ σε άλλες γεωτρήσεις δεν προέκυψαν ενδείξεις υδροφορίας.

Από την μελέτη των πηγών που εμφανίζονται στα μεταμορφωμένα, ημιμεταμορφωμένα και γρανιτογενευσιακά πετρώματα της περιοχής διαπιστώνεται ότι οι σπουδαιότερες, από πλευρά παροχής, εκδηλώνονται κατά μήκος ρηγμάτων στις περιοχές Βασιλειάδας και Βιτσιού και γενικά σε ζώνες έντονα διερρηγμένες. Άλλη διαπίστωση, με βάση τις εκδηλώσεις πηγών στην περιοχή, είναι ότι τα γνευσιογρανιτικά και τα ισχυρά μεταμορφωμένα σκληρά σχιστολιθικά πετρώματα παρουσιάζονται πιο μακροδιαπερατά από τα ασθενώς μεταμορφωμένα ή ημιμεταμορφωμένα φυλλιτικά πετρώματα. Αυτό συμβαίνει διότι τα πρώτα συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο από τα δεύτερα στις διάφορες οριζόντιες ή

κατακόρυφες τεκτονικές δυνάμεις που εξασκούνται απάνω τους, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται περισσότερο ρηγματωμένα και κατακλασμένα και από την άλλη μεριά στα δεύτερα οι συνέχειες του πετρώματος αποφράσσονται ευκολότερα από τα αργιλικά υλικά αποσαθρώσεως τους. Πράγματι καμία πηγή αξιόλογης παροχής δε διαπιστώθηκε στα φυλλιτικά πετρώματα της περιοχής.

#### 4.6.1 Ανθρακικά πετρώματα

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται οι τριαδικοϊουρασικοί ασβεστόλιθοι των υψωμάτων Κορησού, Δισπηλιού, Καστοριάς και Απόσκεπου –Κεφαλαρίου. Οι ασβεστόλιθοι της περιοχής που μελετήθηκε, στη μεγαλύτερη έκτασή τους, είναι παχυστρωματώδεις, ελεύθεροι από ενδιάμεσες σχιστοφυλλιτικές ενστρώσεις και έντονα διαρυγμένοι. Έτσι υπάρχουν οι προϋποθέσεις να είναι καρστικοποιημένοι και να παρουσιάζουν μεγάλη δευτερογενή περατότητα.

Από πλευράς συστάσεως των ανθρακικών πετρωμάτων δεν κρίθηκε αναγκαία η εκτέλεση χημικών αναλύσεων δειγμάτων πετρωμάτων της περιοχή μελέτης για να αποδειχθεί κατά πόσο είναι δολομιτικοί. Από την υδροχημική εξέταση των νερών των καρστικών πηγών που εκδηλώνονται σε διάφορες ανεξάρτητες ασβεστολιθικές εμφανίσεις, διαπιστώνεται ότι υπάρχει αξιόλογη διαφοροποίηση των νερών ως προς την συγκέντρωσή τους σε ιόντα  $Ca^{++}$  και  $Mg^{++}$ . Όπως είναι γνωστό στους δολομίτες η σχέση  $Mg^{++}/Ca^{++}$  σε mg/lit είναι 1/1. Οι ασβεστόλιθοι Κορησού και Απόσκεπου είναι πιο καθαροί (αμιγείς) από εκείνους του Δισπηλιού και Καστοριάς ως προς την περιεκτικότητά τους σε  $MgCO_3$ .

Η ανισοτροπία της περατότητας είναι γνωστό φαινόμενο των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Τα καρστικά νερά κυκλοφορούν εκλεκτικά από ρωγμές, κοιλώματα, σχισμές, κτλ. που δεν έκλεισαν με δευτερογενές αργιλικό ή ασβεστιτικό υλικό. Κατά του Castany (1963) η κατακόρυφη περατότητα στα ανθρακικά πετρώματα είναι συνήθως 2 – 10 φορές μεγαλύτερη της οριζόντιας. Στους ασβεστόλιθους της περιοχής μελέτης οι δευτερογενείς περατότητες, κυρίως η κατακόρυφη, αλλά και η οριζόντια είναι υψηλές. Σ' αυτό συνηγορεί το πλήθος των καρστικών φαινομένων (δολίνες, σπήλαια, καταβόθρες, επιφάνειες επιπεδώσεως, ασυνέχειες, κτλ.), ο μεγάλος συντελεστής κατεισδύσεως που προσδιορίστηκε και οι σημαντικές καρστικές πηγές που υπάρχουν.

Η εκδήλωση των καρστικών πηγών συνδέεται και με το επίπεδο βάσεως των

καρστικών υδροφόρων στρωμάτων. Π.χ. στον ασβεστολιθικό ορεινό όγκο του Απόσκεπου – Κεφαλαρίου η καρστικοποίηση φτάνει μέχρι το αδιαπέρατο φυλλιτικό υπόβαθρο. Το στρώμα του νερού που επαναπαύεται πάνω στο υπόβαθρο αυτό αποτελεί το επίπεδο βάσεως του καρστικού αυτού υδροφορέα.

Το επίπεδο βάσεως της ασβεστολιθικής εμφανίσεως δυτικά της λίμνης Καστοριάς συνδέεται οπωσδήποτε με την ύπαρξη της λίμνης. Δεν είναι γνωστό μέχρι ποιο βάθος κάτω από τη λίμνη προχωρεί η καρστικοποίηση στους ασβεστόλιθους αυτούς. Το πιθανότερο είναι αυτή να φτάνει μέχρι το υδατοστεγές παλαιοζωϊκό υπόβαθρο το οποίο δε πρέπει να βρίσκεται πολύ βαθιά.

Οι καρστικοί ασβεστόλιθοι Κορησού βυθίζονται προς Δ, ΒΔ, δεν είναι όμως γνωστό αν αυτοί αποτελούν συνέχεια των ασβεστόλιθων Καστοριάς και αν μέρος των καρστικών νερών τους εκφορτίζεται απ' ευθείας στη λίμνη. Πάντως από υδρογεωλογικές παρατηρήσεις συνάγεται ότι δεν πρέπει να συμβαίνει κάτι τέτοιο. Απόδειξη η εκδήλωση των σημαντικής παροχής πηγών Ίστακου και Μηλίτσας σε υψόμετρα μέχρι 24 m πάνω από τη στάθμη της λίμνης. Όμως έμμεσα, δηλαδή μέσω των προσχωσιγενών υδροφόρων της πεδινής περιοχής Αμπελοκήπων & Κρεπενής, υπάρχει υδραυλική συνάφεια των καρστικών αυτών νερών με τη λίμνη, αφού αυτά τροφοδοτούν πλευρικά τα αλλούβια. Ένα ποσοστό τελικά από τα νερά αυτά εκφορτίζεται στη λίμνη.

#### **4.6.2 Κοκκώδεις γεωλογικοί σχηματισμοί**

Τα παρακάτω αναφέρονται στην υδρογεωλογική συμπεριφορά των ιζημάτων του Μειόκαινου και Πλειο-πλειστόκαινου καθώς και εκείνη των προσχωσιγενών αποθέσεων του τεταρτογενούς.

Τα πρώτα που αναπτύσσονται στο νότιο τμήμα της περιοχής και στη μεγαλύτερη έκτασή τους καλύπτονται από παλιές χερσαίες αναβαθμίδες.

Από τα lithολογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία γεωτρήσεων που έγιναν στα ιζήματα αυτά διαπιστώνεται ότι στην πλειονότητα επικρατούν τα λεπτόκοκκα αργιλομαργαϊκά ιζήματα, ενώ το πάχος των αδρομερών διαπερατών στρωμάτων είναι μικρό και οι παροχές των εγκλωβισμένων υδροφόρων οριζόντων που αναπτύσσονται σ' αυτά περιορισμένες. Οι μικρές παροχές αποδίδονται στις χαμηλές περατότητες των υδροφόρων που είναι κυρίως ψαμμίτες ή συμπαγοποιημένοι άμμοι στο μικρό πάχος των υδροφόρων στρωμάτων στις πυκνές αποσφηνώσεις τους και στις δυσμενείς

συνθήκες τροφοδοσίας τους.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις παρουσιάζουν ποικίλη υδρογεωλογική συμπεριφορά ανάλογα με τη θέση, το πάχος και την κοκκομετρική τους σύσταση. Το πάχος τους ποικίλει σε ευρεία όρια. Αυτό γενικά αυξάνεται από τις παρυφές της πεδινής εκτάσεως προς το κέντρο της. Περιμετρικά της πεδινής εκτάσεως και στο ανάντη πεδινό τμήμα του Ξηροποτάμου, το πάχος των προσχώσεων είναι μικρό και υπάρχει ανομοιογένεια στα λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα υλικά. Στην κυρίως πεδινή έκταση τα υλικά παρουσιάζονται διαφοροποιημένα σε οριζόντες εναλλασσόμενων στρώσεων.

Η διαφοροποίηση αυτή των λεπτόκοκκων και αδρομερών στρώσεων συνδέεται με την ανάπτυξη υδροφόρων στρωμάτων με αξιόλογο δυναμικό.

#### 4.7 Μετεωρολογικά και Υδρολογικά στοιχεία

Όσον αφορά τα μετεωρολογικά και υδρολογικά στοιχεία, αυτά εκτιμήθηκαν με τη βοήθεια δεδομένων από ορισμένους μετεωρολογικούς σταθμούς. Αυτοί είναι:

**Πίνακας 4.3 Μετεωρολογικοί σταθμοί της περιοχής μελέτης**

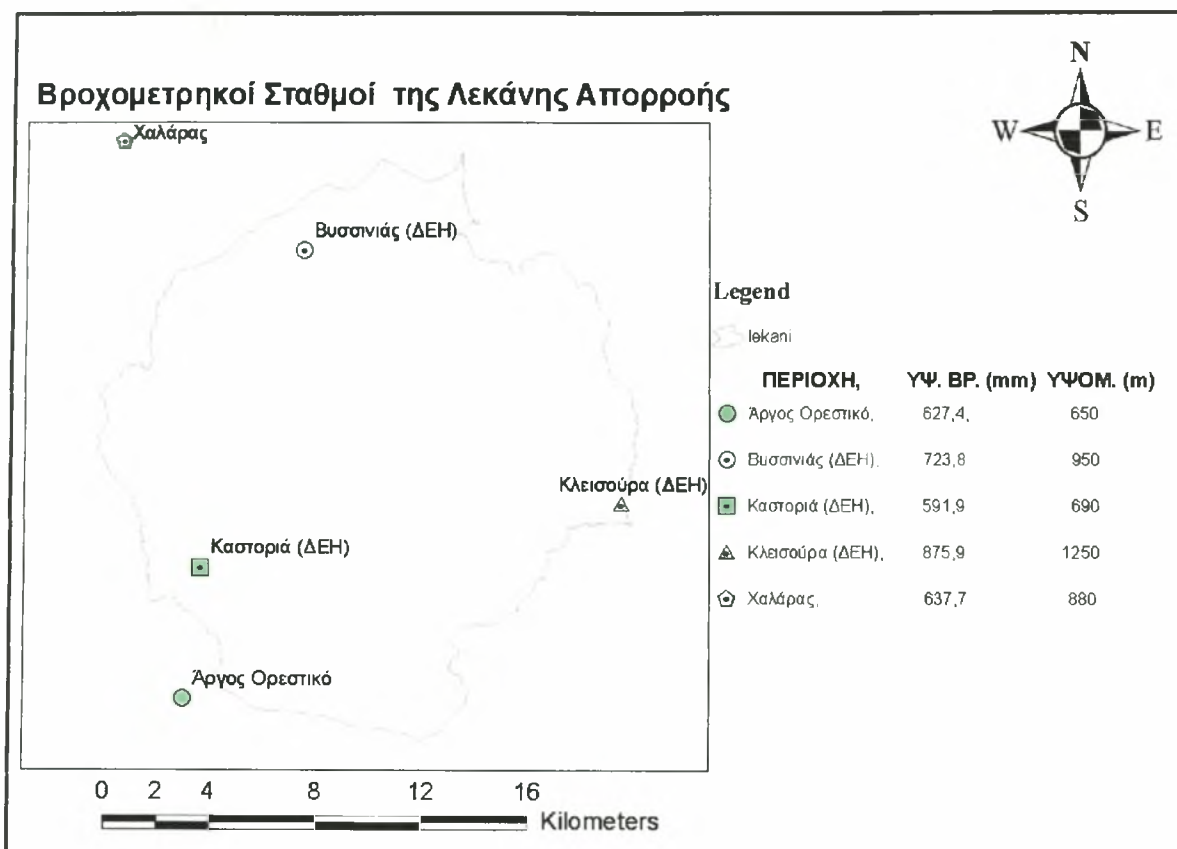
Σταθμός		
Άργους Ορεστικού	Μεσοποταμίας	Καστοριάς (ΔΕΗ) <sup>(ii)</sup>
Καστοριάς (ΥΔΕ) <sup>(i)</sup>	Πολυποτάμου	Καστοριάς (ΥΓ) <sup>(iii)</sup>
Βογατσικού	Σισσανίου	Κλεισούρας
Βυρσινιάς	Τροπαιούχου	Λιμνοχωρίου
Δενδροχωρίου	Χαλάρας	Δροσοπηγής

*i: Υπουργείο Δημοσίων Έργων*

*ii: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού*

*iii: Υπουργείο Γεωργίας*





**Σχήμα 4.7** Οι βροχομετρικοί σταθμοί της περιοχής μελέτης

Από τον σταθμό της Καστοριάς (ΔΕΗ) μετρήθηκε και η μέση ετήσια εξάτμιση που ανέρχεται σε 826,94 mm. Τα δεδομένα βροχοπτώσεων, εξάτμισης και θερμοκρασίας που πάρθηκαν από τους παραπάνω σταθμούς, αναφέρονται σε μια περίοδο 33 ετών, από το 1961 μέχρι και το 1994.

#### 4.8 Στοιχεία φυτοκάλυψης

Οι τύποι της φυτοκάλυψης που απαντώνται στην περιοχή, σύμφωνα με τον κατάλογο του CORINE, είναι οι εξής:

- Μη αρδευόμενες οργώσιμες εκτάσεις
- Οπωροφόρα δένδρα
- Ελαιώνες
- Βοσκοτόπια
- Πολύπλοκα σχέδια καλλιέργειας
- Εκτάσεις που καλύπτονται κυρίως από αγροτικές καλλιέργειες σε συνδυασμό με σήμανση
- Αγροτικές – Δασικές εκτάσεις

- Δάση πλατύφυλλων
- Μικτά δάση
- Φυσικά χορτολίβαδα
- Χέρσα γη
- Σκληρόφυλλη βλάστηση
- Παραδοσιακοί ξυλώδεις θάμνοι
- Εκτάσεις με σποραδική βλάστηση

Επίσης, σύμφωνα με τον ίδιο κατάλογο, στην περιοχή εμφανίζονται και αστικές κατασκευές, κατηγορία που προφανώς αναφέρεται στους οικισμούς της λεκάνης, καθώς και σε ορισμένες κατασκευές που εξυπηρετούν τις λειτουργίες της κτηνοτροφίας στην περιοχή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

#### 5.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η ιδιαιτερότητα στις βάσεις δεδομένων σε περιβαλλοντικά ζητήματα σε σχέση με άλλες βάσεις δεδομένων οφείλεται στην γεωγραφική εξάρτησή τους. Παίζει δηλαδή σημαντικό ρόλο η χωρική διάσταση των Πληροφοριών και η γεωγραφική τους κατανομή. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των G.I.S. συνοψίζονται στα παρακάτω :

1. **Δυνατότητα Γεωγραφικής Ανάλυσης των Πληροφοριών** : Οι πληροφορίες δεν έχουν απλώς χωρική εξάρτηση αλλά μπορούν να διαχειριστούν με βάση τη γεωγραφική συνιστώσα. Έτσι μπορούν να ανακτηθούν πληροφορίες σχετικά με την κατανομή κάποιας συγκεκριμένης ιδιότητας των παραμέτρων, ή πληροφορίες σχετικές με περιοχές που, εμφανίζεται κάποια ιδιαίτερη ιδιότητα. Π.χ. περιοχές όπου η ρύπανση υπερβαίνει κάποια όρια, ή περιοχές όπου η βροχόπτωση ή η απορροή εμφανίζει συστηματική απόκλιση από τις μέσες αναμενόμενες τιμές.
2. **Δυνατότητα ηλεκτρονικής χαρτογράφησης και παρουσίασης θεματικών χαρτών** : Τα G.I.S. έχουν την δυνατότητα να παρουσιάζουν πληροφορίες με μορφή χαρτών και ιδιαίτερα θεματικών χαρτών. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να συνδυάζονται μεταξύ τους και να παράγουν σύνθετες χαρτογραφικές απεικονίσεις.
3. **Δυνατότητα διεπιστημονικής εργασίας**. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κάποιος να προσθέτει στοιχεία του δικού του επιστημονικού κλάδου σε προηγούμενες δουλειές "κτίζοντας" πάνω σε αυτές και έτσι αυξάνει τον αριθμό των πληροφοριών που αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή ευνοώντας την ύπαρξη κοινής αναφοράς για τους επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων που συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην θεμελιώδη αρχή των επιπέδων πληροφοριών (Layers) τα οποία εναποτίθενται το ένα πάνω στο άλλο και έτσι συνδυαζόμενα μεταξύ τους, όπως συνηθίζεται με την κλασσική

μέθοδο χαρτογράφησης με χρήση ριζόχαρτων που εναποτίθενται διαδοχικά το ένα πάνω στο άλλο κατορθώνουμε την αξιοποίηση και το συνδυασμό διαφορετικών πληροφοριών.

4. **Δυνατότητα ένταξης μεθόδων μαθηματικής επεξεργασίας των πληροφοριών στα G.I.S. καθώς και μοντέλα προσομοίωσης.** Συγκεκριμένα στις περιβαλλοντικές εφαρμογές μπορούμε αν επεκταθούμε να ασχοληθούμε με μοντέλα πρόγνωσης φαινομένων π.χ. περιβαλλοντικών αλλοιώσεων, αλλοίωση μορφολογίας της εξέλιξης των υδροσυστημάτων, την αξιοποίηση εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης κ.λ.π.

## 5.2 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ Γ.Σ.Π

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των γεωγραφικών πληροφοριών και την εξαγωγή όλων των απαραίτητων παραμέτρων για τη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι το Arcview 3.2 & ArcGis 8.3. Συγκεκριμένα η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

1. Μέσω σαρωτή (scanner) εισήχθησαν στο πρόγραμμα τέσσερις (4) τοπογραφικοί χάρτες, κλίμακας 1:50.000, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και συγκεκριμένα τα φύλλα με τις ονομασίες: ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΙΑ, ΚΑΣΤΟΡΙΑ, ΑΡΓΟΣ ΟΡΕΣΤΙΚΟ και ΝΕΣΤΟΡΙΟ.
2. Με τη βοήθεια του προγράμματος COORD\_GR έγινε μετατροπή των συντεταγμένων στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ' 87) προκειμένου να υπολογιστούν με ακρίβεια τα εμβαδομετρικά και ογκομετρικά δεδομένα.
3. Με τη χρήση της επέκτασης (extension) *Image analyst* πραγματοποιήθηκε η γεωαναφορά (*georeference*) των 4 φύλλων στο ΕΓΣΑ' 87 και σχηματίστηκε έτσι ένας ενιαίος χάρτης (Σχ. 5.1) από τον οποίο έγινε η οριοθέτηση της υπό μελέτη λεκάνης απορροής.
4. Από το τοπογραφικό υπόβαθρο του χάρτη έγινε ψηφιοποίηση (*digitizing*) των ισοϋψών καμπυλών ανά 20 μέτρα και δημιουργήθηκε το υψομετρικό ανάγλυφο του εδάφους (Σχ. 5.2) ή TIN (*Triangulated Irregular Network*).
5. Από το TIN δημιουργήθηκε το ψηφιακό ανάγλυφο του εδάφους (Σχ. 5.3) ή DEM (*Digital Elevation Model*), από το οποίο εξήχθη το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (900m).

Από το DEM εξήχθη με τη βοήθεια του Hydro extension και το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης το οποίο συγκρίθηκε με το ψηφιοποιημένο από το χάρτη (Σχ. 5.8). Ψηφιοποιήθηκαν ακόμη:

- Ο υδροκρίτης της λεκάνης απορροής.
- Οι υδροκρίτες των υπολεκανών (Σχ. 4.3).
- Η επιφάνεια της λίμνης (Σχ. 4.3).
- Οι χείμαρροι που απορρέουν στην λίμνη (Σχ. 4.3).
- Οι Υδρομετεωρολογικοί Σταθμοί της ευρύτερης περιοχής του νομού Καστοριάς (Σχ. 4.5).
- Τα χωριά που υπάρχουν στην περιοχή της λεκάνης απορροής της λίμνης (Σχ. 5.4).

Αφού ολοκληρώθηκαν οι παραπάνω εργασίες, προσπαθήσαμε στη συνέχεια να δημιουργήσουμε δύο νέα αρχεία, το ένα με τη γεωλογική δομή της περιοχής (Σχ. 5.5) και το άλλο με τη φυτοκάλυψη αυτής (Σχ. 5.6). Στο αρχείο που περιείχε τη γεωλογική δομή της περιοχής, προσπαθήσαμε να διαχωρίσουμε τη λεκάνη σε περιοχές ομοιοειδών εδαφών με τη βοήθεια πάντα του γεωλογικού χάρτη της περιοχής. Διακρίναμε τρεις μεγάλες κατηγορίες γεωλογικών σχηματισμών (ασβεστόλιθος, σχιστολιθικοί σχηματισμοί και προσχωματικές αποθέσεις) και η οριοθέτηση καθεμιάς από τις δύο κατηγορίες έγινε με τη χρήση του Γ.Σ.Π. και τη βοήθεια του γεωλογικού χάρτη, ο οποίος εισήχθη μέσω σαρωτή στο Γ.Σ.Π.

Επίσης με τη βοήθεια του αρχείου CORINE, που υπήρχε για όλη της ελληνική επικράτεια και του αρχείου με την οριοθετημένη λεκάνη, απομονώθηκε η περιοχή που ενδιαφέροντος, δημιουργώντας κατ' αυτόν τον τρόπο νέο αρχείο με τη φυτοκάλυψη της περιοχής.

Τα δύο τελευταία αρχεία "ενώθηκαν" σε ένα, ξεχωριστό αρχείο (Σχ. 5.7), προκειμένου να διακρίνουμε τις δυνατές διαφορετικές περιοχές της λεκάνης που προκύπτουν από το συνδυασμό των δύο αυτών χαρακτηριστικών, δηλαδή της γεωλογικής δομής και του τύπου της φυτοκάλυψης που εμφανίζει καθεμία από τις υποπεριοχές αυτές.

Τέλος, από την ψηφιοποίηση των υδρομετεωρολογικών σταθμών και με τη βοήθεια της Γεωστατιστικής ανάλυσης, παρήχθη ο συνεχής χάρτης κατανομής της βροχόπτωσης στη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς με τη μέθοδο Kriging (Σχ. 5.9). Οι επεκτάσεις που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία ήταν οι

παρακάτω :

1. **3D Analyst extension** : Η επέκταση της τρισδιάστατης ανάλυσης (3D Analyst extension) παρέχει τα εργαλεία για την τρισδιάστατη (3D) απεικόνιση, την ανάλυση, και την παραγωγή επιφάνειας. Με τον τρισδιάστατο αναλυτή, οι χρήστες μπορούν:

- Να δουν μια επιφάνεια από πολλαπλές όψεις
- Να δομήσουν μια επιφάνεια
- Να δημιουργήσουν ρεαλιστικές απεικονίσεις
- Να εξετάσουν τον οπτικό αντίκτυπο της ανέγερσης νέων κατασκευών
- Να αναλύσουν την ατμοσφαιρική, την επιφανειακή, και την υποεπιφανειακή διασπορά της ρύπανσης
- Να απεικονίσουν την εισερχόμενη κατανομή (της ρύπανσης) στην κοινότητά τους

Ο τρισδιάστατος αναλυτής παρέχει επίσης τα εργαλεία για τρισδιάστατη διαμόρφωση και ανάλυση όπως η ανάλυση της οπτικής επαφής, η παρεμβολή των υψομετρικών σημείων, η σκιαγράφηση, ο προσδιορισμός της πιο απότομης διαδρομής, και η χάραξη ισούψων.

2. **Spatial Analyst** : Ο χωρικός αναλυτής παρέχει ένα πλούσιο σύνολο εργαλείων που μπορούν να εκτελέσουν cell – based ανάλυση (raster). Από τους τρεις κύριους τύπους δεδομένων GIS (raster, vector, and tin), η δομή δεδομένων raster παρέχει το περιεκτικότερο περιβάλλον διαμόρφωσης για χωρική ανάλυση. Τα cell – based συστήματα διαιρούν τον «κόσμο» σε διακριτές ομοιόμορφες μονάδες αποκαλούμενες κύτταρα, που εδρεύουν σε μια δομή πλέγματος. Κάθε κύτταρο αντιπροσωπεύει μια ορισμένη μερίδα της γης, όπως ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο, εκτάριο, ή τετραγωνικό μέτρο. Σε κάθε κύτταρο δίνεται μια τιμή που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό γνώρισμα ή το χαρακτηριστικό στο οποίο βρίσκεται, ή περιγράφει τη θέση, όπως μια τιμή υψομέτρου, έναν τύπο εδάφους, ή μια ταξινόμηση οικοπέδου. Σε ένα cell – based σύστημα, η γεωγραφική θέση δεν ορίζεται ως μια ιδιότητα αλλά είναι έμφυτη στη δομή αποθήκευσης. Η ως προς την τοποθεσία προβολή επιτρέπει στο χωρικό αναλυτή να αποθηκεύει συνεχή δεδομένα (π.χ. ανύψωση, συγκέντρωση πετρελαίου, και ήχο) αποτελεσματικότερα. Στα συνεχή

δεδομένα κάθε θέση ορίζει μια ποσότητα, ένα μέγεθος, ή μια ένταση ενσωματωμένη σ' αυτή και οι τιμές είναι σημαντικές όταν σχετίζεται η μία με την άλλη. Η ως προς την τοποθεσία προβολή επιτρέπει επίσης μεγαλύτερη ποικιλομορφία για δύο χαρακτηριστικά στη χωρική ανάλυση (π.χ. χρήση εδάφους και τύπος βλάστησης) καθώς επίσης και για συνεχή δεδομένα.

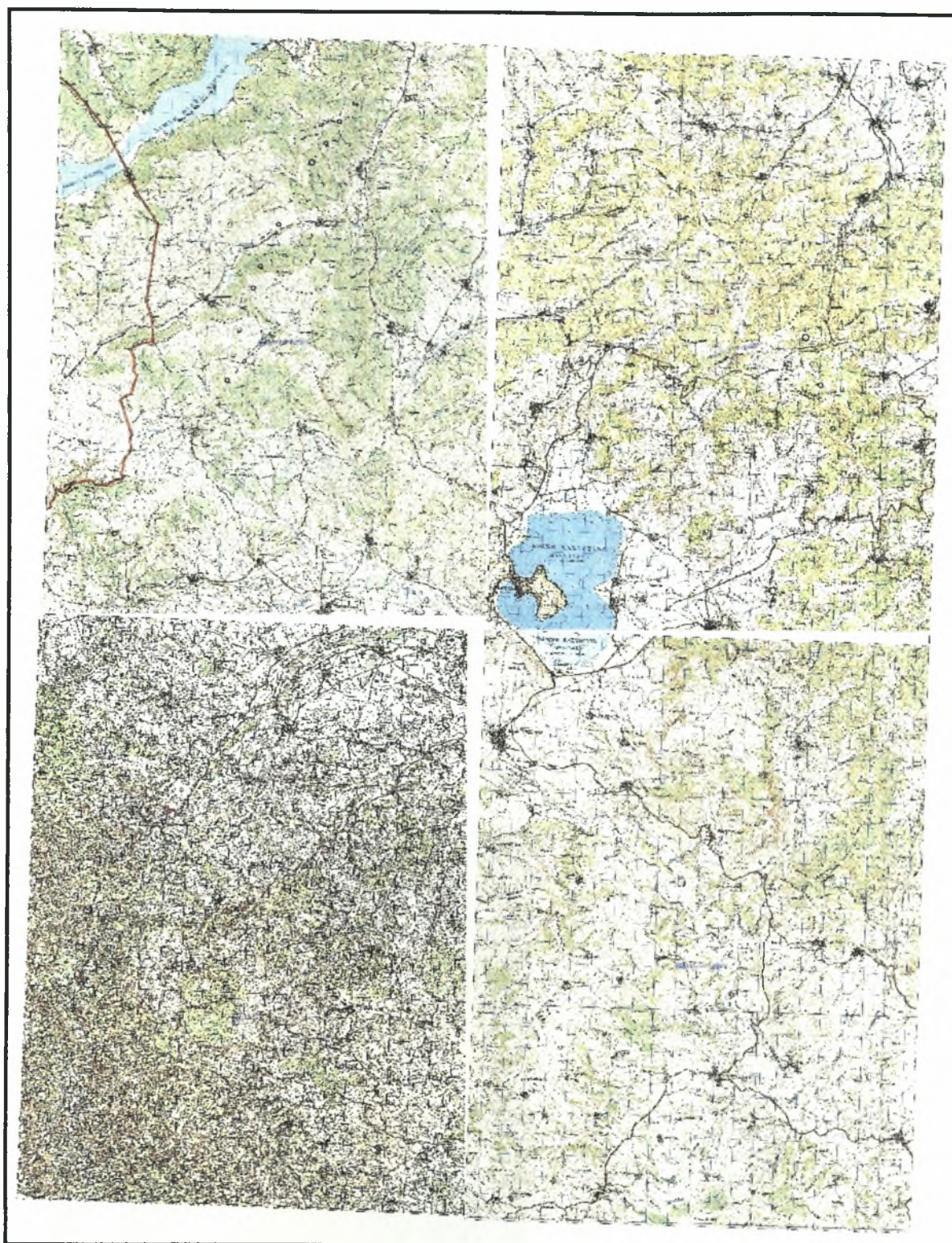
3. **Geostatistical Analyst** : Η επέκταση της γεωστατιστικής ανάλυσης (Geostatistical Analyst Extension) επιτρέπει προηγμένη επεξεργασία της επιφάνειας χρησιμοποιώντας στοχαστικές και γεωστατιστικές μεθόδους. Επειδή διαθέτει ένα σύνολο προηγμένων εργαλείων επεκτείνει τις δυνατότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων και δίδει τη δυνατότητα για λεπτομερή χωρική ανάλυση των δεδομένων και για τη δημιουργία έγκυρων στατιστικά επιφανειών. Οι νέες επιφάνειες που παράγονται μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και στην απεικόνιση χρησιμοποιώντας άλλες επεκτάσεις ArcGIS όπως ο χωρικός αναλυτής ArcGIS και ο τρισδιάστατος αναλυτής ArcGIS. Η δημιουργία επιφάνειας χρησιμοποιώντας τον αναλυτή Geostatistical περιλαμβάνει τρία βασικά βήματα:

- Διερευνητική χωρική ανάλυση δεδομένων
- Δομική ανάλυση (υπολογισμός και διαμόρφωση των ιδιοτήτων επιφάνειας των κοντινών θέσεων)
- Πρόβλεψη επιφάνειας και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

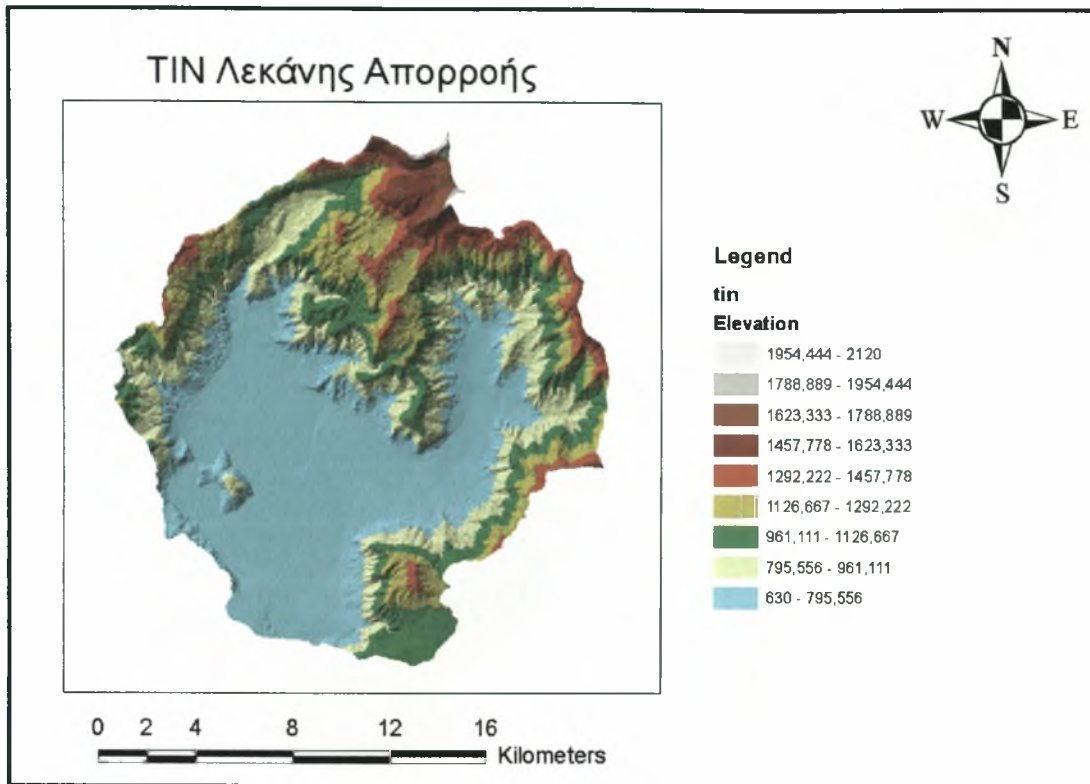
Η μέθοδος **Kriging** και **cokriging** είναι μέθοδοι πρόβλεψης και ο απώτερος στόχος είναι να παραχθεί ένας χάρτης από προβλεφθείσες τιμές. Τρεις διαφορετικοί τύποι χαρτών πρόβλεψης μπορούν να παραχθούν, και οι δύο από αυτούς έχουν τυπικό σφάλμα. Οι μέθοδοι kriging βασίζονται σε μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα. Το πρόσθετο στοιχείο της πιθανότητας που χαρακτηρίζει ένα στατιστικό μοντέλο διαχωρίζει τη μέθοδο kriging από τις στοχαστικές μεθόδους. Στη μέθοδο kriging η πιθανότητα συνδέεται με τις προβλέψεις κι αυτό γιατί οι τιμές δε μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια από ένα στατιστικό μοντέλο. Στόχος είναι όχι μόνο να προσπαθήσει κανείς να προβλέψει τις τιμές ενός δείγματος ή μιας επιφάνειας, αλλά και να υπολογίσει το σφάλμα της πρόβλεψης.

Η μέθοδος kriging βασίζεται στην ιδέα της αυτοσυσχέτισης. Τα αντικείμενα που είναι πιο κοντά μεταξύ τους τείνουν να μοιάζουν περισσότερο από εκείνα που είναι μακριά. Ο ρυθμός με τον οποίο η συσχέτιση φθίνει μπορεί να εκφραστεί ως παράγοντας της απόστασης. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της γεωστατιστικής. Στην κλασική στατιστική οι παρατηρήσεις θεωρούνται ανεξάρτητες, επομένως δεν υπάρχει σχέση μεταξύ τους. Στη γεωστατιστική, οι πληροφορίες των χωρικών σημείων επιτρέπουν τον υπολογισμό των αποστάσεων μεταξύ των παρατηρήσεων και τη διαμόρφωση της αυτοσυσχέτισης ως παράγοντα της απόστασης.

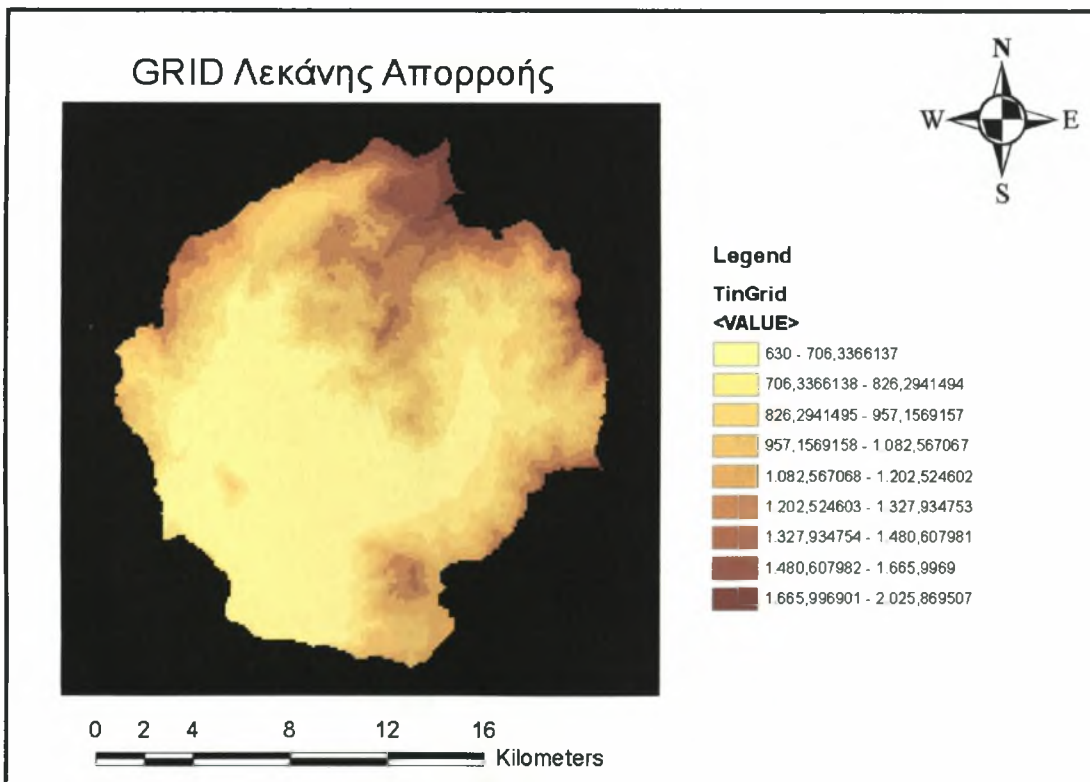




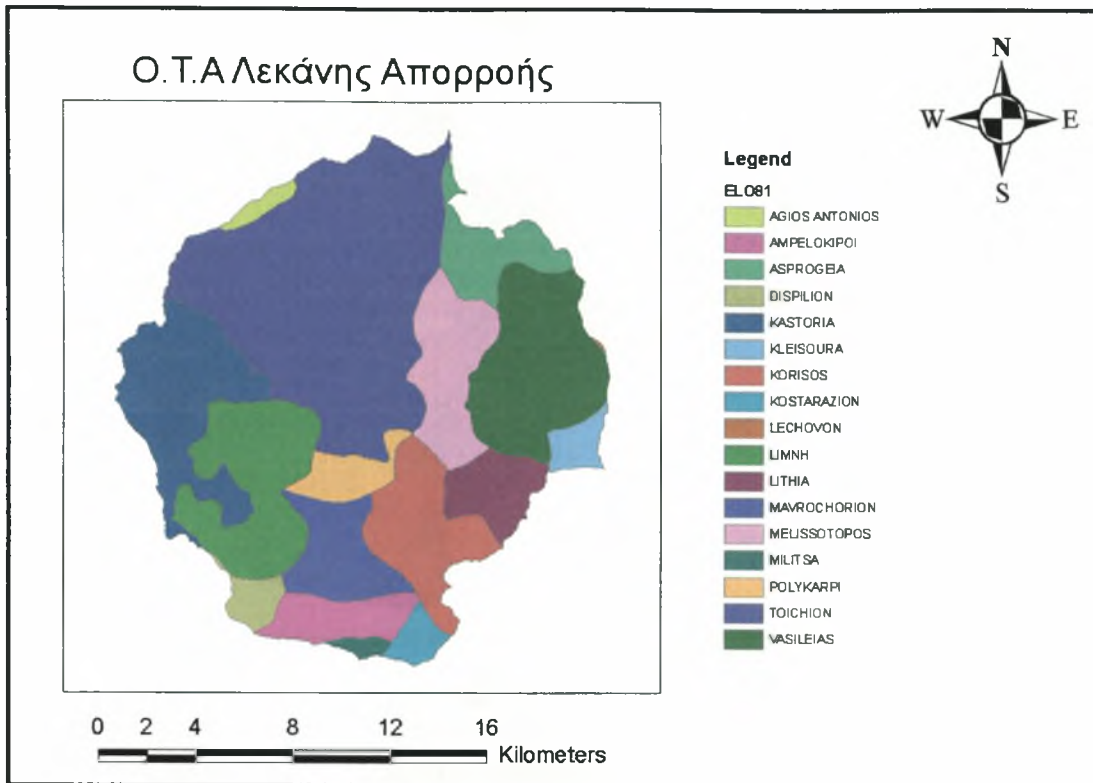
**Σχ. 5.1** Ενοποιημένος χάρτης Νομού Καστοριάς



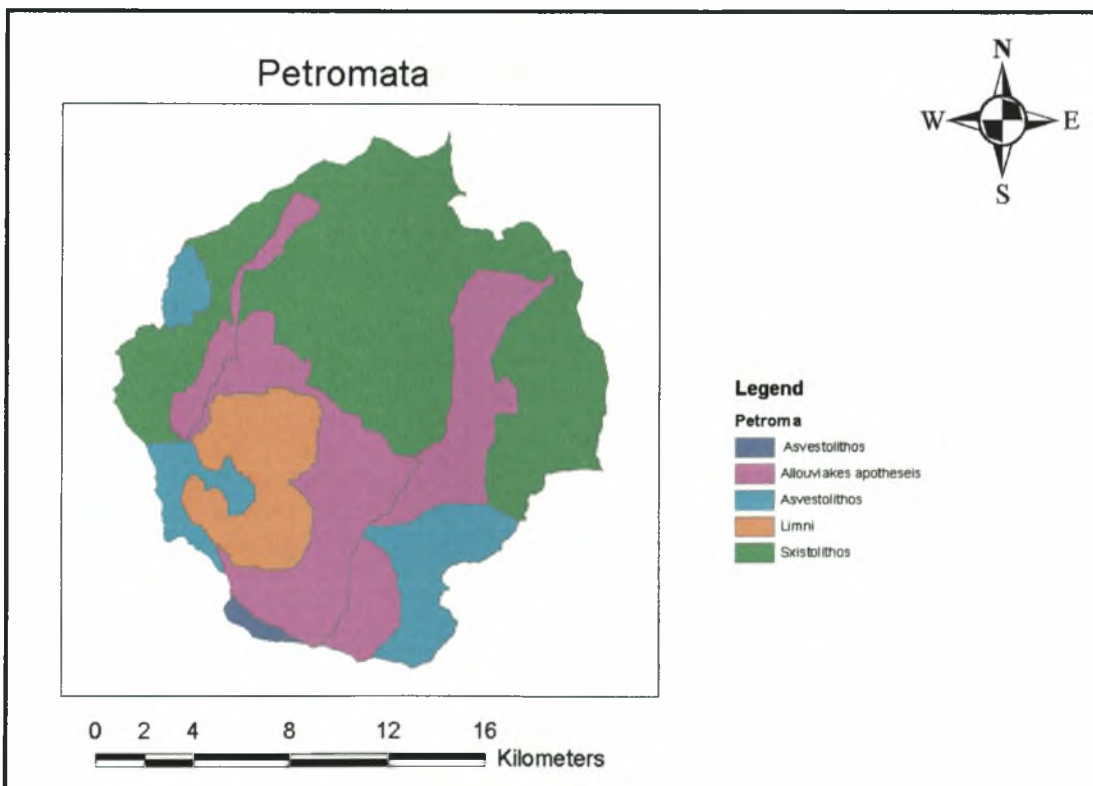
Σχ. 5.2 Υψομετρικό ανάγλυφο εδάφους (ΤΙΝ)



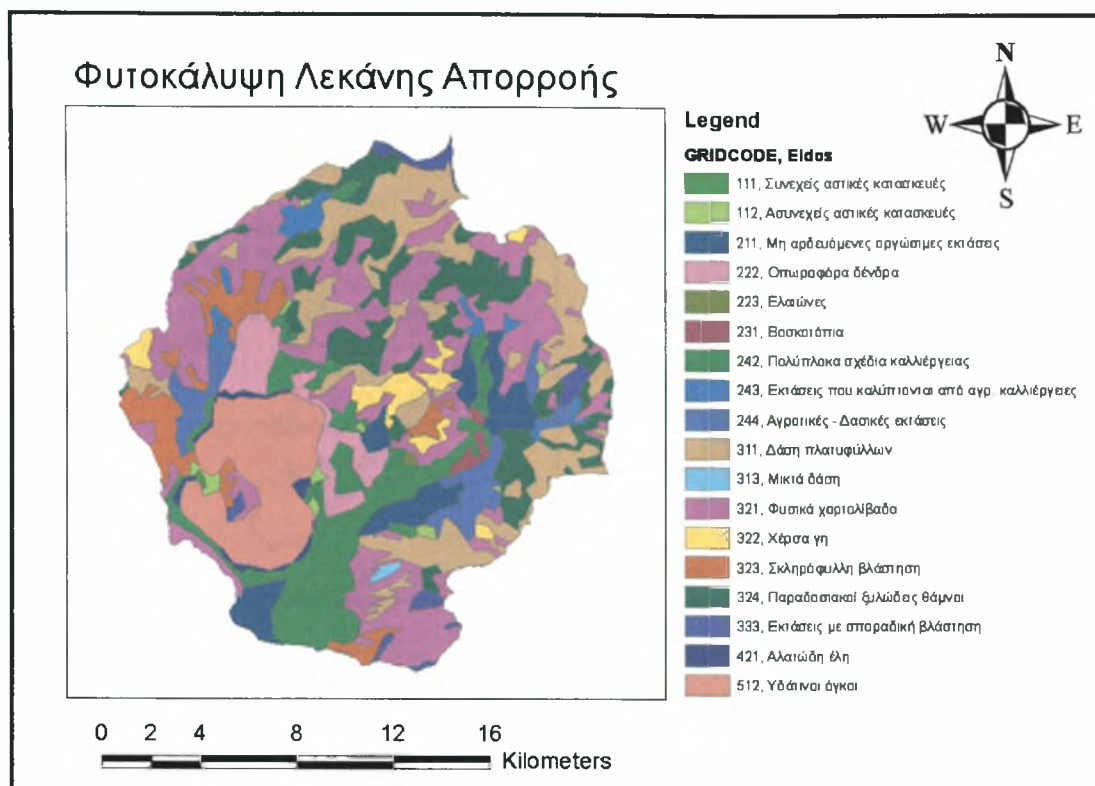
Σχ. 5.3 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM)



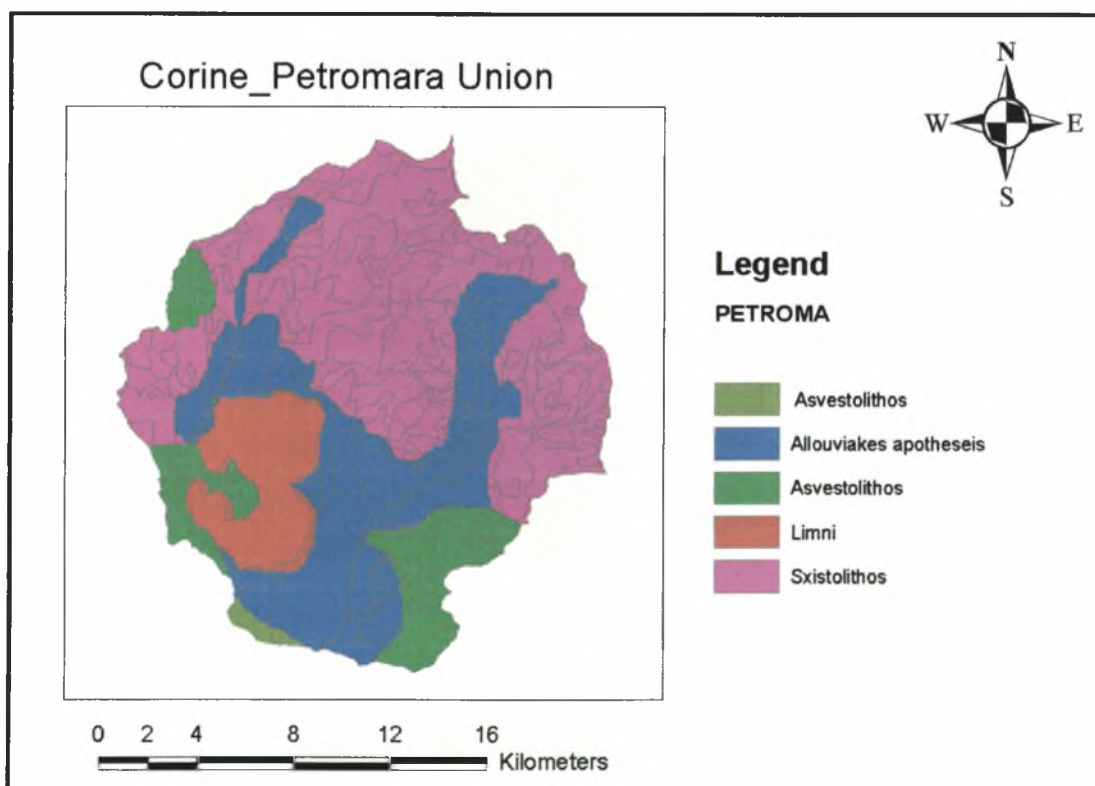
Σχ. 5.4 Ο.Τ.Α Λεκάνης απορροής



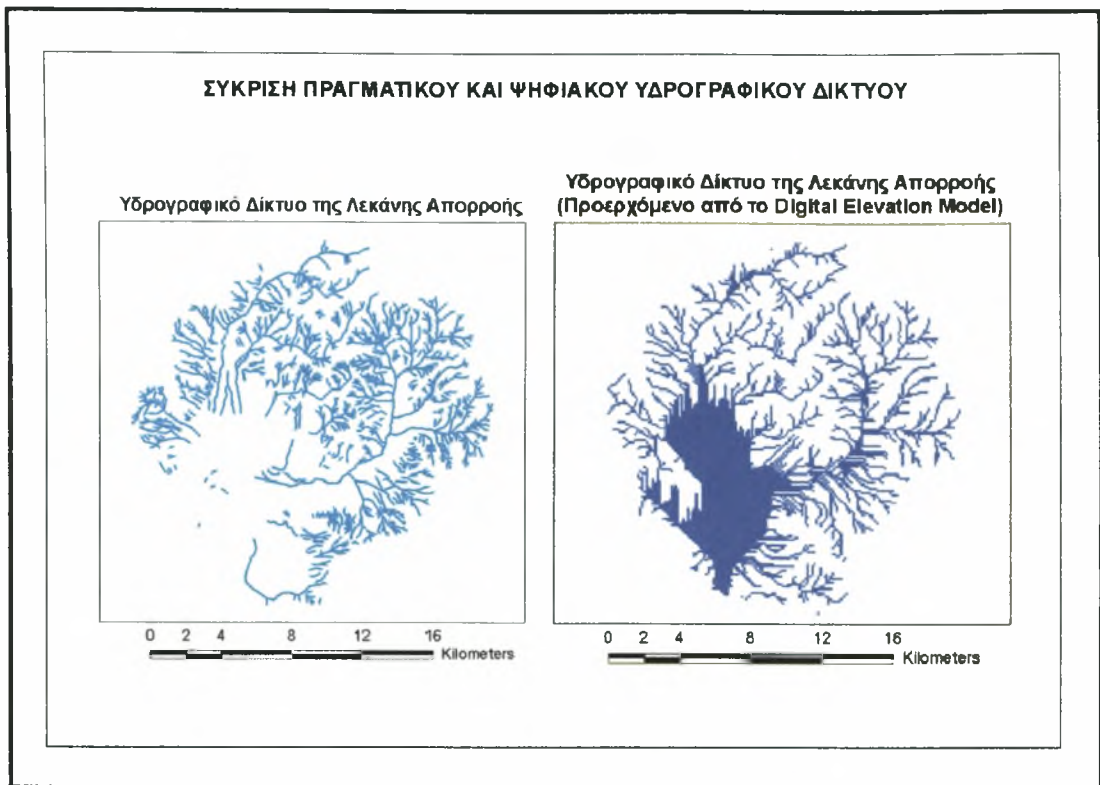
Σχ. 5.5 Γεωλογική δομή της λεκάνης απορροής



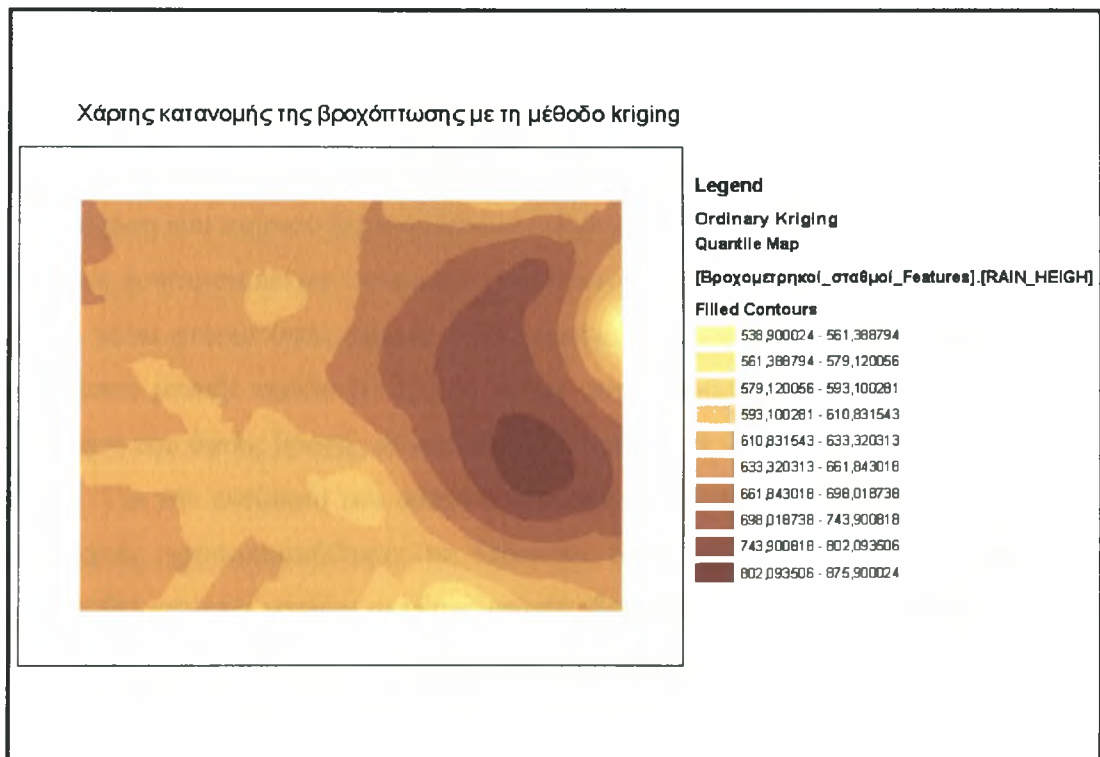
Σχ. 5.6 Φυτοκάλυψη της λεκάνης απορροής



Σχ. 5.7 Ένωση χάρτη γεωλογικής δομής και φυτοκάλυψης



Σχ. 5.8 Πραγματικό και Ψηφιακό υδρογραφικό δίκτυο



Σχ. 5.9 Χάρτης κατανομής της βροχόπτωσης με τη μέθοδο kriging

### **5.3 Υπολογισμός υδατικού δυναμικού της λεκάνης**

Για τον υπολογισμό του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί ο υπολογισμός των βροχοπτώσεων που πέφτουν στην περιοχή. Από την άλλη είναι γνωστό ότι μετά την πτώση της βροχής στο έδαφος και πριν τη δημιουργία της απορροής αρχίζουν διάφορες διαδικασίες που συντελούν στη δημιουργία απωλειών αυτής και των οποίων ο υπολογισμός κρίνεται επίσης σημαντικός. Οι κυριότερες από τις διαδικασίες που θα εξεταστούν παρακάτω είναι η εξατμισοδιαπνοή, η συγκράτηση από τα διάφορα φυτικά είδη, καθώς και η διήθηση σε υπόγεια υδροφόρα στρώματα.

Ο υπολογισμός τόσο της βροχόπτωσης, όσο και της εξατμισοδιαπνοής έγινε σε χρονοσειρά μηνιαίων τιμών από το 1961 έως και το 1994.

#### **5.3.1 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης της λεκάνης**

Ο υπολογισμός της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης της λεκάνης έγινε με τη μέθοδο της βροχοβαθμίδας.

Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στην παρατήρηση ότι το ύψος βροχής αυξάνει με την αύξηση του υψομέτρου. Η βροχοβαθμίδα είναι όρος που περιγράφει την αύξηση του ετήσιου βροχομετρικού ύψους ανά 100 m αύξηση του υψομέτρου. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μια γραμμική σχέση που συσχετίζει τα υψόμετρα των σταθμών με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κάθε σταθμού και εφόσον υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ αυτών ( $r > 0,7$ ), η σχέση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του ύψους βροχής σε οποιοδήποτε υψόμετρο.

Για την εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ορισμένων σταθμών που έχουν ήδη αναφερθεί και των οποίων οι μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις για την περίοδο 1961-94 και τα υψόμετρα αυτών φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 5.1:** Μέση ετήσια βροχόπτωση των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν

Σταθμός	Μ. Βροχόπτωση (mm)	Υψόμετρο (m)
Άργους Ορεστικού	627,4	650
Καστοριάς (ΥΔΕ)	593,1	651
Βογατσικού	562,7	770
Βυσσινιάς	723,8	950
Δενδροχωρίου	665,5	980
Δροσοπηγής	771,8	1020
Καστοριάς (ΔΕΗ)	591,9	690
Καστοριάς (ΥΤ)	575,7	690
Κλεισούρας	875,9	1250
Λιμνοχωρίου	538,9	598
Μεσοποταμίας	622,3	695
Πολυποτάμου	667,2	1000
Σισσανίου	634,1	860
Τροπαιούχου	610,2	700
Χαλάρας	637,7	880

Με τη χρησιμοποίηση των δεδομένων του πίνακα 5.1 προκύπτει η σχέση μεταβολής ανάμεσα στη μέση ετήσια βροχόπτωση και το υψόμετρο του κάθε σταθμού, καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης των δύο αυτών μεγεθών, ως εξής:

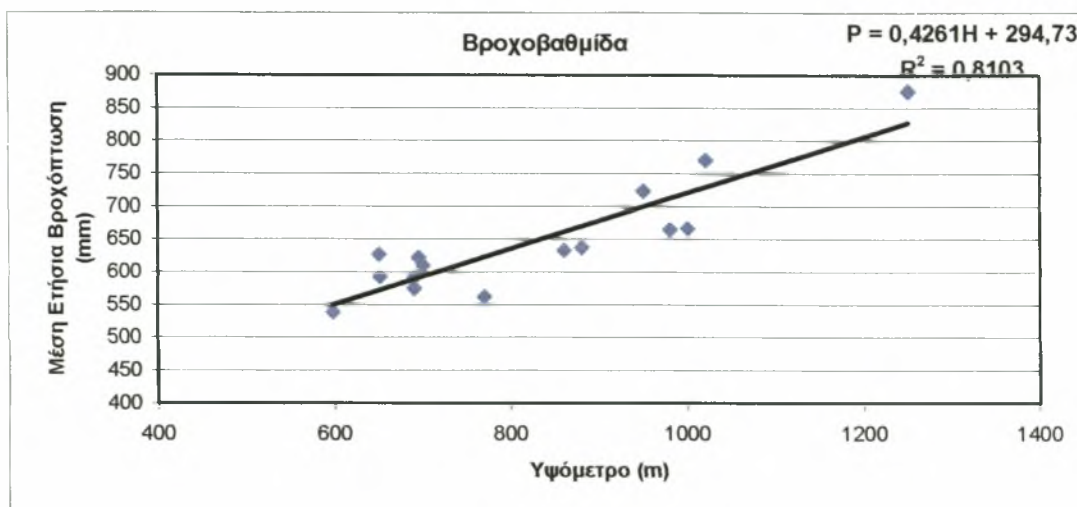
$$P = 0,4261 H + 294,73 \quad (5.1)$$

με συντελεστή συσχέτισης  $R^2 = 0,8103$ , όπου

P μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε mm

H υψόμετρο του σταθμού σε m

Η γραμμική σχέση μεταξύ των δύο αυτών μεγεθών φαίνεται και στο γράφημα που ακολουθεί.



**Σχήμα 5.1:** Γραμμική σχέση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και του υψομέτρου των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για κάθε αύξηση του υψομέτρου κατά 100 m, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής αυξάνει κατά 42,61 mm.

Εφόσον η συσχέτιση μεταξύ του μέσου ετήσιου ύψους βροχής και του υψομέτρου είναι ικανοποιητική, η σχέση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς. Για τον υπολογισμό αυτής χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του σταθμού του ΥΔΕ Καστοριάς για το λόγο ότι είναι ο σταθμός που έχει δεδομένα για τα περισσότερα χρόνια και θεωρείται έτσι πιο αξιόπιστος από τους υπόλοιπους. Ο υπολογισμός των μηνιαίων υψών βροχόπτωσης που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994 γίνεται με τις παρακάτω σχέσεις:

$$P_k = P_{T(k)} - \frac{(-249 * 42,61)}{100} \quad (5.2)$$

$$P_i^k = \frac{P_k * P_{T(i)}^k}{P_{T(k)}} \quad (5.3)$$

όπου:

$P_{T(k)}$  ετήσιο ύψος βροχής στο σταθμό του ΥΔΕ Καστοριάς, κατά το έτος k, σε mm,

$P_k$  ετήσιο ύψος βροχής στη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς, κατά το



έτος  $k$ , σε mm,

$P_i^k$  μηνιαίο ύψος βροχής, κατά το μήνα  $i$  και κατά το έτος  $k$ , στη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς, σε mm,

$P_{T(i)}^k$  μηνιαίο ύψος βροχής, κατά το μήνα  $i$  και κατά το έτος  $k$ , στο σταθμό του ΥΔΕ Καστοριάς, σε mm,

42,61 βροχοβαθμίδα που υπολογίστηκε με τη Σχέση 5.1 και

249 διαφορά ανάμεσα στο υψόμετρο του σταθμού του ΥΔΕ Καστοριάς και του μέσου υψόμετρου της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς (651-900 m).

Με εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς. Αυτές για την περίοδο από τον Οκτώβριο του 1961 έως και τον Σεπτέμβριο του 1994 φαίνονται παρακάτω.

**Πίνακας 5.2** Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994.

	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66
Οκτ	26,93	101,76	78,89	69,20	3,59
Νοε	107,24	218,76	17,38	161,28	72,30
Δεκ	84,98	147,02	112,42	106,90	96,84
Ιαν	56,13	135,46	23,42	51,23	172,61
Φεβ	84,98	129,23	41,42	98,49	33,76
Μαρ	108,31	75,07	72,61	31,51	87,86
Απρ	20,71	45,82	12,08	95,23	32,80
Μαϊ	21,18	93,75	69,40	35,83	48,48
Ιουν	64,27	24,24	58,80	59,05	56,14
Ιουλ	14,84	24,24	33,78	7,24	1,20
Αυγ	28,48	28,03	9,12	7,00	1,80
Σεπ	27,05	28,92	32,67	18,55	37,35

	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71
Οκτ	42,90	23,08	21,66	0,00	96,43
Νοε	188,78	24,47	75,44	30,21	13,39
Δεκ	110,86	130,59	154,96	225,04	50,51
Ιαν	62,35	119,46	117,36	75,52	79,52
Φεβ	14,87	78,17	101,64	66,32	50,98
Μαρ	12,13	66,34	149,84	78,59	178,89
Απρ	59,84	58,92	28,87	51,45	20,09
Μαϊ	127,34	120,85	7,22	54,76	36,06
Ιουν	53,66	57,64	8,50	12,39	26,08
Ιουλ	96,45	2,55	14,32	84,26	49,69
Αυγ	8,35	36,53	32,95	1,65	10,81
Σεπ	64,87	51,38	39,24	15,10	101,37

	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Οκτ	28,19	198,50	86,39	87,19	90,59
Νοε	47,83	12,18	48,98	116,33	62,14
Δεκ	82,60	40,49	36,47	3,81	55,08
Ιαν	135,52	62,99	77,78	13,16	25,78
Φεβ	106,52	102,32	135,97	27,30	48,15
Μαρ	62,85	123,55	64,44	81,53	35,51
Απρ	112,99	12,99	100,32	40,58	80,86
Μαϊ	46,79	20,19	40,48	54,35	77,09
Ιουν	13,63	26,33	30,92	47,84	30,89
Ιουλ	44,13	30,86	0,24	54,48	16,54
Αυγ	59,84	19,26	23,61	16,11	53,38
Σεπ	48,41	119,03	49,10	25,33	21,28

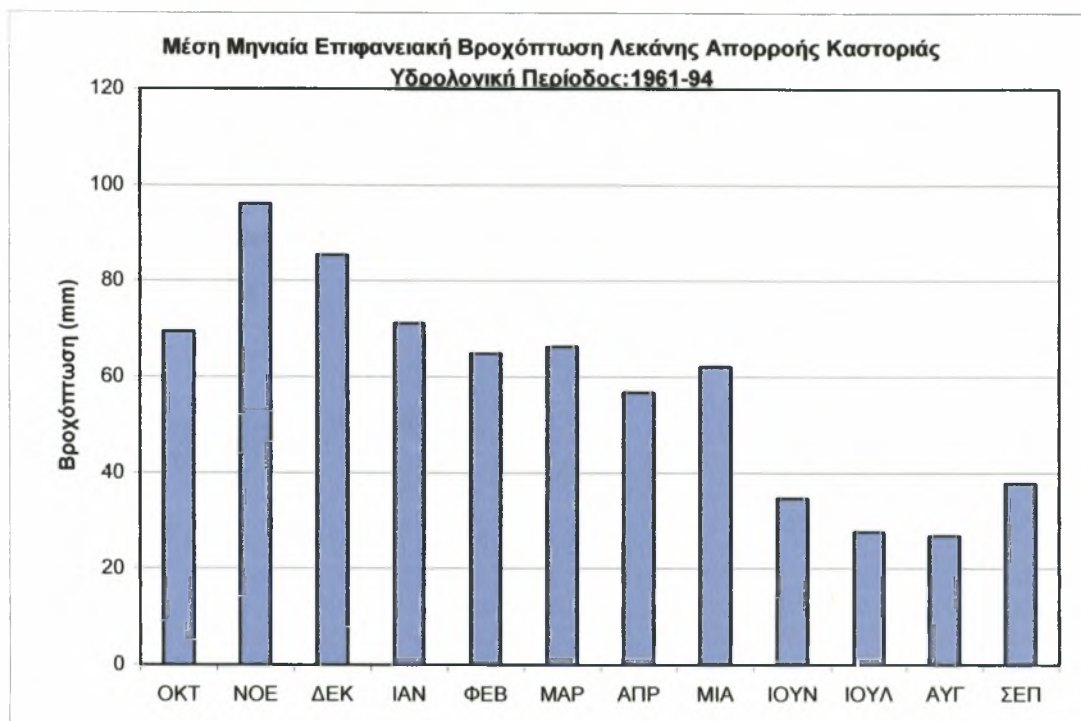
	<b>1976-77</b>	<b>1977-78</b>	<b>1978-79</b>	<b>1979-80</b>	<b>1980-81</b>
Οκτ	68,66	38,85	77,42	92,22	161,54
Νοε	108,92	122,21	29,81	196,53	84,46
Δεκ	51,40	69,23	44,19	57,45	171,24
Ιαν	67,10	101,49	147,76	123,85	86,08
Φεβ	49,85	40,03	74,94	7,09	42,35
Μαρ	25,88	64,99	27,34	43,96	46,73
Απρ	33,43	116,56	96,39	25,12	58,16
Μαϊ	55,48	33,91	85,43	135,59	24,58
Ιουν	20,49	3,41	14,61	39,77	16,15
Ιουλ	2,76	24,96	18,74	3,02	16,62
Αυγ	65,30	5,06	51,61	15,00	67,73
Σεπ	92,02	83,71	32,76	17,91	19,96

	<b>1981-82</b>	<b>1982-83</b>	<b>1983-84</b>	<b>1984-85</b>	<b>1985-86</b>
Οκτ	145,24	148,57	25,32	31,08	29,10
Νοε	40,45	126,86	130,25	93,73	220,96
Δεκ	110,00	111,11	94,64	57,74	31,47
Ιαν	15,42	10,69	63,29	121,86	81,66
Φεβ	38,48	29,53	151,07	24,81	198,63
Μαρ	62,59	47,46	68,38	87,47	105,80
Απρ	95,86	17,81	73,11	53,32	16,81
Μαϊ	39,76	59,06	13,01	74,44	104,11
Ιουν	3,36	104,91	20,11	12,28	87,98
Ιουλ	26,78	56,65	1,77	5,90	47,26
Αυγ	114,98	50,90	25,91	0,49	1,13
Σεπ	79,98	54,35	18,93	7,37	10,60

	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91
Οκτ	34,94	138,13	21,10	79,28	30,73
Νοε	48,60	104,65	158,77	97,32	79,53
Δεκ	36,39	43,89	89,13	99,81	176,09
Ιαν	132,26	46,75	0,00	0,00	5,29
Φεβ	53,07	33,85	39,35	17,55	120,27
Μαρ	120,05	29,26	40,84	11,33	45,46
Απρ	56,46	44,89	13,90	57,25	158,02
Μαϊ	115,58	54,06	61,20	89,48	85,97
Ιουν	21,64	25,54	26,56	7,96	10,82
Ιουλ	7,37	0,00	69,39	32,48	29,58
Αυγ	24,78	11,53	8,07	29,25	36,48
Σεπ	0,24	15,75	17,38	18,29	30,96

	1991-92	1992-93	1993-94
Οκτ	38,36	128,19	48,64
Νοε	98,13	59,04	174,22
Δεκ	8,54	64,29	66,08
Ιαν	5,99	2,82	130,90
Φεβ	7,90	26,89	64,00
Μαρ	16,44	52,51	64,93
Απρ	99,02	24,33	55,34
Μαϊ	51,11	53,27	60,65
Ιουν	96,22	28,43	33,74
Ιουλ	65,51	1,79	27,03
Αυγ	0,00	18,06	26,46
Σεπ	5,48	24,59	37,20

Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς ανέρχεται σε 693,07 mm με διακύμανση από 484,20 mm (υδρολογικό έτος 1992-93) μέχρι 1052,30 mm (υδρολογικό έτος 1962-63). Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 96,10 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) έως 26,96 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου). Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα.



**Σχήμα 5.11** Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για την περίοδο 1961-94 για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς.

### 5.3.2 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής εξατμισοδιαπνοής της λεκάνης



Η μέση επιφανειακή εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με τρεις μεθόδους: α) Turk, β) Blaney – Criddle και γ) Thornthwaite. Αυτό έγινε για να συγκρίνουμε τις τιμές της εξατμισοδιαπνοής των τριών μεθόδων που προκύπτουν από τις καλλιέργειες σ' όλη τη λεκάνη απορροής και για να δούμε ποια μέθοδος εισερχόμενη στο υδρολογικό μοντέλο του Γιακουμάκη (εκτενής αναφορά γίνεται παρακάτω) ικανοποιεί την εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου  $P = Q + E$

όπου:

P το ύψος των κατακρημνισμάτων

Q η συνολική απορροή (επιφανειακή απορροή και υπόγεια διήθηση) που προκύπτει από το μοντέλο του Γιακουμάκη

E η πραγματική εξατμισοδιαπνοή  $E_a$

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι τρεις μέθοδοι:

### 1. Μέθοδος βασιζόμενη στη θερμοκρασία και ακτινοβολία

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον TURK (1954). Σαν γενική παρατήρηση θα πρέπει να τονισθεί ότι δίνει μικρότερες τιμές από τις πραγματικές για το  $E_p$  κατά τη διάρκεια της Άνοιξης και μεγαλύτερες κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπερεκτιμά την επίδραση της θερμοκρασίας σε σχέση με την επίδραση της ακτινοβολίας. Η σχέση που δίνει ο TURK για τον υπολογισμό της  $E_p$  είναι η ακόλουθη:

$$E_p = \frac{p + 80}{\sqrt{1 + \left(\frac{p + 45}{L^{Tc}}\right)^2}} \text{ mm/10μέρες} \quad (5.4)$$

όπου

$E_p$  η δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm/10 μέρες)

P η βροχή σε mm/10 μέρες

Ο όρος  $L^{Tc}$  δίνεται με τον τύπο

$$L^{Tc} = \frac{(T + 2) \sqrt{H_{sh}}}{16} \quad (5.5)$$

όπου

T η μέση θερμοκρασία του αέρα σε ύψος 2m ( $C^0$ ), και

$H_{sh}$  η προσπίπτουσα ακτινοβολία ( $\text{cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ )

### 2. Μέθοδοι βασιζόμενες στη θερμοκρασία και τη διάρκεια ωρών ημέρας

Οι μέθοδοι αυτές αναπτύχθηκαν από τους BLANEY – CRIDDLE (1950) και THORNWAITE (1948). Σύμφωνα με τους BLANEY – CRIDDLE η τιμή της  $E_p$  δίνεται σαν:

$$E_p = C_1^{BC} * P^{BC} (0,457T + 8,13) \text{ mm/μήνα} \quad (5.6)$$

όπου:

$E_p$  η δυνητική εξατμισοδιαπνοή

$T$  μέση επιφανειακή θερμοκρασία,

$P^{BC}$  ποσοστό ωρών ημέρας ανά μήνα. Η τιμή του προκύπτει από πίνακα και είναι διαφορετική για κάθε μήνα. Από τον πίνακα επιλέγουμε να πάρουμε εκείνες τις τιμές που αντιστοιχούν σε περιοχές που βρίσκονται σε  $40^\circ$  βόρειο γεωγραφικό πλάτος,

$C_1^{BC}$  η τιμή του λαμβάνεται ίση με 0,7.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου η κατάλληλη εκλογή για την τιμή του φυτικού συντελεστή δίνει αποτελέσματα που πλησιάζουν μάλλον την πραγματική εξατμισοδιαπνοή  $E_a$  παρά τη δυνητική. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η μέθοδος δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα μόνο για μικρές εκτάσεις και τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους για τις οποίες υπολογίστηκαν οι χρησιμοποιούμενοι συντελεστές. Σύμφωνα με τον THORNWAITE η τιμή της  $E_p$  δίδεται σαν :

$$E_p = 1.6 Ld \left( \frac{10T}{I} \right)^a \quad (5.7)$$

όπου

$E_p$  η δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm/ μήνα, για μήνες 30 ημερών, με διάρκεια ωρών ημέρας 12 ώρες)

$T$  η μέση μηνιαία θερμοκρασία ( $C^0$ ) υπολογισμένη από τις μέσες ημερήσιες.

$I$  δείκτης θερμότητας που δίνεται από τη σχέση :

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left( \frac{T_n}{5} \right)^{1.514} \quad (5.8)$$

όπου

$T_n$  Η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα

$\alpha$  είναι ίσο με  $\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.000077 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$

Ld διορθωτικός συντελεστής που είναι συνάρτηση του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους.

Η μέθοδος αυτή δίνει καλά αποτελέσματα όταν δε χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της  $E_p$  σε μικρά χρονικά διαστήματα, διότι η μέση θερμοκρασία δεν είναι ένα κατάλληλο μέτρο για την ενέργεια που διατίθεται στο φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής.

Βασική παράμετρος για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αποτελεί, όπως είδαμε, η θερμοκρασία. Ο υπολογισμός της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας για τη λεκάνη απορροής έγινε με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας, η οποία αποτελεί μέθοδο όμοια μ' αυτή της βροχοβαθμίδας. Βασίζεται δηλαδή στην παρατήρηση ότι η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου, ενώ η θερμοβαθμίδα αποτελεί όρο που περιγράφει τη μείωση της θερμοκρασίας ανά 100 m μείωση του υψομέτρου.

Οι μετεωρολογικοί σταθμοί, των οποίων οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή της θερμοβαθμίδας, καθώς και τα υψόμετρα αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για κάθε σταθμό προέκυψαν και πάλι από την επεξεργασία των μηνιαίων θερμοκρασιών για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994.

**Πίνακας 5.3:** Μέση ετήσια θερμοκρασία των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν

Σταθμός	Μ.Θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο (m)
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ (ΥΓ)	12,18	690
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ (ΔΕΗ)	12,65	690
ΤΡΟΠΑΙΟΥΧΟΥ	10,9	700

Με τη χρήση των δεδομένων του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η σχέση μεταβολής μεταξύ της θερμοκρασίας και του υψομέτρου, καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης είναι:

$$T = -0,1515 H + 116,95 \quad (5.9)$$

με συντελεστή συσχέτισης  $R^2 = 0,9327$ ,

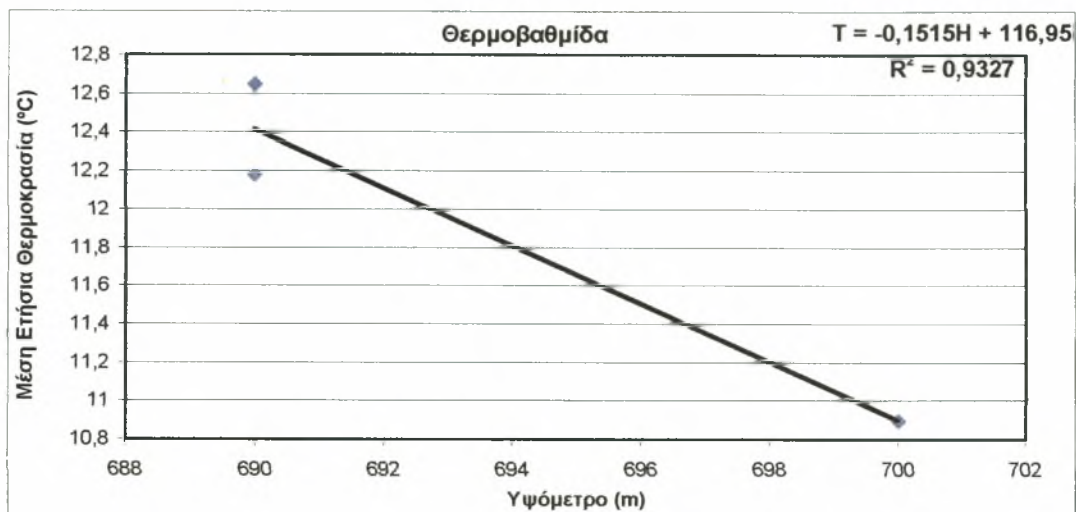


όπου:

T μέση ετήσια θερμοκρασία σε °C

H υψόμετρο σε m

Η σχέση μεταβολής ανάμεσα σ' αυτά τα δύο μεγέθη φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 5.12: Γραμμική σχέση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και των υψόμετρων των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν

Προκύπτει επομένως ότι για κάθε αύξηση του υψόμετρου κατά 100 m, η μέση ετήσια θερμοκρασία μειώνεται κατά 0,15°C.

Για την εκτίμηση της μέσης θερμοκρασίας της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του σταθμού του ΥΓ Καστοριάς για το λόγο που προαναφέρθηκε. Η εκτίμηση των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας της λεκάνης απορροής του για την περίοδο 1961-94, γίνεται με τις σχέσεις:

$$T_k = T_{T(k)} - \frac{210 * 0,15}{100} \quad (5.10)$$

$$T_i^k = \frac{T_k * T_{T(i)}^k}{T_{T(k)}} \quad (5.11)$$

όπου:

$T_{T(k)}$  μέση ετήσια θερμοκρασία στο σταθμό του ΥΓ Καστοριάς, κατά το έτος  $k$ , σε  $^{\circ}\text{C}$ ,

$T_k$  μέση ετήσια θερμοκρασία στη λεκάνη απορροής, κατά το έτος  $k$ , σε  $^{\circ}\text{C}$ ,

$T_i^k$  μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά το μήνα  $i$  και κατά το έτος  $k$ , στη λεκάνη απορροής, σε  $^{\circ}\text{C}$ ,

$T_{T(i)}^k$  μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά το μήνα  $i$  και κατά το έτος  $k$ , στο σταθμό του ΥΓ Καστοριάς, σε  $^{\circ}\text{C}$ ,

0,15 θερμοβαθμίδα που υπολογίστηκε με τη σχέση 5.5,

210 διαφορά ανάμεσα στο υψόμετρο του σταθμού του ΥΓ Καστοριάς και του μέσου υψόμετρου της λεκάνης απορροής (690 – 900 m).

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής. Χρησιμοποιώντας τις συγκεκριμένες τιμές είναι δυνατό να υπολογίσουμε στη συνέχεια τις μέσες μηνιαίες τιμές της εξατμισοδιαπνοής, που αντιστοιχούν επίσης στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, για την περίοδο από τον Οκτώβριο του 1961 έως και τον Σεπτέμβριο του 1994. Αυτές παρουσιάζονται παρακάτω.

**Πίνακας 5.4:** Μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής BLANEY-CRIDDLE για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994.

	<b>1961-62</b>	<b>1962-63</b>	<b>1963-64</b>	<b>1964-65</b>	<b>1965-66</b>
Οκτ	107,56	109,49	108,96	114,84	109,70
Νοε	77,10	83,59	89,39	79,80	76,53
Δεκ	62,89	56,19	68,41	68,42	68,14
Ιαν	61,59	54,96	56,47	67,02	63,10
Φεβ	65,71	60,60	61,22	54,33	76,83
Μαρ	94,08	85,12	97,81	92,98	98,21
Απρ	117,04	115,31	119,85	116,26	112,31
Μαϊ	159,61	145,12	149,81	152,50	144,96
Ιουν	169,10	142,40	179,47	174,54	173,72
Ιουλ	188,31	185,24	186,98	197,47	206,69
Αυγ	184,71	175,88	177,94	175,82	195,49
Σεπ	141,13	143,50	137,79	144,53	133,74

	<b>1966-67</b>	<b>1967-68</b>	<b>1968-69</b>	<b>1969-70</b>	<b>1970-71</b>
Οκτ	101,24	109,97	106,86	104,81	95,07
Νοε	70,16	78,29	82,48	86,39	81,24
Δεκ	62,28	62,59	62,30	65,21	63,74
Ιαν	56,46	57,37	57,97	69,12	67,89
Φεβ	61,20	72,00	70,20	57,33	64,20
Μαρ	96,97	92,96	88,50	95,20	84,03
Απρ	118,51	130,98	116,22	121,83	118,15
Μαϊ	153,61	172,09	168,06	144,44	159,91
Ιουν	158,11	168,63	173,11	176,31	170,73
Ιουλ	183,93	187,36	178,70	184,68	178,56
Αυγ	169,57	164,27	171,91	177,92	172,62
Σεπ	139,06	124,66	141,10	144,50	128,30

	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Οκτ	104,12	93,69	109,99	105,49	113,73
Νοε	77,70	82,43	76,80	75,90	77,07
Δεκ	65,80	58,52	60,85	65,50	62,01
Ιαν	64,90	60,37	64,90	71,53	65,49
Φεβ	67,51	67,49	70,81	62,72	64,21
Μαρ	98,17	81,43	97,42	96,68	93,68
Απρ	122,63	116,16	130,21	114,24	120,98
Μαϊ	152,48	163,02	148,01	155,58	151,51
Ιουν	182,60	172,97	170,01	171,79	168,12
Ιουλ	183,32	182,64	185,58	187,38	180,01
Αυγ	169,84	164,55	174,51	169,81	161,66
Σεπ	141,52	142,10	137,02	145,23	142,17

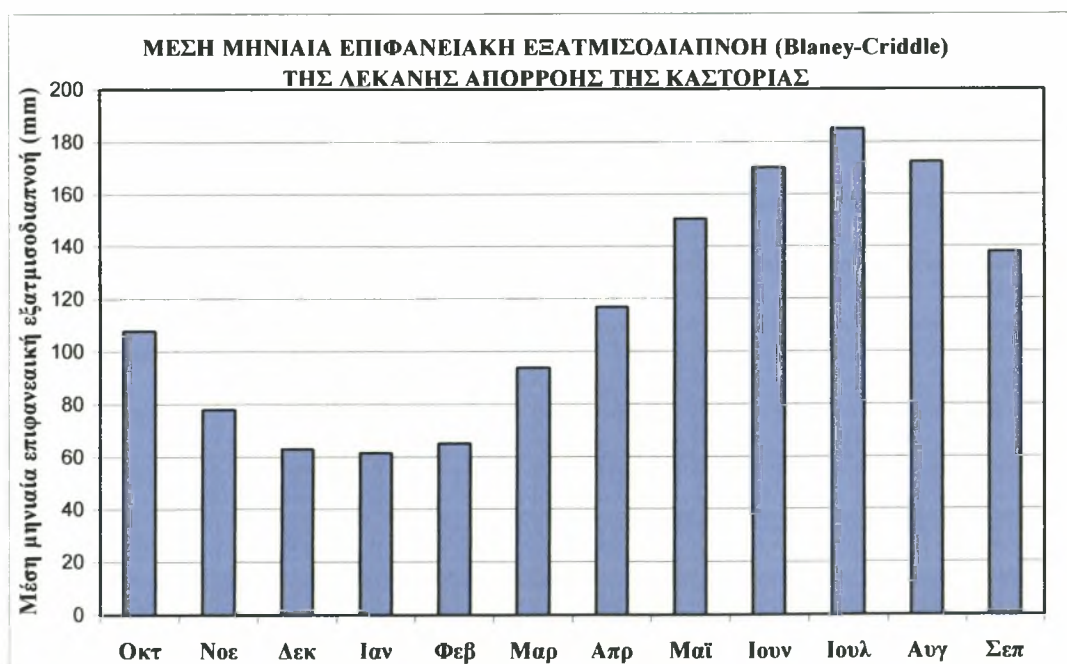
	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
Οκτ	104,13	103,66	97,35	103,60	111,24
Νοε	79,51	84,81	64,16	77,30	80,62
Δεκ	62,89	55,91	65,72	64,87	59,67
Ιαν	66,41	55,56	54,06	55,26	48,95
Φεβ	80,11	70,76	64,16	63,88	61,21
Μαρ	100,04	97,35	96,51	85,47	98,09
Απρ	112,28	110,16	97,75	101,76	117,72
Μαϊ	155,19	147,83	149,84	137,06	143,38
Ιουν	175,45	171,57	168,60	162,48	177,39
Ιουλ	190,64	183,49	179,55	182,43	175,77
Αυγ	181,36	162,80	151,54	171,57	164,92
Σεπ	129,20	126,39	128,81	135,62	134,23

	<b>1981-82</b>	<b>1982-83</b>	<b>1983-84</b>	<b>1984-85</b>	<b>1985-86</b>
Οκτ	111,83	103,91	97,69	113,72	105,84
Νοε	67,16	66,56	70,42	77,37	82,49
Δεκ	64,29	65,44	59,07	60,55	67,54
Ιαν	58,86	59,46	62,45	59,47	66,71
Φεβ	57,91	55,23	63,57	57,03	67,81
Μαρ	86,20	91,74	84,70	87,00	93,34
Απρ	112,07	118,42	103,70	120,97	123,42
Μαϊ	127,70	154,79	141,85	160,85	151,12
Ιουν	170,50	153,49	164,58	168,54	169,10
Ιουλ	176,50	176,02	172,76	184,53	176,00
Αυγ	165,18	157,96	160,84	175,23	173,65
Σεπ	137,08	129,61	132,90	136,93	141,87

	<b>1986-87</b>	<b>1987-88</b>	<b>1988-89</b>	<b>1989-90</b>	<b>1990-91</b>
Οκτ	111,69	105,49	109,61	100,98	116,49
Νοε	74,39	78,89	66,91	80,67	80,96
Δεκ	59,40	66,67	61,43	60,56	62,30
Ιαν	64,60	70,63	60,98	56,77	60,98
Φεβ	71,70	65,42	72,00	63,91	60,92
Μαρ	77,74	94,82	108,91	109,28	102,58
Απρ	118,22	116,24	130,57	114,22	111,42
Μαϊ	145,30	145,32	143,95	151,97	128,75
Ιουν	174,01	172,70	160,98	170,39	182,03
Ιουλ	194,18	187,85	183,70	190,51	185,01
Αυγ	175,31	182,16	172,75	172,31	169,30
Σεπ	150,44	137,39	141,09	141,82	139,56

	1991-92	1992-93	1993-94
Οκτ	111,65	123,26	124,13
Νοε	79,76	87,96	69,31
Δεκ	52,72	60,29	71,02
Ιαν	62,78	60,70	61,59
Φεβ	61,21	64,84	65,71
Μαρ	97,02	96,01	94,08
Απρ	120,97	121,95	117,03
Μαϊ	150,15	162,49	150,67
Ιουν	162,27	182,83	170,88
Ιουλ	178,17	200,90	184,64
Αυγ	183,73	186,68	171,93
Σεπ	140,67	147,31	137,75

Οι μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Blaney-Criddle) για τη λεκάνη απορροής και για την περίοδο 1961-94 κυμαίνονται από 61,37 mm (τον μήνα Ιανουάριο) έως και 184,83 mm (τον μήνα Ιούλιο) και φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



**Σχήμα 5.13** Μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Blaney-Criddle) για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994

**Πίνακας 5.6:** Μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής THORNWAITE για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994.

	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66
Οκτ	49,70	52,48	51,72	60,41	52,79
Νοε	21,35	29,63	37,49	24,73	20,65
Δεκ	7,51	1,75	13,32	13,32	13,01
Ιαν	4,44	0,00	0,66	9,61	5,80
Φεβ	8,58	3,87	4,39	0,00	21,02
Μαρ	24,69	14,44	29,27	23,36	29,78
Απρ	47,34	44,96	51,25	46,27	40,92
Μαϊ	95,13	73,01	80,03	84,11	72,78
Ιουν	109,53	68,34	126,62	118,42	117,07
Ιουλ	139,38	134,17	137,11	155,23	171,55
Αυγ	144,88	129,68	133,19	129,58	163,96
Σεπ	91,74	95,61	86,35	97,29	79,92

	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71
Οκτ	40,80	53,18	48,68	45,77	32,51
Νοε	13,27	22,82	28,16	33,36	26,56
Δεκ	6,92	7,22	6,94	9,87	8,36
Ιαν	0,66	1,20	1,61	11,83	10,52
Φεβ	4,37	15,32	13,31	1,39	7,10
Μαρ	28,23	23,34	18,17	26,05	13,29
Απρ	49,38	67,39	46,22	54,05	48,88
Μαϊ	85,81	115,15	108,60	72,01	95,60
Ιουν	92,05	108,76	116,07	121,34	112,18
Ιουλ	131,95	137,77	123,20	133,21	122,96
Αυγ	119,05	110,28	122,97	133,16	124,16
Σεπ	88,40	65,94	91,69	97,25	71,48

	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Οκτ	44,80	30,72	53,21	46,73	58,74
Νοε	22,09	28,11	20,99	19,89	21,32
Δεκ	10,48	3,54	5,58	10,17	6,66
Ιαν	7,50	3,42	7,50	14,48	8,08
Φεβ	10,42	10,39	13,98	5,72	7,11
Μαρ	29,73	10,62	28,80	27,87	24,21
Απρ	55,19	46,13	66,23	43,52	52,84
Μαϊ	84,09	100,52	77,32	88,85	82,60
Ιουν	131,88	115,83	111,00	113,90	107,94
Ιουλ	130,92	129,78	134,74	137,80	125,37
Αυγ	119,50	110,74	127,35	119,45	106,02
Σεπ	92,37	93,32	85,12	98,45	93,44

	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
Οκτ	44,82	44,16	35,52	44,07	55,05
Νοε	24,35	31,24	7,07	21,60	25,77
Δεκ	7,52	1,54	10,40	9,51	4,52
Ιαν	9,00	0,20	0,00	0,08	0,00
Φεβ	25,11	13,93	7,07	6,80	4,38
Μαρ	32,11	28,70	27,66	14,82	29,63
Απρ	40,88	38,08	22,63	27,43	48,28
Μαϊ	88,24	77,05	80,08	61,32	70,45
Ιουν	119,92	113,54	108,72	98,92	123,15
Ιουλ	143,39	131,21	124,61	129,43	118,34
Αυγ	139,08	107,88	89,86	122,39	111,35
Σεπ	72,86	68,57	72,26	82,89	80,70

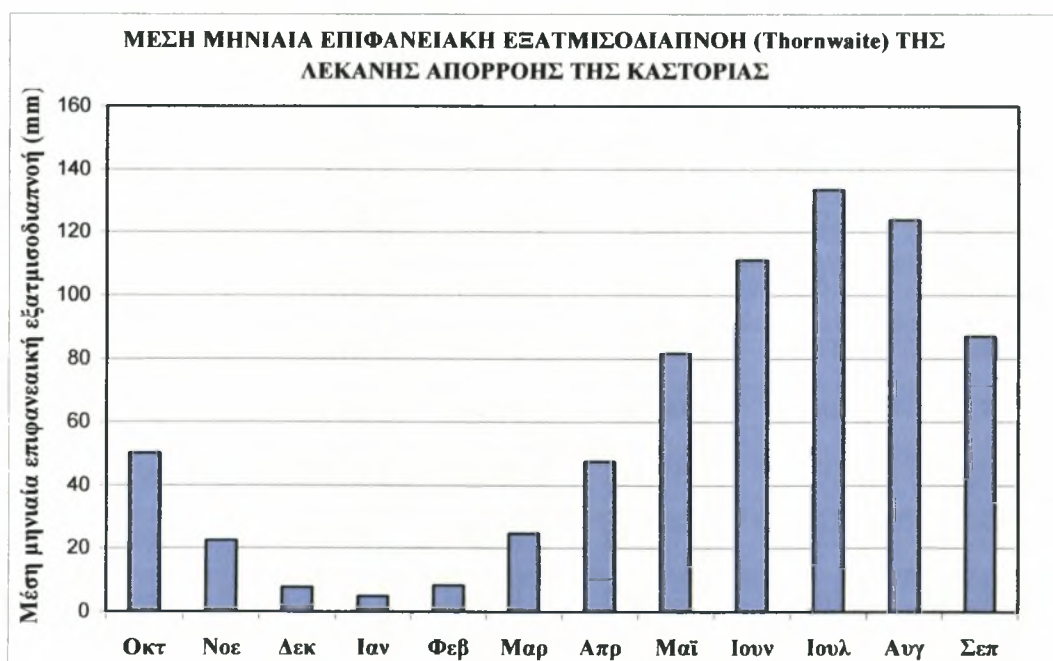


	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86
Οκτ	55,92	44,51	35,98	58,72	47,23
Νοε	10,05	9,43	13,54	21,68	28,17
Δεκ	8,91	10,11	4,00	5,31	12,35
Ιαν	2,24	2,69	5,20	2,71	9,30
Φεβ	1,79	0,20	6,50	1,19	10,73
Μαρ	15,61	21,89	14,00	16,49	23,79
Απρ	40,61	49,25	29,81	52,82	56,32
Μαϊ	48,34	87,63	68,21	97,08	82,02
Ιουν	111,80	84,90	102,26	108,62	109,52
Ιουλ	119,54	118,75	113,40	132,97	118,73
Αυγ	111,76	100,03	104,68	128,57	125,89
Σεπ	85,22	73,50	78,61	84,98	92,95

	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91
Οκτ	55,71	46,74	52,66	40,43	62,90
Νοε	18,10	23,58	9,79	25,83	26,20
Δεκ	4,28	11,40	6,11	5,31	6,94
Ιαν	7,20	13,47	3,93	0,83	3,92
Φεβ	14,98	8,29	15,32	6,83	4,13
Μαρ	7,09	25,59	43,90	44,40	35,41
Απρ	48,97	46,24	66,77	43,49	39,73
Μαϊ	73,28	73,32	71,29	83,31	49,77
Ιουν	117,54	115,39	96,54	111,62	130,92
Ιουλ	149,50	138,60	131,56	143,16	133,78
Αυγ	128,71	140,45	124,38	123,64	118,60
Σεπ	107,12	85,72	91,67	92,87	89,20

	1991-92	1992-93	1993-94
Οκτ	55,66	73,34	74,72
Νοε	24,67	35,51	12,33
Δεκ	0,00	5,07	16,30
Ιαν	5,50	3,69	4,44
Φεβ	4,38	7,72	8,58
Μαρ	28,29	27,04	24,68
Απρ	52,83	54,22	47,33
Μαϊ	80,55	99,68	81,32
Ιουν	98,58	132,27	112,42
Ιουλ	122,31	161,25	133,15
Αυγ	143,18	148,33	123,00
Σεπ	90,99	101,88	86,29

Οι μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Thornwaite) για τη λεκάνη απορροής και για την περίοδο 1961-94 κυμαίνονται από 4,9 mm (τον μήνα Ιανουάριο) έως και 133,6 mm (τον μήνα Ιούλιο) και φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



**Σχήμα 5.14:** Μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Thornwaite) για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994

**Πίνακας 5.7:** Μέσες μηνιαίες τιμές εξαμυσοδιαπνοής TURK για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994.

	1961-62	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66
Οκτ	77,72	79,50	79,02	84,14	79,70
Νοε	43,48	51,20	57,04	46,87	42,73
Δεκ	17,08	6,28	24,19	24,19	23,86
Ιαν	11,91	0,00	3,00	19,65	14,23
Φεβ	22,92	13,56	14,79	0,00	38,43
Μαρ	49,56	36,64	54,15	48,12	54,62
Απρ	81,57	79,69	84,50	80,73	76,27
Μαϊ	127,89	115,58	119,85	122,17	115,43
Ιουν	142,54	119,25	149,57	146,34	145,78
Ιουλ	162,29	160,37	161,46	167,66	172,55
Αυγ	168,09	162,56	163,90	162,52	174,13
Σεπ	128,71	130,53	126,05	131,29	122,62

	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71
Οκτ	71,30	79,94	77,04	75,03	64,13
Νοε	33,45	45,00	49,97	54,12	48,56
Δεκ	16,21	16,66	16,24	20,24	18,27
Ιαν	2,99	4,70	5,81	22,28	20,76
Φεβ	14,75	32,36	29,85	6,53	20,32
Μαρ	53,15	48,10	41,87	50,98	34,86
Απρ	83,12	94,75	80,69	86,48	82,75
Μαϊ	123,10	136,69	134,01	114,93	128,12
Ιουν	133,99	142,20	145,37	147,52	143,71
Ιουλ	159,52	161,71	156,03	160,01	155,93
Αυγ	158,23	154,31	159,88	163,89	160,37
Σεπ	127,08	114,04	128,69	131,28	117,64

	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76
Οκτ	74,33	62,37	79,96	75,70	83,22
Νοε	44,26	49,92	43,09	41,89	43,45
Δεκ	20,99	10,36	14,09	20,61	15,81
Ιαν	16,81	9,95	16,81	25,06	17,63
Φεβ	25,83	25,78	30,71	17,65	20,34
Μαρ	54,58	30,38	53,70	52,80	49,05
Απρ	87,26	80,62	94,10	78,50	85,64
Μαϊ	122,15	130,44	118,24	124,72	121,32
Ιουν	151,53	145,27	143,19	144,45	141,83
Ιουλ	159,12	158,68	160,58	161,72	156,92
Αυγ	158,42	154,52	161,65	158,40	152,28
Σεπ	129,02	129,47	125,41	131,81	129,52

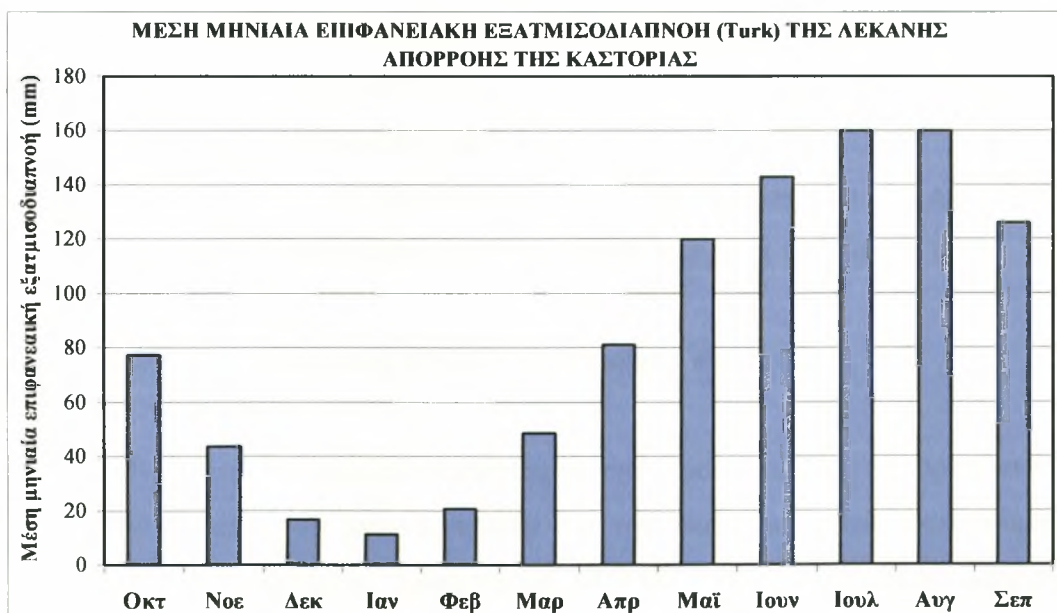
	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
Οκτ	74,34	73,86	66,89	73,80	81,08
Νοε	46,51	52,50	22,74	43,75	47,84
Δεκ	17,09	5,75	20,89	19,79	12,25
Ιαν	18,86	1,22	0,00	0,61	0,00
Φεβ	42,08	30,65	20,26	19,76	14,76
Μαρ	56,72	53,60	52,60	37,21	54,48
Απρ	76,23	73,70	56,32	62,46	82,30
Μαϊ	124,40	118,08	119,87	107,49	113,91
Ιουν	146,95	144,30	142,18	137,54	148,24
Ιουλ	163,71	159,24	156,61	158,54	153,97
Αυγ	166,07	153,17	143,68	159,64	154,81
Σεπ	118,49	115,79	118,13	124,24	123,04

	<b>1981-82</b>	<b>1982-83</b>	<b>1983-84</b>	<b>1984-85</b>	<b>1985-86</b>
Οκτ	81,60	74,12	67,30	83,21	76,05
Νοε	28,35	27,27	33,85	43,83	49,98
Δεκ	19,02	20,54	11,28	13,63	23,15
Ιαν	7,39	8,42	13,24	8,45	19,25
Φεβ	7,86	1,51	19,20	5,84	26,29
Μαρ	38,37	46,46	35,97	39,61	48,60
Απρ	76,00	83,03	65,23	85,62	88,01
Μαϊ	96,67	124,07	112,42	128,83	120,99
Ιουν	143,54	129,99	139,17	142,14	142,54
Ιουλ	154,48	154,14	151,77	159,91	154,13
Αυγ	155,00	149,27	151,62	162,13	161,07
Σεπ	125,46	118,88	121,88	125,34	129,29

	<b>1986-87</b>	<b>1987-88</b>	<b>1988-89</b>	<b>1989-90</b>	<b>1990-91</b>
Οκτ	81,47	75,71	79,62	71,01	85,47
Νοε	39,82	45,76	27,91	47,90	48,24
Δεκ	11,80	22,08	14,96	13,64	16,24
Ιαν	16,38	24,04	10,95	3,57	10,94
Φεβ	31,95	22,42	32,35	19,81	14,19
Μαρ	23,43	50,51	65,76	66,10	59,49
Απρ	82,82	80,71	94,41	78,47	75,22
Μαϊ	115,74	115,77	114,47	121,72	97,98
Ιουν	145,98	145,08	136,34	143,47	151,18
Ιουλ	165,79	162,01	159,37	163,63	160,22
Αυγ	162,18	166,55	160,45	160,15	158,04
Σεπ	135,48	125,72	128,68	129,26	127,48

	1991-92	1992-93	1993-94
Οκτ	81,44	90,54	91,15
Νοε	46,82	55,68	32,04
Δεκ	0,00	13,22	27,10
Ιαν	13,75	10,49	11,91
Φεβ	14,77	21,44	22,91
Μαρ	53,21	51,98	49,55
Απρ	85,63	86,59	81,56
Μαϊ	120,15	130,05	120,59
Ιουν	137,37	151,67	143,81
Ιουλ	155,66	169,53	159,98
Αυγ	167,51	169,25	159,89
Σεπ	128,35	133,31	126,01

Οι μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Turk) για τη λεκάνη απορροής και για την περίοδο 1961-94 κυμαίνονται από 11,2 mm (τον μήνα Ιανουάριο) έως και 159,9 mm (τον μήνα Ιούλιο) και φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



**Σχήμα 5.14** Μέσες μηνιαίες τιμές εξατμισοδιαπνοής για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο από το 1961 έως και το 1994

### 5.3.3 Υπολογισμός της κατείδυσης - διήθησης της λεκάνης

Μέτρο για τον υπολογισμό αυτής αποτελεί ο συντελεστής κατείδυσης  $\kappa$ , ο οποίος δείχνει πόσο νερό φορτίζει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Ο συντελεστής αυτός διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του εδάφους. Στην παρούσα εργασία διαχωρίσαμε, όπως είδαμε, όλη τη λεκάνη σε τρεις μεγάλες περιοχές ανάλογα με τη γεωλογία αυτών. Σε κάθε μία από τις περιοχές αυτές ελήφθη διαφορετικός συντελεστής κατείδυσης. Συγκεκριμένα για τους ανθρακικούς σχηματισμούς ο συντελεστής κατείδυσης ελήφθη ίσος με 0,37, για τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς  $\kappa=0,14$  και για τις προσχωματικές αποθέσεις  $\kappa=0,16$ .

Για τη λεκάνη εκτιμήθηκε μια μέση τιμή συντελεστού κατείδυσης από τις τιμές των επιμέρους περιοχών, σύμφωνα με την εξής σχέση:

$$\kappa = \frac{\kappa_1 * A_1 + \kappa_2 * A_2 + \kappa_3 * A_3}{A} \quad (5.12)$$

όπου:

$\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$  οι επιμέρους συντελεστές κατείδυσης

$A_1, A_2, A_3$  η επιφάνεια που καταλαμβάνει κάθε μια από τις επιμέρους περιοχές που διακρίναμε με τη χρήση του Γ.Σ.Π.

$A$  = η ολική επιφάνεια της λεκάνης ( $281 \text{ km}^2$ ).

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης προκύπτει ότι ο συντελεστής κατείδυσης για την επιφάνεια της λεκάνης παίρνει μια μέση τιμή ίση με 0,16.

### 5.3.4 Υπολογισμός του δείκτη CN (Curve Number) της λεκάνης

Ο δείκτης CN εκφράζει ουσιαστικά τις συνολικές απώλειες της βροχόπτωσης και μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του περισσεύματος βροχής από μια δεδομένη βροχόπτωση, δηλαδή της επιφανειακής απορροής (Τσακίρης, 1995).

Ο δείκτης αυτός διαφοροποιείται ανάλογα με τον υδρολογικό τύπο του εδάφους και τη χρήση γης. Οι κατηγορίες των εδαφών από υδρολογική άποψη είναι

τέσσερις:

- Κατηγορία Α: Εδάφη με υψηλή βασική διηθητικότητα και υψηλή διαπερατότητα. Συνήθως αμμώδη ή χαλικώδη εδάφη.
- Κατηγορία Β: Εδάφη με μέτρια βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα που αποτελούνται από μέσης μέχρι ελαφράς σύστασης εδάφη.
- Κατηγορία Γ: Εδάφη με μικρή βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Περιλαμβάνουν εδάφη μέσης μέχρι βαριάς σύστασης.
- Κατηγορία Δ: Εδάφη με πολύ μικρή βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Περιλαμβάνουν κυρίως αργιλώδη εδάφη, εδάφη με υψηλή στάθμη υπόγειου νερού ή με αδιαπέρατο στρώμα.

Στην τελευταία κατηγορία κατατάχθηκαν οι σχιστολιθικοί σχηματισμοί της λεκάνης, ενώ στην κατηγορία Β και Γ κατατάχθηκαν οι προσχωματικές αποθέσεις και οι ανθρακικοί σχηματισμοί αντίστοιχα. Βέβαια εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι κάποιες από τις κατηγορίες γεωλογικών σχηματισμών που κατατάχθηκαν στους ανθρακικούς σχηματισμούς εμφανίζουν καλή υδροφορία και θα μπορούσαν να καταταχθούν στην κατηγορία Β, παρόλα αυτά κάποιες άλλες εμφανίζουν αρκετά περιορισμένη υδροφορία και για το λόγο αυτό προτιμήθηκε να καταταχθούν όλοι οι ανθρακικοί σχηματισμοί στην Γ κατηγορία.

Εξάλλου ο δείκτης CN μεταβάλλεται και ανάλογα με τη χρήση γης. Στη λεκάνη απορροής εμφανίζονται ουσιαστικά 5 μεγάλες κατηγορίες εδαφοκάλυψης, για τις οποίες ο δείκτης CN διαφοροποιείται. Αυτές είναι:

- Καλλιεργημένες εκτάσεις
- Ορεινοί βοσκότοποι
- Λιβαδικές εκτάσεις
- Δασικές εκτάσεις
- Αστικές συνθήκες

Σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες υπήρχαν δύο υποκατηγορίες εκτός από τις λιβαδικές εκτάσεις, όπου υπήρχε μια, και τις αστικές συνθήκες, όπου υπήρχαν πολλές. Οι καλλιεργημένες εκτάσεις διακρίθηκαν ανάλογα με το αν υπήρχαν ή όχι έργα συντήρησης, οι ορεινοί βοσκότοποι ανάλογα με το αν βρισκόταν σε καλή ή κακή κατάσταση και οι δασικές εκτάσεις ανάλογα με το αν αναφερόμασταν σε αραιή ή πυκνή συστάδα.

Η εύρεση του δείκτη CN έγινε για κάθε μια από τις αρκετά μικρές υποπεριοχές που προέκυψαν από την ένωση του αρχείου με τους γεωλογικούς



σχηματισμούς μ' αυτό που περιείχε το CORINE. Ανάλογα με τον υδρολογικό τύπο εδάφους και τον τύπο εδαφοκάλυψης της κάθε υποπεριοχής βρέθηκε και διαφορετικός δείκτης CN. Η εύρεση αυτή σε γενικές γραμμές δεν παρουσίασε προβλήματα, εκτός από τους ορεινούς βοσκοτόπους, όπου έγινε η παραδοχή ότι αυτοί βρισκόταν σε καλή κατάσταση και τις δασικές εκτάσεις, όπου επίσης έγινε η παραδοχή ότι πρόκειται για πυκνή συστάδα.

Ο δείκτης CN για κάθε μια από τις μικρές υποπεριοχές προέκυψε από πίνακα, τις τιμές του οποίου πρότεινε ο Wanielista και ο οποίος θεωρείται αντιπροσωπευτικός για τις ελληνικές συνθήκες (Τσακίρης, 1995), ενώ ο δείκτης CN για όλη τη λεκάνη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$CN = \frac{CN_1 * A_1 + CN_2 * A_2 + \dots + CN_{142} * A_{142}}{A} \quad (5.13)$$

όπου

$CN_1, CN_2, \dots, CN_{142}$  δείκτες CN των επιμέρους περιοχών,

$A_1, A_2, \dots, A_{142}$  επιφάνεια των επιμέρους περιοχών,

$A$  συνολική επιφάνεια της λεκάνης.

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης προκύπτει ότι η μέση τιμή του δείκτη CN, που αντιστοιχεί σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής, είναι ίση με 72,46.

### 5.3.5 Εφαρμογή υδρολογικού μοντέλου για τον υπολογισμό του υδατικού δυναμικού της λεκάνης

Για την εκτίμηση του υδατικού δυναμικού χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο απλού υδατικού ισοζυγίου μηνιαίας βάσης. Πρόκειται για το μοντέλο του Γιακουμάκη που χρησιμοποιεί ως δεδομένα εισόδου μηνιαία ύψη βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, καθώς και τις τιμές του συντελεστή βαθιάς διήθησης  $k$  και του δείκτη CN. Ο τελευταίος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μέγιστης διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας  $S_{max}$  της επιφανειακής εδαφικής ζώνης.

Συγκεκριμένα η ζώνη ριζοστρώματος του εδάφους θεωρείται ως δεξαμενή αποθήκευσης μέγιστης χωρητικότητας  $S_{max}$ , στην οποία η ποσότητα  $S_n$  ( $S_n < S_{max}$ ) παριστάνει τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία κατά το μήνα  $n$ . Είναι προφανές ότι το ύψος της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας αυξάνει από την βροχόπτωση  $P_n$  και

μειώνεται από την δυνητική εξατμισοδιαπνοή  $E_{p_n}$ , αλλά και από τη βαθιά διήθηση  $D_n$ . Η εξίσωση ισοζυγίου είναι η εξής:

$$S_n' = S_{n-1} + P_n - E_{p_n} \quad (5.14)$$

Η χρησιμοποίηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής στην παραπάνω σχέση, αντί της πραγματικής, επηρεάζει άμεσα τον υπολογισμό της μεταβλητής  $S'$ , δίνοντάς της μικρότερες τιμές από τις κανονικές.

Ανάλογα με την τιμή της μεταβλητής  $S'$ , το αντίστοιχο ύψος επιφανειακής απορροής του μήνα  $n$ ,  $h_{on}$ , εκτιμάται ως ακολούθως:

- Εάν  $S_n' < 0$  :  $S_n = 0$ ,  $h_{on} = 0$ ,  $D_n = 0$ ,
- Εάν  $0 \leq S_n' \leq S_{max}$  :  $S_n = S_n'$ ,  $h_{on} = 0$ ,  $D_n = 0$ ,
- Εάν  $S_n' > S_{max}$  :  $S_n = S_{max}$ ,  $h_{on} = \kappa'(S_n' - S_{max})$ ,  $D_n = \kappa(S_n' - S_{max})$

όπου:

$$\kappa' = 1 - \kappa$$

Οι υπολογισμοί με το μοντέλο αυτό αρχίζουν τον μήνα Οκτώβριο του πρώτου υδρολογικού έτους της εξεταζόμενης χρονοσειράς, οπότε στην περίπτωση μας αυτοί άρχισαν τον Οκτώβριο του 1961.

Εισάγοντας στο μοντέλο τις μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και εξατμισοδιαπνοής που υπολογίσαμε πριν, καθώς και τις τιμές του συντελεστή βαθιάς διήθησης  $\kappa$  και του δείκτη CN, υπολογίζουμε τις μηνιαίες τιμές διήθησης και επιφανειακής απορροής για την περίοδο από τον Οκτώβριο του 1961 έως και τον Σεπτέμβριο του 1994. Οι συγκεκριμένες τιμές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Στην πρώτη στήλη φαίνεται ο μήνας και το έτος, στη δεύτερη η υπολογισμένη απορροή σε mm και στην τρίτη η διήθηση σε mm.

**Πίνακας 5.8:** Μηνιαίες τιμές επιφανειακής απορροής και διήθησης για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο 1961-94 (ΕΤ εισόδου Blaney – Criddle).

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-61</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-62</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-61</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-62</b>	6,18	32,45
<b>Δεκ-61</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-62</b>	14,53	76,30
<b>Ιαν-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-63</b>	12,88	67,62
<b>Φεβ-62</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-63</b>	10,98	57,65
<b>Μαρ-62</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-63</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-62</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-63</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-62</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-63</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-63</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-63</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-62</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-63</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-62</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-63</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-63</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-64</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-63</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-64</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-63</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-64</b>	3,75	19,67
<b>Ιαν-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-65</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-64</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-65</b>	4,54	23,83
<b>Μαρ-64</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-65</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-64</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-65</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-64</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-65</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-64</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-65</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-64</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-65</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-65</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-66</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-65</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-66</b>	3,53	18,54
<b>Δεκ-65</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-66</b>	7,77	40,81
<b>Ιαν-66</b>	6,67	35,00	<b>Ιαν-67</b>	0,94	4,95
<b>Φεβ-66</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-67</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-66</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-66</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-66</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-67</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-67</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-67</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-66</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-67</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-66</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-67</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-67</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-68</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-67</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-68</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-67</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-68</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-68</b>	5,37	28,19	<b>Ιαν-69</b>	8,88	46,63
<b>Φεβ-68</b>	0,99	5,18	<b>Φεβ-69</b>	5,03	26,41
<b>Μαρ-68</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-69</b>	9,81	51,52
<b>Απρ-68</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-69</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-68</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-69</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-68</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-69</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-68</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-69</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-68</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-69</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-68</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-69</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-69</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-70</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-69</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-70</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-69</b>	10,13	53,16	<b>Δεκ-70</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-70</b>	1,02	5,38	<b>Ιαν-71</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-70</b>	1,44	7,55	<b>Φεβ-71</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-70</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-71</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-70</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-71</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-70</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-71</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-70</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-71</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-70</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-71</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-71</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-72</b>	1,32	6,95
<b>Νοε-71</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-72</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-71</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-72</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-73</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-72</b>	4,78	25,10	<b>Φεβ-73</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-72</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-73</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-72</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-73</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-72</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-73</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-72</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-73</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-72</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-73</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-73</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-74</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-73</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-74</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-73</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-74</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-75</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-74</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-75</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-74</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-75</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-74</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-75</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-74</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-75</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-74</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-75</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-74</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-75</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-75</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-76</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-75</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-76</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-75</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-76</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-77</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-76</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-77</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-76</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-76</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-76</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-77</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-76</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-77</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-76</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-77</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-77</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-78</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-77</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-78</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-77</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-78</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-78</b>	0,02	0,09	<b>Ιαν-79</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-78</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-79</b>	1,27	6,68
<b>Μαρ-78</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-79</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-78</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-79</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-78</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-79</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-79</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-79</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-78</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-79</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-78</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-79</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-79</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-80</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-79</b>	3,63	19,06	<b>Νοε-80</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-79</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-80</b>	11,07	58,10
<b>Ιαν-80</b>	9,79	51,38	<b>Ιαν-81</b>	5,94	31,19
<b>Φεβ-80</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-81</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-80</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-81</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-80</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-81</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-80</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-81</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-80</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-81</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-80</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-81</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-81</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-82</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-81</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-82</b>	1,35	7,07
<b>Δεκ-81</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-82</b>	7,31	38,36
<b>Ιαν-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-83</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-82</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-83</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-82</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-83</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-82</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-83</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-82</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-83</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-82</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-83</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-82</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-83</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-83</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-84</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-83</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-84</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-83</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-84</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-85</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-84</b>	13,95	73,26	<b>Φεβ-85</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-84</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-85</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-84</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-85</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-84</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-85</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-84</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-85</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-84</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-85</b>	0,00	0,00



Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-85</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-86</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-85</b>	6,71	35,23	<b>Νοε-86</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-85</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-86</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-87</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-86</b>	17,55	92,15	<b>Φεβ-87</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-86</b>	1,99	10,47	<b>Μαρ-87</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-86</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-87</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-86</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-87</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-87</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-87</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-86</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-87</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-86</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-87</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-87</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Οκτ-88</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-87</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-88</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-87</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-88</b>	3,68	19,34
<b>Ιαν-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-89</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-88</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-89</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-88</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-88</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-88</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-89</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-88</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-89</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-88</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-89</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-89</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-90</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-89</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-90</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-89</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-90</b>	2,76	14,49
<b>Ιαν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-91</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-90</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-91</b>	0,59	3,08
<b>Μαρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-91</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-91</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-91</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-91</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-91</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-90</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-91</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-90</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-91</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-91</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-92</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-91</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-92</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-91</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-92</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-93</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-92</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-93</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-93</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-92</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-93</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-93</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-93</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-93</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-92</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-93</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-92</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-93</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-93</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-94</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-93</b>	1,34	7,04	<b>Μαϊ-94</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-93</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-94</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-94</b>	10,30	54,08	<b>Ιουλ-94</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-94</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-94</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-94</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-94</b>	0,00	0,00

**Πίνακας 5.9:** Μηνιαίες τιμές επιφανειακής απορροής και διήθησης για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο 1961-94 (ET εισόδου Thornwaite).

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-61</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-62</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-61</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-62</b>	22,70	119,17
<b>Δεκ-61</b>	10,69	56,12	<b>Δεκ-62</b>	23,24	122,03
<b>Ιαν-62</b>	8,27	43,42	<b>Ιαν-63</b>	21,67	113,78
<b>Φεβ-62</b>	12,22	64,17	<b>Φεβ-63</b>	20,06	105,31
<b>Μαρ-62</b>	13,38	70,25	<b>Μαρ-63</b>	9,70	50,93
<b>Απρ-62</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-63</b>	0,14	0,72
<b>Μαϊ-62</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-63</b>	3,32	17,42
<b>Ιουν-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-63</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-63</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-62</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-63</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-62</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-63</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-63</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-64</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-63</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-64</b>	7,81	41,00
<b>Δεκ-63</b>	1,54	8,09	<b>Δεκ-64</b>	14,97	78,60
<b>Ιαν-64</b>	3,64	19,12	<b>Ιαν-65</b>	6,66	34,96
<b>Φεβ-64</b>	5,92	31,10	<b>Φεβ-65</b>	15,76	82,73
<b>Μαρ-64</b>	6,93	36,40	<b>Μαρ-65</b>	1,30	6,84
<b>Απρ-64</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-65</b>	7,83	41,12
<b>Μαϊ-64</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-65</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-64</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-65</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-64</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-65</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-65</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-66</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-65</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-66</b>	12,97	68,11
<b>Δεκ-65</b>	6,23	32,70	<b>Δεκ-66</b>	16,63	87,31
<b>Ιαν-66</b>	26,69	140,12	<b>Ιαν-67</b>	9,87	51,83
<b>Φεβ-66</b>	2,04	10,70	<b>Φεβ-67</b>	1,68	8,82
<b>Μαρ-66</b>	9,29	48,79	<b>Μαρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-66</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-66</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-67</b>	5,74	30,14
<b>Ιουν-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-67</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-67</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-66</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-67</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-66</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-67</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-69</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-70</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-69</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-70</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-69</b>	18,98	99,65	<b>Δεκ-70</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-70</b>	10,19	53,50	<b>Ιαν-71</b>	10,46	54,91
<b>Φεβ-70</b>	10,39	54,54	<b>Φεβ-71</b>	7,02	36,86
<b>Μαρ-70</b>	8,41	44,14	<b>Μαρ-71</b>	26,50	139,11
<b>Απρ-70</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-71</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-70</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-71</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-70</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-71</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-70</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-71</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-71</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-72</b>	11,40	59,84
<b>Νοε-71</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-72</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-71</b>	2,34	12,27	<b>Δεκ-72</b>	3,36	17,66
<b>Ιαν-72</b>	20,48	107,54	<b>Ιαν-73</b>	9,53	50,04
<b>Φεβ-72</b>	15,38	80,72	<b>Φεβ-73</b>	14,71	77,22
<b>Μαρ-72</b>	5,30	27,82	<b>Μαρ-73</b>	18,07	94,86
<b>Απρ-72</b>	9,25	48,55	<b>Απρ-73</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-72</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-73</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-72</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-73</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-72</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-73</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-73</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-74</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-73</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-74</b>	6,46	33,90
<b>Δεκ-73</b>	3,40	17,84	<b>Δεκ-74</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-74</b>	11,25	59,04	<b>Ιαν-75</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-74</b>	19,52	102,47	<b>Φεβ-75</b>	2,22	11,68
<b>Μαρ-74</b>	5,70	29,94	<b>Μαρ-75</b>	8,59	45,08
<b>Απρ-74</b>	5,45	28,64	<b>Απρ-75</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-74</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-75</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-74</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-75</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-74</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-75</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-75</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-76</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-75</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-76</b>	1,90	9,97
<b>Δεκ-75</b>	3,93	20,62	<b>Δεκ-76</b>	7,02	36,87
<b>Ιαν-76</b>	2,83	14,87	<b>Ιαν-77</b>	9,30	48,81
<b>Φεβ-76</b>	6,57	34,48	<b>Φεβ-77</b>	3,96	20,78
<b>Μαρ-76</b>	1,81	9,49	<b>Μαρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-76</b>	4,48	23,54	<b>Απρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-76</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-77</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-76</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-77</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-76</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-77</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-77</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-78</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-77</b>	1,33	6,97	<b>Νοε-78</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-77</b>	10,83	56,85	<b>Δεκ-78</b>	2,73	14,31
<b>Ιαν-78</b>	16,21	85,08	<b>Ιαν-79</b>	23,64	124,12
<b>Φεβ-78</b>	4,18	21,92	<b>Φεβ-79</b>	10,86	57,02
<b>Μαρ-78</b>	5,81	30,48	<b>Μαρ-79</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-78</b>	12,56	65,92	<b>Απρ-79</b>	11,75	61,68
<b>Μαϊ-78</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-79</b>	0,86	4,50
<b>Ιουν-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-79</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-79</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-78</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-79</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-78</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-79</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-79</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-80</b>	1,59	8,36
<b>Νοε-79</b>	20,24	106,29	<b>Νοε-80</b>	9,39	49,30
<b>Δεκ-79</b>	7,67	40,26	<b>Δεκ-80</b>	26,67	140,04
<b>Ιαν-80</b>	19,80	103,96	<b>Ιαν-81</b>	13,77	72,31
<b>Φεβ-80</b>	0,05	0,25	<b>Φεβ-81</b>	6,08	31,90
<b>Μαρ-80</b>	4,66	24,47	<b>Μαρ-81</b>	2,74	14,37
<b>Απρ-80</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-81</b>	1,58	8,29
<b>Μαϊ-80</b>	11,51	60,45	<b>Μαϊ-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-81</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-80</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-81</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-80</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-81</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-81</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-82</b>	1,20	6,32
<b>Νοε-81</b>	3,71	19,47	<b>Νοε-82</b>	18,79	98,64
<b>Δεκ-81</b>	16,17	84,91	<b>Δεκ-82</b>	16,16	84,85
<b>Ιαν-82</b>	2,11	11,07	<b>Ιαν-83</b>	1,28	6,71
<b>Φεβ-82</b>	5,87	30,83	<b>Φεβ-83</b>	4,69	24,64
<b>Μαρ-82</b>	7,52	39,46	<b>Μαρ-83</b>	4,09	21,47
<b>Απρ-82</b>	8,84	46,41	<b>Απρ-83</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-82</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-83</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-82</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-83</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-82</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-83</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-83</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-84</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-83</b>	3,23	16,94	<b>Νοε-84</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-83</b>	14,50	76,14	<b>Δεκ-84</b>	4,47	23,47
<b>Ιαν-84</b>	9,29	48,80	<b>Ιαν-85</b>	19,07	100,09
<b>Φεβ-84</b>	23,13	121,44	<b>Φεβ-85</b>	3,78	19,85
<b>Μαρ-84</b>	8,70	45,68	<b>Μαρ-85</b>	11,36	59,62
<b>Απρ-84</b>	6,93	36,37	<b>Απρ-85</b>	0,08	0,41
<b>Μαϊ-84</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-85</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-84</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-85</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-84</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-85</b>	0,00	0,00



<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-85</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-86</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-85</b>	15,40	80,85	<b>Νοε-86</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-85</b>	3,06	16,06	<b>Δεκ-86</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-86</b>	11,58	60,79	<b>Ιαν-87</b>	14,58	76,56
<b>Φεβ-86</b>	30,06	157,83	<b>Φεβ-87</b>	6,10	32,00
<b>Μαρ-86</b>	13,12	68,89	<b>Μαρ-87</b>	18,07	94,89
<b>Απρ-86</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-87</b>	1,20	6,29
<b>Μαϊ-86</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-87</b>	6,77	35,53
<b>Ιουν-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-87</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-87</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-86</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-87</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-86</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-87</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-87</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Οκτ-88</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-87</b>	12,15	63,77	<b>Νοε-88</b>	8,39	44,05
<b>Δεκ-87</b>	5,20	27,29	<b>Δεκ-88</b>	13,28	69,73
<b>Ιαν-88</b>	5,32	27,95	<b>Ιαν-89</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-88</b>	4,09	21,47	<b>Φεβ-89</b>	3,22	16,89
<b>Μαρ-88</b>	0,59	3,09	<b>Μαρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-88</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-88</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-89</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-88</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-89</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-88</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-89</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-89</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-90</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-89</b>	2,21	11,59	<b>Νοε-90</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-89</b>	15,12	79,38	<b>Δεκ-90</b>	20,15	105,79
<b>Ιαν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-91</b>	0,22	1,15
<b>Φεβ-90</b>	1,58	8,31	<b>Φεβ-91</b>	18,58	97,56
<b>Μαρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-91</b>	1,61	8,45
<b>Απρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-91</b>	18,93	99,36
<b>Μαϊ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-91</b>	5,79	30,41
<b>Ιουν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-91</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-91</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-90</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-91</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-90</b>	0,00	<b>0,00</b>	<b>Σεπ-91</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-91</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-92</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-91</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-92</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-91</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-92</b>	6,57	34,48
<b>Ιαν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-93</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-92</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-93</b>	2,93	15,37
<b>Μαρ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-93</b>	4,07	21,39
<b>Απρ-92</b>	3,81	20,00	<b>Απρ-93</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-93</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-93</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-93</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-92</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-93</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-92</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-93</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-93</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-94</b>	1,28	6,73
<b>Νοε-93</b>	10,46	54,90	<b>Μαϊ-94</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-93</b>	7,97	41,82	<b>Ιουν-94</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-94</b>	20,23	106,22	<b>Ιουλ-94</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-94</b>	8,87	46,56	<b>Αυγ-94</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-94</b>	6,44	33,81	<b>Σεπ-94</b>	0,00	0,00

**Πίνακας 5.10:** Μηνιαίες τιμές επιφανειακής απορροής και διήθησης για τη λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο 1961-94 (ΕΤ εισόδου Turk).

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-61</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-62</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-61</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-62</b>	14,92	78,35
<b>Δεκ-61</b>	5,62	29,50	<b>Δεκ-62</b>	22,52	118,23
<b>Ιαν-62</b>	7,08	37,15	<b>Ιαν-63</b>	21,67	113,78
<b>Φεβ-62</b>	9,93	52,13	<b>Φεβ-63</b>	18,51	97,16
<b>Μαρ-62</b>	9,40	49,35	<b>Μαρ-63</b>	6,15	32,28
<b>Απρ-62</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-63</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-62</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-63</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-63</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-62</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-63</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-62</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-63</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-62</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-63</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-63</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-64</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-63</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-64</b>	2,86	15,01
<b>Δεκ-63</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-64</b>	13,23	69,47
<b>Ιαν-64</b>	1,94	10,18	<b>Ιαν-65</b>	5,05	26,53
<b>Φεβ-64</b>	4,26	22,36	<b>Φεβ-65</b>	15,76	82,73
<b>Μαρ-64</b>	2,95	15,51	<b>Μαρ-65</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-64</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-65</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-64</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-65</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-64</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-65</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-64</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-65</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-64</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-65</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-65</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-66</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-65</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-66</b>	9,41	49,39
<b>Δεκ-65</b>	0,96	5,04	<b>Δεκ-66</b>	15,14	79,51
<b>Ιαν-66</b>	25,34	133,04	<b>Ιαν-67</b>	9,50	49,87
<b>Φεβ-66</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-67</b>	0,02	0,10
<b>Μαρ-66</b>	4,57	24,00	<b>Μαρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-66</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-67</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-66</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-67</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-67</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-66</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-67</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-66</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-67</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-66</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-67</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-67</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-68</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-67</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-68</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-67</b>	2,78	14,61	<b>Δεκ-68</b>	10,82	56,83
<b>Ιαν-68</b>	18,36	96,40	<b>Ιαν-69</b>	17,85	93,70
<b>Φεβ-68</b>	7,33	38,48	<b>Φεβ-69</b>	11,49	60,30
<b>Μαρ-68</b>	2,92	15,32	<b>Μαρ-69</b>	17,27	90,69
<b>Απρ-68</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-69</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-68</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-69</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-68</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-69</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-68</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-69</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-68</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-69</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-68</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-69</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-69</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-70</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-69</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-70</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-69</b>	17,32	90,94	<b>Δεκ-70</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-70</b>	8,52	44,73	<b>Ιαν-71</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-70</b>	9,57	50,22	<b>Φεβ-71</b>	4,02	21,09
<b>Μαρ-70</b>	4,42	23,19	<b>Μαρ-71</b>	23,05	120,99
<b>Απρ-70</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-71</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-70</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-71</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-70</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-71</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-70</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-71</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-70</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-71</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-71</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-72</b>	6,33	33,25
<b>Νοε-71</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-72</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-71</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-72</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-72</b>	13,98	73,37	<b>Ιαν-73</b>	7,27	38,17
<b>Φεβ-72</b>	12,91	67,78	<b>Φεβ-73</b>	12,25	64,29
<b>Μαρ-72</b>	1,32	6,95	<b>Μαρ-73</b>	14,91	78,26
<b>Απρ-72</b>	4,12	21,61	<b>Απρ-73</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-72</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-73</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-72</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-73</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-72</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-73</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-72</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-73</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-73</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-74</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-73</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-74</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-73</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-74</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-75</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-74</b>	16,70	87,69	<b>Φεβ-75</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-74</b>	1,72	9,03	<b>Μαρ-75</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-74</b>	1,00	5,23	<b>Απρ-75</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-74</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-75</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-74</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-75</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-74</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-75</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-74</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-75</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-75</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-76</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-75</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-76</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-75</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-76</b>	0,03	0,16
<b>Ιαν-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-77</b>	7,72	40,52
<b>Φεβ-76</b>	0,76	4,00	<b>Φεβ-77</b>	1,24	6,52
<b>Μαρ-76</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-76</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-77</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-76</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-77</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-76</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-77</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-76</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-77</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-76</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-77</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-77</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-78</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-77</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-78</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-77</b>	5,86	30,79	<b>Δεκ-78</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-78</b>	16,04	84,22	<b>Ιαν-79</b>	14,74	77,38
<b>Φεβ-78</b>	1,50	7,87	<b>Φεβ-79</b>	8,75	45,93
<b>Μαρ-78</b>	1,82	9,56	<b>Μαρ-79</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-78</b>	6,86	36,00	<b>Απρ-79</b>	2,37	12,44
<b>Μαϊ-78</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-79</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-79</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-78</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-79</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-78</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-79</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-78</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-79</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-79</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-80</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-79</b>	11,95	62,72	<b>Νοε-80</b>	3,29	17,26
<b>Δεκ-79</b>	6,02	31,63	<b>Δεκ-80</b>	25,44	133,55
<b>Ιαν-80</b>	19,72	103,52	<b>Ιαν-81</b>	13,77	72,31
<b>Φεβ-80</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-81</b>	4,41	23,18
<b>Μαρ-80</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-81</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-80</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-81</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-80</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-81</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-80</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-81</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-80</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-81</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-80</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-81</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-81</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-82</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-81</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-82</b>	12,40	65,10
<b>Δεκ-81</b>	11,23	58,96	<b>Δεκ-82</b>	14,49	76,08
<b>Ιαν-82</b>	1,28	6,75	<b>Ιαν-83</b>	0,36	1,90
<b>Φεβ-82</b>	4,90	25,73	<b>Φεβ-83</b>	4,48	23,54
<b>Μαρ-82</b>	3,88	20,35	<b>Μαρ-83</b>	0,16	0,84
<b>Απρ-82</b>	3,18	16,68	<b>Απρ-83</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-82</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-83</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-82</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-83</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-82</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-83</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-82</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-83</b>	0,00	0,00



<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-83</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-84</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-83</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-84</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-83</b>	13,32	69,91	<b>Δεκ-84</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-84</b>	8,01	42,04	<b>Ιαν-85</b>	17,74	93,15
<b>Φεβ-84</b>	21,10	110,77	<b>Φεβ-85</b>	3,04	15,94
<b>Μαρ-84</b>	5,19	27,23	<b>Μαρ-85</b>	7,66	40,20
<b>Απρ-84</b>	1,26	6,62	<b>Απρ-85</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-84</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-85</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-84</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-85</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-84</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-85</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-84</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-85</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-85</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-86</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-85</b>	11,91	62,53	<b>Νοε-86</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-85</b>	1,33	6,99	<b>Δεκ-86</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-86</b>	9,99	52,43	<b>Ιαν-87</b>	8,43	44,28
<b>Φεβ-86</b>	27,57	144,76	<b>Φεβ-87</b>	3,38	17,75
<b>Μαρ-86</b>	9,15	48,05	<b>Μαρ-87</b>	15,46	81,17
<b>Απρ-86</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-87</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-86</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-87</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-87</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-86</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-87</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-86</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-87</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-86</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-87</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-87</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Οκτ-88</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-87</b>	3,96	20,81	<b>Νοε-88</b>	5,49	28,83
<b>Δεκ-87</b>	3,49	18,32	<b>Δεκ-88</b>	11,87	62,30
<b>Ιαν-88</b>	3,63	19,07	<b>Ιαν-89</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-88</b>	1,83	9,60	<b>Φεβ-89</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-88</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-88</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-89</b>	0,00	0,00
<b>Μαϊ-88</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-89</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-88</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-89</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-88</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-89</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-88</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-89</b>	0,00	0,00

<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Επιφανειακή Απορροή</b>	<b>Διήθηση</b>
<b>Οκτ-89</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-90</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-89</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-90</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-89</b>	7,57	39,75	<b>Δεκ-90</b>	15,14	79,46
<b>Ιαν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-91</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-90</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-91</b>	16,07	84,37
<b>Μαρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-91</b>	0,00	0,00
<b>Απρ-90</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-91</b>	11,00	57,77
<b>Μαϊ-90</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-91</b>	0,00	0,00
<b>Ιουν-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-91</b>	0,00	0,00
<b>Ιουλ-90</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-91</b>	0,00	0,00
<b>Αυγ-90</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-91</b>	0,00	0,00
<b>Σεπ-90</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-91</b>	0,00	0,00

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-91</b>	0,00	0,00	<b>Οκτ-92</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Νοε-91</b>	0,00	0,00	<b>Νοε-92</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Δεκ-91</b>	0,00	0,00	<b>Δεκ-92</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Ιαν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιαν-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Φεβ-92</b>	0,00	0,00	<b>Φεβ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Μαρ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαρ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Απρ-92</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Μαϊ-92</b>	0,00	0,00	<b>Μαϊ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Ιουν-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουν-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Ιουλ-92</b>	0,00	0,00	<b>Ιουλ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Αυγ-92</b>	0,00	0,00	<b>Αυγ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<b>Σεπ-92</b>	0,00	0,00	<b>Σεπ-93</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση	Μήνας	Επιφανειακή Απορροή	Διήθηση
<b>Οκτ-93</b>	0,00	0,00	<b>Απρ-94</b>	0,00	0,00
<b>Νοε-93</b>	7,30	38,34	<b>Μαϊ-94</b>	0,00	0,00
<b>Δεκ-93</b>	6,24	32,74	<b>Ιουν-94</b>	0,00	0,00
<b>Ιαν-94</b>	19,04	99,95	<b>Ιουλ-94</b>	0,00	0,00
<b>Φεβ-94</b>	6,57	34,52	<b>Αυγ-94</b>	0,00	0,00
<b>Μαρ-94</b>	2,46	12,91	<b>Σεπ-94</b>	0,00	0,00

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι επειδή υπήρχαν δεδομένα πραγματικής απορροής για τη λεκάνη της λίμνης Καστοριάς για την περίοδο 1961-94, έγινε μια προσπάθεια προσομοίωσης του μοντέλου με τα πραγματικά δεδομένα. Ο συντελεστής συσχέτισης που προέκυψε για τις τρεις περιπτώσεις (Blaney – Criddle, Thornwaite, Turk) φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5.11:** Συντελεστής R & R<sup>2</sup> μεταξύ της υπολογισμένης και της παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94.

**Blaney – Criddle**

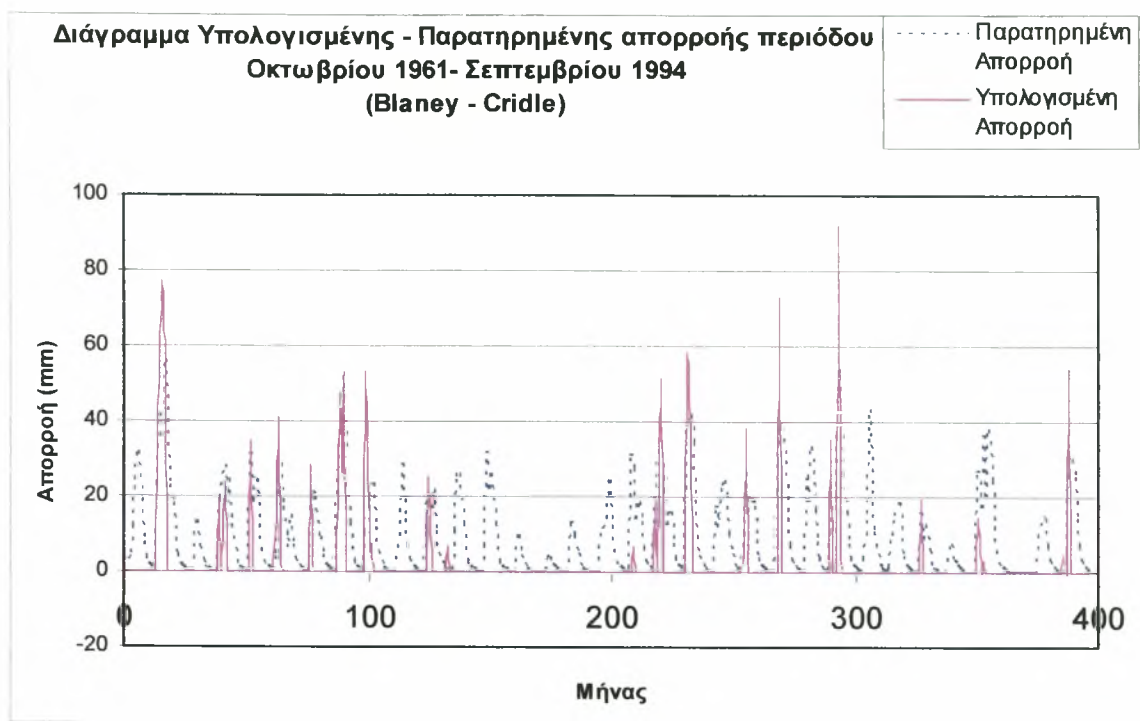
Cc	Cd
0,56	0,31

**Thornwaite**

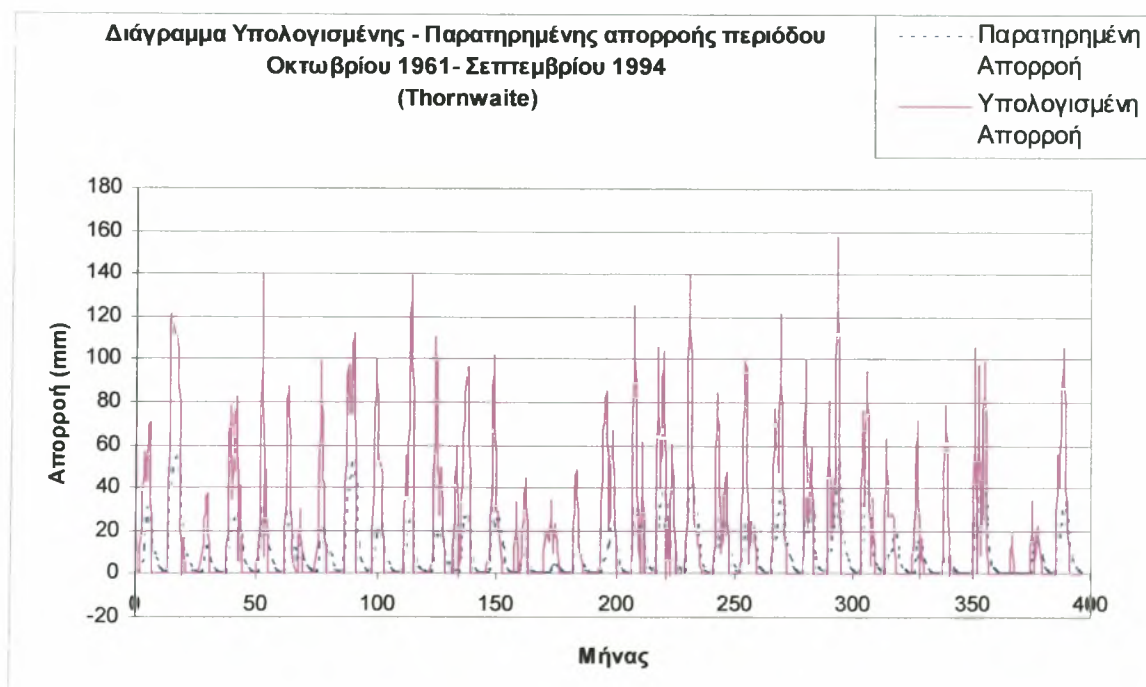
Cc	Cd
0,73	0,53

**Turk**

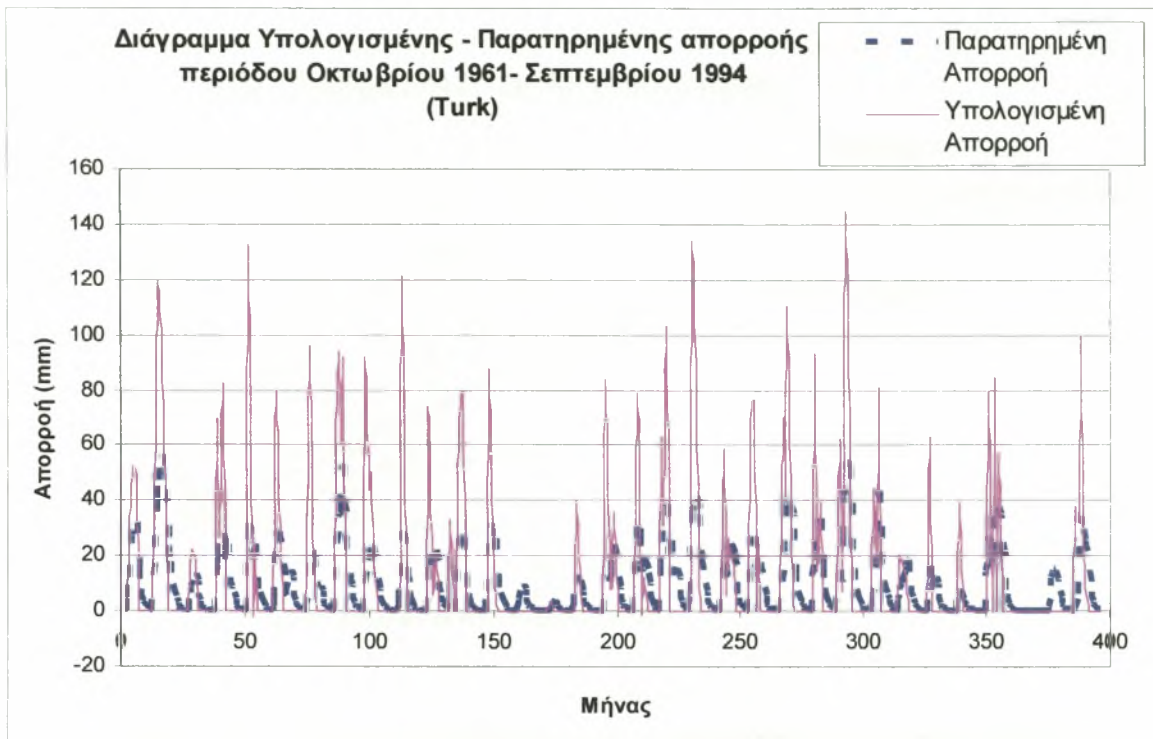
Cc	Cd
0,72	0,52



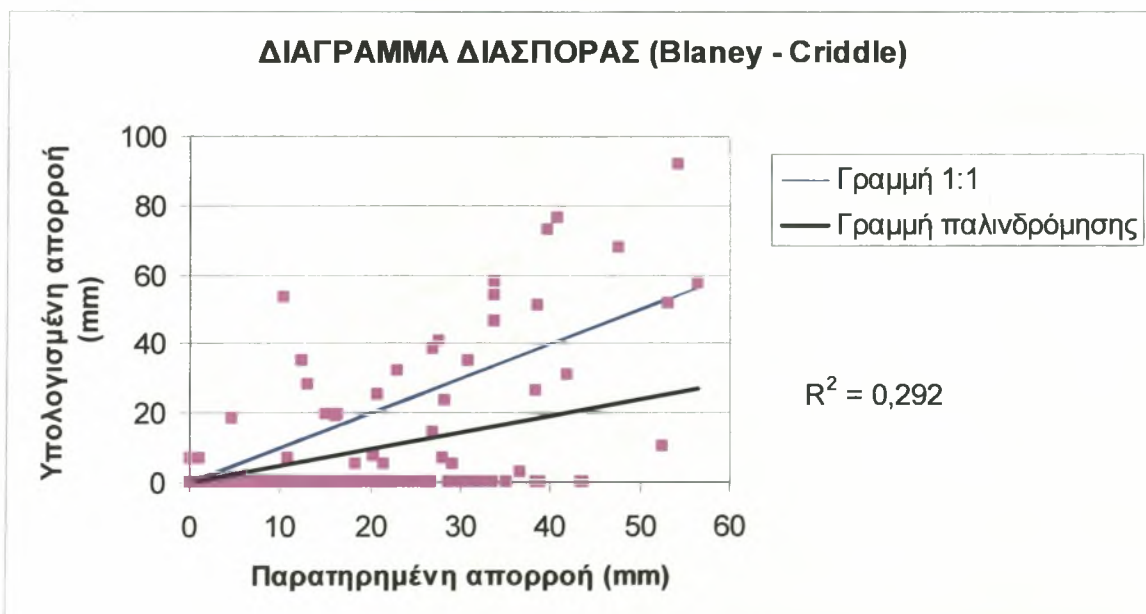
**Σχήμα 5.14** Διαγράμματα υπολογισμένης – παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Blaney – Gridley.



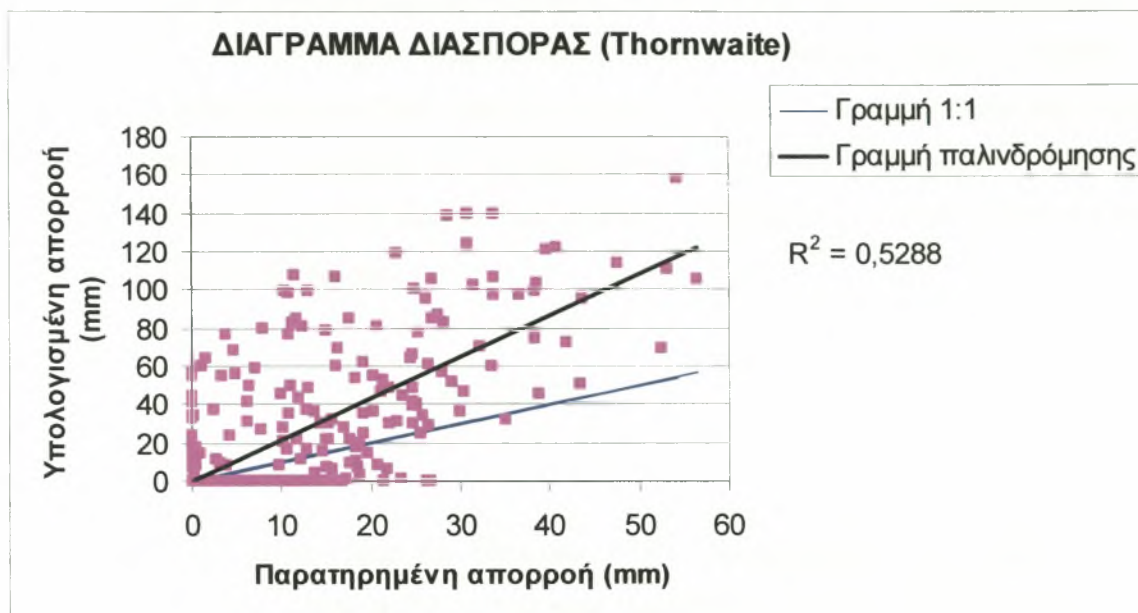
**Σχήμα 5.15** Διαγράμματα υπολογισμένης – παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Thornwaite.



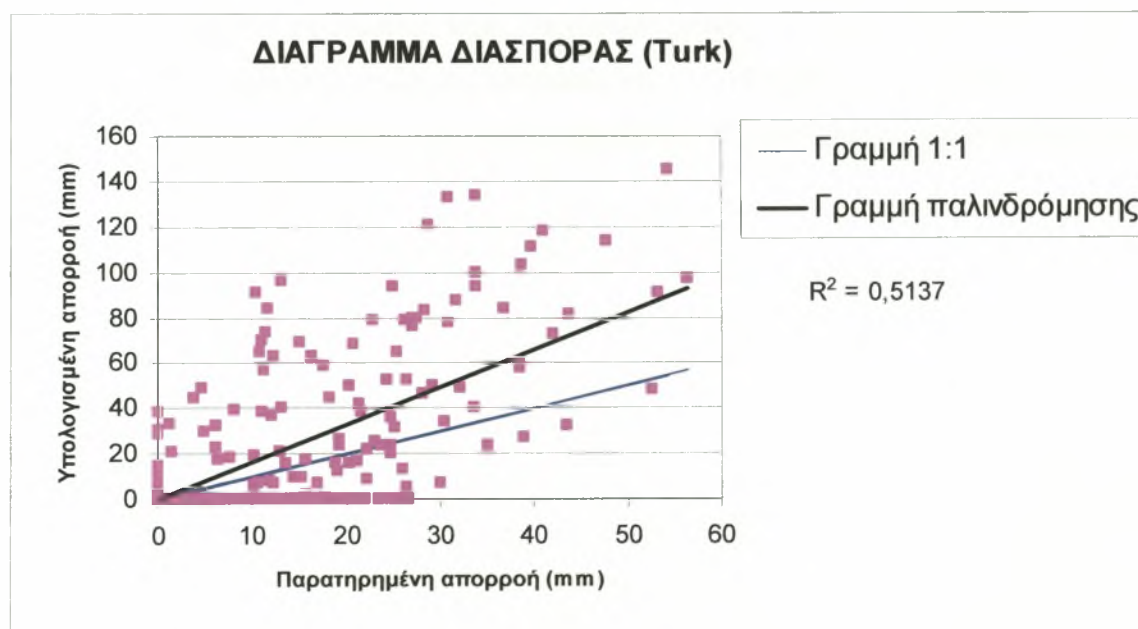
**Σχήμα 5.16** Διαγράμματα υπολογισμένης – παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Turk.



**Σχήμα 5.17** Διάγραμμα διασποράς μεταξύ υπολογισμένης και παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Blaney – Gridley



**Σχήμα 5.18** Διάγραμμα διασποράς μεταξύ υπολογισμένης και παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Thornwaite



**Σχήμα 5.19** Διάγραμμα διασποράς μεταξύ υπολογισμένης και παρατηρημένης απορροής για την περίοδο 1961-94 με τη χρήση του μοντέλου Turk

#### 5.4 Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η μηνιαία απορροή προσομοιώθηκε με το υδρολογικό μοντέλο του Γιακουμάκη, εισάγοντας σ' αυτό τρεις διαφορετικούς τύπους υπολογισμού της ET, Blaney – Criddle, Thornwaite και Turk. Από τις τιμές της συνολικής απορροής Q για κάθε έναν τύπο αντίστοιχα, προκύπτει ότι η εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου  $P = Q + E$  ικανοποιείται όταν η ET εισόδου στο μοντέλο υπολογίζεται με τον τύπο του Turk. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

- $P = 693,79 \text{ mm}$
- $Q = 202 \text{ mm}$
- $E = 491,8 \text{ mm}$

Η ET με τον τύπο του Thornwaite δίνει υπερεκτιμημένες τιμές απορροής Q (307,38 mm), αντίθετα η ET με τον τύπο των Blaney – Criddle δίνει χαμηλές τιμές απορροής (45,79 mm).

Ένα χαρακτηριστικό του μοντέλου του Γιακουμάκη είναι ότι πετυχαίνει να προσομοιώσει αρκετά καλά τα μέγιστα των απορροών αλλά αποτυγχάνει να προσομοιώσει τις χαμηλές τιμές απορροών στις ξηρές περιόδους. Στη διάρκεια των ξηρών περιόδων οι χαμηλές τιμές απορροών τείνουν να γίνουν μηδέν. Το μοντέλο γενικά υποεκτιμά τον όγκο της απορροής και δεν κατορθώνει να προσομοιώσει τις μικρές απορροές, το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τη διαχείριση και λειτουργία των αποθεμάτων νερού.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Είναι γνωστό ότι για την εκτίμηση των υδατικών αναγκών μιας οποιαδήποτε λεκάνης απορροής, βασικές παράμετροι που πρέπει να υπολογισθούν είναι οι γεωργικές ανάγκες, οι αστικές, οι τουριστικές και φυσικά οι βιομηχανικές και κτηνοτροφικές ανάγκες. Συγκεκριμένα στις αναπτυγμένες χώρες η κατανάλωση νερού κατανέμεται ως εξής: 72% για τη γεωργία, 23% για τη βιομηχανία και 5% για οικιακή χρήση. Καταλαβαίνουμε επομένως ότι η εκτίμηση των γεωργικών αναγκών αποτελεί ζωτικής σημασίας βήμα στην προσπάθειά μας για εκτίμηση των υδατικών αναγκών της λεκάνης.

Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία εκτίμησης των γεωργικών, αστικών και κτηνοτροφικών αναγκών της λεκάνης απορροής. Σημειώνεται ότι βιομηχανικές δραστηριότητες δεν εμφανίζονται στην περιοχή.

#### 6.1 Γεωργικές ανάγκες

##### 6.1.1 Καταγραφή γεωργικής δραστηριότητας

Είναι γεγονός ότι σήμερα σε ολόκληρη σχεδόν την έκταση της λεκάνης υπάρχει σημαντική επέμβαση με την εντατική καλλιέργεια μεγάλου τμήματός της. Για την άρδευση των συγκεκριμένων καλλιεργειών χρησιμοποιούνται κυρίως οι υπάρχουσες γεωτρήσεις.

Το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργειών είναι κυρίως αροτραίες καλλιέργειες, ενώ καλλιεργείται επίσης και μεγάλη ποικιλία λαχανοκομικών ειδών. Οι δενδρώδεις καλλιέργειες είναι λιγότερες και αποτελούνται κυρίως από μηλιές (10.850 στρ.), καρυδιές (344στρ.), και αχλαδιές (289 στρ.). Από τις αροτραίες καλλιέργειες το μεγαλύτερο μέρος καταλαμβάνουν οι καλλιέργειες σιταριού (23.416 στρ.) και δευτερευόντως οι καλλιέργειες αραβόσιτου (5.719 στρ.), μηδικής (4999 στρ.), σίκαλης (3039 στρ.) και κριθαριού (2292 στρ.).

Οι αρδευόμενες εκτάσεις ανέρχονται σε 27.928 στρ. και αποτελούν περίπου το 53,7% των συνολικών καλλιεργούμενων εκτάσεων της λεκάνης. Το μεγάλο σχετικά ποσοστό των αρδευόμενων εκτάσεων οφείλεται στην ευρεία καλλιέργεια της

μηλιάς (20% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης), και του αραβόσιτου (10% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης). Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι συνολικές καλλιεργούμενες εκτάσεις της περιοχής, καθώς και οι αρδευόμενες περιοχές ανά καλλιέργεια.

**Πίνακας 6.1:** Σύνολο καλλιεργούμενων εκτάσεων της λεκάνης.

Καλλιέργειες	Σύνολο (στρ.)	Αρδευόμενες (στρ.)
Αροτραίες	40.963	13.882
Λαχανόκηποι	1.708	1.708
Δενδρώδεις	13.106	11.141
Άμπελοι	1.196	1.196
<b>Σύνολο</b>	<b>56.974</b>	<b>27.928</b>

ΠΗΓΗ: Ε.Σ.Υ.Ε., Ιδία Επεξεργασία

**Πίνακας 6.2:** Αρδευόμενες εκτάσεις ανά καλλιέργεια στην υπό μελέτη περιοχή

Αροτραίες	Έκταση (στρ.)	Κηπευτικά	Έκταση (στρ)
Καλαμπόκι	5233	Παντζάρια	7
Καπνός	250	Ραδίκια	10
Φασόλια	1761	Τομάτα	906
Μηδική	5000	Λάχανα	222
Πατάτες	1571	Κουνουπίδια	55
Καρπούζια	26	Σπανάκι	23
Πεπόνια	42	Πράσα	112
Δένδρα	Έκταση (στρ)	Κρεμμύδια	141
Αχλαδιές	289	Σέλινα	2
Μηλιές	10850	Μαρούλια	18
Ροδακινιές	2	Καρότα	5
		Φασολάκια	65
		Μπάμιες	1
		Κολοκυθάκια	35
		Αγγούρια	24
		Πιπεριές	63
		Μελιτζάνες	22

ΠΗΓΗ: Ε.Σ.Υ.Ε., Ιδία επεξεργασία

### 6.1.2 Εκτίμηση των γεωργικών αναγκών

Αντικειμενικός σκοπός της άρδευσης αποτελεί ο εφοδιασμός των καλλιεργειών με το απαραίτητο νερό για την κανονική ανάπτυξη και βέλτιστη απόδοσή τους, σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Η ποσοτική εκτίμηση του νερού αυτού αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για οποιαδήποτε είδος έργου που σχετίζεται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Ένα καλλιεργούμενο χωράφι χάνει νερό με τη διαδικασία της διαπνοής από τα φυτά και της εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους. Ακόμη, μετά τη βροχή, το νερό που συγκρατείται από το υπέργειο μέρος των φυτών εξατμίζεται προς την ατμόσφαιρα. Δηλαδή δεν είναι όλη η ποσότητα της βροχόπτωσης που πέφτει στο έδαφος αποδοτική.

Η εκτίμηση των γεωργικών αναγκών στην παρούσα εργασία έγινε με τη βοήθεια του δείκτη Near Irrigation Requirement (NIR). Για την εύρεση του δείκτη αυτού απαιτείται πρώτα η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET<sub>r</sub>) από τον τύπο:

$$ET_r = K_c \cdot ETP \quad (6.1)$$

όπου:

ETP η δυνητική εξατμισοδιαπνοή που υπολογίσαμε πριν με τη μέθοδο των Blaney – Criddle, Thornwaite, Turk.

K<sub>c</sub> φυτικός συντελεστής, ο οποίος και διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης αυτής.

Ο φυτικός συντελεστής για τις δενδρώδεις καλλιέργειες παίρνει ορισμένες τυπικές τιμές, οι οποίες έχουν καθοριστεί από το Υπουργείο Γεωργίας (1992) και διαφοροποιούνται ανάλογα με το μήνα.

Για τις μη δενδρώδεις ετήσιες καλλιέργειες η συνολική περίοδος βλάστησης διακρίνεται σε τέσσερα στάδια, όπου στο πρώτο και στο τρίτο ο συντελεστής K<sub>c</sub> είναι περίπου σταθερός, ενώ στο δεύτερο αυξάνεται σχεδόν γραμμικά και στο τέταρτο μειώνεται σχεδόν γραμμικά. Έτσι για την πλήρη περιγραφή της μεταβολής του K<sub>c</sub> απαιτείται ο καθορισμός αφενός των χρονικών διαρκειών των τεσσάρων σταδίων της βλαστικής περιόδου και αφετέρου τριών χαρακτηριστικών τιμών του συντελεστή, στα

στάδια 1 και 3, καθώς και στο τέλος της περιόδου.

Η εκτίμηση του συντελεστή  $K_c$  για τις αρδευόμενες καλλιέργειες της λεκάνης έγινε με τη βοήθεια ελληνικής (Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών, Παπαζαφειρίου, 1999) και ξένης βιβλιογραφίας (Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage, paper 56), καθώς και των τιμών που δίνει το Υπουργείο Γεωργίας. Οι τιμές που παρουσίαζαν οι συντελεστές  $K_c$  συγκεκριμένων καλλιεργειών διέφεραν μεταξύ τους στις διάφορες πηγές. Σε κάθε περίπτωση προτιμήθηκαν οι συντελεστές που προτείνει το Υπουργείο Γεωργίας και η ελληνική βιβλιογραφία (ελληνικές συνθήκες) και μετά οι τιμές της ξένης βιβλιογραφίας, από την οποία πάρθηκαν οι τιμές  $K_c$  που αντιστοιχούν σε μεσογειακές συνθήκες.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι στο δεύτερο και στο τέταρτο στάδιο κάθε καλλιέργειας, όπου η τιμή του συντελεστή  $K_c$  μεταβάλλεται κάθε ημέρα, πάρθηκαν ως αντιπροσωπευτικές τιμές οι τελικές τιμές των σταδίων αυτών, δηλαδή  $K_{c3}$  και  $K_{cT}$ . Ακόμη θα πρέπει να αναφέρουμε ότι για τον καπνό, για το λάχανο και το κουνουπίδι δεν βρέθηκε η τιμή  $K_{c1}$  του πρώτου σταδίου. Επίσης δεν βρέθηκαν οι τιμές  $K_c$  για τις καλλιέργειες ρεβιθιού, βίκου, πράσου, μπάμιας και αγγουριού.

Οι τιμές του συντελεστή  $K_c$  για τις διάφορες αρδευόμενες καλλιέργειες της λεκάνης και τα στάδια ανάπτυξης της κάθε καλλιέργειας φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 6.3:** Τιμές του φυτικού συντελεστή Kc για τις διάφορες καλλιέργειες και τους μήνες του έτους.

Μήνες	Αροτραίες καλλιέργειες						
	Αραβόσιτος αμιγής	Φασόλια λευκά	Καπνός	Μηδική	Πεπόνια	Καρπούζια	Πατάτες
Οκτ	0			0,85	0	0	
Νοε	0			0	0	0	
Δεκ	0			0	0	0	
Ιαν	0			0	0	0	
Φεβ	0			0	0	0	
Μαρ	0	0,4		0	0	0	
Απρ	0	1,05		0,85	0	0	0,7
Μαϊ	0,3	1,05		0,85	0,5	0,5	1,15
Ιουν	1,15	0,9		0,85	1,05	1,05	1,15
Ιουλ	1,15			0,85	1,05	1,05	1,15
Αυγ	1,05			0,85	0,75	0,75	0,65
Σεπ	0			0,85	0	0	

**ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ**

Μήνες	Τομάτες	Κρεμμύδια	Φασολάκια	Πιπεριές	Κολοκothάκια	Μελιτζάνες	Μαρούλια	Σέλινο	Σπανάκι	Παντζάρια	Καρότα
Οκτ	0	0	0	0	0		0	0	0		0
Νοε	0	0	0	0	0		0	0	0		0
Δεκ	0	0	0	0	0		0	0	0		0
Ιαν	0	0	0	0	0		0	0	0		0
Φεβ	0	0	0	0	0		0,7	0	0		0
Μαρ	0	0	0,5	0	0		0,775	0	0		0,7
Απρ	0	0	1,05	0	0		1	0,7	0,7		1,05
Μαϊ	0,4	0,7	1,05	0,6	0	0,6	1	1,05	1	0,5	1,05
Ιουν	0,85	1	0,9	1,05	0,5	1,05	0,95	1,05	1	1,05	1,05
Ιουλ	0,85	1	0	1,05	0,95	1,05	0	1,05	0,95	1,05	0,95
Αυγ	0	0	0	0,9	0,95	1,05	0	1	0	0,95	0
Σεπ	0	0	0	0	0,75	0,9	0	0	0		0

Μήνες	Δενδρώδεις καλλιέργειες		
	Αχλαδιές	Μηλιές	Ροδακινιές
Οκτ			
Νοε			
Δεκ			
Ιαν			
Φεβ			
Μαρ			
Απρ			
Μαϊ	0,45	0,45	0,45
Ιουν	0,5	0,65	0,5
Ιουλ	0,8	0,8	0,8
Αυγ	0,65	0,65	0,65
Σεπ	0,6	0,6	0,6

ΠΗΓΗ: Παπαζαφειρίου, 1999

Υπουργείο Γεωργίας, 1992

F.A.O.

Προχωρώντας στη διαδικασία εκτίμησης των γεωργικών αναγκών της λεκάνης κι αφού υπολογίσαμε την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς για κάθε καλλιέργεια σύμφωνα με τη σχέση 4.1, προσπαθήσαμε να υπολογίσουμε και την αποδοτική βροχόπτωση, η οποία κυμαίνεται ενδεικτικά από 60% - 80% της συνολικής βροχόπτωσης του μήνα ( $P_{tot}$ ). Ο υπολογισμός της αποδοτικής βροχόπτωσης έγινε μόνο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 και της ξηρότερης τριετούς πραγματικής περιόδου για το λόγο ότι μόνο τα δύο αυτά υδρολογικά σενάρια θα ερευνηθούν στα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης, όπως θα δούμε παρακάτω.

Η αποδοτική βροχόπτωση λοιπόν υπολογίστηκε από τους ακόλουθους τύπους:

$$P_{eff} = P_{tot} * \frac{125 - 0,2 * P_{tot}}{125}, \quad \text{αν } P_{tot} < 250\text{mm} \quad (6.2)$$

$$P_{eff} = 125 + 0,1 * P_{tot}, \quad \text{αν } P_{tot} > 250\text{mm} \quad (6.3)$$

Στην περίπτωση μας η αποδοτική βροχόπτωση υπολογίστηκε με τον πρώτο τύπο αφού το συνολικό ποσό βροχόπτωσης όλων των μηνών των εξεταζόμενων ετών ήταν μικρότερο από 250 mm.

Με τον υπολογισμό και της αποδοτικής βροχόπτωσης, κατέστη δυνατό να υπολογίσουμε τελικά και το δείκτη NIR, για κάθε καλλιέργεια ξεχωριστά, με την παρακάτω σχέση:

$$NIR = ETr - Peff \quad (6.4)$$

Οι ανάγκες νερού που εκτιμήθηκαν με το συγκεκριμένο τρόπο ήταν σε mm. Γι' αυτό μετατράπηκαν σε m<sup>3</sup>, αφού πολλαπλασιάστηκαν με την έκταση της κάθε καλλιέργειας. Οι συνολικές ανάγκες νερού όλων των καλλιεργειών στην περιοχή για το ξηρότερο έτος και την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο αντίστοιχα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 6.4:** Συνολικές ανάγκες νερού των καλλιεργειών κατά το ξηρότερο έτος και την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο αντίστοιχα.

Μήνας	1992-93	1987-88	1988-89	1989-90
<b>Οκτ</b>	14354,16	0,00	363826,70	83029,91
<b>Νοε</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Δεκ</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ιαν</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Φεβ</b>	343,94	241,05	236,66	484,46
<b>Μαρ</b>	556,02	19935,20	11553,54	61834,28
<b>Απρ</b>	693558,12	497540,66	839225,02	395436,43
<b>Μαϊ</b>	1194112,57	947239,76	807552,46	577010,40
<b>Ιουν</b>	3369800,92	3213943,17	2924901,87	3615484,42
<b>Ιουλ</b>	4507846,70	4257619,69	2595930,77	3535393,23
<b>Αυγ</b>	3067306,27	3133964,50	3039539,84	2546722,56
<b>Σεπ</b>	1259408,62	1290798,44	1305870,55	1299213,83



## 6.2 Αστικές ανάγκες

### 6.2.1 Εκτίμηση πληθυσμού

Για την εκτίμηση των αστικών αναγκών απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί, όπως είδαμε, η εκτίμηση του πληθυσμού των οικισμών που υδρεύονται από γεωτρήσεις ή πηγές, που βρίσκονται εντός των ορίων της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς.

Οι συγκεκριμένοι οικισμοί, καθώς και ο πληθυσμός τους για το 1991 και 2001, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 6.5:** Πληθυσμιακά στοιχεία της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς

<b>Μόνιμος και Πραγματικός Πληθυσμός 1991 και 2001</b>				
	<b>ΜΟΝΙΜΟΣ</b>		<b>ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ</b>	
<b>Καποδιστριακός Δήμος</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>
ΔΗΜΟΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	17094	17038	15710	16218
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ	2512	2690	2581	2845
Δ.Δ. Αγία Κυριακή	298	305	305	346
ΔΗΜΟΣ ΒΙΤΣΙΟΥ	1545	1436	1632	1473
Δ.Δ. Αμπελοκήπων	615	688	610	688
ΔΗΜΟΣ ΜΑΚΕΔΝΩΝ	3219	3398	3294	3468
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>25283</b>	<b>25555</b>	<b>24132</b>	<b>25038</b>

ΠΗΓΗ: Ε.Σ.Υ.Ε., Ιδία επεξεργασία

Η πρόβλεψη για το μελλοντικό πληθυσμό της λεκάνης έγινε για το έτος 2021 και σύμφωνα με τη μέθοδο του ανατοκισμού, η οποία και αποτελεί μία από τις συνηθέστερες μεθόδους υπολογισμού του μελλοντικού πληθυσμού, με τη χρήση του παρακάτω τύπου:

$$E_n = E_o(1 + p/100)^n \quad (6.5)$$

όπου

$E_n$  πληθυσμός μετά από  $n$  έτη

$E_o$  πληθυσμός κατά το έτος σύγκρισης (έτος μελέτης)

$p$  έση ετήσια αύξηση του πληθυσμού

$n$  ερίοδος πρόβλεψης

Το ετήσιο ποσοστό μεταβολής ( $p$ ) είτε το παίρνουμε από τον πίνακα 6.6, είτε, αν θέλουμε μεγαλύτερη ακρίβεια, το υπολογίζουμε από τον ακόλουθο τύπο.

$$p = 100 \left( \sqrt[n_o]{\frac{E_s}{E_o}} - 1 \right) (\%) \quad (6.6)$$

όπου

$n_o$  αριθμός ετών πριν από το έτος μελέτης

$E_o$  πληθυσμός πριν από  $n_o$  έτη

$E_s$  ο τωρινός πληθυσμός

**Πίνακας 6.6:** Μέση ετήσια μεταβολή του πληθυσμού ( $p$ )

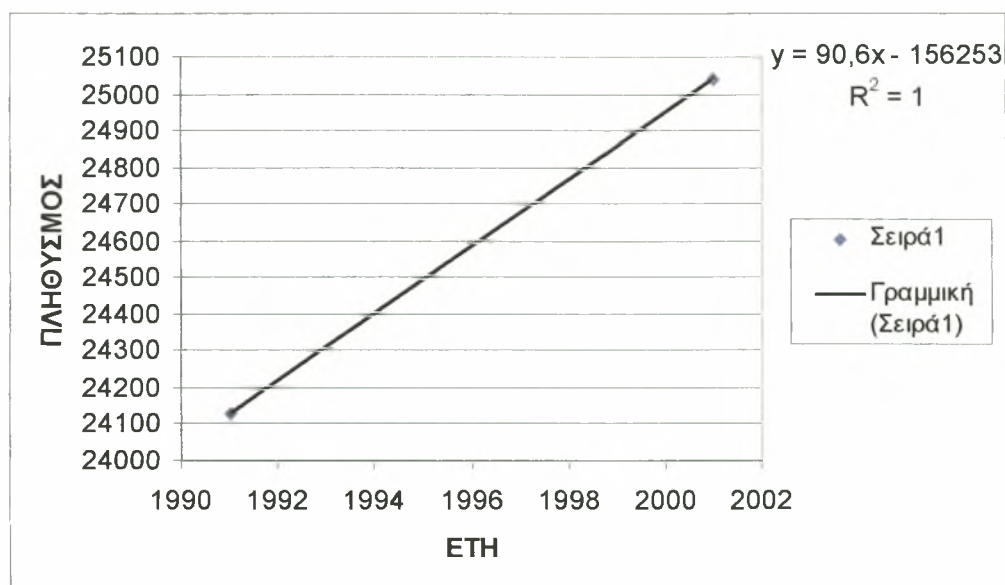
Είδος του οικισμού	$p\%$
Οικισμοί μέχρι 20.000 κατοίκους	0,50 έως 1,00
Πόλεις μεσαίου μεγέθους (μέχρι 100.000 κατοίκους)	2,00 έως 3,00
Μεγαλουπόλεις (πάνω από 100.000 κατοίκους)	4,00

Στους υπολογισμούς μας τη μέση ετήσια μεταβολή την υπολογίσαμε με τον τύπο 4.6. Αυτή και για την περίοδο 1991-2001 βγήκε ίση με 0,38. Δηλαδή ο πληθυσμός παρουσιάζει μια σταθερή ετήσια αύξηση, τα τελευταία 10 χρόνια, ίση με 0,38% περίπου.

Λαμβάνοντας υπόψη τη συγκεκριμένη αύξηση μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο πληθυσμός της λεκάνης θα συνεχίσει να αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό κι άρα, χρησιμοποιώντας τη σχέση 4.5, μπορούμε να προβούμε σε εκτίμηση του πληθυσμού για το έτος 2021. Αυτός είναι ίσος με:

$$E_{2021} = 27000 \text{ κάτοικοι}$$

Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε εάν εφαρμόσουμε και τη γραφική μέθοδο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



**Σχήμα 6.1:** Καμπύλη μεταβολής του πληθυσμού της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς

Με εφαρμογή της σχέσης μεταβολής του πληθυσμού με τον χρόνο, προκύπτει ότι αν τεθεί όπου  $x=2021$ , ο πληθυσμός ( $E$ ) γίνεται ίσος με 27000 κατοίκους, όσο δηλαδή περίπου προέκυψε και με την εφαρμογή της μεθόδου του ανατοκισμού.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η παραπάνω μέθοδος εκτίμησης του πληθυσμού δεν αποβαίνει πάντα επιτυχής για μακροχρόνιες προβλέψεις. Για τέτοιες προβλέψεις ενδείκνυται η λογιστική μέθοδος. Παρόλα αυτά η προσπάθεια για εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου στα παραπάνω δεδομένα παρουσίασε πολλά προβλήματα.

### 6.2.2 Εκτίμηση αστικών αναγκών

Για την εκτίμηση των αστικών αναγκών ερευνήθηκαν δύο σενάρια με διαφορετικές τιμές ειδικής κατανάλωσης για το καθένα:

- Σενάριο 1<sup>ο</sup>:  $Q = 130$  lt/κάτοικο/ημέρα,
- Σενάριο 2<sup>ο</sup>:  $Q = 350$  lt/κάτοικο/ημέρα (συμπεριλαμβάνει και τις απώλειες του δικτύου).

Πολλαπλασιάζοντας τις συγκεκριμένες τιμές με τον πληθυσμό του έτους 2021

βρίσκουμε τις ημερήσιες ανάγκες του πληθυσμού της λεκάνης σε lt. Αυτές εν συνεχεία μετατρέπονται σε m<sup>3</sup> και ακολούθως σε μηνιαίες τιμές κατανάλωσης. Οι συγκεκριμένες τιμές, για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> σενάριο αντίστοιχα, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 6.7:** Μηνιαίες τιμές αστικής κατανάλωσης νερού, για Q = 130 lt/κάτοικο/ημέρα και για Q = 350 lt/κάτοικο/ημέρα αντίστοιχα

	<b>Q=130lt/κατ/ημέρα</b>		<b>Q=350lt/κατ/ημέρα</b>
<b>Μήνας</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (m<sup>3</sup>)</b>
Οκτ	108812	Οκτ	292954
Νοε	105302	Νοε	283504
Δεκ	108812	Δεκ	292954
Ιαν	108812	Ιαν	292954
Φεβ	98282	Φεβ	264604
Μαρ	108812	Μαρ	292954
Απρ	105302	Απρ	283504
Μαϊ	108812	Μαϊ	292954
Ιουν	105302	Ιουν	283504
Ιουλ	108812	Ιουλ	292954
Αυγ	108812	Αυγ	292954
Σεπ	105302	Σεπ	283504

### 6.3 Κτηνοτροφικές ανάγκες

#### 6.3.1 Καταγραφή κτηνοτροφικής δραστηριότητας

Μία από τις κύριες δραστηριότητες των κατοίκων της λεκάνης είναι φυσικά, εκτός της γεωργίας, και η κτηνοτροφία. Στη λεκάνη εκτρέφονται αρκετά είδη ζώων, τα περισσότερα από τα οποία (εκτός των μελισσών) απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού ημερησίως για τη διατήρησή τους.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα είδη των ζώων που εμφανίζονται στη λεκάνη και απαιτούν ορισμένες ποσότητες νερού ημερησίως, καθώς και ο αντίστοιχος αριθμός αυτών.

**Πίνακας 6.8:** Είδη και αριθμός οικόσιτων ζώων που εμφανίζονται στη λεκάνη απορροής.

<b>Ζώα</b>	<b>Αριθμός</b>
Ίπποι	44
Όνοι	
Βοοειδή:	1221
Θήλεα	872
Άρρενα	349
Χοίροι	892
Πρόβατα	14.100
Αίγες	3931
Κουνέλια	488
Όρνιθες	11991
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>33.888</b>

ΠΗΓΗ: Ε.Σ.Υ.Ε, Ιδία επεξεργασία

### 6.3.2 Εκτίμηση κτηνοτροφικών αναγκών

Για την εκτίμηση των κτηνοτροφικών αναγκών χρησιμοποιήθηκαν ορισμένες ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης νερού, που βρέθηκαν από βιβλιογραφία (Μαρκαντωνάτος, 1990), (Χατζημηνάογλου, κ.α., 2001). Από αυτές πάρθηκαν οι μέγιστες ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης ενός συγκεκριμένου είδους ζώου. Επίσης για τους όνους και τις χήνες θεωρήθηκε ότι έχουν τις ίδιες ανάγκες σε νερό με τους ίππους και τις πάπιες αντίστοιχα.

Οι συγκεκριμένες τιμές πολλαπλασιάστηκαν με τον αντίστοιχο αριθμό των ζώων κι έτσι προέκυψε η ημερήσια κατανάλωση νερού σε lt. Η συγκεκριμένη τιμή μετατράπηκε σε m<sup>3</sup> κι ακολούθως σε μηνιαίες τιμές κατανάλωσης για τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

Τόσο οι ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης, όσο και οι μηνιαίες ανάγκες σε νερό εξαιτίας των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν:

**Πίνακας 6.9:** Ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης νερού από κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

<b>Ζώα</b>	<b>Κατανάλωση νερού (lt/κεφ.ημ.)</b>	<b>Ημερήσια κατανάλωση (lt)</b>
Ίπποι	40	640
Όνοι	40	1.880
Βοοειδή		
Θήλεα	320	204.480
Άρρενα	120	2.880
Χοίροι	20	2.180
Πρόβατα	13	142.337
Αίγες	7	55.734
Κουνέλια	11	32.120
Όρνιθες	0,2	5.320
Πάπιες	130	
Χήνες	130	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>559103</b>

ΠΗΓΗ: Μαρκαντωνάτος, 1990

Χατζημηναόγλου, κ.α., 2001

**Πίνακας 6.10:** Μηνιαίες τιμές κατανάλωσης νερού για τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

<b>Μήνες</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Μήνες</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (m<sup>3</sup>)</b>
Οκτ	17332,20	Απρ	16773,10
Νοε	16773,10	Μαϊ	17332,20
Δεκ	17332,20	Ιουν	16773,10
Ιαν	17332,20	Ιουλ	17332,20
Φεβ	15654,89	Αυγ	17332,20
Μαρ	17332,20	Σεπ	16773,10
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>204073</b>	

### 6.3.3 Εκτίμηση τουριστικών αναγκών

Για την εκτίμηση των τουριστικών αναγκών ερευνήθηκαν δύο σενάρια με διαφορετικές τιμές ειδικής κατανάλωσης για το καθένα:

- Σενάριο 1<sup>ο</sup>:  $Q = 130$  lt/κάτοικο/ημέρα,
- Σενάριο 2<sup>ο</sup>:  $Q = 350$  lt/κάτοικο/ημέρα (συμπεριλαμβάνει και τις απώλειες του δικτύου).

Πολλαπλασιάζοντας τις συγκεκριμένες τιμές με τον αριθμό των τουριστών που διανυκτερεύουν σ' όλη την έκταση της λεκάνης απορροής βρίσκουμε τις ημερήσιες ανάγκες του πληθυσμού της λεκάνης σε lt. Αυτές εν συνεχεία μετατρέπονται σε  $m^3$  και ακολούθως σε μηνιαίες τιμές κατανάλωσης. Οι συγκεκριμένες τιμές, για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> σενάριο αντίστοιχα, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 6.11:** Μηνιαίες τιμές τουριστικής κατανάλωσης νερού, για  $Q = 130$  lt/κάτοικο/ημέρα και για  $Q = 350$  lt/κάτοικο/ημέρα αντίστοιχα

	<b>Q=130lt/κατ/ημέρα</b>		<b>Q=350lt/κατ/ημέρα</b>
<b>Μήνας</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (<math>m^3</math>)</b>	<b>Μήνας</b>	<b>Μηνιαία κατανάλωση (<math>m^3</math>)</b>
Οκτ	1229,8	Οκτ	3311
Νοε	1104,22	Νοε	2972,9
Δεκ	1199,25	Δεκ	3228,75
Ιαν	921,57	Ιαν	2481,15
Φεβ	638,17	Φεβ	1718,15
Μαρ	1531,53	Μαρ	4123,35
Απρ	1518,53	Απρ	4088,35
Μαϊ	1194,05	Μαϊ	3214,75
Ιουν	1347,19	Ιουν	3627,05
Ιουλ	1328,08	Ιουλ	3575,6
Αυγ	1174,03	Αυγ	3160,85
Σεπ	1087,97	Σεπ	2929,15

## 7. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Κατά τη διαδικασία διερεύνησης του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς θα εξεταστούν τέσσερα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93) και για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Εάν προκύψει ότι καλύπτονται οι ανάγκες σε νερό που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια αυτών των ετών, τότε λογικά δεν θα υπάρχει πρόβλημα κάλυψης των αναγκών της λεκάνης σε οποιαδήποτε άλλη χρονική περίοδο.

Στην περίπτωση μας κι επειδή η εφαρμογή του υδρολογικού μοντέλου του Γιακουμάκη με εξατμισοδιαπνοή εισόδου Blaney – Criddle και Turk για το ξηρότερο έτος (1992-93), μας δίνει μηδενικές τιμές τόσο επιφανειακής απορροής όσο και διήθησης, η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου ξεκίνησε από το Φεβρουάριο και Απρίλιο του 1991 αντίστοιχα, μήνες κατά τους οποίους τόσο η επιφανειακή απορροή όσο και η διήθηση παίρνουν συγκεκριμένες τιμές, μη μηδενικές. Για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων όσον αφορά την επάρκεια ύδατος θα χρησιμοποιηθεί η ET με τον τύπο του Turk, καθώς όπως είδαμε είναι η μόνη που ικανοποιεί την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου. Η εφαρμογή των τεσσάρων εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης τόσο για το ξηρότερο έτος, όσο και για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο περιγράφεται στη συνέχεια.

### 7.1 Περιγραφή 1<sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης

- **Από επιφανειακούς υδατικούς πόρους**

Κάλυψη των σημερινών γεωργικών αναγκών για τις αρδευόμενες εκτάσεις από επιφανειακό νερό, κάλυψη των αστικών αναγκών για τον πληθυσμό του 2021 με ειδική κατανάλωση 130 l/κατ./ημ, κάλυψη όλων των αναγκών για κτηνοτροφική και τουριστική χρήση

- **Από υπόγειους υδατικούς πόρους**

Κάλυψη των σημερινών γεωργικών αναγκών για τις αρδευόμενες εκτάσεις από υπόγειο νερό

Η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου στην περίπτωση αυτή φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν, τόσο για το ξηρότερο έτος (1992-93), όσο και την ξηρότερη



τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Για κάθε περίπτωση (ξηρότερο έτος – ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο) αντιστοιχούν τρεις (3) πίνακες:

- **Πίνακας –a.** Η εξαμισοδιαπνοή των φυτών και εισόδου στο μοντέλο του Γιακουμάκη υπολογίστηκε με τον τύπο των **Blaney – Criddle**
- **Πίνακας –b.** Η εξαμισοδιαπνοή των φυτών και εισόδου στο μοντέλο του Γιακουμάκη υπολογίστηκε με τον τύπο του **Thornwaite**
- **Πίνακας –c.** Η εξαμισοδιαπνοή των φυτών και εισόδου στο μοντέλο του Γιακουμάκη υπολογίστηκε με τον τύπο του **Turk**

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των τριών μεθόδων παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

**Πίνακας 7.1α:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 130 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Φεβ-91	164936,6	865916,9	0	0	98282	15655	638,17	865916,93	50362,00
Μαρ-91	0,0	0,0	489	907	108812	17332	1531,53	865009,60	-77801,96
Απρ-91	0,0	0,0	0	0	105302	16773	1518,53	865009,60	-201395,19
Μαϊ-91	0,0	0,0	143205	265952	108812	17332	1194,05	599058,04	-471937,79
Ιουν-91	0,0	0,0	1330562	2471045	105302	16773	1347,19	-1871986,50	-1925922,13
Ιουλ-91	0,0	0,0	1217033	2260204	108812	17332	1328,08	-4132190,12	-3270426,79
Αυγ-91	0,0	0,0	816492	1516343	108812	17332	1174,03	-5648533,24	-4214237,13
Σεπ-91	0,0	0,0	374705	695881	105302	16773	1087,97	-6344413,80	-4712104,72
Οκτ-91	0,0	0,0	103050	191379	108812	17332	1229,80	-6535792,52	-4942528,46
Νοε-91	0,0	0,0	0	0	105302	16773	1104,22	-6535792,52	-5065707,39
Δεκ-91	0,0	0,0	0	0	108812	17332	1199,25	-6535792,52	-5193050,50
Ιαν-92	0,0	0,0	233	432	108812	17332	921,57	-6536224,94	-5320348,78
Φεβ-92	0,0	0,0	823	1528	98282	15655	638,17	-6537753,30	-5435746,30
Μαρ-92	0,0	0,0	17106	31768	108812	17332	1531,53	-6569521,68	-5580527,74
Απρ-92	0,0	0,0	63467	117868	105302	16773	1518,53	-6687389,26	-5767588,14
Μαϊ-92	0,0	0,0	512820	952381	108812	17332	1194,05	-7639770,07	-6407746,49
Ιουν-92	0,0	0,0	606562	1126473	105302	16773	1347,19	-8766242,94	-7137730,69
Ιουλ-92	0,0	0,0	750602	1393975	108812	17332	1328,08	-10160218,3	-8015804,76
Αυγ-92	0,0	0,0	1151409	2138331	108812	17332	1174,03	-12298549,1	-9294531,57
Σεπ-92	0,0	0,0	0	0	105302	16773	1087,97	-12298549,1	-9417694,24
Οκτ-92	0,0	0,0	5024	9330	108812	17332	1229,80	-12307879,3	-9550091,86
Νοε-92	0,0	0,0	0	0	105302	16773	1104,22	-12307879,3	-9673270,78
Δεκ-92	0,0	0,0	0	0	108812	17332	1199,25	-12307879,3	-9800613,90
Ιαν-93	0,0	0,0	0	0	108812	17332	921,57	-12307879,3	-9927679,33
Φεβ-93	0,0	0,0	120	224	98282	15655	638,17	-12308102,9	-10042374,27
Μαρ-93	0,0	0,0	195	361	108812	17332	1531,53	-12308464,3	-10170244,27
Απρ-93	0,0	0,0	242745	450813	105302	16773	1518,53	-12759277,1	-10536582,84
Μαϊ-93	0,0	0,0	417939	776173	108812	17332	1194,05	-13535450,2	-11081860,16
Ιουν-93	0,0	0,0	1179430	2190371	105302	16773	1347,19	-15725820,8	-12384712,37
Ιουλ-93	0,0	0,0	1577746	2930100	108812	17332	1328,08	-18655921,2	-14089930,66
Αυγ-93	0,0	0,0	1073557	1993749	108812	17332	1174,03	-20649670,3	-15290805,75
Σεπ-93	0,0	0,0	440793	818616	105302	16773	1087,97	-21468285,9	-15854761,44

**Πίνακας 7.1b:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 130l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-92	0	0	0	0	108812	17332	1230	3813358	19892756
Νοε-92	0	0	0	0	105302	16773	1104	3813358	19769577
Δεκ-92	9689618	1845642	0	0	108812	17332	1199	3813358	19642234
Ιαν-93	0	0	0	0	108812	17332	922	3813358	19515169
Φεβ-93	4319353	822734	0	0	98282	15655	638	3813358	19400594
Μαρ-93	6011158	1144983	0	0	108812	17332	1532	3813358	19272919
Απρ-93	0	0	0	0	105302	16773	1519	3813358	19149326
Μαί-93	0	0	0	0	108812	17332	1194	3813358	19021988
Ιουν-93	0	0	171061	317684	105302	16773	1347	3495674	18727505
Ιουλ-93	0	0	774802	1438918	108812	17332	1328	2056756	17825231
Αυγ-93	0	0	717145	1331840	108812	17332	1174	724916	16980769
Σεπ-93	0	0	496143	921408	105302	16773	1088	-196491	16361464

**Πίνακας 7.1ε:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 130l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Απρ-91	16233557	3092106	0	0	105302	16773	1519	3092106	16109964
Μαϊ-91	0	0	55934	103878	108812	17332	1194	2988228	15926692
Ιουν-91	0	0	1087851	2020294	105302	16773	1347	967934	14715419
Ιουλ-91	0	0	1020364	1894961	108812	17332	1328	-927027	13567583
Αυγ-91	0	0	742682	1379266	108812	17332	1174	-2306293	12697584
Σεπ-91	0	0	326769	606856	105302	16773	1088	-2913149	12247652
Οκτ-91	0	0	58116	107930	108812	17332	1230	-3021079	12062163
Νοε-91	0	0	0	0	105302	16773	1104	-3021079	11938984
Δεκ-91	0	0	0	0	108812	17332	1199	-3021079	11811641
Ιαν-92	0	0	23	42	108812	17332	922	-3021121	11684553
Φεβ-92	0	0	27	50	98282	15655	638	-3021170	11569951
Μαρ-92	0	0	4642	8621	108812	17332	1532	-3029792	11437634
Απρ-92	0	0	4251	7895	105302	16773	1519	-3037686	11309790
Μαϊ-92	0	0	341993	635131	108812	17332	1194	-3672817	10840458
Ιουν-92	0	0	399944	742753	105302	16773	1347	-4415570	10317092
Ιουλ-92	0	0	592644	1100624	108812	17332	1328	-5516194	9596977
Αυγ-92	0	0	1049759	1949552	108812	17332	1174	-7465746	8419900
Σεπ-92	0	0	0	0	105302	16773	1088	-7465746	8296738
Οκτ-92	0	0	0	0	108812	17332	1230	-7465746	8169364
Νοε-92	0	0	0	0	105302	16773	1104	-7465746	8046185
Δεκ-92	0	0	0	0	108812	17332	1199	-7465746	7918842
Ιαν-93	0	0	0	0	108812	17332	922	-7465746	7791776
Φεβ-93	0	0	0	0	98282	15655	638	-7465746	7677202
Μαρ-93	0	0	152331	282901	108812	17332	1532	-7748647	7397195
Απρ-93	0	0	263672	489677	105302	16773	1519	-8238324	7009930
Μαϊ-93	0	0	934283	1735096	108812	17332	1194	-9973420	5948309
Ιουν-93	0	0	1328940	2468031	105302	16773	1347	-12441451	4495948
Ιουλ-93	0	0	959405	1781751	108812	17332	1328	-14223202	3409071
Αυγ-93	0	0	385238	715443	108812	17332	1174	-14938645	2896515
Σεπ-93	0	0	0	0	105302	16773	1088	-14938645	2773352

**Πίνακας 7.2α:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

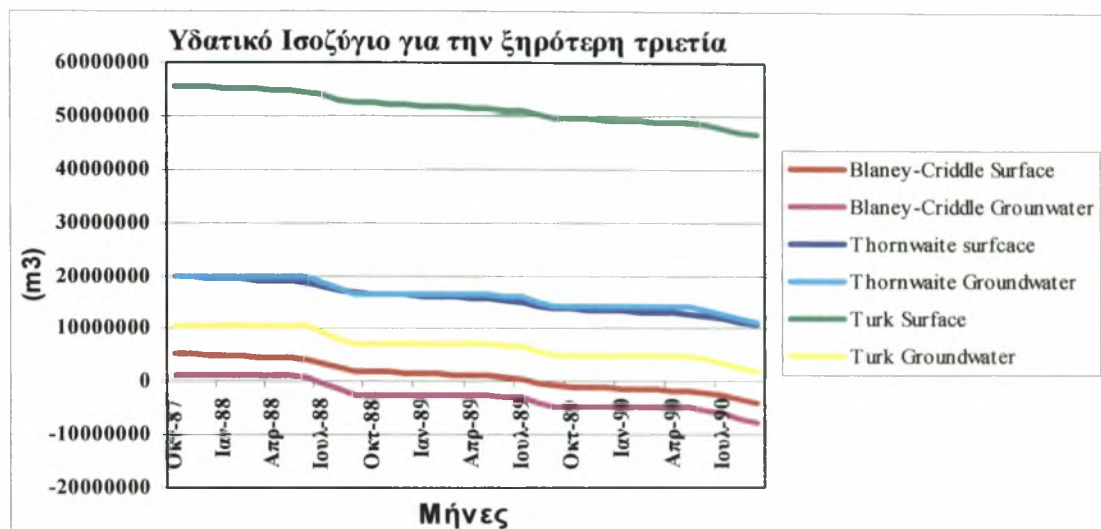
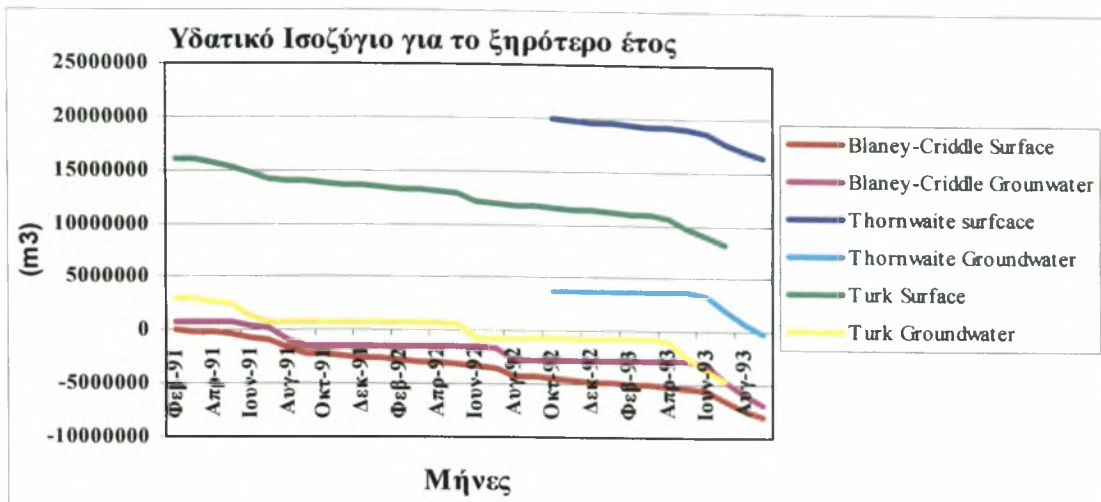
Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Ασπικές Ανάγκες 130l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	108812	17332	1230	1035134	5307080
Νοε-87	0	0	0	0	105302	16773	1104	1035134	5183901
Δεκ-87	0	0	0	0	108812	17332	1199	1035134	5056558
Ιαν-88	0	0	0	0	108812	17332	922	1035134	4929492
Φεβ-88	0	0	84	157	98282	15655	638	1034977	4814833
Μαρ-88	0	0	6977	12958	108812	17332	1532	1022019	4680181
Απρ-88	0	0	174139	323401	105302	16773	1519	698618	4382448
Μαϊ-88	0	0	331534	615706	108812	17332	1194	82912	3923576
Ιουν-88	0	0	1124880	2089063	105302	16773	1347	-2006151	2675274
Ιουλ-88	0	0	1490167	2767453	108812	17332	1328	-4773604	1057635
Αυγ-88	0	0	1096888	2037077	108812	17332	1174	-6810681	-166570
Σεπ-88	0	0	451779	839019	105302	16773	1088	-7649700	-741512
Οκτ-88	0	0	127339	236487	108812	17332	1230	-7886187	-996225
Νοε-88	0	0	0	0	105302	16773	1104	-7886187	-1119404
Δεκ-88	5434453	1035134	0	0	108812	17332	1199	-7886187	-1246747
Ιαν-89	0	0	0	0	108812	17332	922	-7886187	-1373813
Φεβ-89	0	0	83	154	98282	15655	638	-7886341	-1488470
Μαρ-89	0	0	4044	7510	108812	17332	1532	-7893851	-1620189
Απρ-89	0	0	293729	545496	105302	16773	1519	-8439347	-2037511
Μαϊ-89	0	0	282643	524909	108812	17332	1194	-8964256	-2447492
Ιουν-89	0	0	1023716	1901186	105302	16773	1347	-10865442	-3594630
Ιουλ-89	0	0	908576	1687355	108812	17332	1328	-12552797	-4630678
Αυγ-89	0	0	1063839	1975701	108812	17332	1174	-14528498	-5821834
Σεπ-89	0	0	457055	848816	105302	16773	1088	-15377314	-6402052
Οκτ-89	0	0	29060	53969	108812	17332	1230	-15431283	-6558486
Νοε-89	0	0	0	0	105302	16773	1104	-15431283	-6681665
Δεκ-89	0	0	0	0	108812	17332	1199	-15431283	-6809008
Ιαν-90	0	0	0	0	108812	17332	922	-15431283	-6936073
Φεβ-90	0	0	170	315	98282	15655	638	-15431598	-7050818
Μαρ-90	0	0	21642	40192	108812	17332	1532	-15471791	-7200135
Απρ-90	0	0	138403	257034	105302	16773	1519	-15728824	-7462131
Μαϊ-90	0	0	201954	375057	108812	17332	1194	-16103881	-7791422
Ιουν-90	0	0	1265420	2350065	105302	16773	1347	-18453946	-9180264
Ιουλ-90	0	0	1237388	2298006	108812	17332	1328	-20751951	-10545123
Αυγ-90	0	0	891353	1655370	108812	17332	1174	-22407321	-11563794
Σεπ-90	0	0	454725	844489	105302	16773	1088	-23251810	-12141682

**Πίνακας 7.2b:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 130l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	108812	17332	1230	19992370	19864997
Νοε-87	17920678	3413463	0	0	105302	16773	1104	19992370	19741818
Δεκ-87	7668780	1460720	0	0	108812	17332	1199	19992370	19614475
Ιαν-88	7853472	1495900	0	0	108812	17332	922	19992370	19487409
Φεβ-88	6034257	1149382	0	0	98282	15655	638	19992370	19372835
Μαρ-88	867289	165198	0	0	108812	17332	1532	19992370	19245159
Απρ-88	0	0	0	0	105302	16773	1519	19992370	19121566
Μαϊ-88	0	0	0	0	108812	17332	1194	19992370	18994228
Ιουν-88	0	0	133732	248360	105302	16773	1347	19744010	18737074
Ιουλ-88	0	0	581622	1080155	108812	17332	1328	18663856	18027980
Αυγ-88	0	0	659525	1224832	108812	17332	1174	17439024	17241138
Σεπ-88	0	0	456609	847988	105302	16773	1088	16591036	16661366
Οκτ-88	0	0	0	0	108812	17332	1230	16591036	16533992
Νοε-88	12377707	2357658	0	0	105302	16773	1104	16591036	16410814
Δεκ-88	19594904	3732363	0	0	108812	17332	1199	16591036	16283470
Ιαν-89	0	0	0	0	108812	17332	922	16591036	16156405
Φεβ-89	4746391	904075	0	0	98282	15655	638	16591036	16041830
Μαρ-89	0	0	0	0	108812	17332	1532	16591036	15914155
Απρ-89	0	0	1605	2981	105302	16773	1519	16588056	15788957
Μαϊ-89	0	0	0	0	108812	17332	1194	16588056	15661619
Ιουν-89	0	0	283509	526517	105302	16773	1347	16061539	15254688
Ιουλ-89	0	0	49689	92280	108812	17332	1328	15969259	15077527
Αυγ-89	0	0	564582	1048510	108812	17332	1174	14920749	14385627
Σεπ-89	0	0	419236	778581	105302	16773	1088	14142167	13843228
Οκτ-89	0	0	0	0	108812	17332	1230	14142167	13715854
Νοε-89	3255934	620178	0	0	105302	16773	1104	14142167	13592675
Δεκ-89	22306002	4248762	0	0	108812	17332	1199	14142167	13465332
Ιαν-90	0	0	0	0	108812	17332	922	14142167	13338267
Φεβ-90	2334528	444672	0	0	98282	15655	638	14142167	13223692
Μαρ-90	0	0	0	0	108812	17332	1532	14142167	13096017
Απρ-90	0	0	0	0	105302	16773	1519	14142167	12972424
Μαϊ-90	0	0	0	0	108812	17332	1194	14142167	12845086
Ιουν-90	0	0	266898	495667	105302	16773	1347	13646500	12454766
Ιουλ-90	0	0	387011	718734	108812	17332	1328	12927766	11940283
Αυγ-90	0	0	493789	917037	108812	17332	1174	12010729	11319176
Σεπ-90	0	0	460021	854325	105302	16773	1088	11156404	10735992

**Πίνακας 7.2ε:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 130l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	108812	17332	1230	10634398	55703216
Νοε-87	5847858	1113878	0	0	105302	16773	1104	10634398	55580038
Δεκ-87	5147905	980553	0	0	108812	17332	1199	10634398	55452694
Ιαν-88	5358337	1020636	0	0	108812	17332	922	10634398	55325629
Φεβ-88	2698607	514020	0	0	98282	15655	638	10634398	55211054
Μαρ-88	0	0	82	152	108812	17332	1532	10634246	55083297
Απρ-88	0	0	83282	154667	105302	16773	1519	10479579	54876422
Μαϊ-88	0	0	192009	356589	108812	17332	1194	10122990	54557074
Ιουν-88	0	0	907639	1685615	105302	16773	1347	8437375	53526014
Ιουλ-88	0	0	1285164	2386733	108812	17332	1328	6050642	52113377
Αυγ-88	0	0	994680	1847262	108812	17332	1174	4203379	50991380
Σεπ-88	0	0	405469	753014	105302	16773	1088	3450365	50462748
Οκτ-88	0	0	82733	153648	108812	17332	1230	3296717	50252641
Νοε-88	8102272	1543290	0	0	105302	16773	1104	3296717	50129462
Δεκ-88	17506583	3334587	0	0	108812	17332	1199	3296717	50002119
Ιαν-89	0	0	0	0	108812	17332	922	3296717	49875053
Φεβ-89	0	0	0	0	98282	15655	638	3296717	49760479
Μαρ-89	0	0	92	171	108812	17332	1532	3296546	49632711
Απρ-89	0	0	201252	373753	105302	16773	1519	2922793	49307866
Μαϊ-89	0	0	159875	296911	108812	17332	1194	2625882	49020653
Ιουν-89	0	0	829918	1541277	105302	16773	1347	1084605	48067313
Ιουλ-89	0	0	715608	1328985	108812	17332	1328	-244381	47224233
Αυγ-89	0	0	983292	1826113	108812	17332	1174	-2070494	46113624
Σεπ-89	0	0	407832	757401	105302	16773	1088	-2827895	45582630
Οκτ-89	0	0	0	0	108812	17332	1230	-2827895	45455256
Νοε-89	0	0	0	0	105302	16773	1104	-2827895	45332077
Δεκ-89	11169028	2127434	0	0	108812	17332	1199	-2827895	45204734
Ιαν-90	0	0	0	0	108812	17332	922	-2827895	45077669
Φεβ-90	0	0	0	0	98282	15655	638	-2827895	44963094
Μαρ-90	0	0	10248	19032	108812	17332	1532	-2846927	44825171
Απρ-90	0	0	46988	87263	105302	16773	1519	-2934190	44654590
Μαϊ-90	0	0	115549	214591	108812	17332	1194	-3148781	44411703
Ιουν-90	0	0	1053600	1956686	105302	16773	1347	-5105467	43234681
Ιουλ-90	0	0	1024166	1902023	108812	17332	1328	-7007490	42083043
Αυγ-90	0	0	811700	1507443	108812	17332	1174	-8514933	41144025
Σεπ-90	0	0	404842	751849	105302	16773	1088	-9266782	40616020



### 7.1.1 Αποτελέσματα

Από τους παραπάνω πίνακες και τα γραφήματα είναι σαφές ότι το επιφανειακό νερό επαρκεί για να καλύψει τις αρδευόμενες εκτάσεις από επιφανειακό νερό και όλες τις υπόλοιπες ανάγκες, τόσο στο ξηρότερο έτος όσο και στην ξηρότερη τριετία. Αυτό σημαίνει ότι, με τις σημερινές ανάγκες, δε θα υπάρξει πρόβλημα στα αποθέματα του επιφανειακού νερού ούτε και στο μέλλον.

Όσον αφορά το υπόγειο νερό φαίνεται ότι στο ξηρότερο έτος δεν επαρκεί να καλύψει τις γεωργικές ανάγκες τους θερινούς μήνες. Αυτό συμβαίνει διότι οι περισσότερες εκτάσεις αρδεύονται από γεωτρήσεις και μάλιστα το μέγιστο της παροχής για άρδευση παρατηρείται κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, μήνες κατά τους οποίους οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες.



## 7.2 Περιγραφή 2<sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης

Στο σενάριο αυτό γίνεται η παραδοχή ότι όλες οι υδατικές ανάγκες της λεκάνης (γεωργικές, αστικές, κτηνοτροφικές) καλύπτονται αποκλειστικά από επιφανειακό νερό, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνεται υπόψη και η δυσμενέστερη περίπτωση όσον αφορά τις αστικές ανάγκες του πληθυσμού του 2021, αφού αυτές εκτιμώνται για ειδική κατανάλωση ίση με 350l/κατ/ημ.

Η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου στην περίπτωση αυτή φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.

**Πίνακας 7.3α:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Φεβ-91	164937	865917	0	0	264604	15655	1718		-117041
Μαρ-91	0,0	0,0	489	907	292954	17332	4123		-432846
Απρ-91	0,0	0,0	0	0	283504	16773	4088		-737212
Μαϊ-91	0,0	0,0	143205	265952	292954	17332	3215		-1459870
Ιουν-91	0,0	0,0	1330562	2471045	283504	16773	3627		-5565381
Ιουλ-91	0,0	0,0	1217033	2260204	292954	17332	3576		-9356480
Αυγ-91	0,0	0,0	816492	1516343	292954	17332	3161		-12002763
Σεπ-91	0,0	0,0	374705	695881	283504	16773	2929		-13376555
Οκτ-91	0,0	0,0	103050	191379	292954	17332	3311		-13984582
Νοε-91	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2973		-14287832
Δεκ-91	0,0	0,0	0	0	292954	17332	3229		-14601347
Ιαν-92	0,0	0,0	233	432	292954	17332	2481		-14914780
Φεβ-92	0,0	0,0	823	1528	264604	15655	1718		-15199109
Μαρ-92	0,0	0,0	17106	31768	292954	17332	4123		-15562393
Απρ-92	0,0	0,0	63467	117868	283504	16773	4088		-16048094
Μαϊ-92	0,0	0,0	512820	952381	292954	17332	3215		-17826796
Ιουν-92	0,0	0,0	606562	1126473	283504	16773	3627		-19863736
Ιουλ-92	0,0	0,0	750602	1393975	292954	17332	3576		-22322176
Αυγ-92	0,0	0,0	1151409	2138331	292954	17332	3161		-25925363
Σεπ-92	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2929		-26228570
Οκτ-92	0,0	0,0	5024	9330	292954	17332	3311		-26556522
Νοε-92	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2973		-26859772
Δεκ-92	0,0	0,0	0	0	292954	17332	3229		-27173287
Ιαν-93	0,0	0,0	0	0	292954	17332	2481		-27486055
Φεβ-93	0,0	0,0	120	224	264604	15655	1718		-27768376
Μαρ-93	0,0	0,0	195	361	292954	17332	4123		-28083342
Απρ-93	0,0	0,0	242745	450813	283504	16773	4088		-29081266
Μαϊ-93	0,0	0,0	417939	776173	292954	17332	3215		-30588880
Ιουν-93	0,0	0,0	1179430	2190371	283504	16773	3627		-34262586
Ιουλ-93	0,0	0,0	1577746	2930100	292954	17332	3576		-39084295
Αυγ-93	0,0	0,0	1073557	1993749	292954	17332	3161		-42465048
Σεπ-93	0,0	0,0	440793	818616	283504	16773	2929		-44027664

**Πίνακας 7.3b:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-92	0	0	5024	9330	292954	17332	3311		19692178
Νοε-92	0	0	0	0	283504	16773	2973		19388928
Δεκ-92	9689618	1845642	0	0	292954	17332	3229		19075412
Ιαν-93	0	0	0	0	292954	17332	2481		18762645
Φεβ-93	4319353	822734	120	224	264604	15655	1718		18480324
Μαρ-93	6011158	1144983	195	361	292954	17332	4123		18165358
Απρ-93	0	0	242745	450813	283504	16773	4088		17167434
Μαί-93	0	0	417939	776173	292954	17332	3215		15659820
Ιουν-93	0	0	1179430	2190371	283504	16773	3627		11986114
Ιουλ-93	0	0	1577746	2930100	292954	17332	3576		7164405
Αυγ-93	0	0	1073557	1993749	292954	17332	3161		3783651
Σεπ-93	0	0	440793	818616	283504	16773	2929		2221036

**Πίνακας 7.3ε:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Απρ-91	16233557	3092106	0	0	283504	16773	4088		15929191
Μαϊ-91	0	0	55934	103878	292954	17332	3215		15455878
Ιουν-91	0	0	1087851	2020294	283504	16773	3627		12043828
Ιουλ-91	0	0	1020364	1894961	292954	17332	3576		8814641
Αυγ-91	0	0	742682	1379266	292954	17332	3161		6379246
Σεπ-91	0	0	326769	606856	283504	16773	2929		5142415
Οκτ-91	0	0	58116	107930	292954	17332	3311		4662771
Νοε-91	0	0	0	0	283504	16773	2973		4359521
Δεκ-91	0	0	0	0	292954	17332	3229		4046006
Ιαν-92	0	0	23	42	292954	17332	2481		3733173
Φεβ-92	0	0	27	50	264604	15655	1718		3451120
Μαρ-92	0	0	4642	8621	292954	17332	4123		3123447
Απρ-92	0	0	4251	7895	283504	16773	4088		2806935
Μαϊ-92	0	0	341993	635131	292954	17332	3215		1516309
Ιουν-92	0	0	399944	742753	283504	16773	3627		69708
Ιουλ-92	0	0	592644	1100624	292954	17332	3576		-1937422
Αυγ-92	0	0	1049759	1949552	292954	17332	3161		-5250180
Σεπ-92	0	0	0	0	283504	16773	2929		-5553387
Οκτ-92	0	0	0	0	292954	17332	3311		-5866984
Νοε-92	0	0	0	0	283504	16773	2973		-6170235
Δεκ-92	0	0	0	0	292954	17332	3229		-6483750
Ιαν-93	0	0	0	0	292954	17332	2481		-6796518
Φεβ-93	0	0	0	0	264604	15655	1718		-7078495
Μαρ-93	0	0	152331	282901	292954	17332	4123		-7828137
Απρ-93	0	0	263672	489677	283504	16773	4088		-8885852
Μαϊ-93	0	0	934283	1735096	292954	17332	3215		-11868733
Ιουν-93	0	0	1328940	2468031	283504	16773	3627		-15969607
Ιουλ-93	0	0	959405	1781751	292954	17332	3576		-19024626
Αυγ-93	0	0	385238	715443	292954	17332	3161		-20438754
Σεπ-93	0	0	0	0	283504	16773	2929		-20741961

**Πίνακας 7.4α:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle

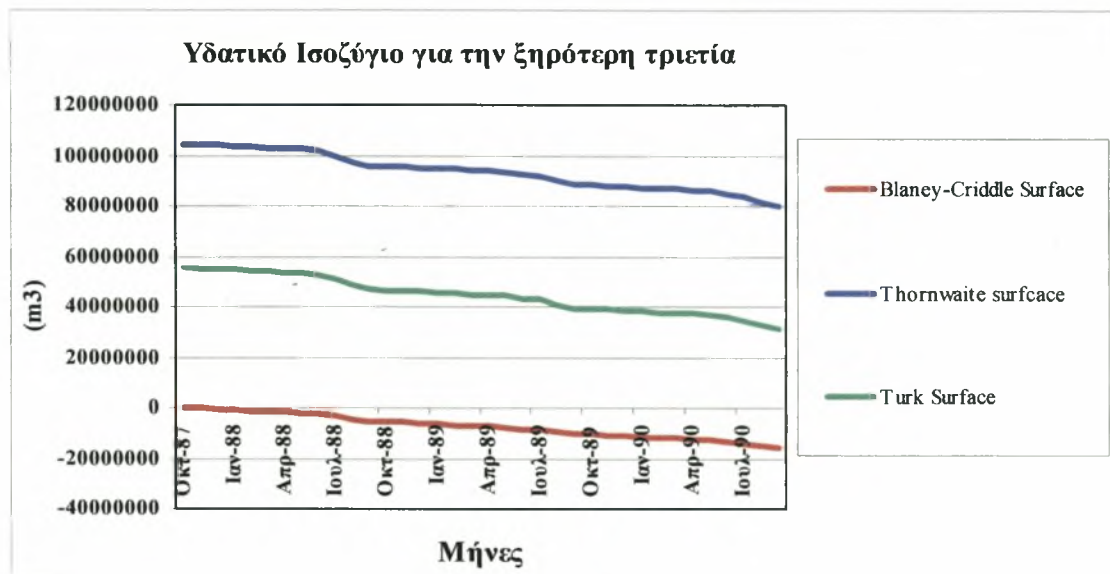
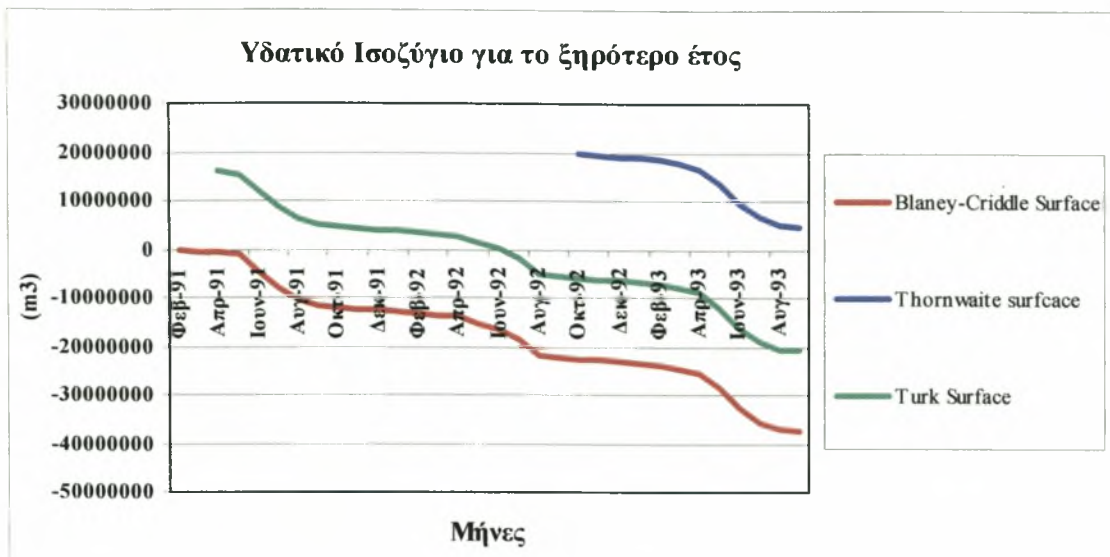
Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311		-35159
Νοε-87	0	0	0	0	283504	16773	2973		-338409
Δεκ-87	0	0	0	0	292954	17332	3229		-467782
Ιαν-88	0	0	0	0	292954	17332	2481		-596407
Φεβ-88	0	0	84	157	264604	15655	1718		-712146
Μαρ-88	0	0	6977	12958	292954	17332	4123		-849390
Απρ-88	0	0	174139	323401	283504	16773	4088		-1149693
Μαϊ-88	0	0	331534	615706	292954	17332	3215		-1610585
Ιουν-88	0	0	1124880	2089063	283504	16773	3627		-2861167
Ιουλ-88	0	0	1490167	2767453	292954	17332	3576		-4481053
Αυγ-88	0	0	1096888	2037077	292954	17332	3161		-5707246
Σεπ-88	0	0	451779	839019	283504	16773	2929		-6284029
Οκτ-88	0	0	127339	236487	292954	17332	3311		-6540823
Νοε-88	0	0	0	0	283504	16773	2973		-6665871
Δεκ-88	278439	53036	0	0	292954	17332	3229		-6795243
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481		-6923868
Φεβ-89	0	0	83	154	264604	15655	1718		-7039606
Μαρ-89	0	0	4044	7510	292954	17332	4123		-7173917
Απρ-89	0	0	293729	545496	283504	16773	4088		-7593808
Μαϊ-89	0	0	282643	524909	292954	17332	3215		-8005810
Ιουν-89	0	0	1023716	1901186	283504	16773	3627		-9155228
Ιουλ-89	0	0	908576	1687355	292954	17332	3576		-10193523
Αυγ-89	0	0	1063839	1975701	292954	17332	3161		-11386667
Σεπ-89	0	0	457055	848816	283504	16773	2929		-11968725
Οκτ-89	0	0	29060	53969	292954	17332	3311		-12127241
Νοε-89	0	0	0	0	283504	16773	2973		-12252288
Δεκ-89	0	0	0	0	292954	17332	3229		-12381661
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481		-12510286
Φεβ-90	0	0	170	315	264604	15655	1718		-12626110
Μαρ-90	0	0	21642	40192	292954	17332	4123		-12778019
Απρ-90	0	0	138403	257034	283504	16773	4088		-13042585
Μαϊ-90	0	0	201954	375057	292954	17332	3215		-13373897
Ιουν-90	0	0	1265420	2350065	283504	16773	3627		-14765019
Ιουλ-90	0	0	1237388	2298006	292954	17332	3576		-16132126
Αυγ-90	0	0	891353	1655370	292954	17332	3161		-17152783
Σεπ-90	0	0	454725	844489	283504	16773	2929		-17732512

**Πίνακας 7.4b:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311		104646347
Νοε-87	17920678	3413463	0	0	283504	16773	2973		104343097
Δεκ-87	7668780	1460720	0	0	292954	17332	3229		104029581
Ιαν-88	7853472	1495900	0	0	292954	17332	2481		103716813
Φεβ-88	6034257	1149382	0	0	264604	15655	1718		103434836
Μαρ-88	867289	165198	0	0	292954	17332	4123		103120426
Απρ-88	0	0	0	0	283504	16773	4088		102816060
Μαϊ-88	0	0	0	0	292954	17332	3215		102502559
Ιουν-88	0	0	133732	248360	283504	16773	3627		101816562
Ιουλ-88	0	0	581622	1080155	292954	17332	3576		99840924
Αυγ-88	0	0	659525	1224832	292954	17332	3161		97643120
Σεπ-88	0	0	456609	847988	283504	16773	2929		96035316
Οκτ-88	0	0	0	0	292954	17332	3311		95721719
Νοε-88	12377707	2357658	0	0	283504	16773	2973		95418468
Δεκ-88	19594904	3732363	0	0	292954	17332	3229		95104953
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481		94792185
Φεβ-89	4746391	904075	0	0	264604	15655	1718		94510208
Μαρ-89	0	0	0	0	292954	17332	4123		94195798
Απρ-89	0	0	1605	2981	283504	16773	4088		93886847
Μαϊ-89	0	0	0	0	292954	17332	3215		93573345
Ιουν-89	0	0	283509	526517	283504	16773	3627		92459415
Ιουλ-89	0	0	49689	92280	292954	17332	3576		92003584
Αυγ-89	0	0	564582	1048510	292954	17332	3161		90077043
Σεπ-89	0	0	419236	778581	283504	16773	2929		88576019
Οκτ-89	0	0	0	0	292954	17332	3311		88262422
Νοε-89	3255934	620178	0	0	283504	16773	2973		87959171
Δεκ-89	22306002	4248762	0	0	292954	17332	3229		87645656
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481		87332888
Φεβ-90	2334528	444672	0	0	264604	15655	1718		87050911
Μαρ-90	0	0	0	0	292954	17332	4123		86736501
Απρ-90	0	0	0	0	283504	16773	4088		86432135
Μαϊ-90	0	0	0	0	292954	17332	3215		86118634
Ιουν-90	0	0	266898	495667	283504	16773	3627		85052165
Ιουλ-90	0	0	387011	718734	292954	17332	3576		83632557
Αυγ-90	0	0	493789	917037	292954	17332	3161		81908283
Σεπ-90	0	0	460021	854325	283504	16773	2929		80290731

**Πίνακας 7.4c:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350 l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311		55516992
Νοε-87	5847858	1113878	0	0	283504	16773	2973		55213742
Δεκ-87	5147905	980553	0	0	292954	17332	3229		54900227
Ιαν-88	5358337	1020636	0	0	292954	17332	2481		54587459
Φεβ-88	2698607	514020	0	0	264604	15655	1718		54305482
Μαρ-88	0	0	82	152	292954	17332	4123		53990838
Απρ-88	0	0	83282	154667	283504	16773	4088		53448523
Μαϊ-88	0	0	192009	356589	292954	17332	3215		52586423
Ιουν-88	0	0	907639	1685615	283504	16773	3627		49689265
Ιουλ-88	0	0	1285164	2386733	292954	17332	3576		45703505
Αυγ-88	0	0	994680	1847262	292954	17332	3161		42548115
Σεπ-88	0	0	405469	753014	283504	16773	2929		41086425
Οκτ-88	0	0	82733	153648	292954	17332	3311		40536446
Νοε-88	8102272	1543290	0	0	283504	16773	2973		40233196
Δεκ-88	17506583	3334587	0	0	292954	17332	3229		39919681
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481		39606913
Φεβ-89	0	0	0	0	264604	15655	1718		39324936
Μαρ-89	0	0	92	171	292954	17332	4123		39010262
Απρ-89	0	0	201252	373753	283504	16773	4088		38130891
Μαϊ-89	0	0	159875	296911	292954	17332	3215		37360604
Ιουν-89	0	0	829918	1541277	283504	16773	3627		34685504
Ιουλ-89	0	0	715608	1328985	292954	17332	3576		32327048
Αυγ-89	0	0	983292	1826113	292954	17332	3161		29204196
Σεπ-89	0	0	407832	757401	283504	16773	2929		27735757
Οκτ-89	0	0	0	0	292954	17332	3311		27422159
Νοε-89	0	0	0	0	283504	16773	2973		27118909
Δεκ-89	11169028	2127434	0	0	292954	17332	3229		26805393
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481		26492625
Φεβ-90	0	0	0	0	264604	15655	1718		26210648
Μαρ-90	0	0	10248	19032	292954	17332	4123		25866959
Απρ-90	0	0	46988	87263	283504	16773	4088		25428342
Μαϊ-90	0	0	115549	214591	292954	17332	3215		24784700
Ιουν-90	0	0	1053600	1956686	283504	16773	3627		21470510
Ιουλ-90	0	0	1024166	1902023	292954	17332	3576		18230459
Αυγ-90	0	0	811700	1507443	292954	17332	3161		15597868
Σεπ-90	0	0	404842	751849	283504	16773	2929		14137970



### 7.2.1 Αποτελέσματα

Από τα ανωτέρω διαπιστώνεται ότι για την ξηρότερη τριετία το επιφανειακό νερό επαρκεί για να καλύψει όλες τις ανάγκες. Αντίθετα για το ξηρότερο έτος παρατηρείται ανεπάρκεια νερού στους θερινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Επομένως η αύξηση της ειδικής κατανάλωσης του νερού από 130 l/κατ./ημ. σε 350 l/κατ./ημ. και η άρδευση όλων των εκτάσεων από επιφανειακούς πόρους ενδεχομένως να προκαλέσουν στο μέλλον διαταραχές στις ισορροπίες του υδατικού δυναμικού. Η ανάγκη για ορθολογιστική διαχείριση σε μια τέτοια περίπτωση είναι παραπάνω από εμφανής και δεν πρέπει να στέκεται μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά ν' ακολουθεί την πραγματικότητα



### 7.3 Περιγραφή 3<sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης

Στο συγκεκριμένο σενάριο θα εξετάσουμε την περίπτωση κατά την οποία οι υδατικές ανάγκες της λεκάνης μπορεί να μεταβάλλονται στη διάρκεια του χρόνου.

Ετσι λοιπόν υποθέτουμε αρχικά ότι όλες οι υδατικές ανάγκες της λεκάνης καλύπτονται από τους επιφανειακούς υδατικούς πόρους, με την παραδοχή ότι οι γεωργικές ανάγκες για τις αρδευόμενες εκτάσεις αυξάνονται κατά 50%, ενώ οι αστικές ανάγκες (για τον πληθυσμό του έτους 2021 και για  $Q=350$  l/κατ/ημ) καλύπτονται κατά το ήμισυ. Οι κτηνοτροφικές ανάγκες παραμένουν ως έχουν.

Εκτός όμως από την περίπτωση αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και την περίπτωση μείωσης αυτών ή αλλαγής των ήδη υπάρχοντων καλλιεργειών, γεγονότα που θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση των γεωργικών αναγκών για τις αρδευόμενες εκτάσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λοιπόν υποθέτουμε ότι οι γεωργικές και οι αστικές ανάγκες της λεκάνης καλύπτονται από τους υπόγειους υδατικούς πόρους, με την παραδοχή ότι οι γεωργικές ανάγκες για τις αρδευόμενες εκτάσεις μειώνονται κατά 50%, ενώ οι αστικές ανάγκες (για τον πληθυσμό του έτους 2021 και για  $Q=350$  l/κατ/ημ) καλύπτονται επίσης κατά το ήμισυ, όπως και παραπάνω.

Για τις δύο αυτές περιπτώσεις του 3<sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης, η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου φαίνεται στους πίνακες που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

**Πίνακας 7.5α:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Φεβ-91	164937	865917	0	0	132302	15655	1718	733615	15261
Μαρ-91	0,0	0,0	907	244	146477	17332	4123	586893	-153579
Απρ-91	0,0	0,0	0	0	141752	16773	4088	445141	-316192
Μαϊ-91	0,0	0,0	265952	71602	146477	17332	3215	227062	-749168
Ιουν-91	0,0	0,0	2471045	665281	141752	16773	3627	-579972	-3382365
Ιουλ-91	0,0	0,0	2260204	608516	146477	17332	3576	-1334965	-5809953
Αυγ-91	0,0	0,0	1516343	408246	146477	17332	3161	-1889689	-7493267
Σεπ-91	0,0	0,0	695881	187352	141752	16773	2929	-2218793	-8350602
Οκτ-91	0,0	0,0	191379	51525	146477	17332	3311	-2416796	-8709101
Νοε-91	0,0	0,0	0	0	141752	16773	2973	-2558548	-8870599
Δεκ-91	0,0	0,0	0	0	146477	17332	3229	-2705025	-9037637
Ιαν-92	0,0	0,0	432	116	146477	17332	2481	-2851619	-9204360
Φεβ-92	0,0	0,0	1528	411	132302	15655	1718	-2984332	-9355564
Μαρ-92	0,0	0,0	31768	8553	146477	17332	4123	-3139363	-9555265
Απρ-92	0,0	0,0	117868	31734	141752	16773	4088	-3312848	-9835746
Μαϊ-92	0,0	0,0	952381	256410	146477	17332	3215	-3715736	-10955151
Ιουν-92	0,0	0,0	1126473	303281	141752	16773	3627	-4160769	-12243776
Ιουλ-92	0,0	0,0	1393975	375301	146477	17332	3576	-4682547	-13805137
Αυγ-92	0,0	0,0	2138331	575704	146477	17332	3161	-5404729	-16110438
Σεπ-92	0,0	0,0	0	0	141752	16773	2929	-5546481	-16271892
Οκτ-92	0,0	0,0	9330	2512	146477	17332	3311	-5695470	-16448343
Νοε-92	0,0	0,0	0	0	141752	16773	2973	-5837223	-16609841
Δεκ-92	0,0	0,0	0	0	146477	17332	3229	-5983700	-16776879
Ιαν-93	0,0	0,0	0	0	146477	17332	2481	-6130177	-16943170
Φεβ-93	0,0	0,0	224	60	132302	15655	1718	-6262539	-17093068
Μαρ-93	0,0	0,0	361	97	146477	17332	4123	-6409114	-17261363
Απρ-93	0,0	0,0	450813	121373	141752	16773	4088	-6672239	-17874789
Μαϊ-93	0,0	0,0	776173	208970	146477	17332	3215	-7027686	-18817986
Ιουν-93	0,0	0,0	2190371	589715	141752	16773	3627	-7759153	-21170509
Ιουλ-93	0,0	0,0	2930100	788873	146477	17332	3576	-8694503	-24267995
Αυγ-93	0,0	0,0	1993749	536779	146477	17332	3161	-9377759	-26428714
Σεπ-93	0,0	0,0	818616	220397	141752	16773	2929	-9739908	-27408784

**Πίνακας 7.5b:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-92	0	0	9330	2512	146477	17332	3311	3664369	19843679
Νοε-92	0	0	0	0	141752	16773	2973	3522617	19682181
Δεκ-92	9689618	1845642	0	0	146477	17332	3229	3376139	19515143
Ιαν-93	0	0	0	0	146477	17332	2481	3229662	19348852
Φεβ-93	4319353	822734	224	60	132302	15655	1718	3097300	19198954
Μαρ-93	6011158	1144983	361	97	146477	17332	4123	2950725	19030660
Απρ-93	0	0	450813	121373	141752	16773	4088	2687601	18417233
Μαί-93	0	0	776173	208970	146477	17332	3215	2332154	17474036
Ιουν-93	0	0	2190371	589715	141752	16773	3627	1600686	15121513
Ιουλ-93	0	0	2930100	788873	146477	17332	3576	665336	12024028
Αυγ-93	0	0	1993749	536779	146477	17332	3161	-17920	9863308
Σεπ-93	0	0	818616	220397	141752	16773	2929	-380069	8883238

**Πίνακας 7.5c:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Απρ-91	16233557	3092106	0	0	141752	16773	4088	2950354	16070943
Μαϊ-91	0	0	103878	27967	146477	17332	3215	2775910	15800041
Ιουν-91	0	0	2020294	543925	141752	16773	3627	2090232	13617595
Ιουλ-91	0	0	1894961	510182	146477	17332	3576	1433573	11555249
Αυγ-91	0	0	1379266	371341	146477	17332	3161	915755	10009012
Σεπ-91	0	0	606856	163384	141752	16773	2929	610618	9240702
Οκτ-91	0	0	107930	29058	146477	17332	3311	435083	8965652
Νοε-91	0	0	0	0	141752	16773	2973	293331	8804154
Δεκ-91	0	0	0	0	146477	17332	3229	146854	8637116
Ιαν-92	0	0	42	11	146477	17332	2481	365	8470783
Φεβ-92	0	0	50	13	132302	15655	1718	-131950	8321058
Μαρ-92	0	0	8621	2321	146477	17332	4123	-280748	8144504
Απρ-92	0	0	7895	2125	141752	16773	4088	-424626	7973996
Μαϊ-92	0	0	635131	170997	146477	17332	3215	-742100	7171841
Ιουν-92	0	0	742753	199972	141752	16773	3627	-1083824	6266936
Ιουλ-92	0	0	1100624	296322	146477	17332	3576	-1526623	4998927
Αυγ-92	0	0	1949552	524879	146477	17332	3161	-2197980	2882404
Σεπ-92	0	0	0	0	141752	16773	2929	-2339732	2720950
Οκτ-92	0	0	0	0	146477	17332	3311	-2486209	2553830
Νοε-92	0	0	0	0	141752	16773	2973	-2627962	2392331
Δεκ-92	0	0	0	0	146477	17332	3229	-2774439	2225293
Ιαν-93	0	0	0	0	146477	17332	2481	-2920916	2059003
Φεβ-93	0	0	0	0	132302	15655	1718	-3053218	1909328
Μαρ-93	0	0	282901	76166	146477	17332	4123	-3275861	1458494
Απρ-93	0	0	489677	131836	141752	16773	4088	-3549449	806203
Μαϊ-93	0	0	1735096	467141	146477	17332	3215	-4163068	-1095917
Ιουν-93	0	0	2468031	664470	141752	16773	3627	-4969290	-3726100
Ιουλ-93	0	0	1781751	479702	146477	17332	3576	-5595469	-5675237
Αυγ-93	0	0	715443	192619	146477	17332	3161	-5934566	-6557649
Σεπ-93	0	0	0	0	141752	16773	2929	-6076318	-6719104

**Πίνακας 7.6α:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

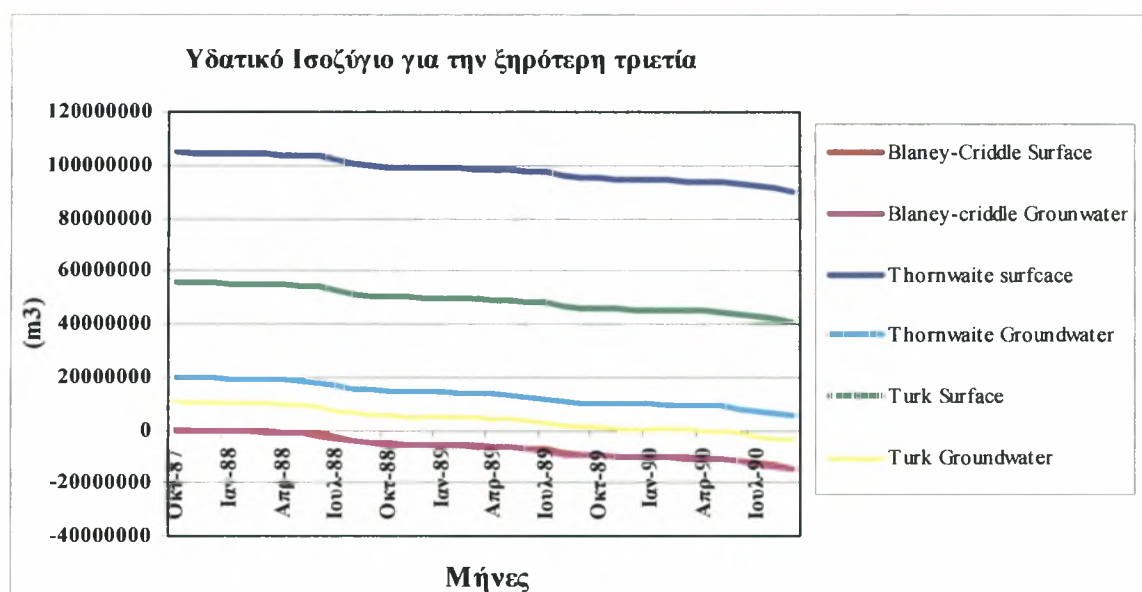
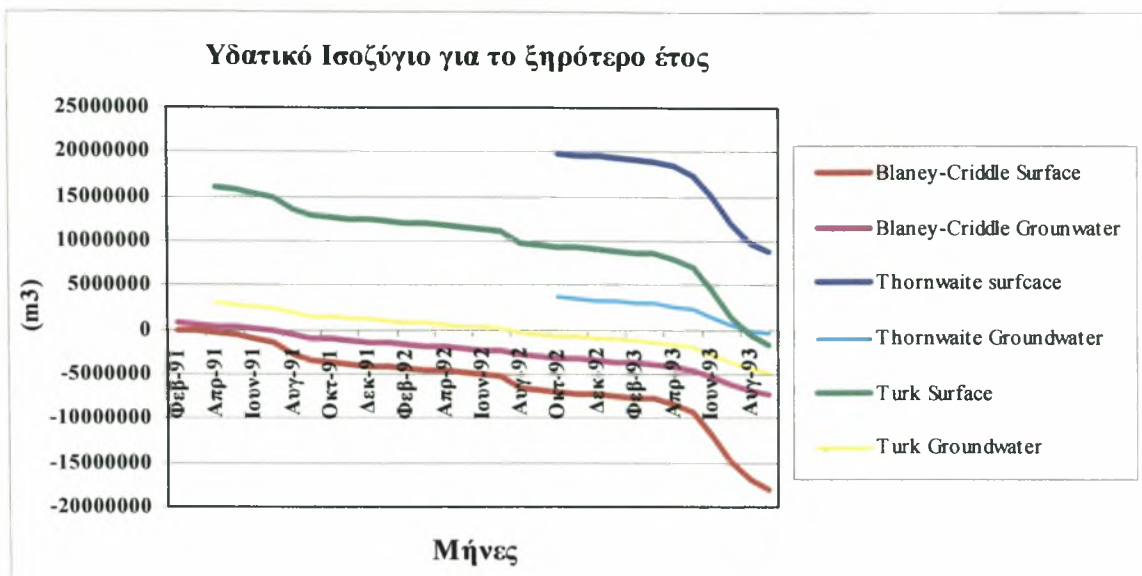
Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	146477	17332	3311	-93441	111318
Νοε-87	0	0	0	0	141752	16773	2973	-235193	-50180
Δεκ-87	0	0	0	0	146477	17332	3229	-381671	-217218
Ιαν-88	0	0	0	0	146477	17332	2481	-528148	-383509
Φεβ-88	0	0	157	118	132302	15655	1718	-660568	-533340
Μαρ-88	0	0	12958	4861	146477	17332	4123	-811907	-714231
Απρ-88	0	0	323401	124691	141752	16773	4088	-1078350	-1200246
Μαϊ-88	0	0	615706	163816	146477	17332	3215	-1388644	-1982976
Ιουν-88	0	0	2089063	752927	141752	16773	3627	-2283323	-4234191
Ιουλ-88	0	0	2767453	1049303	146477	17332	3576	-3479103	-7169029
Αυγ-88	0	0	2037077	810632	146477	17332	3161	-4436212	-9373076
Σεπ-88	0	0	839019	380890	141752	16773	2929	-4958854	-10373550
Οκτ-88	0	0	236487	118244	146477	17332	3311	-5223575	-10777158
Νοε-88	0	0	0	0	141752	16773	2973	-5365327	-10938656
Δεκ-88	278439	53036	0	0	146477	17332	3229	-5511804	-11105694
Ιαν-89	0	0	0	0	146477	17332	2481	-5658282	-11271985
Φεβ-89	0	0	154	121	132302	15655	1718	-5790704	-11421814
Μαρ-89	0	0	7510	1897	146477	17332	4123	-5939078	-11597256
Απρ-89	0	0	545496	231177	141752	16773	4088	-6312008	-12305366
Μαϊ-89	0	0	524909	140112	146477	17332	3215	-6598597	-12997299
Ιουν-89	0	0	1901186	678784	141752	16773	3627	-7419132	-15060638
Ιουλ-89	0	0	1687355	516650	146477	17332	3576	-8082259	-16915378
Αυγ-89	0	0	1975701	790679	146477	17332	3161	-9019416	-19058049
Σεπ-89	0	0	848816	384748	141752	16773	2929	-9545916	-20068319
Οκτ-89	0	0	53969	26985	146477	17332	3311	-9719378	-20289409
Νοε-89	0	0	0	0	141752	16773	2973	-9861130	-20450907
Δεκ-89	0	0	0	0	146477	17332	3229	-10007608	-20617946
Ιαν-90	0	0	0	0	146477	17332	2481	-10154085	-20784236
Φεβ-90	0	0	315	196	132302	15655	1718	-10286583	-20934226
Μαρ-90	0	0	40192	18232	146477	17332	4123	-10451292	-21142351
Απρ-90	0	0	257034	92152	141752	16773	4088	-10685196	-21561998
Μαϊ-90	0	0	375057	96279	146477	17332	3215	-10927952	-22104079
Ιουν-90	0	0	2350065	887323	141752	16773	3627	-11957027	-24616297
Ιουλ-90	0	0	2298006	809845	146477	17332	3576	-12913349	-27081687
Αυγ-90	0	0	1655370	631014	146477	17332	3161	-13690840	-28904027
Σεπ-90	0	0	844489	382378	141752	16773	2929	-14214970	-29909971

**Πίνακας 7.6b:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	146477	17332	3311	19845893	104792824
Νοε-87	17920678	3413463	0	0	141752	16773	2973	19704141	104631326
Δεκ-87	7668780	1460720	0	0	146477	17332	3229	19557664	104464288
Ιαν-88	7853472	1495900	0	0	146477	17332	2481	19411187	104297997
Φεβ-88	6034257	1149382	0	118	132302	15655	1718	19278766	104148322
Μαρ-88	867289	165198	0	4861	146477	17332	4123	19127428	103980389
Απρ-88	0	0	0	124691	141752	16773	4088	18860984	103817776
Μαϊ-88	0	0	0	163816	146477	17332	3215	18550691	103650752
Ιουν-88	0	0	248360	752927	141752	16773	3627	17656012	103240239
Ιουλ-88	0	0	1080155	1049303	146477	17332	3576	16460231	101992700
Αυγ-88	0	0	1224832	810632	146477	17332	3161	15503122	100600898
Σεπ-88	0	0	847988	380890	141752	16773	2929	14980480	99591455
Οκτ-88	0	0	0	118244	146477	17332	3311	14715760	99424335
Νοε-88	12377707	2357658	0	0	141752	16773	2973	14574007	99262837
Δεκ-88	19594904	3732363	0	0	146477	17332	3229	14427530	99095799
Ιαν-89	0	0	0	0	146477	17332	2481	14281053	98929508
Φεβ-89	4746391	904075	0	121	132302	15655	1718	14148630	98779833
Μαρ-89	0	0	0	1897	146477	17332	4123	14000256	98611900
Απρ-89	0	0	2981	231177	141752	16773	4088	13627327	98446306
Μαϊ-89	0	0	0	140112	146477	17332	3215	13340738	98279282
Ιουν-89	0	0	526517	678784	141752	16773	3627	12520202	97590612
Ιουλ-89	0	0	92280	516650	146477	17332	3576	11857075	97330948
Αυγ-89	0	0	1048510	790679	146477	17332	3161	10919919	96115467
Σεπ-89	0	0	778581	384748	141752	16773	2929	10393418	95175431
Οκτ-89	0	0	0	26985	146477	17332	3311	10219956	95008311
Νοε-89	3255934	620178	0	0	141752	16773	2973	10078204	94846813
Δεκ-89	22306002	4248762	0	0	146477	17332	3229	9931727	94679775
Ιαν-90	0	0	0	0	146477	17332	2481	9785250	94513484
Φεβ-90	2334528	444672	0	196	132302	15655	1718	9652751	94363809
Μαρ-90	0	0	0	18232	146477	17332	4123	9488042	94195876
Απρ-90	0	0	0	92152	141752	16773	4088	9254138	94033263
Μαϊ-90	0	0	0	96279	146477	17332	3215	9011382	93866238
Ιουν-90	0	0	495667	887323	141752	16773	3627	7982307	93208419
Ιουλ-90	0	0	718734	809845	146477	17332	3576	7025985	92322300
Αυγ-90	0	0	917037	631014	146477	17332	3161	6248494	91238292
Σεπ-90	0	0	854325	382378	141752	16773	2929	5724365	90222513

**Πίνακας 7.6c:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) +50% (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) -50% (m <sup>3</sup> )	Λοιπές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> ) -50%	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό	Υδατικό Ισοζύγιο για το Επιφανειακό Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	146477	17332	3311	10487921	55663470
Νοε-87	5847858	1113878	0	0	141752	16773	2973	10346169	55501972
Δεκ-87	5147905	980553	0	0	146477	17332	3229	10199691	55334933
Ιαν-88	5358337	1020636	0	0	146477	17332	2481	10053214	55168643
Φεβ-88	2698607	514020	0	118	132302	15655	1718	9920794	55018968
Μαρ-88	0	0	152	4861	146477	17332	4123	9769456	54850883
Απρ-88	0	0	154667	124691	141752	16773	4088	9503012	54533602
Μαϊ-88	0	0	356589	163816	146477	17332	3215	9192719	54009989
Ιουν-88	0	0	1685615	752927	141752	16773	3627	8298040	52162222
Ιουλ-88	0	0	2386733	1049303	146477	17332	3576	7102259	49608103
Αυγ-88	0	0	1847262	810632	146477	17332	3161	6145150	47593871
Σεπ-88	0	0	753014	380890	141752	16773	2929	5622508	46679402
Οκτ-88	0	0	153648	118244	146477	17332	3311	5357787	46358634
Νοε-88	8102272	1543290	0	0	141752	16773	2973	5216035	46197136
Δεκ-88	17506583	3334587	0	0	146477	17332	3229	5069558	46030097
Ιαν-89	0	0	0	0	146477	17332	2481	4923081	45863807
Φεβ-89	0	0	0	121	132302	15655	1718	4790658	45714132
Μαρ-89	0	0	171	1897	146477	17332	4123	4642284	45546028
Απρ-89	0	0	373753	231177	141752	16773	4088	4269355	45009661
Μαϊ-89	0	0	296911	140112	146477	17332	3215	3982766	44545726
Ιουν-89	0	0	1541277	678784	141752	16773	3627	3162230	42842296
Ιουλ-89	0	0	1328985	516650	146477	17332	3576	2499103	41345926
Αυγ-89	0	0	1826113	790679	146477	17332	3161	1561946	39352842
Σεπ-89	0	0	757401	384748	141752	16773	2929	1035446	38433987
Οκτ-89	0	0	0	26985	146477	17332	3311	861984	38266866
Νοε-89	0	0	0	0	141752	16773	2973	720232	38105368
Δεκ-89	11169028	2127434	0	0	146477	17332	3229	573755	37938330
Ιαν-90	0	0	0	0	146477	17332	2481	427277	37772039
Φεβ-90	0	0	0	196	132302	15655	1718	294779	37622364
Μαρ-90	0	0	19032	18232	146477	17332	4123	130070	37435400
Απρ-90	0	0	87263	92152	141752	16773	4088	-103834	37185523
Μαϊ-90	0	0	214591	96279	146477	17332	3215	-346590	36803908
Ιουν-90	0	0	1956686	887323	141752	16773	3627	-1375665	34685069
Ιουλ-90	0	0	1902023	809845	146477	17332	3576	-2331987	32615662
Αυγ-90	0	0	1507443	631014	146477	17332	3161	-3109478	30941248
Σεπ-90	0	0	751849	382378	141752	16773	2929	-3633608	30027945



### 7.3.1 Αποτελέσματα

Από τους παραπάνω πίνακες διαφαίνεται ότι παρ' όλο που οι αρδευόμενες εκτάσεις από επιφανειακό νερό αυξάνουν κατά 50% και οι αστικές ανάγκες καλύπτονται κατά το ήμισυ με ειδική κατανάλωση 350 l/κατ./ημ, οι επιφανειακοί υδατικοί πόροι επαρκούν για να καλύψουν αυτές τις ανάγκες. Αντίθετα οι υπόγειοι υδατικοί πόροι δεν επαρκούν για να καλύψουν τις γεωργικές και αστικές ανάγκες για το ξηρότερο έτος. Για την ξηρότερη τριετία παρατηρείται ανεπάρκεια νερού τους τελευταίους έξι μήνες και το υδατικό ισοζύγιο σ' όλη την τριετία είναι μεν θετικό, δε μπορεί όμως να χαρακτηριστεί ικανοποιητικό.



#### 7.4 Περιγραφή 4<sup>ου</sup> εναλλακτικού σεναρίου διαχείρισης

Στο 4<sup>ο</sup> και τελευταίο σενάριο διαχείρισης θα εξετάσουμε την περίπτωση κατά την οποία όλες οι υδατικές ανάγκες της λεκάνης, δηλαδή οι γεωργικές όπως έχουν σήμερα, οι αστικές για τον πληθυσμό του 2021 και  $Q=350l/\text{κατ}/\eta\mu$  και οι κτηνοτροφικές, καλύπτονται αποκλειστικά από υπόγειους υδατικούς πόρους.

Η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου για το σενάριο αυτό φαίνεται στους ακόλουθους πίνακες.

**Πίνακας 7.7α:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Φεβ-91	164937	865917	0	0	264604	15655	1718	583940
Μαρ-91	0,0	0,0	489	907	292954	17332	4123	268134
Απρ-91	0,0	0,0	0	0	283504	16773	4088	-36232
Μαϊ-91	0,0	0,0	143205	265952	292954	17332	3215	-758890
Ιουν-91	0,0	0,0	1330562	2471045	283504	16773	3627	-4864401
Ιουλ-91	0,0	0,0	1217033	2260204	292954	17332	3576	-8655500
Αυγ-91	0,0	0,0	816492	1516343	292954	17332	3161	-11301783
Σεπ-91	0,0	0,0	374705	695881	283504	16773	2929	-12675575
Οκτ-91	0,0	0,0	103050	191379	292954	17332	3311	-13283601
Νοε-91	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2973	-13586852
Δεκ-91	0,0	0,0	0	0	292954	17332	3229	-13900367
Ιαν-92	0,0	0,0	233	432	292954	17332	2481	-14213800
Φεβ-92	0,0	0,0	823	1528	264604	15655	1718	-14498128
Μαρ-92	0,0	0,0	17106	31768	292954	17332	4123	-14861413
Απρ-92	0,0	0,0	63467	117868	283504	16773	4088	-15347113
Μαϊ-92	0,0	0,0	512820	952381	292954	17332	3215	-17125816
Ιουν-92	0,0	0,0	606562	1126473	283504	16773	3627	-19162756
Ιουλ-92	0,0	0,0	750602	1393975	292954	17332	3576	-21621196
Αυγ-92	0,0	0,0	1151409	2138331	292954	17332	3161	-25224383
Σεπ-92	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2929	-25527589
Οκτ-92	0,0	0,0	5024	9330	292954	17332	3311	-25855541
Νοε-92	0,0	0,0	0	0	283504	16773	2973	-26158792
Δεκ-92	0,0	0,0	0	0	292954	17332	3229	-26472307
Ιαν-93	0,0	0,0	0	0	292954	17332	2481	-26785075
Φεβ-93	0,0	0,0	120	224	264604	15655	1718	-27067396
Μαρ-93	0,0	0,0	195	361	292954	17332	4123	-27382362
Απρ-93	0,0	0,0	242745	450813	283504	16773	4088	-28380286
Μαϊ-93	0,0	0,0	417939	776173	292954	17332	3215	-29887900
Ιουν-93	0,0	0,0	1179430	2190371	283504	16773	3627	-33561605
Ιουλ-93	0,0	0,0	1577746	2930100	292954	17332	3576	-38383314
Αυγ-93	0,0	0,0	1073557	1993749	292954	17332	3161	-41764068
Σεπ-93	0,0	0,0	440793	818616	283504	16773	2929	-43326683

**Πίνακας 7.7b:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Οκτ-92	0	0	5024	9330	292954	17332	3311	3485406
Νοε-92	0	0	0	0	283504	16773	2973	3182156
Δεκ-92	9689618	1845642	0	0	292954	17332	3229	2868641
Ιαν-93	0	0	0	0	292954	17332	2481	2555873
Φεβ-93	4319353	822734	120	224	264604	15655	1718	2273552
Μαρ-93	6011158	1144983	195	361	292954	17332	4123	1958586
Απρ-93	0	0	242745	450813	283504	16773	4088	960662
Μαϊ-93	0	0	417939	776173	292954	17332	3215	-546952
Ιουν-93	0	0	1179430	2190371	283504	16773	3627	-4220658
Ιουλ-93	0	0	1577746	2930100	292954	17332	3576	-9042367
Αυγ-93	0	0	1073557	1993749	292954	17332	3161	-12423120
Σεπ-93	0	0	440793	818616	283504	16773	2929	-13985736

**Πίνακας 7.7c:** Υδατικό ισοζύγιο για το ξηρότερο έτος της περιόδου 1961-94 (1992-93). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Απρ-91	16233557	3092106	0	0	283504	16773	4088	2787740
Μαϊ-91	0	0	55934	103878	292954	17332	3215	2314427
Ιουν-91	0	0	1087851	2020294	283504	16773	3627	-1097623
Ιουλ-91	0	0	1020364	1894961	292954	17332	3576	-4326809
Αυγ-91	0	0	742682	1379266	292954	17332	3161	-6762205
Σεπ-91	0	0	326769	606856	283504	16773	2929	-7999036
Οκτ-91	0	0	58116	107930	292954	17332	3311	-8478679
Νοε-91	0	0	0	0	283504	16773	2973	-8781930
Δεκ-91	0	0	0	0	292954	17332	3229	-9095445
Ιαν-92	0	0	23	42	292954	17332	2481	-9408278
Φεβ-92	0	0	27	50	264604	15655	1718	-9690331
Μαρ-92	0	0	4642	8621	292954	17332	4123	-10018004
Απρ-92	0	0	4251	7895	283504	16773	4088	-10334516
Μαϊ-92	0	0	341993	635131	292954	17332	3215	-11625141
Ιουν-92	0	0	399944	742753	283504	16773	3627	-13071743
Ιουλ-92	0	0	592644	1100624	292954	17332	3576	-15078873
Αυγ-92	0	0	1049759	1949552	292954	17332	3161	-18391631
Σεπ-92	0	0	0	0	283504	16773	2929	-18694838
Οκτ-92	0	0	0	0	292954	17332	3311	-19008435
Νοε-92	0	0	0	0	283504	16773	2973	-19311686
Δεκ-92	0	0	0	0	292954	17332	3229	-19625201
Ιαν-93	0	0	0	0	292954	17332	2481	-19937969
Φεβ-93	0	0	0	0	264604	15655	1718	-20219946
Μαρ-93	0	0	152331	282901	292954	17332	4123	-20969588
Απρ-93	0	0	263672	489677	283504	16773	4088	-22027303
Μαϊ-93	0	0	934283	1735096	292954	17332	3215	-25010184
Ιουν-93	0	0	1328940	2468031	283504	16773	3627	-29111058
Ιουλ-93	0	0	959405	1781751	292954	17332	3576	-32166077
Αυγ-93	0	0	385238	715443	292954	17332	3161	-33580205
Σεπ-93	0	0	0	0	283504	16773	2929	-33883412

**Πίνακας 7.8α:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο των Blaney – Criddle.

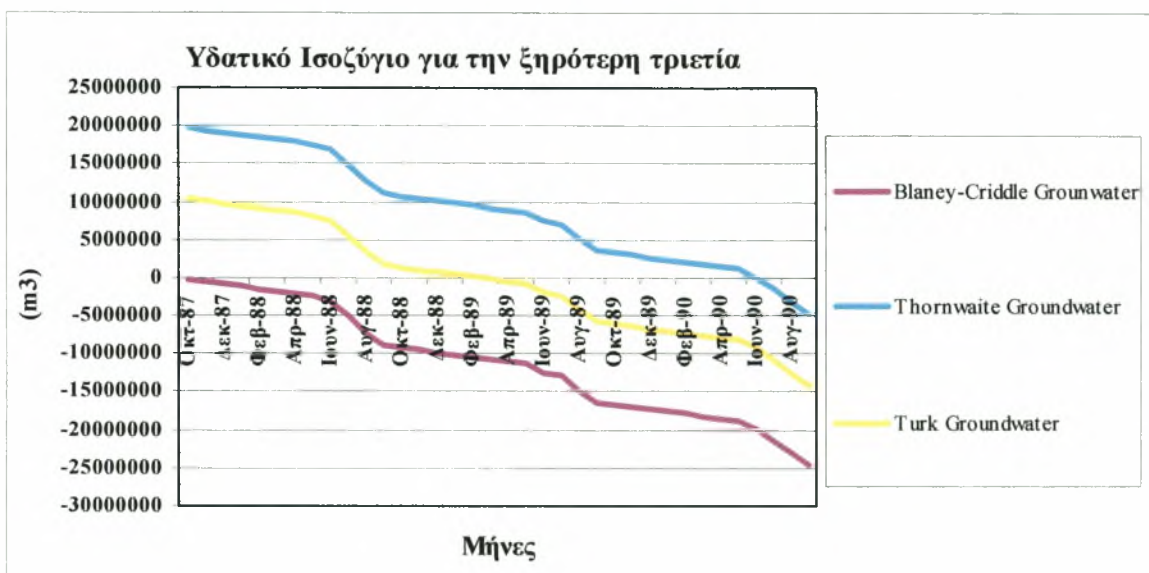
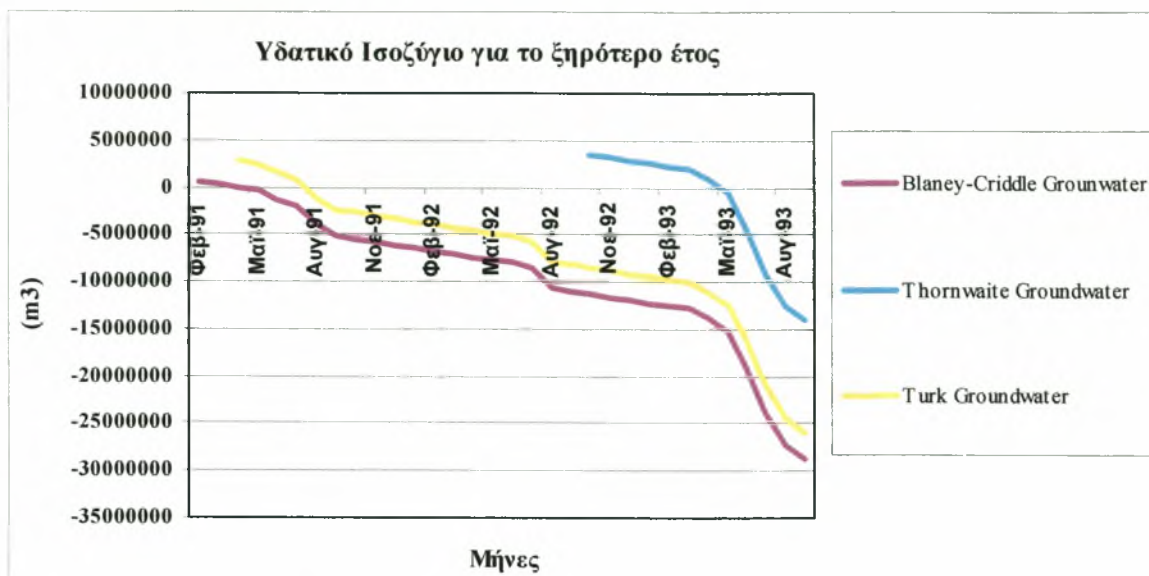
Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311	-260561,72
Νοε-87	0	0	0	0	283504	16773	2973	-563812,05
Δεκ-87	0	0	0	0	292954	17332	3229	-877327,47
Ιαν-88	0	0	0	0	292954	17332	2481	-1190095,30
Φεβ-88	0	0	84	157	264604	15655	1718	-1472313,43
Μαρ-88	0	0	6977	12958	292954	17332	4123	-1806658,65
Απρ-88	0	0	174139	323401	283504	16773	4088	-2608565,09
Μαϊ-88	0	0	331534	615706	292954	17332	3215	-3869306,27
Ιουν-88	0	0	1124880	2089063	283504	16773	3627	-7387153,92
Ιουλ-88	0	0	1490167	2767453	292954	17332	3576	-11958635,88
Αυγ-88	0	0	1096888	2037077	292954	17332	3161	-15406047,91
Σεπ-88	0	0	451779	839019	283504	16773	2929	-17000052,93
Οκτ-88	0	0	127339	236487	292954	17332	3311	-17677477,31
Νοε-88	0	0	0	0	283504	16773	2973	-17980727,63
Δεκ-88	278439	53036	0	0	292954	17332	3229	-18294243,06
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481	-18607010,88
Φεβ-89	0	0	83	154	264604	15655	1718	-18889224,63
Μαρ-89	0	0	4044	7510	292954	17332	4123	-19215188,19
Απρ-89	0	0	293729	545496	283504	16773	4088	-20358778,99
Μαϊ-89	0	0	282643	524909	292954	17332	3215	-21479832,88
Ιουν-89	0	0	1023716	1901186	283504	16773	3627	-24708639,23
Ιουλ-89	0	0	908576	1687355	292954	17332	3576	-27618432,28
Αυγ-89	0	0	1063839	1975701	292954	17332	3161	-30971419,64
Σεπ-89	0	0	457055	848816	283504	16773	2929	-32580496,77
Οκτ-89	0	0	29060	53969	292954	17332	3311	-32977124,35
Νοε-89	0	0	0	0	283504	16773	2973	-33280374,67
Δεκ-89	0	0	0	0	292954	17332	3229	-33593890,10
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481	-33906657,92
Φεβ-90	0	0	170	315	264604	15655	1718	-34189119,46
Μαρ-90	0	0	21642	40192	292954	17332	4123	-34565363,77
Απρ-90	0	0	138403	257034	283504	16773	4088	-35265165,98
Μαϊ-90	0	0	201954	375057	292954	17332	3215	-36155677,80
Ιουν-90	0	0	1265420	2350065	283504	16773	3627	-40075066,70
Ιουλ-90	0	0	1237388	2298006	292954	17332	3576	-43924322,20
Αυγ-90	0	0	891353	1655370	292954	17332	3161	-46784492,28
Σεπ-90	0	0	454725	844489	283504	16773	2929	-48386912,69

**Πίνακας 7.8b:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Thornwaite.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311	19678773
Νοε-87	17920678	3413463	0	0	283504	16773	2973	19375522
Δεκ-87	7668780	1460720	0	0	292954	17332	3229	19062007
Ιαν-88	7853472	1495900	0	0	292954	17332	2481	18749239
Φεβ-88	6034257	1149382	0	0	264604	15655	1718	18467262
Μαρ-88	867289	165198	0	0	292954	17332	4123	18152852
Απρ-88	0	0	0	0	283504	16773	4088	17848486
Μαϊ-88	0	0	0	0	292954	17332	3215	17534985
Ιουν-88	0	0	133732	248360	283504	16773	3627	16848988
Ιουλ-88	0	0	581622	1080155	292954	17332	3576	14873350
Αυγ-88	0	0	659525	1224832	292954	17332	3161	12675546
Σεπ-88	0	0	456609	847988	283504	16773	2929	11067742
Οκτ-88	0	0	0	0	292954	17332	3311	10754145
Νοε-88	12377707	2357658	0	0	283504	16773	2973	10450894
Δεκ-88	19594904	3732363	0	0	292954	17332	3229	10137379
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481	9824611
Φεβ-89	4746391	904075	0	0	264604	15655	1718	9542634
Μαρ-89	0	0	0	0	292954	17332	4123	9228224
Απρ-89	0	0	1605	2981	283504	16773	4088	8919273
Μαϊ-89	0	0	0	0	292954	17332	3215	8605771
Ιουν-89	0	0	283509	526517	283504	16773	3627	7491840
Ιουλ-89	0	0	49689	92280	292954	17332	3576	7036009
Αυγ-89	0	0	564582	1048510	292954	17332	3161	5109469
Σεπ-89	0	0	419236	778581	283504	16773	2929	3608445
Οκτ-89	0	0	0	0	292954	17332	3311	3294848
Νοε-89	3255934	620178	0	0	283504	16773	2973	2991597
Δεκ-89	22306002	4248762	0	0	292954	17332	3229	2678082
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481	2365314
Φεβ-90	2334528	444672	0	0	264604	15655	1718	2083337
Μαρ-90	0	0	0	0	292954	17332	4123	1768927
Απρ-90	0	0	0	0	283504	16773	4088	1464561
Μαϊ-90	0	0	0	0	292954	17332	3215	1151060
Ιουν-90	0	0	266898	495667	283504	16773	3627	84591
Ιουλ-90	0	0	387011	718734	292954	17332	3576	-1335017
Αυγ-90	0	0	493789	917037	292954	17332	3161	-3059291
Σεπ-90	0	0	460021	854325	283504	16773	2929	-4676843

**Πίνακας 7.8c:** Υδατικό ισοζύγιο για την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο (1987-90). Η ΕΤ των φυτών υπολογίστηκε με τον τύπο του Turk.

Μήνας	Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (S) (m <sup>3</sup> )	Γεωργικές Ανάγκες (G) (m <sup>3</sup> )	Αστικές Ανάγκες 350l/c/d (m <sup>3</sup> )	Κτηνοτροφικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Τουριστικές Ανάγκες (m <sup>3</sup> )	Υδατικό Ισοζύγιο για το Υπόγειο Νερό
Οκτ-87	0	0	0	0	292954	17332	3311	10320800
Νοε-87	5847858	1113878	0	0	283504	16773	2973	10017550
Δεκ-87	5147905	980553	0	0	292954	17332	3229	9704035
Ιαν-88	5358337	1020636	0	0	292954	17332	2481	9391267
Φεβ-88	2698607	514020	0	0	264604	15655	1718	9109290
Μαρ-88	0	0	82	152	292954	17332	4123	8794646
Απρ-88	0	0	83282	154667	283504	16773	4088	8252331
Μαϊ-88	0	0	192009	356589	292954	17332	3215	7390231
Ιουν-88	0	0	907639	1685615	283504	16773	3627	4493072
Ιουλ-88	0	0	1285164	2386733	292954	17332	3576	507313
Αυγ-88	0	0	994680	1847262	292954	17332	3161	-2648077
Σεπ-88	0	0	405469	753014	283504	16773	2929	-4109767
Οκτ-88	0	0	82733	153648	292954	17332	3311	-4659746
Νοε-88	8102272	1543290	0	0	283504	16773	2973	-4962996
Δεκ-88	17506583	3334587	0	0	292954	17332	3229	-5276511
Ιαν-89	0	0	0	0	292954	17332	2481	-5589279
Φεβ-89	0	0	0	0	264604	15655	1718	-5871256
Μαρ-89	0	0	92	171	292954	17332	4123	-6185930
Απρ-89	0	0	201252	373753	283504	16773	4088	-7065301
Μαϊ-89	0	0	159875	296911	292954	17332	3215	-7835588
Ιουν-89	0	0	829918	1541277	283504	16773	3627	-10510688
Ιουλ-89	0	0	715608	1328985	292954	17332	3576	-12869144
Αυγ-89	0	0	983292	1826113	292954	17332	3161	-15991996
Σεπ-89	0	0	407832	757401	283504	16773	2929	-17460435
Οκτ-89	0	0	0	0	292954	17332	3311	-17774033
Νοε-89	0	0	0	0	283504	16773	2973	-18077283
Δεκ-89	11169028	2127434	0	0	292954	17332	3229	-18390799
Ιαν-90	0	0	0	0	292954	17332	2481	-18703567
Φεβ-90	0	0	0	0	264604	15655	1718	-18985544
Μαρ-90	0	0	10248	19032	292954	17332	4123	-19329233
Απρ-90	0	0	46988	87263	283504	16773	4088	-19767850
Μαϊ-90	0	0	115549	214591	292954	17332	3215	-20411492
Ιουν-90	0	0	1053600	1956686	283504	16773	3627	-23725682
Ιουλ-90	0	0	1024166	1902023	292954	17332	3576	-26965733
Αυγ-90	0	0	811700	1507443	292954	17332	3161	-29598324
Σεπ-90	0	0	404842	751849	283504	16773	2929	-31058222



### 7.4.1 Αποτελέσματα

Στο σενάριο αυτό γίνεται η παραδοχή ότι όλες οι ανάγκες καλύπτονται από υπόγειους υδατικούς πόρους. Παρατηρείται λοιπόν ότι τόσο για το ξηρότερο έτος όσο και για την ξηρότερη τριετία το υπόγειο νερό δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες. Συγκρίσει του 2<sup>ου</sup> σεναρίου όπου όλες οι ανάγκες καλύπτονται από επιφανειακό νερό καθίσταται σαφής η μεγάλη διαφορά υδατικού δυναμικού.



## 7.5 Συμπεράσματα

Από την περιγραφή των παραπάνω εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης καταλήγουμε στη διατύπωση ορισμένων βασικών συμπερασμάτων, τα οποία θα μας βοηθήσουν να διατυπώσουμε στη συνέχεια ορισμένες προτάσεις για την καλύτερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς.

Το κυριότερο συμπέρασμα που προκύπτει λοιπόν είναι η ανάγκη για καλύτερη διαχείριση και εκμετάλλευση των επιφανειακών υδατικών πόρων, αφού φαίνονται να είναι σε επάρκεια για την κάλυψη των υδατικών αναγκών της λεκάνης τόσο κατά το ξηρότερο έτος, όσο και κατά την ξηρότερη τριετή πραγματική περίοδο, σε αντίθεση φυσικά με τους υπόγειους υδατικούς πόρους, η εξάντληση των οποίων επέρχεται αρκετά γρήγορα.

Επίσης παρατηρούμε ότι μια αύξηση των γεωργικών αναγκών της λεκάνης, μέσω της αύξησης της επιφάνειας των αρδευόμενων καλλιεργειών, θα είχε δυσμενείς επιπτώσεις ακόμη και στο υδατικό ισοζύγιο των επιφανειακών υδατικών πόρων, ενώ αντίθετα η μείωση αυτών μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις επάνω στην ήδη επιβαρημένη κατάσταση των υπόγειων υδατικών πόρων.

Εξάλλου, εκτός από τη μείωση των γεωργικών αναγκών, μια μείωση και των αστικών αναγκών θα είχε θετικές επιδράσεις στο υδατικό ισοζύγιο της περιοχής, τόσο αυτό των επιφανειακών όσο και αυτό των υπόγειων υδατικών πόρων.

## **8 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

### **8.1 Ανάγκη συνεχούς παρακολούθησως της λίμνης**

Με την παρούσα Υδρολογική Μελέτη προσδιορίστηκαν με ικανοποιητική ακρίβεια οι μηνιαίες, οι ετήσιες και οι αντίστοιχες μέσες τιμές των διαφόρων υδρομετεωρολογικών και υδρομετρικών στοιχείων τα οποία υπεισέρχονται και επηρεάζουν κατά δραστικό τρόπο την κατάσταση ευτροφισμού της Λίμνης Καστοριάς. Η κατάσταση της Λίμνης είναι υπερτροφική και μάλιστα με δείκτες ακραίους σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία (Οικονομόπουλος 1994).

Για την εξυγίανση της Λίμνης και περαιτέρω διατήρηση της σε μια υγιή κατάσταση ισορροπίας απαιτείται η εφαρμογή ενός καταλλήλου και μακροχρόνιου προγράμματος διαχείρισης της Λίμνης. Για την επιτυχία δε του προγράμματος αυτού έχει καθοριστική σημασία αφ' ενός η κατά το δυνατόν ακριβής γνώση των εισκομιζομένων στην Λίμνη ρυπαντικών φορτίων και αφ' ετέρου η γνώση ανά πάσα στιγμή του υδρολογικού ισοζυγίου της Λίμνης (συνολικές ποσότητες επιφανειακών και υπογείων εισροών και εκροών από την Λίμνη). Δεδομένου δε ότι, τόσο η ευρύτερη Λεκάνη απορροής της Λίμνης όσο και ειδικότερα το λιμναίο οικοσύστημα, αποτελούν δυναμικά συστήματα τα οποία ευρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη, αλληλεξάρτηση και δυναμική ισορροπία στον χρόνο, η παρακολούθηση και μελέτη αμφοτέρων των συστημάτων πρέπει να είναι συστηματική, συνεχής και αδιάλειπτος. Διότι μόνον κατ' αυτόν τον τρόπο ο υπεύθυνος εφαρμογής του προγράμματος διαχείρισης της Λίμνης θα γνωρίζει ανά πάσα στιγμή την κατάσταση του συστήματος και την πιθανή μελλοντική εξέλιξη του, με βάση δε την γνώση αυτή θα προγραμματίζει την λήψη των αναγκαίων διορθωτικών μέτρων ώστε να αποφευχθεί μια πιθανή αρνητική εξέλιξη της ισορροπίας του λιμναίου οικοσυστήματος.

### **8.2 Μείωση των καταναλώσεων από τη γεωργική χρήση**

Η μείωση των καταναλώσεων από τη γεωργική χρήση του νερού κρίνεται απαραίτητη για την καλύτερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού.

Αυτή μπορεί να επιτευχθεί διαμέσου πολλών τεχνικών και προγραμμάτων. Ένα

από τα σημαντικότερα προγράμματα σχετίζεται με τη μείωση των απωλειών κατά την άρδευση, το οποίο αποτελεί πρόγραμμα που πρέπει να εφαρμοστεί, κατά τη γνώμη μας, σε όλες τις καλλιεργούμενες περιοχές που εμφανίζουν προβλήματα ξηρασίας κατά τους θερινούς μήνες. Είναι γνωστό ότι με τη χρήση των περισσότερων από τα σημερινά συστήματα αρδεύσεων (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός) χάνονται σημαντικές ποσότητες νερού. Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση περισσότερο αποδοτικών αρδευτικών συστημάτων, όπως είναι η στάγδην άρδευση. Επειδή όμως τα αποδοτικά αρδευτικά συστήματα κοστίζουν περισσότερο απ' ό,τι τα υπόλοιπα, θα πρέπει οι αγρότες της περιοχής, κι όχι μόνο, να ενθαρρυνθούν προς τη χρήση περισσότερο αποδοτικών συστημάτων διαμέσου κατάλληλων φορολογικών ελαφρύνσεων ή περισσότερο ορθολογικής κοστολόγησης του νερού.

Εκτός όμως από το πρόγραμμα που σχετίζεται με την βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης, ένα άλλο πρόγραμμα θα μπορούσε επίσης να τεθεί σε ισχύ στην περιοχή. Αυτό σχετίζεται με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, δηλαδή αντικατάσταση των ήδη υπαρχόντων καλλιεργειών που απαιτούν τεράστιες ποσότητες νερού για την ανάπτυξή τους (π.χ. βαμβάκι) με άλλες που είναι περισσότερο οικονομικές στη χρήση του νερού, αντιστέκονται στην ξηρασία και στα άλατα. Για την επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών θα πρέπει να γίνουν ανάλογες εδαφολογικές και κλιματολογικές μελέτες, έτσι ώστε να επιλεγούν είδη που ευδοκούν στα εδάφη και κάτω από το ιδιαίτερο μικροκλίμα της περιοχής. Επίσης πρέπει να ερευνηθεί και η αποδοτικότητα των συγκεκριμένων καλλιεργειών, έτσι ώστε οι αγρότες της περιοχής, που χάνουν ήδη ένα συγκεκριμένο εισόδημα από την αντικατάσταση των παλαιών καλλιεργειών τους, να μη ζημιώνονται εντέλει.

Τέλος οι αγρότες της περιοχής πρέπει επίσης να ενθαρρυνθούν για να χρησιμοποιούν κατάλληλες καλλιεργητικές τεχνικές (π.χ. οργανικές τεχνικές) που δίνουν περισσότερη σοδειά ανά στρέμμα, ενώ απαιτούν μόνο 1/4 του νερού και των εμπορικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται σε συμβατικές καλλιέργειες.

### **8.3 Μείωση των καταναλώσεων από την αστική χρήση**

Η μείωση των καταναλώσεων από την αστική (οικιακή) χρήση του νερού δεν φαίνεται να είναι εφικτή στο άμεσο μέλλον διότι για την επίτευξή της απαιτείται η διαμόρφωση κατάλληλης παιδείας ανάμεσα στους πολίτες, έτσι ώστε να μην σπαταλούν άσκοπα ποσότητες νερού, οι οποίες κατά τα άλλα θα μπορούσαν να

χρησιμοποιηθούν με αποδοτικό τρόπο για κάποιο άλλο σκοπό.

Το κράτος μέσω διαφόρων εκστρατειών για την ενημέρωση των πολιτών περί έλλειψης του νερού, αλλά και μέσω της προσφοράς κατάλληλων κινήτρων (φορολογικές ελαφρύνσεις, κ.λ.π.) στους πολίτες για την εξοικονόμηση του νερού, μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της σπατάλης του νερού που χρησιμοποιείται εντός των οικιών και των καταστημάτων. Ένα άλλο μέτρο που θα μπορούσε να λειτουργήσει θετικά είναι η επιβολή μιας περισσότερο ορθολογικής κοστολόγησης του νερού ως αγαθού, μια και σήμερα το κόστος που πληρώνει κανείς για το νερό αντανακλά μόνο την επεξεργασία και μεταφορά του νερού στις οικίες και τα καταστήματα.

#### **8.4 Συμπεράσματα**

Από την προηγούμενη ανάλυση των τρόπων με τους οποίους θα μπορούσαμε να επιτύχουμε καλύτερη και ορθολογικότερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της λίμνης Καστοριάς κρίνεται επιτακτική η εκμετάλλευση του επαρκέστερου επιφανειακού νερού τόσο για την εξασφάλιση επαρκούς αρδεύσιμου νερού για τις καλλιέργειες της περιοχής, όσο και για την ισορροπία του υπόγειου υδροφορέα, μια και μέχρι τώρα η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση αντλείται αποκλειστικά από τον υπόγειο υδροφορέα με άμεσο επακόλουθο την εμφάνιση φαινομένων υπεράντλησης αυτού κατά τους θερινούς μήνες.

Όσον αφορά τα μέτρα για τη μείωση των καταναλώσεων στη γεωργική χρήση θα μπορούσε να τεθεί ένα χρονοδιάγραμμα για την εγκατάσταση περισσότερο αποδοτικών συστημάτων αρδεύσεων και φυσικά για την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, ενώ τα μέτρα για τη μείωση των καταναλώσεων στην αστική χρήση δεν φαίνεται προς το παρόν να είναι εφικτά. Πάντως το γεγονός της κοστολόγησης του νερού θα έπρεπε να αξιολογηθεί με μεγαλύτερη προσοχή από τις αρμόδιες υπηρεσίες.

Με βάση τα παραπάνω προτείνουμε την χρησιμοποίηση κυρίως επιφανειακού νερού για την άρδευση των καλλιεργειών της περιοχής. Υπόγειο νερό μπορεί να χρησιμοποιείται για άρδευση, αλλά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Επίσης προτείνουμε οι αστικές ανάγκες να καλύπτονται σχεδόν αποκλειστικά από υπόγειο νερό και το νερό των υπαρχόντων πηγών και σε εξαιρετικές περιπτώσεις από το

επιφανειακό νερό των ταμιευτήρων. Ο βασικός λόγος για τη διατύπωση της συγκεκριμένης πρότασης σχετίζεται με την ποιότητα του νερού. Το νερό που προορίζεται για ύδρευση πόλεων και οικισμών πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας. Τα επιφανειακά νερά είναι πάντα πιο "επιρρεπή" στις πηγές ρύπανσης, ενώ ο υπόγειος υδροφόρας λόγω θέσης χαρακτηρίζεται πάντα από νερό πολύ υψηλότερης ποιότητας απ' ό,τι το επιφανειακό. Επίσης υπάρχουν ήδη οι υποδομές σε όλα σχεδόν τα δημοτικά διαμερίσματα, που βρίσκονται εντός της λεκάνης, για την εκμετάλλευση των υπόγειων νερών (γεωτρήσεις, δίκτυα μεταφοράς, δεξαμενές) και δεν κρίνεται απαραίτητο να αχρηστευτούν ή να τροποποιηθούν. Τέλος οι κτηνοτροφικές ανάγκες μπορούν να καλύπτονται κι αυτές από το επιφανειακό νερό των ταμιευτήρων.

Το παραπάνω σενάριο διαχείρισης φαίνεται να είναι και το πλέον ενδεδειγμένο για τη συγκεκριμένη λεκάνη απορροής, αφού τόσο κατά το ξηρότερο έτος, όσο και κατά την ξηρότερη τριετία καλύπτονται όλες οι ανάγκες σε νερό και ταυτόχρονα απομένει και αρκετή ποσότητα νερού τόσο στον υπόγειο, όσο και στον επιφανειακό υδροφόρα.

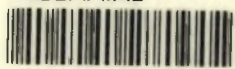
## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

- Βαφειάδης Π., 1983. *Υδρογεωλογική Μελέτη της Λεκάνης Καστοριάς*.  
Διδακτορική Διατριβή υποβληθείσα στο Γεωλογικό Τμήμα της  
Φυσικομαθηματικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου  
Θεσσαλονίκης.
- Ε.Σ.Υ.Ε., Απογραφές 1981, 1991, 2001.
- Ε.Σ.Υ.Ε., Δελτίο Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας.
- Μαρκαντωνάτος Γ., *Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων*, Εκδόσεις  
Γαρταγάνης, Αθήνα, 1990.
- Μουζούρη Γ., Αλμπανάκης Κ., Ψιλοβίκος Αρ., Βουβαλίδης Κ., Μαργώνη Σ. «Το  
υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής της λίμνης Κορώνειας και η  
επίδρασή του στην εξέλιξη των μορφομετρικών χαρακτηριστικών της».  
Πρακτικά του 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής  
Γεωγραφικής Εταιρείας, Τόμος Ι, σελ. 202 – 209, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος  
2002.
- Μουστάκα – Γούνη Μαρία, 2000. «Διερεύνηση υδροβιολογικών παραμέτρων στη  
λίμνη της Καστοριάς. Επιλογή βέλτιστης μεθόδου αποκατάστασης της  
οικολογικής ισορροπίας», Ερευνητικό Πρόγραμμα, Επιτροπή Ερευνών ΑΠΘ.
- Οικονομόπουλος, 1994. *Μελέτη για Εξυγίανση και Αξιοποίηση της λίμνης  
Καστοριάς*. Θεματική Ενότητα 8: Εφαρμογή Μοντέλου Ποιότητας και  
Διαχείριση Πηγών Ρύπανσης. Ξάνθη.
- Παπαζαφειρίου Ζ., *Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών*, Εκδόσεις Ζήτη,  
Θεσσαλονίκη, 1999.
- Σακκάς Ι., 1985. *Τεχνική Υδρολογία. Τεύχος Ι: Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων*,  
Ξάνθη.
- Σπυρίδης Ανθ., Ψιλοβίκος Αρ. & Κουτάλου Β., 2002. «Εξαγωγή όμβριων καμπυλών  
Νομού Κοζάνης για χρήση αυτών σε αντιπλημμυρικά έργα και έργα  
διαχείρισης υδατικών πόρων». Πρακτικά του 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Γεωγραφικού  
Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Τόμος Ι, σελ. 339 – 346,  
Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2002.
- Τολίκας Δ. & Μυλόπουλος Ν., *Σημειώσεις για τη Διαχείριση Υδατικών Πόρων*,  
Τμήμα Διαχείρισης Αγροτικού Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων (Π.Σ.Ε.),  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2002,

- Τσακίρης Γ., Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1995,
- Υπουργείο Γεωργίας, Χαρακτηριστικές τιμές του φυτικού συντελεστή  $K_c$  στην Ελλάδα για διάφορες δενδρώδεις και μη δενδρώδεις καλλιέργειες, Αθήνα, 1992,
- Φιλίππου Χρ., 2004. «Ποιοτική Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της λεκάνης απορροής της λίμνης της Καστοριάς και μοντέλα γεωγραφικής κατανομής της ρύπανσης», Πτυχιακή Εργασία Τμήμα ΠΣΕ Διαχείρισης Αγροτικού Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Ψιλοβίκος Αρ., Μουτσόπουλος Κ., Τζιμόπουλος Χ., Γιαννόπουλος Σ., 1996. «Προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου του υδροφορέα Ειδομένης - Ευζώνων με τη χρήση του μοντέλου MODFLOW», Πρακτικά του 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα «Εγχειοβελτιωτικά Έργα – Διαχείριση Υδατικών Πόρων – Εκμηχάνιση Γεωργίας», σελ. 210-222, Λάρισα, Απρίλιος 1996.
- Ψιλοβίκος Αρ., 1999. *Βέλτιστη διαχείριση υπόγειων υδροφορέων. Συγκριτική αξιολόγηση με τις μεθόδους Γραμμικού και μη Γραμμικού Προγραμματισμού*. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών ΑΠΘ.
- Ψιλοβίκος Αρ. & Τζιμόπουλος Χ., 2003. Άρση της χρονικής επαλληλίας από το μητρώο μοναδιαίας ανταπόκρισης στη διαχείριση υπόγειου υδροφορέα. *ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΑ*, Τόμος 13, Δεκ. 2003, σελ. 87–103, ISSN 1106-5419.
- Ψιλοβίκος Αντ., Αλμπανάκης Κ., Λαόπουλος Θ., Ψιλοβίκος Αρ., Κοσματόπουλος Κ & Μαργώνη Σ. «Η Συμβολή της Αυτοματοποιημένης Παρακολούθησης (Monitoring) του Διασυνοριακού Ποταμού Νέστου στην Βιώσιμη Διαχείριση του. Μια πρώτη προσέγγιση». Ηλεκτρονικά Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Συμποσίου Περιβάλλοντος του ΑΠΘ με τίτλο «Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 60/2000 για τα νερά στην Ελλάδα και η Ευρωπαϊκή Εμπειρία», Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2004.
- Ψιλοβίκος Άρης, 2005. «Αειφορική Διαχείριση Υδατικών Πόρων». Πανεπιστημιακές Σημειώσεις για το ομώνυμο μάθημα του Τμήματος Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 210, Βόλος.
- FAO, Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage, Paper 56.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

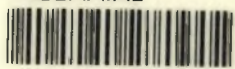


004000074645





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074645

