

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ :  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ Η/Υ  
Αθήνα, 25 Απριλίου 1991

ΜΕΛΕΤΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΛΟΥΡΟΥ ΚΑΙ ΑΡΑΧΘΟΥ:  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Θ. Ξανθόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης & Ι. Ναλμπάντης  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων,  
Ηρώων Πολυτεχνείου 5, 15773 Ζωγράφου.

Περίληψη

Συνοψίζεται η πορεία, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της *Μελέτης Πιλότου για τη διαχείριση των λεκανών Λούρου και Αράχθου*, και γίνεται κριτική θεώρηση και αξιολόγηση τους. Προσδιορίζονται τα οφέλη που προέκυψαν από τη μελέτη, που κυρίως σχετίζονται με την προσέγγιση του σχεδιασμού και της διαχείρισης των υδατικών πόρων με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, με κατάλληλο λογισμικό που εξασφαλίζει διαχρονικό χαρακτήρα της μελέτης, μέσω της δυνατότητας αναπροσαρμογής της. Επισημαίνονται επίσης τα ασθενή σημεία της μεθοδολογίας της μελέτης, που κυρίως αναφέρονται στο υδρολογικό μέρος, προκειμένου να αντιμετωπιστούν μελλοντικά. Τέλος γίνεται σύγκριση της μελέτης με αντίστοιχη διερεύνηση που εκπονήθηκε για τις λεκάνες που τροφοδοτούν το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας.

1. Γενικά

Οι πρόσφατες εμπειρίες από τα φαινόμενα λειψυδρίας που έπληξαν τη χώρα την προηγούμενη διετία, κατέδειξαν στο κοινωνικό σύνολο την πολυτιμότητα των υδατικών πόρων, και την ανάγκη συνολικής αντιμετώπισης τους με επιστημονική μεθοδολογία.

Το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (ΥΒΕΤ), συνειδητοποιώντας την αναγκαιότητα του συνολικού σχεδιασμού και της διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, ξεκίνησε εδώ και δύο χρόνια το πρόγραμμα διαχείρισης των λεκανών Λούρου και Αράχθου. Για πρώτη φορά, στο πρόγραμμα αυτό, έγινε συστηματική αντιμετώπιση όλων των χρήσεων του νερού, επιφανειακού και υπόγειου, σε εκτεταμένη γεωγραφική περιοχή. Η προσπάθεια αυτή είχε πολλά χρήσιμα αποτελέσματα, όχι μόνο για τη συγκεκριμένη περιοχή, αλλά ευρύτερης σημασίας. Έτσι:

- Δημιουργήθηκε μια ομάδα εργασίας στη Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του ΥΒΕΤ, και υλοποιήθηκε η συνεργασία της με τον εξειδικευμένο σε θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων ολλανδικό οργανισμό Delft Hydraulics, και με τον Τομέα Υδατικών Πόρων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

- Αναπτύχθηκε από τον ολλανδικό οργανισμό κατάλληλο λογισμικό για τη διαχείριση των υδατικών πόρων.
- Πραγματοποιήθηκε ανταλλαγή εμπειρίας μεταξύ των συνεργαζόμενων ομάδων, και εξοικείωση της ομάδας εργασίας με τη λειτουργία του λογισμικού, αλλά και με τη γενικότερη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων.
- Τα παραπάνω δημιουργούν τις προϋποθέσεις για μελλοντική πληρέστερη και εξελισσόμενη προσέγγιση των προβλημάτων των υδατικών πόρων της χώρας, με πραγματοποίηση παρόμοιων διερευνήσεων και σε άλλα υδατικά διαμερίσματα.

## 2. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λεκανών Λούρου και Αράχθου

Η επιλογή των λεκανών Λούρου και Αράχθου για τη συγκεκριμένη μελέτη-πιλότο υπήρξε ιδιαίτερα επιτυχής. Η γεωγραφική περιοχή των λεκανών αυτών συνδυάζει:

- Ποικιλία τοπογραφικών και γεωλογικών χαρακτηριστικών.
- Ταυτόχρονη παρουσία πλούσιων επιφανειακών υδατικών πόρων, με ποικιλία υδρολογικής διαίτας, και υπόγειων υδροφορέων, καρστικών και μη.
- Σαφείς περιβαλλοντικές διαστάσεις, που σχετίζονται κυρίως με την παρουσία του οικολογικά ευαίσθητου Αμβρακικού κόλπου, ως υποδοχέα των υδατορευμάτων, ο οποίος προστατεύεται και από τη διεθνή σύμβαση RAMSAR.
- Μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης των υδατικών πόρων, και βελτίωσης της υποδομής των έργων διαχείρισης και διανομής.
- Πιθανούς κινδύνους υποβάθμισης υπόγειων υδατικών πόρων, από υπερεκμετάλλευση τους, λόγω υφαλμύρωσης.
- Ποικιλία χρήσεων, με προεξέχουσες την γεωργική και υδροηλεκτρική, και δευτερεύουσες την οικιακή και βιομηχανική, και τη χρήση ιχθυοκαλλιέργειας.

Γενικώς οι υδρολογικές λεκάνες Λούρου και Αράχθου χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα πλούσιο υδατικό δυναμικό, σε μεγάλο βαθμό αναξιοποίητο. Από αυτή την άποψη οι εν λόγω λεκάνες δεν αποτελούν τυπική περίπτωση στον ελλαδικό χώρο, όπου είναι συνηθέστερες οι ελλειμματικές περιοχές, στις οποίες προβάλλει πιο έντονη η ανάγκη εξοικονόμησης νερού. Το γεγονός αυτό δημιουργεί κάποιες ιδιαιτερότητες στην ακολουθητέα μεθοδολογία, η οποία θα πρέπει να προσαρμοστεί κατάλληλα, προκειμένου να εφαρμοστεί σε άλλα υδατικά διαμερίσματα. Το θέμα αυτό αναλύεται περισσότερο σε επόμενες παραγράφους.

### 3. Μεθοδολογία

Το όλο πρόγραμμα αποτελείται από το πλαίσιο ανάλυσης (framework for analysis) και το υπολογιστικό πλαίσιο (computational framework). Το πλαίσιο ανάλυσης περιέλαβε τρεις φάσεις:

1. Στην προκαταρκτική φάση (βλ. MIET/DWNR et al, 1989) έγινε η αναγνώριση των συγκεκριμένων προβλημάτων της περιοχής, μετά από επισκόπηση παλιότερων μελετών και με άμεση επί τόπου αναγνώριση. Παράλληλα τέθηκαν οι παραδοχές της μελέτης, και πάρθηκαν αποφάσεις σχετικά με τα μαθηματικά μοντέλα ανάλυσης και το απαραίτητο λογισμικό.
2. Στη φάση προετοιμασίας των δεδομένων (βλ. MIET/DWNR & Delft Hydraulics, 1990) έγινε συλλογή και ανάλυση των υδρολογικών δεδομένων, των χρήσεων νερού και των οικονομικών δεδομένων. Παράλληλα έγινε προετοιμασία του λογισμικού και σχηματοποίηση του υδατικού συστήματος της περιοχής.
3. Στη φάση ανάλυσης των εναλλακτικών πολιτικών σχεδιασμού και διαχείρισης (βλ. MIET/DWNR & Delft Hydraulics, 1991) έγινε ρύθμιση του μαθηματικού μοντέλου διαχείρισης, καταρτίστηκαν τα εξεταστέα σενάρια (υδρολογικά και χρήσεων), καθορίστηκαν μέτρα και στρατηγικές, εφαρμόστηκε το μοντέλο για τα σενάρια αυτά, και αξιολογήθηκαν οι διάφορες στρατηγικές διαχείρισης.

Το υπολογιστικό πλαίσιο διαρθρώνεται από τα ακόλουθα πακέτα λογισμικού:

1. Το κύριο διαχειριστικό μοντέλο RIBASIM που αναπαριστά τη λειτουργία του συστήματος (βλ. Delft Hydraulics, 1987)
2. Τα υδρολογικά μοντέλα HYMOS (βλ. Delft Hydraulics, 1989) και BEMER (μοντέλο βροχής - απορροής, βλ. Κ. Μπεζές, 1990) που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση και σύνθεση των υδρολογικών δεδομένων. Ειδικότερα για τη δημιουργία βάσης ιστορικών υδρολογικών δεδομένων σε ημερήσια βάση, χρησιμοποιήθηκε το πακέτο HYDRA-PC (ΕΜΠ, βλ. Koutsoyiannis et al, 1991).
3. Ένα σύνολο από προγράμματα τύπου spreadsheet, για τους αναγκαίους οικονομικούς υπολογισμούς.

Το γεγονός ότι το όλο πρόγραμμα βασίστηκε στην χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, με σύγχρονο και προηγμένο λογισμικό, προσφέρει σαφή και προφανή μεθοδολογικά πλεονεκτήματα: τη δυνατότητα αποθήκευσης πληθώρας δεδομένων, την ταχύτητα υπολογισμών, την ευκολία εξέτασης πολλών εναλλακτικών λύσεων, τη δυνατότητα ανάλυσης της ευαισθησίας των αποτελεσμάτων, την εύκολη και πολύμορφη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, και, το κυριότερο, τη δυνατότητα ευχερούς μελλοντικής πρόσβασης, αναθεώρησης, βελτίωσης και επέκτασης της

μελέτης. Κατά συνέπεια η μελέτη που έγινε δεν θα πρέπει να θεωρείται ως περαιωμένη εργασία, αλλά ως ένα διαχρονικό εργαλείο ανάλυσης, που έχει τη δυνατότητα συνεχούς αναπροσαρμογής. Αυτή ακριβώς είναι και η ουσιαστική πρωτοτυπία της μελέτης. Στο σημείο αυτό θεωρούμε απαραίτητο να τονίσουμε και τα ακόλουθα σημεία, τα οποία θα πρέπει να παίρνονται υπόψη σε ανάλογες περιπτώσεις:

- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και το λογισμικό δεν αποτελούν πανάκεια, αλλά ένα σύγχρονο ισχυρό εργαλείο ανάλυσης, του οποίου η χρήση γίνεται καλύτερη και αποτελεσματικότερη, όταν ο χρήστης κατέχει το γνωσιολογικό υπόβαθρο του λογισμικού.
- Το ίδιο το λογισμικό δεν θα πρέπει να θεωρείται ως ένα οριστικό σύστημα ανάλυσης, αλλά ως υποκείμενο σε "γήρανση" ή και οριστική αχρήστευση, και ως εκ τούτου θα πρέπει πάντα να προβλέπεται η δυνατότητα συντήρησης, ανανέωσης ή αντικατάστασης του.
- Το υπό μελέτη υδατικό σύστημα είναι επίσης εξελισσόμενο και δυναμικό και κατά συνέπεια το λογισμικό θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα επεκτάσεων και τροποποιήσεων του συστήματος.

Η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα βασίζεται στην επιστημονική μέθοδο της προσομοίωσης. Η μέθοδος αυτή, σε αντίθεση με τη μέθοδο της βελτιστοποίησης, δεν είναι ικανή για την παραγωγή με άμεσο τρόπο της τελικής βέλτιστης λύσης, αλλά επιχειρεί να εξετάσει ξεχωριστά πολλές προκαθορισμένες από το μελετητή εναλλακτικές λύσεις, δίνοντας τις συνέπειες, οικονομικές ή άλλες, κάθε μιας από αυτές. Κατά συνέπεια ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να φτάσει στην τελική λύση με μια πορεία διαδοχικών προσεγγίσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε τέτοιου είδους προβλήματα πολύπλοκων συστημάτων, όπως αυτό των λεκανών Λούρου και Αράχθου, με πολλούς κόμβους υδροληψίας και χρήσεων, είναι ανέφικτη η χρησιμοποίηση μεθόδων άμεσης βελτιστοποίησης, λόγω της απουσίας αποτελεσματικών αλγορίθμων για μη γραμμικά συστήματα και στοχαστικές εισόδους. Μόνο με υπεραπλουστεύσεις της πραγματικής κατάστασης και σε προβλήματα ακαδημαϊκού-ερευνητικού, παρά επιχειρησιακού χαρακτήρα, θα ήταν δυνατή η χρήση μεθόδων βελτιστοποίησης. Επομένως η επιλογή της μεθόδου της προσομοίωσης στο υπό μελέτη πρόβλημα κρίνεται ως επιτυχής.

Σε ότι αφορά την καθαρώς υδρολογική συνιστώσα του προβλήματος, η μέθοδος που ακολουθήθηκε χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα:

- Χρησιμοποίηση γενικά ιστορικών χρονοσειρών των υδρολογικών μεταβλητών σε μηνιαία βάση.
- Χρησιμοποίηση έτοιμων σειρών μηνιαίων παροχών, υπολογισμένων από τη ΔΕΗ, όπου αυτές υπήρχαν.
- Εφαρμογή του μοντέλου βροχής-απορροής BEMER για συμπλήρωση και επέκταση των δειγμάτων απορροής με βάση δεδομένα βροχοπτώσεων και εξατμίσεων.

- Τελικός σχηματισμός δειγμάτων 29ετούς διάρκειας (1960-1988).
- Πολύ περιορισμένη χρήση στατιστικής υδρολογίας, και εκτίμηση στοιχειωδών εμπειρικών πιθανοτήτων των δειγμάτων.
- Επιλογή τριών χαρακτηριστικών μεμονωμένων υδρολογικών ετών, από τα ιστορικά δείγματα (μέσο έτος, ξηρό, πολύ ξηρό), τα δεδομένα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν ως εναλλακτικά υδρολογικά σενάρια και ως βάση όλων των υπολογισμών διαχείρισης.

Η παραπάνω μεθοδολογία, αν και ακετά απλουστευτική, αξιολογείται ως επαρκής για τη συγκεκριμένη μελέτη, δεδομένου ότι η εξεταζόμενη περιοχή, λόγω του πλούσιου δυναμικού της δεν οδηγείται σε κρίσιμες καταστάσεις και κατά συνέπεια δεν απαιτούνται λεπτομερέστερες υδρολογικές αναλύσεις. Εξ άλλου το σύστημα, στη σημερινή του τουλάχιστον μορφή, δεν διαθέτει μεγάλους ταμιευτήρες υπερετήσιας ρύθμισης, και έτσι δεν αποκτά κρίσιμη σημασία η χρονική διαδοχή, από έτος σε έτος, των υδρολογικών μεγεθών. Θεωρούμε όμως σκόπιμο να επισημάνουμε ότι για άλλα υδατικά διαμερίσματα, ιδιαίτερα της ανατολικής Ελλάδας, θα απαιτηθεί αναλυτική πιθανοτική θεώρηση, όχι μόνο των εισροών, αλλά και των αποτελεσμάτων της διαχείρισης. Για το σκοπό αυτό θα είναι απαραίτητη (α) προσφυγή στα πρωτογενή υδρολογικά δεδομένα και λεπτομερής ανάλυση τους, (β) η θεωρητική στατιστική ανάλυση των δεδομένων σε πολυδιάστατη βάση, (γ) η παραγωγή πολυδιάστατων συνθετικών χρονοσειρών μεγάλου μεγέθους, και (δ) η χρήση των πλήρων χρονοσειρών στους υπολογισμούς, αντί της εφαρμογής μεμονωμένων σεναρίων-ετών.

Ως προς το θέμα της σχηματοποίησης του συστήματος, πρέπει να παρατηρήσουμε ότι έγινε λεπτομερέστατη τοπολογική αναπαράσταση του φυσικού συστήματος, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης, αλλά και για άλλα προβλήματα τοπικού χαρακτήρα. Μάλιστα μπορεί να χαρακτηριστεί ως υπερβολική για το σκοπό και για την κλίμακα που έγινε, αλλά η λεπτομέρεια της δικαιολογείται από το χαρακτήρα της μελέτης-πλότου.

Ένα βασικό στοιχείο της προσομοίωσης του συστήματος είναι οι κανόνες λειτουργίας του. Γενικά το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε λειτουργεί με κανόνες προτεραιότητας χρήσεων, οι οποίες καθορίζονται εκ των προτέρων από το μελετητή και παραμένουν αμετάβλητες κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

#### **4. Αποτελέσματα**

Μελετήθηκαν τρεις βασικές περιπτώσεις, που αναφέρονται αντιστοίχα στη σημερινή κατάσταση, και στους χρονικούς ορίζοντες 2000 και 2015. Για κάθε μια από τις περιπτώσεις αυτές εξετάστηκαν διάφορες εναλλακτικές πολιτικές ανάπτυξης και διαχείρισης των υδατικών πόρων. Τα ειδικά αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται υπό μορφή "πινάκων επιτυχίας" (score

cards), που εμφανίζουν τις οικονομικές συνέπειες κάθε εξεταζόμενης πολιτικής (βλ. MIET/DWNR & Delft Hydraulics, 1991).

Από τη μελέτη των πινάκων αυτών προκύπτει ότι το έργο που αλλάζει σημαντικά την ανάπτυξη των υδατικών πόρων της περιοχής είναι το σύστημα διασυνδεδεμένων ταμειωτήρων Στενού και Καλαριτικού, με κυριότερη επίπτωση την αυξημένη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Σε σχέση με τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων για άρδευση, παραρρηρείται γενικώς επάρκεια ποσοτήτων επιφανειακού και υπόγειου νερού, ενώ φαίνεται αναγκαία η μελλοντική μεταφορά υδατικών πόρων από τη λεκάνη Αράχθου προς τη περιοχή Λούρου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψαν μετά από συνολική θεώρηση των υδρολογικών, διαχειριστικών και οικονομικών παραμέτρων του προβλήματος, και κατά συνέπεια παρουσιάζουν καθολικό και όχι μονομερή χαρακτήρα. Ο βαθμός αβεβαιότητας, που κατ' ανάγκη υπάρχει, λόγω των αβεβαιοτήτων των δεδομένων που υπήρχαν, είναι δυνατό να περιοριστεί στο μέλλον, με τη λήψη πρόσθετων στοιχείων. Τέλος σημειώνεται ότι η μορφή με την οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δίνουν τη δυνατότητα υποστήριξης της λήψης αποφάσεων για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των υδατικών πόρων, προσφέροντας και διερευνώντας τις δυνατές εναλλακτικές επιλογές.

##### 5. Σύγκριση με τις λεκάνες Ευήνου, Μόρνου και Υλίκης-Β. Κηφισού

Για την εναργέστερη κριτική θεώρηση της μεθοδολογίας και των αποτελεσμάτων της μελέτης, κρίθηκε σκόπιμη μια σύντομη σύγκριση της παρούσας μελέτης με αντίστοιχη μελέτη που εκπονήθηκε από τον Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ (βλ. Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1990α, Ναλμπάντης κ.α., 1990, και Nalbantis et al, 1991). Στην τελευταία περίπτωση ουσιαστικά είχαμε μία κύρια χρήση, την ύδρευση της Αθήνας, με δευτερεύουσα χρήση την άρδευση της Κωπαίδας μέσω της Υλίκης. Η κύρια χρήση στη συγκεκριμένη περίπτωση είχε υψηλές απαιτήσεις, όπως εξασφάλιση αξιοπιστίας 99% (κατά μέσο όρο μια αστοχία κάθε 100 χρόνια) στο υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, καθώς και εξασφάλιση περιθωρίων ασφαλείας έναντι βλάβης κλπ. (βλ. Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1990β)

Οι απαιτήσεις αυτές καθόρισαν ανάλογα και την ακολουθητέα μέθοδο, η οποία σε αντίθεση με την μέθοδο του Λούρου-Αράχθου, δεν έδωσε έμφαση σε οικονομικά μεγέθη, αλλά στο υδρολογικό μέρος (προσδιορισμός υδρολογικών μεγεθών με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια) με λεπτομερή ανάλυση των στοχαστικών συνιστωσών του προβλήματος. Έτσι, μετά από λεπτομερείς αναλύσεις των ιστορικών δεδομένων, καταρτίστηκαν μοντέλα υδρολογικής προσομοίωσης, που παρήγαγαν συνθετικά δείγματα σε μηνιαία βάση ολικού μήκους 5000 ετών. Αντί των οικονομικών μεγεθών των αποτελεσμάτων των εναλλακτικών πολιτικών σχεδιασμού και διαχείρισης, ως τελικό κριτήριο επιλογής θεωρήθηκε το τελικώς επιτυγχανόμενο επίπεδο αξιοπιστίας του συστήματος.

Το διαχειριστικό μοντέλο, που καταρτίστηκε στο ΕΜΠ, εξειδικευμένο για το σύστημα Ευήνου-Μόρνου-Υλίκης, λειτούργησε με συνεχείς πολλαπλές χρονοσειρές, έτσι ώστε να μπορεί

να εκτιμηθεί με αξιόπιστο τρόπο η πολιτική που εξασφαλίζει τον απαιτούμενο βαθμό αξιοπιστίας 99%. Το υδροδοτικό σύστημα ήταν αρκετά πολύπλοκο, με τρεις βασικούς ταμιευτήρες υπερετησίας ρύθμισης, ένα ταμιευτήρα ασφαλείας, ένα πιθανό ταμιευτήρα αναρρύθμισης, ενισχυτικές πηγές (κυρίως από υπόγεια νερά) και πολλούς αγωγούς, ακόμα και αμφίδρομης ροής. Παρά το γεγονός ότι για την κατάρτιση του σχηματοποιημένου μοντέλου του συστήματος έγιναν απλουστεύσεις, παίρνοντας υπόψη τους κύριους κόμβους και τα κύρια υδραγωγεία, η μαθηματική προσομοίωση της λειτουργίας έγινε με τον πληρέστερο δυνατό τρόπο.

Όπως και στην περίπτωση του Λούρου-Αράχθου, η όλη ανάλυση βασίστηκε στη μέθοδο της προσομοίωσης. Στην προσομοίωση λειτουργίας καταρτίστηκαν κανόνες λειτουργίας βασισμένοι στην προτεραιότητα, τόσο των χρήσεων όσο και των πηγών υδροδότησης. Όμως στην περίπτωση Ευήνου-Μόρνου-Υλίκης οι προτεραιότητες ήταν δυναμικά εξαρτώμενες από τις στάθμες των ταμιευτήρων, και για τον καθορισμό τους έγινε έμμεση βελτιστοποίηση.

Συμπερασματικά, και οι δύο περιπτώσεις Λούρου-Αράχθου και Ευήνου-Μόρνου-Υλίκης παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά και διαφορές, που προσδιορίζονται από τις διαφορετικές υδρολογικές διαίτες, επιχειρησιακές ανάγκες και σκοπιμότητες μελετών.

## 6. Συμπεράσματα - Προοπτικές

Η εκπόνηση της μελέτης-πυλότευ για τη διαχείριση των λεκανών Λούρου και Αράχθου, κάλυψε τους στόχους της και ανταποκρίθηκε στο χαρακτηρισμό της ως μελέτης-πυλότευ. Αποτελεί ένα πολύ αξιόλογο ξεκίνημα στην ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας, και δημιουργεί τις προϋποθέσεις για μελλοντική πληρέστερη και εξελισσόμενη προσέγγιση των προβλημάτων των υδατικών πόρων, καθώς και για πραγματοποίηση παρόμοιων διερευνήσεων σε άλλα υδατικά διαμερίσματα της χώρας.

Τα ασθενή σημεία της μελέτης που επισημάνθηκαν, και που κυρίως αφορούν στο υδρολογικό μέρος, δεν αποτελούν ουσιαστικές ελλείψεις από επιχειρησιακής πλευράς.

Σημαντικό όφελος αποτελεί η απόκτηση εμπειρίας των τριών ομάδων εργασίας (ΥΒΕΤ, Delft Hydraulics, ΕΜΠ) και η ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ τους.

Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα της μελέτης αποτελούν μια ορθολογική βάση για λήψη αποφάσεων για την ανάπτυξη και τη διαχείριση των υδατικών πόρων των λεκανών Λούρου και Αράχθου. Κυρίως όμως, με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία δημιουργήθηκε ένα πρακτικό και επιστημονικά θεμελιωμένο εργαλείο κατάλληλο για την αντιμετώπιση υδατικών θεμάτων, για τον έλεγχο και την τεχνική υποστήριξη της άσκησης υδατικής πολιτικής.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Δ. Κουτσογιάννης, & Θ. Ξανθόπουλος (1990α): *Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών*, Τεύχος 19, Συνοπτική Έκθεση, Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- Δ. Κουτσογιάννης, & Θ. Ξανθόπουλος (1990β): *Αξιοπιστία και ασφάλεια του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας, στο "Προοπτικές επίλυσης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας"*, Πρακτικά επιστ. ημερίδας ΕΕΔΥΠ, Εκδόσεις Γ. Φούντας, Αθήνα.
- Κ. Μπεζές (1990): *Ανάλυση και περιγραφή του μοντέλου BEMER*, Αθήνα.
- Ι. Ναλμπάντης, Δ. Κουτσογιάννης, Κ. Τσολακίδης & Θ. Ξανθόπουλος (1990β): *Σχεδιασμός και λειτουργία του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας, στο "Προοπτικές επίλυσης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας"*, Πρακτικά επιστ. ημερίδας ΕΕΔΥΠ, Εκδόσεις Γ. Φούντας, Αθήνα.
- Delft Hydraulics (1987): *River basin simulation model - RIBASIM (PC-version 1)*, User's manual, Delft.
- Delft Hydraulics (1989): *HYMOS - Lecture Notes*, Delft.
- D. Koutsoyiannis, K. Tsolakidis & N. Mamassis, (1991): *HYDRA-PC, A Data-base system for regional hydrological data management*, in G. Tsakiris (editor), *Advances in Water Resources Technology*, Balkema, Rotterdam.
- Ministry of Industry, Energy and Technology, Directorate for Water and National Resources (MIET/DWNR), Delft Hydraulics & TNO Institute of Applied Geoscience (1989): *Pilot study for water resources management of the Louros and Arachthos river basins*, Inception report, Athens.
- Ministry of Industry, Energy and Technology, Directorate for Water and National Resources (MIET/DWNR) & Delft Hydraulics (1990): *Pilot study for water resources management of the Louros and Arachthos river basins*, Progress report no 1, Athens.
- Ministry of Industry, Energy and Technology, Directorate for Water and National Resources (MIET/DWNR) & Delft Hydraulics (1991): *Pilot study for water resources management of the Louros and Arachthos river basins*, Study report (draft), Athens.
- I. Nalbantis, D. Koutsoyiannis & T. Xanthopoulos (1991), *Modelling of the Athens water supply system*, paper presented in the European Conference "Advances in Water Resources Technology", Athens 20-23 March 1991.