

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ-Δ/ΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ  
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

MINISTRY OF ENVIRONMENT, PLANNING AND PUBLIC WORKS  
GENERAL SECR. OF PUBLIC WORKS - DEPART. OF WATER SUPPLY & SEWAGE  
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS  
DIVISION OF WATER RESOURCES, HYDRAULIC AND MARITIME ENGINEERING

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ:

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ**

**ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΘΗΝΩΝ**

RESEARCH PROJECT:

**APPRAISAL OF EXISTING POTENTIAL**

**FOR IMPROVING THE WATER SUPPLY OF GREATER ATHENS**

ΤΕΥΧΟΣ 7:

**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ Α' ΜΕΡΟΥΣ**

VOLUME 7:

**FINAL REPORT OF PART A**

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΘΕΜ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ  
SCIENTIFIC DIRECTOR: THEM. XANTHOPoulos  
ΣΥΝΤΑΞΗ: ΔΗΜ. ΚΟΥΤΣΟΥΙΑΝΝΗΣ - ΘΕΜ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ  
AUTHOR: DEM. KOUTSOYIANNIS - THEM. XANTHOPoulos

ΑΘΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1989 - ATHENS FEBRUARY 1989

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

- Θ. ΕΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ: Επιστημονικός υπεύθυνος, Συντονισμός, Εποπτεία  
του ερευνητικού έργου.
- Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ: Διεύθυνση ερευνητικής ομάδας
- Ι. ΤΖΕΡΑΝΗΣ, Σ. ΡΩΤΗ, Ν. ΜΑΜΑΣΗΣ, Χ. ΑΝΥΦΑΝΤΗ: Υπεύθυνοι Μηχανι-  
κοί ερευνητικής ομάδας
- Κ. ΚΟΥΡΙΔΑΚΗΣ: Τελοιόφοιτος σπουδαστής υδραυλικού κύκλου
- Θ. ΣΤΡΑΤΑΚΟΥ, Ν. ΓΑΡΙΝΗ: Γραμματειακή κάλυψη
- Ζ. ΣΩΤΗΡΙΟΥ, Ε. ΜΑΥΡΙΔΟΥ, Σ. ΚΑΡΑΜΠΙΝΑ: Σχεδιαστικές εργασίες

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ερευνητική ομάδα εκφράζει τις ευχαριστίες της στις ακόλουθες Υπηρεσίες και φορείς του Δημοσίου που χωρίς τη συνεργασία τους θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση του παρόντος ερευνητικού έργου:

- Στη Διεύθυνση Εργων Υδρευσης-Αποχέτευσης του ΥΠΕΧΩΔΕ (κ.κ. Τσαρμακλής, Ζέης)
- Στην υπηρεσία συλλογής υδρολογικών στοιχείων του ΥΠΕΧΩΔΕ (κ.κ. Τζούκας, Μητρόπουλος)
- Στον πρόεδρο και τον Γενικό Δ/ντή της ΕΥΔΑΠ
- Στη Διεύθυνση Εξωτερικών Υδραγωγείων της ΕΥΔΑΠ (κ.κ. Παντελίδης, Ναζλόπουλος, Κωνσταντινίδου, Κουνιάκης, Αλεξανδρόπουλος, Καρόπουλος), καθώς και στον Τομέα Φράγματος Μόρνου της ΕΥΔΑΠ (κ.κ. Γαρδίκης, Μάρκου, Καραγεωργόπουλος, Δρίβας). Επίσης στο Τμήμα Στατιστικής και Υδρολογίας της ΕΥΔΑΠ (κ.κ. Ντούλης, Θεολογόπουλος)
- Στο Τμήμα Συλλογής Μετεωρολογικών και Υδρολογικών Στοιχείων της ΔΕΗ (κ.κ. Νικολαΐδης, Ι. Μαραγκού, Γ. Σιούλης, Σ. Σιλιγάρδου), καθώς και στο Τμήμα Ελέγχου και Ασφαλείας Φραγμάτων της ΔΕΗ (κ. β. Σταυροπούλου).

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές εκπόνησης του παρόντος Α' μέρους του ερευνητικού έργου, αξιολογήθηκε και ταξινομήθηκε όλο το πληροφοριακό υλικό και ολοκληρώθηκε η εργασία υποδομής για την τελική εκτίμηση του υδατικού δυναμικού των υδρολογικών λεκανών Μόρνου και Ευήνου. Κατά συνέπεια τα τελικά αξιόπιστα ποσοτικά συμπεράσματα για το υδατικό δυναμικό των δύο λεκανών θα εξαχθούν κατά την εκπόνηση και Β' μέρους, που προβλέπεται να ολοκληρωθεί μέχρι το τέλος του 1989.

Εξ άλλου, αξιόπιστα συμπεράσματα για το υδατικό δυναμικό της Υλίκης, που θεωρείται απαραίτητος πόρος για την κάλυψη των άμεσων υδρευτικών αναγκών της περιοχής ευθύνης της ΕΥΔΑΠ αλλά και για την ορθολογική χρήση του σε συνδυασμό με το υδατικό δυναμικό του Μόρνου, θα εξαχθούν από το προτεινόμενο Γ' μέρος του ερευνητικού προγράμματος. Είναι προφανής η ανάγκη άμεσης ανάθεσης και του μέρους αυτού, ώστε να υπάρχουν αξιόπιστα αποτελέσματα μέχρι τέλους 1989.

Λόγω της διαπιστωμένης κρίσιμης κατάστασης σε ότι αφορά στην επάρκεια των άμεσα διαθέσιμων υδατικών πόρων, είμαστε πάντως υποχρεωμένοι από τώρα να τονίσουμε μερικές πρώτες διαπιστώσεις και να διατυπώσουμε συγκεκριμένες προτάσεις άμεσης εφαρμογής.

### A. ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

A.1. Ο ταμιευτήρας Μόρνου, σύμφωνα με τις μελέτες βάσει των οποίων διαστασιολογήθηκε, αναμενόταν να παρέχει μια ποσότητα 300 εκατ.  $m^3$  νερού το χρόνο. Σήμερα, με βάση και τα νεότερα δεδομένα από τη λειτουργία του ταμιευτήρα, η δυνατότητά του εκτιμάται ότι είναι κατά 10% περίπου μικρότερη. Η μείωση αυτή οφείλεται στις διαρροές από τον ταμιευτήρα και στις μικρότερες εισροές που διαπιστώθηκαν κατά την περίοδο της λειτουργίας του.

A.2. Ενώ μέχρι και το 1984 είχαμε πλήρωση του ταμιευτήρα Μόρνου, (τους χειμερινούς μήνες), κατά τα τελευταία 4 χρόνια τα αποθέματα νερού μειώνονται συνεχώς και έχουν φτάσει σε πολύ

χαμηλά επίπεδα (το σημερινό ωφέλιμο απόθεμα είναι περίπου 200 εκατ.  $m^3$ ). Αυτή η κατάσταση προκλήθηκε κυρίως από την υπερεκμετάλλευση του ταμιευτήρα κατά την τριετία 1985-87 που γίνονταν με μέσο ρυθμό 350 εκατ.  $m^3$  ετησίως, (μετρημένα στην έξοδο Γκιώνας), δηλαδή κατά 30% μεγαλύτερο από την πραγματική δυνατότητα του ταμιευτήρα ή 17% μεγαλύτερο από τη δυνατότητα που είχαν προβλέψει οι μελετητές. Την ταπείνωση της στάθμης επέτεινε και η μειωμένη υδροφορία των τελευταίων υδρολογικών ετών. Ας σημειωθεί ότι η διαπιστωμένη αύξηση της κατανάλωσης νερού της Αθήνας, δε μπορεί να θεωρηθεί αιτία για την κατάσταση που δημιουργήθηκε, γιατί θα μπορούσε να καλυφθεί από την Υλίκη.

A.3. Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση της Αθήνας, σε συνδυασμό με τις μειωμένες δυνατότητες του συστήματος Μόρνου - Υλίκης (με βάση τις πρόσφατες εκτιμήσεις), αλλά και με τα σημερινά πολύ περιορισμένα αποθέματα του Μόρνου, μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι φτάνουμε ήδη στην οριακή εκμετάλλευση του σημερινού συστήματος ύδρευσης της Αθήνας (ανάγκες ύδρευσης - άρδευσης 1987: 440 εκατ.  $m^3$  - οριακή δυναμικότητα συστήματος  $265 + 200 = 465$  εκατ.  $m^3$ ) με συνεχή άντληση από Υλίκη). Κατά συνέπεια θεωρούμε ότι θα πρέπει να επιταχυνθούν οι διαδικασίες των έργων ενίσχυσης της ύδρευσης από τον Εύηνο. Πάντως ένας ορθολογικός προγραμματισμός της συνδυασμένης λειτουργίας των δύο υδραγωγείων Υλίκης - Μόρνου, θα μπορούσε να μειώσει το σημερινό κόστος ανά  $m^3$  νερού ενώ και με την παράλληλη βελτίωση του υδραγωγείου Υλίκης θα επιτευχθεί η αύξηση της δυναμικότητας του συστήματος.

A.4. Στον ταμιευτήρα Μόρνου πραγματοποιούνται ορισμένες υπόγειες διαφυγές, από τις οποίες ένα σημαντικό τμήμα μετρείται με ικανοποιητική ακρίβεια (στοά Πύρνου). Το τμήμα αυτό είναι περίπου 5 εκατ.  $m^3$ , ενώ το σύνολο των διαφυγών μπορεί να εκτιμηθεί στο διπλάσιο αυτής της ποσότητας. Οι παραπάνω διαφυγές δε μπορούν να περιοριστούν, και πάντως δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Στον υδαταγώγο Μόρνου υπάρχουν απώλειες, που δε μπορούν να εκτιμηθούν με ακρίβεια, αλλά μπορεί να φτάνουν τα 20-30 εκατ.  $m^3$  το χρόνο. Μετά από σχετικές προτάσεις μας, πραγματοποιούνται σήμερα

ακριβέστερες μετρήσεις, και ελπίζουμε ότι σε ένα περίπου έτος θα υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την αξιόπιστη εκτίμηση και τον εντοπισμό των απωλειών. Οταν θα υπάρξουν αυτά τα νέα στοιχεία, θα πρέπει να μελετηθεί σοβαρά η προφανής δυνατότητα περιορισμού των σημαντικών αυτών απωλειών.

## B. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΜΕΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- B.1. Είναι επιτακτική ανάγκη να λειτουργήσει άμεσα το υδραγωγείο της Υλίκης στο όριο των δυνατοτήτων του, μέχρι την επίτευξη ικανοποιητικής στάθμης στο Μόρνο. Πιο συγκεκριμένα εφόσον υπάρχουν αποθέματα στην Υλίκη, αυτά θα πρέπει να αντλούνται με ρυθμό ίσο με την παροχετευτικότητα του υδραγωγείου. Οι εφεδρικές πηγές (π.χ. Ασωπός, κλπ.) θα πρέπει επίσης να αξιοποιούνται παράλληλα. Το υπόλοιπο τμήμα της κατανάλωσης, που δεν καλύπτεται από την Υλίκη και τις εφεδρικές πηγές, θα καλύπτεται αναγκαστικά από το Μόρνο.
- B.2. Θα πρέπει να μειωθούν στο έπακρο ή και να σταματήσουν τελείως οι παροχετεύσεις νερού από την Υλίκη και το Μόρνο για αρδευτικές χρήσεις, τουλάχιστον για το τρέχον έτος, και μέχρι να επιτευχθεί μια ασφαλής στάθμη στο Μόρνο.
- B.3. Θα πρέπει να υπάρξει πνεύμα οικονομίας στις παροχετεύσεις νερού από την ΕΥΔΑΠ, και να διερευνηθούν οι τυχόν δυνατότητες μείωσης ειδικών χρήσεων.
- B.4. Καθίσταται κατεπείγουσα η ανάθεση και εκπόνηση γενικής τεχνικοοικονομικής μελέτης με αντικείμενο "Τεχνικοοικονομική διερεύνηση και συγκριτική αξιολόγηση των δυνατών λύσεων ύδρευσης του λεκανοπεδίου Αττικής". Στα πλαίσια της μελέτης αυτής θεωρούμε ότι θα πρέπει να ξεκινήσει άμεσα η διαδικασία ανάθεσης γεωτεχνικών εργασιών (φάσεως προμελέτης) στις τρείς πιθανές θέσεις φραγμάτων της λεκάνης Ευήνου με αντίστοιχες εκτιμήσεις κόστους κατασκευής των φραγμάτων. Οι χωρητικότητες και στάθμες λειτουργίας των ταμιευτήρων θα δοθούν έγκαιρα (τέλος 1989) από τις επόμενες φάσεις Β' και Γ' του παρόντος ερευνητικού έργου.

**B.5.** Θεωρούμε απαραίτητη τη σύγχρονη και άμεση ανάθεση των φάσεων Β' και Γ' του παρόντος ερευνητικού έργου, που αφορά στη διερεύνηση και τη συνδυασμένη διαχείριση του υδατικού δυναμικού Μόρνου - Υλίκης και την προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος Μόρνου - Ευήνου - Υλίκης.

**B.6.** Η ΕΥΔΑΠ θα πρέπει να συνεχίσει τις μετρήσεις παροχών στο υδραγωγείο Μόρνου και Υλίκης, βελτιώνοντας συνεχώς το σύστημα, ώστε να ολοκληρωθεί η αξιόπιστη εκτίμηση των απωλειών. Προτείνουμε συμπληρωματικά την εκτέλεση διαφορικών μετρήσεων με κινητό εξοπλισμό (μυλίσκοι) σε επιλεγμένες θέσεις των υδραγωγείων, ώστε να εντοπιστούν τα σημεία απωλειών και να εξεταστεί η δυνατότητα περιορισμού τους.

**B.7.** Προκειμένου να διαστασιολογηθούν τα έργα Ευήνου και να οριστικοποιηθεί το μελλοντικό σχήμα ύδρευσης της Αθήνας, θα πρέπει να μετρηθεί το ταχύτερο δυνατό από την ΕΥΔΑΠ η πραγματική παροχετευτικότητα του υδαταγωγού Μόρνου. Ο τομέας ΥΠΥΘΕ του ΕΜΠ διαθέτει πρακτική εμπειρία σε ανάλογες μετρήσεις και δύναται, αν του ζητηθεί, να οργανώσει και συντονίσει τις σχετικές μετρήσεις.

**B.8.** Για την οριστικοποίηση του μελλοντικού υδρευτικού σχήματος της Αθήνας θεωρούμε ότι θα πρέπει να υπάρξουν το ταχύτερο δυνατό οριστικές αποφάσεις στα ακόλουθα θέματα γενικότερης πολιτικής (στα πλαίσια της μελέτης που αναφέρεται στην παρ. B.4):

- Μελλοντικές υδρευτικές ανάγκες της Αθήνας
- Τροφοδότηση της Αθήνας από ένα ή περισσότερα ανεξάρτητα υδραγωγεία
- Διερεύνηση ανταγωνιστικών χρήσεων άρδευσης - ύδρευσης, ειδικότερα για τα υδατικά αποθέματα της Υλίκης
- Προσδιορισμός τυχόν άλλων συμπληρωματικών σκοπιμοτήτων για διάθεση νερού από τους ταμιευτήρες Μόρνου - Ευήνου και τη λίμνη Υλίκης.

**B.9.** Ο τομέας ΥΠΥΘΕ του ΕΜΠ είναι σκόπιμο να αποτελέσει τον μόνιμο σύμβουλο του μελετητή που θα επιλεγεί, διαθέτοντας το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό αλλά και την πείρα στο πολύπλοκο αυτό αντικείμενο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1. Ιστορικό	1
1.2. Συμβατικό αντικείμενο του ερευνητικού έργου	1
1.3. Αντικείμενο του παρόντος τεύχους	4
1.4. Περιεχόμενα του Α' μέρους του Ερευνητικού Έργου	5
<b>2. ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΣΧΗΜΑ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑΣ</b>	
2.1. Πηγές, δυνατότητες και υδρευτικές ανάγκες	9
2.2. Ταμιευτήρας Μόρνου	13
2.3. Υδαταγωγός Μόρνου	24
2.4. Λίμνη Υλίκη	29
2.5. Το υδραγωγείο Υλίκης	31
2.6. Η λίμνη του Μαραθώνα	32
2.7. Εγκαταστάσεις διύλισης	33
2.8. Υπόλοιποι κλάδοι του εξωτερικού δικτύου μεταφοράς	33
2.9. Αντλιοστάσια εξωτερικού δικτύου	35
<b>3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ</b>	
3.1. Γενικά	37
3.2. Η λύση Ευήνου	37
3.2.1. Γενική περιγραφή	37
3.2.2. Θέσεις Φραγμάτων	38
3.2.3. Τελικές παρατηρήσεις	41
3.3. Η λύση Αχελώου	44
3.4. Η λύση Βοιωτικού Κηφισού - Υλίκης - Παραλίμνης	45
3.5. Η λύση άντλησης υπόγειων νερών της βόρειας ακτής Κορινθιακού	47
3.6. Συμπεράσματα	48
<b>4. ΣΥΛΛΟΓΗ, ΑΡΧΕΙΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΛΕΚΑΝΩΝ ΜΟΡΝΟΥ ΚΑΙ ΕΥΗΝΟΥ</b>	
4.1. Γενικά	49
4.2. Τα προγράμματα Η/Υ και τα χαρακτηριστικά τους	49
4.3. Οι βάσεις δεδομένων	52

<b>5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΟΡΝΟΥ</b>	
5.1. Γενικά	56
5.2. Βροχομετρική πληροφορία	56
5.2.1. Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα	56
5.2.2. Ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση	57
5.2.3. Επιφανειακά ύψη βροχής	59
5.3. Μετεωρολογική πληροφορία	61
5.3.1. Γενικά	61
5.3.2. Θερμοκρασία	61
5.3.3. Σχετική υγρασία	62
5.3.4. Ηλιοφάνεια	62
5.3.5. Ταχύτητα ανέμου	62
5.3.6. Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman	63
5.3.7. Μετρήσεις εξάτμισης - Συγκρίσεις	63
5.3.8. Επέκταση του δείγματος εξατμίσεων	64
5.4. Υδρομετρική πληροφορία	66
5.4.1. Υδρομετρικοί σταθμοί	66
5.4.2. Καμπύλες στάθμης παροχής	67
5.4.3. Τελικές παροχές υδρομετρικών σταθμών	68
5.4.4. Παροχές στη θέση φράγματος Μόρνου	69
<b>6. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ</b>	
6.1. Γενικά	74
6.2. Βροχομετρική πληροφορία	74
6.2.1. Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα	74
6.2.2. Ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση	75
6.2.3. Επιφανειακά ύψη βροχής	75
6.3. Μετεωρολογική πληροφορία	80
6.3.1. Γενικά	80
6.3.2. Θερμοκρασία	80
6.3.3. Σχετική υγρασία	82
6.3.4. Ηλιοφάνεια	82
6.3.5. Ταχύτητα ανέμου	82

6.3.6. Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman - Επεκτάσεις και αναγωγές δειγμάτων	83
6.3.7. Μετρήσεις εξάτμισης - συγκρίσεις	84
6.4. Υδρομετρική πληροφορία	88
6.4.1. Υδρομετρικοί σταθμοί	88
6.4.2. Καμπύλες στάθμης - παροχής	88
6.4.3. Τελικές παροχές υδρομετρικών σταθμών	89
6.4.4. Ελεγχος αξιοπιστίας των παροχών του Ευήνου	90
6.4.5. Τελικές παροχές στις θέσεις φραγμάτων	92
7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΟΥ Β' ΜΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	
7.1. Διάρθρωση και στόχοι	96
7.2. Κωδικοποίηση του αντικειμένου του Β' μέρους	97
8. ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
8.1. Γενικά	99
8.2. Διάρθρωση και στόχοι	100
8.3. Κωδικοποίηση του αντικειμένου	101

## **1. ΕΙΣΑΓΟΓΗ**

### **1.1. Ιστορικό**

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων ανέθεσε με την από 25-2-1988 απόφασή του, στον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Θεμ. Σανθόπουλο, το ερευνητικό έργο με τίτλο "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών".

Το ερευνητικό αυτό έργο αποτελείται από 2 μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά κυρίως στη συγκέντρωση και αξιολόγηση των προγενέστερων υδρολογικών μελετών για τις λεκάνες Μόρνου και Ευήνου και τη συλλογή, συστηματοποίηση, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση των υδρομετεωρολογικών δεδομένων των υδρολογικών αυτών λεκανών. Το δεύτερο μέρος αφορά στις τελικές εκτιμήσεις του υδατικού δυναμικού των δύο λεκανών. Η εκπόνηση του παρόντος Α' μέρους του ερευνητικού έργου συνάντησε πολλές δυσκολίες, λόγω της προφανούς αναξιοπιστίας πολλών σειρών υδρομετεωρολογικών δεδομένων και της έλλειψης πληροφοριών για τα αίτια που υποβάθμιζαν την ποιότητα της πρωτογενούς υδρολογικής πληροφορίας. Χρησιμοποιώντας όλες τις σύγχρονες τεχνικές αξιολόγησης, η ερευνητική ομάδα πέτυχε παρόλα αυτά να ξεκαθαρίσει όλη την πληροφοριακή υποδομή, δίνοντας μία σύγχρονη βάση εκκίνησης όλων των περαιτέρω υδρολογικών ερευνών.

### **1.2. Συμβατικό αντικείμενο του ερευνητικού έργου**

Το συμβατικό αντικείμενο του ερευνητικού έργου καθορίζεται λεπτομερώς στο παράτημα της απόφασης ανάθεσης του (ΥΠΕΧΩΔΕ BY4/40534/25-2-88). Συγκεκριμένα η περιγραφή των εργασιών είναι η ακόλουθη:

#### **1. Διάρθρωση και στόχοι**

- Οι κύριοι στόχοι του ερευνητικού προγράμματος είναι η εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του Μόρνου

με βάση τα παλαιότερα και πρόσφατα υδρολογικά δεδομένα, μετά τη λειτουργία του φράγματος Μόρνου, καθώς και η διερεύνηση από υδρολογική άποψη της εναλλακτικής δυνατότητας ενίσχυσης της ύδρευσης της πρωτεύουσας από την υδρολογική λεκάνη Εύηνου.

- β. Στους στόχους του προγράμματος συμπεριλαμβάνεται, ως εργασία υποδομής, η συστηματική οργάνωση, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (με παράδοση των δισκετών στο ΥΠ.ΠΕΧΩΔΕ), όλων των υδρολογικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εκπόνηση του προγράμματος. Με τον τρόπο αυτό θα είναι εύκολη η μελλοντική πρόσβαση-συμπλήρωση-ενημέρωση των δεδομένων, ώστε να μπορούν να παίρνονται, όποτε χρειαστεί, τεκμηριωμένες αποφάσεις για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των απαιτούμενων έργων.
- γ. Στο αντικείμενο του προγράμματος περιλαμβάνεται και η εκπαίδευση προσωπικού του ΥΠ.ΠΕΧΩΔΕ (δύο διπλωματούχων μηχανικών) στη χρήση των προγραμμάτων αρχειοθέτησης και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων.

## 2. Αντικείμενο του πρώτου μέρους της έρευνας

### 2.1. Λεκάνη Φράγματος Μόρνου

- α. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με το υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Μόρνου (υδρολογικές μελέτες, στοιχεία ΕΥΔΑΠ κλπ.).
- β. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ, (μετά την ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση), της πληροφορίας "ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα" (βροχομετρικά, βροχογραφικά και χιονομετρικά δεδομένα).
- γ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση).

- δ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας "παροχές" (υδρομετρικά, σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά δεδομένα).
- ε. Συλλογή και αξιολόγηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με τις διαφυγές του ταμιευτήρα Μόρνου και του Υδραγωγείου Μόρνου.
- στ. Σύνταξη τεύχους συστηματικής παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων.

#### 2.2. Δεκάνη Εύηνου

- α. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με την υδρολογία του Εύηνου.
- 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, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση).
- δ. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ της πληροφορίας "παροχές" (υδρομετρικά, σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά δεδομένα).
- ε. Σύνταξη τεύχους συστηματικής παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων.

#### 2.3. Τελικές εργασίες πρώτου μέρους

- α. Εξαγωγή συμπερασμάτων και σύνταξη συνολικής πρότασης για την εκπόνηση του δεύτερου μέρους του προγράμματος.
- β. Εκπαίδευση του προσωπικού του ΥΠ.ΠΕΧΩΔΕ (δύο διπλωμα-

τούχων μηχανικών) στη χρήση των προγραμμάτων αρχειοθέτησης και επεξεργασίας των δεδομένων.

3. Αντικείμενο του δεύτερου μέρους της έρευνας (ενδεικτικό, μη δεσμευτικό)

- a. Τελική επιλογή μοντέλων εκτίμησης και πρόγνωσης της απορροής για τις λεκάνες Μόρνου και Εύηνου, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία.
- β. Εκτίμηση και πρόγνωση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Μόρνου, (εκτίμηση μέσης υπερετήσιας εισροής, αξιοπιστία της εκτίμησης, εκτίμηση ελάχιστης ετήσιας εισροής για διάφορες περιόδους επαναφοράς. Τελικά συμπεράσματα).
- γ. Εκτίμηση και πρόγνωση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Εύηνου (εκτίμηση μέσης υπερετήσιας εισροής, αξιοπιστία της εκτίμησης, εκτίμηση ελάχιστης ετήσιας εισροής για διάφορες περιόδους επαναφοράς. Τελικά συμπεράσματα).
- δ. Τεχνικοοικονομική μελέτη βελτίωσης του δικτύου (σε στάδιο μελέτης εφαρμογής) μέτρησης υδρολογικών μεταβλητών στις λεκάνες Μόρνου και Εύηνου.

1.3. Αντικείμενο του παρόντος τεύχους

Αντικείμενο του τεύχους αυτού, που αποτελεί την τελική έκθεση των εργασιών του Α' μέρους του ερευνητικού έργου, είναι η επισκόπηση των εργασιών του Α' μέρους, και η προδιαγραφή των εργασιών του Β' μέρους του έργου. Η ανάλυση των εργασιών του Α' μέρους περιέχεται στα επιμέρους τεύχη, παραρτήματα, σχέδια και χάρτες που συνυποβάλλονται με την έκθεση αυτή.

#### **1.4. Περιεχόμενα του Α' μέρους του Ερευνητικού Έργου**

Με την παρούσα τελική έκθεση του Α' μέρους του ερευνητικού έργου ολοκληρώνονται οι εργασίες του Α' μέρους, οι οποίες αναλυτικά περιγράφονται στα τεύχη, τα παραρτήματα, τα σχέδια και τους χάρτες του ερευνητικού έργου<sup>1</sup>. Ειδικότερα παραδίνονται μαζί με την παρούσα έκθεση τα ακόλουθα:

#### **A. ΤΕΥΧΗ**

##### **Τεύχος 1: Επισκόπηση υδρολογικών μελετών λεκάνης Μόρνου**

Επισκόπηση και κωδικοποίηση των υδρολογικών μελετών και αναλύσεων που έγιναν στα πλαίσια παλιότερων μελετών και αφορούν στη λεκάνη Μόρνου και τον ταμιευτήρα Μόρνου.

##### **Τεύχος 2: Επισκόπηση υδρολογικών μελετών λεκάνης Ευήνου**

Ανάλογη επισκόπηση των υδρολογικών μελετών που αφορούν στη λεκάνη Ευήνου και εντοπίζονται κυρίως στις πιθανές θέσεις φραγμάτων στον Εύηνο.

##### **Τεύχος 3: Επισκόπηση δεδομένων διαφυγών και ισοζυγίου ταμιευτήρα Μόρνου**

Συλλογή, αξιολόγηση και τελική παρουσίαση των δεδομένων και πληροφοριών που σχετίζονται με τις απώλειες διαφυγών του ταμιευτήρα Μόρνου, καθώς και με το ισοζύγιο του ταμιευτήρα για την περίοδο που έχει λειτουργήσει.

##### **Τεύχος 4: Υδρομετεωρολογικοί σταθμοί**

Συστηματική καταγραφή και αξιολόγηση των μετεωρολογικών βροχομε-

- 
1. Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου έχουν συνταχθεί δύο αναγνωριστικές εκθέσεις που υποβλήθηκαν χωριστά στο παρελθόν (πριν την τυπική ανάθεση του ερευνητικού έργου), η πρώτη με τίτλο "Διαφυγές από τον ταμιευτήρα και τον υδαταγώγο Μόρνου" υποβλήθηκε Οκτώβριο 1987 και η δεύτερη με τίτλο "Προσεγγιστικό υδρολογικό ισοζύγιο λεκάνης Μόρνου" υποβλήθηκε τον Απρίλιο 1987.

τρικών και υδρομετρικών σταθμών των λεκανών Μόρνου και Ευήνου, στα δεδομένα των οποίων στηρίχτηκε το ερευνητικό έργο.

**Τεύχος 5: Προγράμματα αρχειοθέτησης και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων**

Οδηγίες χρήσης και τεχνικές πληροφορίες για τα προγράμματα αρχειοθέτησης και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού έργου, καθώς και περιγραφή των βάσεων δεδομένων που δημιουργήθηκαν για τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα των λεκανών.

Το τεύχος αυτό συνοδεύεται από δισκέτες ηλεκτρονικού υπολογιστή, σε ειδικό τόμο, που περιέχουν τα προγράμματα, σε εκτελέσιμη μορφή και τις βάσεις δεδομένων των δύο λεκανών.

**Τεύχος 6: Επεξεργασία υδρομετεωρολογικών δεδομένων σε μηνιαία βάση**

Ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση των δεδομένων σημειακής βροχόπτωσης σε μηνιαία και ετήσια βάση. Εξαγωγή επιφανειακών βροχοπτώσεων. Αξιολόγηση και μεγιστοποίηση μετεωρολογικών δεδομένων. Εκτίμηση εξάτμισης από τις επιφάνειες των ταμιευτήρων. Εξαγωγή μηνιαίων παροχών και μεγιστοποίηση δειγμάτων. Συσχέτιση βροχής απορροής σε μηνιαία και ετήσια βάση.

**Τεύχος 7: Τελική έκθεση Α' μέρους (Η παρούσα έκθεση)**

**B. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

**Παράρτημα Α: Βροχομετρικά δεδομένα λεκάνης Μόρνου**

Συστηματική παρουσίαση των ημερήσιων υψών βροχής των σταθμών της λεκάνης Μόρνου.

**Παράρτημα Β: Βροχομετρικά δεδομένα λεκάνης Ευήνου**

Συστηματική παρουσίαση των ημερήσιων υψών βροχής των σταθμών της λεκάνης Ευήνου.

**Παράρτημα Γ: Μετεωρολογικά δεδομένα λεκανών Μόρνου και Ευήνου**

Συστηματική παρουσίαση, σε μηνιαία βάση, των μετεωρολογικών δεδομένων των δύο λεκανών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, ηλιοφάνεια, εξάτμιση).

**Παράρτημα Δ: Μετρήσεις παροχής και καμπύλες στάθμης - παροχής λεκανών Μόρνου και Ευήνου**

Συστηματική καταγραφή των υδρομετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στους διάφορους υδρομετρικούς σταθμούς και παρουσίαση των καμπυλών στάθμης - παροχής που προέκυψαν από την επεξεργασία των υδρομετρήσεων.

**Παράρτημα Ε: Δεδομένα στάθμης και παροχών λεκάνης Μόρνου**

Συστηματική παρουσίαση των μετρήσεων στάθμης και των εξαγόμενων παροχών, σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση, των υδρομετρικών σταθμών της λεκάνης Μόρνου.

**Παράρτημα ΣΤ: Δεδομένα στάθμης και παροχών λεκάνης Ευήνου**

Συστηματική παρουσίαση των μετρήσεων στάθμης και των εξαγόμενων παροχών, σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση, των υδρομετρικών σταθμών της λεκάνης Ευήνου.

**Γ. Χ ΑΡ Τ Ε Σ ΚΑΙ Σ Χ Ε Δ Ι Α**

**1. Υδρολογικός χάρτης**

Οριζοντιογραφία (έγχρωμη) κλίμακας 1:250.000

**2. Γεωλογικός χάρτης**

Οριζοντιογραφία κλίμακας 1:250.000 που συντάχθηκε με βάση το γεωλογικό χάρτη 1:500.000 του ΙΓΜΕ.

**3. Μηκοτομή Μόρνου και παραποτάμων**

Κλίμακα 1:50.000/1:10.000

**4. Μηκοτομή Ευήνου**

Κλίμακα 1:50.000/1:10.000

5. Μηκοτομή παραποτάμων Ευήνου

Κλίμακα 1:50.000 / 1:10.000

6. Διαγράμματα πολυγώνων Thiessen

Οριζοντιογραφία κλίμακας 1:250.000

Ορισμένα πρόσθετα σχέδια που αφορούν στο φράμα Μόρνου (οριζοντιογραφία, τομές, κλπ.) υπάρχουν μέσα στο παρόν τεύχος της Τεχνικής Εκθεσης.

## **2. ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΣΧΗΜΑ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΥΟΥΣΑΣ**

### **2.1. Πηγές, δυναμικότητες και υδρευτικές ανάγκες**

Οι αξιόλογοι υδατικοί πόροι που διατίθενται σήμερα για την ύδρευση της Αθήνας είναι ο ποταμός Μόρνος και η λίμνη Υλίκη. Δύο κύρια υδραγωγεία μεταφέρουν τις αντίστοιχες ποσότητες νερού στην Αθήνα. Το εξωτερικό δίκτυο μεταφοράς περιλαμβάνει και άλλους ακόμα αγωγούς που συνδέουν τα δύο κύρια υδραγωγεία μεταξύ τους, με τα τρία διυλιστήρια (νέα διυλιστήρια Μενιδίου, παλιά διυλιστήρια Γαλατσίου και διυλιστήρια Κιούρκων) καθώς και τη λίμνη Μαραθώνα, που χρησιμοποιείται ως δεξαμενή ημερήσιας έως μηνιαίας ρύθμισης. Το εξωτερικό δίκτυο φαίνεται παραστατικά στο Σχ. 2.1.

Εκτός από τους παραπάνω κύριους υδατικούς πόρους, διάφορες άλλες πηγές νερού, δευτερεύουσας σημασίας έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Οι κυριότερες από αυτές, που χρησιμοποιούνται ακόμα ή έχουν χρησιμοποιηθεί στο πρόσφατο παρελθόν<sup>2</sup> είναι:

- Η λεκάνη απορροής Μαραθώνα
- Οι πηγές Καλάμου,
- Ο ποταμός Ασωπός

ενώ παραμένουν σε εφεδρεία οι ακόλουθες επικουρικές πηγές:

- Υπόγεια νερά ασβεστολίθων Μαυροσουβάλας
- Υπόγεια νερά ασβεστολίθων Παραλίμνης
- Γεωτρήσεις Ρεβυθιάς Αγίων Αποστόλων
- Αγίου Μερκουρίου
- Πηγές Σουλίου
- Πηγές Γερανείων
- Πηγές Βοιωτικού Κηφισού.

Στον πίνακα 2.1. δίνονται οι δυναμικότητες του συνόλου των υδατικών πόρων, κατά τις εκτιμήσεις της ΕΥΔΑΠ<sup>3</sup>.

-----  
2. Σύμφωνα με τις εκθέσεις πεπραγμένων ΕΥΔΑΠ 1986 και 1987

3. Προκαταρκτική έκθεση στρατηγικής αντιμετώπισης της ύδρευσης του λεκανοπεδίου Αττικής και συναφών περιοχών (1983), βλ. τεύχος 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Προέλευση	Δυναμικό εκατομ. m <sup>3</sup> /έτος
Κύριοι υδατικοί πόροι Μόρνου και Υλίκης	550 <sup>4</sup>
Υπόγεια νερά ασβεστολίθων Μαυροσουβάλας	3
Υπόγεια νερά ασβεστολίθων Παραλίμνης	3
Γεωτρήσεις Ρεβυθιάς Αγίων Αποστόλων	3
Αγίου Μερκουρίου	17
Ποταμός Ασωπός	16
Πηγές Σουλίου (υφάλμυρες)	14
Πηγές Καλάμου (υφάλμυρες)	18
Πηγές Γερανείων	χωρίς στοιχεία
Πηγές Βοιωτικού Κηφισού	11

Σημειώνεται ότι ο ταμιευτήρας Μόρνου εξυπηρετεί και άλλες χρήσεις, πέραν της ύδρευσης των Αθηνών, όπως τις υδρεύσεις Αμφισσας, Ερυθρών, Πλαταιών, Βιλίων, Οινόης και Λεύκτρων, καθώς και την άρδευση των ελαιώνων Αμφισσας. Επίσης η Υλίκη εξυπηρετεί ακόμα και την άρδευση Κωπαΐδας.

Μια σαφή εικόνα των ετησίων ποσοτήτων νερού που έχουν διατεθεί για όλες τις χρήσεις κατά τα τελευταία χρόνια δίνει ο πίνακας 2.2. Στον ίδιο πίνακα φαίνονται και οι εκτιμήσεις των απωλειών.

-----  
4. Η τιμή αυτή, είναι σαφώς υπερεκτιμημένη και σε ότι αφορά τη συμβολή του Μόρνου, εξετάζεται περαιτέρω, στο παρόν ερευνητικό έργο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ  
ΓΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Περιγραφή	Ποσότητες νερού σε εκατ. m <sup>3</sup>		
	1985	1986	1987
<b>1. Υδρευση Αθήνας</b>			
Μόρνος	311.4	312.5	310.0
Υλίκη	6.0	11.8	52.3
Μαραθώνας	9.0	5.9	4.1
Κάλαμος	0.7	0.0	0.0
Σύνολο	327.1	330.2	366.4
<b>2. Άλλες χρήσεις</b>			
Μόρνος (ύδρευση και άρδευση)	18.4	12.6	1.9
Υλίκης (άρδευση)	52.5	49.5	42.4
Σύνολο	70.9	62.1	44.3
<b>3. Απώλειες</b>			
Μόρνος (Πύρνος και σήρ. Γκιώνας)	10.4	10.0	10.5
Υλίκη (υπόγειες διαφυγές + υπερχειλίσεις + νεκρός όγκος νερού)	344.5	307.7	213.4
Σύνολο	354.9	316.0	223.9
<b>4. Συνολική απόληψη από Μόρνο</b>			
Μαζί με τις απώλειες	329.8	325.0	311.9
	348.4	335.0	322.4
<b>5. Συνολική απόληψη από Υλίκη</b>			
Μαζί με τις απώλειες	58.5	61.3	94.7
	403.0	369.0	308.1
<b>6. Συνολική απόληψη από το σύστημα</b>			
Μαζί με τις απώλειες	398.0	392.3	410.7
	752.9	708.3	634.6

Ας σημειωθεί ότι οι τιμές του παραπάνω πίνακα έχουν σημαντική αβεβαιότητα. Από άλλες εκτιμήσεις, επίσης της ΕΥΔΑΠ, που βασίζονται σε μετρήσεις υπερχειλιστών, οι πραγματικές απολήψεις από το Μόρνο (ποσότητες που εξέρχονται από τη σήραγγα Γκιώνας) είναι μεγαλύτερες κατά 30 εκατ.  $m^3$  από αυτές του πίνακα. Πιο συγκεκριμένα οι ποσότητες που πέρασαν από τη σήραγγα Γκιώνας κατά τα έτη 1985, 86 και 87 είναι αντίστοιχα 363.1, 358.2 και 334.7. Κατά συνέπεια η συνολική διάθεση νερού από το Μόρνο το 1987, μαζί με τις απώλειες, είναι περίπου 350 εκατ.  $m^3$ . Η ποσότητα αυτή ξεπερνά κατά πολύ την ασφαλή απόληψη από τον ταμιευτήρα Μόρνου που είναι περίπου 265 εκατ.  $m^3$  (βλέπε 2η αναγνωριστική έκθεση). Εξ άλλου η συνολική απόληψη από το σύστημα Μόρνου - Υλίκης το 1987 είναι περίπου 440 εκατ.  $m^3$  (στα οποία συμπεριλαμβάνονται και 40 εκατ.  $m^3$  για άρδευση). Αν θεωρηθεί ως μέση δυνατότητα της Υλίκης η ποσότητα των 200 εκατ.  $m^3$  περίπου, φθάνουμε σε μια ολική δυνατότητα του συστήματος περίπου 465 εκατ.  $m^3$ , πράγμα που σημαίνει ότι φτάνουμε ήδη στην οριακή εκμετάλλευση του συστήματος.

Τα παραπάνω αποτελούν σαφείς ενδείξεις ότι η κατάσταση επάρκειας των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας είναι ανησυχητική, για το άμεσο μέλλον. Σε αυτό συνηγορούν και οι πρώτες εκτιμήσεις του ισοζυγίου των ταμιευτήρων του 1988 (δεν υπάρχουν ακόμα τελικά στοιχεία): αντλήθηκαν 150 εκατ.  $m^3$  περίπου από την Υλίκη, με στόχο την αντίστοιχη μείωση της εκμετάλλευσης του Μόρνου, όπου η κατάσταση ήταν ήδη ανησυχητική από το 1987, αλλά δυστυχώς τα αποθέματα και των δύο ταμιευτήρων είναι ελάχιστα και είναι πιθανόν να υπάρχουν προβλήματα της υδροδότησης κατά το τρέχον έτος 1989, και το επόμενο 1990. Η κρίσιμη αυτή κατάσταση έχει προκληθεί από τη συνεχή υπερεκμετάλλευση του Μόρνου μέχρι και το 1987.

Διευκρινίζεται ότι η παραπάνω ανάλυση είναι μια πρώτη εκτίμηση του θέματος, ενώ ολοκληρωμένα και επαρκώς τεκμηριωμένα στοιχεία θα δοθούν με την ολοκλήρωση του Β' μέρους του ερευνητικού έργου.

## **2.2. Ταμιευτήρας Μόρνου**

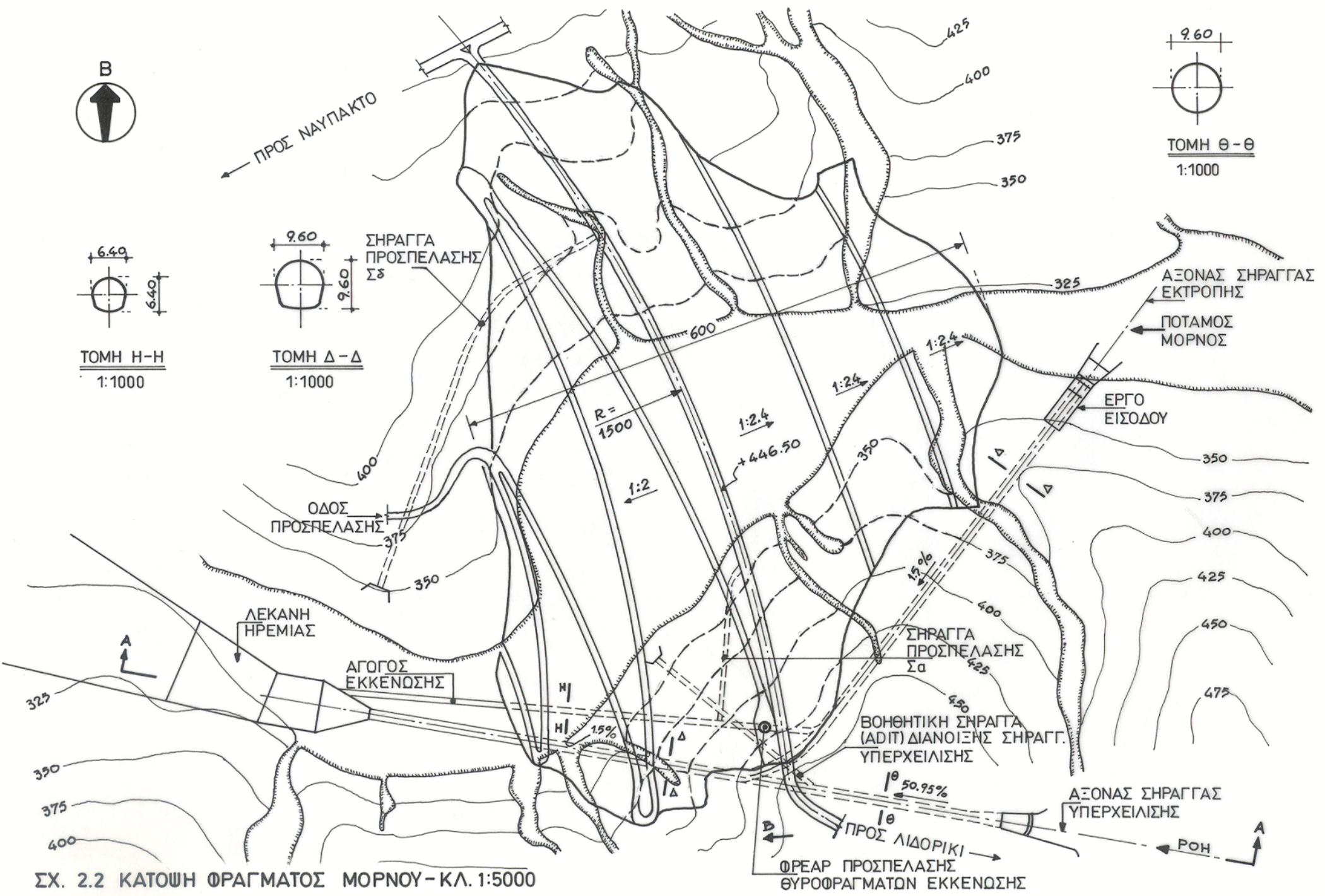
Το φράγμα Μόρνου κατασκευάστηκε μεταξύ των ετών 1972 - 1979 και ο ταμιευτήρας μπήκε πρώτη φορά σε λειτουργία, για την ύδρευση της Αθήνας, το 1981.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Μόρνου περικλείεται από τις οροσειρές Γκιώνας, Οίτης και Βαρδουσίων. Γειτονεύει ανατολικά με τη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού, βόρεια με τη λεκάνη Σπερχειού, δυτικά με τις λεκάνες Ευήνου και Αχελώου. Η έκταση της λεκάνης ανάντη του φράγματος φτάνει τα  $557 \text{ km}^2$  και της συνολικής λεκάνης τα  $935.8 \text{ km}^2$ . Ο ποταμός Μόρνος έχει τις πηγές του στις νότιες πλαγιές της Οίτης και εκβάλλει στον Κορινθιακό κόλπο. Η γεωλογική εικόνα της λεκάνης είναι αρκετά πολύπλοκη, αλλά δύο κύριοι σχηματισμοί συνθέτουν τη δομή της: Οι ασβεστόλιθοι και ο φλύσχης. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται σε πολλές περιοχές από νεότερες τεταρτογενείς αποθέσεις.

Τα κύρια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του φράγματος και του ταμιευτήρα δίνονται στον πίνακα 2.3, ενώ στα σχήματα 2.2 έως 2.6 δίνεται η γενική άποψη του φράγματος και των συναφών έργων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3ΚΥΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΡΝΟΥ

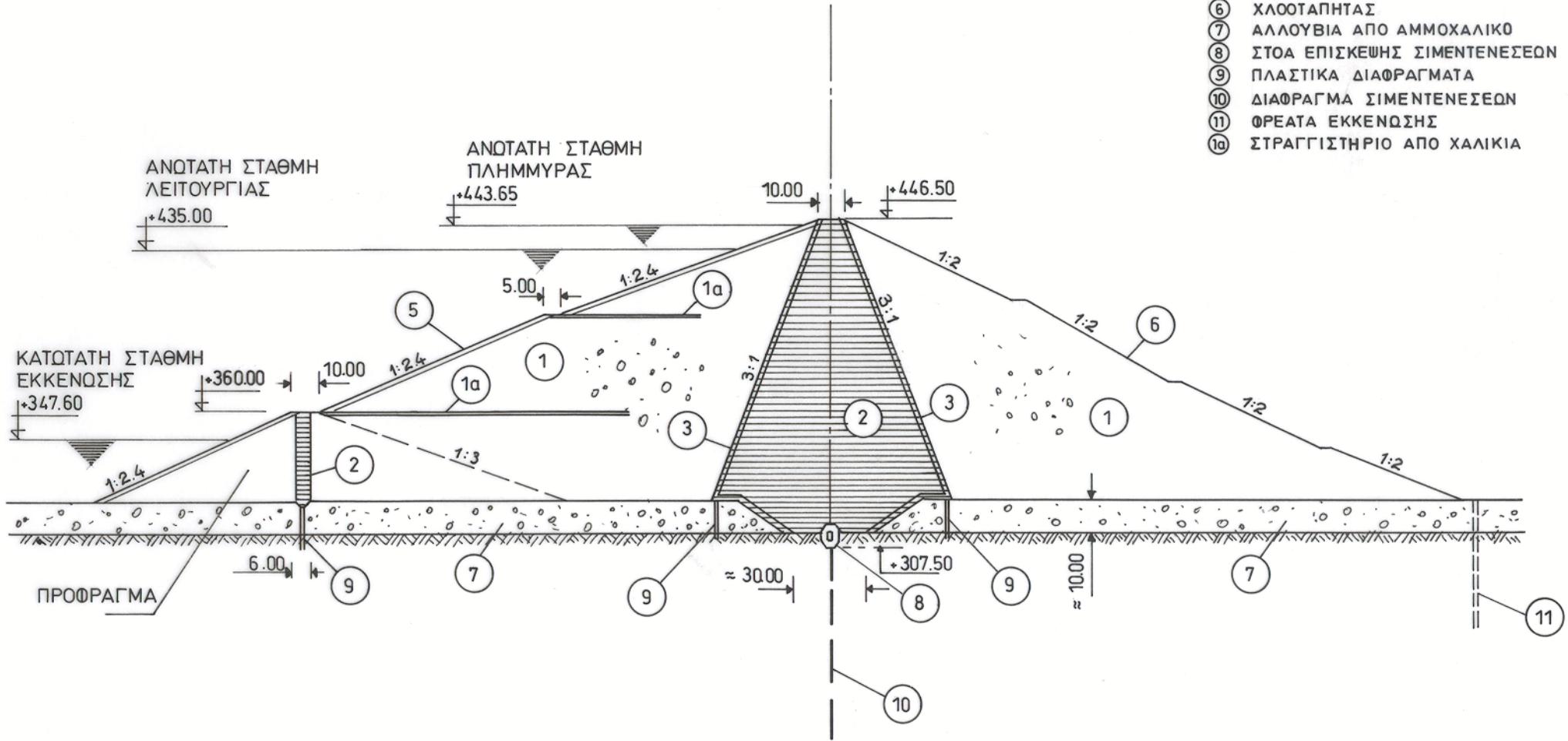
Τύπος φράγματος	Χωμάτινο με αδιαπέρατο πυρήνα
Κλίσεις πρανών ανάντη	1 : 2.4 (με αναβαθμούς)
" " κατάντη	1 : 2.0 (με αναβαθμούς)
Υψόμετρο στέψης φράγματος	+ 446.50 m.a.s.l.
" πυθμένα	≈ + 322 m.a.s.l.
Μέγιστο ύψος	126 m
" " από τη θεμελίωση	139 m
Μήκος στέψης	815 m
Πλάτος στέψης	10 m
Πλάτος στη βάση	600 m
Ακτίνα καμπυλότητας	1500 m
Ογκος χωματισμών	17 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Τύπος υπερχειλιστή	Μετωπικός χωρίς θυροφράγματα με σήραγγα
Μήκος υπερχειλισης	36 m
Υψόμετρο στέψης υπερχειλιστή	+ 435 m.a.s.l.
Ανώτατη στάθμη πλημμύρας	+ 443.65 m.a.s.l.
Μέγιστη παροχή υπερχειλιστή	1135 m <sup>3</sup> /sec
" " εκκενωτή πυθμένα	400 m <sup>3</sup> /sec
Κατώτατη στάθμη υδροληψίας	+ 377 m
" " εκκένωσης	+ 374.6 m
Ολική χωρητικότητα ταμιευτήρα	780 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Ωφέλιμη "	640 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Επιφάνεια ταμιευτήρα στη στάθμη +435:	18.2 km <sup>2</sup>
" " " " +443.65:	25 km <sup>2</sup>



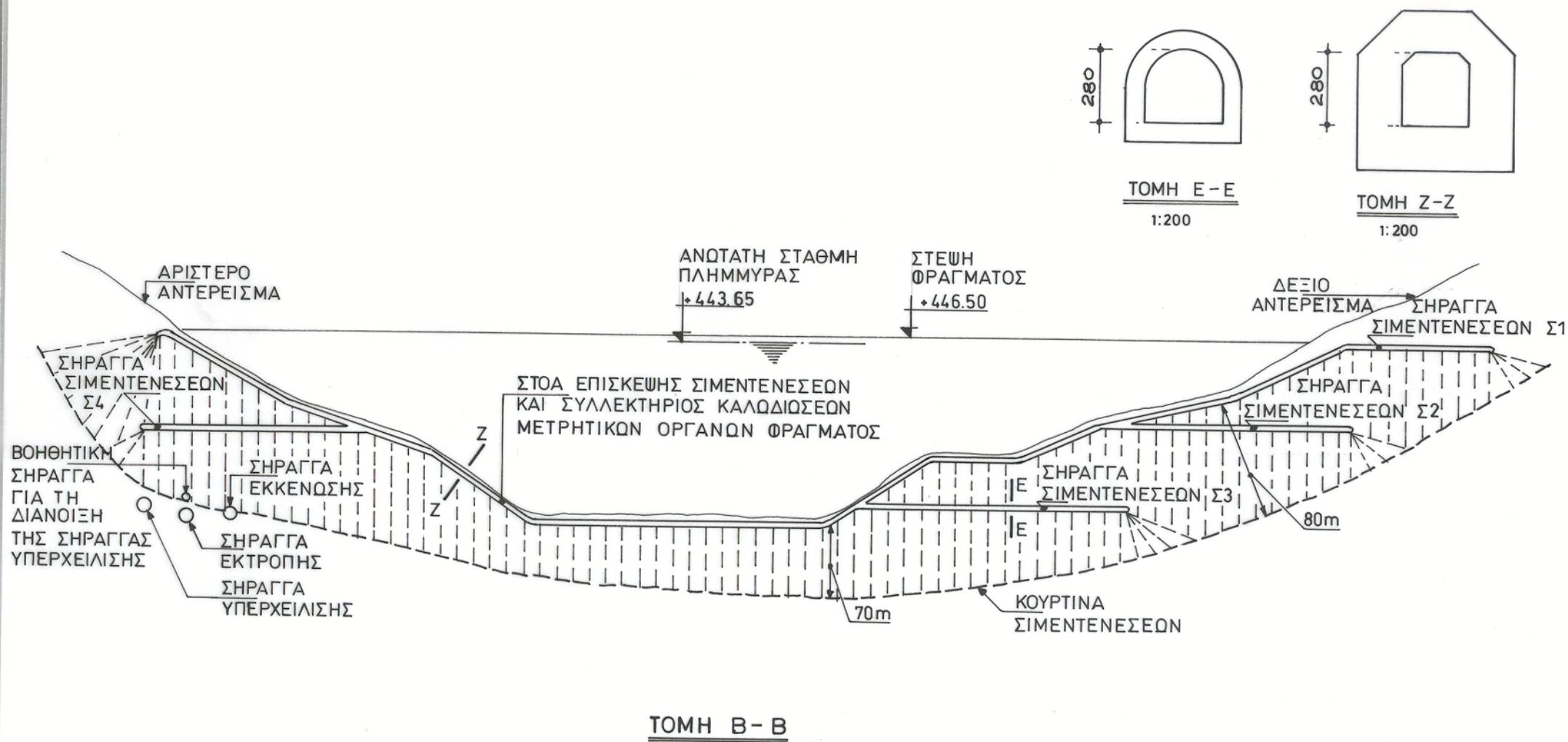
ΣΧ. 2.2 ΚΑΤΟΨΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΡΝΟΥ - ΚΛ. 1:5000

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

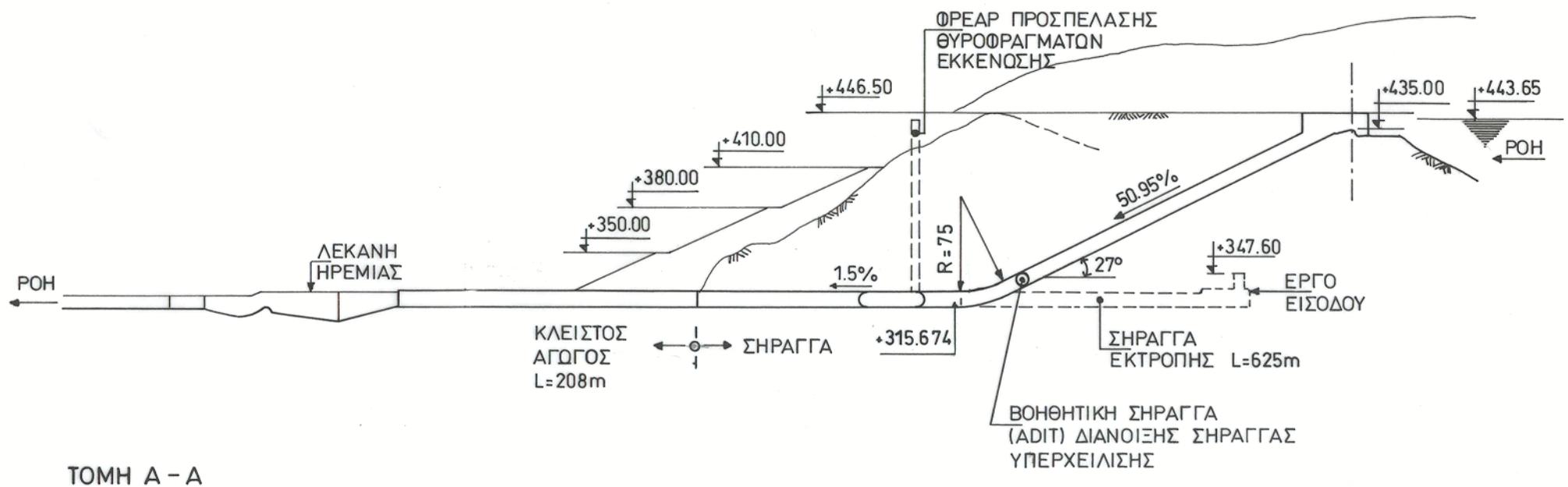
- ① ΣΩΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
- ② ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟΣ ΠΥΡΗΝΑΣ
- ③ ΦΙΛΤΡΟ
- ⑤ ΛΙΘΟΡΡΙΠΗ
- ⑥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ
- ⑦ ΆΛΛΟΥΒΙΑ ΑΠΟ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
- ⑧ ΣΤΟΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΩΝ
- ⑨ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ
- ⑩ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΩΝ
- ⑪ ΦΡΕΑΤΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ
- ⑫ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟ ΑΠΟ ΧΑΛΙΚΙΑ



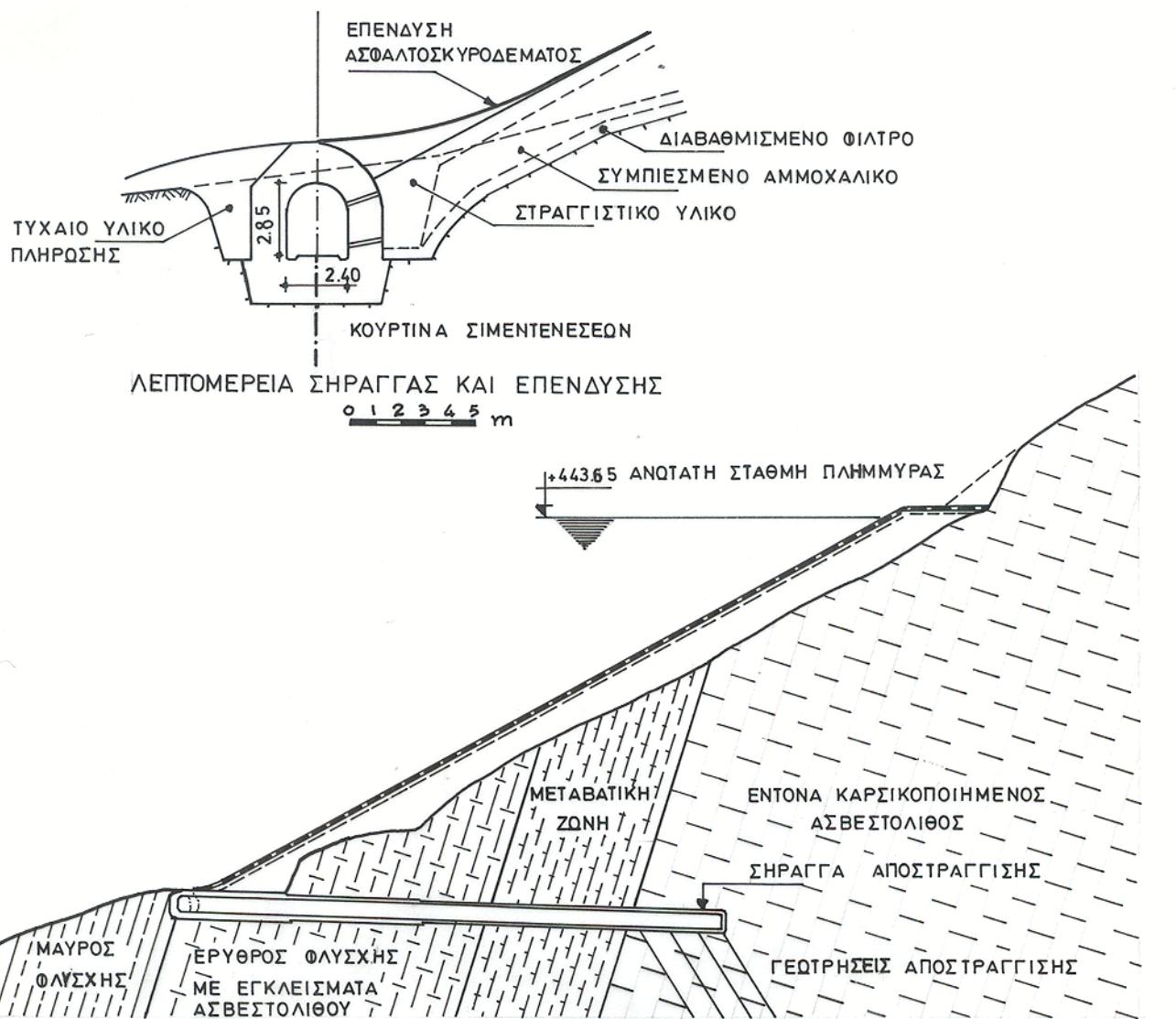
ΣΧ. 2.3 ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΣΧ. 2.4 ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΣΤΗ ΣΤΕΨΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ - ΚΛ. 1:4000

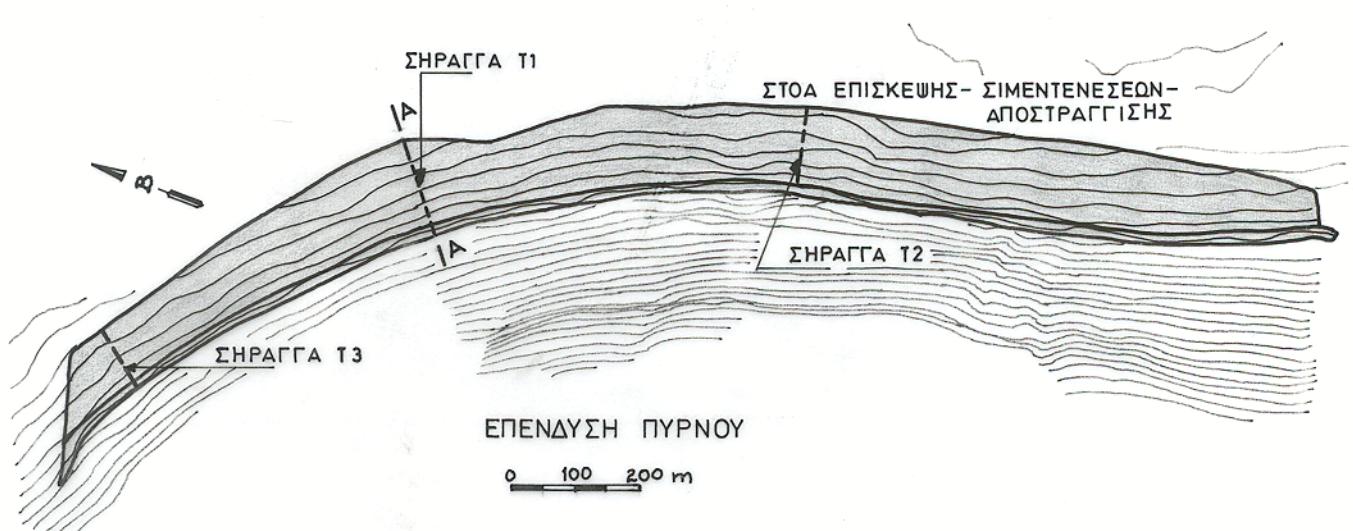


ΣΧ. 2.5 ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΣΗΡΑΓΓΟΕΙΔΟΥΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ - ΚΛ 1:4000



ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΠΥΡΝΟΥ

0 5 10 15 20 25 m



ΣΧ. 2.6 ΕΡΓΟ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗΣ ΠΥΡΝΟΥ

Η διατομή του φράγματος συντίθεται από κεντρικό αδιαπέρατο αργιλικό πυρήνα, με κλίσεις ανάντη και κατάντη 3:1, μεταβατικά φίλτρα πάχους 4.0 m, και αμμοχαλικώδη σώματα στήριξης. Το ανάντη πρανές είναι επενδυμένο με λιθορριπή ενώ για το κατάντη προβλέπονταν επένδυση με χλόη και θάμνους που τελικά δεν έγινε.

Η λύση του υπόγειου σηραγγοειδούς υπερχειλιστή προκρίθηκε λόγω των δυσμενών τοπογραφικών και γεωλογικών συνθηκών, που δεν επέτρεπαν την ευστάθεια ανοιχτού υπερχειλιστή.

Κατά μήκος του άξονα του φράγματος, κάτω από τη βάση του πυρήνα, έχει κατασκευαστεί στοά επίσκεψης - σιμεντενέσεων, που διακλαδίζεται σε οριζόντιες σήραγγες μέσα στα αντερείσματα. Το διάφραγμα σιμεντενέσεων έχει ολική επιφάνεια κατακόρυφης προβολής 60.000 m<sup>2</sup> και μήκος οπών γεωτρήσεων περί τα 95 km. Οι οπές διατάσσονται σε τρεις σειρές, με απόσταση μεταξύ των οπών κάθε σειράς 1.0 ± 3.0 m.

Εχει διαπιστωθεί ότι στο έργο σιμεντενέσεων υπάρχουν κατασκευαστικά προβλήματα, και πιο συγκεκριμένα υπάρχουν ανοιχτοί αρμοί στη στοά επίσκεψης - σιμεντενέσεων και ανοιχτές (ασφράγιστες) οπές σιμεντενέσεων. Για τα προβλήματα αυτά και τον τρόπο αντιμετώπισης τους έχει συντάξει σχετική έκθεση η ΔΕΗ (έγγραφο ΔΕΗ - Δ/νση εκμετάλ. - Παραγωγής - Τομέας Επιτήρησης Τεχν. Εργων Παραγ. 343/18-8-87).

Από γεωλογική άποψη το φράγμα εδράζεται σε αργιλική και ψαμμιτική φάση του φλύσχη. Στο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης κατάκλυσης έχουμε επίσης εμφανίσεις φλύσχη, ο οποίος είναι στεγανός από κάποιο βάθος και κάτω. Υπάρχουν επίσης ασβεστολιθικές εμφανίσεις που σε μεγάλο μέρος είναι εγκιβωτισμένες σε στεγανό υπόβαθρο. Όμως στη θέση "Πύρνος", 6 km περίπου ανατολικά του φράγματος, εμφανίζονται διαπερατοί σχηματισμοί σε μια λουρίδα μήκους περίπου 2.5 km.

Πιο συγκεκριμένα στήν περιοχή αυτή εμφανίζονται έντονα διαρρηγμένοι καρστικοί ασβεστόλιθοι, μεταβατική ζώνη από μαργαΐκούς ασβεστόλιθους, με ρήγματα και διακλάσεις, ερυθρός αργιλικός

φλύσχης με εγκλείσματα από διαπερατά στρώματα ασβεστολίθου και κροκαλοπαγή, και τέλος μελανός φλύσχης, στεγανός σε μεγάλα βάθη, που όμως σε ορισμένες θέσεις εμφανίζεται ρωγμές και είναι διαπερατός. Οι σχηματισμοί αυτοί έχουν παράταξη περίπου παράλληλη προς τις υψομετρικές καμπύλες και κλίση  $60^{\circ} - 80^{\circ}$ , ομόρροπη προς αυτή του φυσικού εδάφους. Κατά τις εκσκαφές διαπιστώθηκε επίσης η ύπαρξη καρστικών σπηλαιών και ρωγμών μεγάλου ανοίγματος.

Η περιοχή αυτή των διαπερατών σχηματισμών στεγανώθηκε με επένδυση από ασφαλτοσκυρόδεμα, σε πολλαπλές στρώσεις, πάνω σε συμπυκνωμένο διαπερατό επίχωμα. Με το επίχωμα διαμορφώθηκε ομαλή επιφάνεια με κλίση πρανούς 1:2. Πάνω στο αμμοχαλικώδες επίχωμα τοποθετήθηκε στρώση από στραγγιστήριο φίλτρο, που απάγει τις διηθήσεις προς τη στοά επίσκεψης - σιμεντενέσεων - αποστράγγισης, που κατασκευάστηκε στον πόδα της επένδυσης. Τα νερά που συλλέγονται στη σήραγγα οδηγούνται προς τους καρστικούς ασβεστολίθους, μέσω δύο εγκαρσίων σηράγγων και γεωτρήσεων αποχέτευσης. Κάτω από τη στοά κατασκευάστηκε διάφραγμα σιμεντενέσεων μικρού βάθους, για την αποτροπή των διηθήσεων από τη λίμνη προς το επίχωμα. Η ολική επιφάνεια της ασφαλτικής επένδυσης έφτασε τα 236.000  $m^2$  και το μέγιστο μήκος του επενδυμένου πρανούς είναι 160 m.

Στο διάστημα της λειτουργίας του ταμιευτήρα έχουν γίνει ορισμένες τοπικές επεμβάσεις στο έργο στεγάνωσης Πύρνου, και πιο συγκεκριμένα επίχωση της στοάς σε ορισμένα τμήματα. Επίσης είχε γίνει απόπειρα άντλησης των διηθήσεων που συγκεντρώνονται στις στοές, η οποία όμως απέτυχε, και έτσι εξακολουθούν να διατίθενται στις γεωτρήσεις αποστράγγισης προς τους καρστικούς ασβεστολίθους.

Στη στοά του Πύρνου και στις δύο από τις τρεις σήραγγες αποστράγγισης, έχουν κατασκευαστεί πρόσφατα (το 1984) πέντε διατάξεις υπερχειλιστών λεπτής στέψης για τη μέτρηση των διηθήσεων που συγκεντρώνονται. Οι διατάξεις αυτές περιλαμβάνουν σταθμήμετρα, που η ανάγνωση τους γίνεται μία φορά το μήνα. Παρόλο που η συχνότητα λήψης της ανάγνωσης στάθμης φαίνεται κατ' αρχήν μικρή, στην πραγματικότητα η ακρίβεια που επιτυγχάνεται είναι ικανοποιητική, δεδομένου ότι οι παροχές δεν έχουν μεγάλη διακύμανση και ακολουθούν την αντίστοιχη διακύμανση της στάθμης

του ταμιευτήρα. Η επεξεργασία των μετρήσεων γίνεται στο κέντρο Αμφισσας της ΕΥΔΑΠ όπου και συντάσσεται σχετικό διάγραμμα μεταβολής της παροχής διηθήσεων συναρτήσει του χρόνου. Συστηματικές μετρήσεις υπάρχουν από το 1985. Σποραδικές μετρήσεις είχαν πραγματοποιηθεί και νωρίτερα, κατά τα πρώτα έτη της λειτουργίας του ταμιευτήρα. Η μέγιστη παροχή που έχει μετρηθεί είναι 568 lt/sec (Ιούλιος 1981) και αντιστοιχεί περίπου δ=στη μέγιστη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα (+ 435 m.a.s.l.). Η μέση παροχή διηθήσεων κατά τα 4 τελευταία έτη συστηματικών μετρήσεων είναι περίπου 140 lt/sec για τις δύο από τις τρείς σήραγγες, ενώ η τρίτη έχει σταθερή παροχή γύρω στα 30 lt/sec. Κατά συνέπεια η μέση ολική παροχή είναι 170 lt/sec που αντιστοιχεί σε  $5.36 \times 10^6$  m<sup>3</sup> ετησίως.

Σε σχέση με τις διηθήσεις από το σώμα του φράγματος και τη θεμελίωση του (διάφραγμα σιμεντενέσεων) δε μπορούμε να έχουμε ακριβείς εκτιμήσεις. Τα μόνα σχετικά στοιχεία είναι (α) οι παροχές των διαρροών που συγκεντρώνονται μέσα στη στοά επίσκεψης - σιμεντενέσεων του φράγματος, που είναι της τάξης των 20 lt/sec ( $0.63 \times 10^6$  m<sup>3</sup>), και (β) η παροχή μιας πηγής που υπάρχει 500 m κατάντη του φράγματος, και φτάνει τα 10 lt/sec, εκ των οποίων τα 6 lt/sec ( $0.19 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/έτος) εκτιμάται ότι προέρχονται από διαφυγές από τον ταμιευτήρα.

Εκτιμάται επίσης ότι οι διαρροές κάτω από το φράγμα (κουρτίνα σιμεντενέσεων) είναι αξιόλογες, δεδομένου ότι, όπως έχει επισημάνει η ΔΕΗ που μελέτησε το θέμα στηριζόμενη σε μετρήσεις πιεσομέτρων, η αποτελεσματικότητα της κουρτίνας είναι περιορισμένη. Η ΔΕΗ επισημαίνει επίσης ότι η κατάσταση αυτή δεν επιδέχεται βελτίωση και πρέπει να θεωρείται δεδομένη.

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας και επειδή δεν είναι απαραίτητη μεγαλύτερη ακρίβεια για τις τελικές εκτιμήσεις υδατικού δυναμικού (άλλωστε η αβεβαιότητα στη μέτρηση των εισροών είναι μεγαλύτερης τάξης μεγέθους από τις διαφυγές), θα θεωρήσουμε ότι οι μη μετρούμενες απώλειες από υπόγειες διαφυγές είναι περίπου ίσες με των διηθήσεων που μετρούνται στη στοά Πύρνου. Στις μη μετρούμενες διαφυγές συμπεριλαμβάνονται (α) οι διαφυγές

από το φράγμα και τη θεμελίωση του, (β) οι διαφυγές από την κουρτίνα σιμεντενέσεων του Πύρνου, (γ) οι άμεσες διαφυγές από την περιοχή Πύρνου που δεν διέρχονται μέσω της στοάς και των σηράγγων, και (δ) τυχόν άλλες διαφυγές σε άλλα σημεία της λεκάνης κατάκλυσης.

### **2.3. Υδαταγωγός Μόρνου**

Ο υδαταγωγός Μόρνου, από την υδροληψία στον ταμιευτήρα Μόρνου μέχρι τα νέα διύλιστρα Μενιδίου, έχει μήκος 188 χιλιομέτρων. Στη διαδρομή του διασχίζει τους ορεινούς όγκους Γκιώνας, Παρνασσού, Κίρφης, Ελικώνα και Κιθαιρώνα, και την πεδιάδα Θηβών. Στο 146ο χιλιόμετρο της διαδρομής ο αγωγός διακλαδώνεται, και ο κύριος κλάδος συνεχίζει προς τα νέα διύλιστρα Μενιδίου, μέσω της σήραγγας Κιθαιρώνα, ενώ ο δευτερεύων κλάδος οδεύει προς το παλιό υδραγωγείο Υλίκης - Μαραθώνα. Ο αγωγός από το Μόρνο μέχρι και το σημείο διακλάδωσης (μεριστής Κιθαιρώνα) έχει σχεδιαστεί με παροχετευτικότητα  $23.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Ο κύριος κλάδος μετά το μεριστή Κιθαιρώνα σχεδιάστηκε με παροχετευτικότητα  $15.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ , και τέλος ο δευτερεύων κλάδος σχεδιάστηκε με παροχετευτικότητα  $4.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Όλοι οι κλάδοι του αγωγού λειτουργούν με βαρύτητα. Το μεγαλύτερο τμήμα που αποτελείται από διώρυγες, ενώ περιλαμβάνει σίφωνες μήκους  $7.1 \text{ km}$  και σήραγγες υπό πίεση ή με ελεύθερη ροή, με μήκη  $62.1 \text{ km}$  και  $8.7 \text{ km}$  αντίστοιχα. Πιο αναλυτικά στοιχεία του αγωγού δίνονται στον πίνακα 2.4.

Ο αγωγός άρχισε να κατασκευάζεται από το 1969. Η πρόσφατη βλάβη του, που οφείλεται σε κατασκευαστικό λάθος, (ποσοστό οπλισμού ίσο με 21% του ελάχιστου επιτρεπόμενου), σε συνδυασμό με το ιστορικό του όλου έργου, δημιούργησε φόβους για ανεπαρκή ποιότητα κατασκευής και για πιθανότητες και άλλων παρόμοιων βλαβών στο μέλλον. Εν πάση περιπτώσει το θέμα αυτό δεν είναι στο αντικείμενο του ερευνητικού έργου. Πάντως αυτό που μας αφορά άμεσα είναι η εκτίμηση της πραγματικής παροχετευτικής ικανότητας του υδαταγωγού, η οποία είναι δυνατό να διαφέρει από την τιμή σχεδιασμού. Από πληροφορίες που είχαμε από την ΕΥΔΑΠ προκύπτει ότι ο αγωγός δεν έχει γίνει δυνατό να λειτουργήσει με παροχή πάνω από 16

$\text{m}^3/\text{sec}$ , πράγμα που αν είναι ακριβές, θα δημιουργήσει πρόβλημα στην υπό μελέτη ενίσχυση του υδραγωγείου από τον Εύηνο. Ακόμη, από στοιχεία της ΕΥΔΑΠ φαίνεται ότι η σημερινή παροχετευτικότητα του κλάδου Κιθαιρώνα είναι  $11 \text{ m}^3/\text{sec}$  αντί  $15 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Θεωρούμε ότι σε αυτό το σημείο θα πρέπει να έχουμε ακριβέστερα στοιχεία από την ΕΥΔΑΠ, σε πολύ σύντομο χρόνο, ώστε να μελετήσουμε με ρεαλιστικά δεδομένα τη λύση Ευήνου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4**  
**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΑΓΩΓΟΥ ΜΟΡΝΟΥ**

**A. ΟΡΕΙΝΟ ΤΜΗΜΑ ΑΠΟ ΜΟΡΝΟ ΜΕΧΡΙ ΠΕΔΙΑΔΑ ΘΗΒΩΝ**

<b>A. 1. ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ</b>	<b>Μήκος (km)</b>
Γκιώνας	14.774
Αμφισσας	3.008
Μοναστηρίου	5.391
Κίρφης	9.348
Αγίου Νικολάου	5.994
Κυριακίου	2.630
Ελικώνα Α	7.140
Θίσιβης	2.760

Συνολικό μήκος 51.045

Τυπική διατομή: πεταλοειδής με μέση διάμετρο  $3.60 \pm 4.00 \text{ m}$

<b>A. 2. ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΟΗΣ</b>	<b>Μήκος (km)</b>
Δελφών	1.750
Κασταλίας	0.378
Διστόμου	0.868
Ελικώνα Β	4.175
Ταξιάρχου	0.161
Προδρόμου	1.413

Συνολικό μήκος 8.745

Τυπική διατομή: πεταλοειδής με μέση διάμετρο  $4.00 \text{ m}$

<b>A. 3. ΣΙΦΩΝΕΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ (ΔΙΔΥΜΟΙ)</b>	<b>Μήκος (km)</b>
Αμφισσας	2.407
Σίφωνας 36	0.144
Σίφωνας 38	0.305
Διστόμου	1.022
Καλογερικού	1.568
Ελικώνα	0.292

Συνολικό μήκος 5.738

**A. 4. ΔΙΩΡΥΓΕΣ**

Συνολικό μήκος (km)	32.336
Διατομή: τραπεζοειδής, κλίση πρανών 5:1 (κατ:οριζ)	
Μέσο πλάτος πυθμένα 5 m, μέσο βάθος 4.45 m (ολικό)	

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 - Συνέχεια**Β. ΠΕΔΙΝΟ ΤΜΗΜΑ - ΔΙΩΡΥΓΑ ΘΗΒΩΝ**

Συνολικό μήκος (km)

48

Διατομή: τραπεζοειδής, κλίση πρανών 1:1.5 (κατ:οριζ.)

Πλάτος πυθμένα 4.0 m, βάθος 3.10 m (ολικό)

Κατά μήκος κλίση 0.03%

**Γ. ΤΜΗΜΑ ΚΑΤΑΝΤΗ ΜΕΡΙΣΤΗ ΚΙΘΑΙΡΩΝΑ**

Γ.1. ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΙΘΑΙΡΩΝΑ, (υπό πίεση) μήκους (km) 11.009

**Γ.2. ΣΙΦΩΝΕΣ**

	<u>Μήκος (km)</u>
Σίφωνας 163 (χαλύβδινος)	0.228
Σίφωνας 168 ( " )	0.343
Σίφωνας Χασιάς (χαλύβδινος)	0.446
Σίφωνας 183 (από σκυρόδεμα)	0.225
Σίφωνας 188 ( " )	0.102
Συνολικό μήκος	1.344

**Γ.3. ΔΙΩΡΥΓΕΣ**

Συνολικό μήκος (km) 29.792

Διατομή: τραπεζοειδής, κλίση πρανών 5:1 (κατ:οριζ.)

Ο έλεγχος και η επιτήρηση της ροής στον υδαταγωγό γίνεται με αυτοματισμό, μέσω του κέντρου τηλελέγχου Αθηνών που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του Μενιδιού. Υπάρχουν ακόμα τα περιφερειακά κέντρα Αμφισσας, Προδρόμου και Θηβών. Με το σύστημα αυτό η ΕΥΔΑΠ θεωρητικά είναι σε θέση να γνωρίζει κάθε στιγμή τις στάθμες κατά μήκος του αγωγού και τις διοχετευόμενες παροχές και να τις μεταβάλλει ανάλογα με τη ζήτηση. Ακόμα είναι σε θέση να διαπιστώνει τις βλάβες κατά μήκος του αγωγού. Το σύστημα τηλελέγχου του υδαταγωγού λειτουργεί από τον Αύγουστο του 1984. Η ρύθμιση και η ασφάλεια του υδαταγωγού γίνεται κυρίως με 18 ρυθμιστές τύπου "Λ". Ο σκοπός των ρυθμιστών αυτών είναι η ρύθμιση της παροχής μέσω θυροφραγμάτων και η προσαρμογή της με την επιθυμητή ζήτηση. Οι ρυθμιστές αυτοί μπορούν ακόμα να διακόψουν, σε περίπτωση ατυχήματος, τη ροή στον υδαταγωγό, μετατρέποντας τον σε επάλληλες δεξαμενές. Κατά τον τρόπο αυτό μπορεί να αποθηκευτεί στη διώρυγα ένας όγκος νερού 1.15 εκατ. m<sup>3</sup>. Σε αυτά προστίθενται και 0.7 εκατ. m<sup>3</sup> που αποθηκεύονται στις σήραγγες, καθώς και 0.06 εκατ. m<sup>3</sup> μέσα στους σίφωνες, και κατά συνέπεια, σε περίπτωση βλάβης, υπερχειλίζει μόνο ένα μικρό ποσοστό του συνολικού όγκου νερού.

Αξια λόγου είναι ακόμα τα έργα καταστροφής ενέργειας, μέσω λεκανών ηρεμίας, που έχουν κατασκευαστεί κατάντη των σηράγγων Γκιώνας, Κίρφης, Ελικώνα και Κιθαιρώνα, τα οποία συνδυάζονται με πύργους αναπάλσεως στην έξοδο των σηράγγων.

Διατομές ελέγχου παροχής υπάρχουν στην έξοδο της σήραγγας Γκιώνας, στο ενωτικό Κιθαιρώνα κατάντη του μεριστή και στην είσοδο των νέων διύλιστηρίων Μενιδίου. Επίσης υπάρχουν διατάξεις μέτρησης παροχής στις κεφαλές των ενδιάμεσων υδροληψιών για ύδρευση και άρδευση. Από αυτές ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το παρόν ερευνητικό έργο έχει η πλέον ανάντη θέση, δηλαδή της εξόδου της σήραγγας Γκιώνας. Η παροχή εκεί μετριέται με δύο διατάξεις: ήτοι υπερχειλιστές και δικλείδες κοίλης φλέβας. Δυστυχώς οι αντίστοιχες δύο ομάδες μετρήσεων εμφανίζουν μεγάλες αποκλίσεις της τάξης του 25%. Πιο αξιόπιστες θεωρούνται γενικά οι μετρήσεις των υπερχειλιστών οι οποίες σύμφωνα με νεότερες μετρήσεις (Β' εξάμηνο 1988) έχουν αβεβαιότητα της τάξης του 10%. Αναλυτικότερα το θέμα αυτό εξετάζεται στο τεύχος 3.

Πάντως για τους σκοπούς του ερευνητικού έργου, που αφορούν κυρίως στο ισοζύγιο του ταμιευτήρα, έχουν προτιμηθεί οι μετρήσεις των υπερχειλιστών της σήραγγας Γκιώνας (εκτός από το έτος 1981, που δεν υπήρχαν μετρήσεις στους υπερχειλιστές, και κατ' ανάγκη χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις των δικλείδων με σχετική αναγωγή). Οι μετρήσεις σε κατάντη θέσεις (διύλιστηρια) δεν έχουν άμεσο ενδιαφέρον σε ότι αφορά στο ισοζύγιο του ταμιευτήρα, αλλά ενδιαφέρουν μόνο για την εκτίμηση των ενδιάμεσων απωλειών.

Για να προσδιοριστεί η πραγματική απόληψη από το Μόρνο, θα πρέπει στις μετρήσεις της εξόδου της σήραγγας Γκιώνας να προστεθούν και οι απώλειες που πραγματοποιούνται μέσα στη σήραγγα. Οι απώλειες αυτές ήταν σημαντικές μέχρι το Δεκέμβριο 1983. Στην αρχή της λειτουργίας του έργου είχαν εκτιμηθεί σε 200 lt/sec ενώ το 1983 προέκυψαν μετά από μέτρηση  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ , που ισοδυναμεί με 31.5 εκατ.  $\text{m}^3$  ετησίως (για λειτουργία του υδραγωγείου χωρίς διακοπές).

Στις αρχές του 1984 έγινε επέμβαση στη σήραγγα (έμφραξη εγκοίλων) η οποία ήταν πολύ αποτελεσματική. Πράγματι, αμέσως μετά την

επέμβαση, οι απώλειες βρέθηκαν να είναι της τάξης του 1 lit/sec, δηλαδή αμελητέες. Επισημαίνεται ότι η ίδια τιμή βρέθηκε και από μια πολύ πρόσφατη μέτρηση (Δεκέμβριος 1988).

Μετά τα παραπάνω, για τους υπολογισμούς του υδρολογικού ισοζυγίου θεωρήσαμε ότι μέχρι και το 1983 οι απώλειες στη σήραγγα Γκιώνας είναι ίσες με 1 m<sup>3</sup>/sec ενώ από το 1984 και μετά είναι αμελητέες. Οι υπόλοιπες απώλειες κατά μήκος του υδραγωγείου, από τη Γκιώνα μέχρι και την Αθήνα, δεν είναι δυστυχώς δυνατό να εκτιμηθούν με τις παρούσες συνθήκες μετρήσεων. Μια απόπειρα χονδρικής εκτίμησης αποτελεί ο πίνακας 2.5, όπου έχουν υπολογιστεί οι διαφορές των όγκων που μετρήθηκαν στη Γκιώνα μείον τους όγκους που έχουν μετρηθεί στα διυλιστήρια (στοιχεία ΕΥΔΑΠ).

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5

#### ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΤΗΣΙΩΝ ΟΓΚΩΝ ΓΚΙΩΝΑΣ - ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ (σε 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

ΕΤΟΣ	ΟΓΚΟΣ ΣΤΗ ΓΚΙΩΝΑ	ΟΓΚΟΣ ΣΤΑ ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (1)-(2)-(3)
	(1)	(2)	(3)	(1)-(2)-(3)
1982	239.8	202.4	9.9	+ 27.5
1983	214.0	209.2	13.2	- 8.4
1984	253.2	226.5	14.5	+ 12.2
1985	363.1	311.4	18.4	+ 33.3
1986	358.2	312.5	12.6	+ 33.1
1987	334.7	310.0	1.9	+ 22.8
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	293.8	262.0	11.8	20.0

Κανονικά η διαφορά των τιμών του πίνακα θα έπρεπε να δίνει αθροιστικά τις απώλειες στον υδαταγωγό, που οφείλονται (α) σε εξάτμιση, (β) σε διήθηση, (γ) σε υπερχείλιση ή έκτακτα περιστατικά και (δ) σε παράνομες απολήψεις. Στους υπολογισμούς υπεισέρχονται όμως σημαντικές αβεβαιότητες, όπως, (i) στη μέτρηση της παροχής στη Γκιώνα, όπου η διαπιστωμένη αβεβαιότητα (10%) αντιστοιχεί σε 30 εκατ. m<sup>3</sup> κατά μέγιστο (ii) στη μέτρηση της

παροχής στα διύλιστήρια, (έχουν διαπιστωθεί διαφορές στις μετρήσεις αφ' ενός του κέντρου τηλελέγχου και αφ' ετέρου της υπηρεσίας των διύλιστηρίων, για την ίδια ουσιαστικά θέση μέτρησης) και (iii) στον επιμερισμό των παροχών Υλίκης και Μόρνου στα διάφορα διύλιστήρια, όπου τα διαθέσιμα στοιχεία είναι ανεπαρκή. Δείγμα της αναξιοπιστίας των στοιχείων είναι η εμφάνιση αρνητικής διαφοράς (- 8.4 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) το έτος 1983.

Συμπερασματικά, τα παραπάνω δεδομένα δικαιολογούν μια παραδοχή απωλειών στον υδαταγωγό της τάξης των 20 έως 30 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως. Πάντως η ΕΥΔΑΠ έχει ήδη βελτιώσει το δίκτυο μετρήσεων (Ιανουάριος 1989) και ελπίζουμε ότι μετά από ένα έτος περίπου θα υπάρχουν πιο αξιόπιστα δεδομένα.

Σημειώνεται ότι για το θέμα της εκτίμησης των απωλειών είχαμε υποβάλει ειδική έκθεση (1η αναγνωριστική) ήδη από τον Σεπτέμβριο του 1987, οι προτάσεις της οποίας κατά ένα σημαντικό μέρος υλοποιήθηκαν πρόσφατα. Οι τελικές μας προτάσεις συγκεντρώνονται στο τεύχος 3.

#### **2.4. Λίμνη Υλίκη**

Μέχρι το 1981, οπότε τέθηκε σε λειτουργία το υδραγωγείο Μόρνου, την κύρια τροφοδοτική πηγή της ύδρευσης των Αθηνών αποτελούσε η λίμνη Υλίκη. Το υδραγωγείο της Υλίκης πρωτολειτούργησε το 1957.<sup>5</sup>

Η λίμνη Υλίκη έχει λεκάνη απορροής 345 km<sup>2</sup>. Μετά την κατασκευή των αποξηραντικών έργων της πρώην λίμνης Κωπαΐδας, ο ποταμός

---

5. Για την ιστορία αναφέρεται ότι μέχρι το 1926 η ύδρευση της Αθήνας γίνονταν από το Αδριανείο υδραγωγείο και από διάφορες μικροπηγές και πηγάδια. Το 1926 άρχισε η μελέτη και κατασκευή του υδραγωγείου Μαραθώνα, της τροφοδοτικής σήραγγας Μπογιατίου και των διύλιστηρίων, (από την αμερικάνικη εταιρεία ULEN) που τέλειωσαν το 1931. Αυτά τα έργα ικανοποιούσαν τις υδρευτικές ανάγκες της πρωτεύουσας μέχρι το 1955.

Βοιωτικός Κηφισός, με λεκάνη απορροής έκτασης 1963 km<sup>2</sup>, διοχετεύει τα νερά του, μέσω της σήραγγας Καρδίτσας, στην Υλίκη. Από τότε τα νερά του Βοιωτικού Κηφισού αποτελούν την κύρια τροφοδοσία της λίμνης, ενώ τα νερά της δικής της λεκάνης απορροής εκτιμώνται περίπου στο 10% του συνόλου (δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία). Οι συνολικές επίσης εισροές στη λίμνη παλιότερα είχαν εκτιμηθεί σε 490 εκατ. m<sup>3</sup> περίπου, οι πιο πρόσφατες όμως μετρήσεις της ΕΥΔΑΠ κατεβάζουν αυτή την ποσότητα στα 335 εκατ. m<sup>3</sup> περίπου. Λόγω όμως της διαπερατότητας των πετρωμάτων του υποβάθρου της λίμνης (καρστικοί ασβεστόλιθοι) εμφανίζονται μεγάλες απώλειες, που κατά μέσο ετήσιο όρο, μαζί με τις απώλειες εξάτμισης, ανέρχονται στο 50% περίπου των εισροών.

Οι υπερχειλίσεις της Υλίκης, που πραγματοποιούνται όταν η στάθμη υπερβαίνει τα + 77,7 m, οδηγούνται μέσω της διώρυγας Μουρικίου στην παρακείμενη λίμνη Παραλίμνη. Αντίστοιχα, οι υπερχειλίσεις της Παραλίμνης, οδηγούνται στον Ευβοϊκό κόλπο μέσω της σήραγγας Ανθηδώνας, για στάθμες μεγαλύτερες των + 51.2 m.

Τα νερά της Υλίκης, πέρα από τη σκοπιμότητα της ύδρευσης της Αθήνας, εξυπηρετούν και την άρδευση της Κωπαΐδας. Θεωρητικά η ποσότητα που διατίθεται για την άρδευση είναι 50 εκατ. m<sup>3</sup>. Η αντίστοιχη πραγματική ποσότητα μέχρι και το 1980 ήταν πολύ μικρότερη (περίπου 15 εκατ. m<sup>3</sup>), επειδή μέχρι τότε ήταν οριακή η επάρκεια των νερών της Υλίκης για την Αθήνα. Στα κατοπινά χρόνια όμως, που η Αθήνα υδρεύονταν σχεδόν αποκλειστικά από το Μόρνο, η απόληψη έφθασε περίπου την παραπάνω θεωρητική ποσότητα (βλέπε και πίνακα 2.1).

Οι ποσότητες νερού που έχουν αντληθεί για την ύδρευση της Αθήνας από την Υλίκη από το 1960 μέχρι και το 1987 φαίνονται στον πίνακα 2.6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6

ΑΝΤΔΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ  
 (σε εκατ.  $m^3$ ) - (στοιχεία ΕΥΔΑΠ)

ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1960	55.1	1974	168.1
1961	57.2	1975	169.8
1962	61.9	1976	177.8
1963	72.9	1977	200.5
1964	90.7	1978	226.1
1965	85.2	1979	218.3
1966	90.6	1980	220.9
1967	104.1	1981	174.5
1968	108.7	1982	98.6
1969	100.4	1983	60.4
1970	118.1	1984	42.6
1971	132.6	1985	9.8
1972	162.0	1986	13.3
1973	159.0	1987	53.6

Οπως προκύπτει από τον πίνακα 2.5, μετά το 1981 η εκμετάλλευση της Υλίκης μειώνεται συνέχεια και πρακτικά μηδενίζεται στα έτη 1985 και 1986. Το 1987 όμως (τον Αύγουστο) οπότε φάνηκαν τα αποτελέσματα της υπερεκμετάλλευσης του Μόρνου, η εκμετάλλευση της Υλίκης ξανάρχισε και συνεχίστηκε και το 1988 (εκτίμηση ποσότητας 1988: 150 εκατ.  $m^3$ ).

#### 2.5. Το υδραγωγείο Υλίκης

Το υδραγωγείο Υλίκης καταλήγει στη λίμνη Μαραθώνα και έχει ολικό μήκος περίπου 60 km. Δεδομένου ότι η κατώτατη στάθμη υδροληψίας στην Υλίκη είναι + 70.25 m, ενώ η ανώτατη στάθμη της λίμνης Μαραθώνα είναι + 223 m, η μεταφορά μπορεί να γίνει μόνο με άντληση. Υπάρχουν δύο κύρια αντλιοστάσια, του Μουρικίου (δίπλα

στην Υλίκη) με μανομετρικό ύψος 110 m περίπου και παροχή 7,5  $m^3/sec$ , και της Βίλιζας με μανομετρικό ύψος 80 m περίπου και παροχή 5.5  $m^3/sec$ . Οι αντίστοιχοι καταθλιπτικοί αγωγοί έχουν μήκη 3.77 km και 1.15 km. Κατά το υπόλοιπο μέρος του το υδραγωγείο είναι ελεύθερης ροής με διώρυγα ή κλειστή διατομή, εκτός από ένα σίφωνα, ανάντη του αντλιοστασίου Βίλιζας, μήκους 6.32 km. Υπάρχουν ακόμα τρείς σήραγγες ελεύθερης ροής, της Τανάγρας, μήκους 2.445 km, του Σφενδάλη μήκους 1.500 m και των Κιούρκων (πρίν τη λίμνη Μαραθώνα) μήκους 7.150 m.

Η παροχετευτικότητα του υδραγωγείου, φτάνει τα 7.5 ÷ 8.1  $m^3/sec$  στο αρχικό του τμήμα, αλλά μειώνεται στη συνέχεια (βλέπε και παράγραφο 2.8.).

## 2.6. Η λίμνη του Μαραθώνα

Ουσιαστικά πρόκειται για τεχνητό ταμιευτήρα, ανάντη του φράγματος Μαραθώνα, αλλά έχει επικρατήσει ο όρος "λίμνη Μαραθώνα". Ο ταμιευτήρας έχει δική του λεκάνη απορροής με έκταση 132  $km^2$ . Η μέση ετήσια εισροή από τη λεκάνη αυτή εκτιμάται σε 10 - 17 εκατ.  $m^3$ .<sup>6</sup> Η χωρητικότητα του, (40.8 εκατ.  $m^3$ ) είναι σημαντικό πολλαπλάσιο της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης της Αθήνας (κατά προσέγγιση 1 εκατ.  $m^3$ ). Κατά συνέπεια ο ταμιευτήρας χρησιμοποιείται για ρύθμιση ημερήσια έως μηνιαία και για ταμίευση αποθεμάτων ασφαλείας.

---

6. Η εκτίμηση των 17 εκατ.  $m^3$  είναι της ΕΥΔΑΠ (βλ. παρ. 2.1.), και μάλλον είναι υπερβολική (βλέπε και πίνακα 2.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7ΚΥΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ

Τύπος φράγματος:	Βαρύτητας από σκυρόδεμα
Υψόμετρο στέψης φράγματος	+ 227 m.a.s.l.
Υψόμετρο πιθμένα στον πόδα του φράγματος	+ 173 m.a.s.l.
Υψος φράγματος	54 m
Ανώτατη στάθμη νερού	+ 223 m.a.s.l.
Χωρητικότητα ταμιευτήρα	$40.8 * 10^6 \text{ m}^3$

2.7. Εγκαταστάσεις διύλισης

Υπάρχουν τρείς εγκαταστάσεις διύλισης του υδρευτικού νερού της Αθήνας:

- Τα παλιά διύλιστήρια στο Γαλάτσι που είναι σχεδιασμένα για 350.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$  και η μέγιστη δυνατότητα τους είναι 500.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$
- Τα νέα διύλιστήρια στο Μενίδι, σχεδιασμένα για 400.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$ , με μέγιστη δυνατότητα 600.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$
- Τα ακόμα νεότερα διύλιστήρια στα Κιούρκα, σχεδιασμένα για 150.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$  και μέγιστη δυνατότητα 200.000  $\text{m}^3/\text{ημέρα}$ .

Οι σημερινές ανάγκες καλύπτονται από τις εγκαταστάσεις αυτές, αλλά στο μέλλον θα απαιτηθούν επεκτάσεις (π.χ. στο Μενίδι) ή/και νέες εγκαταστάσεις (π.χ. Μάνδρα Αττικής).

Το εξωτερικό δίκτυο μεταφοράς έχει την κατάλληλη διάταξη ώστε να μπορεί να οδηγεί το νερό που προέρχεται από τα δύο υδραγωγεία Μόρνου και Υλίκης, σε οποιαδήποτε από τις τρείς εγκαταστάσεις διύλισης είναι επιθυμητό.

2.8. Υπόλοιποι κλάδοι του εξωτερικού δικτύου μεταφοράς

Εκτός από τον υδαταγωγό Μόρνου και το Υδραγωγείο Υλίκης, που

περιγράφηκαν αναλυτικά σε προηγούμενες παραγράφους, το εξωτερικό δίκτυο μεταφοράς περιλαμβάνει και άλλους σημαντικούς κλάδους, που σχηματίζουν τους βρόχους του σχήματος 2.1. Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των κλάδων αυτών.

#### **a. Ενωτικό Κιθαιρώνα**

Αποτελεί διακλάδωση του υδαταγωγού Μόρνου και εκτρέπει το νερό του υδαταγωγού προς το υδραγωγείο Υλίκης - Μαραθώνα. Ενα τμήμα του όμως εξυπηρετεί και την αντίθετη κατεύθυνση ροής, δηλαδή την εκτροπή του νερού του υδραγωγείου Υλίκης προς το μεριστή Κιθαιρώνα και από εκεί στα νέα διύλιστήρια. Ετσι το ενωτικό Κιθαιρώνα, μπορεί να διακριθεί σε δύο τμήματα: (i) στο παραπάνω τμήμα αμφίδρομης ροής, που αποτελείται από σήραγγες και αγωγούς υπό πίεση, και (ii) στο τμήμα μονόδρομης ροής, που καταλήγει στη δεξαμενή Βίλιζας, με διάταξη διωρύγων και σιφώνων. Στο δεύτερο τμήμα περιλαμβάνεται και το έργο καταστροφής ενέργειας στο Κλειδί. Το συνολικό μήκος και των δύο τμημάτων φτάνει τα 20 km.

#### **β. Αγωγός αντλιοστασίου Ασωπού**

Εξυπηρετεί την εκτροπή του νερού της Υλίκης προς τα νέα διύλιστήρια και συνεχίζει με το α' τμήμα του ενωτικού Κιθαιρώνα. Η παροχή του αντλιοστασίου Ασωπού φτάνει τα  $2.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Η λειτουργία του ξεκίνησε τον Ιούνιο 1975.

#### **γ. Αγωγός ενίσχυσης Βίλιζα - Μαλακάσα**

Πρόκειται για αγωγό υπό πίεση, διαμέτρου 900 mm, παράλληλο προς το κύριο υδραγωγείο ελεύθερης ροής Υλίκης - Μαραθώνα (υδραγωγείο Κακοσάλεσι). Εεκινά από τη δεξαμενή Βίλιζας και ενώνεται πάλι με το κύριο υδραγωγείο στη Μαλακάσα. Περιλαμβάνει δύο αντλιοστάσια, τα "Βίλιζα No 3" και "Βίλιζα No 4". Η παροχετευτικότητα του υδραγωγείου ελεύθερης ροής Κακοσάλεσι είναι  $3.6 \text{ m}^3/\text{sec}$  και του παράλληλου αγωγού ενίσχυσης  $1.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Κατά συνέπεια η συνολική παροχετευτικότητα του υδραγωγείου Υλίκης - Μαραθώνα στο εξεταζόμενο τμήμα είναι  $5.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

#### **δ. Σήραγγα Μπογιατίου και αγωγός προς παλιά διύλιστήρια**

Τροφοδοτεί τα παλιά διύλιστήρια Γαλατσίου, από τη λίνη Μαραθώνα. Η παροχετευτικότητα του αγωγού είναι  $6.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

#### **ε. Αγωγός από νέα προς παλιά διύλιστήρια (μέσω Χελιδονούς)**

Αποτελείται από δύο τμήματα, από τα οποία το πρώτο είναι αμφίδρομης ροής και το δεύτερο μονόδρομης. Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει και το έργο καταστροφής ενέργειας Χελιδονούς. Εξυπηρετεί τη μεταφορά νερού από το υδραγωγείο Μόρνου προς τα παλιά διύλιστήρια (με άμεσο τρόπο, χωρίς τη διέλευση από το Μαραθώνα). Η παροχετευτικότητα του αγωγού είναι  $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

#### **στ. Αγωγός αντλιοστασίου Κιούρκων**

Ο αγωγός ξεκινά από τα διύλιστήρια Κιούρκων και συνεχίζει με το τμήμα αμφίδρομης ροής του παραπάνω αγωγού (ε). Εξυπηρετεί δύο σκοπιμότητες:

- (i) τη μεταφορά αδιύλιστου νερού από το υδραγωγείο Υλίκης - Μαραθώνα, προς τα νέα διύλιστήρια, (δέυτερη δυνατότητα εκτός από τη μεταφορά μέσω του αντλιοστασίου Ασωπού), είτε
- (ii) τη μεταφορά διύλισμένου νερού από τα διύλιστήρια Κιούρκων προς το εσωτερικό δίκτυο, οπότε με καταλληλη διάταξη η ροή παρακάμπτει τα διύλιστήρια Μενιδίου.

Η παροχετευτικότητα του αγωγού είναι  $2.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

#### **2.9. Αντλιοστάσια εξωτερικού δικτύου**

Τα αντλιοστάσια του εξωτερικού δικτύου, που έχουν περιγραφεί και στις προηγούμενες παραγράφους, εξυπηρετούν όλο το υδραγωγείο Υλίκης - Μαραθώνα, ενώ ο υδαταγωγός Μόρνου λειτουργεί εξ ολοκλήρου με βαρύτητα. Αυτός βέβαια είναι και ο βασικός οικονομικός λόγος που προτιμάται σήμερα η τροφοδότηση από το Μόρνο, έναντι της Υλίκης. Ορισμένα πρόσφατα στοιχεία της ΕΥΔΑΠ, που αναφέρονται στην κατανάλωση ενέργειας των αντλιοστασίων δίνονται στον πίνακα

2.8. Από τον πίνακα αυτόν προκύπτει ότι η ολική ενέργεια για τη μεταφορά ενός  $m^3$  νερού από την Υλίκη κυμαίνεται από 0.85 KWh μέχρι 1.51 KWh, ανάλογα με τη διαδρομή που ακολουθείται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΥΔΑΠ

Αντλιοστάσιο	Παροχετευτικότητα $m^3/sec$	Κατανάλωση Ενέργειας KWh/ $m^3$
Υλίκης (Μουρικίου)	7.5	0.42
Ασωπού	2.8	0.43
Βίλιζας	5.5	0.27
Βίλιζας Νο 3	1.7	0.27
Βίλιζας Νο 4	1.7	0.04
Κιούρκων	2.9	0.51

**3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ**

**3.1. Γενικά**

Το συμβατικό αντικείμενο του ερευνητικού έργου περιορίζεται στην εξέταση της λύσης Ευήνου, για την ενίσχυση της ύδρευσης Μόρνου. Η λύση αυτή περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο αυτό. Για λόγους πληρότητας αναφέρονται με συντομία και άλλες σχετικές λύσεις που έχουν προταθεί στο παρελθόν, οι οποίες καλύπτουν όλες τις τεχνικά δυνατές εναλλακτικές δυνατότητες ενίσχυσης της ύδρευσης. Διευκρινίζεται ότι ο στόχος της έρευνας δεν είναι η διατύπωση νεών τεχνικά ολοκληρωμένων προτάσεων, αλλά η εξέταση από υδρολογική άποψη των λύσεων που έχουν ήδη διερευνηθεί τεχνικά. Κατά συνέπεια θα αναφερθούμε σε συγκεκριμένες θέσεις και γενικές διατάξεις έργων (π.χ. θέσεις φραγμάτων) που έχουν προκύψει από τις μέχρι τώρα μελέτες. Μια πιο αναλυτική περίληψη των σχετικών μελετών υπάρχει στα τεύχη 1 και 2.

**3.2. Η λύση Ευήνου**

**3.2.1. Γενική περιγραφή**

Η λεκάνη απορροής του Ευήνου περικλείεται από τους ορεινούς όγκους του Παναιτωλικού (βόρεια και βορειοδυτικά) των Βαρδουσίων (βορειοανατολικά) των ορέων Ναυπακτίας (νοτιοανατολικά) και του Αράκυνθου ή Παλιοβούνας (δυτικά). Η λεκάνη γειτονεύει ανατολικά με τη λεκάνη Μόρνου, βορειοανατολικά με τη λεκάνη Σπερχειού, βόρεια με την υπολεκάνη του Καρπενησιώτη (παραποτάμου του Αχελώου) και ανατολικά με άλλες υπολεκάνες του Αχελώου και με τη λεκάνη της λίμνης Τριχωνίδας. Η ολική έκταση της λεκάνης απορροής φθάνει τα 1129 km<sup>2</sup>, ενώ οι εκτάσεις επιμέρους υπολεκανών του Ευήνου φαίνονται στον πίνακα 3.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.

ΕΜΒΑΔΑ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΕΥΗΝΟΥ (σε km<sup>2</sup>)  
(μετά από εμβαδομέτρηση σε χάρτες 1:50.000)

---

Σύνολο λεκάνης	1129
Ανάντη σταθμού υδρομετρήσεων Πόρου Ρηγανίου	884
"          "          "          Αχλαδόκαστρου	635
"      Θέσης φράγματος Περίστας	393
"      σταθμού υδρομετρήσεων Νεοχωρίου και Θέσης φράγματος Αγ. Δημητρίου	345
"      Θέσης φράγματος Δενδροχωρίου	255

---

Από γεωλογική άποψη, η λεκάνη Ευήνου εκτείνεται πάνω σε δύο διακεκριμένα γεωτεκτονικά συμπλέγματα. Το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης (άνω και κεντρική περιοχή) βρίσκεται πάνω στη ζώνη της Πίνδου, ενώ το υπόλοιπο τμήμα βρίσκεται πάνω στη ζώνη Γαβρόβου.

Κατά βάση στη γεωλογική σύσταση της λεκάνης κυριαρχούν ο φλύσχης και ο ασβεστόλιθος. Ειδικά στο άνω τμήμα της λεκάνης, που ενδιαφέρει άμεσα την παρούσα έρευνα και ιδιαίτερα στο τμήμα ανάντη της Θέσης φράγματος Αγίου Δημητρίου, επικρατεί σαφώς ο φλύσχης. Στην υπολεκάνη μεταξύ των θέσεων φραγμάτων Αγίου Δημητρίου και Περίστας έχουμε αποκλειστική εμφάνιση του ασβεστολίθου.

### 3.2.2. Θέσεις Φραγμάτων

Η δυνατότητα αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού του Ευήνου για την ύδρευση της Αθήνας, σε συνδυασμό με τον Ταμιευτήρα Μόρνου, είχε επισημανθεί από το 1964 από τους Αλτηγό - Κυριακό - Μαχαίρα (Υδρευσίς Αθηνών - Προκαταρκτική Εκθεσίς). Συστηματικότερα όμως διερευνήθηκε από την μελετητική ομάδα ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ - Κόμης το 1977. Προηγουμένως (1972) είχε εκπονηθεί μια διαφορετικού αντικειμένου μελέτη για τον Εύηνο, της Verbund Plan (Masterplan Evinos) με στόχο την υδροηλεκτρική αξιοποίηση του δυναμικού του Ευήνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΠΕΡΙΣΤΑ,  
ΑΓΙΟ ΔΗΜΗΤΡΙΟ, ΔΕΝΔΡΟΧΩΡΙ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ

A. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

		ΠΕΡΙΣΤΑ	ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΔΕΝΔΡΟΧΩΡΙ
Τύπος Φράγματος		τοξωτό	χωμάτινο	τοξωτό
Υψόμ. στέψης φράγμ. (m.a.s.l.)		+500		
Μέγιστο ύψος (m)		140	93	130
Μήκος στέψης (m)		470	400	
Ανώτατη στάθμη λειτουργίας		+496	+510	+670
Κατώτατη στάθμη υδροληψίας		+455	+455	+635
Ωφέλιμη χωρητικότητα ( $10^6 \text{ m}^3$ )	146.5	106.0	98.5	
Ολική χωρητικότητα ( $10^6 \text{ m}^3$ )	206	161.0	151.0	
Εργα μετ/ράς στον ταμ. Μόρνου	σήραγγα μεταφοράς 28 km	σήραγγα μεταφοράς 28 km	σήραγγα μεταφοράς 14.4 *	

B. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Μέση ετήσια εισροή ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	13	11.2	8.40
" " " ( $10^6 \text{ m}^3$ )	410	352	265
Ολική ρυθμισμένη παροχή σε συνδυασμό με τον ταμιευτήρα Μόρνου (συντελ. αξιοπιστ. 95%)			
( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	21.1	19.35	17.15
( $10^6 \text{ m}^3$ )	664	610	540
Ολική ρυθμισμένη παροχή σε συνδυασμό με τον ταμιευτήρα Αγ. Γεωργίου (συντελ. αξιοπιστ. 95%)			
( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	23.0	21.5	19.65
( $10^6 \text{ m}^3$ )	725	678	620

C. ΟΙΝΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Εκτίμηση ολικής δαπάνης (τιμές 1977) ( $10^6 \text{ δρχ.}$ )	3.900	3.550	2.850**
--	-------	-------	---------

\* Εξετάστηκε και δεύτερη χάραξη, μήκους 24.5 km με δυνατότητα παραγωγής ενέργειας.

\*\* Η δαπάνη της δεύτερης χάραξης, μαζί με τον H/M εξοπλισμό είναι 3.850 εκατ. δραχμές.

Στη μελέτη ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ - Κόμη εξετάστηκαν τρείς εναλλακτικές θέσεις φραγμάτων, στην Περίστα, Αγιο Δημήτριο και Δενδροχώρι. Τα κύρια χαρακτηριστικά των φραγμάτων αυτών φαίνονται στον πίνακα 3.2. Στη μελέτη της Verbund Plan είχαν επίσης εξεταστεί οι δύο από τις θέσεις αυτές (εκτός από τη θέση Αγίου Δημητρίου) καθώς και μια ακόμη θέση, της Φαμίλας, κοντά στον Πόρο Ρηγανίου, η οποία δεν συνδυάζεται άμεσα με τον ταμιευτήρα Μόρνου, επειδή βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο, αλλά προσφέρεται για υδροηλεκτρική αξιοποίηση.

Στη μελέτη ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ - Κόμη εξετάστηκε ακόμη και η δυνατότητα πρόσθετης ενίσχυσης, με εκμετάλλευση και του υδατικού δυναμικού του Ανατολικού Αχελώου (Τρικεριώτης) που μπορεί να επιτευχθεί με την κατσκευή του φράγματος εκτροπής (προς τον Εύηνο) του Αγίου Γεωργίου. Η συμβολή του φράγματος αυτού στο συνολικό υδατικό δυναμικό σε συνδυασμό με κάθε μια από τις τρείς λύσεις φραγμάτων στον Εύηνο, φαίνεται στον πίνακα 3.2, και είναι περίπου 60 - 80 εκατομμύρια  $m^3$  ετησίως.

Από τη γενική περιγραφή των φραγμάτων στην παραπάνω μελέτη, προκύπτουν τα ακόλουθα:

- a) Η θέση φράγματος Περίστας είναι η πλέον κατάντη θέση απ' όπου μπορεί να γίνει η μεταφορά νερού προς το Μόρνο με βαρύτητα. Αναφέρεται πάντως ως μειονέκτημα της λύσης το γεγονός ότι στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα η στάθμη υδροληψίας οφείλει να είναι στο +455 m (για να μπορεί να γίνει η μεταφορά με βαρύτητα), πράγμα που αχρηστεύει σημαντικό μέρος της ολικής χωρητικότητας του ταμιευτήρα που βρίσκεται κάτω από τη στάθμη αυτή. Πάντως η λύση αυτή, αν και οικονομικά είναι η πιο βεβαρυμένη, εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του Ευήνου, και γι' αυτό αποτελεί και την τελική πρόταση των μελετητών.

Από άποψη αντοχής των πετρωμάτων η θέση Περίστας είναι ευνοϊκή για τη θεμελίωση τοξωτού φράγματος. Από άποψη στεγανότητας του ταμιευτήρα η θέση θεωρείται ικανοποιητική. Στη θέση του φράγματος θα απαιτηθεί στεγάνωση του υπεδάφους

με σιμεντενέσεις. Από άποψη ευσταθείας των φυσικών κλιτύων του ταμιευτήρα, η θέση είναι εν γένει ικανοποιητική, υπάρχουν όμως περιοχές που παρουσιάζουν κινδύνους κατολισθήσεων.

- β) Η θέση του φράγματος Αγίου Δημητρίου βρίσκεται πολύ κοντά σε αυτήν της Περίστας (2,3 km ανάντη) και θεωρείται ευνοϊκότερη από άποψη στεγανότητας του υπεδάφους (φλύσχης). Η θέση αυτή θεωρείται ότι ευνοεί την κατασκευή χωμάτινου φράγματος, με υλικά (φλύσχης) που υπάρχουν σε αφθονία στην περιοχή. Σημαντικό πλεονέκτημα της λύσης Αγίου Δημητρίου είναι το γεγονός ότι δεν αφήνεται ανεκμετάλλευτος όγκος ταμιευτήρα (όπως στην Περίστα). Ακόμα, η λύση είναι οικονομικότερη από αυτήν της Περίστας. Τελικά οι μελετητές την αξιολογούν ως δεύτερη, μετά την Περίστα, λόγω μικρότερης ρυθμισμένης παροχής, κατά 54 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως.
- γ) Η θέση φράγματος Δενδροχωρίου είναι η πλέον ανάντη από τις τρεις θέσεις και κατά συνέπεια έχει τις μικρότερες εισοροές. Παράλληλα είναι και η οικονομικότερη από τις λύσεις. Οι μελετητές την κατατάσσουν ως τελευταία μεταξύ των τριών λύσεων, λόγω της μικρότερης ρυθμισμένης παροχής. Από άποψη γεωλογίας, ο ταμιευτήρας Δενδροχωρίου βρίσκεται πάνω σε σχηματισμούς φλύσχη που εξασφαλίζουν στεγανότητα, αλλά δημιουργούν προβλήματα ευστάθειας κλιτύων. Στη θέση του φράγματος απαιτείται στεγάνωση με σιμεντενέσεις και επί πλέον στο αριστερό αντέρεισμα απαιτείται ενίσχυση της αντοχής του βράχου. Κατά την Verbund Plan υπάρχει σοβαρός κίνδυνος κατολισθήσεων φλύσχη πολύ κοντά στο φράγμα και απαιτούνται σχετικές έρευνες.

### 3.2.3. Τελικές παρατηρήσεις

Η φιλοσοφία των επιλογών της μελέτης των ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ/Κόμη στηρίζεται στην κάλυψη της παροχετευτικότητας σχεδιασμού του υδαταγωγού Μόρνου, των 23.0 m<sup>3</sup>/sec. Πράγματι η λύση Περίστας προκρίθηκε τελικά γιατί μπορεί να καλύψει σε συνδυασμό με το

Μόρνο και με την εκτροπή και του Τρικεριώτη αυτή την παροχετευτικότητα του υδαταγωγού. Στο σημείο αυτό επισημαίνουμε τα ακόλουθα:

- 1) Οπως αναφέρθηκε και παραπάνω (παράγραφος 2.3) δεν έχει διαπιστωθεί ποιά είναι η πραγματική παροχετευτικότητα του υδαταγωγού Μόρνου, δεδομένου ότι δεν έχουν ποτέ διοχετευτεί παροχές πάνω από  $16.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Επί πλέον η παροχετευτικότητα σχεδιασμού του τμήματος Κιθαιρώνα είναι  $15.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ , ενώ από τις εκτιμήσεις ΕΥΔΑΠ η πραγματική παροχετευτικότητα φαίνεται να είναι πιο μικρή ( $11.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ ). Στο θέμα αυτό είναι επιτακτική ανάγκη να έχουμε σε σύντομο χρόνο ακριβή πραγματικά στοιχεία, από μετρήσεις.
- 2) Είναι βέβαιο ότι η παροχή του υδαταγωγού δε μπορεί να είναι σταθερή στη διάρκεια του έτους, επειδή πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες της κατανάλωσης. Τα στοιχεία κατανάλωσης της ΕΥΔΑΠ δείχνουν ότι ο συντελεστής διακύμανσης σε μηνιαία βάση (μεγίστη μηνιαία προς μέση μηνιαία κατανάλωση) είναι περίπου  $\lambda = 1.3$ . Αυτό σημαίνει ότι αν δεχτούμε ότι η παροχή του υδαταγωγού το μήνα της μέγιστης κατανάλωσης είναι ίση με την παροχετευτικότητα του, έστω  $23.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ , τότε σε μέση ετήσια βάση η παροχή θα είναι  $Q_e = 23.0/1.3 = 17.69 \text{ m}^3/\text{sec}$  ή περίπου  $560 * 10^6 \text{ m}^3$  το έτος. Η τιμή αυτή σχεδόν καλύπτεται και από τη δυσμενέστερη λύση του ταμιευτήρα Δενδροχωρίου. Επισημαίνουμε ότι η λίμνη Μαραθώνα, χωρητικότητας 40.8 εκατ.  $\text{m}^3$  δε μπορεί προφανώς να χρησιμοποιηθεί για ετήσια εξισωση, δηλαδή για να αποθηκεύει νερό όταν η κατανάλωση είναι μικρότερη των  $23.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ , το οποίο θα απέδιδε κατά τους μήνες αιχμής της ζήτησης. Η ετήσια ρύθμιση θα απαιτούσε επομένως την κατασκευή άλλου ταμιευτήρα, σημαντικών διαστάσεων. Βεβαίως αν συνδυαστεί ο υδαταγωγός Μόρνου με το υδραγωγείο Υλίκης - Μαραθώνα, σε τρόπο ώστε η Υλίκη να καλύπτει τους μήνες αιχμής, θα μπορούσε να αυξηθεί το μέγεθος  $Q_e$ , χωρίς όμως να φτάνει ποτέ το  $23.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ , γιατί τους μήνες μικρής κατανάλωσης ο υδαταγωγός θα λειτουργεί υποχρεωτικά με μικρότερες παροχές.

3) Εχει από πολλούς διατυπωθεί η αρχή ότι η πρωτεύουσα δεν πρέπει να υδρεύεται από ένα μόνο αγωγό, τον υδαταγωγό Μόρνου. Αναγνωρίζοντας το βάσιμο αυτής της αρχής θεωρούμε ότι θα έπρεπε να εξεταστεί και η δυνατότητα κατασκευής άλλου ανεξάρτητου υδραγωγείου από τον Εύηνο, οπότε είναι δυνατό να επαυξηθεί η μεταφερόμενη ποσότητα νερού από τον Εύηνο, και ενδεχόμενα να συνδυαστεί και με το φράγμα εκτροπής Αγίου Γεωργίου. Μια παράλληλη δυνατότητα αντιμετώπισης του ίδιου προβλήματος θα ήταν η οριστική ένταξη του υδραγωγείου Υλίκης, ως κύριας εναλλακτικής λύσης ασφαλείας του συστήματος Υδρευσης της Αθήνας, με την κατάλληλη βελτίωσή του και επαύξηση της παροχετευτικότητας του για την κάλυψη έκτακτων αναγκών.

Μετά τις παραπάνω παρατηρήσεις, προκύπτουν τα ακόλουθα δύο σημαντικά συμπεράσματα:

- a) Για την ολοκλήρωση του Β' μέρους της έρευνας, θα εξεταστούν από υδρολογική άποψη και οι τρείς εναλλακτικές λύσεις φραγμάτων στον Εύηνο. Δεν έχουμε όμως όλα τα αναγκαία στοιχεία για να στηρίξουμε ρεαλιστικά σενάρια προσομοίωσης λειτουργίας μεμονωμένων ή συνδυασμένων ταμιευτήρων. Ειδικότερα χρειάζονται:
- Οι πραγματικές παροχετευτικότητες των τμημάτων του υδαταγωγού Μόρνου,
  - Η συγκεκριμένη πολιτική στο θέμα της τροφοδότησης της Αθήνας από ένα ή δύο υδαταγωγούς,
  - Ο καθορισμός άλλων ενδεχόμενων χρήσεων των νερών των υπό μελέτη ταμιευτήρων (άρδευση, ενέργεια).
- β) Καθίσταται υπερεπείγουσα (και έχει καθυστερήσει ανεπίτρεπτα) η ανάθεση γενικής τεχνικοοικονομικής μελέτης, με αντικείμενο "Τεχνικοοικονομική διερεύνηση και συγκριτική αξιολόγηση των δυνατών λύσεων αντιμετώπισης της ύδρευσης του λεκανοπεδίου Αττικής".

### 3.3. Η λύση Αχελώου

Η λύση Αχελώου είναι μια παλιά πρόταση της πρώην εταιρείας υδάτων (Ε.Ε.Υ.), η οποία επικαιροποιήθηκε πιο πρόσφατα από την ΕΥΔΑΠ, στην Προκαταρκτική Έκθεση της "Στρατηγική Αντιμετώπισης της Υδρευσης του Λεκανοπεδίου Αττικής και Συναφών Περιοχών", (1983). Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση εκτιμάται ότι από τον Αχελώο και κατάντη του φράγματος Στράτου διατίθεται ένας ετήσιος όγκος νερού 3 - 3.5 δισεκατομμυρίων  $m^3$ , σε υψόμετρο +25.60. Βεβαίως η ποσότητα αυτή δεν ισοκατανέμεται χρονικά, αλλά αντίθετα συγκεντρώνεται στις ώρες αιχμής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (συνήθως 8.00 έως 14.00). Με την κατάλληλη αναρρύθμιση των παροχών και την κατασκευή ενός μείζονος υδαταγωγού με διαδοχικές αντλήσεις, θα μπορούσε να γίνει η μεταφορά των νερών του Αχελώου στην Αττική. Η χάραξη του αγωγού περνά στα ανατολικά της λίμνης Τριχωνίδας, διασταυρώνεται με τον Εύηνο (εξετάζεται εδώ η ενδεχόμενη συμβολή και των νερών του Ευήνου στον αγωγό), περνάει στη συνέχεια στην Πελοπόννησο μέσω του πορθμού Αντιρρίου - Ρίου, και τέλος ακολουθεί την πορεία της εθνικής οδού Πάτρας - Κορίνθου και Κορίνθου - Αθήνας. Με διάφορες ενδιάμεσες υδροληψίες θα μπορούσαν να υδρευθούν η Πάτρα, η Κόρινθος, το Αργος και οι παραθαλάσσιες πόλεις του Κορινθιακού κόλπου.

Κατα την ΕΥΔΑΠ η λύση Αχελώου πλεονεκτεί των άλλων λύσεων, γιατί προσφέρει και ένα δεύτερο, ανεξάρτητο του υδαταγωγού Μόρνου, δρόμο προσαγωγής νερού στο λεκανοπέδιο Αττικής.

Αναγνωρίζοντας τα παραπάνω πλεονεκτήματα της λύσης Αχελώου, επισημαίνουμε και μερικά προφανή μειονεκτήματα:

- Το μεγάλο οικονομικό κόστος κατασκευής της λύσης (δεν έχουμε πάντως κανένα ακριβές στοιχείο).
- Τη μεγάλη ενέργεια άντλησης για κάθε  $m^3$  που προφανώς θα είναι πολλαπλάσια της παραγόμενης ενέργειας στο υδροηλεκτρικό έργο Στράτου. Από αυτή την άποψη δεν θα είχε βέβαια νόημα να γίνει η υδροληψία κατάντη του έργου Στράτου, αλλά θα μπορούσε να γίνει προς τα ανάντη (π.χ. στο Καστράκι) ώστε να μειωθούν οι αντλήσεις, τουλάχιστον στο τμήμα του αγωγού μέχρι το Αντίρριο.

- Τις αρνητικές επιπτώσεις στο σύστημα των υδροηλεκτρικών έργων του Αχελώου, δεδομένου ότι η λύση είναι πιθανό να απαιτήσει ένταξη ενός τμήματος της ρυθμισμένης παροχής στην ενέργεια βάσης, και όχι αιχμής, ώστε να μειωθούν άλλα δαπανηρά έργα ρύθμισης της παροχής ύδρευσης.
- Η προσφερόμενη τροφοδότηση του λεκανοπεδίου Αττικής με ανεξάρτητο υδαταγωγό έχει σαν αντίστοιχο μειονέκτημα την εξάρτηση της τροφοδότησης σειράς σημαντικών πόλεων από ένα και μοναδικό αγωγό.

### 3.4. Η λύση Βοιωτικού Κηφισού - Υλίκης - Παραλίμνης

Η απορροή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, με έκταση  $1963 \text{ km}^2$ , διοχετεύεται μέσω της σήραγγας Καρδίτσας στην Υλίκη, και οι υπερχειλίσεις της τελευταίας στην Παραλίμνη (βλ. και παρ. 2.4.). Το υδατικό δυναμικό της λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού, σύμφωνα με τη μελέτη Λαδόπουλου - Χωραφά, (1974) ανέρχεται σε  $484 * 10^6 \text{ m}^3$ , ενώ οι αντίστοιχες ποσότητες για τις λεκάνες Υλίκης και Παραλίμνης είναι  $22 * 10^6 \text{ m}^3$  και  $10 * 10^6 \text{ m}^3$ . Λόγω των μεγάλων υπόγειων διαφυγών της Υλίκης, μικρό μόνο μέρος αυτού του υδατικού δυναμικού είναι πραγματικά εκμεταλλεύσιμο υπό τις σημερινές συνθήκες.

Το σημερινό σύστημα ύδρευσης της Αθήνας στηρίζεται βέβαια στη μερική εκμετάλλευση του συστήματος Βοιωτικού Κηφισού - Υλίκης. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί προτάσεις βελτίωσης της αξιοποίησης του συστήματος, είτε με στεγάνωση της Υλίκης, (που κατά εκτιμήσεις θα μπορούσε να οδηγήσει σε αξιοποίηση 300 - 390 εκατ.  $\text{m}^3$  ετησίως), είτε με δημιουργία στεγανών ταμιευτήρων στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού, με παράλληλη κατασκευή ανεξάρτητων υδραγωγείων.

Υπό τις σημερινές συνθήκες του συστήματος ύδρευσης, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους, η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων της Υλίκης είναι απαραίτητη, λόγω ανέπάρκειας του Μόρνου, ως αποκλειστικής πηγής. Άλλα και για τις απώτερες μελλοντικές συνθήκες, φαίνεται ότι η ένταξη της Υλίκης στο

σύστημα ίσως αποδειχθεί οριστική, λόγω του πλεονεκτήματος του ανεξάρτητου υδραγωγείου.

Σχετικά με τις προτεινόμενες βελτιώσεις, που περιγράφονται παραπάνω, παρατηρούμε ότι (α) η στεγάνωση της Υλίκης είναι και δαπανηρή, αλλά κυρίως τα αποτελέσματά της είναι αμφίβολα και (β) η δημιουργία ταμιευτήρων στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού υστερεί σε σχέση με τη λύση Ευήνου, και ως προς τη δαπάνη του υδραγωγείου (στη λύση Ευήνου θα είναι μικρότερη) αλλά και ως προς το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό. Σημειώνεται ότι το ισοδύναμο ύψος απορροής στη λεκάνη Ευήνου είναι 900 mm ενώ στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού είναι μόνο 250 mm.

Αυτό που μπορεί εύκολα και χωρίς καμιά ουσιαστική δαπάνη να αυξήσει το εκμετάλλευσιμό υδατικό δυναμικό της Υλίκης είναι ο ορθολογικός προγραμματισμός των αντλήσεων και αποτελεί το αντικείμενο της πρότασής μας για Γ' φάση του παρόντος ερευνητικού έργου.

Τέλος θεωρούμε ότι στα πλαίσια της προταθείσας γενικής προκαταρκτικής μελέτης είναι σκόπιμη η εξέταση των ακόλουθων έργων, που συνδυάζονται με το υδραγωγείο Υλίκης.

- 1) Η βελτίωση του υδραγωγείου, με επαύξηση της παροχετευτικότητας του. Το έργο συνδυάζεται και με την παραπάνω ιδέα χρονικού προγραμματισμού της εκμετάλλευσης της Υλίκης και ταυτόχρονα με την ιδέα της χρησιμοποίησης της Υλίκης ως "λύσης ανάγκης" σε περίπτωση έκτακτης διακοπής του υδραγωγείου Μόρνου (βλέπε και παράγραφο 3.2.3).
- 2) Η κατασκευή του ταμιευτήρα Ασωπού, που έχει προταθεί από την ΕΥΔΑΠ (Προκαταρκτική Εκθεση: Στρατηγική Αντιμετώπισης της Υδρευσης του Λεκανοπέδιου Αττικής και Συναφών Περιοχών - 1983) η χωρητικότητα του οποίου μπορεί να φτάσει τα 350 εκατομμύρια m<sup>3</sup>. Στον ταμιευτήρα αυτό θα μπορούσε να αποθηκευτεί, υπό ευνοϊκούς όρους στεγανότητας, νερό που θα μεταφερόταν τους χειμερινούς μήνες από την Υλίκη. Παράλληλα το έργο αυτό θα είχε και τις σκοπιμότητες που προβλέπει η

ΕΥΔΑΠ, δηλαδή εξασφάλιση αναρρύθμισης του υδραγωγείου Μόρνου και κάλυψη έκτακτων αναγκών.

### 3.5. Η λύση άντλησης υπόγειων νερών της βόρειας ακτής Κορινθιακού

Η λύση αυτή έχει προταθεί από τη μελετητική ομάδα ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ - Κόμη (1977), και αφορά στην σύλληψη των αναβλύσεων γλυκού νερού που εμφανίζονται κατά μήκος της βόρειας ακτής τους Κορινθιακού κόλπου, όπου καταλήγουν οι νότιες κλιτύες της Γκιώνας, του Παρνασσού και του Ελικώνα, και στην άντληση της μέχρι τον υδαταγωγό Μόρνου σε υψόμετρο +300 m περίπου.

Η συνολική ποσότητα των συγκροτημάτων αναβλύσεων εκτιμάται σε 250 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως. Η λύση προβλέπει διεσπαρμένα τοπικά αντλιοστάσια στις θέσεις αναβλύσεων, από όπου το νερό θα καταθλίβεται σε κεντρικές δεξαμενές. Από εκεί, μέσω κεντρικών αντλιοστασίων το νερό θα οδηγείται στο Μόρνο. Συνολικά προβλέπονται 17 αντλιοστάσια, συνολικής ισχύος 51 MW.

Οπως οι ίδιοι οι μελετητές παρατηρούν, η λύση αυτή εμφανίζει σοβαρά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα. Συγκεκριμένα η επιτυχής σύλληψη των αναβλύσεων νερού από τις διεσπαρμένες αναβλύσεις περί την ίσαλο γραμμή και η εξασφάλιση συνεχούς παροχής από αυτές θεωρείται από γεωλογική και τεχνική άποψη δύσκολη. Παράλληλα, το μεγάλο υψόμετρο όπου πρέπει να διοχετευτεί το νερό με άντληση καθιστά τη λύση αυτή εξαιρετικά αντιοικονομική, αφού το κεφαλοποιημένο κόστος όλων των δαπανών (κατασκευής, λειτουργίας, συντήρησης) ανέρχεται σε 9.4 δισεκατομμύρια δραχμές, σε τιμές 1977, δηλαδή η λύση είναι 2.5 έως 3.3 φορές ακριβότερη από τη λύση Ευήνου.

Στα παραπάνω μειονεκτήματα θα πρέπει να προσθέσουμε και τη σχετικά μεγάλη αβεβαιότητα στην εκτίμηση του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού.

### 3.6. Συμπεράσματα

Μετά από την παραπάνω κριτική επισκόπηση των εναλλακτικών λύσεων ενίσχυσης της ύδρευσης της Αθήνας, προκύπτει ότι η εμφανώς οικονομικότερη και τεχνικά πλεονεκτικότερη λύση είναι η λύση Ευήνου, που συνίσταται στην κατασκευή ενός από τους τρείς εναλλακτικούς ταμιευτήρες στον Εύηνο, και η σύνδεση του με τον ταμιευτήρα Μόρνου. Η αυξημένη παροχετευτικότητα με την οποία σχεδιάστηκε ο υδαταγωγός Μόρνου (εφόσον βέβαια επιβεβαιώθει με αξιόπιστες μετρήσεις), συνηγορεί υπέρ αυτής της λύσης. Το μειονέκτημα της λύσης Ευήνου είναι ότι θα υπάρχει ένας μόνο κύριος τροφοδοτικός αγωγός προς την πρωτεύουσα. Αυτό όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί με την οριστική ένταξη της Υλίκης στο σύστημα, Μόρνου - Ευήνου, με κύριο ρόλο την κάλυψη αιχμών κατανάλωσης και έκτακτων αναγκών. Με το παραπάνω σχήμα συνδυάζονται δύο ακόμη εναλλακτικά έργα, που είναι σκόπιμο να εξεταστούν σε λεπτομέρεια: Η βελτίωση του υδραγωγείου Υλίκης - Μαραθώνα, με επαύξηση της παροχετευτικότητας του και η κατασκευή του αναρρυθμιστικού ταμιευτήρα Ασωπού.

Υπό τις τωρινές συνθήκες αναγκών και εκμετάλλευσης, και μέχρι την κατασκευή των έργων Ευήνου, είναι σαφές ότι ο ταμιευτήρας Μόρνου δεν επαρκεί για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών. Κατά συνέπεια είναι υποχρεωτική η εντατική εκμετάλλευση των νερών της Υλίκης. Ο ορθολογικός χρονικός προγραμματισμός της συνδυασμένης εκμετάλλευσης Υλίκης - Μόρνου, θα έχει πολύ ευνοϊκά αποτελέσματα, και ως προς τις εκμεταλλεύσιμες ποσότητες (αναμένεται αύξηση του εκμεταλλεύσιμου δυναμικού της Υλίκης) και ως προς την οικονομικότητα. Το όλο θέμα θα καλυφθεί από την προτεινόμενη φάση Γ' του παρόντος ερευνητικού έργου.

**4. ΣΥΛΛΟΓΗ, ΑΡΧΕΙΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
ΛΕΚΑΝΩΝ ΜΟΡΝΟΥ ΚΑΙ ΕΥΗΝΟΥ**

**4.1. Γενικά**

Σύμφωνα με την απόφαση ανάθεσης του ερευνητικού έργου, στο αντικείμενό του συμπεριλαμβάνεται ως εργασία υποδομής η συστηματική οργάνωση, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή των υδρολογικών δεδομένων των λεκανών Μόρνου και Ευήνου.

Η σχετική εργασία, που έχει ήδη ολοκληρωθεί στο Α' μέρος του ερευνητικού έργου, κάλυψε ένα πολύ σημαντικό - το σημαντικότερο από άποψη όγκου εργασίας - τμήμα της έρευνας, και αυτό εξαιτίας της πρωτότυπης εργασίας υποδομής που απαιτήθηκε (σύνταξη κώδικα Η/Υ) αλλά και του μεγάλου πλήθους δεδομένων των δύο λεκανών απορροής. Η σχετική εργασία περιέλαβε:

- Την ανάπτυξη προγραμμάτων Η/Υ για αρχειοθέτηση και επεξεργασία των δεδομένων, και
- Την καθαυτό συλλογή, αρχειοθέτηση και επεξεργασία των δεδομένων.

Οι βάσεις δεδομένων και τα προγράμματα διαχείρισης τους παραδίνονται στο ΥΠΕΧΩΔΕ σε δισκέτες. Αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα από το ΥΠΕΧΩΔΕ για τη μελλοντική συμπλήρωση και πρόσθετη επεξεργασία των δεδομένων, με βάση τις οδηγίες που περιέχονται στο τεύχος 5. Παράλληλα στα παραρτήματα Α έως ΣΤ περιέχονται συστηματικές εκτυπώσεις των αρχικών και επεξεργασμένων δεδομένων.

**4.2. Τα προγράμματα Η/Υ και τα χαρακτηριστικά τους**

Τα προγράμματα που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος και παραδίνονται μαζί με τα άλλα στοιχεία, είχαν συνταχθεί σε πρώτη μορφή στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος του ΥΠΕΧΩΔΕ με τίτλο "Υδρολογική διερεύνηση του υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας" που εκπονήθηκε από την ίδια ερευνητική ομάδα. Η παρούσα εξελιγμένη μορφή (έκδοση 3) παρέχει περισσότερες

δυνατότητες και ευκολίες χρήσης. Η σύνταξη των προγραμμάτων της προηγουμένης και της παρούσας έκδοσης έγινε σε γλώσσα προγραμματισμού Pascal. Όλα τα προγράμματα είναι προσανατολισμένα στις ελληνικές συνθήκες υδρομετεωρολογικών μετρήσεων και χρησιμοποιούν αποκλειστικά την ελληνική γλώσσα στην επικοινωνία υπολογιστή - χρήστη.

Τα προγράμματα τρέχουν σε οποιοδήποτε προσωπικό υπολογιστή συμβατό με IBM που χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα DOS (έκδοση 3.00 ή νεότερη). Ο υπλογιστής γενικά δεν απαραίτητο να έχει ειδικές δυνατότητες αφού οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι 256 KB μνήμης και 1 οδηγός δισκέτας (πάντως τα αρχεία των λεκανών Μόρνου και Ευήνου, επειδή είναι μεγάλα, απαιτούν για την αποθήκευση και την αξιοποίηση τους σκληρό δίσκο).

Τα προγράμματα διαιρούνται σε δύο κατηγορίες που αφορούν στην αρχειοθέτηση και επεξεργασία των βροχομετρικών και των σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων αντίστοιχα. Οι τίτλοι των προγραμμάτων και οι εργασίες που εκτελούν φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.  
ΤΙΤΛΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΟΥΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ
<b>A. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ (ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ)</b>		
1.	RGARCH	Αρχειοθέτηση/επεξεργασία βροχομετρικών δεδομένων
2.	RGTEST	Ελεγχος των αρχείων βροχομετρικών δεδομένων
<b>B. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ (ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΚΑΙ ΩΡΙΑΙΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΕΣ)</b>		
3.	SDARCH	Αρχειοθέτηση και επεξεργασία σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων
4.	SDDTEST	Ελεγχος των αρχείων ημερήσιας στάθμης
5.	SDHTEST	Ελεγχος των αρχείων ωριαίας στάθμης

Τα κύρια προγράμματα RGARCH και SDARCH είναι δομημένα με μορφή επάλληλων στοιχειώδων διαδικασιών. Οι διαδικασίες αυτές συναρτώνται μεταξύ τους υπό μορφή δέντρων, σχηματίζοντας πιο σύνθετες διαδικασίες. Η επιλογή της επιθυμητής, κάθε φορά, διαδικασίας από το χρήστη γίνεται βάσει των προσφερομένων καταλόγων επιλογών. Οι κυριότερες στοιχειώδεις διαδικασίες είναι οι ακόλουθες:

#### ■ Πρόσθεση

Είναι η διαδικασία με την οποία εισάγουμε νέα δεδομένα στα αρχεία. Η πληκτρολόγηση των δεδομένων διευκολύνεται με διάφορους τρόπους, ενώ υπάρχουν πολλαπλοί τρόποι για την διόρθωση λαθών στην πληκτρολόγηση.

#### ■ Αναζήτηση

Εντοπισμός μιας εγγραφής στο αρχείο δεδομένων

#### ■ Τροποποίηση

Μεταβολή των δεδομένων μιας εγγραφής

#### ■ Παρουσίαση

Με το γενικό τίτλο αυτό, περιγράφεται ένα σύνολο στοιχειώδων διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την τυποποιημένη εκτύπωση των δεδομένων των αρχείων.

#### ■ Επεξεργασία / Μηνιαίες Τιμές

Υπολογισμός μηνιαίων τιμών των μεταβλητών (π.χ. παροχών) βάσει των ημερησίων και ωριαίων.

#### ■ Επεξεργασία / Ακροτατες Τιμές

Υπολογισμός των μεγίστων και ελαχίστων ετησίων τιμών μιας μεταβλητής είτε σε σημειακή βάση (παροχή - βροχόπτωση) είτε σε επιφανειακή (βροχόπτωση).

#### ■ Σχεδιασμός Γραφήματος

Αυτόματη εκτύπωση, στην οθόνη ή τον εκτυπωτή, ενός γραφήματος (στην παρούσα μορφή μόνο πλημμυρογραφήματος).

#### 4.3. Οι βάσεις δεδομένων

Μια βάση δεδομένων περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα αρχεία από κάθε μία από τις εξής κατηγορίες:

1. Αρχεία πληροφοριών (συνήθως με κατάληξη .INF), που περιέχουν ορισμένες τυπικές πληροφορίες απαραίτητες για την εκτέλεση του προγράμματος (π.χ. ονομασίες και εξοπλισμός σταθμών κλπ)
2. Αρχεία δεδομένων (με κατάληξη .??D), στα οποία περιέχονται όλα τα δεδομένα (βροχομετρικά, σταθμημετρικά ή σταθμηγραφικά).
3. Ευρετήρια (με κατάληξη .??I), που περιέχουν κλειδιά για την ταχύτατη πρόσβαση στα αρχεία δεδομένων.

Μια βάση βροχομετρικών δεδομένων περιλαμβάνει 3 αρχεία, ένα από κάθε κατηγορία. Μια βάση σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων περιλαμβάνει 5 συνολικά αρχεία, ήτοι 1 αρχείο πληροφοριών και 2 ζεύγη αρχείων δεδομένων και ευρετηρίων. Το πρώτο αντιστοιχεί στις ημερήσιες εγγραφές και το δεύτερο στις ωριαίες.

Τα αρχεία πληροφοριών είναι αρχεία κειμένου (text) και γι' αυτό είναι άμεσα αναγνώσιμα από το χρήστη (μπορούν να τυπωθούν στην οθόνη ή στον εκτυπωτή). Τα προγράμματα της βάσης δεδομένων στην αρχή της εκτέλεσης τους, διαβάζουν τα αρχεία αυτά, χωρίς να τα τροποποιούν.

Αντίθετα τα αρχεία των άλλων κατηγοριών είναι γραμμένα σε συμβολική μορφή και επομένως δεν είναι άμεσα αναγνώσιμα από το χρήστη. Η ανάγνωση και τροποποίηση τους μπορεί να γίνει μόνο μέσα από τα προγράμματα της βάσης δεδομένων. Η συμβολική μορφή γραφής αυτών των αρχείων προτιμήθηκε από τη μορφή κειμένου λόγω του μικρότερου χώρου αποθήκευσης που χρειάζονται και της πολύ μεγαλύτερης ταχύτητας πρόσβασης.

Στα αρχεία δεδομένων καταχωρούνται οι εγγραφές (records), που περιέχουν τα δεδομένα σε δομημένη μορφή, η μία μετά την άλλη. Η καταχώρηση γίνεται με τη σειρά εισαγωγής τους στον υπολογιστή.

Στα ευρετήρια καταχωρούνται τα "κλειδιά" με τα οποία είναι δυνατόν να εντοπιστούν οι εγγραφές στο αρχείο δεδομένων. Τα κλειδιά αυτά σχηματίζονται από την ημερομηνία της εγγραφής και τον κωδικό αριθμό του υδρομετεωρολογικού σταθμού. Τα ευρετήρια λοιπόν, δεν περιέχουν καμιά ουσιαστική πληροφορία, αλλά μόνο την πληροφορία για τη διαχείριση των αρχείων δεδομένων.

Τα ευρετήρια είναι δομημένα με τη μορφή των B δέντρων (B trees). Η δόμηση αυτή επιτρέπει τον ταχύτατο εντοπισμό κάθε εγγραφής. Για παράδειγμα, ο εντοπισμός ενός δεδομένου κλειδιού σε ένα ευρετήριο με 10.000 κλειδιά, απαιτεί κατά μέσο όρο 2,5 - 3 ψαξίματα, από τα οποία μόνο το 1 (κατά μέσο όρο) θά γίνεται στο δίσκο.

Οι βάσεις σταθμημετρικών/σταθμηγραφικών δεδομένων περιέχουν τα πλήρη δεδομένα, σε ημερήσια και ωριαία βάση, 3 σταθμών της λεκάνης Μόρνου και 3 σταθμών της λεκάνης Ευήνου (βλ. πίνακα 4.2). Τα ωριαία δεδομένα προέκυψαν από αποκαθικοποίηση των ταινιών των σταθμηγράφων (για τις ημέρες με σημαντική διακύμανση της στάθμης)

Οι βάσεις βροχομετρικών δεδομένων περιλαμβάνουν τα ημερήσια ύψη βροχής του συνόλου των ανεκτά αξιόπιστων σταθμών των δύο λεκανών απορροής και συγκεκριμένα 10 σταθμών της λεκάνης Μόρνου και 8 σταθμών της λεκάνης Ευήνου (βλ. πίνακα 4.3). Τα δεδομένα γενικώς ελήφθησαν από τα ημερήσια φύλλα παρατηρήσεων, πολλές φορές όμως έγινε αναδρομή στις ταινίες των βροχογράφων για να υπολογιστούν ή να ελεγχθούν τα 24ωρα ύψη βροχής.

Περισσότερες πληροφορίες για τα προγράμματα και τις βάσεις δεδομένων υπάρχουν στο τεύχος 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2  
ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΟΥ ΑΡΧΕΙΟΘΕΤΗΘΗΚΑΝ

A/A	ΟΝΟΜΑ/ΘΕΣΗ	ΕΕΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
-----	------------	------------	----------	-------------------

ΛΕΚΑΝΗ ΜΟΡΝΟΥ

1	ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΕΝΟΥ	ΣΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	5
2	ΓΕΦΥΡΑ ΠΕΡΙΒΟΛΙΟΥ	ΣΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	5
4	ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	ΣΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	5

ΛΕΚΑΝΗ ΕΥΗΝΟΥ

1	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ № 0	ΣΜ	ΔΕΗ	6
11	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ № 1	ΣΜ	ΔΕΗ	6
12	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ № 2	ΣΜ	ΔΕΗ	6
13	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ № 3	ΣΜ	ΔΕΗ	6
14	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ № 4	ΣΜ	ΔΕΗ	6
3	ΑΧΛΑΔΟΚΑΣΤΡΟ	ΣΜ/ΣΓ	ΔΕΗ	6
4	ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ	ΣΜ/ΣΓ	ΔΕΗ	6
41	ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΗ ΣΜ		ΔΕΗ	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3  
ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΟΥ ΑΡΧΕΙΟΘΕΤΗΘΗΚΑΝ

A/A	ΟΝΟΜΑ/ΘΕΣΗ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
<b>ΛΕΚΑΝΗ ΜΟΡΝΟΥ</b>				
3	ΛΙΔΩΡΙΚΙ	ΒΜ/ΒΓ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
4	ΚΑΛΛΙΟ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
5	ΚΑΡΟΥΤΕΣ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
6	ΑΘΑΝ. ΔΙΑΚΟΣ	ΒΜ/ΒΓ	ΥΠΕΧΩΔΕ	2
7	ΔΑΦΝΟΣ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
8	ΚΟΝΙΑΚΟΣ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	2
9	ΜΑΛΑΝΔΡΙΝΟ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
10	ΠΕΝΤΑΓΙΟΙ	ΒΜ/ΒΓ	ΥΠΕΧΩΔΕ	1
11	ΠΥΡΑ	ΒΜ/ΒΓ	ΥΠΕΧΩΔΕ	2
12	ΣΥΚΕΑ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	2
<b>ΛΕΚΑΝΗ ΕΥΗΝΟΥ</b>				
1	ΑΝΑΛΗΨΗ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	4
2	ΑΡΑΧΩΒΑ	ΒΜ	ΔΕΗ	3
3	ΓΡΑΜΜΕΝΗ ΘΕΥΑ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	3
5	ΓΡΗΓΟΡΙΟ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	3
6	ΔΡΥΜΩΝΑΣ	ΒΜ/ΒΓ	ΔΕΗ	3
7	ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	4
9	ΠΛΑΤΑΝΟΣ	ΒΜ	ΥΠΕΧΩΔΕ	3
10	ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ	ΒΜ/ΒΓ	ΥΠΕΧΩΔΕ	4

Σημείωση

Τα παλιότερα βροχομετρικά δεδομένα της λεκάνης Μόρνου, τα οποία έχουν ληφθεί από τη "Μελέτη Εργων Υδρεύσεως Περιοχής Πρωτευούσης εκ Μόρνου" της Υδρομηχανικής (Φάκελλος 8 - Τεύχος Πινάκων - ΥΠΔΕ 1966), τα οποία δε βρέθηκαν σε πρωτογενή μορφή, αρχειοθετήθηκαν χωριστά στη βάση δεδομένων αριθμός 7. Στη βάση αυτή περιλαμβάνονται επί πλέον και ο παλιότερος σταθμός ΛΙΔΩΡΙΚΙ της ΕΑΑ (a/a 1 - 1904-1931) και ΛΙΔΩΡΙΚΙ της ΕΜΥ (a/a 2 - 1931-1965).

## **5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΟΡΝΟΥ**

### **5.1. Γενικά**

Στο κεφάλαιο αυτό συνοψίζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας της υδρολογικής πληροφορίας της λεκάνης Μόρνου. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στα βροχομετρικά, μετεωρολογικά και υδρομετρικά δεδομένα. Η υπολεκάνη στην οποία εντοπίζεται το ενδιαφέρον μας είναι η ανάτη του φράγματος Μόρνου. Η χρονική κλίμακα εξέτασης των διάφορων υδρομετεωρολογικών μεταβλητών είναι η μηνιαία. Παρόλο που τα πρωτογενή δεδομένα έχουν αρχειοθετηθεί σε ωριαία έως ημερήσια κλίμακα, η μηνιαία κλίμακα επεξεργασίας είναι επαρκής για τους στόχους της έρευνας, που περιορίζονται στην εξέταση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης.

Η πρωτογενής υδρολογική πληροφορία, στην οποία έχουμε στηριχτεί, είναι καταχωρημένη στα παραρτήματα Α, Γ, Δ και Ε. Η περιγραφή των υδρομετεωρολογικών σταθμών της λεκάνης είναι κωδικοποιημένη στο τεύχος 4. Τέλος η αναλυτική πορεία της επεξεργασίας της πληροφορίας καθώς και πλήθος άλλων δεδομένων υπάρχουν στο τεύχος 6.

Πέρα από την κλασική υδρολογική πληροφορία που προκύπτει από τους μετεωρολογικούς σταθμούς έχουν επίσης αξιοποιηθεί και όσα δεδομένα υπάρχουν από τη λειτουργία του ταμιευτήρα Μόρνου μετά το 1981. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται εδώ, ενώ οι αναλυτικοί υπολογισμοί υπάρχουν στο τεύχος 3.

### **5.2. Βροχομετρική πληροφορία**

#### **5.2.1. Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα**

Οι 10 βροχομετρικοί σταθμοί της λεκάνης απορροής φαίνονται στον πίνακα 4.3. Σημειώνεται ότι στο Λιδωρίκι είχαν λειτουργήσει παλιότερα και άλλοι δύο σταθμοί της ΕΜΥ (1931-35 και 1959-σήμερα) και της ΕΑΑ (1904-31) που όμως δεν τους πήραμε υπόψη, γιατί δε μπορούσε να ελεγθεί η αξιοπιστία τους. Επίσης δε χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα των σταθμών Κάλλιο (που είχε πολύ λίγα χρόνια

μετρήσεων) και Δάφνος (που παρουσιάζει προφανή και συνεχή λάθη). Οι σταθμοί Λιδωρίκι, Καρούτες, Αθ.Διάκος, Κονιακός και Μαλανδρίνο παρουσιάζουν συστηματικά σφάλματα, όπως έδειξε η διερεύνηση με την κλασική μέθοδο της διπλής αθροιστικής καμπύλης. Συμπερασματικά η γενική εικόνα των μετρήσεων δεν είναι καθόλου καλή και είναι χαρακτηριστικό ότι εμφανίζονται και αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των ετήσιων υψών βροχής διαφόρων σταθμών. Πάντως η εικόνα εμφανίζεται σαφώς βελτιωμένη τα τελευταία χρόνια.

#### **5.2.2. Ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση**

Η ομογενοποίηση των δειγμάτων, που ουσιαστικά αποσκοπεί στη διόρθωση των συστηματικών σφαλμάτων, έγινε με τη γνωστή μέθοδο αναγωγής βάσει συνελεστών που υπολογίστηκαν από τις αθροιστικές καμπύλες. Οι συντελεστές αναγωγής εφαρμόστηκαν στα μηνιαία και ετήσια ύψη βροχής.

Η συμπλήρωση των ελλείψεων έγινε με γραμμική παλινδρόμηση, σε μηνιαία βάση, και χρησιμοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση ως σταθμός βάσης, εκείνος ο σταθμός που εμφάνιζε την καλύτερη συσχέτιση με τον προς συμπλήρωση σταθμό. Κατ' εξαίρεση, σε ορισμένους μήνες που έλλειπαν μόνο λίγα ημερήσια ύψη βροχής (μέχρι 5) η συμπλήρωση έγινε σε ημερήσια βάση. Στην τελευταία περίπτωση το ημερήσιο ύψος βροχής του προς συμπλήρωση σταθμού εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος των αντίστοιχων ημερήσιων υψών των γειτονικών του σταθμών.

Η τελική περίοδος την οποία καλύπτουν όλα τα μεγιστοποιημένα δειγματα, ξεκινά από το υδρολογικό έτος 1962-63 και φτάνει μέχρι το υδρολογικό έτος 1986-87. Η περαιτέρω επέκταση των δειγμάτων προς τα πίσω θεωρήσαμε ότι δε θα είχε επαρκή αξιοπιστία, γιατί θα στηρίζονταν αποκλειστικά στο σταθμό του Λιδωρικίου, του οποίου η αξιοπιστία δε θα μπορεί να ελεγχθεί σε περιόδους πριν το 1962.

Τα τελικά ετήσια ύψη βροχής των διάφορων σταθμών για την παραπάνω περίοδο φαίνονται στον πίνακα 5.1. Σημειώνουμε ότι ορισμένες από τις τιμές του πίνακα διαφέρουν από αντίστοιχες τιμές που εμφανίζονται σε παλιότερες μελέτες. Οι διαφορές οφείλονται στις

εκτεταμένες εργασίες ομογενοποίησης (αναγωγής) και μεγιστοποίησης που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας έρευνας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

ΤΕΛΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΩΝ ΥΨΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΔΕΚΑΝΗΣ ΜΟΡΝΟΥ

ΥΑΡ.ΕΤΟΣ ΛΙΔΩΡΙΚΗ ΚΑΡΟΥΤΕΣ ΑΘ.ΔΙΑΚΟΣ ΚΟΝΙΑΚΟΣ ΜΑΛΑΝ/ΝΟ ΠΕΝΤΑΓΙΟΙ ΗΥΡΑ ΕΥΚΕΑ
1962-63 1331.4 1704.0 1809.7 1720.6 1283.7 2062.9 1816.2 2048.3
1963-64 873.0 1386.0 1363.6 1075.5 909.2 1135.3 1188.9 1379.1
1964-65 765.4 1198.9 1448.2 1358.0 817.0 1660.0 1209.4 1278.1
1965-66 997.1 1358.4 1829.2 1589.4 998.4 1911.1 1266.7 1559.4
1966-67 806.1 1082.6 1640.6 1363.1 727.2 1658.8 1300.6 1102.5
1967-68 837.2 1034.9 1402.6 1449.7 914.3 1463.1 1307.3 1092.2
1968-69 787.3 1186.7 1236.4 1092.5 683.0 1321.0 1497.6 1289.8
1969-70 864.1 1207.2 1638.5 1322.2 892.4 1897.2 1244.0 1279.7
1970-71 855.6 1355.4 1279.4 1187.1 765.3 1402.5 1323.6 1217.3
1971-72 785.3 1180.2 1370.5 1188.1 734.1 1351.7 1151.3 1088.2
1972-73 798.3 1246.7 1369.8 1165.4 853.7 1451.9 1204.9 1298.2
1973-74 854.0 1459.0 1578.2 1256.0 1074.6 1651.1 1387.9 1344.2
1974-75 691.7 1088.6 1236.0 981.8 794.0 1230.3 1395.2 1149.5
1975-76 636.9 1204.3 905.2 1198.9 771.9 1101.5 1416.0 1026.4
1976-77 722.3 1137.9 1365.3 939.1 810.6 1417.6 948.0 1010.3
1977-78 898.8 1326.4 1176.1 1167.4 933.3 1477.5 1760.6 1563.0
1978-79 948.5 1444.7 1894.2 1434.9 1022.8 1694.9 1408.4 1571.1
1979-80 1009.2 1632.1 1364.4 1281.1 1190.7 1461.9 1692.9 1884.1
1980-81 1209.1 1691.2 1770.6 1605.8 1151.7 1922.2 1859.1 2129.4
1981-82 1029.1 1637.0 1222.9 1501.2 1084.2 1731.3 1615.9 1821.7
1982-83 749.1 1082.3 895.5 1199.2 542.9 890.3 1396.4 1258.6
1983-84 950.9 998.7 628.4 1417.2 1109.4 1848.5 1688.8 1339.3
1984-85 681.5 988.5 506.7 1268.6 658.3 1310.6 1617.4 1108.5
1985-86 980.7 1460.1 1719.4 1860.5 1062.7 2192.2 1398.6 1760.3
1986-87 884.1 1708.9 1484.1 1100.6 907.4 1526.3 1671.0 1664.3
ΜΕΣΗ Τ. 877.9 1312.0 1365.4 1309.0 907.7 1550.9 1430.7 1410.5

### 5.2.3. Επιφανειακά ύψη βροχής

Τα επιφανειακά μηνιαία ύψη βροχής για τη λεκάνη ανάτη του φράγματος Μόρνου υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Thiessen, ενώ έγινε και υψομετρική διόρθωση. Το τελικό δείγμα επιφανειακής βροχόπτωσης φαίνεται στον πίνακα 5.2. Αντίστοιχοι υπολογισμοί έγιναν και για τις υπολεκάνες ανάτη των υδρομετρικών σταθμών Στενού και Περιβολίου (βλ. τεύχος 6).

Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής τις λεκάνης Μόρνου φτάνει τα 1513 mm. Σημειώνεται πάντως ότι λόγω των διαπιστωμένων προβλημάτων του συνολικού βροχομετρικού δικτύου της λεκάνης Μόρνου, το τελικό δείγμα είναι μειωμένης αξιοπιστίας.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΔΕΚ. ΑΠΟΡΡΟΗ : ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΡΝΟΥ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ : 1082 μ

ΣΤΑΘΜΟΙ: ΛΙΔΟΡΙΚΗ (0.185) ΚΑΡΟΥΤΣΕ (0.046) ΑΘ. ΔΙΑΚΟΣ (0.113) ΚΟΝΙΑΚΟΣ (0.133) ΜΑΛΑΝΑΡΙΝΟ (0.133)  
ΠΕΝΤΑΓΙΟΙ (0.146) ΝΥΡΑ (0.135) ΣΥΚΕΑ (0.109)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ : 1.215

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1962-63	162.6	317.8	405.4	308.1	365.0	105.7	93.5	112.0	87.0	59.3	12.5	34.7	2063.5
1963-64	228.4	75.6	336.2	93.4	106.0	153.5	85.1	86.6	86.3	41.3	31.7	36.6	1360.7
1964-65	89.2	174.1	261.8	224.4	303.4	104.9	141.6	74.6	53.3	12.7	7.2	4.2	1451.5
1965-66	43.6	409.7	230.2	524.5	120.7	167.3	37.5	54.4	47.8	15.0	10.7	61.2	1722.6
1966-67	100.7	404.9	286.4	238.1	59.6	47.2	92.5	51.3	7.0	82.6	15.8	72.4	1458.3
1967-68	72.6	60.2	374.6	490.8	117.8	117.9	16.7	57.0	82.6	1.1	22.7	25.1	1439.2
1968-69	135.9	141.6	351.9	189.8	264.0	142.8	31.5	13.8	20.5	10.9	9.5	38.4	1350.8
1969-70	4.7	167.7	520.0	271.0	206.0	163.9	38.2	40.7	40.7	35.9	22.1	43.6	1554.6
1970-71	126.8	126.7	229.2	140.3	259.7	297.9	35.2	36.3	7.4	30.1	18.9	77.8	1386.3
1971-72	72.3	226.2	145.4	163.9	169.6	96.4	144.1	88.7	30.8	92.7	45.2	38.7	1314.0
1972-73	247.8	101.5	49.3	217.3	281.9	182.2	81.8	59.4	49.6	67.0	28.2	24.4	1390.6
1973-74	145.9	177.6	249.4	94.5	308.5	127.9	198.8	109.2	38.6	14.7	20.1	79.9	1565.3
1974-75	220.7	190.4	109.3	73.3	217.7	128.2	31.4	91.3	114.6	28.6	58.9	8.0	1272.3
1975-76	102.3	151.0	245.4	186.3	170.2	90.7	85.3	63.1	44.7	45.8	12.2	19.8	1216.8
1976-77	144.8	257.7	302.2	99.6	104.6	43.4	115.3	43.5	34.9	9.0	10.1	71.7	1236.9
1977-78	7.1	294.2	235.1	297.5	205.6	127.6	179.4	23.0	14.3	1.6	9.7	139.9	1535.0
1978-79	95.5	235.9	218.3	433.0	225.2	80.1	159.7	93.2	38.6	61.2	33.6	16.6	1690.9
1979-80	223.8	237.1	259.3	277.2	105.7	260.0	132.3	67.7	50.1	4.8	11.4	62.0	1691.3
1980-81	301.5	268.8	403.9	505.6	172.7	29.6	137.1	84.1	9.0	12.5	21.4	36.7	1982.9
1981-82	144.4	217.2	527.1	64.7	190.8	214.8	162.6	109.6	22.5	8.3	29.7	30.1	1721.9
1982-83	82.7	188.8	230.2	87.9	162.4	109.5	40.9	50.3	124.0	68.7	31.0	10.6	1187.0
1983-84	121.1	266.4	272.6	166.3	261.0	167.3	177.6	44.4	9.8	11.2	27.1	21.6	1546.4
1984-85	15.5	205.0	118.1	426.4	106.5	161.1	95.9	69.8	11.7	8.9	5.6	9.5	1234.0
1985-86	97.7	469.3	108.0	301.2	323.0	116.4	134.9	77.3	139.8	52.1	31.7	10.5	1861.9
1986-87	193.8	66.5	259.1	288.7	144.4	343.0	106.2	62.4	60.3	13.8	39.6	9.9	1587.7
MΕΣΗ Τ.	127.3	217.3	269.1	246.6	198.1	143.2	102.2	66.6	49.0	31.6	22.7	39.4	1512.9

### **5.3. Μετεωρολογική πληροφορία**

#### **5.3.1. Γενικά**

Η ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων αποσκοπεί ουσιαστικά στην εκτίμηση των απωλειών εξάτμισης του ταμιευτήρα Μόρνου. Η ακριβέστερη προσέγγιση στο θέμα αυτό είναι η μέθοδος Penman η οποία και χρησιμοποιήθηκε. Κατά συνέπεια τα μετεωρολογικά δεδομένα που απαιτήθηκε να αναλυθούν είναι αυτά που παίρνονται υπόψη στη μέθοδο Penman, ήτοι:

- Θερμοκρασία αέρα
- Σχετική υγρασία
- Σχετική ηλιοφάνεια
- Ταχύτητα ανέμου

Οι άμεσες μετρήσεις εξάτμισης από εξατμισίμετρα κατά κανόνα στις ελληνικές συνθήκες δεν είναι αξιόπιστες και γι' αυτό θεωρούνται ως απλές ενδείξεις. Όλες οι παραπάνω μετεωρολογικές μεταβλητές εξετάζονται στα πλαίσια της παρούσας έρευνας σε μηνιαία βάση. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στο παράρτημα Γ και η αναλυτική επεξεργασία τους δίνεται στο τεύχος 6.

#### **5.3.2. Θερμοκρασία**

Στη λεκάνη Μόρνου υπάρχουν δύο θερμόμετρα, στο Λιδωρίκι και στο φράγμα Μόρνου. Ο σταθμός φράγματος Μόρνου, όπως προέκυψε από την επί τόπου επίσκεψή μας, είναι τελείως αναξιόπιστος, και οι τιμές που σημειώνονται από τον παρατηρητή δεν είναι μετρήσεις αλλά χονδρικές εκτιμήσεις. Ετσι δεν πήραμε καθόλου υπόψη τα στοιχεία του σταθμού αυτού. Απέμεινε λοιπόν ο σταθμός Λιδορικίου, ο οποίος λειτουργεί ικανοποιητικά και συστηματικά, και εμφανίζει ελάχιστες ελλείψεις. Οι ελλείψεις αυτές συμπληρώθηκαν με γραμμική συσχέτιση από το σταθμό Γραμμένης Οξιάς, της λεκάνης Ευήνου. Οι συντελεστές συσχέτισης σε μηνιαία βάση ήταν υψηλοί. Το τελικό συμπληρωματικό δείγμα καλύπτει την περίοδο 1970-71 έως 1986-87.

Η εκτίμηση των μηνιαίων θερμοκρασιών στη θέση του φράγματος έγινε με υψομετρική αναγωγή (στη μέση στάθμη ταμιευτήρα) και χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες τιμές της θερμομετρικής βαθμίδας των Giandotti, που έχουν υπολογιστεί εμπειρικά από μεσογειακές λεκάνες. Χαρακτηριστικές μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες φαίνονται στον πίνακα 5.3.

### **5.3.3. Σχετική υγρασία**

Υπάρχει ένα ψυχρόμετρο στο Λιδορίκι με συστηματικές και αξιόπιστες μετρήσεις που καλύπτουν την περίοδο 1960-61 έως 1986-87, με μερικές ελλείψεις. Θεωρήθηκε ότι οι μετρήσεις αυτές τισχύουν και για την περιοχή του φράγματος Μόρνου.

Η σχετική υγρασία στο Λιδορίκι σε μέση μηνιαία βάση φαίνεται στον πίνακα 5.3.

### **5.3.4. Ηλιοφάνεια**

Δεν υπάρχει ηλιογράφος στη λεκάνη Μόρνου, ενώ ο πλησιέστερος, ο οποίος τελικά χρησιμοποιήθηκε, βρίσκεται στη Λαμία (ΕΜΥ). Το δείγμα που υπάρχει καλύπτει την περίοδο από 1976-77 μέχρι 1986-87 χωρίς ελλείψεις. Θεωρήθηκε ότι οι τιμές στη Λαμία καλύπτουν και την περιοχή του Μόρνου, αλλά πάντως η παραδοχή αυτή είναι δυσμενής, δηλαδή οδηγεί σε εξατμίσεις σχετικά μεγαλύτερες από τις πραγματικές. Η σχετική ηλιοφάνεια της Λαμίας σε μέση μηνιαία βάση, φαίνεται στον πίνακα 5.3.

### **5.3.5. Ταχύτητα ανέμου**

Υπάρχουν δύο ανεμόμετρα μέσα στη λεκάνη Μόρνου, στο Λιδορίκι και στο φράγμα Μόρνου. Οπως προαναφέρθηκε στα δεδομένα στο φράγμα Μόρνου είναι χωρίς αξία. Δυστυχώς όμως και τα ανεμομετρικά δεδομένα στο Λιδορίκι εμφανίζουν μία γενική εικόνα αναξιόπιστη.

Το ανεμόμετρο του σταθμού της Λαμίας εμφανίζει αξιόπιστη γενική εικόνα μετρήσεων, αλλά δυστυχώς έχει ελλείψεις δεδομένων που δε μπορούσαν να συμπληρωθούν. Τελικά καταφύγαμε στις μετρήσεις του ανεμομέτρου Αλιάρτου (EMY) που είναι συνεχείς για την περίοδο 1966-67 έως 1986-87. Η ταχύτητα ανέμου στην Αλιάρτο, σε μέση μηνιαία βάση φαίνεται στον πίνακα 5.3.

### **5.3.6. Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman**

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα έγινε δυνατή η εκτίμηση της εξάτμισης από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα Μόρνου, με την ημιεμπειρική μέθοδο Penman, που αποτελεί την ακριβέστερη δυνατή προσέγγιση. Οι υπολογισμένες μηνιαίες τιμές της εξάτμισης κάλυψαν την περίοδο από τον Ιανουάριο 1977 μέχρι και τον Δεκέμβριο 1986 (10 χρόνια) και φαίνονται στον πίνακα 5.4. Η μέση ετήσια εξάτμιση της περιόδου αυτής φτάνει τα 1372 mm. Η τιμή αυτή είναι σχετικά μεγάλη, πράγμα που οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στην περιοχή (όπως τουλάχιστον προκύπτουν από τα δεδομένα στο Λιδορίκι). Δεν πρέπει πάντως να συγχέεται η τιμή αυτή, που αναφέρεται σε εξάτμιση από ελεύθερη επιφάνεια νερού, με την ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή, που αναφέρεται σε εδαφική επιφάνεια, και είναι σαφώς μικρότερη (800 - 900 mm ετησίως).

### **5.3.7. Μετρήσεις εξάτμισης - Συγκρίσεις**

Εξατμισίμετρα υπάρχουν στο Λιδορίκι και στο φράγμα Μόρνου, αλλά σε κανέναν από τους δύο σταθμούς δεν έχουμε αξιόπιστα δεδομένα. Για λόγους σύγκρισης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του εξατμισίμετρου Λαμίας, που οι μέσες μηνιαίες τιμές τους φαίνονται στον πίνακα 5.3. Σε υπερετήσια βάση τα πηλίκα των εκτιμήσεων της μεθόδου Penman προς τις μετρημένες εξατμίσεις της Λαμίας συμφωνούν σε ικανοποιητικό επίπεδο (μέση ετήσια τιμή του πηλίκου = 0.87), αλλά στα επιμέρους έτη οι διαφορές είναι σημαντικές. Πιο σημαντικές είναι οι διαφορές στους επιμέρους μήνες. Από τη γενική εικόνα των δεδομένων προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα αποτελέσματα

της μεθόδου Penman είναι αρκετά αξιόπιστα, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τα δεδομένα του εξατμισιμέτρου Λαμίας.

### **5.3.8. Επέκταση του δείγματος εξατμίσεων**

Δεδομένου ότι το μέγεθος που επηρεάζει κατά κύριο λόγο την εξάτμιση είναι η θερμοκρασία (άλλωστε υπάρχουν εμπειρικές μέθοδοι εκτίμησης της εξάτμισης με βάση μόνο τη θερμοκρασία) είναι δυνατόν να επεκτείνουμε το δείγμα των μηνιαίων εξατμίσεων σε όλη την περίοδο που υπάρχουν μετρήσεις θερμοκρασίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η απλή μέθοδος του βρόχου εξάτμισης (διαγράμματος με άξονες μέση μηνιαία θερμοκρασία - μέση μηνιαία εξάτμιση). Ο βρόχος εξάτμισης καταρτίστηκε με βάση τα αποτελέσματα της μεθόδου Penman και κατόπιν χρησιμοποιήθηκε για την αναγωγή της θερμοκρασίας σε εξάτμιση, για όλους τους επιπλέον μήνες που υπήρχαν μετρήσεις θερμοκρασίας. Το τελικό δείγμα, που φαίνεται στον πίνακα 5.4, καλύπτει την περίοδο από 1970-71 μέχρι 1986-87.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3

## ΜΕΣΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΟΡΝΟΥ ή ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

	Θερμοκρασία στο Λιδορίκι	Θερμοκρασία στη Θέση	Σχ.Υγρασία στο Λιδό-	Σχ.Ηλιοφά- νεια στη	Ταχ.ανέμου (στα 2m)	Εξάτμιση (εξ/τρου)	Εξάτμιση κατά Penman	Διευρυμένο δειγ.εξάτμ
ΜΗΝΑΣ	Περίοδος 10/1970 - - 9/1987)	Περίοδος 10/1970 - - 9/1987	Περίοδος 1/1961 - - 9/1987	Περίοδος 1/1977 - - 12/1986	Περίοδος 1/1967 - - 9/1987	Περίοδος 1/1977 - - 12/1986	Περίοδος 1/1977 - - 12/86	Περίοδος 10/1970 - - 9/1987
	°C	°C	%	%	m/sec	mm	mm	mm
ΟΚΤ.	14.5	15.6	63.7	49	2.1	113.5	72.3	70.0
ΝΟΕΜ.	9.5	10.5	71.0	41	1.8	68.1	38.6	37.9
ΔΕΚ.	6.6	7.3	73.2	40	2.3	65.7	26.8	27.4
ΙΑΝ.	5.1	5.8	68.6	40	2.5	68.5	32.4	31.3
ΦΕΒ.	5.8	6.6	69.1	37	2.7	59.4	46.0	42.5
ΜΑΡ.	8.8	10.0	65.8	42	2.7	87.8	81.3	78.4
ΑΠΡ.	12.3	13.7	62.2	53	2.8	138.9	122.0	118.0
ΜΑΙΟΣ	17.7	19.1	57.6	59	2.4	177.9	170.9	172.3
ΙΟΥΝ.	22.4	23.8	52.0	71	2.6	255.9	215.9	215.2
ΙΟΥΛ.	24.8	26.2	47.8	75	2.8	258.2	234.4	233.5
ΑΥΓ.	24.0	25.4	48.2	72	2.6	235.6	207.4	208.4
ΣΕΠΤ.	20.3	21.6	53.7	64	2.4	180.6	139.8	143.3
ΕΤΟΣ	14.3	15.5	62.1	53	2.5	1647.7	1371.7	1378.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΜΟΡΝΟΥ, ΚΑΤΑ PENMAN (σε mm)

ΥΑΡ.ΕΤΟΣ ΟΚΤ. ΝΟΕΜ. ΔΕΚ. ΙΑΝ. ΦΕΒΡ. ΜΑΡΤ. ΑΠΡ. ΜΑΙΟΣ ΙΟΥΝ. ΙΟΥΛ. ΑΥΓ. ΣΕΠΤ. ΕΤΟΣ

1970-71	68.2*	45.0*	26.4*	43.4*	35.0*	68.2*	84.0*	186.0*	222.0*	218.6*	238.7*	129.0*	1364.5
1971-72	55.8*	36.0*	24.8*	34.1*	37.7*	117.8*	135.0*	167.4*	223.5*	218.6*	179.8*	135.0*	1365.5
1972-73	54.5*	36.5*	27.0*	29.5*	47.6*	62.0*	114.0*	196.9*	219.0*	237.2*	204.6*	141.0*	1369.8
1973-74	71.3*	33.0*	31.0*	24.8*	46.2*	80.6*	90.0*	170.5*	222.2*	251.1*	238.7*	141.1*	1400.5
1974-75	77.5*	33.0*	31.0*	21.7*	19.6*	93.0*	135.0*	170.5*	198.0*	226.3*	182.9*	174.0*	1362.5
1975-76	68.2*	36.0*	31.0*	21.6*	29.0*	74.4*	126.0*	170.5*	196.5*	217.0*	179.5*	129.8*	1279.5
1976-77	71.8*	38.2*	27.0*	32.3	56.7	99.8	136.9	195.2	230.5	262.8	241.3	153.2	1545.8
1977-78	85.2	48.1	34.3	35.2	48.8	93.7	113.9	188.2	234.8	253.7	212.7	130.0	1478.6
1978-79	75.8	47.4	29.6	33.8	48.6	87.0	108.9	141.5	218.4	220.9	189.9	152.1	1353.9
1979-80	66.5	37.9	28.1	26.8	48.3	73.0	107.4	150.3	195.4	219.1	197.6	126.2	1276.5
1980-81	73.3	37.1	28.0	37.5	45.0	87.0	130.1	164.7	206.6	232.6	205.0	123.7	1370.4
1981-82	74.9	33.4	25.2	37.0	43.9	81.9	107.9	154.1	225.4	240.2	203.1	156.3	1383.3
1982-83	74.6	39.0	28.7	31.0	48.6	92.7	145.3	192.7	191.2	210.2	191.1	137.9	1382.9
1983-84	66.9	35.0	22.7	26.5	36.7	66.8	92.7	187.2	228.5	244.7	182.6	135.3	1325.5
1984-85	77.0	36.2	26.1	34.3	38.7	61.9	124.4	166.9	221.5	243.7	230.1	145.2	1406.2
1985-86	65.6	36.0	21.8	29.4	44.4	68.9	152.7	168.1	206.8	216.0	220.6	137.9	1368.0
1986-87	62.9	36.2	23.9	34.1*	47.6*	24.8*	102.0*	158.1*	217.5*	257.3*	244.9*	189.0*	1398.4

ΜΕΣ.ΤΙΜ. 70.0 37.9 27.4 31.3 42.5 78.4 118.0 172.3 215.2 233.5 208.4 143.3 378.3

ΤΥΠ.ΑΠ. 7.8 4.6 3.3 5.8 8.9 20.3 19.8 16.4 13.5 16.6 23.3 17.4 63.3

\* Τιμή που εκτιμήθηκε με βάση μόνο τη θερμοκρασία και με τη μέθοδο του βρόχου εξάτμισης

#### 5.4. Υδρομετρική πληροφορία

##### 5.4.1. Υδρομετρικοί σταθμοί

Στον ποταμό Μόρνο είχαν λειτουργήσει κατά το παρελθόν δύο κύριοι υδρομετρικοί σταθμοί στο Στενό και στο Περιβόλι, του ΥΠΕΧΩΔΕ. Σήμερα ο σταθμός Στενό έχει καλυφθεί από τον ταμιευτήρα Μόρνου, αλλά και ο σταθμός Περιβόλι που βρίσκονταν αμέσως κατάντη του φράγματος σταμάτησε να λειτουργεί. Η περίοδος λειτουργίας για το

Στενό είναι από το Νοέμβριο 1950 μέχρι τον Ιανουάριο 1974, συστηματικές υδρομετρήσεις όμως έγιναν μόνο μετά το 1963 (σποραδικές είχαν γίνει στο διάστημα 1950-56). Για το Περιβόλι η περίοδος λειτουργίας ξεκινά από τον Οκτώβριο 1963 και φτάνει μέχρι το Νοέμβριο 1976, ενώ συστηματικές υδρομετρήσεις έγιναν από το 1964 μέχρι το 1968 (στο υπόλοιπο διάστημα δεν έγιναν καθόλου).

Για τα πιο πρόσφατα χρόνια που λειτουργεί ο ταμιευτήρας Μόρνου δεν υπάρχει άμεση υδρολογική πληροφορία, δεδομένου ότι δε μετρούνται οι εισροές. Μπορεί όμως να εξαχθεί έμμεση υδρολογική πληροφορία με βάση το ισοζύγιο του, και αναλυτικότερα, με βάση:

- a) τις απολήψεις του ταμιευτήρα,
- β) τις απώλειες του ταμιευτήρα (εξάτμιση και υπόγειες διαφυγές),
- γ) τις υπερχειλίσεις του ταμιευτήρα, και
- δ) τη διακύμανση της στάθμης του ταμιευτήρα.

Ο υπερχειλιστής του ταμιευτήρα αντιμετωπίστηκε σαν υδρομετρικός σταθμός, μόνο που η καμπύλη στάθμης-παροχής του κατασκευάστηκε με υδραυλικούς υπολογισμούς. Οι απολήψεις και οι απώλειες του ταμιευτήρα εκτιμήθηκαν ξεχωριστά, όπως αναλυτικά περιγράφεται στο τεύχος 3.

#### 5.4.2. Καμπύλες στάθμης παροχής

Και στους δύο υδρομετρικούς σταθμούς που εξετάστηκαν παρατηρείται έντονη μεταβλητότητα και ασαφής προσδιορισμός της σχέσης στάθμης-παροχής. Άλλα σημαντικά προβλήματα που διαπιστώνονται είναι:

- α) Η ύπαρξη μακρών (πολυετών) περιόδων χωρίς καθόλου υδρομετρήσεις. Για τις περιόδους αυτές δεν είναι δυνατό να αναχθούν οι στάθμες σε παροχές, λόγω της μεταβλητότητας που αναφέρθηκε παραπάνω.
- β) Η ύπαρξη περιόδου με πολύ αραιές υδρομετρήσεις (ιδιαίτερα στο Στενό την περίοδο 1950-56). Σε τέτοιες περιόδους η αξιοπιστία των παροχών που εξάγονται είναι πολύ

περιορισμένη.

- γ) Υπάρχουν πολύ λίγες μετρήσεις σε περιόδους υψηλών παροχών, πράγμα που δημιουργεί αβεβαιότητα στο αντίστοιχο τμήμα της καμπύλης στάθμης-παροχής, που είναι και το σημαντικότερο.

Η εργασία κατάρτισης καμπυλών στάθμης-παροχής έγινε εξ αρχής για όλους τους σταθμούς (μόνο για το σταθμό Περιβόλι χρησιμοποιήθηκαν ορισμένες καμπύλες της Υδρομηχανικής που κρίθηκαν αξιόπιστες). Οι καμπύλες που καταρτίστηκαν παρατίθενται στο παράρτημα Δ.

Για την επέκταση των καμπυλών στάθμης-παροχής στην περιοχή των υψηλών παροχών χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών της Υδρομηχανικής, τα οποία πάντως δεν υπήρχε τρόπος να ελεγχθούν, δεδομένου ότι και οι δύο σταθμοί έχουν καταργηθεί.

#### **5.4.3. Τελικές παροχές υδρομετρικών σταθμών**

Οι παροχές που υπολογίστηκαν βάσει των μετρήσεων στάθμης και των καμπυλών στάθμης-παροχής εμφανίζουν την ακόλουθη εικόνα.

- α) Για το σταθμό Στενό υπάρχουν δύο διακεκριμένες περίοδοι, στις οποίες έγινε δυνατό να υπολογιστούν οι παροχές: (i) Φεβρουάριος 1951 έως Σεπτέμβριος 1956 και (ii) Σεπτέμβριος 1963 έως Σεπτέμβριος 1968. Στην ενδιάμεση περίοδο (Οκτώβριος 1956 έως Αύγουστος 1963) δεν υπάρχουν υδρομετρήσεις και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατό να υπολογιστούν οι παροχές. Σημειώνεται ότι σε παλιότερες μελέτες είχαν δοθεί εκτιμήσεις των παροχών για αυτή την ενδιάμεση περίοδο, οι οποίες όμως δε χρησιμοποιούνται στο παρόν ερευνητικό έργο, επειδή κρίνονται τελείως αναξιόπιστες.

Ειδικά στην παραπάνω περίοδο (ii) εμφανίζεται μία υποπερίοδος από τον Απρίλιο έως το Σεπτέμβριο 1966, όπου δεν ήταν δυνατό να εξαχθούν παροχές με τη συνήθη μεθοδολογία, δεδομένου ότι υπήρξε αστοχία του σταθμημέτρου ως προς την υφιστάμενη κοίτη, με αποτέλεσμα οι μετρήσεις στάθμης να

εμφανίζουν μηδενική τιμή, για οποιαδήποτε τιμή της παροχής. Για την εν λόγω υποπερίοδο, που σημειώθειν είναι θερινή, και έτσι μπορούμε να δεχτούμε ότι δεν υπήρξαν σηματικά πλημμυρικά γεγονότα, εκτιμήσαμε τις μηνιαίες παροχές ως μέσους όρους των άμεσων μετρήσεων παροχής που πραγματοποιήθηκαν τον αντίστοιχο μήνα.

- β) Για το σταθμό Περιβόλι οι παροχές υπολογίστηκαν με τη συνήθη μεθοδολογία για την περίοδο από το Φεβρουάριο 1964 μέχρι το Σεπτέμβριο 1968. Ελλείψεις μετρήσεων στάθμης εμφανίζονται τους μήνες από το Δεκέμβριο 1966 έως το Φεβρουάριο 1967. Οι παροχές για τους μήνες αυτούς, καθώς και για τους μήνες από τον Οκτώβριο 1963 μέχρι τον Ιανουάριο 1964 (για τη συμπλήρωση του υδρολογικού έτους 1963-64) εκτιμήθηκαν με αναγωγή των μηνιαίων παροχών του Στενού. Συγκεκριμένα καταρτίστηκε ένα διάγραμμα με άξονες παροχή στο Στενό (Q<sub>Σ</sub>) - παροχή στο Περιβόλι (Q<sub>Π</sub>), με βάση τις ταυτόχρονες (ιδιαίς ημερομηνίας) μετρήσεις παροχής στο Στενό και Περιβόλι. Από το διάγραμμα αυτό προέκυψε ότι υπάρχει σαφής αναλογία των παροχών των δύο σταθμών, που εκφράζεται με τη σχέση

$$Q_{\Pi} = 1.56 Q_{\Sigma}$$

Ο συντελεστής συσχέτισης για την παραπάνω σχέση είναι εντυπωσιακά μεγάλος ( $r = 0.97$  για 353 σημεία). Η σχέση αυτή λοιπόν χρησιμοποιήθηκε για τη συμπλήρωση του δείγματος των μηνιαίων παροχών στο Περιβόλι, από τις αντίστοιχες παροχές στο Στενό.

- γ) Ο υπερχειλιστής του φράγματος έχει λειτουργήσει την περίοδο από το Μάϊο 1981 μέχρι το Μάϊο 1984, για την οποία υπάρχουν και οι μετρήσεις στάθμης στον ταμιευτήρα. Για την περίοδο αυτή υπολογίστηκαν με τη συνήθη μεθοδολογία.

#### 5.4.4. Παροχές στη θέση φράγματος Μόρνου

Υπάρχουν τρεις διακεκριμένες περίοδοι, για τις οποίες έχουν εκτιμηθεί παροχές στη θέση του φράγματος Μόρνου. Η εκτίμηση των παροχών αυτών γίνεται με διαφορετική μεθοδολογία για κάθε

περίοδο, και έχουν διαφορετική αξιοπιστία, όπως αναλυτικά περιγράφεται παρακάτω.

a) Περίοδος μεταξύ των υδρολογικών ετών 1951-52 μέχρι 1955-56

Την περίοδο αυτή διατίθενται οι παροχές μόνο στο Στενό, και αυτές είναι μειωμένης αξιοπιστίας, λόγω των πολύ αραιών μετρήσεων παροχής που είχαν πραγματοποιηθεί. Η αναγωγή των παροχών αυτών στη θέση του φράγματος έγινε με πολλαπλασιασμό επί το συντελεστή

$$\lambda = 1.56 * 0.98 = 1.53$$

Αναλυτικότερα ο συντελεστής 1.56 εφαρμόζεται για την αναγωγή στη θέση του υδρομετρικού σταθμού Περιβολίου, (βλέπε παρ. 5.4.3.β), ο οποίος βρίσκεται πολύ κοντά στη θέση του φράγματος, ενώ ο συντελεστής 0.98 είναι ίσος με το λόγο του εμβαδού της λεκάνης απορροής στη θέση του φράγματος προς το αντίστοιχο εμβαδό στο Στενό. Σημειώνεται ότι η άμεση αναγωγή από το Στενό στο φράγμα βάσει των εμβαδών θα έδινε ένα συντελεστή  $\lambda' = 1.40$ . Η εμφανιζόμενη διαφορά εξηγείται από την ευνοϊκότερη ως προς την απορροή γεωλογική σύσταση της ενδιάμεσης λεκάνης απορροής, μεταξύ Στενού και θέσης φράγματος.

b) Περίοδος μεταξύ των υδρολογικών ετών 1963-64 και 1967-68

Την περίοδο αυτή διατίθενται μετρήσεις παροχής και στο Στενό και στο Περιβόλι. Δυστυχώς μεταξύ των δύο ομάδων μετρήσεων εμφανίζονται ορισμένες ασυμβατότητες. Για παράδειγμα στο υδρολογικό έτος 1965-66 π.χ., οι όγκοι απορροής στο Στενό και Περιβόλι είναι αντίστοιχα 207.8 και 446.8 εκατομμύρια  $m^3$ , με αντίστοιχους συντελεστές απορροής 0.33 και 0.54. Η διαφορά των 239 εκατομ.  $m^3$  δε μπορεί να εξηγηθεί, δεδομένου ότι ο συνολικός όγκος κατακρημνίσεων της ενδιάμεσης λεκάνης είναι περίπου 280 εκατομ.  $m^3$ . Θα έπρεπε λοιπόν να είχαμε συντελεστή απορροής της ενδιάμεσης λεκάνης ίσο με  $239/280 = 0.85$  έναντι 0.33 της λεκάνης Στενού. Η αναντίστοιχία των τιμών αυτών είναι εμφανής. Από τις δύο ομάδες μετρήσεων επιλέξαμε τελικά τις μετρήσεις στο Περιβόλι που εμφανίζουν

ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως:

- (i) καλύτερη συσχέτιση με τη βροχόπτωση σε ετήσια βάση,
- (ii) ο σταθμός Περιβόλι βρίσκεται σχεδόν στη θέση του φράγματος και επομένως είναι πιο αντιπροσωπευτικός,
- (iii) η θέση του υδρομετρικού σταθμού ήταν πιο πρόσφορη από υδραυλική άποψη, όπως είχαν παρατηρήσει οι μελετητές του φράγματος.

Η αναγωγή των παροχών στη θέση του φράγματος έγινε με βάση το λόγο των εμβαδών των αντίστοιχων λεκανών ( $\lambda = 0.98$ ).

γ) Περίοδος μεταξύ των υδρολογικών ετών 1979-80 και 1987-88

Τα δεδομένα για την περίοδο αυτή προκύπτουν από το ισοζύγιο του ταμιευτήρα Μόρνου. Δυστυχώς και εδώ υπάρχουν αβεβαιότητες που αφορούν στις απώλειες από τον ταμιευτήρα και τη σήραγγα Γκιώνας, καθώς και στις μετρήσεις παροχής στους υπερχειλιστές της σήραγγας Γκιώνας. Οι παροχές εισροής προσδιορίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη:

- (i) τη διακύμανση της στάθμης ταμιευτήρα,
- (ii) τις εκροές της σήραγγας Γκιώνας,
- (iii) τις παροχές του υπερχειλιστή,
- (iv) τις απώλειες εξάτμισης από τον ταμιευτήρα, και
- (v) τις εκτιμήσεις των υπόγειων διαφυγών από τον ταμιευτήρα.

Οι σχετικοί υπολογισμοί ισοζυγίου έχουν γίνει αναλυτικά στο τεύχος 3.

Συμπερασματικά οι δύο τελευταίες από τις παραπάνω περιόδους έχουν δεδομένα σχετικά μεγαλύτερης αξιοπιστίας από αυτά της πρώτης περιόδου. Τα δεδομένα των περιόδων αυτών φαίνονται στον πίνακα 5.4. Οι μέσες ετήσιες τιμές που προκύπτουν είναι 320.3, 351.7 και 308.5 εκατομ.  $m^3$  για τις περιόδους (a), (β) και (γ) αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές δε διαφέρουν σημαντικά από στατιστική άποψη. Με ενοποίηση των περιόδων αυξημένης αξιοπιστίας (β) και (γ), παράγεται το δείγμα A, μεγέθους 14 ετών με μέση ετήσια απορροή 324.0 εκατομ.  $m^3$  και τυπική απόκλιση 71.1 εκατομ.  $m^3$ . Με

ενοποίηση και των τριών περιόδων (α), (β) και (γ) παράγεται το δείγμα Β, μεγέθους 19 ετών, με μέση ετήσια απορροή 323.0 εκατομ. $m^3$  και τυπική απόκλιση 75.6 εκατομ.  $m^3$ . Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα δύο δείγματα Α και Β είναι στατιστικά ισοδύναμα. Περαιτέρω ανάλυση των δειγμάτων θα γίνει στο Β' μέρος του ερευνητικού έργου.

Για την περίοδο (γ), κατά την οποία υπάρχουν και πλήρη βροχομετρικά δεδομένα στη λεκάνη Μόρνου, προκύπτει ότι υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση βροχής-απορροής, που μπορεί να αποδοθεί από τη γραμμική σχέση

$$\text{ΑΠΟΡΡΟΗ (mm)} = 0.36 \text{ (ΒΡΟΧΗ) (mm)} + 3.7,$$

ο δε συντελεστής συσχέτισης είναι 0.84

Ο συντελεστής απορροής για την εν λόγω περίοδο είναι 0.35. Τέλος αν θεωρήσουμε ως τελική εκτίμηση της απορροής τα 323 εκατομ.  $m^3$  (= 579.4 mm) και ως τελική εκτίμηση της επιφανειακής βροχής στη λεκάνη τα 1512.9 mm (υπολογισμένη από το δείγμα 1962-87), ο αντίστοιχος συντελεστής απορροής προκύπτει ίσος με 0.38.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.

## ΤΕΛΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΜΟΡΝΟΥ (εκ.Μ3)

ΥΑΡ.ΕΤΟΣ	OΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
----------	------	-------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	-------	------	-------	------

ΠΕΡΙΟΔΟΣ α ΑΝΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΤΕΝΟ (ΣΥΝΤΕΛ. 1.56\*0.98)

1951-52	57.20	51.40	37.71	89.59	95.46	21.33	23.06	11.42	6.06	3.73	4.09	3.53	404.59
1952-53	6.72	41.81	37.84	36.57	32.14	10.20	15.14	14.00	26.95	7.29	6.39	6.54	241.56
1953-54	9.62	49.81	5.94	21.50	54.26	44.88	47.35	40.54	16.88	8.76	9.75	8.80	318.08
1954-55	12.33	15.06	55.85	22.07	19.45	29.89	26.03	9.21	4.40	5.16	5.32	4.60	209.38
1955-56	34.68	60.35	12.73	24.94	121.39	62.16	48.70	30.55	12.05	7.74	6.72	5.86	427.87
ΜΕΣ.ΤΙΜΗ	24.11	43.68	30.01	38.93	64.54	33.69	32.06	21.15	13.27	6.54	6.45	5.86	320.30
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΑ	21.55	17.30	20.41	28.97	42.94	20.34	15.12	13.71	9.11	2.05	2.11	2.01	96.42

ΠΕΡΙΟΔΟΣ β ΑΝΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΟΛΙ (ΣΥΝΤΕΛ. 0.98)

1963-64	20.63	8.64	71.16	22.42	23.82	42.57	26.27	14.83	11.43	3.86	2.07	3.53	251.23
1964-65	3.73	11.56	43.36	62.92	39.14	44.20	48.52	42.55	17.98	3.86	2.20	2.11	322.13
1965-66	2.62	51.24	86.20	124.86	54.67	45.93	27.94	21.21	11.48	3.57	2.47	5.66	437.86
1966-67	6.61	88.85	75.41	68.30	48.08	18.87	25.50	22.28	6.30	15.72	3.18	4.95	384.07
1967-68	4.59	4.55	58.01	117.83	63.01	45.78	34.80	14.33	12.73	1.42	3.46	2.57	363.07
ΜΕΣ.ΤΙΜΗ	7.64	32.97	66.83	79.26	45.74	39.47	32.61	23.04	11.98	5.69	2.68	3.76	351.67
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΑ	7.41	36.45	16.55	42.38	15.06	11.60	9.62	11.49	4.17	5.70	0.61	1.52	69.95

ΠΕΡΙΟΔΟΣ γ (ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ)

1979-80	0.30	28.20	56.10	52.30	33.50	67.30	40.00	36.20	20.80	7.30	4.60	4.30	350.90
1980-81	27.00	47.60	84.50	69.50	56.60	48.80	37.40	22.10	14.10	9.80	12.70	11.20	441.20
1981-82	14.90	16.40	109.20	33.00	24.80	36.40	39.40	32.70	9.50	3.90	11.90	10.90	342.80
1982-83	11.40	22.60	59.00	20.10	20.50	24.10	20.10	13.20	12.90	10.80	7.10	1.10	222.90
1983-84	9.20	25.10	57.90	37.30	55.50	36.40	34.00	39.70	22.50	1.80	6.50	7.60	333.40
1984-85	5.80	14.60	11.70	74.10	38.20	42.90	37.70	26.30	12.90	5.00	4.90	5.90	280.10
1985-86	4.50	45.20	26.40	53.90	63.90	39.30	33.70	23.30	13.60	13.00	7.20	2.60	326.50
1986-87	9.80	11.40	15.50	42.80	35.90	47.30	40.80	23.90	16.20	10.30	2.90	4.70	261.50
1987-88	7.70	15.10	30.00	17.10	35.50	49.20	26.10	17.60	7.60	3.00	4.50	4.30	217.70
ΜΕΣ.ΤΙΜΗ	10.07	25.13	50.03	44.46	40.49	43.52	34.36	26.11	14.46	7.21	6.92	5.84	308.56
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΑ	7.61	13.23	32.58	19.95	14.91	11.92	6.99	8.65	4.81	3.96	3.35	3.47	70.81

ΔΕΙΓΜΑ α (ΠΕΡΙΟΔΟΙ β και γ)

ΜΕΣ.ΤΙΜΗ	9.20	27.93	56.03	56.89	42.37	42.08	33.73	25.01	13.57	6.67	5.41	5.10	323.95
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΑ	7.35	23.06	28.41	33.12	14.61	11.53	7.70	9.43	4.59	4.50	3.39	3.03	71.07

ΔΕΙΓΜΑ β (ΠΕΡΙΟΔΟΙ α,β,γ)

ΜΕΣ.ΤΙΜΗ	13.12	32.08	49.18	52.16	48.20	39.87	33.29	24.00	13.49	6.63	5.68	5.30	322.99
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΑ	13.70	22.39	28.53	32.32	25.78	14.22	9.71	10.44	5.81	3.94	3.08	2.77	75.61

## **6. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ**

### **6.1. Γενικά**

Στο κεφάλαιο αυτό συνοψίζονται τα αποτελέσματα της υδρολογικής πληροφορίας της λεκάνης Ευήνου. Το ενδιαφέρον μας εντοπίζεται στις τρείς υπολεκάνες που ορίζονται από τις υπό μελέτη θέσεις φραγμάτων Περίστας, Αγίου Δημητρίου και Δενδροχωρίου. Η ανάλυσή μας περιλαμβάνει τα βροχομετρικά, τα μετεωρολογικά και τα υδρομετρικά δεδομένα, σε μηνιαία κλίμακα.

Η πρωτογενής υδρολογική πληροφορία, στην οποία έχουμε στηριχθεί είναι καταχωρημένη (σε ωριαία, ημερήσια ή μηνιαία κλίμακα) στα παραρτήματα Β, Γ, Δ και ΣΤ. Η περιγραφή των υδρομετεωρολογικών σταθμών της λεκάνης είναι κωδικοποιημένη στο τεύχος 4. Τέλος η αναλύτική πορεία της επεξεργασίας της πληροφορίας καθώς και πλήθος άλλων δεδομένων υπάρχουν στο τεύχος 6.

### **6.2. Βροχομετρική πληροφορία**

#### **6.2.1. Βροχομετρικοί σταθμοί και δεδομένα**

Οι 8 βροχομετρικοί σταθμοί της λεκάνης Ευήνου φαίνονται στον πίνακα 4.3. Δε χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του σταθμού Παραδείσιο, ο οποίος σταμάτησε να λειτουργεί το 1966, και έτσι δεν καλύπτει την περίοδο που ενδιαφέρει το ερευνητικό έργο.

Η γενική εικόνα των δεδομένων των σταθμών της λεκάνης Ευήνου είναι μέτρια, παρόμοια με αυτή των σταθμών του Μόρνου. Και εδώ έχουμε εμφάνιση αρνητικής συσχέτισης μεταξύ των ετησίων υψών βροχής δύο σταθμών. Βελτιωμένη πάντως είναι η εικόνα των σταθμών από άποψη ανιχνεύσιμων συστηματικών σφαλμάτων, αφού μόνο στο σταθμό Γρηγόριο παρατηρήθηκε θλάση της διπλής αθροιστικής καμπύλης.

### **6.2.2. Ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση**

Η ομογενοποίηση του δείγματος του σταθμού Γρηγόριο έγινε με τη γνωστή μέθοδο αναγωγής βάσει συντελεστή που υπολογίστηκε από τις αθροιστικές καμπύλες. Ο συντελεστής αυτός εφαρμόστηκε στα μηνιαία και στα ετήσια ύψη βροχής.

Η συμπλήρωση των ελλείψεων και η επέκταση των δειγμάτων σε όλα τα υδρολογικά έτη της περιόδου 1962-63 μέχρι 1986-87 έγινε με γραμμική παλινδρόμηση. Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ως σταθμός βάσης εκείνος που εμφάνιζε την καλύτερη συσχέτιση με τον προς συμπλήρωση σταθμό. Κατ' εξαίρεση σε ορισμένους μήνες που έλειπαν μόνο λίγα ημερήσια δεδομένα (μέχρι 5) η συμπλήρωση έγινε σε ημερήσια βάση. Σε αυτή την περίπτωση το ημερήσιο ύψος βροχής του προς συμπλήρωση σταθμού εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος των αντίστοιχων ημερήσιων υψών βροχής των γειτονικών του σταθμών.

Τα τελικά ετήσια ύψη βροχής των διάφορων σταθμών της λεκάνης φαίνονται στον πίνακα 6.1.

### **6.2.3. Επιφανειακά ύψη βροχής**

Τα επιφανειακά μηνιαία ύψη βροχής για τις υπολεκάνες ανάντη των θέσεων φραγμάτων Περίστας, Αγίου Δημητρίου και Δενδροχωρίου υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Thiessen, ενώ έγινε και υψομετρική διόρθωση. Τα αντίστοιχα δείγματα φαίνονται στους πίνακες 6.2. έως 6.4. Παρόμοιοι υπολογισμοί έγιναν και για τις υπολεκάνες ανάντη των θέσεων υδρομετρικών σταθμών Πόρου Ρηγανίου και Αχλαδόκαστρου (βλ. τεύχος 6).

Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής στη λεκάνη ανάντη του Δενδροχωρίου είναι 1517 mm, δηλαδή περίπου ίδιο με το αντίστοιχο ύψος της λεκάνης Μόρνου (1513 mm). Τα ύψη των λεκανών Αγίου Δημητρίου και Περίστας είναι 1480 mm και 1472 mm αντίστοιχα, δηλαδή είναι μικρότερα από το ύψος βροχής της λεκάνης Μόρνου.

Δεδομένου ότι και οι τρείς παραπάνω λεκάνες απορροής του Ευήνου

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1ΤΕΛΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΩΝ ΥΨΟΝ ΕΡΧΟΧΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ

ΥΑΡ.ΕΤΟΣ ΑΝΑΛΗΨΗ ΠΛΑΤΑΝΟΣ ΓΡ.ΟΕΥΑ ΓΡΗΓΟΡΙΟ ΑΡΑΧΟΒΑ ΠΟΡΟΣ ΡΗΓ. ΔΡΥΜΩΝΑΣ

1962-63	2139.8	2416.5	2303.1	2519.8	2137.7	2137.8	2135.3
1963-64	948.6	1243.9	1089.7	1608.1	984.6	694.2	1092.7
1964-65	1555.9	1337.9	1301.6	1849.1	1608.0	1342.1	1704.1
1965-66	1452.5	2144.0	1541.4	2198.0	1486.0	1665.6	1564.2
1966-67	1455.0	1760.9	1230.3	1685.1	1609.2	1558.9	1679.1
1967-68	1068.4	1500.1	1078.9	1783.2	1079.4	1247.7	1137.5
1968-69	1470.4	1519.1	1627.2	1905.6	1576.3	1321.7	1677.2
1969-70	1439.0	1852.5	1593.9	2161.3	1650.4	1305.1	1723.7
1970-71	1255.1	1676.5	1358.2	1509.9	1265.3	1264.2	1444.3
1971-72	1039.5	1794.4	1008.9	1667.9	1154.6	1287.2	1603.7
1972-73	1387.5	1900.0	1275.3	1414.5	1213.3	1220.2	1310.7
1973-74	1272.4	1673.8	1145.7	2083.3	1361.2	1442.1	1154.8
1974-75	1182.9	1520.9	1156.5	1429.2	1105.1	1077.7	1103.0
1975-76	931.5	1337.8	1161.3	1506.6	1162.0	1043.3	1091.2
1976-77	1098.0	1647.5	1048.8	1538.3	1245.5	1242.6	1381.7
1977-78	1227.3	1487.7	1320.5	1538.6	1445.2	1288.6	1356.4
1978-79	1335.8	1893.7	1335.4	1474.3	1509.1	1367.7	1696.0
1979-80	1521.4	1621.1	1326.2	1800.3	1524.4	1453.7	1581.7
1980-81	1477.3	1421.3	1468.0	2013.8	1619.8	1506.1	1591.4
1981-82	1416.2	1482.9	1366.2	1909.7	1351.5	1684.2	1611.0
1982-83	1156.5	1310.2	999.9	2007.7	1215.3	1204.3	1327.7
1983-84	1205.6	1433.7	1216.6	1929.9	1245.3	1543.2	1451.9
1984-85	869.2	1161.6	916.8	1382.5	909.5	942.0	897.3
1985-86	1338.0	1818.0	1329.5	1858.4	1338.8	1455.0	1604.8
1986-87	1140.4	1276.7	1124.1	1590.4	1074.9	1104.1	1116.8
ΜΕΣΗ Τ.	1295.4	1609.3	1293.0	1774.6	1354.9	1336.0	1441.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΑΣ

ΛΕΚ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ : ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΑΣ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ : 1175 μ

ΣΤΑΘΜΟΙ: ΠΑΑΤΑΝΟΣ (0.016) ΓΡΑΜ. ΟΕΥΑ (0.383) ΓΡΗΓΟΡΙΟ (0.208) ΑΡΑΧΩΒΑ (0.393)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ : 1.035

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1962-63	261.0	403.7	470.7	327.6	357.9	117.4	109.1	158.3	35.9	62.4	38.4	22.4	2365.0
1963-64	169.3	91.2	265.2	81.5	125.8	175.4	67.6	68.0	77.9	27.1	17.9	32.3	1199.2
1964-65	98.2	232.5	312.8	240.5	239.5	118.7	206.7	77.8	45.1	2.0	14.3	2.0	1590.2
1965-66	41.6	474.7	267.1	441.4	80.2	169.4	57.9	60.9	41.1	17.6	35.8	36.4	1724.1
1966-67	181.4	370.2	312.4	197.7	54.2	43.2	119.9	60.9	12.8	87.6	13.0	80.9	1534.2
1967-68	53.6	50.5	280.8	402.9	104.9	103.3	29.5	63.5	106.1	2.0	54.9	23.4	1275.5
1968-69	117.1	197.3	462.0	228.3	319.8	183.7	54.0	27.6	36.3	23.7	10.5	61.4	1721.6
1969-70	1.2	155.7	759.4	282.3	184.9	164.5	60.0	71.5	49.4	27.9	23.2	19.0	1799.1
1970-71	110.0	152.4	217.6	120.2	244.7	300.3	59.8	36.2	22.8	51.4	12.4	78.1	1405.9
1971-72	59.9	242.5	138.5	125.0	205.8	94.1	131.9	72.7	18.7	91.2	46.4	31.7	1258.3
1972-73	353.0	74.3	36.6	115.1	257.2	173.9	97.6	30.4	54.8	73.2	27.8	41.3	1335.0
1973-74	127.0	164.4	240.3	78.4	251.1	131.9	218.9	104.2	24.1	9.3	16.3	118.0	1484.0
1974-75	319.2	148.0	91.8	36.7	165.1	123.3	35.9	113.0	78.2	36.6	83.8	9.3	1240.8
1975-76	156.8	177.7	210.3	127.8	141.7	74.2	138.3	65.0	99.6	67.8	11.6	8.5	1279.5
1976-77	208.1	316.3	293.5	99.4	79.9	43.7	86.5	46.0	28.3	0.2	38.6	40.3	1280.8
1977-78	5.3	303.1	219.4	253.7	187.5	67.5	207.2	47.0	18.3	1.3	8.4	148.5	1467.2
1978-79	67.5	113.0	269.7	335.0	210.0	72.0	210.5	100.7	37.0	21.0	26.1	29.4	1491.9
1979-80	261.5	259.5	204.5	201.9	71.6	179.5	137.3	92.9	46.3	17.8	18.3	69.1	1560.2
1980-81	219.8	305.2	360.7	254.8	167.1	54.6	99.6	99.8	12.1	54.0	24.4	45.7	1697.9
1981-82	167.6	155.1	545.6	79.6	113.7	149.6	146.4	79.3	31.8	10.0	28.2	20.0	1527.0
1982-83	120.1	299.4	249.5	80.7	164.9	86.6	32.5	47.0	105.2	105.1	32.5	21.1	1344.6
1983-84	97.6	257.1	206.5	158.1	201.2	158.0	176.6	50.3	7.9	9.4	58.8	46.7	1428.0
1984-85	26.9	203.2	114.5	278.3	83.4	161.8	77.8	56.9	20.5	13.3	2.9	10.8	1050.2
1985-86	72.7	394.5	64.4	287.9	215.9	86.7	118.3	100.3	59.6	87.8	8.6	5.1	1501.8
1986-87	79.7	56.4	194.1	226.5	110.0	265.1	134.9	52.8	52.9	21.4	41.4	11.0	1246.3
ΜΕΣΗ Τ.	135.0	223.9	271.5	202.5	173.5	131.9	112.6	71.3	44.9	36.8	27.8	40.5	1472.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΘΕΣΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΛΕΚ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ : ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ : 1194 μ

ΕΤΑΘΜΟΙ: ΓΡΑΜ. ΟΣΥΑ (0.444) ΓΡΗΓΟΡΙΟ (0.241) ΑΡΑΧΩΒΑ (0.315)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ : 1.036

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1962-63	270.2	405.9	466.8	329.2	363.8	120.9	109.4	164.4	35.7	64.6	33.8	21.5	2386.1
1963-64	171.3	93.6	273.2	84.6	125.1	182.1	68.4	66.8	82.2	25.7	18.5	32.7	1224.1
1964-65	103.7	230.0	304.4	239.3	234.1	124.4	207.2	79.6	47.5	1.6	11.6	1.6	1585.1
1965-66	42.2	483.2	266.6	436.0	82.4	173.3	63.9	62.1	40.8	16.8	36.7	38.8	1742.7
1966-67	186.1	356.5	306.4	194.1	50.5	41.3	119.0	59.1	11.6	90.1	13.3	83.7	1511.8
1967-68	54.1	53.2	288.8	409.3	103.3	108.1	26.6	64.4	112.1	1.6	51.0	21.3	1293.8
1968-69	123.9	202.6	449.3	234.0	329.7	192.0	53.3	24.8	38.2	21.8	10.3	58.8	1738.7
1969-70	1.4	162.0	743.8	295.7	189.5	165.0	56.2	73.0	52.7	29.3	25.1	17.8	1811.4
1970-71	113.9	150.8	225.2	121.2	247.2	301.2	62.4	34.3	22.9	49.1	10.5	76.0	1414.7
1971-72	62.7	245.7	139.6	128.5	208.1	93.3	131.8	73.6	17.6	79.6	44.9	31.8	1257.3
1972-73	358.2	69.6	34.2	121.3	255.3	173.9	94.8	31.9	55.1	73.7	28.0	39.7	1335.7
1973-74	131.6	167.6	242.1	79.3	252.7	132.4	216.6	104.2	24.0	9.0	17.7	114.0	1491.4
1974-75	324.0	145.9	89.1	37.4	170.5	123.4	35.9	117.2	80.9	35.7	81.8	7.8	1249.4
1975-76	159.0	177.9	212.6	131.1	146.6	75.5	134.7	65.7	98.2	68.6	11.4	8.1	1289.5
1976-77	212.4	312.3	283.3	102.2	77.2	43.3	86.5	47.0	29.9	0.2	37.3	41.5	1273.0
1977-78	5.5	301.7	221.0	255.3	187.9	64.2	204.4	46.8	15.8	1.0	9.7	149.8	1463.2
1978-79	67.0	102.0	280.3	321.2	200.2	71.7	211.1	103.2	40.0	23.5	26.8	28.0	1474.8
1979-80	263.3	258.3	206.1	203.5	68.8	172.4	133.4	96.8	46.1	18.6	16.8	72.8	1557.0
1980-81	226.2	305.9	355.4	268.8	162.5	51.2	100.0	99.3	11.5	53.1	25.1	47.5	1706.7
1981-82	172.4	163.9	541.6	81.2	107.5	153.3	147.3	85.8	33.6	11.5	27.9	20.4	1546.3
1982-83	117.9	310.0	232.9	84.0	170.8	84.3	34.6	45.1	106.1	113.5	37.3	21.2	1357.8
1983-84	98.4	261.1	206.2	160.7	204.9	165.7	174.7	49.6	9.0	10.2	62.3	45.0	1447.9
1984-85	28.6	204.5	116.4	278.9	83.2	166.7	80.5	54.3	22.1	15.3	3.3	9.9	1063.7
1985-86	76.8	389.6	67.6	278.9	221.5	90.9	120.3	98.8	62.8	91.5	8.6	5.1	1512.5
1986-87	80.8	62.2	191.8	224.3	111.7	266.9	142.7	51.9	54.9	24.2	41.6	12.0	1264.9
MΕΣΗ Τ.	138.1	224.6	269.8	204.0	174.2	133.5	112.6	72.0	46.1	37.2	27.6	40.3	1480.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΘΕΣΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΔΕΝΑΡΟΧΟΡΙΟΥ

ΔΕΚ. ΑΠΟΡΡΟΗ : ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΔΕΝΑΡΟΧΟΡΙΟΥ ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ : 1259 μ

ΕΤΑΘΜΟΙ: ΓΡΑΜ. ΟΣΥΑ (0.570) ΓΡΗΓΟΡΙΟ (0.289) ΑΡΑΧΩΒΑ (0.141)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ : 1.053

	ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1962-63		293.9	417.5	465.4	338.6	386.2	127.6	109.8	179.0	34.3	69.4	23.8	21.1	2466.5
1963-64		176.7	105.4	292.3	90.7	124.6	194.6	71.1	66.7	92.2	22.2	20.1	32.9	1289.6
1964-65		117.5	223.1	287.2	243.4	223.0	136.6	207.7	84.4	52.6	0.7	5.9	0.7	1582.7
1965-66		44.2	508.6	270.8	440.5	88.3	181.1	75.7	65.0	41.8	14.9	38.8	45.0	1814.7
1966-67		198.6	337.5	297.0	194.3	43.3	37.9	116.5	56.7	9.1	94.9	13.9	90.5	1490.2
1967-68		56.8	58.3	309.1	431.0	101.1	118.9	20.4	67.7	126.9	0.7	42.6	16.9	1350.5
1968-69		138.5	214.1	425.1	250.6	356.6	210.9	50.7	19.9	42.1	18.0	9.4	54.6	1790.6
1969-70		1.8	178.4	717.5	326.0	203.8	169.8	47.0	77.7	60.1	32.3	28.6	16.5	1859.4
1970-71		126.7	148.2	243.2	127.3	257.4	311.1	68.1	31.8	23.2	44.3	7.8	73.6	1462.6
1971-72		70.5	258.4	145.4	137.6	216.2	94.1	136.5	76.2	16.3	56.8	43.3	33.2	1284.5
1972-73		376.6	61.1	31.0	141.8	258.6	178.6	91.3	35.8	56.3	76.7	30.3	38.0	1376.0
1973-74		141.3	174.1	249.4	81.5	260.0	134.5	213.9	106.2	24.7	9.0	20.9	108.3	1523.7
1974-75		338.4	147.4	87.3	40.1	183.7	125.8	36.9	126.4	89.7	35.4	77.0	5.0	1293.2
1975-76		164.7	183.0	220.4	139.6	158.1	78.9	128.5	68.0	95.4	71.4	12.2	7.9	1328.0
1976-77		226.0	311.9	267.3	110.0	72.1	43.4	87.2	49.4	34.5	0.3	35.6	45.0	1282.6
1977-78		6.3	302.8	225.0	264.4	193.5	59.1	201.0	47.7	11.0	0.5	12.4	151.6	1475.4
1978-79		67.9	83.9	305.0	300.3	187.9	73.7	214.3	111.5	46.7	28.8	29.0	25.3	1474.2
1979-80		267.8	258.6	213.5	209.9	64.4	159.8	128.0	106.4	47.1	21.3	13.7	79.7	1570.2
1980-81		241.6	308.3	345.3	297.5	155.5	45.4	101.3	100.3	10.1	52.1	25.5	51.6	1734.4
1981-82		184.3	183.8	534.7	85.2	96.5	161.6	151.1	101.4	39.2	15.0	27.2	21.8	1601.8
1982-83		114.7	328.7	200.6	93.4	185.7	78.7	39.5	42.4	109.3	129.0	47.8	21.9	1391.6
1983-84		100.6	270.9	207.4	169.7	215.1	182.9	170.7	49.1	11.6	12.0	69.1	43.2	1502.4
1984-85		32.5	211.2	119.8	287.1	83.9	178.6	86.1	49.2	25.2	19.5	4.1	8.9	1106.0
1985-86		87.1	383.9	76.6	268.0	239.5	100.2	125.7	97.2	70.5	98.5	8.5	6.6	1562.3
1986-87		85.1	74.2	188.0	222.6	118.7	274.0	156.8	51.4	59.3	30.8	43.4	14.2	1318.3
MΕΣΗ Τ.		146.4	229.3	269.0	211.6	178.9	138.3	113.4	74.7	49.2	38.2	27.6	40.6	1517.3

έχουν μεγαλύτερο μέσο υψόμετρο από τη λεκάνη ανάντη του φράγματος Μόρνου, και παράλληλα βρίσκονται στα δυτικά της λεκάνης Μόρνου, θα περίμενε κανείς ότι θα είχαν σαφώς μεγαλύτερο ύψος βροχής, πράγμα που δε συμβαίνει.

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό και τη διαπιστωμένη μέτρια εικόνα των δεδομένων, δημιουργεί ερωτηματικά για την αξιοπιστία των μετρήσεων του βροχομετρικού δικτύου και των δύο λεκανών.

### **6.3. Μετεωρολογική πληροφορία**

#### **6.3.1. Γενικά**

Οπως και στη λεκάνη Μόρνου, και εδώ η επεξεργασία της μετεωρολογικής πληροφορίας αποσκοπεί στην εκτίμηση των απωλειών εξάτμισης των υπό μελέτη ταμιευτήρων. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που απαιτήθηκε να αναλυθούν είναι:

- Θερμοκρασία αέρα
- Σχετική υγρασία
- Σχετική ηλιοφάνεια
- Ταχύτητα ανέμου

και με βάση αυτά έγινε η εκτίμηση της εξάτμισης με την ημιεμπειρική μέθοδο Penman. Οι άμεσες μετρήσεις εξάτμισης χρησιμοποιήθηκαν μόνο για λόγους σύγκρισης. Όλες οι παραπάνω μεταβλητές εξετάζονται σε μηνιαία βάση. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στο παράτημα Γ και η αναλυτική επεξεργασία τους δίνεται στο τεύχος 6.

#### **6.3.2. Θερμοκρασία**

Στη λεκάνη Ευήνου είναι εγκατεστημένα πέντε θερμόμετρα αέρα, στις θέσεις Πλάτανος, Αράχωβα, Πόρος Ρηγανίου, Γραμμένη Οξιά και Δρυμώνας. Κατά βάση στην επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα των σταθμών Γραμμένη Οξιά και Δρυμώνας, οι οποίοι βρίσκονται μέσα στην υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Περίστας, και έχουν πλήρεις μετρήσεις για την περίοδο 1976-77 έως 1986-87. Κενά που

εμφανίζονται στη λειτουργία των σταθμών για παλιότερα υδρολογικά έτη συμπληρώθηκαν είτε με γραμμικές συσχετίσεις (με βάση τα δεδομένα του σταθμού Λιδορικίου) είτε με υψομετρικές αναγωγές. Τα τελικά δείγματα καλύπτουν την περίοδο 1970-71 έως 1986-87 και οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αυτής της περιόδου φαίνονται στον πίνακα 6.5.

Η εκτίμηση των μηνιαίων θερμοκρασιών στις θέσεις των τμιευτήρων έγινε με υψομετρική αναγωγή (στις μέσες στάθμες ταμιευτήρων), με βάση τους ίδιους συντελεστές θερμομετρικής βαθμίδας που χρησιμοποιήθηκαν για τη λεκάνη Μόρνου. Συγκεκριμένα έγιναν δύο διαφορετικοί υπολογισμοί των θερμοκρασιών στις θέσεις φραγμάτων, ένας για κάθε σταθμό εκκίνησης (Γραμμένη Οξιά - Δρυμώνας) και οι τελικές τιμές λήφθηκαν ως οι μέσοι όροι των δύο ομάδων. Οι τελικές μέσες μηνιαίες τιμές φαίνονται στον πίνακα 6.5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5  
ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΓΡΑΜΜΕΝΗ ΟΞΙΑ  
ΚΑΙ ΔΡΥΜΩΝΑΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΘΕΣΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΜΗΝΑΣ	Σταθμός Γραμμένη Οξιά Περίοδος 10/1970 - - 9/1987	Σταθμός Δρυμώνας Περίοδος 1/1974 - - 9/1987	Θέσεις Φραγμάτων Περίστας & Αγ.Δημητρίου Περίοδος 10/1970 - - 9/1987	Θέση Φράγματος Δενδροχωρίου Περίοδος 10/1970 - - 9/1987
ΟΚΤ.	12.8	12.4	16.1	15.1
ΝΟΕΜ.	7.9	7.8	10.6	9.9
ΔΕΚ.	4.6	5.5	7.2	6.5
ΙΑΝ.	2.8	4.4	5.5	4.9
ΦΕΒ.	3.1	4.5	6.1	5.4
ΜΑΡ.	5.2	6.9	9.4	8.4
ΑΠΡ.	8.8	9.4	13.1	11.9
ΜΑΙΟΣ	13.9	13.1	17.7	16.5
ΙΟΥΝ.	17.6	18.6	22.1	21.0
ΙΟΥΛ.	19.9	22.6	24.9	23.8
ΑΥΓ.	20.1	20.8	24.2	23.1
ΣΕΠΤ.	17.5	17.7	21.3	20.3
ΕΤΟΣ	11.2	11.9	14.8	13.9

### **6.3.3. Σχετική υγρασία**

Στη λεκάνη Ευήνου υπάρχουν δύο ψυχρόμετρα, στον Πλάτανο και στη Γραμμένη Οξιά. Προτιμήθηκαν τα δεδομένα της Γραμμένης Οξιάς που ήταν πλήρη για την περίοδο 1976-77 μέχρι 1986-87, σε αντίθεση με αυτά του Πλατάνου. Οι μέσες μηνιαίες τιμές τις παραπάνω περιόδου φαίνονται στον πίνακα 6.6.

### **6.3.4. Ηλιοφάνεια**

Δεν υπάρχει ηλιογράφος στη λεκάνη Ευήνου, ενώ ο πλησιέστερος, που τελικά χρησιμοποιήθηκε, βρίσκεται στο Αγρίνιο (EMY). Το δείγμα που υπάρχει καλύπτει την περίοδο 1978-79 έως 1986-87, η οποία επεκτάθηκε, με γραμμική συσχέτιση, ώστε να καλύπτει την περίοδο 1976-77 έως 1986-87. Χρησιμοποιήθηκε ως βάση ο σταθμός της Λαμίας και οι συντελεστές συσχέτισης που προέκυψαν είναι γενικά ικανοποιητικοί (εκτός από το μήνα Δεκέμβριο).

Οι μέσες μηνιαίες σχετικές ηλιοφάνειες της τελικής περιόδου φαίνονται στον πίνακα 6.6.

### **6.3.5. Ταχύτητα ανέμου**

Δεν υπάρχει ανεμόμετρο στη λεκάνη Ευήνου και έτσι χρησιμοποιήθηκαν τελικά τα δεδομένα του ανεμομέτρου Αλιάρτου, όπως έγινε και για τη λεκάνη Μόρνου. Ανεμόμετρο υπάρχει επίσης και στο Αγρίνιο, όμως τα δεδομένα του δε φάνηκαν αξιόπιστα και γιαυτό δε χρησιμοποιήθηκαν. Η ταχύτητα ανέμων στην Αλιάρτο σε μέση μηνιαία βάση φαίνεται στον πίνακα 6.6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ, ΣΧΕΤΙΚΗ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ  
ΣΤΑΘΜΩΝ ΔΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ ή ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ

ΜΗΝΑΣ	Σχετική υγρασία	Σχετική	Ταχύτητα
	στη Γραμμένη	ηλιοφάνεια	ανέμου (στα 2 m)
	Οξιά	στο Αγρίνιο	στην Αλιάρτο
	%	%	m/sec
	Περίοδος	Περίοδος	Περίοδος
	1/1977 - 12/1986	1/1977 - 12/1986	1/1967 - 9/1987
ΟΚΤ.	71.2	58	2.1
ΝΟΕΜ.	73.8	49	1.8
ΔΕΚ.	78.6	41	2.3
ΙΑΝ.	78.0	38	2.5
ΦΕΒ.	79.1	41	2.7
ΜΑΡ.	75.0	46	2.7
ΑΠΡ.	71.2	51	2.8
ΜΑΙΟΣ	65.5	59	2.4
ΙΟΥΝ.	58.6	73	2.6
ΙΟΥΛ.	55.3	81	2.8
ΑΥΓ.	58.5	78	2.6
ΣΕΠΤ.	64.3	70	2.4
ΕΤΟΣ	69.0	57	2.5

6.3.6. Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman - Επεκτάσεις και αναγωγές δειγμάτων

Ως βασική θέση ταμιευτήρα, για την οποία έγινε ο πλήρης υπολογισμός της εξάτμισης, θεωρήθηκε η θέση Περίστας, που είναι η πιο κατάντη και η επικρατέστερη. Τα μεγέθη που υπολογίστηκαν ισχύουν ως έχουν και για τον ταμιευτήρα Αγίου Δημητρίου ο οποίος τοποθετείται περίπου στο ίδιο υψόμετρο με αυτόν της Περίστας. Τέλος τα μεγέθη για τον ταμιευτήρα Δενδροχωρίου, που τοποθετείται σε μεγαλύτερο υψόμετρο κατά 180 m περίπου από αυτόν της Περίστας, εκτιμήθηκαν από τα αντίστοιχα μεγέθη της Περίστας με υψομετρική

αναγωγή.

Ο υπολογισμός της εξάτμισης από τον ταμιευτήρα Περίστας έγινε με την ημιεμπειρική μέθοδο Penman, για την περίοδο από τον Ιανουάριο 1977 μέχρι το Δεκέμβριο 1986, που υπήρχαν όλες οι ομάδες των απαιτουμένων μετρήσεων μετεωρολογικών μεταβλητών. Το δείγμα αυτής της περιόδου επεκτάθηκε για την περίοδο των υδρολογικών ετών 1970-71 έως 1986-87, για την οποία υπήρχαν μετρήσεις θερμοκρασίας. Η επέκταση έγινε με τη βοήθεια του διαγράμματος θερμοκρασίας - εξάτμισης (βρόχος εξάτμισης - βλ. παρ. 5.3.8.).

Οι τιμές της εξάτμισης για τον ταμιευτήρα Δενδροχωρίου εκτιμήθηκαν με αναγωγή των αντίστοιχων τιμών του ταμιευτήρα Περίστας. Συγκεκριμένα, από τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στις δύο θέσεις και με τη χρήση του διαγράμματος θερμοκρασίας - εξάτμισης υπολογίστηκαν οι λόγοι της εξάτμισης στις δύο θέσεις για κάθε μήνα, οι οποίοι στη συνέχεια εφαρμόστηκαν για την εκτίμηση της εξάτμισης στο Δενδροχώρι.

Οι μέσες μηνιαίες τιμές της εξάτμισης που υπολογίστηκαν φαίνονται στον πίνακα 6.7, ενώ τα συνολικά δείγματα φαίνονται στους πίνακες 6.8 και 6.9.

#### **6.3.7. Μετρήσεις εξάτμισης - συγκρίσεις**

Δεν υπάρχει εξατμισίμετρο στη λεκάνη Ευήνου, ενώ το πλησιέστερο βρίσκεται στο Αγρίνιο (EMY). Το δείγμα που υπάρχει καλύπτει την περίοδο 1981-82 μέχρι 1986-87 με μερικές ελλείψεις. Η μέση υπερετήσια τιμή του πηλίκου της μηνιαίας εξάτμισης του ταμιευτήρα που υπολογίστηκε με τη μέθοδο Penman, προς τη μετρημένη τιμή του εξατμισίμετρου Αγρινίου προκύπτει υπερβολικά μεγάλη (0.97 ενώ θα αναμένονταν της τάξης του 0.80), ενώ τα αντίστοιχα πηλίκα για τα επιμέρους έτη και μήνες παρουσιάζουν σημαντικές και αδικαιολόγητες αποκλίσεις. Τελικά θεωρούμε ότι οι τιμές της μεθόδου Penman είναι πιο αξιόπιστες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7

ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΙΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ ΚΑΤΑ PENMAN  
ΚΑΙ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΙΜΕΤΡΟ (σε mm)

ΜΗΝΑΣ	Εξάτμιση εξατ/τρου Αγρινίου	Εξάτμιση κατά Penman ταμ.Περίστας & Αγ.Δημητρ.	Διευρυμένο δείγμα εξατμ. ταμ.Περίστας & Αγ.Δημητρ.	Ανηγμένο δείγμα εξάτμ. ταμιευτήρα Δενδροχωρίου
	Περίοδος 4/1982 - - 12/1986	Περίοδος 1/1977 - - 12/1986	Περίοδος 10/1970 - - 9/1987	Περίοδος 10/1970 - - 9/1987
ΟΚΤ.	104.8	72.5	73.8	65.1
ΝΟΕΜ.	64.2	38.3	39.1	36.0
ΔΕΚ.	56.6	24.2	25.2	24.8
ΙΑΝ.	53.5	28.7	30.8	21.7
ΦΕΒ.	56.5	39.7	41.2	25.2
ΜΑΡ.	86.8	76.8	74.9	68.2
ΑΠΡ.	106.2	112.6	112.3	99.0
ΜΑΙΟΣ	145.7	160.8	162.4	145.7
ΙΟΥΝ.	168.0	208.6	206.6	198.0
ΙΟΥΛ.	179.8	233.5	232.9	226.4
ΑΥΓ.	172.4	201.8	207.3	176.8
ΣΕΠΤ.	153.6	138.4	140.3	123.0
ΕΤΟΣ	1344.6	1326.4	1346.9	1209.9

## ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8

## ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΕΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΝΕΡΙΣΤΑΣ

## ΚΑΙ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΑΤΑ PENMAN (σε mm)

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ ΟΚΤ. ΝΟΕΜ. ΔΕΚ. ΙΑΝ. ΦΕΒΡ. ΜΑΡΤ. ΑΠΡ. ΜΑΙΟΣ ΙΟΥΝ. ΙΟΥΛ. ΑΥΓ. ΣΕΠΤ. ΕΤΟΣ

1970-71	77.5*	49.5*	24.8*	43.4*	26.7*	62.0*	82.5*	186.0*	217.5*	231.0*	257.3*	138.0*	1396.2*
1971-72	77.4*	46.5*	34.1*	40.3*	69.6*	114.7*	180.0*	217.0*	241.5*	244.9*	234.1*	189.0*	1689.1*
1972-73	108.5*	39.0*	24.8*	21.7*	45.0*	57.4*	114.0*	189.1*	214.5*	232.5*	186.0*	138.0*	1370.5*
1973-74	77.5*	36.0*	26.7*	35.7*	54.6*	85.3*	96.0*	136.4*	196.5*	238.7*	251.1*	133.5*	1368.0*
1974-75	62.0*	38.0*	26.4*	38.8*	40.6*	94.6*	114.0*	139.5*	169.5*	227.9*	192.2*	106.5*	1250.0*
1975-76	62.2*	36.0*	24.8*	26.4*	24.7*	68.2*	111.0*	151.9*	177.0*	223.2*	151.9*	115.5*	1172.8*
1976-77	65.1*	36.0*	24.8*	25.4	46.3	90.2	117.8	192.0	221.6	246.4	221.2	144.2	1431.0
1977-78	93.8	50.1	20.0	26.9	43.5	79.1	99.0	168.6	230.8	249.6	206.3	132.0	1399.8
1978-79	72.9	46.5	27.9	31.4	41.7	81.1	108.0	144.0	222.3	231.7	190.0	156.8	1354.2
1979-80	72.2	36.9	22.6	26.1	41.9	70.2	99.4	131.8	195.9	222.2	203.7	129.6	1252.7
1980-81	66.1	40.0	29.6	33.6	41.0	85.3	129.3	162.1	218.1	250.8	206.6	127.3	1389.8
1981-82	71.2	34.1	28.3	39.3	39.7	74.0	102.6	148.5	216.8	242.0	198.3	151.7	1346.6
1982-83	73.4	45.9	31.7	33.3	43.9	92.3	135.6	183.4	174.0	210.9	196.2	145.5	1366.0
1983-84	72.0	32.4	21.0	26.7	36.4	69.0	92.1	178.2	225.9	245.8	181.7	128.7	1310.0
1984-85	77.2	33.1	20.1	24.8	33.9	66.1	116.7	153.1	206.1	234.0	213.1	136.5	1314.7
1985-86	63.9	29.9	19.7	19.3	28.6	61.2	125.0	146.7	174.9	201.8	201.3	131.4	1203.6
* 1986-87	62.1	34.5	21.2	31.0*	42.0*	23.3*	85.5*	133.3*	210.0*	226.3*	232.5*	180.0*	1281.7*
ΜΕΣ. ΤΙΜ.	73.8	39.1	25.2	30.8	41.2	74.9	112.3	162.4	206.6	232.9	207.3	140.3	1346.9
ΤΥΠ. ΑΠ.	12.0	6.3	4.2	7.0	10.5	19.8	22.9	24.8	21.8	13.6	26.2	20.6	114.1

\* Τιμή που εκτιμήθηκε με βάση μόνο τη θερμοκρασία και με τη μέθοδο του βρόχου εξάτμισης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΔΕΝΔΡΟΧΩΡΙΟΥΜΕ ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΠΕΡΙΣΤΑΣ (σε mm)

ΥΑΡ.ΕΤΟΣ ΟΚΤ. ΝΟΕΜ. ΔΕΚ. ΙΑΝ. ΦΕΒΡ. ΜΑΡΤ. ΑΠΡ. ΜΑΙΟΣ ΙΟΥΝ. ΙΟΥΛ. ΑΥΓ. ΣΕΠΤ. ΕΤΟΣ

1970-71	68.4	45.6	24.4	30.6	16.3	56.4	72.8	166.8	208.4	224.5	219.5	121.0	1254.7
1971-72	68.3	42.8	33.6	28.4	42.6	104.4	158.8	194.6	231.4	238.0	199.7	165.8	1508.2
1972-73	95.7	35.9	24.4	15.3	27.5	52.2	100.5	169.6	205.5	226.0	158.7	121.0	1232.4
1973-74	68.4	33.2	26.3	25.1	33.4	77.6	84.7	122.4	188.2	232.0	214.2	117.1	1222.5
1974-75	54.7	35.0	26.0	27.3	24.8	86.1	100.5	125.1	162.4	221.5	163.9	93.4	1120.8
1975-76	54.9	33.2	24.4	18.6	15.1	62.1	97.9	136.3	169.6	217.0	129.6	101.3	1059.7
1976-77	57.4	33.2	24.4	17.9	28.3	82.1	103.9	172.2	212.3	239.5	188.7	126.4	1286.4
1977-78	82.8	46.1	19.6	18.9	26.6	72.0	87.4	151.2	221.1	242.7	176.0	115.8	1260.2
1978-79	64.3	42.8	27.5	22.1	25.5	73.8	95.2	129.2	213.0	225.2	162.1	137.5	1218.1
1979-80	63.7	34.0	22.3	18.4	25.6	63.9	87.7	118.2	187.7	216.0	173.8	113.7	1125.0
1980-81	58.3	36.8	29.1	23.6	25.1	77.7	114.0	145.4	209.0	243.8	176.2	111.6	1250.6
1981-82	62.8	31.4	27.8	27.6	24.3	67.4	90.5	133.2	207.7	235.2	169.2	133.1	1210.2
1982-83	64.7	42.3	31.2	23.4	26.9	84.0	119.6	164.5	166.7	205.0	167.4	127.6	1223.2
1983-84	63.5	29.8	20.7	18.8	22.3	62.8	81.3	159.9	216.4	238.9	155.0	112.9	1182.2
1984-85	68.1	30.5	19.7	17.4	20.7	60.1	103.0	137.4	197.4	227.4	181.8	119.8	1183.3
1985-86	56.4	27.5	19.4	13.6	17.5	55.7	110.2	131.5	167.5	196.2	171.7	115.2	1082.4
1986-87	54.8	31.7	20.8	21.8	25.7	21.2	75.4	119.6	201.2	220.0	198.3	157.9	1148.4
ΜΕΣ.ΤΙΜ.	65.1	36.0	24.8	21.7	25.2	68.2	99.0	145.7	198.0	226.4	176.8	123.0	1209.9
ΤΥΠ.ΑΠ.	10.6	5.8	4.2	4.9	6.4	18.0	20.2	22.2	20.9	13.2	22.3	18.1	100.4

## **6.4. Υδρομετρική πληροφορία**

### **6.4.1. Υδρομετρικοί σταθμοί**

Στον ποταμό Εύηνο ο πιο αξιόλογος σταθμός για την παρούσα μελέτη είναι ο σταθμός Αγίου Δημητρίου (Νεοχώριο - ΔΕΗ), δεδομένου ότι βρίσκεται στην περιοχή των υπό μελέτη εναλλακτικών ταμιευτήρων (συμπίπτει με τη θέση φράγματος Αγίου Δημητρίου). Ο σταθμός αυτός λειτουργεί από το 1970 μέχρι σήμερα με συνεχείς υδρομετρήσεις. Έχουν λειτουργήσει όμως κατά περιόδους πέντε διαφορέτικά σταθμήμετρα, τα οποία έχουν καταχωρηθεί ως ξεχωριστοί υδρομετρικοί σταθμοί, για αποφυγή σύγχυσης.

Σε μεγάλη απόσταση κατάντη του Αγίου Δημητρίου βρίσκεται ο σταθμός Αχλαδόκαστρο (ΔΕΗ) που λειτούργησε από το 1970 μέχρι το 1980, με υδρομετρήσεις από το 1970 μέχρι το 1978. Σε απόσταση 17 km ανάντη είχε λειτουργήσει πιο παλιά (1961-72) και ο σταθμός Αρτοτίβα, του οποίου τα στοιχεία δεν αρχειοθετήθηκαν ούτε επεξεργάστηκαν στην παρούσα έρευνα, γιατί οι παλιότεροι μελετητές (Verbund Plan) είχαν παρατηρήσει ότι είναι μειωμένης αξιοπιστίας.

Ακόμη, στα πλαίσια της έρευνας εξετάστηκε και ο σταθμός Πόρου Ρηγανίου, ο οποίος βρίσκεται προς τα κατάντη του Αχλαδόκαστρου. Ο σταθμός αυτός έχει μεγάλη περίοδο λειτουργίας (1960 - σήμερα, με υδρομετρήσεις από το 1961-63 και 1970 - σήμερα) και περιλαμβάνει σταθμηγράφο και 3 σταθμήμετρα, από τα οποία εξετάστηκαν τα 2 πιο αξιόπιστα, που αρχειοθετήθηκαν ως ξεχωριστοί σταθμοί.

### **6.4.2. Καμπύλες στάθμης - παροχής**

Οπως και στους υδρομετρικούς σταθμούς του Μόρνου, έτσι σε αυτούς του Ευήνου εμφανίζεται έντονη μεταβλητότητα και ασαφής προσδιορισμός της σχέσης στάθμης - παροχής στις διατομές μετρήσεων. Άλλα σημαντικά προβλήματα που διαπιστώνονται είναι:

- Η ύπαρξη μακρών (πολυετών) περιόδων χωρίς καθόλου υδρομετρήσεις. Για τις περιόδους αυτές δεν είναι δυνατό να

αναχθούν οι στάθμες σε παροχές, λόγω της μεταβλητότητας που αναφέρθηκε παραπάνω.

- β) Η ύπαρξη περιόδων με πολύ αραιές υδρομετρήσεις. Τέτοιες περίοδοι εμφανίζονται, δυστυχώς, συστηματικά τους χειμερινούς μήνες που παρουσιάζουν και το μεγαλύτερο υδρολογικό ενδιαφέρον. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε μεγάλη αβεβαιότητα των παροχών που εξάγονται.
- γ) Ο ανεπαρκής αριθμός μετρήσεων σε περιόδους υψηλών παροχών, που δημιουργεί αβεβαιότητα στο αντίστοιχο τμήμα της καμπύλης στάθμης - παροχής, που είναι και το σημαντικότερο.
- δ) Το γεγονός ότι σε ορισμένους σταθμούς και ορισμένες περιόδους, (Αχλαδόκαστρο 1972-74, Αγιος Δημήτριος 1975-76, 1977-79, 1982-83) εμφανίζεται έντονη μεταβολή της παροχής με σχεδόν μηδενική μεταβολή της στάθμης, πράγμα που οδηγεί σε μεγάλη αβεβαιότητα στην εξαγωγή της παροχής.

Σε όλες τις περιπτώσεις έγινε επέκταση των καμπυλών στάθμης - παροχής, στην περιοχή των υψηλών παροχών βάσει υδραυλικών υπολογισμών. Χρησιμοποιήθηκε γενικά ο τύπος του Chezy που δίνει πιο συντηρητικά αποτελέσματα από τον τύπο του Manning. Πρόχειρα γεωμετρικά στοιχεία διατομής λήφθηκαν σε επί τόπου επίσκεψή μας.

#### 6.4.3. Τελικές παροχές υδρομετρικών σταθμών

Οι παροχές που υπολογίστηκαν βάσει των μετρήσεων στάθμης και των καμπυλών στάθμης-παροχής παρουσιάζουν την ακόλουθη εικόνα:

- α) Στο σταθμό Αγίου Δημητρίου (σταθμήμετρο) όπως προαναφέρθηκε υπάρχουν 5 διαφορετικά σταθμήμετρα, που εναλλάσσονται διαδοχικά στο χρόνο με ελάχιστες επικαλύψεις. Με συνένωση των διαφόρων περιόδων λειτουργίας όλων των σταθμημέτρων προκύπτει ένα τελικό δείγμα παροχών που καλύπτει την περίοδο μεταξύ των υδρολογικών ετών 1970-71 έως 1986-87. Ελλείψεις εμφανίζονται μόνο στην περίοδο 12/1973 - 6/1974, που

οφείλονται σε έλλειψη καμπύλης στάθμης παροχής (οι υδρομετρήσεις της περιόδου αυτής ήταν ελάχιστες και εμφάνιζαν πολύ μεγάλη διασπορά, ώστε να μην είναι δυνατό να δώσουν μονοσήμαντη σχέση στάθμης-παροχής). Οι μηνιαίες παροχές αυτής της περιόδου συμπληρώθηκαν με γραμμική συσχέτιση σε μηνιαία βάση από τις αντίστοιχες παροχές του σταθμού Πόρου Ρηγανίου.

- β) Για το σταθμό Αχλαδόκαστρου (σταθμήμετρο και σταθμηγράφος) οι παροχές υπολογίστηκαν για την περίοδο από τον Ιούλιο 1970 (αρχή λειτουργίας) μέχρι το Νοέμβριο 1978 (τέλος περιόδου υδρομετρήσεων). Ο σταθμός αυτός σταμάτησε να λειτουργεί το 1980 και κατά συνέπεια δεν έχει ιδιαίτερη αξία για τη μελέτη μας.
- γ) Για το σταθμό Πόρου Ρηγανίου (σταθμήμετρο και σταθμηγράφος) όπως προαναφέρθηκε λειτούργησαν ταυτόχρονα 3 σταθμήμετρα, αλλά ένα μόνο συνδύαζε αξιοπιστία μετρήσεων, συνέχεια λειτουργίας και αντίστοιχία με τις μετρήσεις του σταθμηγράφου, και αυτό τελικά χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των τελικών παροχών. Παροχές υπολογίστηκαν για δύο ξεχωριστές περιόδους, ήτοι από το Μάιο 1961 μέχρι το Μάιο 1963 και από το Μάρτιο 1970 μέχρι το Σεπτέμβριο 1987. Οι παροχές της πρώτης περιόδου είναι αναξιόπιστες, λόγω αραιών υδρομετρήσεων. Οι παροχές της δεύτερης περιόδου (17 ετών) είναι αυξημένης αξιοπιστίας, πράγμα που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των άλλων σταθμημέτρων που λειτούργησαν ταυτόχρονα.

#### 6.4.4. Ελεγχος αξιοπιστίας των παροχών του Ευήνου

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των μηνιαίων παροχών των διαφόρων σταθμών του Ευήνου εξετάστηκαν:

- α) Η συσχέτιση των παροχών κάθε θέσης μέτρησης με τις επιφανειακές βροχοπτώσεις της αντίστοιχης υπολεκάνης, σε ετήσια βάση.

Παρατηρήθηκε ότι γενικά εμφανίζονται υψηλοί συντελεστές γραμμικής συσχέτιση, (Αγιος Δημήτριος 0.77, Αχλαδόκαστρο 0.77, Πόρος 0.84).

Εξετάστηκαν ακόμη οι συντελεστές απορροής σε ετήσια βάση. Στον Αγιο Δημήτριο ο συντελεστής απορροής κυμαίνεται από 0.43 μέχρι 0.96 με μέση τιμή 0.63. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή 0.96 είναι υπερβολικά μεγάλη, και προφανώς μπορεί να αποδοθεί σε σφάλματα μέτρησης είτε της παροχής είτε της απορροής. Στο Αχλαδόκαστρο ο συντελεστής απορροής κυμαίνεται από 0.53 μέχρι 0.69 με μέση τιμή 0.60. Τέλος στον Πόρο Ρηγανίου ο συντελεστής απορροής κυμαίνεται από 0.41 μέχρι 0.75 με μέση τιμή 0.62. Παρατηρούμε ότι στους δύο τελευταίους σταθμούς η διακύμανση του συντελεστή απορροής είναι λογική. Σημειώνεται ότι στη μελέτη της Verbund Plan (Masterplan Evinos - βλέπε τεύχος 2) ο μέσος συντελεστής απορροής στον Πόρο Ρηγανίου βρέθηκε ίσος με 0.82, που πρέπει να θεωρηθεί υπερβολικός. Αντίθετα, στη μεταγενέστερη μελέτη της ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ (Ενίσχυσις του Υδατικού Δυναμικού του Ταμιευτήρος Μόρνου - βλ. τεύχος 2) είχε δοθεί αντίστοιχη τιμή ίση με 0.63, που συμφωνεί με την τιμή της παρούσας μελέτης.

- β) Η συσχέτιση των παροχών των διαφόρων σταθμών μεταξύ τους. Παρατηρήθηκε ότι οι ετήσιες παροχές των σταθμών Αγίου Δημητρίου και Πόρου Ρηγανίου (που έχουν κοινή περίοδο 17 ετών) εμφανίζουν υψηλή γραμμική συσχέτιση μεταξύ τους (συντελ. συσχ. = 0.73). Αντίθετα οι παροχές στο Αχλαδόκαστρο (μόνο 8 πλήρη υδρολογικά έτη) εμφανίζουν μέτρια συσχέτιση με τους άλλους σταθμούς (0.48 με Αγιο Δημήτριο και 0.55 με Πόρο Ρηγανίου). Ειδικότερα οι ετήσιες παροχές στον Αγιο Δημήτριο και τον Πόρο Ρηγανίου, εμφανίζουν ταυτόσημη εικόνα ως προς τη μεταβολή τους στο χρόνο. Επί πλέον οι μέσες απορροές στις δύο αντίστοιχες λεκάνες, ανηγμένες σε ίσοδύναμο ύψος είναι 885.3 mm για τον Αγιο Δημήτριο και 883.5 mm για τον Πόρο Ρηγανίου, δηλαδή σχεδόν ταυτίζονται.

#### **6.4.5. Τελικές παροχές στις θέσεις φραγμάτων**

Για την αναγωγή των παροχών στις θέσεις φραγμάτων φαίνεται κατ' αρχήν ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως βάση ο σταθμός Αγίου Δημητρίου, που είναι ο πλησιέστερος και στις τρείς υπό μελέτη θέσεις φραγμάτων. Παρ'όλα αυτά προτιμήθηκε η επιλογή του σταθμού Πόρου Ρηγανίου ως σταθμού βάσης, για τους ακόλουθους λόγους, που προκύπτουν από την ανάλυση της παραγράφου 6.4.4.

- Στον Αγιο Δημήτριο εμφανίζονται αδικαιολόγητα υψηλοί συντελεστές απορροής, ορισμένα έτη, πράγμα που δημιουργεί αμφιβολίες για την αξιοπιστία του σταθμού.
- Ο σταθμός Πόρου Ρηγανίου εμφανίζει πολύ καλύτερη εικόνα διακύμανσης των ετήσιων συντελεστών απορροής και μάλιστα ως προς τη μέση τιμή δε διαφέρει από αυτήν του Αγίου Δημητρίου.
- Οι παροχές του Πόρου Ρηγανίου που αφορούν στις περιόδους πλημμυρών έχουν υπολογιστεί από ωριαίες στάθμες, (ενώ του Αγίου Δημητρίου από ημερήσιες, δεδομένου ότι δε διαθέτει σταθμηγράφο), και κατά συνέπεια είναι σαφώς πιο αξιόπιστες.
- Επί πλέον στον Πόρο Ρηγανίου δεν εμφανίζονται ελλείψεις, ενώ παράλληλα υπάρχουν κατά περιόδους και μετρήσεις σε άλλα σταθμήμετρα, που μειώνουν την αβεβαιότητα στις τελικές εκτιμήσεις των παροχών.
- Τέλος τα στατιστικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων των δύο σταθμών σε υπερετήσια βάση είναι ίδια, και έτσι δεν υπάρχουν επιφυλάξεις για την εφαρμοσιμότητα των παροχών του Πόρου Ρηγανίου στις λεκάνες των υπό μελέτη φραγμάτων.

Μετά τα παραπάνω, οι παροχές στις θέσεις των φραγμάτων Δενδροχωρίου, Αγίου Δημητρίου και Περίστας εκτιμήθηκαν με αναγωγή των παροχών του Πόρου Ρηγανίου βάσει του λόγου των επιφανειών των αντίστοιχων λεκανών απορροής. Τα τελικά δείγματα καλύπτουν την περίοδο μεταξύ των υδρολογικών ετών 1970-71 και 1986-87 και

φαίνονται στους πίνακες 6.10 έως 6.12.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.10

ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΔΕΝΔΡΟΧΩΡΙΟΥ (εκ. M3)

ΑΝΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΡΟΥ ΡΗΓΑΝΙΟΥ (ΣΥΝΤΕΛ. 0.2887)

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1970-71	2.50	6.52	27.73	29.51	34.17	78.02	31.67	10.80	4.58	2.68	1.73	3.21	233.12
1971-72	3.01	17.26	34.68	21.41	37.35	34.61	23.20	15.50	4.53	3.78	2.88	2.34	200.56
1972-73	15.68	12.87	7.04	22.44	56.54	48.78	33.06	16.18	6.26	3.83	2.33	2.56	227.58
1973-74	4.11	9.03	35.34	13.90	44.05	28.77	40.28	16.69	4.77	2.15	1.68	2.78	203.54
1974-75	17.98	26.59	16.81	8.84	13.97	17.75	10.81	9.30	4.62	2.62	3.09	1.10	133.47
1975-76	5.20	13.45	45.41	13.74	21.78	17.40	25.06	12.04	6.12	3.70	1.95	1.53	167.38
1976-77	1.78	56.75	85.48	32.88	24.36	11.75	7.81	4.93	2.60	1.56	1.38	1.65	232.92
1977-78	1.69	11.11	23.86	34.80	51.66	19.29	36.74	14.33	5.54	2.50	1.79	3.08	206.40
1978-79	3.04	10.45	41.21	91.38	71.53	17.75	39.21	15.67	7.91	3.80	2.95	2.33	307.24
1979-80	5.26	28.32	26.36	61.37	28.49	52.43	29.99	19.73	10.78	4.55	2.64	1.97	271.89
1980-81	11.17	31.30	79.27	31.97	51.47	37.90	23.89	19.87	6.20	3.60	2.14	2.09	300.88
1981-82	7.10	12.09	131.45	23.65	27.30	35.82	26.07	19.50	7.44	3.86	2.89	2.11	299.29
1982-83	4.06	22.82	71.57	17.52	22.88	21.50	12.83	5.66	5.87	4.83	2.65	2.28	194.49
1983-84	2.84	28.58	53.63	38.46	48.44	30.88	26.39	18.65	5.97	3.15	2.61	2.11	261.69
1984-85	1.85	14.39	6.24	51.27	24.28	30.89	20.56	9.74	4.95	3.69	1.34	0.40	169.61
1985-86	1.59	38.84	17.14	53.34	67.31	28.70	19.61	10.02	6.69	5.05	2.44	1.74	252.47
1986-87	2.27	3.57	8.88	29.23	28.21	37.87	24.42	12.73	8.80	6.03	4.72	4.02	170.74
ΜΕΣ. ΤΙΜΗ	5.36	20.23	41.89	33.86	38.46	32.36	25.39	13.61	6.10	3.61	2.42	2.19	225.49
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ.	4.96	13.61	33.57	20.77	16.95	16.26	9.38	4.73	1.89	1.12	0.81	0.83	51.55

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ (εκ. M3)ΑΝΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΡΟΥ ΡΗΓΑΝΙΟΥ (ΣΥΝΤΕΛ. 0.3903)

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1970-71	3.38	8.81	37.49	39.89	46.19	105.48	42.81	14.60	6.19	3.63	2.34	4.34	315.15
1971-72	4.07	23.34	46.89	28.95	50.49	46.79	31.36	20.96	6.12	5.11	3.90	3.17	271.14
1972-73	21.20	17.40	9.52	30.34	76.44	65.95	44.70	21.87	8.47	5.17	3.15	3.46	307.67
1973-74	5.55	12.21	47.77	18.79	59.55	38.90	54.46	22.57	6.44	2.91	2.27	3.75	275.17
1974-75	24.31	35.94	22.73	11.95	18.88	23.99	14.61	12.58	6.24	3.54	4.18	1.49	180.44
1975-76	7.04	18.19	61.40	18.58	29.45	23.52	33.88	16.28	8.28	5.00	2.63	2.06	226.29
1976-77	2.40	76.72	115.56	44.45	32.93	15.88	10.56	6.66	3.51	2.11	1.86	2.24	314.89
1977-78	2.29	15.02	32.26	47.04	69.84	26.08	49.67	19.37	7.50	3.38	2.43	4.16	279.04
1978-79	4.11	14.13	55.71	123.53	96.71	24.00	53.01	21.19	10.69	5.14	3.99	3.15	415.37
1979-80	7.11	38.29	35.64	82.96	38.52	70.88	40.55	26.68	14.57	6.16	3.56	2.66	367.57
1980-81	15.11	42.32	107.17	43.22	69.58	51.24	32.29	26.87	8.39	4.87	2.90	2.82	406.77
1981-82	9.60	16.34	177.71	31.98	36.91	48.43	35.25	26.36	10.06	5.22	3.91	2.85	404.61
1982-83	5.49	30.86	96.76	23.69	30.93	29.06	17.35	7.65	7.94	6.53	3.59	3.09	262.93
1983-84	3.84	38.64	72.50	52.00	65.48	41.74	35.67	25.21	8.07	4.25	3.53	2.85	353.79
1984-85	2.50	19.45	8.44	69.32	32.83	41.76	27.80	13.16	6.70	4.99	1.81	0.55	229.30
1985-86	2.15	52.51	23.18	72.11	91.00	38.79	26.51	13.55	9.04	6.83	3.30	2.35	341.32
1986-87	3.06	4.83	12.01	39.52	38.14	51.20	33.01	17.21	11.90	8.15	6.38	5.43	230.83
<hr/>													
ΜΕΣ. ΤΙΜΗ	7.25	27.35	56.63	45.78	51.99	43.75	34.32	18.40	8.24	4.88	3.28	2.97	304.84
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ.	6.71	18.40	45.38	28.08	22.91	21.98	12.68	6.39	2.56	1.52	1.10	1.13	69.69

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.12

ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΝΕΡΙΕΤΑΣ (εκ. M3)  
ΑΝΑΡΩΓΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΡΟΥ ΡΗΓΑΝΙΟΥ (ΣΥΝΤΕΑ. 0.4446)

0.445.

ΥΑΡ. ΕΤΟΣ	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒΡ.	ΜΑΡΤ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΕΤΟΣ
1970-71	3.85	10.04	42.70	45.44	52.62	120.15	48.77	16.64	7.05	4.13	2.67	4.94	359.00
1971-72	4.63	26.59	53.41	32.97	57.52	53.30	35.72	23.88	6.97	5.82	4.44	3.61	308.86
1972-73	24.15	19.82	10.85	34.56	87.08	75.13	50.91	24.91	9.65	5.89	3.58	3.94	350.48
1973-74	6.32	13.91	54.42	21.40	67.84	44.31	62.03	25.71	7.34	3.31	2.58	4.28	313.45
1974-75	27.69	40.94	25.89	13.61	21.51	27.33	16.64	14.33	7.11	4.04	4.76	1.69	205.54
1975-76	8.01	20.72	69.94	21.16	33.54	26.79	38.59	18.54	9.43	5.69	3.00	2.35	257.77
1976-77	2.74	87.40	131.63	50.63	37.52	18.09	12.03	7.59	4.00	2.41	2.12	2.55	358.70
1977-78	2.61	17.11	36.75	53.59	79.56	29.71	56.58	22.07	8.54	3.85	2.76	4.74	317.86
1978-79	4.68	16.10	63.46	140.72	110.16	27.34	60.39	24.14	12.18	5.86	4.55	3.58	473.15
1979-80	8.10	43.62	40.59	94.50	43.88	80.74	46.19	30.39	16.59	7.01	4.06	3.03	418.71
1980-81	17.21	48.21	122.08	49.23	79.26	58.37	36.78	30.60	9.55	5.55	3.30	3.22	463.36
1981-82	10.93	18.61	202.44	36.43	42.04	55.17	40.15	30.03	11.45	5.94	4.45	3.25	460.91
1982-83	6.25	35.15	110.22	26.98	35.24	33.10	19.76	8.72	9.05	7.44	4.08	3.51	299.52
1983-84	4.37	44.01	82.58	59.23	74.59	47.55	40.63	28.72	9.20	4.85	4.02	3.25	403.01
1984-85	2.85	22.16	9.61	78.96	37.40	47.57	31.67	14.99	7.63	5.68	2.06	0.62	261.20
1985-86	2.45	59.81	26.40	82.14	103.66	44.19	30.19	15.43	10.30	7.78	3.76	2.67	388.80
1986-87	3.49	5.50	13.68	45.01	43.44	58.33	37.60	19.60	13.55	9.29	7.26	6.19	262.95
ΜΕΣ. ΤΙΜΗ	8.25	31.16	64.51	52.15	59.23	49.83	39.10	20.96	9.39	5.56	3.73	3.38	347.25
ΤΥΠ. ΑΠΟΚ.	7.64	20.96	51.69	31.98	26.10	25.04	14.44	7.28	2.92	1.73	1.25	1.28	79.38

## **7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΟΥ Β' ΜΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **7.1. Διάρθρωση και στόχοι**

Οι κύριοι στόχοι του συνολικού ερευνητικού προγράμματος είναι η εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Μόρνου, με βάση τα παλιότερα και τα πρόσφατα δεδομένα, μετά τη λειτουργία του φράγματος Μόρνου, καθώς και η διερεύνηση από υδρολογική άποψη της εναλλακτικής δυνατότητας ενίσχυσης της ύδρευσης της πρωτεύουσας από την υδρολογική λεκάνη Εύηνου. Στο πρώτο μέρος της έρευνας έχει ολοκληρωθεί:

- a) Η συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών για την υδρολογία των δύο λεκανών,
- β) η συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή της υδρολογικής πληροφορίας (υδρομετεωρολογικών δεδομένων) των δύο λεκανών απορροής. Επίσης έγινε και η αρχική επεξεργασία των δεδομένων, (ομογενοποίηση και μεγιστοποίηση της πληροφορίας), και
- γ) η συλλογή και αξιολόγηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με τις διαφυγές του ταμιευτήρα και υδραγωγείου Μόρνου.

Στο προβλεπόμενο δεύτερο μέρος της έρευνας

- α) θα ολοκληρωθεί η επεξεργασία των διαθέσιμων υδρομετεωρολογικών δεδομένων, με στόχο την ασφαλέστερη δυνατή εκτίμηση του υδατικού δυναμικού των δύο λεκανών,
- β) θα μελετηθεί ο υδρολογικός σχεδιασμός των εναλλακτικών ταμιευτήρων Εύηνου, σε συνδυασμό με τη λειτουργία του ταμιευτήρα Μόρνου, και
- γ) θα μελετηθεί η βελτίωση του δικτύου μέτρησης της υδρολογικής πληροφορίας των δύο λεκανών.

## 7.2. Κωδικοποίηση του αντικειμένου του Β' μέρους

- 2.1. Τελική εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Μόρνου (στατιστική κατανομή της ετήσιας εισροής, εκτίμηση της μέσης υπερετήσιας εισροής, αξιοπιστία της εκτίμησης, τελικά συμπεράσματα).
- 2.2. Εκτίμηση των κύριων απώλειών ταμιευτήρα Μόρνου (απώλειες εξάτμισης, διαφυγές Πύρνου και σήραγγας Γκιώνας).
- 2.3. Τελική εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Ευήνου, στις θέσεις των 3 πιθανών θέσεων φραγμάτων (στατιστική κατανομή της ετήσιας απορροής, εκτίμηση της μέσης υπερετήσιας απορροής, αξιοπιστία της εκτίμησης, τελικά συμπεράσματα).
- 2.4. Εκτίμηση των κύριων απώλειών των υπό μελέτη ταμιευτήρων Ευήνου (απώλειες εξάτμισης).
- 2.5. Επισκόπηση και συγκριτική εξέταση στοχαστικών μοντέλων εισροής και ισοζυγίου ταμιευτήρα, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε παλιότερες μελέτες των λεκανών Μόρνου και Ευήνου.
- 2.6. Διερεύνηση εναλλακτικών στοχαστικών μοντέλων εισροής σε κάθε μεμονωμένο ταμιευτήρα, σε σχέση με την επίδραση τους στο ισοζύγιο του ταμιευτήρα.
- 2.7. Τελική επιλογή στοχαστικών μοντέλων εισροής για κάθε μεμονωμένο ταμιευτήρα και για το σύνολο των ταμιευτήρων, σε συνδυασμό.
- 2.8. Κατάρτιση πιθανών σεναρίων υδρευτικών αναγκών της μείζονος περιοχής Αθηνών και κατανομής τους στο χρόνο.
- 2.9. Στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας μεμονωμένου ταμιευτήρα Μόρνου - Τελικά συμπεράσματα για τις δυνατήτες του ταμιευτήρα.
- 2.10. Στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας των διάφορων εναλλακτικών

λύσεων συνδυασμένων ταμιευτήρων - Τελικά συμπεράσματα για τις δυνατότητες κάθε εναλλακτικής λύσης.

2.11. Τεχνικοοικονομική μελέτη (σε στάδιο μελέτης εφαρμογής) βελτίωσης του δικτύου μέτρησης υδρολογικών μεταβλητών στις λεκάνες Μόρνου και Εύηνου.

2.12. Σύνταξη τελικής έκθεσης.

## 8. ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 8.1. Γενικά

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών του Α' μέρους του παραπάνω ερευνητικού έργου και την καταρχήν διαπιστωμένη αδυναμία του υδατικού δυναμικού της λεκάνης Μόρνου για την αυτοδύναμη κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της ΕΥΔΑΠ, θεωρείται απαραίτητη η προεινόμενη επέκταση του έργου, με ειδικό τίτλο "Μέρος Γ'- Διερεύνηση και συνδυασμένη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λίμνης Υλίκης".

Πράγματι, με τη δεύτερη αναγνωριστική έκθεση, που εκπονήσαμε στα πλαίσια του εν λόγω ερευνητικού έργου τον Απρίλιο 1988, και τα συμπεράσματα του Α' μέρους διαπιστώνεται ότι ο ταμιευτήρας Μόρνου δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών που εξυπηρετούνται από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ. Κατά συνέπεια η προσφερόμενη άμεσα (και για αρκετά χρόνια ακόμα, μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής άλλων έργων ενίσχυσης, π.χ. φράγμα Ευήνου) λύση είναι η αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της Υλίκης και Παραλίμνης. Άλλωστε η ΕΥΔΑΠ από τον Αύγουστο 1987 έθεσε σε πλήρη λειτουργία το υδραγωγείο της Υλίκης, που τα προηγούμενα τρία χρόνια είχε λειτουργήσει μόνο σε περιόδους διακοπής της λειτουργίας του υδαταγωγού Μόρνου για συντήρηση ή επισκευή.

Επί πλέον θεωρούμε ότι η αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της Υλίκης παρόλες τις αβεβαιότητες που έχει (λόγω υπόγειων διαφυγών) και παρόλο το αυξημένο κόστος που παρουσιάζει (λόγω αντλήσεων) δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως προσωρινή λύση, αλλά και ως μόνιμη λύση εφεδρείας (ασφαλείας) και πιθανόν κάλυψης αιχμών ζήτησης, δεδομένου ότι έχει το βασικό πλεονέκτημα του ανεξάρτητου υδραγωγείου, πράγμα που δεν εξασφαλίζεται με τη λύση Ευήνου (εκτός αν κατασκευαστεί και άλλος υδαταγωγός, παράλληλος με αυτόν του Μόρνου).

Με βάση όλα τα παραπάνω θεωρούμε ότι απαιτείται η ταχεία και όσο το δυνατόν πληρέστερη μελέτη του υδατικού δυναμικού της Υλίκης, καθώς και η μελέτη της συνδυασμένης διαχείρισης του υδατικού

δυναμικού της στις εξής δύο περιπτώσεις:

- α) υπό τις τωρινές και τις βραχυπρόθεσμες συνθήκες σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του Μόρνου, και
- β) στις απότερες μελλοντικές συνθήκες, σε συνδυασμό και με την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του Ευήνου.

#### **8.2. Διάρθρωση και στόχοι**

- α. Οι κύριοι στόχοι της επέκτασης του ερευνητικού έργου είναι η εκτίμηση του αξιοποιήσιμου υδατικού δυναμικού της Υλίκης, και των εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης του, υπό τις τωρινές συνθήκες, σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του Μόρνου, καθώς και τις μελλοντικές, σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του Ευήνου.
- β. Στους στόχους του ερευνητικού έργου περιλαμβάνεται η κατάρτιση πινάκων - νομογραφημάτων ή/και προγράμματος Η/Υ, που θα υποστηρίζουν τον ορθολογικό χρονικό προγραμματισμό των απολήψεων από την Υλίκη.
- γ. Επίσης στους στόχους περιλαμβάνεται, ως εργασία υποδομής, η συστηματική οργάνωση, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή των υδρολογικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εκπόνηση του ερευνητικού έργου.
- δ. Τέλος στο αντικείμενο του προγράμματος περιλαμβάνεται και η εκπαίδευση προσωπικού του ΥΠΕΧΩΔΕ ή/και της ΕΥΔΑΠ (δύο διπλωματούχων μηχανικών) στη χρήση των προγραμμάτων και μεθοδολογιών του ερευνητικού έργου.

### 8.3. Κωδικοποίηση του αντικειμένου

- 2.1. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με το υδατικό ισοζύγιο των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης.
- 2.2. Συλλογή και συστηματοποίηση μελετών και πληροφοριών σχετικών με την διαχείριση των νερών της Υλίκης.
- 2.3. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ των βροχομετρικών δεδομένων των λεκανών Υλίκης και Παραλίμνης.
- 2.4. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ των μετεωρολογικών δεδομένων των λεκανών Υλίκης και Παραλίμνης.
- 2.5. Συλλογή, κατάταξη, αξιολόγηση και αρχειοθέτηση σε Η/Υ των υδρομετρικών και σταθμημετρικών δεδομένων των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης καθώς και της σήραγγας Καρδίτσας.
- 2.6. Μελέτη του ισοζυγίου της λίμνης, και εκτίμηση των απωλειών (εξάτμισης, διαφυγές) από τα υπάρχοντα στοιχεία.
- 2.7. Επιλογή στοχαστικού μοντέλου εισροής και απωλειών της λίμνης Υλίκης, μεμονωμένα και σε συνδυασμό με τους ταμιευτήρες Μόρνου και Ευήνου.
- 2.8. Στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας συστήματος Μόρνου-Υλίκης και συμπεράσματα.
- 2.9. Στοχαστική προσομοίωση λειτουργίας συστήματος Μόρνου-Ευήνου-Υλίκης.
- 2.10. Καταγραφή και παρουσίαση οικονομικών δεδομένων μεταφοράς νερού από Υλίκη και Μόρνο.
- 2.11. Στατιστική οικονομοτεχνική θεώρηση των ετήσιων αποθεμάτων των ταμιευτήρων Μόρνου και Υλίκης στις σημερινές και τις βραχυπρόθεσμες συνθήκες.

2.12. Σύνταξη πινάκων-νομογραφημάτων ή και προγράμματος Η/Υ, με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω διερευνήσεων, που θα υποστηρίζουν τον ορθολογικό χρονικό προγραμματισμό των απολήψεων από την Υλίκη.

2.13. Σύνταξη τελικής έκθεσης

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

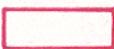
— — — — — ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ



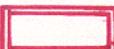
ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

ΘΕΣΗ ΒΡΟΧ/ΚΟΥ ΜΕΤΕΩΡ/ΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ



ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΟ



ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΟΣ



ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ



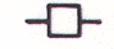
ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΟ



ΣΤΑΘΜΗΓΡΑΦΟΣ



ΣΤΑΘΜΟΣ Δ.Ε.Η.



ΣΤΑΘΜΟΣ Υ.Π.Ε.Χ.Ο.Δ.Ε.



ΣΤΑΘΜΟΣ Ε.Μ.Υ.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΟΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ	
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ	
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΘΗΝΩΝ	
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΜΟΡΝΟΥ ΚΑΙ ΕΥΗΝΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ 1
ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:250.000 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1989	
ΣΥΝΤΑΞΗ ΣΧΕΔΙΟΥ: Δ.ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ — Κ.ΚΟΥΡΙΔΑΚΗΣ	
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.	



