

Η διαχείριση των πόρων για την ύδρευση της Αθήνας

Τον τελευταίο καιρό έχει επανέλθει στην επικαιρότητα το θέμα της ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων για την ύδρευση της Αθήνας. Η μειωμένη υδροφορία στο τρέχον υδρολογικό έτος σε συνδυασμό με τη σχετική μείωση των συνολικών υδατικών αποθεμάτων ξύπνησαν οδυνηρές αναμνήσεις της παρατεταμένης περιόδου λειψυδρίας της προηγούμενης δεκαετίας. Εάν ληφθούν υπόψη και οι σημαντικοί αυξητικοί ρυθμοί ζήτησης νερού στο δίκτυο κατανάλωσης της ΕΥΔΑΠ της τάξης των 6%-7% ετησίως τα τελευταία έξι έτη, εύκολα συμπεραίνει κανείς ότι η κατάσταση επιβάλλει την ορθολογικότερη δυνατή διαχείριση των υδατικών πόρων.

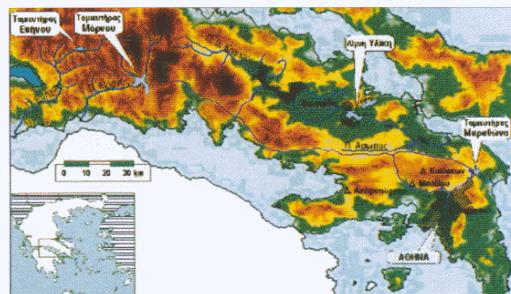
Από την άλλη πλευρά, η πρόσφατη ένταξη του αποθηκευτικού όγκου στο σύστημα υδροδότησης της Αθήνας έχει αυξήσει το δυναμικό του συστήματος και έχει δημιουργήσει σε πολλούς ένα εσφαλμένο κλίμα εφησυχασμού.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΩΝ

Το σύστημα εξωτερικών υδραγωγείων της ΕΥΔΑΠ είναι ένα από τα πλέον πολύπλοκα υδροσυστήματα (βλ. Εικόνα 1). Αποτελείται από τους ταμιευτήρες Μαραθώνα, Υλίκης, Μόρνου και Ευήνου, ένα εκτεταμένο δίκτυο υδραγωγείων και τέσσερις μονάδες επεξεργασίας νερού. Τα δύο βασικά υδραγωγεία, του Μόρνου και της Υλίκης, επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενωτικού υδραγωγείου αμφιδρομης ροής. Το υδροσύστημα διαθέτει ως εφεδρικούς υδατικούς πόρους μια σειρά γεωτρήσεων, κυρίως κατά μήκος του υδραγωγείου Υλίκης. Η μεταφορά του νερού από τη λίμνη Υλίκη πραγματοποιείται με άντληση, που συνεπάγεται μεγάλο οικονομικό κόστος, σε αντίθεση με τη μεταφορά του στο υδραγωγείο του Μόρνου, που πραγματοποιείται με βαρύτητα. Η μεταφορά νερού από την περιοχή εξυπηρέτησης μίας μονάδας επεξεργασίας νερού στην περιοχή εξυπηρέτησης μίας άλλης είναι σε περιορισμένο βαθμό δυνατή. Η Υλίκη παρουσιάζει οιμαντικές υπόγειες διαφυγές, ενώ μικρές διαφυγές υπάρχουν και στον ταμιευτήρα Μόρνου. Επίσης, διαρροές παρουσιάζονται και σε διάφορα τμήματα

των υδραγωγείων. Μελέτες και έργα της ΕΥΔΑΠ είναι σε εξέλιξη για τον εντοπισμό και περιορισμό τους.

Το υδροσύστημα εξυπηρετεί προς το παρόν, εκτός από την υδροδότηση της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών και άλλους οικισμούς κατά μήκος του υδραγωγείου του Μόρνου. Άλλοι ανταγωνιστικοί προς την ύδρευση στόχοι εξυπηρετούνται από το ίδιο υδροσύστημα: Υδατικοί πόροι από το νερό της Υλίκης χρησιμοποιούνται για την άρδευση της Κωπαΐδας τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ 1 m³/s από τον Εύηνο χρησιμοποιούνται για λόγους περιβαλλοντικής διατήρησης.



Εικ. 1: Το Σύστημα εξωτερικών υδραγωγείων της ΕΥΔΑΠ και η απεικόνισή του σε μοντέλο από τον Υδρονομέα

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

Το σύνθετο πρόβλημα της διαχείρισης των υδατικών πόρων αντιμετωπίζονται από την ΕΥΔΑΠ μέχρι πρόσφατα με εμπειρικό τρόπο. Τεχνολογικά περισσότερο εξελιγμένες χώρες υποστηρίζουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων με τη βοήθεια λογισμικών εργαλείων προσομοίωσης. Εν τούτοις, και οι δύο περιπτώσεις δεν εξασφαλίζουν την εφαρμογή της πλέον αποδοτικής διαχείρισης.

Η ΕΥΔΑΠ από τον Οκτώβριο του 2000 εφαρμόζει το Σύστημα Υποστήριξης της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδρονομέας, η δεύτερη έκδοση του οποίου ολοκληρώθηκε πρόσφατα από την ερευνητική ομάδα (στην οποία συμμετέχουν και οι συγγραφείς αυτού του κειμένου), στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *Εκπαιχρονισμός της Εποπτείας και Διαχείρισης των Συστήματος των Υδατικών Πόρων Υδρευσης της Αθήνας*. Ο Υδρονομέας βασίζεται σε πρωτότυπη ερευνητική εργασία με διεθνή αναγνώριση, που συνδυάζει εξελιγμένες μεθόδους παραμετροποίησης του

προβλήματος, προσομοίωσης και βελτιστοποίησης. Σχεδιάστηκε με σκοπό να είναι εύκολα προσαρμόσιμος, να αντιμετωπίζει ιδιαίτερα πολύπλοκα υδροσυστήματα και να εντοπίζει τον βέλτιστο τρόπο διαχείρισης, συνυπολογίζοντας τους στόχους και περιορισμούς, που έχουν τεθεί από τον χρήστη.

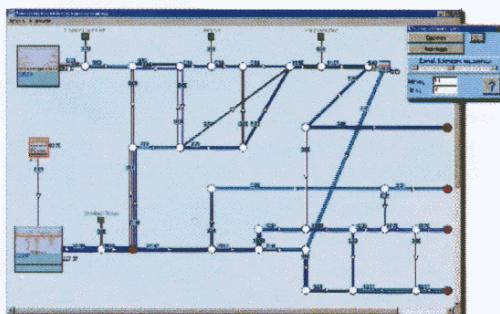
Μερικά από τα ερωτήματα, στα οποία ο Υδρονομέας δίνει απαντήσεις, είναι τα ακόλουθα:

- Ποιά είναι η ασφαλής απόδοση του υδροσυστήματος, με δεδομένο το υδρολογικό καθεστώς και για δεδομένη αξιοποιηση επίτευξης στόχων (ύδρευσης, άρδευσης κ.λπ.);
- Με ποιό κανόνα λειτουργίας των ταμιευτήρων ελαχιστοποιείται η πιθανότητα αστοχίας επίτευξης των στόχων;
- Με ποιο ελάχιστο κόστος μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι και να τηρηθεί το επίπεδο αξιοποιησίας, που όρισε ο χρήστης;
- Πώς θα επιδράσουν στα αποτελέσματα τα διαφορετικά διαχειριστικά ή κλιματολογικά σενάρια και ενδεχόμενες μελλοντικές τροποποιήσεις του δικτύου;
- Είναι εφικτή η μακροχρόνια και αξιοποιηση εξυπηρέτησης νέων περιοχών από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ;
- Ποιες θα είναι οι επιπτώσεις ειδικών περιστάσεων (π.χ. Ολυμπιακοί Αγώνες 2004, βλάβη στις εγκαταστάσεις); Πώς πρέπει να διαμορφωθεί η διαχείριση των υδατικών πόρων σε αυτές τις έκτακτες περιπτώσεις;

Από την οπτική γωνία του χρήστη το υπολογιστικό σύστημα λειτουργεί πρωτίστως ως ένα εργαλείο βελτιστοποίησης. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει με σειρά προτεραιότητας ένα πλαίσιο στόχων από τις παρακάτω κατηγορίες:

- Κάλυψη της ζήτησης σε νερό για ύδρευση ή άρδευση
- Διατήρηση για λόγους ασφαλείας των αποθεμάτων σε επιλεγμένους ταμιευτήρες πάνω ή κάτω από κάποιο όριο
- Υποχρεωτική παροχή σε επιλεγμένα υδραγωγεία

Το υπολογιστικό σύστημα κατά τη διαδικασία της βελτιστοποίησης εντοπίζει κανόνες λειτουργίας που ικανοποιούν κατά το δυνατό τους παραπάνω στόχους και συνάμα επιτυγχάνουν τη βέλτιστη απόδοση. Το υποσύστημα οπτικοποίησης της προσομοίωσης επιτρέπει στον χρήστη την παρακολούθηση της διαδικασίας μέσω ενός μοντέλου δικτύου, όπως αυτό στην Εικόνα 2.



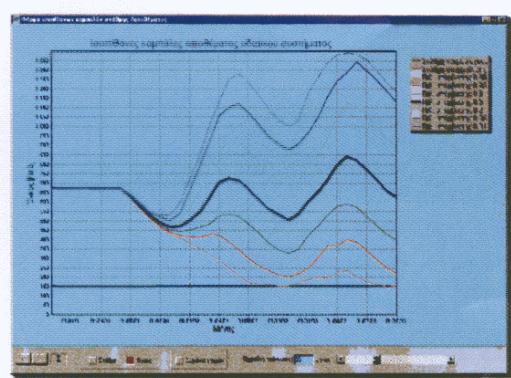
Εικ. 2: Μοντέλο δικτύου εξωτερικών υδραγωγείων της ΕΥΔΑΠ

Σύμφωνα με τα πρόσφατα αποτελέσματα του Υδρονομέα, που υιοθετήθηκαν από την ΕΥΔΑΠ, η τρέχουσα πολιτική διαχείρισης στοχεύει στην εξοικονόμηση των υδατικών αποθεμάτων στον ταμιευτήρα του Μόρουν με την απόληψη 9 hm^3 νερού το μήνα για όλη την καλοκαιρινή περίοδο από την λίμνη της Υλίκης. Ο ταμιευτήρας του Ευήνου θα βρίσκεται μέχρι το τέλος του έτους στη φάση της σταδιακής πλήρωσης και τα αποθέματα στον ταμιευτήρα του Μαραθώνα θα μειωθούν ελαφρώς για να εξυπηρετεί η αυξημένη ζήτηση του καλοκαιριού.

Πέραν τούτου, ο Υδρονομέας παρέχει ένα πλήθος αποτελεσμάτων σε μορφή πινάκων, διαγραμμάτων και εκθέσεων.

Στα αποτελέσματα αυτά περιλαμβάνεται ο βέλτιστος κανόνας λειτουργίας για όλους τους ταμιευτήρες του υδροσυστήματος, η πιθανότητα αστοχίας σε χρονική διάσταση για όλους τους στόχους που έθεσε ο χρήστης και η καμπύλη πρόγνωσης των ουνολικών αποθεμάτων του συστήματος και του κάθε ταμιευτήρα ξεχωριστά (βλ. Εικόνα 3). Αναλυτικά ισοζύγια ταμιευτήρων, κόμβων και παροχών των υδραγωγών, ενεργειακά ισοζύγια και λειτουργικά οικονομικά στοιχεία συμπληρώνουν το φάσμα των αποτελεσμάτων.

Την εύληπτη παρουσίαση των αποτελεσμάτων εξυπηρετεί η αναλυτική έκθεση που εκδίδει ο Υδρονομέας αντόματα.



Εικ. 3: Πρόβλεψη ουνολικών αποθεμάτων το συστήματος υδατικών πόρων. Οι καμπύλες δίνουν το εκτιμώμενο απόθεμα σε σχέση με μια πιθανότητα υπέρβασης.

Η περιοδική επανεκτίμηση της πολιτικής διαχείρισης με επανάληψη της διαδικασίας προσομοίωσης / βελτιστοποίησης ανά τρίμηνο δίνει στην ΕΥΔΑΠ την ευελιξία που χρειάζεται ώστε να αντιδράσει έγκαιρα σε ενδεχόμενα ακραία υδρολογικά δεδομένα.

Ο Υδρονομέας, εκτός από την εφαρμογή του στο σύστημα υδροδότησης της ΕΥΔΑΠ, μπορεί να προσαρμοστεί και σε άλλα υδροσυστήματα, ώστε να υποστηρίξει τη λειτουργία τους.

Για περισσότερες πληροφορίες που αφορούν το υπολογιστικό σύστημα Υδρονομέας και το θεωρητικό υπόβαθρο λειτουργεί δικτυακός τόπος στη διεύθυνση: <http://itia.hydro.ntua.gr/hydroneas>.