

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ &  
ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ  
Δ/ΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ & ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ  
& ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

MINISTRY OF ENVIRONMENT, REGIONAL  
PLANNING & PUBLIC WORKS

GENERAL SECRETARIAT OF PUBLIC WORKS  
SECRETARIAT OF WATER SUPPLY & SEWAGE

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS  
DIVISION OF WATER RESOURCES - HYDRAULIC  
& MARITIME ENGINEERING

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ  
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ  
ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ 10  
ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ Α ΦΑΣΗΣ

RESEARCH PROJECT  
EVALUATION AND MANAGEMENT OF THE  
WATER RESOURCES OF STEREA HELLAS

VOLUME 10  
FINAL REPORT OF PHASE A

ΣΥΝΤΑΞΗ: Ι. ΝΑΛΜΠΑΝΤΗΣ & Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1992

BY: I. NALBANTIS & D. KOUTSOYIANNIS  
SCIENTIFIC DIRECTOR: TH. XANTHOPOULOS  
PRINCIPAL INVESTIGATOR: D. KOUTSOYIANNIS

ATHENS - OCTOBER 1992

# ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ .....	iii
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ.....	v
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ιστορικό.....	1
1.2 Συμβατικό αντικείμενο Α΄ φάσης.....	1
1.3 Αντικείμενο του παρόντος τεύχους.....	4
1.4 Περιεχόμενα της Α΄ φάσης του προγράμματος.....	4
1.4.1 Τεύχη.....	4
1.4.2 Παραρτήματα .....	4
1.4.3 Πληροφορία σε μαγνητικά μέσα .....	5
2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ .....	6
3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ .....	8
4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	15
4.1 Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα .....	15
4.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί και δεδομένα.....	22
4.3 Υδρομετρικοί σταθμοί και δεδομένα.....	30
4.4 Ισοζύγια ταμιευτήρων .....	35
5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	41
5.1 Βάση και προγράμματα επεξεργασίας μηνιαίων υδρομετεωρολογικών δεδομένων .....	41
5.1.1 Εισαγωγή.....	41
5.1.2. Βάση δεδομένων και σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων .....	41
5.1.3 Ομογενοποίηση δειγμάτων .....	43
5.1.4 Συμπλήρωση δειγμάτων.....	44
5.1.5 Στατιστική επεξεργασία δειγμάτων .....	45
5.2 Προγράμματα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών.....	46
5.2.1 Εισαγωγή.....	46
5.2.2 Το γενικό σχήμα προσομοίωσης των προγραμμάτων .....	48
5.2.3 Στατιστικές παράμετροι που διατηρούνται.....	49
5.2.4 Μοντέλο γέννησης ετήσιων μεταβλητών (μεταβλητών υψηλότερου επιπέδου).....	50
5.2.5 Μοντέλο γέννησης μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου .....	51

5.2.6 Η χρήση των προγραμμάτων.....	51
5.3 Προγράμματα προσομοίωσης της σχέσης βροχής απορροής .....	53
5.3.1 Γενικά.....	53
5.3.2 Μοντέλα SACRAMENTO και Υδατικού Ισοζυγίου.....	54
5.3.3 Το πρόγραμμα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής. Δοκιμαστική εφαρμογή στη λεκάνη Ευήνου.....	55
5.4 Οργάνωση και διαχείριση πληροφοριών υδρολογικών λεκανών με τεχνικές GIS.....	56
6. ΕΞΑΓΩΓΗ ΠΡΩΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	59
ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	64

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Επιστημονικός υπεύθυνος του ερευνητικού έργου ήταν ο Καθηγητής Θεμ. Ξανθόπουλος. Τη διεύθυνση των εργασιών της ερευνητικής ομάδας είχε ο Δ. Κουτσογιάννης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ, ο οποίος ανέπτυξε επίσης και τα προγράμματα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών.

Στο επιστημονικό προσωπικό της ερευνητικής ομάδας (Α' φάση του ερευνητικού έργου) συμμετείχαν:

- Η Κ. Αλεξοπούλου, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, στη συλλογή και αρχειοθέτηση πρωτογενών υδρομετεωρολογικών δεδομένων και την δοκιμαστική εφαρμογή των προγραμμάτων επεξεργασίας των μηνιαίων δεδομένων στη λεκάνη του Ευήνου.
- Η Π. Αναστασοπούλου, Πολιτικός Μηχανικός, στη συλλογή και αρχειοθέτηση πρωτογενών υδρομετεωρολογικών δεδομένων και την δοκιμαστική εφαρμογή των προγραμμάτων επεξεργασίας των μηνιαίων δεδομένων στη λεκάνη του Ευήνου.
- Η Χ. Ανυφαντή, Πολιτικός Μηχανικός, στη συλλογή και αρχειοθέτηση υδρομετεωρολογικών δεδομένων και τη συστηματοποίηση των μεθόδων επεξεργασίας των δεδομένων αυτών.
- Ο Ε. Αφτιάς, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ, στη συστηματοποίηση μελετών υδρολογικού ενδιαφέροντος.
- Ο Ν. Μαμάσης, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, στη συλλογή υδρομετεωρολογικών δεδομένων, την ανάπτυξη προγραμμάτων επεξεργασίας μηνιαίων υδρολογικών δεδομένων, τη δοκιμαστική εφαρμογή των προγραμμάτων επεξεργασίας δεδομένων στη λεκάνη του Ευήνου και την προετοιμασία χαρτών για ψηφιοποίηση.
- Η Δ. Μπάκου, Πολιτικός Μηχανικός, στη συλλογή και αρχειοθέτηση υδρομετεωρολογικών δεδομένων και την ψηφιοποίηση χαρτών.
- Ο Ι. Ναλμπάντης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, στην ανάπτυξη προγραμμάτων προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής και σε εργασίες σχετικές με τη διοίκηση του έργου.
- Ο Κ. Νικολάου, Μηχανικός Πληροφορικής, στην ανάπτυξη της βάσης και των προγραμμάτων επεξεργασίας μηνιαίων υδρολογικών δεδομένων.
- Η Σ. Ρώτη, Πολιτικός Μηχανικός, M. Sc., στην επισκόπηση μελετών υδρολογικού ενδιαφέροντος και την κατάρτιση των ισοζυγίων των ταμιευτήρων της Στερεάς Ελλάδας.
- Ο Ι. Σπυράκος, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, στην οργάνωση και διαχείριση πληροφοριών λεκανών απορροής με τεχνικές GIS.
- Η Ι. Σταματάκη, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, στην οργάνωση και διαχείριση πληροφοριών λεκανών απορροής με τεχνικές GIS.

- Ο Ν. Σταυρίδης, Πολιτικός Μηχανικός, M. Sc., στην αξιολόγηση και επιλογή των σταθμών μέτρησης υδρολογικών μεταβλητών και στην επεξεργασία δεδομένων υδρομετρήσεων.
- Ο Γ. Τσακαλίας, Πολιτικός Μηχανικός, στην ανάπτυξη προγραμμάτων επεξεργασίας μηνιαίων υδρολογικών δεδομένων.
- Ο Κ. Τσολακίδης, Πολιτικός Μηχανικός, M.S.E., στη συλλογή και αρχειοθέτηση βροχομετρικών και μετεωρολογικών δεδομένων.

Την ψηφιοποίηση των χαρτών για το GIS έκανε, μαζί με όσους αναφέρθηκαν πιο πάνω, η Ζ. Σωτηρίου, ενώ τη γραμματειακή επιμέλεια του έργου είχαν οι Θ. Στρατάκου και Ν. Γαρίνη.

## ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

Η ερευνητική ομάδα αισθάνεται την υποχρέωση να ευχαριστήσει:

- τον Διευθυντή Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Δ6) του ΥΠΕΧΩΔΕ κ. Ι. Λεονταρίτη
  - τον τμηματάρχη της ίδιας Διεύθυνσης (Δ6) κ. Κότταρη
- για την εμπιστοσύνη που μας έδειξαν, αναθέτοντάς μας το ερευνητικό έργο.

Επίσης ευχαριστεί τους κ.κ. Α. Κατσίκια, Π. Τσούκα και Ι. Κοτσορέ της Διεύθυνσης Δ7 του ΥΠΕΧΩΔΕ για τα υδρολογικά στοιχεία που μας έδωσαν και την πρόσβαση στο αρχείο μελετών του Υπουργείου που μας εξασφάλισαν.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον Πρόεδρο της ΕΥΔΑΠ Καθ. Δ. Χριστούλα, για τη συνεργασία και το ενδιαφέρον του.

Ακόμη η ερευνητική ομάδα ευχαριστεί:

1. τον κ. Νιάνιο, και την κυρία Γκαγκαουδάκη της ΕΜΥ,
  2. Ι. Μαραγκού, Δ. Παπαχρήστου, Δ. Μάργαρη, Π. Γεωργιάδη του Τομέα Συλλογής και Μελέτης Υδρολογικών στοιχείων της Διεύθυνσης Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων (ΤΣΜΥΣ/ΔΑΥΕ) της ΔΕΗ,
  3. τον κ. Λέρη της Διεύθυνσης εκμετάλλευσης της ΔΕΗ,
  4. τον κ. Κ. Κουτσογιαννόπουλο, του Αρχείου Τεχνικών Μελετών της Διεύθυνσης Τεχνικών Μελετών και Κατασκευών του Υπουργείου Γεωργίας,
  5. τα στελέχη της ΕΥΔΑΠ κ.κ. Μαντέλη και Κεντούρη,
  6. τον κ. Ματαλιωτάκη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών
- για την παροχή δεδομένων και παλιότερων μελετών.

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ιστορικό

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων με την από 9-5-1991 απόφασή του με αριθμό Δ6/20595, ανέθεσε σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με επιστημονικό υπεύθυνο τον Καθηγητή Θεμ. Ξανθόπουλο, το ερευνητικό έργο με τίτλο *Εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων Στερεάς Ελλάδας*.

Το ερευνητικό έργο αποτελείται από τρεις (3) φάσεις. Αντικείμενο της πρώτης φάσης του έργου είναι η συλλογή, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της υδρομετεωρολογικής πληροφορίας που αφορά στους επιφανειακούς υδατικούς πόρους της Στερεάς Ελλάδας, καθώς και η ανάπτυξη προγραμμάτων επεξεργασίας υδρομετεωρολογικών δεδομένων και υδρολογικής προσομοίωσης.

Η δεύτερη φάση του έργου προτάθηκε να περιλαμβάνει την οργάνωση της υδρογεωλογικής πληροφορίας της Στερεάς Ελλάδας και την ανάπτυξη προγραμμάτων επεξεργασίας υδρογεωλογικών δεδομένων.

Ως αντικείμενο της τρίτης φάσης του ερευνητικού έργου προτάθηκε η συστηματοποίηση πληροφοριών σχετικών με τις χρήσεις νερού και οικονομικών στοιχείων που αφορούν στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας. Ακόμη στη φάση αυτή εντάσσεται η ανάπτυξη προγράμματος διαχειριστικής προσομοίωσης και η μελέτη των βέλτιστων τρόπων διαχείρισης νερού στο σύνολο των υδατικών διαμερισμάτων της Στερεάς Ελλάδας.

## 1.2 Συμβατικό αντικείμενο Α' φάσης

Το συμβατικό αντικείμενο της Α' φάσης του ερευνητικού έργου καθορίζεται στο Παράρτημα της απόφασης ανάθεσης, το οποίο παρατίθεται πιο κάτω:

### 2.1 Διάρθρωση και στόχοι

α. Οι κύριοι στόχοι του ερευνητικού προγράμματος είναι η διερεύνηση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας στο σύνολό τους, τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων, και η συστηματική μελέτη όλων εκείνων των παραμέτρων που υπεισέρχονται στην ορθολογική ανάπτυξη και διαχείριση των πόρων αυτών.

β. Στους στόχους του προγράμματος συμπεριλαμβάνονται, ως εργασίες υποδομής, η ανάπτυξη προγραμμάτων Η/Υ για την υδρολογική-υδρογεωλογική και διαχειριστική προσομοίωση του συστήματος των λεκανών απορροής που θα εξεταστούν. Η ανάπτυξη των πακέτων αυτών, παράλληλα με την ανάπτυξη μεθοδολογιών κατάλληλα προσαρμοσμένων στις ελληνικές συνθήκες, θα

αποτελέσει ένα μόνιμο και σημαντικό βοήθημα στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη διαχείριση του νερού και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.

γ. Θεωρείται απαραίτητη η ενεργός συμμετοχή δύο τουλάχιστον επιστημόνων του ΥΠΕΧΩΔΕ στην ομάδα εργασίας του ερευνητικού έργου, ώστε να αναπτυχθεί αμεσότερη συνεργασία μεταξύ ΕΜΠ και ΥΠΕΧΩΔΕ, με στόχο την όσο πιο δυνατό πληρέστερη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Για το λόγο αυτό, η πρόταση περιλαμβάνει στην ομάδα εργασίας της παρ. 3.1 και δύο (2) τουλάχιστον μέλη του ΥΠΕΧΩΔΕ.

## **2.2 Κωδικοποίηση του αντικειμένου της Α' φάσης**

Σε ότι αφορά την οργάνωση της υδρολογικής πληροφορίας και επειδή το κόστος θα ήταν απαγορευτικό για την οργάνωση του συνόλου της υδρολογικής πληροφορίας, χωρίς το αντίστοιχο όφελος, εφόσον αναμένεται ότι μόνο ένα μέρος των σταθμών θα έχουν πραγματικά αξιοποιήσιμα δεδομένα, στην παρούσα φάση θα συλλεγεί και αξιοποιηθεί εκλεκτικά, το 40% των υπαρχόντων υδρομετεωρολογικών σταθμών.

### **2.2.1 Οργάνωση υδρολογικής πληροφορίας υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας**

α. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με την υδρολογία των κυριότερων υδατορευμάτων του διαμερίσματος (Βοιωτικός Κηφισός, Σπερχειός).

β. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας "ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα" (βροχομετρικά, βροχογραφικά και χιονομετρικά δεδομένα).

γ. Συλλογή κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση).

δ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας "παροχές" (υδρομετρικά, σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά δεδομένα).

ε. Σύνταξη τευχών συστηματικής παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων.

### **2.2.2 Οργάνωση υδρολογικής πληροφορίας υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας**

α. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με την υδρολογία των κυριότερων υδατορευμάτων του διαμερίσματος (Αχελώος, Μέγδοβας, Τρικεριώτης, Λίμνη Τριχωνίδα, Αγραφιώτης, Εύηνος, Μόρνος).

β. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας "ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα" (βροχομετρικά, βροχογραφικά και χιονομετρικά δεδομένα).

γ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση).

δ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας “παροχές” (υδρομετρικά, σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά δεδομένα).

ε. Σύνταξη τευχών συστηματικής παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων.

### **2.2.3 Οργάνωση υδρολογικής πληροφορίας υδατικού διαμερίσματος Αττικής**

α. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με την υδρολογία των υδατορευμάτων του διαμερίσματος.

β. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας “ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα” (βροχομετρικά, βροχογραφικά και χιονομετρικά δεδομένα).

γ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση).

δ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας “παροχές” (υδρομετρικά, σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά δεδομένα).

ε. Σύνταξη τευχών συστηματικής παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων.

### **2.2.4 Ανάπτυξη ολοκληρωμένου πακέτου υδρολογικής προσομοίωσης**

Το πακέτο θα περιλαμβάνει:

α. Προγράμματα ελέγχου της αξιοπιστίας των δεδομένων και διόρθωσης και συμπλήρωσης των δεδομένων.

β. Προγράμματα αυτόματης στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων.

γ. Προγράμματα παραγωγής συνθετικών σειρών με στοχαστικά μοντέλα.

δ. Προγράμματα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής.

ε. Προγράμματα για μη τυποποιημένη διερεύνηση των υδρολογικών δεδομένων (π.χ. ανίχνευση τάσεων και περιοδικοτήτων).

στ. Προγράμματα για συστηματική παρουσίαση - έκδοση των δεδομένων.

ζ. Σύνταξη τευχών-βοηθημάτων (manual) για τη χρήση των προγραμμάτων.

### **2.2.5 Τελικές εργασίες πρώτου μέρους**

α. Εξαγωγή των πρώτων συμπερασμάτων σχετικών με το υδατικό δυναμικό των λεκανών των τριών διαμερισμάτων.

β. Σύνταξη ολοκληρωμένη πρότασης για το δεύτερο μέρος του ερευνητικού έργου.

### 1.3 Αντικείμενο του παρόντος τεύχους

Αντικείμενο του παρόντος τεύχους, που αποτελεί την τελική έκθεση της Α' φάσης του ερευνητικού έργου, είναι επισκόπηση του συνόλου εργασιών τους Α' φάσης του ερευνητικού έργου. Η λεπτομερής ανάλυση των εργασιών περιλαμβάνεται στα επιμέρους τεύχη, παραρτήματα, δισκέτες και μαγνητικές ταινίες που συνοποβάλλονται με την έκθεση αυτή.

### 1.4 Περιεχόμενα της Α' φάσης του προγράμματος

#### 1.4.1 Τεύχη

Τεύχος 1	Επισκόπηση μελετών υδρολογικού ενδιαφέροντος
Τεύχος 2	Βροχομετρικοί και υδρομετρικοί σταθμοί και δεδομένα
Τεύχος 3	Μετεωρολογικοί σταθμοί και δεδομένα
Τεύχος 4	Ισοζύγια ταμειυτήρων
Τεύχος 5	Βάση και προγράμματα επεξεργασίας μηνιαίων υδρολογικών δεδομένων
Τεύχος 6	Δοκιμαστική εφαρμογή των προγραμμάτων επεξεργασίας μηνιαίων δεδομένων στη λεκάνη Ευήνου
Τεύχος 7	Προγράμματα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών
Τεύχος 8	Προγράμματα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής
Τεύχος 9	Οργάνωση και διαχείριση πληροφοριών λεκανών απορροής με τεχνικές GIS
Τεύχος 10	Τελική έκθεση Α' φάσης

#### 1.4.2 Παραρτήματα

Παράρτημα Α1	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 1
Παράρτημα Α2	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 2
Παράρτημα Α3	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 3
Παράρτημα Α4	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 1
Παράρτημα Α5	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 2
Παράρτημα Α6	Ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα υδατικού διαμερίσματος Αττικής
Παράρτημα Β1	Ημερήσια δεδομένα στάθμης υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 1

Παράρτημα Β2	Ημερήσια δεδομένα στάθμης υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα 2
Παράρτημα Β3	Ημερήσια δεδομένα στάθμης υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας

### 1.4.3 Πληροφορία σε μαγνητικά μέσα

Με την ολοκλήρωση της Α' φάσης του ερευνητικού έργου παραδίνεται και ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών σε μαγνητικά μέσα ο οποίος περιλαμβάνει:

α. Δισκέτες με τα ακόλουθα προγράμματα:

- Νέα έκδοση προγραμμάτων αρχειοθέτησης και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων σε ωριαία και ημερήσια βάση.
- Προγράμματα διαχείρισης της βάσης μηνιαίων υδρολογικών δεδομένων και προγράμματα επεξεργασίας των δεδομένων αυτών.
- Προγράμματα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών.
- Προγράμματα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής.

β. Μαγνητική ταινία με τις βάσεις ημερήσιων και μηνιαίων υδρομετεωρολογικών δεδομένων της Στερεάς Ελλάδας και συγκεκριμένα

- Βάση ημερήσιων βροχομετρικών δεδομένων
- Βάση ημερήσιων και ωριαίων σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων
- Βάση μηνιαίων δεδομένων βροχής και απορροής
- Βάση μηνιαίων μετεωρολογικών δεδομένων

## 2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Η περιοχή που μελετήσαμε στο παρόν ερευνητικό έργο περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία υδατικά διαμερίσματα της χώρας:

1. Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας με έκταση 10100 km<sup>2</sup>
2. Υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας με έκταση 11500 km<sup>2</sup>
3. Υδατικό διαμέρισμα Αττικής με έκταση 3300 km<sup>2</sup>

Η περιοχή αυτή που φαίνεται στο Σχήμα 2.1 έχει συνολική έκταση 26900 km<sup>2</sup> και αποτελεί σημαντικό τμήμα της επιφάνειας της ηπειρωτικής Ελλάδας με ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα, από την άποψη των υδατικών πόρων. Οι πόροι αυτοί διατίθενται κύρια για την ύδρευση της πρωτεύουσας, την ύδρευση άλλων μικρών πόλεων, την άρδευση γεωργικών εκτάσεων και την ηλεκτροπαραγωγή.

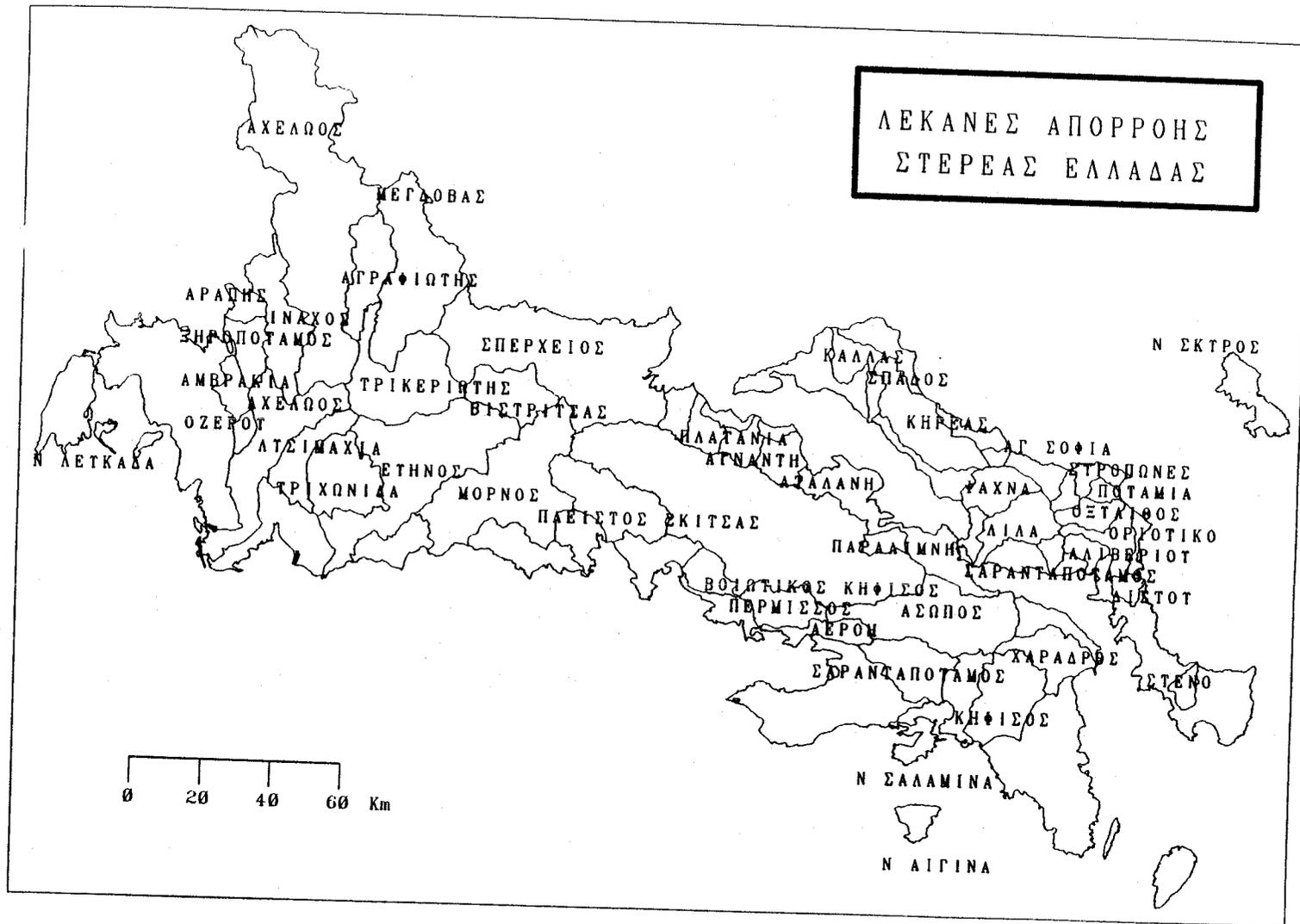
Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες λεκάνες απορροής της Στερεάς Ελλάδας, η έκτασή τους καθώς και άλλα χρήσιμα στοιχεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1  
ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΠΟΤΑΜΟΣ ή ΛΙΜΝΗ	ΕΚΤΑΣΗ (km <sup>2</sup> )	ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ	ΟΡΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ (Κυριότερες οροσειρές)
Δυτ. Στερεάς Ελλάδας (04)	Αχελώος	4770	Ταμειυτήρες Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου	Δ: Θύαμο, Μακρύ, Βάλτος, Αθαμάνια ΒΔ: Λάκμος Α: Πίνδος, Τυμφρηστός, Οξυά, Παναιτωλικό
	Εύηνος	1129	Υπό κατασκευή ταμειυτήρας Αγ. Δημητρίου	Β, ΒΔ: Παναιτωλικό ΒΑ: Βαρδούσια ΝΑ: όρη Ναυπακτίας Αράκυνθος
	Μόρνος	558	Ταμειυτήρας Μόρνου	Γκίωνα, Οίτη
	Αμβρακία	111		
	Λυσιμαχία	253		
	Τριγωνίδα	401		

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 (Συνέχεια)

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΠΟΤΑΜΟΣ ή ΛΙΜΝΗ	ΕΚΤΑΣΗ (km <sup>2</sup> )	ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ	ΟΡΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ (Κυριότερες οροσειρές)
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας (07)	Βοιωτικός Κηφισός	2376	Έργα υδροληψίας για ύδρευση Αθήνας	B: Καλλίδρομο, Χλωμός N-ΝΔ: Ελικώνας, Παρνασσός Δ: Γκιώνα
	Υλίκη	422		
	Παραλίμνη	76		
	Σπερχειός	1544		B: Όθρυς N: Καλλίδρομο, Οίτη, Βαρδούσια Δ: Τυμφρηστός
	Ασωπός	724		
Αττικής (06)	Χάραδρος	132	Ταμειυτήρας Μαραθώνα	
	Αττικός Κηφισός	417	Διευθέτηση πεδινής κοίτης	



Σχήμα 2.1 Λεκάνες απορροής Στερεάς Ελλάδας

### 3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου έγινε εκτεταμένη εργασία συλλογής και καταχώρησης σε βάση δεδομένων 659 υδραυλικών μελετών που αναφέρονται στα τρία υδατικά διαμερίσματα της Στερεάς Ελλάδας (86 του υδατικού διαμερίσματος Αττικής, 225 του υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και 348 του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας). Οι μελέτες αυτές βρέθηκαν στα αρχεία των Υπουργείων Γεωργίας και ΠΕΧΩΔΕ και της ΔΕΗ. Η εργασία αυτή είχε δύο στόχους: (α) την καταγραφή του συνόλου των υδραυλικών μελετών των τριών υδατικών διαμερισμάτων και την κατάταξή τους ανάλογα με το υδρολογικό τους ενδιαφέρον, ώστε μελλοντικά να είναι ευχερέστερη η πρόσβαση και η άντληση στοιχείων από αυτές, και (β) την απογραφή ορισμένων βασικών δεδομένων υδρολογίας και διαχείρισης υδατικών πόρων από όσες από τις μελέτες είχαν αυξημένο ενδιαφέρον. Έτσι, για το σύνολο των μελετών καταχωρήθηκε στη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε ο τίτλος της κάθε μιας, ο φορέας ανάθεσής της, η χρονολογία, το στάδιο (οριστική μελέτη, προμελέτη, προκαταρκτική μελέτη, μελέτη σκοπιμότητας κτλ.) το κύριο αντικείμενο της μελέτης (πχ. αντιπλημμυρική προστασία, αποχέτευση, ύδρευση, υδροηλεκτρική ανάπτυξη κτλ.) και η κατάταξη της μελέτης ως προς την υδρολογική πληροφορία που περιέχει (βλ. Τεύχος 1). Η συγκεκριμένη κατάταξη διαχωρίζει τις μελέτες σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με τα υδρολογικά δεδομένα που παρέχουν και ειδικότερα

- Κατηγορία 1: Χωρίς υδρολογικά δεδομένα
- Κατηγορία 2: Χωρίς ενδιαφέροντα υδρολογικά δεδομένα
- Κατηγορία 3: Με ενδιαφέροντα υδρολογικά δεδομένα
- Κατηγορία 4: Με πολύ ενδιαφέροντα υδρολογικά δεδομένα

Προκειμένου να καλυφθεί ο δεύτερος από τους παραπάνω στόχους, για τις μελέτες της τελευταίας κατηγορίας δηλαδή αυτές που παρουσιάζουν αυξημένο υδρολογικό ενδιαφέρον, έγινε αναλυτικότερη παρουσίαση και κωδικοποίηση των πληροφοριών υδρολογικού χαρακτήρα που παρέχουν (βλ. Τεύχος 1). Οι μελέτες αυτής της κατηγορίας φτάνουν τις 33 (3 του υδατικού διαμερίσματος Αττικής, 14 του υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και 16 του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας) και φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 3.1. Πιο συγκεκριμένα αναζητήθηκαν και κωδικοποιήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία για κάθε μελέτη, τα οποία παρουσιάζονται σε ειδικά έντυπα στο Τεύχος 1:

- Υδρολογική λεκάνη
- Βασικά στοιχεία μελέτης (Τίτλος-Μελετητής-Χρονολογία)
- Θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων που αντιμετωπίζει η μελέτη
- Υδρολογική πληροφορία που αξιοποιείται από τη μελέτη
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά υδρολογικής λεκάνης (Εμβαδό, μήκος, μέσο υψόμετρο, φυτοκάλυψη)\_

- Στοιχεία σχετικά με τη χρήση νερού (Αξιοποιήσιμη γεωργική έκταση, αρδευόμενη έκταση, ετήσιες ανάγκες άρδευσης, υδρευόμενος πληθυσμός, υδρευτικές ανάγκες, βιομηχανική χρήση νερού, λοιπές χρήσεις)
- Γενικά υδρολογικά στοιχεία (μέσο ετήσιο ύψος βροχής, μέση ετήσια επιφανειακή απορροή, μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής, μέση ετήσια εξάτμιση, μέση ετήσια απορροή πηγών)

Γενικό συμπέρασμα από όλη την παραπάνω εργασία είναι ότι από τα στοιχεία που περιέχονται στις μελέτες δεν μπορεί να σχηματίσει κανείς πλήρη εικόνα για το υδατικό δυναμικό και τις χρήσεις των υδατικών πόρων στα τρία διαμερίσματα. Σε λίγες περιπτώσεις και κυρίως στις μελέτες μεγάλων φραγμάτων υδροηλεκτρικής ή άλλης σκοπιμότητας υπάρχουν ικανοποιητικά υδατικά ισοζύγια, αλλά ακόμη και εκεί το πρόβλημα της ανεπάρκειας ή της περιορισμένης αξιοπιστίας των πρωτογενών υδρολογικών δεδομένων είναι έντονο.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

## ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 4)

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ-ΕΤΟΣ	ΥΔΑΤ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ -ΥΔΡΟΛ. ΛΕΚΑΝΗ
Προμελέτη δικτύων αποχετεύσεως ακαθάρτων και ομβρίων υδάτων Λιοσίων - Αχαρνών - Καματερού	Υδραυλική Α.Ε. (1983)	Υ.Δ. Αττικής Υ.Λ. Αττικού Κηφισού
Προκαταρκτική μελέτη διευθετήσεως χειμάρρων και εγχειοβελτιωτικών έργων πεδιάδος Μαραθώνα	Δ. Κωνσταντινίδης & Σία Ε.Ε., Γ. Παπαχαραλάμπους , Ν. Καλλονάς (1990)	Υ.Δ. Αττικής Υ.Λ. Χάραδρου
Προμελέτη υδρεύσεως και αντιπλημμυρικής προστασίας πόλεως Μεγάρων	Θ. Γκόφας (1966)	Υ.Δ. Αττικής (Υπόλοιπα)
Οριστική μελέτη αντιπλημμυρικών έργων και προμελέτη αρδευτικών έργων περιοχής Βοιωτικού Κηφισού- Υδρολογική έρευνα	Α. Μαχαίρας (1960)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Β. Κηφισού, Υλικής, Παραλίμνης
Μελέτη υδατικού ισοζυγίου μετά υδρογεωλογικής ερευνής κοιλάδος Β. Κηφισού και Πεδιάδων Κωπαΐδος και Θηβών	Π. Λαδόπουλος, Ν. Χωραφάς (1974)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Β. Κηφισού, Υλικής, Παραλίμνης
Οριστική μελέτη (εφαρμογής) αντιπλημμυρικών έργων λεκάνης Β. Κηφισού	Δ. Κωνσταντινίδης (1984)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Β. Κηφισού, Υλικής, Παραλίμνης
Οριστική μελέτη με πληρότητα μελέτης εφαρμογής αντιπλημμυρικών έργων Σπερχειού - Προτάσεις για την εγκατάσταση στοιχειώδους δικτύου βροχομετρικών, βροχογραφικών και υδρομετρικών σταθμών	Ε. Δαούλας & Σία (1984)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Σπερχειού
Έρευνα υδροηλεκτρικής αξιοποιήσεως Άνω Γοργοποτάμου - Προκαταρκτική έκθεσις	ΔΕΗ (1960)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Σπερχειού
Προκαταρκτική έκθεσις αξιοποιήσεως υδατικού δυναμικού Ποταμού Σπερχειού	ΥΔΡΕΜ Ε.Π.Ε. (1969)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Σπερχειού

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 (συνέχεια)

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ-ΕΤΟΣ	ΥΔΑΤ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ -ΥΔΡΟΛ. ΛΕΚΑΝΗ
Προκαταρκτική έκθεση επί των δυνατοτήτων κατασκευής φράγματος εις Βιστρίτσαν	Θ. Γκόφας (1967)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Σπερχειού (Βιστρίτσα)
Μελέτη αρδευτικού δικτύου περιοχής Βιστρίτσας Νομού Φθιώτιδας - Προμελέτη και Οριστική Μελέτη βασικών έργων	Ε. Δαούλας Ε.Μ.Ε., Ν. Αγιοβλασίτης, Ι. Μπαντέκας (1983)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Σπερχειού (Βιστρίτσα)
Προκαταρκτική έκθεση αρδευτικού έργου Αλώνος Αττικής - Εισηγητική έκθεση	Ν. Αλτηγός, Ι. Ισηγόνης (1966)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Ασωπού
Επισήμανση προβλημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων λεκάνης Ασωπού Βοιωτίας και προγραμματισμός έργων ανεξάρτητης ή συνδυασμένης λειτουργίας	Γ. Μεθυμάκης & Σία, Ν. Μπακάλης (1986)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Ασωπού
Προμελέτη αρδευτικού έργου Σκουντουλου Φωκίδος - Προκαταρκτική έκθεση	Α. Μαχαίρας (1963)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Πλειστού - Σκίτσα
Προμελέτη κατασκευής τεχνητής λίμνης εις Λιβάδι Αραχώβης - Κυρίως προμελέτη	Α. Μαχαίρας (1966)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Πλειστού - Σκίτσα
Οριστική υδρογεωλογική μελέτη Β. Ευβοίας	ΥΔΡΟΓΑΙΑ, Σ. Αρανίτης, Γ. Ζερβογιάννης, Π. Μελισσάρης (1981)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Κάλλαντα (Β. Εύβοια)
Εκτροπή Ξηρορέματος εις Ρέμα Ασκλην - Εισηγητική έκθεση	Π. Κραντονέλλης (1963)	Υ.Δ. Ανατ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Περμισσού (Ν. Βοιωτία)
Αξιοποιήσις πεδιάδων Κάτω Αχελώου - Οριστική Μελέτη - Νέα μελέτη ενωτικής τάφρου Τριχωνίδος - Λυσιμαχίας	ΕΤΜΕ (HYDRO) (1965)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 (συνέχεια)

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ-ΕΤΟΣ	ΥΔΑΤ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ -ΥΔΡΟΛ. ΛΕΚΑΝΗ
Οριστική μελέτη αρδευτικού δικτύου ζωνών 12 και 14 περιοχής Μεσσολογγίου (Τμήμα 1)	Δ. Κωνσταντινίδης, Γ. Ευστρατιάδης, Θ. Αγγελάκης (1966)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Υδρογεωλογική μελέτη περί του μηχανισμού διαίτης και λειτουργίας των πηγών Λαμπράς Λεσινίου	ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ Α.Ε. (1972)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Μελέτη αξιοποίησας των δυτικών του Ποταμού Αχελώου περιοχών Νομού Αιτωλοακαρνανίας - Προκαταρκτική μελέτη Α' φάσεως	ΥΔΡΟΔΟΜΙΚΗ, Θ. Γκόφας, Θ. Μαντζιάρας, Κ. Στασινόπουλος (1977)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Αποχέτευση Κοινότητας Νεοχωρίου - Προμελέτη	Ι. Μαραντίδης (1985)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Προκαταρκτική μελέτη παροχέτευσης νερών του Αχελώου δυτικά μέχρι Παραλίμνιες εκτάσεις Αμβρακίας και πέραν αυτής Νομού Αιτωλοακαρνανίας	Γραφείο Μαχαίρα Α.Ε., Υδροεξυγιαντική - Λ. Λαζαρίδης & Σία Ε.Ε., Π. Μποτσόγλου (1987)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Kremasta Project Report	ΕCΙ (1974)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Υδρολογική μελέτη λεκάνης Κρεμαστών και Άνω Αχελώου	ΔΕΗ (1980)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Μελέτη πλημμυρών στη θέση Αυλάκι του Ποταμού Αχελώου	ΔΕΗ (1982)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Εκτίμηση πλημμυρών υδρολογικού σχεδιασμού κατασκευών ασφαλείας Συκιάς και Μεσοχώρας	ΔΕΗ (1986)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου
Εκτροπή Αχελώου στη Θεσσαλία και υδροηλεκτρική αξιοποίηση Άνω Αχελώου και συγκροτήματος έργων εκτροπής	ΔΕΗ (1987)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδας Υ.Λ. Αχελώου

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 (συνέχεια)

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ-ΕΤΟΣ	ΥΔΑΤ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ -ΥΔΡΟΛ. ΛΕΚΑΝΗ
Eastern Acheloos hydroelectric development	Surveyer, Nenninger & Chenevert Inc. (1972)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδα Υ.Λ. Αχελώου (υπολ. Τρικεριώτη)
Αξιοποίησης πεδιάδων Κάτω Αχελώου - Οριστική μελέτη Σήραγξ Λουσιμαχίας	ΕΤΜΕ (HYDRO) (1958)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδα Υ.Λ. Λουσιμαχίας
Power development planning in Greece, Master Plan Evinos	VERBUND PLAN Gmbh (1972)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδα Υ.Λ. Ευήνου
Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών	ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ (1990)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδα Υ.Λ. Ευήνου και Μόρνου
Προκαταρκτική έκθεση υδρεύσεως περιοχής πρωτεύουσας	Ν. Αλτηγός, Κ. Κυριακός, Α. Μαχαίρας (1964)	Υ.Δ. Δυτ. Στερ. Ελλάδα Υ.Λ. Αχελώου

## 4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

### 4.1 Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα

Στο παρόν ερευνητικό έργο έγινε συλλογή, συστηματοποίηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ βροχομετρικών δεδομένων για ένα μεγάλο αριθμό βροχομετρικών σταθμών της Στερεάς Ελλάδας. Η επιλογή των σταθμών από το σύνολο των υπάρχοντων σε λειτουργία ή και καταργημένων σταθμών έγινε με βάση τα ακόλουθα δύο κριτήρια:

1. Η χωρική κατανομή των σταθμών πρέπει να επιτρέπει την κάλυψη όσο το δυνατό μεγαλύτερου τμήματος της υπό μελέτη περιοχής.
2. Η αξιοπιστία των δεδομένων πρέπει να εκτιμάται ότι είναι καταρχήν σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Οι σταθμοί που τελικά επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.1. Στγ φάση της συλλογής των δεδομένων διαπιστώθηκαν κάποια προβλήματα που γενικά συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Η χωρική κατανομή των σταθμών δεν είναι απόλυτα ικανοποιητική για το σύνολο της υπό μελέτη περιοχής.
2. Η αξιοπιστία των μετρήσεων είναι μειωμένη εξαιτίας της έλλειψης κατάλληλου εξοπλισμού, της ανεπαρκούς κατάρτισης των παρατηρητών και προβλημάτων οργάνωσης στη ροή των πληροφοριών από τις περιφερειακές προς τις κεντρικές υπηρεσίες.

Στον πίνακα 3.2 του τεύχους 2 (σελ. 11 έως 15) παρουσιάζονται με λεπτομέρεια για κάθε ένα σταθμό ξεχωριστά τα ειδικότερα προβλήματα που διαπιστώθηκαν.

Τα Παραρτήματα Α1 έως Α6 περιλαμβάνουν το σύνολο των ημερήσιων βροχομετρικών δεδομένων που αρχειοθετήθηκαν. Σημειώνεται ότι στην παρούσα Α' φάση του ερευνητικού έργου δεν προβλέπονταν πλήρης έλεγχος αξιοπιστίας και επεξεργασία των δεδομένων. Όμως, για λόγους πληρότητας της παρουσίασης, αλλά με κάθε επιφύλαξη για την ορθότητα και την αξιοπιστία τους, παρουσιάζονται για κάθε σταθμό στον Πίνακα 4.1.2 οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές της βροχόπτωσης. Οι μέσες αυτές τιμές αφορούν στην περίοδο ανελλιπούς λειτουργίας του κάθε σταθμού και όχι σε κοινή περίοδο για όλους τους σταθμούς, δεδομένου ότι στη φάση αυτή δεν έγιναν επεκτάσεις ιστορικών δειγμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1**  
**ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

α/α	Ονομασία	Λεκάνη απορροής	Νομός	Υδατικό Διαμέρισμα	Φορέας	Υψόμετρο (m)	Γεωγραφ. Μήκος	Γεωγραφ. Πλάτος	Περίοδος Λειτουργίας	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Βμ (10)	Βγ (11)
402	Αγ. Βλάσιος	Αχελώου	Βοιωτίας	04	ΥΠΔΕ	140	22° 48'	38° 30'	1965 -	-
403	Αγρίνιο	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΕΜΥ	47	21° 24'	38° 37'	1950 -	-
404	Αθ. Διάκος	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	1050	22° 11'	38° 42'	1963 -	1963 -
405	Ανάληψη	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	620	21° 42'	38° 30'	1950 -	-
408	Ανιάδα	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	1060	21° 47'	38° 49'	1960 -	-
409	Αράχωβα	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	960	21° 52'	38° 41'	1960 -	-
413	Βάκαρη	Αχελώου	Τρικάλων	04	ΔΕΗ	1150	21° 22'	39° 30'	1959 -	-
418	Μικρά Βραγγιανά	Αχελώου	Καρδίτσας	04	ΔΕΗ	580	21° 27'	39° 14'	1960 -	-
419	Γεφ. Επισκοπής	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	277	21° 38'	38° 56'	1963 -	-
420	Γραμμένη Οξυά	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	1160	22° 00'	38° 44'	1951 -	-
422	Δάφος	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	1050	22° 06'	38° 30'	1967 -	-
424	Δρυμόνας	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	900	21° 40'	38° 38'	1971 -	1971 -

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
425	Επιτιανά	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	1050	21° 37'	39° 08'	1960 -	-
431	Καρούτες	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	1040	22° 16'	38° 32'	1967 - 84	-
432	Καρπενήσι	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΥΠΔΕ	960	21° 48'	38° 55'	1967 -	-
434	Καστράκι	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	145	22° 22'	38° 45'	1974 -	-
439	Κονιακός	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	850	22° 11'	38° 39'	1967 -	-
440	Κρεμαστά	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	390	21° 29'	38° 53'	1960 -	1960 -
441	Κρίκελλο	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	1120	21° 51'	38° 48'	1959 -	-
443	Λεπενού	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	190	21° 17'	38° 43'	1950 -	-
445	Λευκάδα	Ν. Λευκάδα	Λευκάδας	04	ΕΜΥ	2	20° 42'	38° 50'	1932 -	-
446	Λιδορίκι	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	537	22° 13'	38° 32'	1950 -	1963 -
448	Μαλανδρίνο	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	600	22° 14'	38° 28'	1967 -	-
451	Μαυρομάτα	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	900	21° 44'	39° 04'	1960 -	-
458	Μοναστηράκι	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΔΕΗ	660	21° 35'	39° 05'	1960 -	-
465	Παπαρούσι	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	660	21° 40'	38° 53'	1960 -	-
469	Πενταγιόι	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	950	22° 03'	38° 36'	1963 -	1963 -
475	Πλάτανος	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	900	21° 47'	38° 36'	1950 -	-
477	Πόρος Ρηγανίου	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	150	21° 45'	38° 30'	1960 -	-
479	Πυρά	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	1140	21° 16'	38° 45'	1963 -	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
481	Σταμνά	Αχελώου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	142	21° 17'	38° 31'	1950 -	-
483	Συκέα	Μόρνου	Φωκίδας	04	ΥΠΔΕ	780	22° 13'	38° 39'	1967 -	-
485	Τέμπλα	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	306	21° 26'	39° 06'	1960 -	-
489	Τριπόταμος	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	650	21° 32'	38° 51'	1960 -	-
490	Τροβάτο	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	1060	21° 36'	39° 13'	1959 -	-
491	Φουσιανά	Αχελώου	Ευρυτανίας	04	ΔΕΗ	950	21° 31'	39° 10'	1960 -	-
496	Γρηγόριο	Ευήνου	Αιτ/νίας	04	ΥΠΔΕ	1000	21° 59'	38° 38'	1951 -	-
601	Αερ.Ελληνικού	Υπόλ.Διαμ.Αττικής	Αττικής	06	ΕΜΥ	10	23° 44'	37° 54'	1960 -	-
602	Αεροδρ. Τατοΐου	Αττικού Κηφισού	Αττικής	06	ΕΜΥ	237	23° 47'	38° 06'	1959 -	-
608	Αστερ/πείο Αθ.	Αττικού Κηφισού	Αττικής	06	ΕΑΑ	107	23° 43'	37° 58'	1931 -	-
613	Μέγαρα	Υπολ.Διαμ.Αττικής	Αττικής	06	ΕΜΥ	36	23° 21'	38° 00'	1960 -	-
701	Αγ. Τριάδα	Βοιωτικού Κηφισού	Βοιωτίας	07	ΥΠΔΕ	400	22° 55'	38° 21'	1962 -	-
703	Αλίαρτος	Βοιωτικού Κηφισού	Βοιωτίας	07	ΕΜΥ	110	23° 07'	38° 23'	1965 -	-
705	Αλμυροπόταμος	Υπόλ. Ν. Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΥΠΔΕ	140	24° 11'	38° 16'	1960 -	-
706	Άμφισσα	Πλειστού& Σκίτσας	Φωκίδας	07	ΥΠΔΕ	180	22° 23'	38° 32'	1967 -	-
707	Μουρίκι	Παραλίμνης	Βοιωτίας	07	ΥΠΔΕ	85	23° 20'	38° 26'	1958 -	-
708	Άνω Μπράλος	Βοιωτικού Κηφισού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΔΕ	600	22° 28'	38° 44'	1969 -	-
710	Αταλάντη	Ρέματος Αταλάντης	Φθιώτιδας	07	ΥΠΔΕ	110	23° 00'	38° 39'	1954 -	-
711	Γραβιά	Βοιωτικού Κηφισού	Φωκίδας	07	ΥΠΔΕ	1450	22° 26'	38° 40'	1954 -	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
712	Δαύλεια	Βοιωτικού Κηφισού	Βοιωτίας	07	ΥΠΑΕ	380	22° 44'	38° 23'	1962 -	-
713	Δεσφίνα	Υπολ.Ανατ.Στερεάς	Φωκίδας	07	ΕΜΥ	590	22° 32'	38° 25'	1971 -	-
714	Δρυμαία	Βοιωτικού Κηφισού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΑΕ	580	22° 34'	38° 43'	1962 -	-
715	Επτάλοφος	Βοιωτικού Κηφισού	Φωκίδας	07	ΥΠΑΕ	830	22° 29'	38° 36'	1969 -	-
716	Ζηλευτό	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΑΕ	120	22° 16'	38° 56'	1954 -	-
717	Θίσβη	Περμισσού	Βοιωτίας	07	ΥΠΑΕ	174	22° 58'	38° 15'	1954 -	-
718	Ιστιαία	Κάλλας Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΥΠΑΕ	45	23° 09'	38° 57'	1960-	
720	Κάτω Στενή	Λίλας Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΥΠΑΕ	290	23° 50'	38° 34'	1960 -	
721	Κάτω Τιθορέα	Βοιωτικού Κηφισού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΑΕ	170	22° 43'	38° 37'	1962 -	
723	Καλλιθέα	Υλίκης	Βοιωτίας	07	ΥΠΑΕ	333	23° 27'	38° 18'	1954 -	1978 -
727	Κύμη	Υπολοίπων Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΕΜΥ	224	24° 06'	38° 38'	1951 -	
728	Λαμία	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΕΜΥ	144	22° 26'	38° 54'	1959 -	
729	Λευκάδα	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΕΜΥ	390	22° 00'	38° 55'	1961- 1979	
730	Λειβαδιά	Βοιωτικού Κηφισού	Βοιωτίας	07	ΥΠΑΕ	200	22° 52'	38° 26'	1954 -	
732	Νεοχώρι	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΔΕΗ	800	21° 52'	38° 58'	1960 -	-
733	Παύλος	Βοιωτικού Κηφισού	Βοιωτίας	07	ΥΠΑΕ	200	23° 06'	38° 32'	1962 -	1962
734	Πιτσιωτά	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΔΕΗ	800	21° 54'	39° 01'	1960 -	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
735	Προκόπι	Κηρέας Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΥΠΔΕ	70	23° 29'	38° 44'	1960 -	-
736	Σκύρος	Ν. Σκύρου	Ευβοίας	07	ΕΜΥ	4	24° 34'	38° 54'	1959 -	-
737	Τανάγρα	Ασωπού	Βοιωτίας	07	ΕΜΥ	139	23° 32'	38° 20'	1960 -	-
738	Τρίλοφο	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΔΕ	580	22° 13'	39° 00'	1951 -	1954
740	Υπάτη	Σπερχειού	Φθιώτιδας	07	ΥΠΔΕ	286	22° 14'	38° 52'	1951 -	-
741	Χαλκίδα	Υπολοίπων Ευβοίας	Ευβοίας	07	ΕΜΥ	5	23° 36'	38° 28'	1973 -	-
802	Ανάβρα	Πηνειού	Καρδίτσας	08	ΥΠΔΕ	208	22° 06'	39° 11'	1950 -	-

Οι συντομογραφίες των οργάνων που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα συμβολίζουν:

Βμ: Βροχόμετρο, Βγ: Βροχογράφος

Οι συντομογραφίες των φορέων συμβολίζουν:

ΥΠΔΕ: Υπουργείο Δημοσίων Έργων

ΕΜΥ: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

ΔΕΗ: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

ΕΑΑ: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Τέλος οι κωδικοί των υδατικών διαμερισμάτων που αναφέρονται επίσης στον παραπάνω πίνακα συμβολίζουν:

04: Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας

06: " " Αττικής

07: " " Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας

08: " " Θεσσαλίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.2

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (mm)

Κωδ.	Σταθμός	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
402	Αγ. Βλάσιος	152.6	203.8	299.5	212.2	202.6	160.8	158.8	93.9	72.7	39.6	30.9	73.2	1700.7
403	Αγρίνιο	105.7	151.3	152.4	139.1	101.4	75.7	55.7	47.4	27.9	13.7	15.1	48.8	934.2
404	Αθ. Διάκος	124.1	238.9	272.6	216.8	156.2	102.7	107.4	71.3	52.2	30.0	27.4	31.8	1431.2
405	Ανάληψη	122.9	196.0	200.4	180.8	153.8	112.0	84.9	65.0	37.6	18.3	19.5	44.5	1235.6
408	Ανιάδα	114.6	238.4	255.0	205.8	185.0	131.3	109.1	67.6	42.6	26.7	21.8	41.0	1438.8
409	Αράχωβα	107.7	195.6	246.6	156.8	160.6	113.5	100.1	63.4	40.9	23.1	26.9	39.3	1274.6
413	Βάκαρη	160.3	248.4	302.1	226.1	197.4	159.3	126.8	86.5	44.5	32.5	30.5	67.7	1682.1
418	Μικρά Βραγγιανά	113.0	195.2	209.6	153.3	167.7	127.9	103.2	73.1	40.1	27.1	26.0	54.1	1290.1
419	Γέφ. Επισκοπής	97.2	189.8	187.5	149.8	133.3	109.3	94.7	59.4	38.0	24.7	22.3	46.6	1152.6
420	Γραμμένη Οξυά	128.1	202.8	215.1	181.1	167.6	121.3	96.2	63.6	49.2	27.6	25.9	45.6	1324.0
422	Δάφνος	107.8	199.4	177.1	184.3	179.3	138.8	90.4	70.7	52.5	43.4	34.0	30.9	1308.3
424	Δρυμόνας	126.3	215.6	212.9	145.5	183.5	121.8	111.3	68.6	42.3	27.8	29.0	46.8	1331.2
425	Επιτιανά	140.9	279.8	331.0	250.7	241.9	161.0	126.8	91.8	45.5	34.8	34.7	56.8	1795.7
431	Καρούτες	117.6	183.5	223.6	179.4	173.9	131.2	103.9	68.2	37.9	26.0	32.9	38.1	1316.1
432	Καρπενήσι	124.5	171.6	199.1	137.8	135.8	126.2	109.0	74.5	45.4	30.5	26.5	42.5	1223.6
434	Καστράκι	102.6	201.8	185.3	131.4	129.3	98.5	78.7	50.5	33.2	19.2	22.7	42.6	1095.8
439	Κονιακός	78.9	186.0	232.3	202.4	151.2	106.3	81.0	61.5	40.2	38.1	24.4	32.6	1235.0
440	Κρεμαστά	110.8	217.3	211.4	154.0	146.5	116.0	96.2	72.8	38.0	23.3	20.7	50.8	1257.7
441	Κρίκελλο	107.7	207.3	245.4	216.1	181.6	127.1	88.8	69.4	38.6	25.0	21.7	39.1	1367.9
443	Λεπενού	108.6	189.7	197.4	157.4	144.1	97.4	68.3	55.0	29.4	17.3	16.6	45.0	1126.3
445	Ν. Λευκάδα	150.2	200.4	188.3	156.5	138.3	95.0	68.6	35.7	9.6	7.1	14.2	51.9	1115.7
446	Λιδωρίκι	88.9	148.9	172.8	139.1	113.1	82.4	61.7	46.0	33.5	16.7	19.0	37.0	959.3
448	Μαλανδρίνο	79.4	135.7	167.3	121.8	108.3	87.1	65.7	41.6	22.1	17.3	18.4	28.0	892.6
451	Μαυρομάτα	137.9	258.3	312.6	237.1	217.3	164.9	153.8	92.4	56.3	27.2	34.6	58.8	1751.0
458	Μοναστηράκι	141.7	262.1	330.2	247.8	237.6	167.3	155.7	114.8	56.4	46.7	47.7	60.9	1868.8
465	Παλαρούσι	107.7	185.5	192.8	137.4	139.7	113.6	97.8	72.1	41.7	27.9	27.0	48.7	1191.8

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.2 (Συνέχεια)

Κωδ.	Σταθμός	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
469	Πενταγιοί	103.2	201.0	237.9	196.1	191.3	126.0	103.4	56.3	40.8	18.5	22.5	36.5	1333.6
475	Πλάτανος	136.5	241.7	260.6	221.4	180.9	131.2	114.7	80.7	50.1	27.4	22.5	51.2	1518.9
477	Πόρος Ρηγανίου	103.5	221.6	243.0	170.5	174.1	118.3	83.8	62.1	29.3	20.0	17.9	33.6	1277.7
479	Πυρά	126.6	164.2	218.9	221.2	211.8	161.0	88.4	55.8	45.3	27.3	26.7	32.2	1379.4
481	Σταμνά	112.6	183.3	174.9	150.2	126.6	86.9	62.7	46.6	15.0	10.5	11.7	42.0	1023.0
483	Συκέα	111.3	182.3	217.2	202.8	193.4	145.5	96.9	62.9	34.7	31.8	24.7	35.8	1339.5
485	Τέμπλα	119.6	201.5	225.8	171.7	168.5	111.4	99.8	68.2	44.3	33.5	30.3	53.1	1327.6
489	Τριπόταμος	111.4	212.9	212.2	151.2	153.5	109.9	98.7	73.3	41.0	24.1	25.9	48.9	1263.0
490	Τροβάτο	166.0	252.1	311.7	232.3	213.7	143.0	144.2	98.3	57.7	38.5	34.4	52.6	1744.5
491	Φουσιανά	106.3	186.8	203.6	151.8	163.5	106.7	106.8	75.6	38.7	27.0	21.3	45.3	1233.2
496	Γρηγόριο	164.4	273.6	302.3	230.8	216.2	157.2	144.5	93.1	63.0	35.4	28.8	56.2	1765.6
601	Αεροδ. Ελληνικού	46.2	48.0	67.2	48.7	47.6	44.4	24.7	12.8	5.8	5.7	8.3	9.9	369.2
602	Αεροδ. Τατοΐου	64.8	55.8	81.4	72.1	60.8	42.7	23.9	20.2	14.5	17.4	5.2	17.6	476.4
608	Αστεροσκ. Αθηνών	50.0	52.9	68.2	54.3	41.8	40.2	25.4	19.9	11.6	4.9	5.9	13.6	388.7
613	Μέγαρα	55.1	46.6	65.9	56.9	61.2	38.6	26.5	37.2	7.6	5.9	6.1	14.1	421.6
701	Αγ. Τριάδα	124.4	112.0	170.6	148.6	138.4	123.1	64.5	38.1	26.9	12.2	18.3	23.9	1001.1
703	Αλιάρτος	70.4	71.6	99.9	77.6	70.7	66.7	41.5	23.9	18.7	6.4	15.5	20.8	583.7
705	Αλμυροπόταμος	70.8	88.1	113.4	119.7	116.8	91.5	39.1	18.3	7.0	5.0	6.2	11.6	687.5
706	Άμφισσα	86.6	126.0	154.5	113.8	91.8	80.3	47.8	26.9	16.5	14.6	11.4	24.3	794.4
707	Μουρίκι	59.7	53.8	76.8	58.1	47.6	47.7	25.7	21.0	13.8	4.3	8.1	14.2	430.8
708	Άνω Μπράλος	88.4	105.8	114.3	136.7	129.1	101.0	82.9	37.7	26.9	21.4	20.3	10.9	875.4
710	Αταλάντη	80.7	69.0	81.7	72.1	81.7	71.6	44.7	21.0	15.6	9.6	15.5	14.7	577.7
711	Γραβιά	115.1	124.5	153.6	128.0	110.0	107.6	59.9	35.8	26.8	19.8	19.6	42.2	942.8
712	Δαύλεια	101.1	104.0	147.8	128.8	103.8	98.6	60.3	35.1	26.5	18.1	20.8	17.5	862.2
713	Δεοφίνα	29.0	91.2	60.9	29.3	52.8	40.9	33.5	13.5	4.5	5.2	10.9	3.7	375.4
714	Δρυμαία	98.2	87.7	114.9	110.7	84.6	89.8	47.8	38.3	23.9	19.1	21.5	24.6	760.9
715	Επτάλοφος	127.0	154.6	196.5	172.1	161.5	126.5	79.7	50.2	28.6	23.8	28.6	32.0	1181.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.2 (Συνέχεια)

Κωδ.	Σταθμός	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
716	Ζηλευτό	55.8	67.7	74.9	63.8	53.0	65.4	32.9	26.8	22.6	15.1	13.8	29.8	521.7
717	Θίσοβη	56.4	67.2	72.9	65.5	59.0	49.8	34.2	18.1	10.3	2.2	5.7	15.0	456.2
718	Ιστιαία	97.7	76.4	118.0	95.9	87.9	87.5	43.4	38.5	22.4	9.8	25.7	36.2	739.4
720	Κάτω Στενή	124	115.4	146.3	171.2	147.9	122.0	46.9	41.3	28.2	19.7	34.2	31.6	1028.9
721	Κάτω Τιθορέα	86.9	74.0	109.6	85.8	72.8	76.3	50.0	33.3	23.6	16.1	20.1	22.8	671.1
723	Καλλιθέα	73.1	77.3	96.9	95.0	77.6	80.6	43.3	21.8	17.2	8.2	13.4	28.4	632.9
727	Κύμη	108.9	109.9	134.3	142.0	127.9	129.4	47.9	40.1	41.0	21.9	23.9	37.2	964.3
728	Λαμία	70.3	67.4	81.7	61.3	67.4	65.6	40.8	36.3	27.2	20.3	19.5	25.3	583.0
729	Λευκάδα Φθιώτιδας	93.9	121.9	113.4	65.8	95.1	94.5	53.0	40.5	35.3	51.3	49.8	25.5	839.9
730	Λειβαδιά	94.1	83.9	128.0	95.0	91.5	91.8	52.0	32.2	24.5	16.9	18.1	37.2	765.2
732	Νεοχώρι	170.0	236.0	281.6	219.8	200.2	177.8	154.1	105.3	50.4	33.3	30.7	51.6	1710.6
733	Παύλος	63.8	61.9	81.4	72.3	56.7	63.0	32.5	18.7	13.9	9.3	12.1	14.6	500.1
734	Πιτσιωτά	118.1	163.8	205.8	171.7	160.2	137.6	95.4	76.0	41.4	25.5	22.1	46.4	1264.0
735	Προκόπι	130.8	123.2	173.1	172.1	142.1	124.3	49.0	40.5	23.0	18.4	29.7	40.9	1067.2
736	Σκύρος	39.7	60.5	77.6	78.3	62.8	53.0	22.3	16.1	4.4	5.7	10.0	18.6	448.8
737	Τανάγρα	50.7	58.8	75.1	65.7	48.1	50.5	27.6	21.1	12.8	7.4	10.1	23.5	451.7
738	Τρίλοφο	71.8	99.5	91.9	79.0	61.8	71.6	46.8	40.5	26.6	20.2	16.1	29.4	655.2
740	Υπάτη	110.0	105.2	114.8	106.6	92.8	89.9	51.6	43.5	33.3	16.2	14.5	40.8	819.1
741	Χαλκίδα	43.8	56.0	47.4	41.9	43.4	49.1	30.8	18.6	11.6	6.4	8.2	6.8	364.0
802	Ανάβρα	90.6	104.9	94.4	89.3	83.5	93.5	54.8	51.1	31.1	20.3	18.8	37.5	769.7

## 4.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί και δεδομένα

Στο παρόν ερευνητικό έργο έγινε συλλογή, συστηματοποίηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ μετεωρολογικών δεδομένων από 16 σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ), από ένα σταθμό του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) και από ένα σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ). Σε επόμενη φάση του προγράμματος προβλέπεται η συλλογή και αρχειοθέτηση σε Η/Υ των δεδομένων 11 σταθμών της ΔΕΗ. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί, με τα χαρακτηριστικά τους και τις περιόδους διαθεσιμότητας δεδομένων για κάθε μετεωρολογική μεταβλητή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.1. Επτά σταθμοί ανήκουν στο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής, έξι στο διαμέρισμα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και πέντε στο διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας.

Για τη μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία μας διατέθηκαν απευθείας μηνιαία δεδομένα από την ΕΜΥ και το ΕΑΑ. Οι τιμές αυτές προκύπτουν ως αριθμητικοί μέσοι όροι των παρατηρημένων ημερήσιων μέγιστων τιμών. Αντίθετα για το σταθμό του Λεσινίου του ΥΠΕΧΩΔΕ η εκτίμηση έγινε από την ερευνητική ομάδα με βάση πάντα την παραπάνω μέθοδο. Σε ότι αφορά στη μέση μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία ισχύουν τα ίδια όπως και για τη μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία.

Ο υπολογισμός της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας γίνεται από κάθε υπηρεσία με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τη χρονική κλίμακα καταγραφής της θερμοκρασίας. Στην ΕΜΥ και το ΕΑΑ υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μέσων ημερήσιων τιμών. Οι τελευταίες προκύπτουν για την ΕΜΥ ως οι αριθμητικοί μέσοι των παρατηρημένων τιμών των ωρών 8:00, 14:00, 20:00 και 20:00 (η τιμή στις 20:00 επαναπροστίθεται λόγω έλλειψης νυχτερινής μέτρησης). Για το ΕΑΑ οι μέσες ημερήσιες τιμές προκύπτουν ως οι μέσοι όροι των 24 ωριαίων παρατηρημένων τιμών.

Στο παρόν ερευνητικό έργο μας διατέθηκαν έτοιμες χρονοσειρές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας μόνο από το ΕΑΑ. Για τους σταθμούς της ΕΜΥ υπολογίσαμε τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες ως μέσους όρους των μέσων μηνιαίων μέγιστων και μέσων μηνιαίων ελάχιστων θερμοκρασιών. Αντίστοιχα, για το σταθμό Λεσινίου του ΥΠΕΧΩΔΕ υπολογίσαμε καταρχήν τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες ως μέσους όρους των πρωτογενών ελάχιστων και μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών και στη συνέχεια τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες.

Σε ότι αφορά στις άλλες μετεωρολογικές μεταβλητές (μέση μηνιαία σχετική υγρασία, μηνιαία εξάτμιση, μέση μηνιαία ένταση ανέμου και μηνιαία ηλιοφάνεια) παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία εκτίμησής τους στο Κεφάλαιο 3 του τεύχους 3 (σελ. 4-8).

Οι μέσες μηνιαίες καθώς και οι ετήσιες τιμές των μετεωρολογικών δεδομένων παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.2.2. έως 4.2.6. Και πάλι οι τιμές αυτές δίνονται με κάθε επιφύλαξη, δεδομένου ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμη έλεγχος και επεξεργασία τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1  
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

α/α	Όνομασία	Λεκάνη απορροής	Φορέας	Υψóm. (m)	Γεωγραφ. Μήκος	Γεωγραφ. Πλάτος	Διαθεσιμότητα στοιχείων (1ο έτος 1ου υδρολογικού έτους - 2ο έτος τελευταίου υδρολογικού έτους)				
							Θερμοκρασία	Σχετική υγρασία	Εξάτμιση	Ένταση ανέμου	Ηλιοφάνεια
1	Αερ.Ελληνικού	Υπολοίπων	ΕΜΥ	10	23°44'	37°54'	1961-1991	1961-1991		1954-91	1976-1989
2	Αερ. Τατοΐου	Κηφισού Αττ.	ΕΜΥ	237	23°47'	38°06'	1951-1991	1951-1991		1955-91	
3	Αίγινα	Ν. Αίγινας	ΕΜΥ	3	23°26'	37°45'	1972-1991	1972-1991		1973-90	
4	ΕΑΑ	Κηφισού Αττ.	ΕΜΥ	107	23°43'	37°58'	1930-1992	1930-1992	1930-1992	1930-92	1930-1992
5	Μέγαρα	Υπολοίπων	ΕΜΥ	36	23°21'	38°00'	1971-1991	1971-1991		1974-90	
6	Ν.Φιλαδέλφεια	Κηφισού Αττ.	ΕΜΥ	136	23°44'	38°02'			1976-1989		1976-1989
7	Σπάτα	Υπολοίπων	ΕΜΥ	130	23°55'	37°58'	1970-1991	1970-1991		1973-90	1981-1989

2. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

1	Κύμη	Υπολ. Ευβοίας	ΕΜΥ	224	24°06'	38°28'	1961-1990	1961-1990		1955-90	
2	Λαμία	Σπερχειού	ΕΜΥ	144	22°26'	38°54'	1962-1991	1961-1991	1976-1987	1969-91	1976-1989
3	Λευκάδα	Σπερχειού	ΕΜΥ	390	22°00'	38°55'	1972-1991	1972-1991		1974-91	
4	Σκύρος	Ν. Σκύρου	ΕΜΥ	4	24°34'	38°54'	1961-1991	1961-1991		1954-91	1976-1989
5	Χαλκίδα	Υπολ. Ευβοίας	ΕΜΥ	5	23°36'	38°28'	1961-1989	1961-1991			
6	Ωρεοί	Υπολ. Ευβοίας	ΕΜΥ	5	23°06'	38°57'				1973-90	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1. (Συνέχεια)

## 3. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

α/α	Σταθμός	Λεκάνη Απορροής	Φορέας	Υψόμ. (m)	Γεωγραφ. Μήκος	Γεωγραφ. Πλάτος	Διαθεσιμότητα στοιχείων (1ο έτος 1ου υδρολογικού έτους - 2ο έτος τελευταίου υδρολογικού έτους)				
							Θερμοκρασία	Σχετική Υγρασία	Εξάτμιση	Ενταση Ανέμου	Ηλιοφάνεια
1	Αγρίνιο	Αχελώου	ΕΜΥ	47	21°24'	38°37'	1961-1991	1961-1991	1979-1989	1955-1991	1978-1988
2	Βακάριο	Αχελώου	ΔΕΗ	1150	21°22'	39°40'					
3	Γεφ. Επισκοπής	Μέγδοβα	ΔΕΗ	277	21°38'	38°56'					
4	Καστράκι (Προβλήτα)	Αχελώου	ΔΕΗ	145	21°22'	38°45'					
5	Καρπενήσι	Τρικεριώτη	ΕΜΥ	998	21°48'	38°55'	1981-1990	1981-1990		1981-1990	
6	Κρεμαστά(ΥΗΣ)	Αχελώου	ΔΕΗ	390	21°29'	38°53'					
7	Κρίκελλο	Τρικεριώτη	ΔΕΗ	1120	21°51'	38°48'					
8	Λεσίνι	Υπολοίπων	ΥΠΕΧΩΔΕ	1	21°11'	38°25'	1957-1991				
9	Μεσολόγγι	Υπολοίπων	ΕΜΥ	1	21°26'	38°22'	1982-1991	1982-1991		1982-91	
10	Ναύακτος	Υπολοίπων	ΕΜΥ	15	21°50'	38°24'	1977-1991	1977-1991		1977-91	
11	Παχτούρι	Αχελώου	ΔΕΗ	950	21°15'	39°28'					
12	Πολυνέρι	Αχελώου	ΔΕΗ	730	21°22'	39°24'					
13	Ταυρωπός(ΥΗΣ)	Μέγδοβα	ΔΕΗ	800	21°46'	39°17'					
14	Ταυρωπός (ΥΗΣ)	Μέγδοβα	ΔΕΗ	850	21°44'	39°14'					
15	Τέμπλα	Αχελώου	ΔΕΗ	306	21°26'	39°06'					
16	Φουσιανά	Αχελώου	ΔΕΗ	950	21°31'	39°10'					

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Αργίνο	17.9	13.3	9.8	8.5	9.2	11.4	14.4	19.1	22.8	25.2	25.3	22.4	16.6
Αερ. Ελληνικού	19.1	15.4	12.2	10.2	10.6	12.2	15.5	19.9	24.2	27.2	27.0	23.9	18.1
Αερ. Τατοΐου	17.0	12.6	9.3	7.6	8.3	9.9	13.5	18.2	22.8	25.4	25.2	21.8	16.0
Αίγινα	19.8	15.7	12.6	10.8	10.9	12.7	15.7	20.1	24.7	27.3	27.1	24.7	18.4
ΕΑΑ	18.6	14.8	10.9	9.3	9.8	11.5	15.4	20.2	24.6	27.3	26.9	23.5	17.7
Καρπενήσι	13.3	7.4	5.2	4.2	3.3	5.5	10.4	14.3	17.5	20.7	20.4	17.6	11.5
Κύμη	16.4	12.8	9.7	7.8	8.4	9.9	13.7	18.1	22.2	24.3	23.9	20.9	15.9
Λαμία	17.5	13.1	9.1	7.6	8.5	10.7	15.0	19.9	24.5	26.4	25.8	22.7	16.7
Λεσβί	18.2	14.6	11.1	9.4	10.0	12.0	14.6	18.7	22.3	24.2	25.0	22.2	16.8
Λευκάδα (Φθιώτιδας)	15.8	10.9	7.8	6.1	6.9	9.9	13.5	18.5	22.4	24.5	23.8	21.0	15.1
Μέγαρα	19.0	14.3	11.1	9.3	9.8	12.1	15.8	20.5	25.1	27.8	27.3	24.3	18.0
Μεσολόγγι	17.7	14.7	10.9	8.7	9.4	13.4	16.8	20.0	23.0	27.1	26.9	23.6	18.2
Ναύπακτος	19.0	14.0	11.1	9.1	9.1	11.4	14.2	18.5	22.6	25.9	26.2	23.9	17.4
Σκύρος	17.9	14.7	11.7	9.8	10.2	11.5	14.7	18.5	22.8	24.5	24.2	21.7	16.8
Σπάτα	17.8	13.6	10.3	8.4	9.0	11.0	14.7	18.8	23.7	25.9	25.3	22.6	16.5
Χαλκίδα	19.0	14.9	11.4	9.5	9.9	11.7	15.6	20.6	24.9	27.1	26.9	23.8	17.9

## ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.3.

## ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Αγρίνιο	69.8	77.3	77.9	74.2	72.6	69.9	67.7	62.9	58.2	55.3	55.9	62.5	66.9
Αερ. Ελληνικού	62.3	69.3	70.2	69.1	69.2	67.6	63.0	59.7	54.1	48.2	48.1	54.3	61.3
Αερ. Τατοΐου	66.7	75.4	77.4	76.9	74.8	71.1	63.5	55.9	48.0	44.4	45.7	54.4	62.9
Αίγινα	64.4	65.6	67.9	68.2	67.6	66.2	61.3	59.9	55.4	50.5	52.6	57.5	61.2
ΕΑΑ	66.4	73.2	74.4	73.0	70.5	67.4	62.8	58.6	52.6	47.2	48.5	56.0	62.5
Καρπενήσι	66.4	73.7	73.4	67.9	70.3	74.0	60.7	61.2	57.0	52.2	53.7	58.7	64.4
Κύμη	66.2	70.0	70.5	70.0	69.3	66.6	59.9	57.5	52.5	50.1	50.7	57.7	62.0
Λαμία	70.0	73.9	75.4	74.6	73.1	70.0	62.9	58.6	50.6	49.6	52.1	59.5	64.0
Λευκάδα (Φθιώτιδας)	71.6	75.2	74.9	72.9	74.3	69.9	62.9	60.1	52.9	52.0	55.3	61.9	65.9
Μέγαρα	64.2	70.6	72.6	71.0	71.1	68.4	63.9	57.7	51.2	49.2	50.6	55.7	62.0
Μεσολόγγι	71.3	76.3	78.0	70.3	71.5	69.3	66.7	64.5	63.3	66.0	63.3	66.0	67.7
Ναύπακτος	64.1	71.2	71.6	72.8	72.2	73.5	71.4	65.1	61.4	58.0	60.9	61.4	65.0
Σκύρος	73.7	76.4	76.7	76.0	75.5	74.8	72.5	71.4	66.5	66.2	68.0	70.9	72.6
Σπάτα	65.8	71.2	72.7	70.1	72.1	68.6	63.7	58.5	51.9	51.0	52.0	57.7	63.9
Χαλκίδα	70.7	76.2	76.6	76.0	74.0	72.5	66.9	63.0	58.4	57.1	58.1	62.5	67.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.4

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΤΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Αγρίνιο	Κόμβοι	3.7	3.3	3.5	4.0	4.7	4.9	4.6	4.0	4.0	3.9	3.7	3.5	3.9
Αερ. Ελληνικού	“	7.4	6.7	7.5	7.9	7.9	7.5	6.6	6.0	6.5	7.7	7.9	7.1	7.2
Αερ. Τατοΐου	“	7.2	5.1	5.6	6.8	6.8	6.9	5.5	5.2	5.5	7.3	7.7	6.9	6.3
Αίγινα	“	5.3	4.1	-	3.6	6.4	4.2	-	5.2	-	-	2.7	3.3	-
ΕΑΑ	m/s	2.7	2.5	3.0	3.0	3.1	3.0	2.5	2.3	2.5	3.1	3.0	2.8	2.8
Καρπενήσι	Κόμβοι	7.1	7.4	7.8	8.7	8.9	9.4	8.2	8.3	10.9	7.8	8.6	6.9	8.2
Κύμη	“	6.9	5.9	7.3	7.8	7.7	7.1	6.1	5.3	5.8	6.4	6.9	6.2	6.7
Λαμία	“	4.7	4.6	5.0	5.2	5.5	5.7	6.3	6.3	6.6	6.2	5.7	5.0	5.6
Λευκάδα (Φθιώτιδας)	“	5.0	4.9	5.3	5.4	5.8	5.9	6.4	6.1	7.0	6.7	6.5	6.0	5.9
Μέγαρα	“	6.6	6.2	7.2	8.3	8.3	8.0	7.1	7.1	8.5	7.8	7.4	6.3	7.4
Μεσολόγγι	“	2.8	3.1	2.7	3.4	2.4	3.8	2.8	3.8	2.6	1.7	2.6	2.6	3.6
Ναύπακτος	“	3.3	4.4	4.8	4.7	3.8	4.1	3.3	4.1	3.4	2.4	2.4	2.7	4.8
Σκύρος	“	12.2	11.2	12.8	14.1	14.2	12.7	10.1	8.1	8.8	10.0	10.6	10.6	11.3
Σπάτα	“	6.5	5.6	6.4	7.4	7.9	7.1	6.1	6.3	5.5	7.7	8.4	6.7	6.7
Ωρεοί	“	5.1	5.9	6.1	6.5	6.9	5.9	5.2	4.6	4.9	5.1	5.8	4.3	5.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.5

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΙΣ (mm)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Αγρίνιο	100.1	57.3	40.7	43.4	45.2	80.3	118.1	179.8	231.3	251.8	218.7	165.3	1536.4
ΕΑΑ	105.6	70.7	61.0	61.5	63.4	83.2	111.1	147.7	193.4	239.8	223.9	161.5	1535.8
Λαμία	113.5	68.1	67.6	68.2	52.2	85.3	137.7	179.5	246.3	243.5	230.1	171.7	1638.6
Ν. Φιλαδέλφεια	112.1	59.8	58.4	51.3	57.6	73.6	103.4	155.0	211.8	262.4	253.1	195.4	1579.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.6

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ (ώρες)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
Αγρίνιο	195.2	142.5	121.6	110.6	121.5	161.6	201.7	256.9	318.2	362.0	328.4	265.3	2603.0
Αερ. Ελληνικού	208.8	144.1	131.8	132.5	131.4	184.8	226.7	287.4	335.2	357.7	328.2	278.3	2737.5
ΕΑΑ	212.4	153.8	126.8	129.5	143.5	182.8	231.7	286.3	331.6	371.0	350.2	283.7	2810.6
Λαμία	164.7	125.5	116.1	129.7	97.8	156.0	211.1	261.3	313.2	335.8	302.4	241.2	2431.8
Ν. Φιλαδέλφεια	200.4	133.4	119.2	123.0	119.0	178.8	213.0	275.7	318.4	339.9	328.0	269.4	2632.1
Σκύρος	183.8	115.1	96.4	83.5	83.0	148.9	209.8	279.2	331.7	350.9	329.0	256.2	2479.1
Σπάτα	246.9	145.3	111.8	127.5	117.4	174.2	209.9	287.3	331.8	365.6	353.5	299.4	2803.0

### 4.3 Υδρομετρικοί σταθμοί και δεδομένα

Στο παρόν ερευνητικό έργο συγκεντρώσαμε και αρχειοθετήσαμε, σε ενιαία βάση δεδομένων Η/Υ, δεδομένα στάθμης υδατορευμάτων και λιμνών για 34 σταθμούς της Στερεάς Ελλάδας. Το μοναδικό κριτήριο επιλογής των σταθμών αυτών ήταν η αξιοπιστία τους και επιδίωξη μας ήταν να καλύψουμε το σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων. Μεγάλο μέρος των δεδομένων των σταθμών των λεκανών Μόρνου, Ευήνου, Υλίκης και Παραλίμνης λήφθηκε από το ερευνητικό έργο "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Αθηνών". Στον Πίνακα 4.3.1 φαίνονται οι υδρομετρικοί σταθμοί που εξετάσαμε στο παρόν ερευνητικό έργο. Στοιχεία σχετικά με τις καμπύλες στάθμης - παροχής για τους υδρομετρικούς σταθμούς δίνονται στον Πίνακα 4.3.2. Σημπληρώνεται ότι στην παρούσα φάση του ερευνητικού έργου δεν ολοκληρώσαμε την επεξεργασία των υδρομετρικών δεδομένων με την εξαγωγή όλων των καμπυλών στάθμης - παροχής. Αυτό θα γίνει σε επόμενη φάση του έργου με τη βοήθεια κατάλληλου προγράμματος Η/Υ που είναι σκόπιμο να αναπτυχθεί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1**

**ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΙΜΝΗ	ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕ- ΡΙΣΜΑ	ΦΟΡΕΑΣ	ΓΕΩΓΡ- ΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ- ΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΡΧΕΙΟΘΕΤΗΣΗΣ	
							ΣΤΑΘ- ΜΗΣ	ΥΔΡΟΜΕ- ΤΡΗΣΕΩΝ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
401	Αγραφιώτης Νο 1	Αγραφιώτης	04	ΔΕΗ	21° 36'	39° 01'	1965-	1965 -
402	Αγραφιώτης Νο 2	Αγραφιώτης	04	ΔΕΗ	21° 36'	39° 01'	1988-	1988-
403	Ταυρωπός Νο 1	Μέγδοβας	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 57'	1970-	1970-
404	Ταυρωπός Νο 2	Μέγδοβας	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 57'	1987-	1970-
405	Βουλκαριά	Βουλκαριά	04	ΥΠΕΧΩΔΕ	20° 49'	38° 51'	1964-	-
407	Λυσιμαχία	Λυσιμαχία	04	ΥΠΕΧΩΔΕ	21° 28'	38° 33'	1949-	-
408	Τριγωνίδα	Τριγωνίδα	04	ΥΠΕΧΩΔΕ	21° 35'	38° 36'	1949-	-
409	Τρικεριώτης(Reper)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1966-67	1965-67
410	Τρικεριώτης(Δεξιό)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1966-71	1966-71
411	Τρικεριώτης(Αριστ)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1967-70	1967-71
413	Τρικεριώτης (Κατάντη δεξιό)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1971-	1972-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
414	Τρικεριώτης (Ανάτη αριστερό)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1971-	1972-
415	Τρικεριώτης (Κατάνη αριστ)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1971-	1972-
416	Τρικεριώτης (Μέσο αριστερό)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1970-	1972-
417	Τρικεριώτης (Μέσο δεξιό)	Τρικεριώτης	04	ΔΕΗ	21° 41'	38° 46'	1970-	1972-
419	Γέφυρα Περιβολίου	Μόρνος	04	ΥΠΕΧΩΔΕ	22° 10'	38° 35'	1964-76	1963-68
420	Γέφυρα Στενού	Μόρνος	04	ΥΠΕΧΩΔΕ	22° 10'	38° 33'	1950-74	1950-68
421	Υπερχειλιστής Φράγματος	Μόρνος	04	ΕΥΔΑΠ			1979-86	-
422	Αγλαδόκαστρο	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 44'	38° 33'	1970-80	1969-79
423	Πόρος Ρηγανίου (Μέσο)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 42'	38° 27'	1959-90	1960-90
424	Πόρος Ρηγανίου (Κατάνη)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 42'	38° 27'	1970-87	1960-90
425	Άγιος Δημήτριος (Αρχικό)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1969-75	1970-75
426	Άγιος Δημήτριος (No 1)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1975-83	1975-84
427	Άγιος Δημήτριος (No 2)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1975-77	1975-77
428	Άγιος Δημήτριος (Κατάνη αριστ.)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1987-	1987-
429	Άγιος Δημήτριος (No 4)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1983-	1983-
430	Άγιος Δημήτριος (No 3)	Εύηνος	04	ΔΕΗ	21° 50'	37° 40'	1976-81	1976-81
701	Γέφυρα Καστρί	Σπερχειός	07	ΥΠΕΧΩΔΕ	22° 12'	38° 57'	1960-	1960-81

## ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
702	Γέφυρα Κομποτάδων	Σπερχειός	07	ΥΠΕΧΩΔΕ	22° 22'	38° 51'	1949-	1960-81
703	Παραλίμνη	Παραλίμνη	07	ΥΠΕΧΩΔΕ			1960-89	-
704	Παλαιά Σήραγγα ΥΠΑΕ	Υλίκη	07	ΥΠΕΧΩΔΕ	23° 15'	38° 26'	1906-76	-
705	Σήραγγα Καρδί- τσας (ΥΠΑΕ)	Υλίκη	07	ΥΠΕΧΩΔΕ	23° 15'	38° 26'	1977-	-
706	Σήραγγα Καρδί- τσας (ΕΥΔΑΠ)	Υλίκη	07	ΕΥΔΑΠ	23° 15'	38° 26'	1978-	-
707	Υλίκη	Υλίκη	07	ΕΥΔΑΠ	23° 20'	38° 26'	1960-89	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.2  
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ  
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΛΕΚΑΝΗ	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡ/ΣΕΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Μόρνου	Γεφ. Περιβολίου	29-1-64 έως 28-11-65 29-11-65 έως 30-9-68	357 συνολικά	6 4	Καμπύλες από Υδρομηχανική (1964) για προ της 29-11-1965. Υψηλές παροχές από καμπύλη της Υδρομηχανικής
Μόρνου	Γεφ. Στενού	20-5-50 έως 10-6-56 8-8-63 έως 31-10-68	23 405		Υψηλές παροχές από καμπύλη της Υδρομηχανικής
Μόρνου	Υπερχειλιστής Φράγματος	από Μάιο 1981			Εκτίμηση της κα- καμπύλης από το ΕΜΠ
Ευήνου	Πόρος Ρηγανίου Μέσο σταθμήμετρο Κατάντη σταθμήμετρο	28-4-61 έως 17-1-63 14-10-68 έως 10-9-91 14-10-68 έως 10-9-91	18 318 389	2 19 6	Εκτίμηση από ΕΜΠ (1990). Επέκταση στο παρόν έργο.
Ευήνου	Αχλαδόκαστρο	25-6-70 έως 21-12-78	135	6	Εκτίμηση από ΕΜΠ (1990) Επανεκτίμηση στο παρόν έργο.
Ευήνου	Αγ. Δημήτριος Αρχικό σταθμήμετρο  Reper  Κατάντη δεξιό Κατάντη αριστερό Κατάντη αριστερό No 1 Σταθμήμετρο No 4	23-1-70 έως 30-11-73 20-6-74 έως 22-12-75 23-12-75 έως 7-7-76 21-1-82 έως 30-8-84 8-7-76 έως 1-6-74 2-6-77 έως 20-1-82 24/11/88 έως 12/12/90 31-8-84 έως 23-11-88 13-12-89 έως 30-9-91	62  41  10 41 36 49	7  4  1 5 1 4	Εκτίμηση από ΕΜΠ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.2. (Συνέχεια)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Αχελώου (Τρικεριώτης)	Γέφυρα Γερομπόρου (Τρικεριώτης) Reper 1 Δεξιό Αριστερό Κατάντη δεξιό Μέσο δεξιό Ανάντη αριστερό Κατάντη αριστερό Μέσο αριστερό	1-5-67 έως 4-11-67 1-10-66 έως 31-3-71 4-11-67 έως 31-3-71 10-10-71 έως 30-9-91 1-4-71 έως 30-9-91 10-10-71 έως 30-9-91 10-10-71 έως 30-9-91 1-4-71 έως 30-9-91			Β' φάση του έργου
Αχελώου (Αγραφιώτης)	Γέφυρα Βαρβαριάδα Σταθμήμετρο Νο 1 Σταθμήμετρο Νο 2	8-8-66 έως 6-12-90 10-11-88 έως 6-12-90	244		Β' φάση του έργου
Αχελώου (Ταυρωπός)	Γέφυρα Βίνιανης Σταθμήμετρο Νο 1 Σταθμήμετρο Νο 2	28-1-70 έως σήμερα 10-11-88 έως σήμερα	381		Β' φάση του έργου
Βοιωτικός Κηφισός	Παλαιά διώρυγα Καρδίτσας Νέα διώρ. Καρδίτσας Σταθμήμετρο Νο 1 Σταθμήμετρο Νο 2	1-1-86 έως 31-12-89 1-1-07 έως 31-12-76 1-4-78 έως σήμερα 1-10-77 έως σήμερα	1	1	Εκτίμηση από ΕΜΠ (1990)
Σπερχειού	Γέφυρα Καστρίου	5-3-61 έως 13-10-81	100		Β' φάση του έργου
Σπερχειού	Γέφυρα Κομποτάδων	24-8-49 έως 20-7-81	141	8	Εκτίμηση στην πα- ρούσα φάση

#### 4.4 Ισοζύγια ταμιευτήρων

Για την εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του Αχελώου ήταν απαραίτητο να υπολογίσουμε τις φυσικές (αρύθμιστες) μηνιαίες απορροές στις δύο κυριότερες από υδρολογική άποψη θέσεις του ποταμού. Οι θέσεις αυτές είναι τα φράγματα Κρεμαστών και Καστρακίου. Η μηνιαία απορροή στις θέσεις αυτές σχετίζεται άμεσα με τις μηνιαίες εισροές των δύο ταμιευτήρων. Έτσι το πρόβλημα ανάγεται στην εκτίμηση αυτών των εισροών. Η εκτίμηση έγινε με βάση τα μηνιαία ισοζύγια των ταμιευτήρων και με ιστορικά δεδομένα για όλες τις υδρολογικές μεταβλητές που υπεισέρχονται σε αυτά εκτός βέβαια από την απορροή.

Εκτός από τη λεκάνη του Αχελώου εκτιμήθηκε και το υδατικό δυναμικό των λεκανών Μόρνου και Βοιωτικού Κηφισού-Υλίκης. Για τις λεκάνες αυτές υπήρχαν ήδη εκτιμήσεις μέχρι το υδρολογικό έτος 1987-88 από το ερευνητικό έργο *“Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών”*. Στο παρόν ερευνητικό έργο συμπληρώθηκαν οι εκτιμήσεις των εισροών στον ταμιευτήρα Μόρνου μέχρι το Μάϊο του 1992. Συμπληρώσεις έγιναν επίσης και για τη λίμνη Υλίκη για την περίοδο από τον Οκτώβριο 1988 έως το Φεβρουάριο 1992.

Τα υδατικά ισοζύγια βασίζονται στην ακόλουθη εξίσωση:

$$I = O + \Delta S \quad (4.4.1)$$

όπου

- I είναι οι συνολικές εισροές που συμπεριλαμβάνουν τις εισροές από πηγές και από βροχόπτωση στην επιφάνεια του ταμιευτήρα,
- O είναι οι συνολικές εκροές από τον ταμιευτήρα λόγω εξάτμισης, υπόγειων διαφυγών, υπερχειλίσεων και απολήψεων για άρδευση και ηλεκτροπαραγωγή και
- $\Delta S$  είναι η αύξηση των αποθεμάτων του ταμιευτήρα

Στον πίνακα 4.4.1 φαίνονται για κάθε ταμιευτήρα οι σταθμοί μέτρησης από τους οποίους πήραμε τα δεδομένα των ισοζυγίων ταμιευτήρων και οι αντίστοιχες υπηρεσίες που τα έθεσαν στη διάθεσή μας.

Η εξάτμιση από την επιφάνεια των ταμιευτήρων βασίστηκε σε εκτίμηση της εξάτμισης από ελεύθερη επιφάνεια νερού κατά Penman. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν λήφθηκαν από τους σταθμούς που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.2. Οι τελικές εκτιμήσεις της φυσικής (αρύθμιστης) εισροής στους ταμιευτήρες Κρεμαστών, Καστρακίου, Μόρνου και Υλίκης φαίνονται στους Πίνακες 4.4.3 έως 4.4.6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.1  
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	ΜΟΡΝΟΣ	ΥΛΙΚΗ
Αποροπή	Άγνωστη προς υπολογισμό	Άγνωστη προς υπολογισμό	Άγνωστη προς υπολογισμό	Μετρήσεις ΥΠΕΧΩΔΕ
Εισροή από πηγές	Από εκτιμήσεις της ΔΕΗ	Αμελητέα		
Βροχόπτωση	Σταθμός Κρεμαστών ΔΕΗ	Σταθμός Καστρακίου ΔΕΗ	Από 7 σταθμούς λεκ. Μόρνου	Από 3 σταθμούς λεκ. Υλίκης
Εξάτμιση	Εκτίμηση κατά Penman	Εκτίμηση κατά Penman	Εκτίμηση κατά Penman	Εκτίμηση κατά Penman
Μεταβολή αποθέματος	Από ΔΕΗ	Από ΔΕΗ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ
Υπερχείλιση	Από ΔΕΗ	Από ΔΕΗ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ
Υπόγεια διαφυγή	Εκτίμηση ΔΕΗ	Αμελητέα	Μοντελοποίηση από μετρήσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ	Άγνωστη προς υπολογισμό
Απόληψη	Από ΔΕΗ	Από ΔΕΗ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ	Από ΥΠΕΧΩΔΕ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.2  
ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
για την εκτίμηση της εξάτμισης κατά Penman από τους ταμιευτήρες  
Κρεμαστών και Καστρακίου

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΚΑΣΤΡΑΚΙ
Μέση μηνιαία θερμοκρασία	Κρεμαστά	Καστράκι
Μέση μηνιαία υγρασία	Αγρίνιο	Αγρίνιο
Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου	Αλίαρτος	Αλίαρτος
Μηνιαία ηλιοφάνεια	Αγρίνιο	Αγρίνιο
Εξάτμιση από εξατμισόμετρο (για σύγκριση)	Αγρίνιο	Αγρίνιο

## ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

ΕΙΣΡΟΕΣ ΣΤΟΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ (m<sup>3</sup>/s)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1966-67										33,20	20,00	20,00	
1967-68	20,00	35,07	242,20	322,84	266,57	183,27	148,93	94,24	67,39	20,00	25,50	20,00	120,50
1968-69	34,99	64,25	237,40	205,87	365,21	254,36	135,34	105,13	54,98	31,53	20,00	25,71	127,90
1969-70	20,00	106,73	462,93	406,57	223,39	255,17	157,43	79,93	54,14	29,67	20,00	20,00	153,00
1970-71	35,44	72,13	166,44	273,96	179,89	351,49	228,47	104,70	47,05	20,00	20,00	29,44	127,42
1971-72	31,68	137,97	166,51	167,33	145,05	238,26	226,93	138,33	21,08	36,36	25,61	22,18	113,11
1972-73	156,69	113,91	51,46	101,57	255,06	210,69	221,55	155,67	46,96	30,40	20,00	21,81	115,48
1973-74	68,57	96,81	302,37	102,44	248,05	158,67	325,54	175,96	64,56	28,79	20,00	22,29	134,50
1974-75	123,30	172,48	108,38	63,55	94,52	164,58	130,20	67,32	40,06	26,78	26,72	20,00	86,49
1975-76	44,00	84,10	170,68	81,92	113,42	106,00	150,16	80,74	39,69	29,46	20,00	20,00	78,35
1976-77	42,05	222,66	379,85	163,34	151,77	80,63	70,96	38,66	20,00	20,00	20,00	20,00	102,49
1977-78	20,00	87,00	144,88	159,03	318,16	189,10	273,63	126,59	39,39	20,00	20,00	38,94	119,73
1978-79	20,92	52,84	230,95	449,65	406,83	137,80	316,48	122,75	58,73	20,00	23,37	20,00	155,03
1979-80	28,85	159,52	158,86	307,48	149,93	263,69	171,12	190,17	90,09	34,04	25,60	20,00	133,28
1980-81	94,69	194,38	399,93	169,70	302,54	261,59	166,95	147,49	69,90	33,07	20,00	20,00	156,69
1981-82	52,27	60,54	509,58	119,89	110,29	167,01	225,23	132,38	69,65	31,98	20,00	20,00	126,57
1982-83	33,85	129,05	304,99	97,26	169,79	130,05	107,86	50,76	49,76	32,88	20,00	20,00	95,52
1983-84	20,00	129,88	191,01	239,72	204,20	182,70	227,86	194,69	35,64	20,00	24,44	26,85	124,75
1984-85	20,00	69,15	34,61	289,57	200,94	169,37	205,81	95,57	41,12	21,04	20,00	20,00	98,93
1985-86	20,00	195,89	99,75	277,53	357,59	218,47	175,60	90,00	44,99	20,00	25,72	20,00	128,79
1986-87	22,88	26,54	51,62	230,38	177,42	190,33	182,90	113,00	65,43	32,67	20,00	20,00	94,43
1987-88	50,02	193,72	207,76	82,74	148,13	204,94	128,92	51,06	23,42	20,00	20,00	20,00	95,89
1988-89	20,00	122,56	168,82	50,40	91,43	179,25	136,05	105,63	45,40	22,88	20,00	20,00	81,87
1989-90	80,18	120,50	124,78	37,47	39,68	37,27	68,45	38,12	30,32	20,00	20,00	20,00	53,06
1990-91	20,97	77,77	357,07										
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	45,06	113,56	219,70	191,31	205,21	188,46	181,84	108,65	48,68	26,45	21,54	21,97	113,94

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4

ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ ΑΧΕΛΩΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ (m<sup>3</sup>/s)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1969-70						285,99	173,61	89,04	61,11	35,26	29,19	28,57	
1970-71	49,25	83,69	185,19	294,98	223,57	407,67	252,59	115,46	60,16	27,06	27,46	37,18	147,02
1971-72	41,90	159,89	187,54	185,21	178,65	262,53	241,77	154,52	34,42	50,24	38,74	34,29	130,81
1972-73	175,95	127,22	64,73	130,72	301,96	245,36	240,12	167,81	61,78	39,18	30,41	29,75	134,58
1973-74	78,72	107,74	326,94	115,76	280,64	178,52	362,29	191,75	72,24	37,27	26,64	34,30	151,07
1974-75	140,23	200,56	130,52	82,10	115,55	181,23	142,35	77,87	49,41	33,92	27,56	25,30	100,55
1975-76	59,44	101,45	192,84	98,99	132,13	115,17	167,39	87,86	48,03	37,09	26,51	24,46	90,95
1976-77	50,51	264,11	419,96	187,80	180,45	94,37	79,40	48,22	28,92	26,91	27,16	30,53	119,86
1977-78	27,56	102,85	162,88	183,75	356,91	210,78	309,94	141,93	53,96	30,97	28,94	57,16	138,97
1978-79	34,47	62,85	252,10	507,64	459,24	157,57	348,63	143,22	71,96	38,13	35,74	32,78	178,69
1979-80	49,37	177,52	181,71	354,44	169,02	292,31	193,22	211,21	101,93	48,13	35,86	31,95	153,89
1980-81	103,85	223,17	455,63	205,53	335,57	281,21	181,85	160,62	77,03	47,07	30,10	34,08	177,98
1981-82	69,97	80,15	569,81	141,06	142,02	199,14	242,90	145,47	77,19	39,49	30,98	28,19	147,20
1982-83	45,53	149,99	350,60	111,20	191,06	142,78	117,11	59,28	59,34	41,34	23,02	29,51	110,06
1983-84	27,68	147,04	220,26	273,59	234,23	202,05	253,29	212,01	47,20	29,37	33,55	36,06	143,03
1984-85	29,36	85,45	47,87	321,33	224,45	193,06	217,42	109,89	51,98	31,85	30,84	27,97	114,29
1985-86	25,12	225,06	115,60	311,19	408,38	239,39	189,50	101,94	55,08	33,31	34,41	30,66	147,47
1986-87	31,16	36,34	63,53	252,79	202,11	230,15	200,50	128,40	74,93	36,21	24,86	26,48	108,96
1987-88	58,32	220,20	232,61	96,27	173,19	227,29	142,59	67,10	32,88	31,25	24,64	25,81	111,01
1988-89	29,43	142,29	191,17	62,35	104,16	188,66	150,70	118,52	52,87	29,62	26,22	27,23	93,60
1989-90	94,32	132,87	141,33	53,37	53,23	45,06	80,29	46,53	34,64	26,53	25,96	25,16	63,27
1990-91	26,12	86,39	406,89										
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	59,44	138,90	233,32	198,50	223,33	208,59	204,16	122,79	57,48	35,72	29,47	31,31	128,10

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.5  
ΕΙΣΡΟΕΣ ΣΤΟΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΜΟΡΝΟΥ (hm<sup>3</sup>)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΕΤΟΣ
1979-80	0,00	27,52	55,33	51,00	33,10	66,23	39,25	35,58	20,47	7,22	4,43	3,53	343,67
1980-81	24,65	45,35	80,39	66,73	55,27	48,36	36,22	21,02	13,81	9,40	12,23	10,90	424,32
1981-82	13,44	14,71	103,35	32,40	23,42	34,93	37,72	31,64	9,09	3,64	11,26	10,64	326,25
1982-83	10,59	20,79	56,59	19,05	19,39	23,27	19,70	12,80	11,30	9,92	6,66	0,90	210,96
1983-84	7,99	22,56	56,03	35,70	53,43	34,74	32,29	38,91	22,21	1,54	6,23	7,25	318,88
1984-85	5,76	13,08	11,10	70,58	37,34	41,44	36,96	25,59	12,60	4,78	4,70	5,74	269,66
1985-86	3,85	40,97	25,88	52,08	61,61	38,59	33,05	22,62	12,29	12,44	6,78	2,45	312,60
1986-87	8,18	10,85	13,90	40,20	34,35	46,67	40,27	23,43	15,91	9,86	2,12	4,09	249,82
1987-88	6,78	13,77	28,75	17,40	37,55	42,27	26,90	16,17	6,88	4,20	3,14	3,45	207,25
1988-89	2,77	46,32	38,43	10,16	20,87	39,70	25,04	18,07	7,48	3,34	0,43	0,72	213,33
1989-90	8,50	10,54	18,80	8,36	1,02	6,72	10,03	2,50	3,64	3,98	5,23	3,80	83,13
1990-91	4,56	19,05	95,54	23,01	29,22	32,71	35,94	29,98	12,38	7,79	4,32	3,01	297,51
1991-92	0,00	17,31	2,90	4,49	4,48	7,48							
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	7,47	23,29	45,15	33,17	31,62	35,62	31,11	23,19	12,34	6,51	5,63	4,71	259,81

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.6  
ΕΙΣΡΟΕΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΥΛΙΚΗ (hm<sup>3</sup>)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1977-78	8,75	12,43	35,62	75,39	84,57	53,68	34,77	10,40	0,35	0,05	0,15	8,98	325,13
1978-79	18,74	21,23	48,83	42,27	39,62	29,88	15,37	9,22	2,86	0,25	0,78	8,28	237,32
1979-80	32,68	50,65	41,37	67,85	55,52	100,74	54,39	37,35	10,46	0,03	0,09	10,91	462,04
1980-81	47,02	33,76	61,87	128,69	107,60	66,19	53,49	17,37	3,82	1,45	4,19	18,46	543,90
1981-82	20,75	23,99	34,03	29,13	60,57	103,14	95,59	59,14	24,10	4,48	6,87	13,44	475,24
1982-83	16,32	26,35	36,17	29,93	30,69	46,24	12,09	5,26	9,69	0,50	0,19	0,00	213,42
1983-84	8,22	15,09	58,45	47,85	73,75	83,36	87,11	38,05	4,61	4,11	5,00	12,81	438,40
1984-85	12,53	23,40	30,53	112,71	48,00	70,61	54,97	18,75	7,56	0,00	0,55	6,70	386,32
1985-86	20,31	29,64	34,20	29,88	43,75	45,13	20,28	11,27	2,42	0,15	0,00	2,00	238,98
1986-87	20,47	23,37	22,24	46,86	42,94	88,27	79,70	40,09	7,83	0,18	0,19	4,22	376,36
1987-88	14,76	21,10	22,00	25,05	46,17	71,97	32,07	11,21	1,24	0,04	0,00	0,91	246,52
1988-89	8,05	21,79	48,35	28,55	19,32	56,45	24,08	3,98	0,13	0,03	0,29	0,00	211,02
1989-90	10,98	11,83	14,72	15,86	10,08	2,85	0,23	0,01	0,06	0,00	3,54	5,80	75,96
1990-91	7,78	12,16	40,74	45,55	40,95	59,07	51,56	26,24	3,23	0,00	0,27	6,34	293,88
1991-92	12,27	17,26	23,03	22,59	25,02	29,26							
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	17,31	22,94	36,81	49,88	48,57	60,46	43,98	20,59	5,60	0,80	1,58	7,06	315,57

## 5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 5.1 Βάση και προγράμματα επεξεργασίας μηνιαίων υδρομετεωρολογικών δεδομένων

#### 5.1.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού έργου, αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο πακέτο προγραμμάτων διαχείρισης και επεξεργασίας υδρομετεωρολογικών δεδομένων. Το πακέτο έχει το όνομα YDROLOGI (ή στα ελληνικά ΥΔΡΟΛΟΓΙΟ) και αποτελείται από τις ακόλουθες τρεις βασικές συνιστώσες:

1. Σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων
- 2.. Τμήμα ομογενοποίησης και συμπλήρωσης δεδομένων
3. Τμήμα στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων

Η σύνταξη του προγράμματος έγινε σε περιβάλλον MS-DOS και σε γλώσσα προγραμματισμού Turbo Pascal και με τη βοήθεια του πακέτου γραφικών HALO, έκδοση 2.0.

Στη συνέχεια περιγράφουμε συνοπτικά, σε ξεχωριστές παραγράφους, τις παραπάνω τρεις συνιστώσες του πακέτου.

#### 5.1.2. Βάση δεδομένων και σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων

Η εγκατάσταση του προγράμματος ακολουθεί αυστηρά ορισμένα βήματα που περιγράφονται στο αντίστοιχο εγχειρίδιο. Με την εγκατάσταση δημιουργείται το πλήρες δέντρο καταλόγων (directories) που, κάτω από το βασικό κατάλογο C:\YDROLOGI περιλαμβάνει τους εξής 4 υποκαταλόγους:

- YDROBASE: Περιλαμβάνει τα ακόλουθα 4 αρχεία:
- YDROLOGI.DTA: Χαρακτηριστικοί σταθμών μέτρησης (όνομα, υπολεκάνη, λεκάνη, υδατικό διαμέρισμα, συντεταγμένες)
  - YDROLOGI.IDX: Αρχείο δεικτών ή ευρετήριο
  - YDROLOGI.MAT: Αρχείο υδρομετεωρολογικών δεδομένων
  - YDROLOGI.HRD: Πληροφορίες σχετικά με το διαθέσιμο υλικό (hardware)
- YDROEXEC: Περιλαμβάνει το βασικό αρχείο εκτέλεσης του προγράμματος YDROLOGI.BAT το οποίο εκτελεί τα ακόλουθα 3 προγράμματα:
- YDROTEXT.EXE: Διαχείριση βάσης δεδομένων και συμπλήρωση δεδομένων
  - YDROHALO.EXE: Ομογενοποίηση δεδομένων
  - YDROSTAT.EXE: Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Ο κατάλογος περιλαμβάνει επίσης τα προγράμματα:

YDROHARD.EXE: Αλλαγή χαρακτηριστικών διαθέσιμου υλικού (hardware)

YDROLOCK.EXE: Ξεκλείδωμα του προγράμματος

YDROHALO: Περιλαμβάνει τα προγράμματα καθοδήγησης (drivers) των περιφερειακών για τη λειτουργία των γραφικών που αναπτύχθηκαν με βάση τη βιβλιοθήκη HALO.

YDROINFO: Αρχεία που υποβοηθούν την εισαγωγή δεδομένων στη βάση, μέσω αρχείων ASCII.

Τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα κατατάσσονται για τους σκοπούς του προγράμματος στις ακόλουθες εννέα κατηγορίες, ανάλογα με τη μεταβλητή στην οποία αντιστοιχούν: βροχή, χιονόπτωση, στάθμη, παροχή, ηλιοφάνεια, θερμοκρασία, άνεμος, εξάτμιση, υγρασία. Το πρόγραμμα μπορεί να διαχειριστεί μέχρι 250 υδρολογικά έτη παρατηρήσεων (από το 1801-02 έως το 2050-51) ενώ ο αριθμός των σταθμών μέτρησης είναι πρακτικά απεριόριστος. Σε κάθε περίπτωση που, μετά από την ολοκλήρωση μιας επεξεργασίας των δεδομένων, προκύπτουν δευτερογενή δεδομένα, αυτά αποθηκεύονται σε εικονικό σταθμό δευτερογενών δεδομένων.

Τα δεδομένα ενός δείγματος (δεδομένα ενός σταθμού και μιας μεταβλητής) αποθηκεύονται σε συμπυκνωμένη μορφή που περιλαμβάνει μια εγγραφή ως επικεφαλίδα που περιέχει πληροφορίες για το δείγμα και έναν αριθμό εγγραφών που περιέχουν τα υδρολογικά δεδομένα για τα υδρολογικά έτη όπου αυτά υπάρχουν. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τα δεδομένα αποθηκεύονται, για λόγους ταχύτητας προσπέλασης, στη μνήμη RAM του υπολογιστή, με διαφορετική από την παραπάνω δομή (βλ. Τεύχος 5, σελ. 10). Όταν γίνεται διαγραφή δεδομένων από τη βάση, προκύπτει αχρησιμοποίητος χώρος στο εσωτερικό του αρχείου YDROLOGI.MAT. Για να ελευθερωθεί ο χώρος αυτός γίνεται "κανονικοποίηση" της βάσης είτε με απόφαση του χρήστη, είτε αυτόματα όταν οι κενές εγγραφές φθάσουν ένα άνω όριο.

Οι κύριες και οι βασικές επιμέρους λειτουργίες του προγράμματος είναι:

1. Διαχείριση των σταθμών μέτρησης
  - 1.1 Εισαγωγή νέου σταθμού
  - 1.2 Τροποποίηση σταθμού
  - 1.3 Διαγραφή σταθμού
  - 1.4 Παρουσίαση σταθμού
2. Διαχείριση δειγμάτων
  - 2.1 Εισαγωγή πρωτογενούς δείγματος
  - 2.2 Τροποποίηση δείγματος
  - 2.3 Διαγραφή δείγματος
  - 2.4 Παρουσίαση δείγματος

3. Επεξεργασία των δειγμάτων
  - 3.1 Ομογενοποίηση δείγματος
  - 3.2 Συμπλήρωση δείγματος
  - 3.3 Στατιστική επεξεργασία δείγματος
  - 3.4 Γραφικές παραστάσεις
4. Συντήρηση της βάσης δεδομένων
  - 4.1 Κανονικοποίηση της βάσης δεδομένων
  - 4.2 Φύλαξη αρχείων σε αντίγραφα
  - 4.3 Επαναφορά των αρχείων από αντίγραφα

Οι παραπάνω λειτουργίες του προγράμματος αντιστοιχούν σε καταλόγους επιλογών (menus). Πέρα από τα παραπάνω δύο επίπεδα επιλογών, υπάρχουν και άλλα μερικά από τα οποία δίνονται συνοπτικά στις επόμενες παραγράφους. Για πιο λεπτομερή στοιχεία, ο αναγνώστης θα πρέπει να ανατρέχει στο Τεύχος 5.

Το πρόγραμμα διαθέτει επίσης, για κάθε επιλογή, βοηθητικά μηνύματα που ενεργοποιούνται με το πλήκτρο <F1>. Ακόμη, η μεταφορά του ελέγχου μέσα στο δέντρο των επιλογών είναι πολύ εύκολη και φιλική στο χρήστη.

Το πρόγραμμα διαθέτει ακόμη:

1. Ενσωματωμένο διορθωτή κειμένου (editor) για εισαγωγή και διόρθωση δεδομένων και άλλων πληροφοριών.
2. Ειδικό αρχείο-παράδειγμα για την εισαγωγή δεδομένων στη βάση σε ASCII μορφή.

Τέλος σημειώνεται ότι η συντήρηση της βάσης δεδομένων έχει εξαιρετική σημασία και το Υδρολόγιο περιλαμβάνει τα κατάλληλα γι' αυτή εργαλεία (βλ. Τεύχος 5, σελ. 19).

### 5.1.3 Ομογενοποίηση δειγμάτων

Η ομογενοποίηση των δειγμάτων υδρολογικών δεδομένων και κυρίως των δεδομένων βροχόπτωσης, βασίζεται στο γεγονός ότι η μεταβλητή "ετήσιο ύψος βροχής" ακολουθεί κατά προσέγγιση την κανονική κατανομή. Αυτό έχει ως συνέπεια, η διπλή αθροιστική καμπύλη των δεδομένων από δύο σταθμούς να προσεγγίζει την ευθεία γραμμή, όταν το κάθε δείγμα προέρχεται από ένα και μόνο πληθυσμό. Στην αντίθετη περίπτωση, υπάρχει ανομοιογένεια σε ένα τουλάχιστον από τα δύο δείγματα και η αθροιστική καμπύλη παρουσιάζει θλάση στο έτος εμφάνισης της ανομοιογένειας.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε συνίσταται στην προσαρμογή στην αθροιστική καμπύλη των ιστορικών δεδομένων μιας τεθλασμένης γραμμής με τη μέθοδο της παλινδρόμησης. Τα υδρολογικά έτη που γίνονται οι θλάσεις είτε επιλέγονται από το χρήστη, είτε προτείνονται αυτόματα από το πρόγραμμα ώστε να ελαχιστοποιούν το τετραγωνικό σφάλμα της γραμμής παλινδρόμησης. Ο τελικός αριθμός των θλάσεων, αν υπάρχουν τέτοιες θλάσεις αποφασίζεται από το χρήστη και στη συνέχεια γίνεται ανάρθρωση της τελικής τεθλασμένης γραμμής παλινδρόμησης προς την πλευρά των πιο πρόσφατων υδρολογικών ετών. Οι συντελεστές ανόρθωσης που εφαρμόζονται στα ετήσια δεδομένα

επεκτείνονται και στα μηνιαία δεδομένα. Τέλος, το νέο ομογενοποιημένο δείγμα αποθηκεύεται ως νέο δείγμα εικονικού σταθμού.

Το υπολογιστικό περιβάλλον της ομογενοποίησης είναι πλήρως γραφικό και περιέχει καταλόγους επιλογών (menus), παράθυρα εισαγωγής δεδομένων της μεθόδου που εφαρμόζεται, δίνει βοηθητικά μηνύματα όταν αυτά ζητηθούν, και πληροφορεί τον χρήστη για την εξέλιξη της όλης διαδικασίας.

Οι επιλογές του προγράμματος είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

1. **ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ:** Παρουσίαση στην οθόνη μιας χρονοσειράς ετήσιων τιμών
2. **ΟΜΑΔΑ:** **ΠΡΟΣΘΗΚΗ:** Μεταφορά δεδομένων ενός σταθμού από τη βάση στη μνήμη και προσθήκη στην ομάδα σταθμών που θα χρησιμοποιηθούν στην ομογενοποίηση.  
**ΑΦΑΙΡΕΣΗ:** Το αντίστροφο της προσθήκης  
**ΦΥΛΛΑΞΗ:** Αποθήκευση στη βάση τελικού ανορθωμένου δείγματος  
**ΝΕΑ ΟΜΑΔΑ:** Αφαίρεση όλων των σταθμών
3. **ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ:** Επιλογή σταθμού που θα ομογενοποιηθεί
4. **ΒΑΣΗ:** **ΠΡΟΣΘΗΚΗ/ΑΦΑΙΡΕΣΗ/ΝΕΑ ΒΑΣΗ.** Ισχύουν τα ίδια με το menu ΟΜΑΔΑ, μόνο που εδώ εισάγονται οι σταθμοί που θα χρησιμεύουν ως βάση για την ομογενοποίηση.
5. **ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ:** Σχεδίαση διπλής αθροιστικής καμπύλης
6. **ΚΑΜΠΥΛΗ:** Σχεδίαση ευθείας ή τεθλασμένης γραμμής παλινδρόμησης. Ο αριθμός των σημείων θλάσης καθορίζεται από ξεχωριστό menu.

**ΑΚΥΡΑ ΕΤΗ:** **ΑΚΥΡΩΣΗ/ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ/ΣΒΗΣ'ΤΑ.**

Ακύρωση ετών με μη αξιόπιστα δεδομένα, επανατοποθέτηση του προηγούμενου έτους που ακυρώθηκε ή όλων των ετών.

**ΑΝΟΡΘΩΣΗ:** Γίνεται ανόρθωση των δεδομένων του σταθμού που ελέγχεται και αποθηκεύεται το νέο δείγμα με νέο όνομα.

**ΕΠ. ΣΗΜΕΙΩΝ:** Επιλογή σημείων θλάσης της ευθείας παλινδρόμησης.

Επί πλέον το πρόγραμμα διαθέτει επιλογές που αφορούν στην εκτύπωση των διπλών αθροιστικών καμπυλών σε εκτυπωτή.

#### 5.1.4 Συμπλήρωση δειγμάτων

Ο όρος "συμπλήρωση" δείγματος (ή μεγιστοποίηση) αναφέρεται στην αύξηση του εύρους ενός δείγματος με προσθήκη τιμών στις θέσεις που αυτές λείπουν ή κρίνονται αναξιόπιστες. Στο πρόγραμμα ΥΔΡΟΛΟΓΙ κωδικοποιήθηκαν οι ακόλουθες πέντε μέθοδοι συμπλήρωσης:

1. Μέθοδος μέσων τιμών. Στη θέση που συμπληρώνεται τοποθετείται η μέση τιμή του δείγματος.

2. Μέθοδος των αντιστρόφων αποστάσεων. Η τιμή που συμπληρώνεται είναι γραμμικός συνδυασμός των τιμών γειτονικών σταθμών στο ίδιο χρονικό διάστημα, με βάρη αντιστρόφως ανάλογα του τετραγώνου της απόστασής τους από το σταθμό που συμπληρώνεται.
3. Μέθοδος των υπερετήσιων λόγων. Υπάρχει πάλι ο γραμμικός συνδυασμός της μεθόδου 3, αλλά εδώ τα βάρη είναι τέτοια ώστε να επιτρέπουν τη διατήρηση του υπερετήσιου ύψους βροχής του υπόψη σταθμού.
4. Μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης (μεταξύ του σταθμού που συμπληρώνεται και γειτονικών σταθμών).
5. Απ' ευθείας εισαγωγή των τιμών που λείπουν.

Με την επιλογή της “Συμπλήρωσης χρονοσειρών” το πρόγραμμα εμφανίζει το “φύλλο συμπλήρωσης”. Σε αυτό η οθόνη χωρίζεται σε παράθυρα με τίτλους, εντολές και “πεδία” για την εισαγωγή ή τροποποίηση δεδομένων της συμπλήρωσης, ενώ η τελευταία γραμμή της οθόνης δίνει βοηθητικά μηνύματα στο χρήστη.

Οι βασικές επιλογές που εμφανίζονται ως τίτλοι στο φύλλο συμπλήρωσης είναι οι ακόλουθες:

1. ΔΙΑΣΤΗΜΑ/ΑΠΟ/ΕΩΣ: Επιλογή χρονικής διάρκειας που θα χρησιμοποιηθεί στη συμπλήρωση
2. ΠΡΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΣΤΑΘΜΟΣ: Επιλογή σταθμού του οποίου θα συμπληρωθούν οι ελλείπουσες τιμές.
3. ΠΡΟΣΘΗΚΗ: Επιλογή σταθμού βάσης
4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ: Εμφάνιση των δεδομένων στην οθόνη
5. ΕΤΟΣ/ΜΗΝΑΣ/ΟΛΟΙ: Επιλογή του μήνα όπου θα γίνει η συμπλήρωση ή συμπλήρωση όλων των τιμών που λείπουν.
6. ΝΕΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ: Καθορισμός του νέου σταθμού που θα περιλάβει το συμπληρωμένο δείγμα.
7. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ: Εκτέλεση της συμπλήρωσης με τα δεδομένα που καθορίστηκαν από τις παραπάνω επιλογές.

Στην περίπτωση που η συμπλήρωση δε γίνει λόγω κάποιου προβλήματος στα δεδομένα ή στις επιλογές του χρήστη, τότε το πρόγραμμα δίνει μήνυμα που καθοδηγεί το χρήστη πως να ενεργήσει ώστε να ξεπεραστεί το πρόβλημα.

### 5.1.5 Στατιστική επεξεργασία δειγμάτων

Το πρόγραμμα “Υδρολόγιο” διαθέτει επιλογές στατιστικής επεξεργασίας χρονοσειρών υδρομετεωρολογικών δεδομένων σε μηνιαία βάση. Οι μέθοδοι στατιστικής επεξεργασίας που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα εφαρμόζονται στα ακόλουθα δύο είδη χρονοσειρών:

1. Στήλη τιμών που περιλαμβάνει τη χρονοσειρά τιμών συγκεκριμένου μήνα ή του έτους (αθροιστικά) για ορισμένο αριθμό ετών.
2. Γραμμοσειρά τιμών που είναι μια συνεχής μηνιαία χρονοσειρά.

Οι κύριες επιλογές του προγράμματος αμέσως μετά την επιλογή *Στατιστική επεξεργασία δειγμάτων* είναι οι ακόλουθες:

1. Χαρακτηριστικά μεμονωμένου δείγματος: Μέση τιμή, διασπορά, τυπική απόκλιση, συντελεστής ασυμμετρίας, συντελεστής κύρτωσης, συντελεστής αυτοσυσχέτισης για βήμα 1, μέγιστη και ελάχιστη τιμή.
2. Χαρακτηριστικά πολλαπλών δειγμάτων: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης δύο χρονοσειρών και έλεγχος σημαντικότητάς του.
3. Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών και έλεγχος της προσαρμογής με βάση στατιστικές δοκιμές. Διατίθενται τέσσερις συναρτήσεις κατανομής: κανονική, γάμα, λογαριθμοκανονική και Gumbel, και 2 στατιστικά τεστ:  $\chi^2$  και Kolmogorov-Smirnov.
4. Διερεύνηση μονιμότητας χρονοσειρών. Το πρόγραμμα μπορεί να πραγματοποιήσει ανίχνευση γραμμικής τάσης ή περιοδικότητας. Για την ανίχνευση τάσης διατίθενται οι δοκιμές Kendall και γραμμικής συσχέτισης ενώ για την περιοδικότητα εφαρμόζονται είτε η μέθοδος των αρμονικών, είτε η φασματική ανάλυση με βάση το αυτοσυσχετόγραμμα της υπό μελέτη χρονοσειράς.

Για το καθένα από τα παραπάνω μενού υπάρχει μια σειρά υπομενού με τη βοήθεια των οποίων καθορίζονται οι σταθμοί που θα χρησιμοποιηθούν, η υδρολογική μεταβλητή (π.χ. βροχή ή θερμοκρασία), η χρονική διάρκεια όπου θα εφαρμοστεί η μέθοδος που επιλέχθηκε, παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε οθόνη, σε αρχείο ή στον εκτυπωτή και παράμετροι που σχετίζονται με τη μέθοδο στατιστικής επεξεργασίας που κάθε φορά επιλέγεται.

Τέλος, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κατασκευάσει τα ακόλουθα γραφήματα:

1. Γραφήματα εξέλιξης στο χρόνο μιας ή πολλών χρονοσειρών μαζί. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένης στήλης τιμών ή ολόκληρης γραμμοσειράς τιμών.
2. Γραφήματα προσαρμογής δείγματος σε ειδικά χαρτιά στατιστικών κατανομών.
3. Γραφήματα παρουσίασης των στατιστικών χαρακτηριστικών ενός ή πολλών δειγμάτων.

Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης των παραπάνω γραφημάτων σε διαστάσεις σχεδίου που επιθυμεί ο χρήστης.

## 5.2 Προγράμματα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών

### 5.2.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου αναπτύξαμε ένα πολυμεταβλητό μοντέλο προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών βασισμένο σε μια τεχνική στοχαστικού επιμερισμού, το οποίο κωδικοποιήσαμε κατάλληλα σε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η μέθοδος της προσομοίωσης υδρολογικών χρονοσειρών δίνει τη δυνατότητα γέννησης συνθετικών σειρών υδρολογικών μεταβλητών (απορροής, βροχής, εξάτμισης κ.ά.) σε πολλές θέσεις ταυτόχρονα. Οι συνθετικές αυτές σειρές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προσομοιώσεις συστημάτων υδατικών πόρων για υποβοήθηση της διαχείρισης τους. Πιο συγκεκριμένα οι συνθετικές χρονοσειρές βοηθούν στον προγραμματισμό και σχεδιασμό των απαραίτητων υδραυλικών έργων, στον προγραμματισμό ή τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους και στο λειτουργικό τους έλεγχο κάτω από εναλλακτικές πολιτικές διαχείρισης.

Προς το παρόν, οι περισσότερες μελέτες προγραμματισμού, σχεδιασμού ή λειτουργίας υδραυλικών έργων, και στη χώρα μας αλλά και διεθνώς, βασίζονται στις ιστορικές υδρολογικές χρονοσειρές και ακολουθούν ανάλογες καθιερωμένες μεθοδολογίες. Ωστόσο, έχει αποδειχτεί (πχ. *Vogel & Stedinger* [1988]) ότι η χρήση της στοχαστικής υδρολογίας οδηγεί σε ακριβέστερες εκτιμήσεις των απαιτούμενων μεγεθών (πχ. χωρητικότητες στο σχεδιασμό ταμιευτήρων) από αυτές στις οποίες οδηγεί η χρήση μεθόδων που στηρίζονται μόνο στα ιστορικά δεδομένα.

Η στοχαστική υδρολογία και η μέθοδος της προσομοίωσης προσφέρει τη δυνατότητα λεπτομερέστερης και ακριβέστερης μελέτης των συστημάτων υδατικών πόρων, με βάση συνθετικές χρονοσειρές οι οποίες αναπαράγουν τη στατιστική δομή και τις στατιστικές παραμέτρους των ιστορικών δεδομένων. Με βάση τις συνθετικές χρονοσειρές μπορούμε να καταρτίσουμε την πιθανοτική περιγραφή της συμπεριφοράς ενός συστήματος υδατικών πόρων και να αποκτήσουμε εικόνα των μεγεθών που ενδιαφέρουν για ακραία επίπεδα πιθανότητας (πχ. 1:100, 1:1 000 κτλ.) πράγμα που δεν μπορεί να γίνει μόνο με τα ιστορικά δείγματα που κατά κανόνα είναι διαθέσιμα για μικρή μόνο χρονική περίοδο.

Προϋπόθεση για τη γέννηση συνθετικών χρονοσειρών είναι η υιοθέτηση ενός πιθανοτικού/στοχαστικού μοντέλου που να περιγράφει την από κοινού συνάρτηση κατανομής των υδρολογικών μεταβλητών που ενδιαφέρουν. Ιδιαίτερα ενδιαφέρει η στοχαστική εξάρτηση των μεταβλητών ως προς το χώρο και το χρόνο. Η χωρική εξάρτηση αντιστοιχεί στην εμφανή συγγένεια της ταυτόχρονης υδρολογικής δίαιτας σε γειτονικές θέσεις ή λεκάνες. Αντίστοιχα, η χρονική εξάρτηση αντιστοιχεί στη διαπιστωμένη εμμονή των υδρολογικών (και γενικότερα των γεωφυσικών) μεγεθών.

Εφόσον υιοθετηθεί ένα συγκεκριμένο στοχαστικό μοντέλο για τις μεταβλητές που ενδιαφέρουν, το επόμενο βήμα είναι η εκτίμηση των παραμέτρων του. Κατά κανόνα ενδιαφέρουν οι στατιστικές παράμετροι που καλύπτονται με το γενικό όρο "στατιστικές ροπές" (μέσες τιμές, διασπορές, συνδιασπορές, τρίτες ροπές κτλ.). Η εκτίμηση των παραμέτρων αυτών γίνεται από τα ιστορικά δείγματα με καθιερωμένες μεθόδους της στατιστικής.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι και η επιλογή ενός συγκεκριμένου στοχαστικού μοντέλου και η εκτίμηση των παραμέτρων του βασίζονται πάντα στο διαθέσιμο ιστορικό δείγμα, το

οποίο αποτελεί τη μόνη πρωτογενή πηγή πληροφορίας. Η γέννηση συνθετικών χρονοσειρών (με συνηθισμένο μήκος πολλαπλάσιο του μήκους του διαθέσιμου ιστορικού δείγματος) δεν προσθέτει ουσιαστική πληροφορία, ούτε επαυξάνει τη διάρκεια του συγκεκριμένου ιστορικού δείγματος. Για παράδειγμα, στο πρόβλημα της εκτίμησης της πλημμύρας εκατονταετίας σε συγκεκριμένη θέση ποταμού, για την οποία υπάρχει δείγμα πχ. 30 ετών, η χρησιμοποίηση συνθετικών χρονοσειρών δεν εξυπηρετεί σε τίποτε. Στην καλύτερη περίπτωση η εκτίμηση με συνθετικές χρονοσειρές θα είναι ίδια με την άμεση εκτίμηση, την οποία δίνει η συνάρτηση κατανομής που έχει υιοθετηθεί για τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Κατά συνέπεια, η χρήση συνθετικών χρονοσειρών αποκτά νόημα όταν εξετάζονται αλληλοεξαρτώμενα μεγέθη που συνδυάζονται σε ένα αρκετά πολύπλοκο σύστημα, των οποίων η συνάρτηση κατανομής δεν μπορεί να είναι εξ αρχής γνωστή ή να προσδιοριστεί αναλυτικά. Κλασικό παράδειγμα είναι η περίπτωση συστήματος ταμιευτήρων (ή ακόμη και ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα), όπου ενδιαφέρει η στατιστική κατανομή των απολήψεων, οι οποίες εξαρτώνται με ένα αρκετά πολύπλοκο τρόπο από τις εισροές, τις καταναλώσεις, τους κανόνες λειτουργίας κοκ.

### 5.2.2 Το γενικό σχήμα προσομοίωσης των προγραμμάτων

Από τα διάφορα σχήματα προσομοίωσης που έχουν μελετηθεί, θεωρήθηκε ως πλεονεκτικότερο και υιοθετήθηκε ως βάση για τα προγράμματα υδρολογικής προσομοίωσης, ένα σχήμα πολλών μεταβλητών (θέσεων) και δύο διαδοχικών επιπέδων ή φάσεων: Στο πρώτο επίπεδο (γνωστό ως υψηλότερο επίπεδο) γίνεται γέννηση των παράλληλων χρονοσειρών των διάφορων θέσεων σε μια αραιή χρονική κλίμακα. Στο δεύτερο επίπεδο (γνωστό ως χαμηλότερο επίπεδο) γίνεται λεπτομερέστερη γέννηση των χρονοσειρών σε πυκνότερη χρονική κλίμακα, χρησιμοποιώντας μια κατάλληλη τεχνική επιμερισμού. Ως χρονική κλίμακα του πρώτου επιπέδου έχει επιλεγεί η ετήσια για διάφορους λόγους, ο κυριότερος από τους οποίους είναι ότι σε αυτή την κλίμακα εξαφανίζονται οι ενδοετήσιες περιοδικότητες και έτσι οι χρονοσειρές εμφανίζουν στάσιμο (stationary) χαρακτήρα. Για το δεύτερο επίπεδο δεν υπάρχει καθορισμένη χρονική κλίμακα και, ανάλογα με το πρόβλημα που μας ενδιαφέρει, μπορούμε να επιλέξουμε κατά περίπτωση εποχική, μηνιαία, δεκαπενθήμερη ή άλλη κλίμακα.

Το παραπάνω σχήμα προσομοίωσης είναι σαφώς πλεονεκτικότερο από το πιο διαδομένο σχήμα που γεννά τις μεταβλητές σειριακά, τη μια μετά την άλλη, σε μια και μοναδική φάση που έχει μια μοναδική χρονική κλίμακα αναφοράς (ίδια με την πυκνότερη από τις δύο κλίμακες του παραπάνω σχήματος, δηλαδή τη χρονική κλίμακα του χαμηλότερου επιπέδου). Το βασικό πλεονέκτημα του σχήματος δύο επιπέδων είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα διατήρησης των σημαντικών στατιστικών χαρακτηριστικών των χρονοσειρών σε πολλαπλή χρονική κλίμακα. Για παράδειγμα, στη γέννηση μηνιαίων χρονοσειρών, το σχήμα δύο επιπέδων επιτρέπει αφενός τη διατήρηση των στατιστικών χαρακτηριστικών των μηνιαίων απορροών (οι οποίες αποτελούν τις μεταβλητές

χαμηλότερου επιπέδου) και αφετέρου τη διατήρηση των στατιστικών χαρακτηριστικών των ετήσιων απορροών (μεταβλητές υψηλότερου επιπέδου), αφού οι δεύτερες γεννώνται ανεξάρτητα και πριν από τις πρώτες με βάση διαφορετικό μοντέλο. Αντίθετα, το σειριακό σχήμα μπορεί να διατηρεί μόνο τα χαρακτηριστικά των μηνιαίων απορροών και να υπολογίζει τις ετήσιες απορροές ως αθροίσματα των μηνιαίων. Σε αυτή όμως την περίπτωση, λόγω συσσώρευσης σφαλμάτων και λόγω αναντιστοιχιών των μοντέλων με τη φυσική πραγματικότητα, δεν διατηρούνται από το σειριακό σχήμα επακριβώς, παρά μόνο σε πρώτη προσέγγιση, τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ετήσιων χρονοσειρών. Βεβαίως, το σχήμα δύο επιπέδων που υιοθετήθηκε έχει και μειονεκτήματα, το κυριότερο από τα οποία είναι η πολυπλοκότητα του.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σχήμα που στηρίζεται σε πολλαπλά επίπεδα με χρήση μοντέλων επιμερισμού έχει υιοθετηθεί και σε δύο από τα πλέον δεδομένα διεθνώς πακέτα προγραμμάτων γέννησης συνθετικών σειρών, το LAST [*Lane & Frevert, 1990*] και το SPIGOT [*Grygier & Stedinger, 1990*]. Τα δικά μας προγράμματα παρουσιάζουν κάποιες ομοιότητες με αυτά, αλλά διαφέρουν σημαντικά κυρίως στο νέο μοντέλο επιμερισμού που χρησιμοποιούν.

### 5.2.3 Στατιστικές παράμετροι που διατηρούνται

Ανεξάρτητα από τη χρονική κλίμακα και το επίπεδο προσομοίωσης (υψηλότερο ή χαμηλότερο), το σύνολο των στατιστικών παραμέτρων των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από τα προγράμματα και τελικά αναπαράγονται (διατηρούνται) στις συνθετικές χρονοσειρές αποτελείται από τις ακόλουθες ομάδες:

#### *Παράμετροι των περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής κάθε μεταβλητής*

- (1) Μέσες τιμές των μεταβλητών.
- (2) Διασπορές των μεταβλητών.
- (3) Συντελεστές ασυμμετρίας των μεταβλητών (και, κατά συνέπεια, τρίτες ροπές).

#### *Παράμετροι των από κοινού συναρτήσεων κατανομής των μεταβλητών*

- (4) Συντελεστές αυτοσυσχέτισης με μοναδιαίο χρονικό βήμα μεταξύ μεταβλητών της ίδιας θέσης.
- (5) Συντελεστές ετεροσυσχέτισης με μηδενικό χρονικό βήμα μεταξύ μεταβλητών διαφορετικής θέσης.

Πρόκειται για το ελάχιστο σύνολο ουσιωδών στατιστικών παραμέτρων που κατά κανόνα ενδιαφέρουν. [*Matalas & Wallis, 1976, σσ. 60, 63*]: Η επιλογή της ελαχιστοποίησης του αριθμού των παραμέτρων έγινε με σκοπό να είναι τα προγράμματα κατά το δυνατόν εύχρηστα και γρήγορα, οι σχετικοί αλγόριθμοι κατά το δυνατόν απλούστεροι και η απαιτούμενη προεργασία εκτίμησης παραμέτρων σχετικά απλή και άμεση, χωρίς παράλληλα να χάνεται ουσιώδης και χρήσιμη στατιστική πληροφορία. Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε η αποκαλούμενη φειδωλή χρήση παραμέτρων (*parsimony of parameters*) και

μάλιστα σε βαθμό που ξεπερνάει άλλα γνωστά μοντέλα της βιβλιογραφίας. Βέβαια, είναι θεωρητικά δυνατό, στο βαθμό που κρίνονται ουσιώδεις, να εισαχθούν και να αναπαραχθούν και άλλες ομάδες παραμέτρων, αλλά αυτό δεν υποστηρίζεται από τα συγκεκριμένα προγράμματα.

Σημειώνεται ότι το παραπάνω σύνολο παραμέτρων αποτελεί την "είσοδο" στα συγκεκριμένα προγράμματα. Κατά συνέπεια οι παράμετροι αυτές δεν υπολογίζονται από τα ίδια τα προγράμματα προσομοίωσης αλλά χρειάζεται να γίνει ξεχωριστός υπολογισμός τους από κατάλληλα ιστορικά δείγματα με βάση άλλα προγράμματα (π.χ. με το πρόγραμμα ΥΔΡΟΛΟΓΙΟ, βλ. υποκεφάλαιο 5.1).

Διευκρινίζεται ότι το παραπάνω σύνολο παραμέτρων αφορά κατά περίπτωση και στις μεταβλητές υψηλότερου επιπέδου και στις μεταβλητές χαμηλότερου επιπέδου. Συγκεκριμένα, για την ακολουθία των μεταβλητών υψηλότερου επιπέδου (ετήσιων μεταβλητών), η οποία θεωρείται στάσιμη, χρειάζεται ένα σύνολο τέτοιων παραμέτρων. Αντίστοιχα για την ακολουθία των μεταβλητών χαμηλότερου χρειάζονται τόσα σύνολα παραμέτρων όσες είναι και οι μεταβλητές μιας περιόδου (πχ. για μηνιαίες μεταβλητές χρειάζονται 12 σύνολα παραμέτρων).

#### **5.2.4 Μοντέλο γέννησης ετήσιων μεταβλητών (μεταβλητών υψηλότερου επιπέδου)**

Έχει αποδειχτεί ότι οι ετήσιες χρονοσειρές εμφανίζουν το φαινόμενο της εμμονής (persistence), δηλαδή την τάση ομαδοποίησης των ετών υψηλής υδροφορίας και αντίστοιχα των περιόδων χαμηλής υδροφορίας. Το φαινόμενο αυτό μπορεί εν μέρει να περιγραφεί και να μοντελοποιηθεί μαθηματικά με ένα μη μηδενικό συντελεστή αυτοσυσχέτισης των ετήσιων τιμών της υπόψη μεταβλητής. Ωστόσο, η πληρέστερη μαθηματική αναπαράσταση της μακροπρόθεσμης εμμονής απαιτεί την εισαγωγή της λεγόμενης παραμέτρου Hurst (από το όνομα του ερευνητή που την εισήγαγε και τη μελέτησε, το 1950) της οποίας ο ορισμός και ο τρόπος εκτίμησης είναι αρκετά πολύπλοκος και ξεφεύγει από τους στόχους αυτού του κειμένου. Μοντέλα προσομοίωσης που μπορούν να αναπαράγουν την παράμετρο αυτή, έχοντας αρκετά πολύπλοκη δομή, αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1970 από τους Mandelbrot, Wallis, O'Connell, Mejia κ.ά.

Πολλοί ερευνητές έχουν αξιολογήσει συγκριτικά τα πολύπλοκα μοντέλα που αναπαριστούν την μακροπρόθεσμη εμμονή των υδρολογικών χρονοσειρών σε σχέση με απλούστερα μοντέλα που αναπαριστούν μόνο συντελεστές αυτοσυσχέτισης των χρονοσειρών. Το γενικό συμπέρασμα των ερευνών ήταν ότι τα απλούστερα μοντέλα δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε πρακτικά προβλήματα υδρολογικής προσομοίωσης ενώ η χρήση των πολυπλοκότερων μοντέλων δεν κρίνεται γενικά απαραίτητη. Εξ άλλου, η διαφορά στα αποτελέσματα των δύο τύπων μοντέλων κρίνεται ως αμελητέα αν συγκριθεί με την επίδραση της αβεβαιότητας στην εκτίμηση των παραμέτρων και στους δύο τύπους μοντέλων. Για τους λόγους αυτούς στα κυριότερα διεθνώς διαδεδομένα επιχειρησιακά

πακέτα προγραμμάτων έχουν υιοθετηθεί τα απλούστερα μοντέλα τύπου AR(0), AR(1) ή AR(2) (πχ. στο SPIGOT έχουν υιοθετηθεί τα AR(0) και AR(1) [Grygier & Stedinger, 1990] και στο LAST τα AR(1) και AR(2) [Lane & Frevert, 1990]).

Στα δικά μας προγράμματα έχει υιοθετηθεί το μοντέλο AR(1) που διατηρεί ακριβώς το σύνολο στατιστικών παραμέτρων που περιγράφηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Είναι επίσης απλό να υλοποιηθεί και το μοντέλο τύπου AR(0): αρκεί να μηδενιστούν οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης των μεταβλητών (ομάδα παραμέτρων 4 του προηγούμενου υποκεφαλαίου). Αναλυτική περιγραφή του μοντέλου δίνεται στο Τεύχος 7( Παράρτημα 1).

### 5.2.5 Μοντέλο γέννησης μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου

Όπως προαναφέρθηκε, η γέννηση των μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου, πχ. μηνιαίων, γίνεται σε δεύτερη φάση και σε τρόπο ώστε το ετήσιο άθροισμα των μεταβλητών να είναι ίσο με την γνωστή τιμή της ετήσιας μεταβλητής. Η τελευταία είναι γνωστή δεδομένου ότι έχει προηγηθεί η εφαρμογή του μοντέλου γέννησης των ετήσιων μεταβλητών. Κατά συνέπεια αυτό που χρειάζεται εδώ είναι ένα μοντέλο επιμερισμού, δηλαδή ένα μοντέλο που να επιμερίζει ένα άθροισμα στις συνιστώσες του. Ένα τέτοιο μοντέλο είναι το *δυναμικό μοντέλο επιμερισμού*, το οποίο υιοθετήθηκε στα προγράμματα προσομοίωσης. Ας σημειωθεί ότι το μοντέλο αυτό δεν είναι μοντέλο της βιβλιογραφίας, αλλά αναπτύχθηκε εξ ολοκλήρου από την ερευνητική ομάδα στα πλαίσια του παρόντος και προηγούμενων ερευνητικών έργων. Το μοντέλο αυτό διατηρεί, εκτός από την αθροιστική ιδιότητα σε σχέση με τη μεταβλητή υψηλότερου επιπέδου, και το σύνολο στατιστικών παραμέτρων που περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 2.3. Τονίζεται ότι στο δυναμικό μοντέλο επιμερισμού δεν χρειάζεται εισαγωγή άλλων δευτερευουσών παραμέτρων, όπως συμβαίνει με άλλα μοντέλα επιμερισμού της βιβλιογραφίας. Εξ άλλου, με το ακολουθούμενο σχήμα προσομοίωσης δεν είναι απαραίτητη λεπτομερέστερη περιγραφή της στατιστικής δομής των μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου, που ενδεχομένως θα χρειάζονταν αν ακολουθούσαμε ένα αυστηρά σειριακό σχήμα προσομοίωσης, γιατί στην τελευταία περίπτωση θα ήταν πιθανή η συσσώρευση σφαλμάτων στη χρονική κλίμακα υψηλότερου επιπέδου (ετήσια).

### 5.2.6 Η χρήση των προγραμμάτων

Όλοι οι απαιτούμενοι αλγόριθμοι για τη γέννηση και τον έλεγχο των χρονοσειρών έχουν ομαδοποιηθεί σε δύο εκτελέσιμα προγράμματα:

1. Το πρόγραμμα DDM που επιτρέπει τη γέννηση των συνθετικών χρονοσειρών και των δύο επιπέδων, και
2. Το πρόγραμμα DDMTEST που επιτρέπει τον έλεγχο των συνθετικών χρονοσειρών και συγκεκριμένα τον υπολογισμό των στατιστικών χαρακτηριστικών τους, των εμπειρικών συναρτήσεων κατανομής τους κτλ.

Τα προγράμματα τρέχουν σε οποιοδήποτε προσωπικό υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα DOS, version 3.00 ή νεότερη. Δεν προϋποθέτουν ειδική σύνθεση του υπολογιστή

αλλά για να λειτουργήσουν με ικανοποιητική ταχύτητα χρειάζονται μαθηματικό συνεπεξεργαστή και κατά το δυνατόν μεγαλύτερη συχνότητα CPU.

Οι περιορισμοί που έχουν τεθεί στα προγράμματα είναι οι εξής:

1. Μέχρι 10 διαφορετικές θέσεις (μεταβλητές)
2. Μέχρι 24 χρονικές υποδιαίρεσεις του έτους
3. Μέχρι 16 000 συνολικά δεδομένα για κάθε θέση και χρονική υποδιαίρεση

Ο τρόπος κλήσης και λειτουργίας των προγραμμάτων περιγράφεται στο Τεύχος 7. Δεδομένου ότι τα προγράμματα χρειάζονται πολλά στοιχεία εισόδου που αν η εισαγωγή τους γίνονταν κάθε φορά από το πληκτρολόγιο θα ήταν χρονοβόρα, έχει υιοθετηθεί ο τρόπος εισαγωγής τους μέσω αρχείων τύπου κειμένου (text). Συγκεκριμένα για κάθε πρόβλημα χρειάζονται τρία αρχεία στοιχείων εισόδου, ένα γενικών πληροφοριών, ένα για τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών υψηλότερου επιπέδου και ένα για τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου.

Το πρόγραμμα DDM κατασκευάζει μέχρι δύο δυαδικά αρχεία συνθετικών δεδομένων. Το ένα από αυτά περιέχει τις χρονοσειρές υψηλότερου επιπέδου και το άλλο από κοινού τις χρονοσειρές υψηλότερου και χαμηλότερου επιπέδου. Επειδή τα εν λόγω αρχεία είναι δυαδικά δεν είναι άμεσα αναγνώσιμα από το χρήστη. Η ανάγνωση τους όμως μπορεί να γίνει με το πρόγραμμα DDMTEST.

Το πρόγραμμα DDMTEST δίνει όλα τα αποτελέσματα του στην οθόνη, αλλά είναι δυνατό να κατασκευάσει και αρχεία στα οποία θα γράψει τα αποτελέσματα του. Τα αρχεία αυτά είναι τύπου κειμένου (text) και επομένως άμεσα αναγνώσιμα από το χρήστη.

Όπως προαναφέρθηκε, ο χρήστης, προκειμένου να αξιοποιήσει τα προγράμματα, θα πρέπει να κατασκευάσει τρία αρχεία τύπου κειμένου (text) για το συγκεκριμένο πρόβλημα που καλείται να επιλύσει.

Το πρώτο αρχείο (INF) περιλαμβάνει τα γενικά δεδομένα του προβλήματος και συγκεκριμένα τον αριθμό των (εναλλακτικών) χρονοσειρών που θα δημιουργήσει το πρόγραμμα DDM, το μήκος της κάθε χρονοσειράς (αριθμός περιόδων), τον αριθμό των θέσεων, τον αριθμό των υποπεριόδων κάθε περιόδου, οδηγία για τα αρχεία που θα δημιουργήσει το πρόγραμμα DDM, συνθήκη για την αποδοχή ή όχι αρνητικών τιμών για τις μεταβλητές (κατά κανόνα οι αρνητικές τιμές δεν είναι αποδεκτές), και την αρχική τιμή της γεννήτριας τυχαίων αριθμών (random seed) που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα DDM (τυχόν ακέραιος αριθμός).

Το δεύτερο αρχείο (INH) περιλαμβάνει τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών χαμηλότερου επιπέδου (ετήσιων) και συγκεκριμένα τον τύπο της στατιστικής κατανομής (στην τρέχουσα έκδοση μπορεί να είναι κανονική ή γάμα), τις μέσες τιμές των μεταβλητών, τις διασπορές των μεταβλητών, τις τρίτες ροπές των μεταβλητών, τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης τους συντελεστές ετεροσυσχέτισης, και τυχόν περιορισμούς (προαιρετικά).

Τέλος το τρίτο αρχείο (INL) περιέχει τους ίδιους τύπους στατιστικών χαρακτηριστικών όπως παραπάνω αλλά για τις μεταβλητές χαμηλότερου επιπέδου. Για κάθε τύπο δίνονται ξεχωριστά τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών κάθε υποπεριόδου.

Τα δύο αρχεία συνθετικών χρονοσειρών, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, κατασκευάζονται από το πρόγραμμα DDM. Πρόκειται για δομημένα αρχεία που αποτελούνται από εγγραφές (files of records) δυαδικού (binary) τύπου και γι' αυτό δεν είναι άμεσα αναγνώσιμα από το χρήστη. Η επιλογή του δυαδικού τύπου έγινε για την ελαχιστοποίηση του χώρου αποθήκευσης τους και για τη μεγιστοποίηση της ταχύτητας ανάγνωσης και γραφής τους. Κάθε αρχείο περιέχει τις χρονοσειρές όλων των θέσεων.

Το αρχείο τύπου OUH κάτω από ορισμένες συνθήκες αποτελεί στοιχείο εισόδου για το πρόγραμμα DDM. Συγκεκριμένα είναι δυνατό με ένα πρώτο τρέξιμο του DDM να κατασκευαστεί το αρχείο μεταβλητών υψηλότερου επιπέδου INH χωρίς να γίνει επιμερισμός του και σε δεύτερο τρέξιμο του ίδιου προγράμματος να διαβαστεί το αρχείο αυτό, να επιμεριστεί και να κατασκευαστεί το αρχείο τύπου OUL που περιέχει και τις μεταβλητές χαμηλότερου επιπέδου. Πάντως η κατασκευή του αρχείου τύπου INH δεν είναι γενικά απαραίτητη.

Το αρχείο τύπου OUL κατασκευάζεται από το DDM και διαβάζεται από το DDMTEST. Το τελευταίο πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να υπολογίσει στατιστικές παραμέτρους των χρονοσειρών αυτού του αρχείου, να δει τις εγγραφές του και, ακόμη, να κάνει μικρές τροποποιήσεις σε αυτές.

## 5.3 Προγράμματα προσομοίωσης της σχέσης βροχής απορροής

### 5.3.1 Γενικά

Στο παρόν ερευνητικό έργο κωδικοποιήσαμε σε πρόγραμμα H/Y δύο μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής. Το πρώτο μοντέλο ταυτίζεται ουσιαστικά με το γνωστό μοντέλο SACRAMENTO και λειτουργεί σε ημερήσια χρονική βάση. Το δεύτερο μοντέλο είναι ένα μοντέλο υδατικού ισοζυγίου ως ένα βαθμό πρωτότυπο, και λειτουργεί σε μηνιαία βάση.

Οι λόγοι για τους οποίους θεωρήσαμε αναγκαίο να κάνουμε χρήση τόσο της μηνιαίας όσο και της ημερήσιας χρονικής κλίμακας, είναι οι ακόλοθοι:

1. Η κλίμακα που συνήθως χρησιμοποιείται σε μελέτες διαχείρισης υδατικών πόρων είναι η μηνιαία.
2. Σε περίπτωση που κρίνεται απαραίτητη η χρήση χρονικής κλίμακας μικρότερης της μηνιαίας (π.χ. 10 ημέρες, εβδομάδα ή 1 ημέρα), τα πρωτογενή υδρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι σε ημερήσια βάση.

3. Είναι δυνατόν, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, αν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στην προσομοίωση των μηνιαίων τιμών, να χρησιμοποιηθεί κατ' αρχήν η ημερήσια βάση και στη συνέχεια να ληφθούν μηνιαίες τιμές με απλή άθροιση.

Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζουμε μερικά θεωρητικά στοιχεία των δύο μοντέλων και στην τελευταία παράγραφο δίνουμε στοιχεία για τη χρήση του προγράμματος που αναπτύχθηκε και τα αποτελέσματα της δοκιμαστικής εφαρμογής του στη λεκάνη Ευήνου.

### 5.3.2 Μοντέλα SACRAMENTO και Υδατικού Ισοζυγίου

Τα μοντέλα SACRAMENTO και Υδατικού Ισοζυγίου είναι εννοιολογικά μοντέλα που έχουν ως βάση ένα σύστημα από στοιχειώδεις διεργασίες ή συνιστώσες. Οι συνιστώσες αυτές αναπαριστούν τις φυσικές διεργασίες του υδρολογικού κύκλου όπως είναι η διήθηση, η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας και η εξατμοδιαπνοή. Τα μοντέλα δε λαμβάνουν υπόψη τη χωρική μεταβλητότητα των υδρολογικών μεγεθών και κατά συνέπεια θεωρούνται καθολικά (lumped).

Τα μοντέλα θεωρούν δύο ζώνες του εδάφους κατά την κατακόρυφη έννοια: την ανώτερη και την κατώτερη ζώνη.

Στο μοντέλο SACRAMENTO (Burnash et al., 1973), η ποσότητα νερού της βροχόπτωσης διοδεύεται μέσα από πέντε δεξαμενές. Κάθε ζώνη περιλαμβάνει μια δεξαμενή εδαφικής υγρασίας σε ακόρεστες συνθήκες και μια δεξαμενή νερού βαρύτητας σε συνθήκες κορεσμένης ροής. Η δεξαμενή νερού βαρύτητας της κάτω ζώνης υποδιαιρείται σε δύο επιμέρους δεξαμενές, την κύρια και τη βοηθητική. Το μοντέλο θεωρεί ακόμη ένα αδιαπέρατο τμήμα της λεκάνης το οποίο παράγει άμεση απορροή.

Το μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου είναι παρόμοιο με εκείνο που εφάρμοσαν οι Gleick (1987) και οι Mimikou et al. (1991). Περιλαμβάνει δύο κύριες δεξαμενές, μία για την εδαφική υγρασία και μία για το υπόγειο νερό. Ακόμη το μοντέλο περιλαμβάνει και μια τρίτη δεξαμενή για τη συγκέντρωση του χιονιού, καθόσον προσομοιώνει επιπλέον και τη φυσική διεργασία της συγκέντρωσης και τήξης του χιονιού.

Οι μαθηματικές σχέσεις που συγκροτούν το καθένα από τα δύο μοντέλα είτε περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι ανταλλαγές ποσοτήτων νερού μεταξύ των διαφόρων δεξαμενών είτε εκφράζουν το νόμο διατήρησης της μάζας του νερού που υπάρχει στο σύστημα.

Τα κύρια δεδομένα των μοντέλων είναι η βροχόπτωση και η εξατμοδιαπνοή, ενώ η μετρημένη παροχή χρησιμοποιείται μόνο για σύγκριση με την υπολογισμένη παροχή. Η σύγκριση αυτή γίνεται με διάφορα αριθμητικά κριτήρια καθώς και με γραφικό τρόπο και δίνει την εικόνα της "επίδοσης" του μοντέλου ή, αλλιώς, της καλής προσαρμογής του στα ιστορικά δεδομένα.

Το μοντέλο SACRAMENTO έχει συνολικά 17 παραμέτρους ενώ το μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου 5 παραμέτρους και δύο επιπλέον παραμέτρους για το μοντέλο τήξης χιονιού. Τα δύο μοντέλα περιγράφονται αναλυτικά στα κεφάλαια 2 και 3 του Τεύχους 8.

### 5.3.3 Το πρόγραμμα προσομοίωσης της σχέσης βροχής-απορροής.

#### Δοκιμαστική εφαρμογή στη λεκάνη Ευήνου

Οι μαθηματικές και λογικές σχέσεις των μοντέλων SACRAMENTO και Υδατικού Ισοζυγίου κωδικοποιήθηκαν σε ένα ενιαίο πρόγραμμα H/Y σε γλώσσα προγραμματισμού Pascal. Το πρόγραμμα τρέχει σε όλους του προσωπικούς υπολογιστές που είναι συμβατοί με IBM και απαιτεί λειτουργικό σύστημα DOS. Ο χρήστης του προγράμματος, προετοιμάζει από τα προηγούμενα, τα δεδομένα του μοντέλου που θέλει να τρέξει. Τα δεδομένα αυτά γράφονται σε αρχεία κειμένου με κατάλληλο format.

Για το κάθε μοντέλο υπάρχει ένα αρχείο πληροφοριών, τρία αρχεία εισόδου (αρχεία παροχών, βροχοπτώσεων, εξατμίσεων) και δύο αρχεία εξόδου (συνοπτικά αποτελέσματα, πλήρης χρονοσειρά υπολογισμένων παροχών). Το μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου περιλαμβάνει επιπλέον των παραπάνω και τρία αρχεία θερμοκρασιών (μέσες, ελάχιστες και μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες). Ο χρήστης του προγράμματος εκτελεί το πρόγραμμα RNR.F.EXE και επιλέγει από menu το μοντέλο που θέλει να τρέξει.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του προγράμματος, πραγματοποιήσαμε δοκιμαστική εφαρμογή των δύο μοντέλων βροχής-απορροής στη λεκάνη του ποταμού Ευήνου ανάντη της θέσης Πόρου Ρηγανίου. Η λεκάνη αυτή έχει επίσης επιλεγεί για δοκιμαστική εφαρμογή του προγράμματος επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων σε μηνιαία βάση (βλ. Τεύχος 6).

Η λεκάνη έχει επιφάνεια 884 km<sup>2</sup> και μέσο υψόμετρο +994 m. Χρησιμοποιήσαμε τα ημερήσια βροχομετρικά δεδομένα από τους ακόλουθους 6 βροχομετρικούς σταθμούς: Ανάληψη, Πόρος Ρηγανίου, Δρυμώνας, Πλάτανος, Αράχοβα και Γρηγόριο. Τα πρωτογενή δεδομένα θερμοκρασίας (ημερήσιες ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες) λήφθηκαν από τους ακόλουθους 4 σταθμούς: Πόρος Ρηγανίου, Δρυμώνας, Αράχοβα, Γραμμένη Οξυά. Τα δεδομένα παροχής προέκυψαν από ημερήσια ή ωριαία δεδομένα στάθμης στη θέση του Πόρου Ρηγανίου.

Η βαθμονόμηση των μοντέλων έγινε για την περίοδο από τον Οκτώβριο 1977 έως τον Σεπτέμβριο 1983 και η επαλήθευσή τους για την περίοδο από τον Οκτώβριο 1983 έως τον Σεπτέμβριο 1986. Το μοντέλο SACRAMENTO εξηγεί 72% της διασποράς των ημερήσιων παροχών κατά τη βαθμονόμησή του και 57% κατά την επαλήθευσή του. Σε μηνιαία βάση το ποσοστό αυτό ξεπερνά το 92% και για τις δύο περιόδους. Το μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου εξηγεί το 87% της διασποράς των μηνιαίων παροχών κατά την περίοδο βαθμονόμησης και το 90% κατά την περίοδο επαλήθευσης. Παρατηρούμε ότι και τα δύο μοντέλα έχουν πολύ ικανοποιητική συμπεριφορά στην προσομοίωση των μηνιαίων παροχών. Και είναι αμφίβολο αν δικαιολογείται η χρήση του ημερήσιου μοντέλου SACRAMENTO που απαιτεί σοβαρή επί πλέον προσπάθεια βαθμονόμησης μεγάλου αριθμού παραμέτρων με βάση ένα μεγάλο όγκο ημερήσιων δεδομένων. Πάντως δεν είναι

δυνατό, κατά την άποψή μας, να υπάρξει γενικός κανόνας στην τελική επιλογή του μοντέλου και αυτή εξαρτάται κάθε φορά από τους στόχους της συγκεκριμένης εφαρμογής.

## 5.4 Οργάνωση και διαχείριση πληροφοριών υδρολογικών λεκανών με τεχνικές GIS

Στο παρόν ερευνητικό έργο κρίναμε σκόπιμο να αρχίσουμε την ανάπτυξη ενός Συστήματος Γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για την οργάνωση και διαχείριση των πληροφοριών που απαιτεί το έργο αυτό, παρόλο που πρόκειται για εργασία που δεν περιλαμβάνεται στο συμβατικό αντικείμενο της Α' φάσης του έργου. Η μεγάλη έκταση της Στερεάς Ελλάδας και η μεγάλη ποικιλία μορφών πληροφορίας που απαιτεί το έργο σε όλες τις φάσεις του (υδρολογική, γεωλογική, υδρολογική κλπ.) συνηγορεί στην επιλογή ενός αυτοματοποιημένου συστήματος διαχείρισης της πληροφορίας αυτής.

Στην παρούσα φάση του έργου μας απασχόλησαν πληροφορίες τοπογραφικού-υψομετρικού χαρακτήρα (ακτογραμμές, περιγράμματα λιμνών, ισοϋψείς καμπύλες) και υδρολογικού χαρακτήρα (λεκάνες απορροής, υδρογραφικό δίκτυο, σταθμοί μέτρησης).

Η περιοχή εφαρμογής περιλαμβάνει το σύνολο των υδατικών διαμερισμάτων της Στερεάς Ελλάδας (Αττική, Ανατολική Στερεά Ελλάδα, Δυτική Στερεά Ελλάδα) και εκτείνεται από το Μέτσοβο (βόρεια) μέχρι το νοτιότερο άκρο της Αττικής και από τη Λευκάδα (δυτικά) μέχρι τη νήσο Σκύρο (ανατολικά).

Η πρωτογενής γεωγραφική πληροφορία αντλήθηκε από 29 φύλλα χάρτη της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) σε κλίμακα 1:100000. Οι χάρτες αυτοί δεν περιλάμβαναν τα περιγράμματα των λεκανών απορροής (υδροκρίτες) ούτε και είχαν ιδιαίτερη αναφορά στις θέσεις μέτρησης υδρολογικών μεταβλητών. Για το λόγο αυτό απαιτήθηκε πρόσθετη εργασία για την εξαγωγή των παραπάνω δευτερογενών πληροφοριών. Σε ότι αφορά στις υψομετρικές καμπύλες, αυτές ψηφιοποιήθηκαν με ισοδιάσταση ίση με 200 m.

Στην ανάπτυξη του Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών, αφενός χρησιμοποιήθηκε έτοιμο λογισμικό και αφετέρου συντάχθηκε ειδικό λογισμικό για τις ανάγκες του παρόντος ερευνητικού έργου.

Η εισαγωγή των δεδομένων έγινε με χειροκίνητη ψηφιοποίηση (manual digitizing) και με τη βοήθεια του έτοιμου προγράμματος ARC/INFO για προσωπικούς υπολογιστές. Η μέθοδος της ψηφιοποίησης προτιμήθηκε από την αυτόματη σάρωση (scanning) των χαρτών ως πιο οικονομική.

Επειδή το κάθε φύλλο χάρτη είχε διαστάσεις μεγαλύτερες από εκείνες του ψηφιοποιητή (digitizer) ψηφιοποιήθηκε πρώτα το πάνω μέρος του χάρτη και στη συνέχεια το κάτω μέρος.

Από την ψηφιοποίηση προκύπτουν οι ψηφιακοί χάρτες (coverages στη γλώσσα του ARC/INFO) οι οποίοι περιέχουν την πληροφορία σε διανυσματική μορφή, ως ένα σύνολο από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Τόξα (arcs) που είναι οι μεμονωμένες γραμμές του χάρτη.
2. Κόμβοι (nodes) που είναι τα σημεία όπου καταλήγουν τα τόξα.
3. Χαρακτηριστικά σημεία (labels).
4. Πολύγωνα (polygons) που ορίζουν επιφάνειες του χάρτη και αποτελούνται από ένα σύνολο τόξων και ένα εσωτερικό χαρακτηριστικό σημείο.
5. Σημεία αναφοράς (ticks) με γνωστές γεωδαιτικές συντεταγμένες.
6. Κωδικοί (user-id) που δίνει ο χρήστης σε όποια πληροφορία επιθυμεί.

Μετά την ψηφιοποίηση, οι ψηφιακοί χάρτες που δημιουργήθηκαν, υπέστησαν τις ακόλουθες επεξεργασίες:

1. Διόρθωση των λαθών της ψηφιοποίησης με την εντολή CLEAN.
2. Κτίσιμο της τοπολογίας των γραμμών και των πολυγώνων με την εντολή BUILD. Αυτό επιτρέπει τη διαχείριση της πληροφορίας που αποθηκεύτηκε στη βάση του ARC/INFO.
3. Διόρθωση και οπτικό έλεγχο με το πρόγραμμα ARCEDIT.
4. Πρόχειρα σχέδια για έλεγχο της ακρίβειας της ψηφιοποίησης με το πρόγραμμα ARCPLOT.
5. Έλεγχος των ενώσεων των χαρτών και μικρομετακινήσεις των στοιχείων τους ώστε να είναι δυνατή η τελική συνένωσή τους. Η εργασία αυτή γίνεται με την εντολή EDGEMATCH.
6. Συνένωση σε ένα μοναδικό χάρτη όλων των ψηφιακών χαρτών που περιέχουν ομοειδείς πληροφορίες (π.χ. υδρογραφικό δίκτυο), με την εντολή APPEND.

Ειδικά για τους ψηφιακούς χάρτες των υψομετρικών καμπυλών και του υδρογραφικού δικτύου πριν από το βήμα 6 έγινε μεταφορά τους από PC ARC/INFO σε άλλο υπολογιστικό σύστημα μεγαλύτερων δυνατοτήτων με λειτουργικό σύστημα UNIX. Στο σύστημα αυτό και αφού έγινε συνένωση των ψηφιακών χαρτών, δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model) τύπου Ακανόνιστου Δικτύου Τριγώνων (Triangulated Irregular Network ή TIN). Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν 12 συνεχόμενοι χάρτες σε μορφή κανονικού τετραγωνικού κανάβου (τύπου Lattice) σε κάθε σημείο του οποίου είχε αποδοθεί το υψόμετρό του. Οι νέοι αυτοί ψηφιακοί χάρτες μεταφέρθηκαν σε προσωπικό υπολογιστή όπου έγινε η τελική αξιοποίησή τους με τη βοήθεια ειδικών προγραμμάτων που αναπτύχθηκαν στο παρόν ερευνητικό έργο, σε γλώσσα προγραμματισμού C.

Τα τελικά εξαγόμενα όλης της παραπάνω διαδικασίας είναι τα ακόλουθα:

- α. Αριθμητικά στοιχεία
  - α.1. Εμβαδό λεκάνης απορροής

α.2. Μέσο υψόμετρο λεκανών απορροής

α.3. Ποσοστιαία κατανομή υψομέτρων της κάθε μιας λεκάνης απορροής.

β. Γεωγραφικά στοιχεία

β.1. Σχεδίαση (σε οθόνη, εκτυπωτή και plotter) των δεδομένων εισόδου, στην επιθυμητή κλίμακα, με ολοκληρωμένη χαρτογραφική παρουσίαση στην ελληνική ή αγγλική γλώσσα (τίτλοι, λεζάντες, υπομνήματα, κλπ.).

β.2. Σχεδίαση (σε οθόνη και plotter) των μηκοτομών του υδρογραφικού δικτύου στην επιθυμητή κλίμακα και τα ανάλογα υπομνήματα στην ελληνική ή αγγλική γλώσσα.

Τέλος σημειώνουμε ότι η προσπάθεια που περιγράφηκε πιο πάνω ήταν αρκετά επίπονη αφού απαιτήθηκε εκτεταμένη εισαγωγή πολλών πληροφοριών από χάρτες με ψηφιοποίηση, επειδή δεν διατίθενται ακόμη ψηφιακοί χάρτες στον Ελληνικό χώρο. Γενικά διαπιστώθηκε ότι το έτοιμο λογισμικό GIS απαιτεί σημαντική προσπάθεια για την εκμάθηση και διαχείρισή του. Ακόμη, οι δυνατότητές του σε περιβάλλον προσωπικού υπολογιστή (PC) είναι περιορισμένες και η ύπαρξη ισχυρού υπολογιστικού συστήματος (σταθμός εργασίας με λειτουργικό σύστημα UNIX) είναι απόλυτα αναγκαία. Επιπλέον, απαιτούνται περιφερειακές μονάδες σημαντικού κόστους (digitizer, plotter). Εκτιμάται ότι οι εργασίες που ξεκίνησαν στην παρούσα φάση του έργου θα πρέπει να συνεχιστούν και στις επόμενες φάσεις ώστε να αποδόσουν πραγματικά δίνοντας ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης πληροφοριών σχετικών με τους υδατικούς πόρους της Στερεάς Ελλάδας.

## 6. ΕΞΑΓΩΓΗ ΠΡΩΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Κύριος στόχος του ερευνητικού έργου, όπως προκύπτει από την περιγραφή του συμβατικού αντικειμένου που παρουσιάσαμε στο Κεφάλαιο 1, είναι η εκπόνηση υδατικών ισοζυγίων προσφοράς και ζήτησης νερού στο σύνολο των τριών υδατικών διαμερισμάτων της Στερεάς Ελλάδας. Στην πρώτη φάση του έργου συγκεντρώσαμε και συστηματοποίησαμε πληροφορίες σχετικές με το ένα μόνο σκέλος των ισοζυγίων αυτών και πιο συγκεκριμένα για τους υδατικούς πόρους. Περιοριστήκαμε μάλιστα στους επιφανειακούς υδατικούς πόρους ενώ τα υπόγεια νερά θα εξεταστούν στην Β' φάση του έργου.

Η σημαντικότερη υδρολογική μεταβλητή που ενδιαφέρει στην εκτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού μιας λεκάνης απορροής ή περιοχής είναι η απορροή των κυριότερων υδατορευμάτων καθόσον αυτή αποτελεί το εξαγόμενο του υπό μελέτη φυσικού συστήματος και περικλείει τις επιδράσεις του συνόλου των υδρολογικών διεργασιών. Οι άλλες μεταβλητές (βροχόπτωση, χιονόπτωση, εξάτμιση, διήθηση) χρησιμοποιούνται βοηθητικά σε δύο κυρίως περιπτώσεις: (α) στην ακριβέστερη εκτίμηση των υδατικών ισοζυγίων, εφόσον η επιρροή τους κρίνεται σημαντική (π.χ. εξάτμιση από την επιφάνεια ταμιευτήρα) και (β) στην περίπτωση έλλειψης δεδομένων απορροής οπότε επιτρέπουν την εκτίμηση της τελευταίας με την βοήθεια μοντέλων βροχής-απορροής.

Για τους παραπάνω λόγους, στην παρούσα φάση του ερευνητικού έργου αρχειοθετήσαμε το σύνολο των αξιόπιστων σταθμημετρικών και υδρομετρικών δεδομένων της Στερεάς Ελλάδας και έναν πολύ μεγάλο όγκο βροχομετρικών και μετεωρολογικών δεδομένων. Εκτιμήσεις παροχής κάναμε στις θέσεις των φραγμάτων Κρεμαστών και Καστρακίου στον Αχελώο με βάση τα ισοζύγια των αντίστοιχων ταμιευτήρων, καθώς και σε μία θέση στον Σπερχειό (Γέφυρα Κομποτάδων). Ακόμη, συμπληρώθηκαν, με τα πρόσφατα δεδομένα, οι παροχές στο φράγμα Μόρνου, στον Βοιωτικό Κηφισό (Διώρυγα Καρδίτσας) και στον Εύηνο (θέση σταθμού Πόρου Ρηγανίου και φράγματος Αγ. Δημητρίου) οι οποίες είχαν υπολογιστεί στο ερευνητικό έργο *Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της μείζονος περιοχής Αθηνών*. Σε ότι αφορά στα βροχομετρικά δεδομένα έγινε πλήρης επεξεργασία μόνο για τον Εύηνο (βλ. Τεύχος 6) ενώ χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας που είχε γίνει στο παραπάνω ερευνητικό έργο ώστε να συμπληρωθεί το δείγμα της λεκάνης Μόρνου. Για τις λεκάνες του Αχελώου, του Σπερχειού και του Βοιωτικού Κηφισού καθώς και για άλλες περιοχές της Στερεάς Ελλάδας (Λευκάδα, Εύβοια, Σκύρος, Αττική) έγιναν προσεγγιστικές πρώτες εκτιμήσεις της μηνιαίας επιφανειακής βροχής με βάση τους αριθμητικούς μέσους των δεδομένων των σταθμών χωρίς καμμία επεξεργασία και χωρίς υψομετρική αναγωγή. Στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζουμε μερικές πρώτες εκτιμήσεις των μέσων ετήσιων τιμών απορροής και βροχόπτωσης για τις παραπάνω λεκάνες και περιοχές ενώ στους Πίνακες 6.2 και 6.3 φαίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές για τις κυριότερες λεκάνες. Στον Πίνακα 6.1

σημειώνονται επίσης και μερικές εκτιμήσεις παλιότερων μελετών για τις λεκάνες όπου οι εκτιμήσεις μας είχαν αναπόφευκτα μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας.

Από την μελέτη των πινάκων και κύρια του Πίνακα 6.1 μπορούμε να εξαγάγουμε τα ακόλουθα πρώτα συμπεράσματα:

1. Το ύψος απορροής ή αλλιώς ο όγκος απορροής ανά μονάδα επιφάνειας παίρνει την μεγαλύτερη τιμή του στη λεκάνη του Αχελώου (γύρω στα 1000 mm στη λεκάνη ανάντη των Κρεμαστών σύμφωνα με τις εκτιμήσεις μας) και μειώνεται στα 800 mm στη λεκάνη Ευήνου και στα 500-600 mm στις λεκάνες του Μόρνου και Σπερχειού. Στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού το ύψος απορροής είναι πολύ μικρό (μικρότερο των 200 mm) κυρίως λόγω του έντονα καρστικοποιημένου γεωλογικού υποβάθρου.
2. Η σύγκριση των τιμών της επιφανειακής βροχόπτωσης που εκτιμήσαμε με τιμές που δίνουν παλιότερες μελέτες (π.χ. για τη λεκάνη του Αχελώου ανάντη των Κρεμαστών) δείχνει ότι απαιτείται υψομετρική αναγωγή καθώς τα υψόμετρα των βροχομετρικών σταθμών είναι γενικά χαμηλά (π.χ. για τη λεκάνη του Αχελώου ανάντη των Κρεμαστών η ΔΕΗ (1979) δίνει συντελεστή υψομετρικής αναγωγής ίσο με 1.16). Για τον λόγο αυτό οι επιφανειακές βροχοπτώσεις που υπολογίσαμε χωρίς τη διόρθωση αυτή είναι γενικά υποεκτιμημένες, εκτός βέβαια από τις λεκάνες Μόρνου και Ευήνου όπου έγινε πλήρης επεξεργασία. Στη Β' φάση του έργου όπου θα γίνει πλήρης επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων αναμένεται να διορθωθούν πολλά από τα συστηματικά σφάλματα στην εκτίμηση της επιφανειακής βροχόπτωσης.
3. Παρά τις επιφυλάξεις που διατυπώσαμε πιο πάνω, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η βροχόπτωση ξεκινά από μεγάλες, για τον Ελληνικό χώρο, τιμές στη Δυτική Στερεά Ελλάδα (1800 mm στη λεκάνη του Αχελώου ανάντη των Κρεμαστών, σύμφωνα με τη ΔΕΗ), μειώνεται στα 1450 mm ανατολικότερα (Εύηνος, Μόρνος) για να φθάσει στα 800-900 mm στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα (Σπερχειός, Β. Κηφισός, Εύβοια). Τέλος, στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής και τη νήσο Σκύρο η βροχόπτωση είναι εξαιρετικά χαμηλή (γύρω στα 400 mm).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1  
ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ  
ΛΕΚΑΝΩΝ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

α/α	Λεκάνη ή περιοχή	Θέση	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)	Περίοδος βροχομετρικών παρατηρήσεων	Μέσο ετήσιο ύψος απορροής (mm)	Περίοδος παροχομετρικών παρατηρήσεων	Μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής
1	Αχελώου	Κρεμαστά	3570.0	1346.9 (1690 <sup>1</sup> , 1802 <sup>2</sup> )	1949-50/1987-88	1007.2	1966-67/1990-91	0.75 (0.56 <sup>3</sup> )
2	Αχελώου	Καστράκι	4118.0	1357.1	1950-51/1991-92	981.7	1969-70/1990-91	0.72
3	Εύηνος	Πόρος Ρηγανίου	867.1	1432.2	1949-50/1991-92	816.0	1970-71/1990-91	0.57
4	Εύηνος	Αγ. Δημήτριος	349.0	1411.8	1962-63/1990-91	777.6	1970-71/1990-91	0.55
5	Μόρνος	Φράγμα	557.5	1458.4	1950-51/1984-85	526.9	1951-52/1955-56 1963-64/1967-68 1979-80/1991-92	0.36
6	Λευκάδα		300.1	1115.7	1931-32/1989-90			
7	Βοιωτικός Κηφισός	Διώρυγα Καρδίτσας	2376.2	814.4	1954-55/1990-91	170.7	1960-61/1963-64 1968-69/1975-76 1977-78/1991-92	0.21
8	Σπερχειός	Γέφυρα Κομποτάδων	1150.3	968.4	1950-51/1990-91	572.3	1950-51/1980-81	0.59
9	Έυβοια		1244.5	808.6	1950-51/1990-91			
10	Σκύρος		208.4	448.4	1959-60/1989-90			
11	Αττική			414.0	1930-31/1989-90			

1. Από μελέτη ECI (1974)

2. Από μελέτη ΔΕΗ (1980)

3. Η βροχοπτώση λαμβάνεται από τη μελέτη της ΔΕΗ (1980)

## ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΡΟΧΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (mm)

Μήνας	Αχελώος (Κρεμαστά)	Αχελώος (Καστράκι)	Εύηνος (Πόρος Ρηγανίου)	Εύηνος (Αγ. Δημήτριος)	Μόρνος (Φράγμα)	Σπερχειός (Γέφυρα Κομποτάδων)	Β. Κηφισός (Διώρυγα Καρδίτσας)
Οκτ	120.8	122.2	128.3	133.0	123.4	103.3	96.9
Νοε	211.5	209.7	229.5	218.2	221.8	132.3	98.0
Δεκ	231.0	233.3	256.3	255.7	258.4	147.1	131.7
Ιαν	177.1	176.0	187.1	181.2	215.1	117.8	115.6
Φεβ	163.6	164.1	177.9	171.2	186.9	110.5	101.9
Μαρ	125.8	126.6	123.2	124.1	135.3	106.1	94.4
Απρ	102.7	105.9	107.6	106.7	104.3	72.3	57.1
Μαι	71.6	71.8	76.3	75.2	70.9	55.4	34.3
Ιουν	40.2	42.8	5.6	45.6	45.9	34.9	24.0
Ιουλ	26.7	27.2	30.8	33.1	30.9	26.9	16.3
Αυγ	24.7	25.1	27.2	29.0	27.1	24.5	19.5
Σεπ	51.0	52.4	42.3	38.9	38.3	37.3	24.7

## ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (mm)

Μήνας	Αχελώος (Κρεμαστά)	Αχελώος (Καστράκι)	Εύηνος (Πόρος Ρηγανίου)	Εύηνος (Αγ. Δημήτριος)	Μόρνος (Φράγμα)	Σπερχειός (Γέφυρα Κομποτάδων)	Β. Κηφισός (Διώρυγα Καρδίτσας)
Οκτ	33.8	38.7	18.5	19.3	19.3	22.8	10.3
Νοε	82.5	87.4	73.1	77.3	53.3	44.2	13.1
Δεκ	164.8	151.7	157.4	125.8	84.7	77.6	23.5
Ιαν	143.5	129.1	120.1	100.0	80.6	87.3	26.9
Φεβ	140.3	132.4	134.0	112.7	75.9	90.7	26.8
Μαρ	141.4	135.7	116.0	122.5	65.6	106.4	32.5
Απρ	132.0	128.9	90.7	112.8	56.6	66.4	20.5
Μαι	81.5	79.9	52.8	61.3	40.8	34.6	9.5
Ιουν	35.3	36.2	23.4	22.1	22.6	16.9	1.8
Ιουλ	19.9	23.2	13.4	10.6	11.1	9.2	0.2
Αυγ	16.2	19.2	9.0	7.3	8.4	6.8	0.6
Σεπ	16.0	19.7	7.6	6.3	8.0	9.2	5.0

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ΔΕΗ, Υδρολογική μελέτη λεκάνης Κρεμαστών και Άνω Αχελώου, Αθήνα, 1980.
- ΕΜΠ, Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης της μειζονος περιοχής Αθηνών, Τεύχος 18, Τελική Έκθεση, Αθήνα, 1990.
- Burnash, R. J. C., R. L. Ferral, and R. A. McGuire, *A Generalized streamflow Simulation System-Conceptual Modeling for Digital Computers*, Joint Federal State River Forecasting Center, Sacramento, Calif., 1973.
- ECI, *Kremasta Project Report*, Αθήνα, 1974.
- Gleick, P. H., The development and testing of a water balance model for climate impact assessment: modeling the Sacramento Basin, *Water Resour. Res.*, 23, 1049-1061, 1987.
- Grygier, J.C. & Stedinger, J.R., SPIGOT, A synthetic streamflow generation software package, Technical description, School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University, Ithaca, NY., Version 2.5, 1990.
- Lane, W.L. & Frevert, D.K., *Applied Stochastic Techniques*, User's manual, Bureau of Reclamation, Engineering and research center, Denver, Co., USA, 1979.
- Matalas, N.C. and Wallis, J.R., Generation of synthetic flow sequences, in *Systems approach to water management*, A.K. Biswas editor, McGraw Hill, 1976.
- Mimikou, M., Y. Kouvopoulos, G. Kavadias, and N. Vayianos, Regional hydrological effects of climate change, *J. Hydrol.*, 123, 119-146, 1991.
- Vogel, R.M. & Stedinger, J.R., The value of stochastic streamflow models in over-year reservoir design applications, *Water Resour. Res.* 24(9), 1483-90, 1988.