

Ερευνητικό Έργο

**ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ**
(<http://www.itia.ntua.gr/g/projinfo/14/>)

Ανάδοχος

**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ, ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**Η διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας
με την προοπτική των Ολυμπιακών Αγώνων**

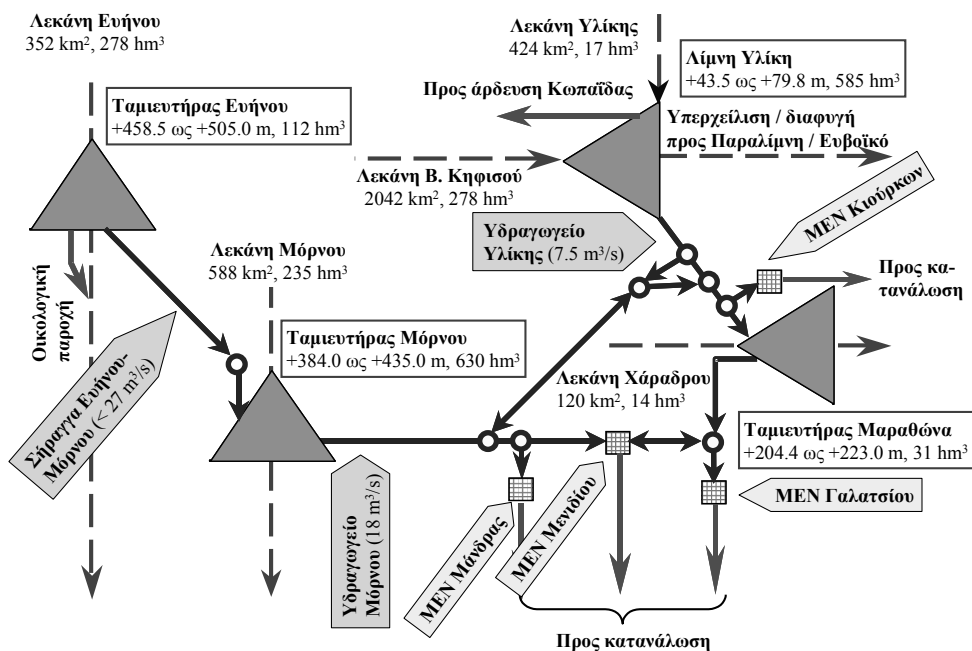
Δημήτρης Κουτσογιάννης

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστή η πολυπλοκότητα του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας με τις πολλές πηγές επιφανειακού και υπόγειου νερού, τους διαφορετικούς χώρους ταμείωσης και τις εναλλακτικές διαδρομές μεταφοράς του νερού από τις πηγές μέχρι τις μονάδες επεξεργασίας νερού (ΜΕΝ). Μια απλουστευμένη εικόνα του υδροδοτικού συστήματος φαίνεται στο Σχήμα 1.

Μέχρι πρόσφατα, η όλη διαχείριση του συνολικού υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας γινόταν από έμπειρα στελέχη της ΕΥΔΑΠ με οδηγό την εμπειρία τους και χωρίς υπολογιστικά βοηθήματα. Το 1996 η εταιρία, με την οικονομική υποστήριξη του Ταμείου Συνοχής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, εκπόνησε σχέδιο δεκαπενταετούς αναπτυξιακού προγράμματος. Στα πλαίσια του σχεδίου αυτού, υπήρξε πρόβλεψη για τη δημιουργία μοντέλου υδατικών πόρων καθώς και τον καθορισμό λεπτομερών κανόνων λειτουργίας του συστήματος, με σκοπό τη βελτιστοποίηση των απολήψεων με παράλληλη διατήρηση της ασφάλειας του συστήματος. Η σχετική πρόβλεψη περιλήφθηκε στα έργα του Ταμείου Συνοχής και υλοποιήθηκε από ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του ΕΜΠ στα πλαίσια του ερευνητικού έργου με τον τίτλο της επικεφαλίδας.

Η κεντρική ιδέα του ερευνητικού έργου ήταν η κατασκευή ενός Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ) για τη διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος, στηριγμένου σε σύγχρονα μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης-βελτιστοποίησης και σε τεχνικές πληροφορικής. Με πυρήνα το ΣΥΑ, προβλέπονταν ακόμη η ανάπτυξη συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας, συστήματος μέτρησης υδατικών πόρων και συστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης υδατικών πόρων, ενώ δίνονταν ιδιαίτερη βαρύτητα στη συνεργασία και τη μεταφορά τεχνογνωσίας μεταξύ ΕΜΠ και ΕΥΔΑΠ.



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας (χωρίς να περιλαμβάνονται οι γεωτρήσεις και οι αγωγοί διασύνδεσής τους). Για κάθε ταμιευτήρα (συμβολικά τρίγωνο) σημειώνονται η στάθμη διακύμανσης και η ωφέλιμη χωρητικότητα. Για κάθε ποταμό (διακεκομμένη γραμμή) σημειώνονται η έκταση της λεκάνης απορροής και η μέση ετήσια απορροή. Για καθένα από τα κύρια τμήματα υδραγωγείων (συνεχής γραμμή) σημειώνεται η παροχетеυτικότητα.

Το ΣΥΑ αποσκοπεί στο βέλτιστο έλεγχο του υδροσυστήματος και ακολουθεί ολιστική προσέγγιση, με στόχο την ποσοτικά αξιόπιστη, ποιοτικά και περιβαλλοντικά ασφαλή, και οικονομικά πρόσφορη κάλυψη των υδατικών αναγκών, μέσω κατάλληλης αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων. Οι επιζητούμενοι τρόποι διαχείρισης επιδιώκεται να χαρακτηρίζονται από ορθολογικότητα, δηλαδή να είναι επιστημονικά θεμελιωμένοι, αποδοτικότητα, δηλαδή να αξιοποιούν τους υδατικούς πόρους σε επαρκή βαθμό λαμβάνοντας υπόψη και τις οικονομικές συνιστώσες, και βιωσιμότητα, δηλαδή να μην δημιουργούν πρόβλημα εξάντλησης των υδατικών πόρων στο μέλλον για την κάλυψη των σημερινών αναγκών.

Το ερευνητικό έργο ήταν πενταετούς διάρκειας με δύο φάσεις (1999-2000, 2001-2003) και ήδη ολοκληρώθηκε με την πλήρη κατασκευή όλων των προβλεπόμενων υλικών και λογισμικών συστημάτων. Ωστόσο, η επιχειρησιακή χρήση μιας πρώτης έκδοσης του ΣΥΑ ξεκινά από το φθινόπωρο του 2000, οπότε και εκπονήθηκε, με την πλήρη υποστήριξη του ΣΥΑ, το πρώτο Σχέδιο Διαχείρισης

του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας με πενταετή ορίζοντα. Η σύνταξη του Σχεδίου Διαχείρισης και ο συγκεκριμένος ορίζοντάς του επιβλήθηκαν από την αλλαγή του θεσμικού πλαισίου της ΕΥΔΑΠ. Συγκεκριμένα, η ιδιωτικοποίηση της εταιρίας σε συνδυασμό με τον δημόσιο χαρακτήρα των υδατικών πόρων καθεαυτών, επέβαλε την ύπαρξη ενός τεκμηριωμένου Σχεδίου που θα αποτελούσε την απαραίτητη βάση για τη ρύθμιση των σχέσεων εταιρίας και δημοσίου. Ωστόσο, ο συμβατικός πενταετής ορίζοντας του Σχεδίου είναι πολύ μικρός αν πρόκειται να εξεταστούν οι επιπτώσεις στο μέλλον μιας διαχειριστικής πολιτικής και πολύ μεγάλος αν πρόκειται να καθοριστεί μια συγκεκριμένη σταθερή πολιτικής διαχείρισης, χωρίς δυνατότητα αναθεώρησής της (αυτό γιατί οι δυνατότητες πρόγνωσης της εξέλιξης των υδατικών αποθεμάτων αλλά και της ζήτησης είναι περιορισμένες, λόγω εγγενών φυσικών και ανθρώπινων αβεβαιοτήτων). Έτσι, υιοθετήθηκε ένα σχήμα πολλαπλών οριζόντων και συγκεκριμένα:

- Πενταετής συμβατικός χρονικός ορίζοντας.
- Δεκαετής ορίζοντας μελέτης, για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας της διαχείρισης των υδατικών πόρων.
- Ετήσιος ορίζοντας αναθεώρησης του διαχειριστικού σχεδίου, τακτές τρίμηνες επικαιροποιήσεις και πυκνότερες έκτακτες εφόσον παραστεί ιδιαίτερη ανάγκη (π.χ. ανάγκη εφαρμογής ειδικών τιμολογίων για τον έλεγχο της κατανάλωσης σε περίπτωση έμμονης ξηρασίας).

Η πενταετία που καλύπτει ο συμβατικός ορίζοντας του πρώτου Σχεδίου Διαχείρισης χαρακτηρίζεται από καινοτομίες και ιδιαιτερότητες, ανάμεσα στις οποίες είναι το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας της ΕΥΔΑΠ ως ιδιωτικής επιχείρησης, ο προγραμματισμός της διαχείρισης στη βάση ενός τεκμηριωμένου Σχεδίου, η χρήση ενός σύγχρονου προχωρημένου ΣΥΑ για τη σύνταξη του Σχεδίου, και η ένταξη στο υδροδοτικό σύστημα των νέων έργων Ευήνου (σε πλήρη λειτουργία). Μια επιπρόσθετη ιδιαιτερότητα ήταν οι Ολυμπιακοί Αγώνες του 2004, οι οποίοι δημιουργούν ειδικές ανάγκες ύδρευσης. Ειδικότερα, δημιουργούν ιδιαίτερες απαιτήσεις για την ετοιμότητα από πλευράς διαθεσιμότητας υδατικών πόρων, την επάρκεια των έργων μεταφοράς (τόσο σε κανονικές συνθήκες, όσο και σε συνθήκες βλάβης) και την κάλυψη των ειδικών συνθηκών χωροχρονικής κατανομής της κατανάλωσης νερού. Έτσι λοιπόν, οι Ολυμπιακοί αγώνες αντιμετωπίστηκαν όχι ως ένα εξαιρετικό γεγονός που επιβάλλει νέους σχεδιασμούς και υποδομές αλλά ως μια ιδιαιτερότητα που αντιμετωπίζεται με κατάλληλες πρόνοιες σε ένα ευρύτερο σύγχρονο πλαίσιο διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας.

2 ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΥΣ ΑΓΩΝΕΣ

Οι ειδικές συνθήκες που αναμένεται να διαμορφωθούν κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών αγώνων διερευνήθηκαν σε ειδική μελέτη με τίτλο *Αξιολόγηση κινδύνων και επιλογών που αφορούν την επίδοση συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης της Αθήνας κατά το Ολυμπιακό έτος 2004*, την οποία ανέθεσε η ΕΥΔΑΠ στην εταιρεία WS Atkins International Ltd. Οι στόχοι της μελέτης αυτής συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Να προσδιορίσει πριν και κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων τη ζήτηση νερού, την ικανότητα των συστημάτων υδατικών πόρων, επεξεργασίας και διανομής νερού να αντιμετωπίσουν την προβλεπόμενη ζήτηση, καθώς και την ικανότητα των συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων να αντιμετωπίσουν τα προβλεπόμενα φορτία.
2. Να εντοπίσει και να εξετάσει εναλλακτικές επιλογές για την εξάλειψη τυχόν προβλημάτων τα οποία διαπιστώνονται στα υπάρχοντα συστήματα.
3. Να προσδιορίσει, να ιεραρχήσει και να εκτιμήσει το κόστος των λειτουργιών και των απαραίτητων επενδυτικών έργων για την προσαρμογή στις απαιτήσεις των Ολυμπιακών Αγώνων.

Τα μεγέθη που κυρίως ενδιαφέρουν τη διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος είναι η ζήτηση νερού σε ετήσια βάση και η ημερήσια αιχμή της ζήτησης κατά την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων. Το ιστορικό των προγνώσεων που έγιναν για τα μεγέθη αυτά, τόσο στα πλαίσια των αναθεωρήσεων του Διαχειριστικού Σχεδίου, όσο και στα πλαίσια ενδιάμεσων εκθέσεων της πιο πάνω ειδικής μελέτης φαίνονται στον Πίνακα 1. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 1, η τελική εκτίμηση για την ημερήσια αιχμή της ζήτησης είναι 1.68 hm^3 , τιμή που θεωρήθηκε για λόγους ασφαλείας ότι έχει εφαρμογή σε μια τετράμηνη περίοδο από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο του 2004. Πάντως, ως την ώρα που γράφεται αυτό το κείμενο (Ιούνιος 2004), η ημερήσια αιχμή δεν ξεπέρασε τα 1.35 hm^3 .

3 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Ο γενικός στόχος που τίθεται για την υδροδότηση της Αθήνας σε κάθε περίπτωση είναι η κάλυψη της ζήτησης με αξιοπιστία 99% (πιθανότητα αστοχίας 1%) σε ετήσια βάση και υπό κανονικές συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι είναι ανεκτή μία αστοχία την εκατονταετία κατά μέσο όρο υπό κανονικές συνθήκες ζήτησης. Η μηδενική αστοχία, αν και θα ήταν επιθυμητή, είναι προφανές ότι δεν είναι ρεαλιστική. Η αστοχία 1% θεωρείται απόλυτα ικανοποιητική για ένα μείζον υδροδοτικό σύστημα όπως αυτό της Αθήνας. Στην πραγματικότητα, με συμπληρωματικά έκτακτα μέτρα περιορισμού της ζήτησης κ.ά., που λαμβάνονται

σε περίπτωση επικείμενης αστοχίας, ακόμη και αυτή η μικρή ανεκτή πιθανότητα 1% μικραίνει ακόμη περισσότερο.

Πίνακας 9.3: Προγνώσεις της ετήσιας ζήτησης νερού στην Αθήνα το 2004 και της ημερήσιας αιχμής την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων.

Περιγραφή μεγέθους και σεναρίου	Ζήτηση νερού (hm ³)
Ετήσια ζήτηση (ΕΜΠ, πρόβλεψη 2002 για το 2004, χαμηλό σενάριο)	410
Ετήσια ζήτηση (ΕΜΠ, πρόβλεψη 2002 για το 2004, μέσο σενάριο)	436
Ετήσια ζήτηση (ΕΜΠ, πρόβλεψη 2002 για το 2004, υψηλό σενάριο)	458
Ετήσια ζήτηση χωρίς Ολυμπιακούς Αγώνες (WS Atkins, πρόβλεψη 2002 για το 2004, μέθοδος Component Based)	441
Ετήσια ζήτηση χωρίς Ολυμπιακούς Αγώνες (WS Atkins, πρόβλεψη 2002 για το 2004, μέθοδος Time Series)	460
Ετήσια ζήτηση χωρίς Ολυμπιακούς Αγώνες (ΕΥΔΑΠ, πρόβλεψη 2004 για το 2004, τελική εκτίμηση)	425
Ετήσια ζήτηση με Ολυμπιακούς Αγώνες (ΕΥΔΑΠ, πρόβλεψη 2004 για το 2004, τελική εκτίμηση)	467
Ημερήσια αιχμή χωρίς Ολυμπιακούς αγώνες (WS Atkins, πρόβλεψη 2002 για την περίοδο Ιουλ.-Σεπτ. 2004)	1.606
Ημερήσια αιχμή με Ολυμπιακούς αγώνες (WS Atkins, πρόβλεψη 2002 για την περίοδο Ιουλ.-Σεπτ. 2004)	1.842
Ημερήσια αιχμή με Ολυμπιακούς αγώνες (ΕΥΔΑΠ, πρόβλεψη 2004 για την περίοδο Ιουν.-Σεπτ. 2004, τελική εκτίμηση)	1.675
Ημερήσια αιχμή που πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο 2004	1.352
Μέγιστη ημερήσια αιχμή Ιουνίου στο συνολικό ιστορικό του υδροδοτικού συστήματος (πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο 2002)	1.408

Αστοχία μπορεί να προκύψει από δύο κυρίως αιτίες: την εξάντληση των υδατικών πόρων και την εξάντληση της παροχευτικότητας των αγωγών μεταφοράς. Η μεθοδολογία που ακολουθείται στην περίπτωση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας αντιμετωπίζει ταυτόχρονα και τις δύο αυτές αιτίες (βλ. κεφάλαιο 4). Έτσι η αποδεκτή πιθανότητα αστοχίας 1% αποτελεί συνολική πιθανότητα, χωρίς διάκριση της πραγματικής αιτίας (χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι δεν ενδιαφέρει κάθε φορά η εξακρίβωση των αιτιών της αστοχίας).

Πέρα από τον παραπάνω γενικό στόχο της εξασφάλισης επαρκούς αξιοπιστίας, ειδικά για την περίπτωση των Ολυμπιακών Αγώνων τέθηκε ένας επιπλέον στόχος για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ανεπάρκειας υδατικών

πόρων και της συνακόλουθης λήψης έκτακτων μέτρων περιορισμού της ζήτησης κατά τη διάρκεια ή λίγο πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες. Αυτός ο ειδικός στόχος ήταν η απαίτηση επιθυμητών ωφέλιμων αποθεμάτων 400 hm³ στην αρχή του υδρολογικού έτους 2003-04. Σε περίπτωση που θα υπήρχε αστοχία στο συγκεκριμένο ειδικό στόχο, θα λαμβάνονταν έγκαιρα έκτακτα μέτρα περιορισμού της κατανάλωσης, ώστε αυτό να μη γίνει στη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων. Τελικώς όμως, οι υδρολογικές συνθήκες των τελευταίων ετών ήταν πολύ ευνοϊκές και δεν χρειάστηκε η λήψη έκτακτων μέτρων.

Σε σχέση με την περίπτωση εξάντλησης της παροχетеυτικότητας των αγωγών μεταφοράς, θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι κατ' αρχήν το σύστημα δίνει τη δυνατότητα εναλλακτικών διαδρομών μεταφοράς, κάτι που αυξάνει τις διαχειριστικές επιλογές έχοντας ευεργετικές συνέπειες στην ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς αφενός και στη μεγιστοποίηση της ασφάλειας έναντι έκτακτων περιστατικών (π.χ. βλάβη ενός κλάδου του δικτύου μεταφοράς) αφετέρου. Ωστόσο, η αύξηση της ζήτησης νερού τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με μια μείζονα υποβάθμιση, που εκδηλώθηκε με συνεχείς θραύσεις, του ενωτικού υδραγωγείου Δαφνούλας-Κλειδιού, η οποία δεν έχει αποκατασταθεί, περιορίζει σημαντικά τη δυνατότητα επιλογών. Αν και το πρόβλημα είναι γνωστό, η θεραπεία του απαιτεί σημαντικές επενδύσεις που δεν έγινε δυνατό να υλοποιηθούν, παρόλο που μια σειρά ενισχυτικών έργων των υδραγωγείων έχουν προγραμματιστεί και εν μέρει ολοκληρωθεί. Κατά συνέπεια, το θέμα της εξάντλησης της μεταφορικής ικανότητας των υδραγωγείων μπορεί να αντιμετωπιστεί ολοκληρωτικά μόνο με δαπανηρά έργα. Στο επίπεδο των διαχειριστικών μέτρων, η αντιμετώπιση περιορίζεται κατ' αρχάς στην ενεργοποίηση πηγών που είναι πλησιέστερα στην Αθήνα και που η μεταφορά τους δεν επιβαρύνει τα κρίσιμα σημεία του δικτύου. Σε περίπτωση που και αυτά τα μέτρα αποδεικνύονται ανεπαρκή, το επόμενο διαχειριστικό μέτρο είναι η επιβολή περιορισμών στην κατανάλωση νερού.

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης, το οποίο έχει πλέον ολοκληρωθεί και λειτουργεί επιχειρησιακά, περιλαμβάνει αφενός μια οργανωμένη πληροφοριακή υποδομή, και αφετέρου ένα οργανωμένο σύνολο υπολογιστικών μοντέλων. Η πληροφοριακή υποδομή περιλαμβάνει γεωγραφική βάση δεδομένων, η οποία εμπλουτίζεται συνεχώς από μια σειρά αυτόματων υδρομετεωρολογικών σταθμών μέτρησης. Τα μοντέλα αξιοποιούν την πληροφοριακή υποδομή, προτείνοντας σε τελευταία ανάλυση βέλτιστους, για τις δεδομένες κάθε φορά συνθήκες, κανόνες λειτουργίας του συστήματος, αποτιμώντας την αξιοπιστία ως προς την επίτευξη των στόχων και προεκτιμώντας το κόστος που θα απαιτηθεί για αυτή. Ειδικότερα,

το σύνολο των μοντέλων δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας των ιστορικών υδρολογικών δεδομένων, ανάλυσης και προσομοίωσης των επιφανειακών και υπόγειων υδρολογικών διεργασιών (κυρίως στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού που χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα πολύπλοκη υδρολογική και υδραυλική λειτουργία), γέννησης συνθετικών χρονοσειρών (υδρολογικών σεναρίων) με χρήση προχωρημένων τεχνικών στοχαστικής υδρολογίας, και προσομοίωσης-βελτιστοποίησης της λειτουργίας του όλου υδροσυστήματος.

Κατά τη λειτουργία προσομοίωσης-βελτιστοποίησης (πρόγραμμα Υδρονομίας) το υδροσύστημα παρίσταται ως ένα δίκτυο από κόμβους και κλάδους. Οι κόμβοι του δικτύου είναι σημεία προσφοράς (ταμιευτήρες, γεωτρήσεις) ή ζήτησης νερού, σημεία διακλάδωσης καθώς και σημεία αλλαγής των υδραυλικών χαρακτηριστικών των αγωγών. Οι κλάδοι ορίζουν τις δυνατές διαδρομές του νερού και κατά κανόνα ταυτίζονται με τους πραγματικούς αγωγούς του δικτύου. Η όλη λειτουργία περιλαμβάνει την αποκαλούμενη εξωτερική βελτιστοποίηση, μέσω της οποίας προσδιορίζονται με μη γραμμικό αλγόριθμο οι βέλτιστοι κανόνες λειτουργίας, και την προσομοίωση του συστήματος, η οποία συνδυάζεται με γραμμικό αλγόριθμο βελτιστοποίησης, μέσω του οποίου σε κάθε χρονικό βήμα προσομοίωσης υπολογίζεται ο βέλτιστος τρόπος μεταφοράς του νερού στις ΜΕΝ.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην πιο επίκαιρη έκδοσή του, το μοντέλο του υδροσυστήματος απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει, πέρα από τα σημερινά στοιχεία, και ορισμένα στοιχεία που είναι σήμερα ανενεργά αλλά θα τεθούν σε λειτουργία στο μέλλον, μετά την ολοκλήρωση των σχετικών έργων, δεδομένου ότι το πρόγραμμα Υδρονομίας επιτρέπει τη δυναμική μεταβολή των χαρακτηριστικών του υδροσυστήματος στο χρόνο. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη και μέρος του εσωτερικού δικτύου κατάντη των διωλιστηρίων, στον βαθμό που αυτό επηρεάζει τη δυνατότητα κάλυψης της ζήτησης των αντίστοιχων περιοχών υδροδότησης. Εκτός από την τοπολογία του υδροσυστήματος, στο ίδιο σχήμα απεικονίζεται ενδεικτικά η λειτουργία του δικτύου για ένα μήνα, τον Αύγουστο του 2004, σύμφωνα με μία από τις 200 προσομοιώσεις (καθεμιά με διαφορετική σειρά συνθετικών δεδομένων εισροών) που πραγματοποιήθηκαν. Για καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών της λειτουργίας του συστήματος, στο Σχήμα 3 δίνεται σε μεγέθυνση ένα απόσπασμα του Σχήματος 2 και το αντίστοιχο υπόμνημα που επεξηγεί τις συμβολικές απεικονίσεις. Είναι εμφανές ότι η τόσο η ζήτηση στις τέσσερις ΜΕΝ όσο και οι καταναλώσεις κατά μήκος των υδραγωγείων ικανοποιούνται, ενώ ταυτόχρονα τα αποθέματα των ταμιευτήρων βρίσκονται σε ικανοποιητικά όσον αφορά την ασφάλεια του συστήματος επίπεδα.

Για μία από τις ΜΕΝ, συγκεκριμένα των Αχαρνών, το Σχήμα 4 δίνει το στόχο ζήτησης που τέθηκε και την υποθετική χρονική εξέλιξή του, σε συνδυασμό με την πιθανότητα αστοχίας στην επίτευξή του, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των 200 προσομοιώσεων για τους βέλτιστους κανόνες λειτουργίας που προσδιορίστηκαν. Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα του Σχήματος 4 αναφέρονται στη λειτουργία του συστήματος χωρίς ουσιώδεις βλάβες.

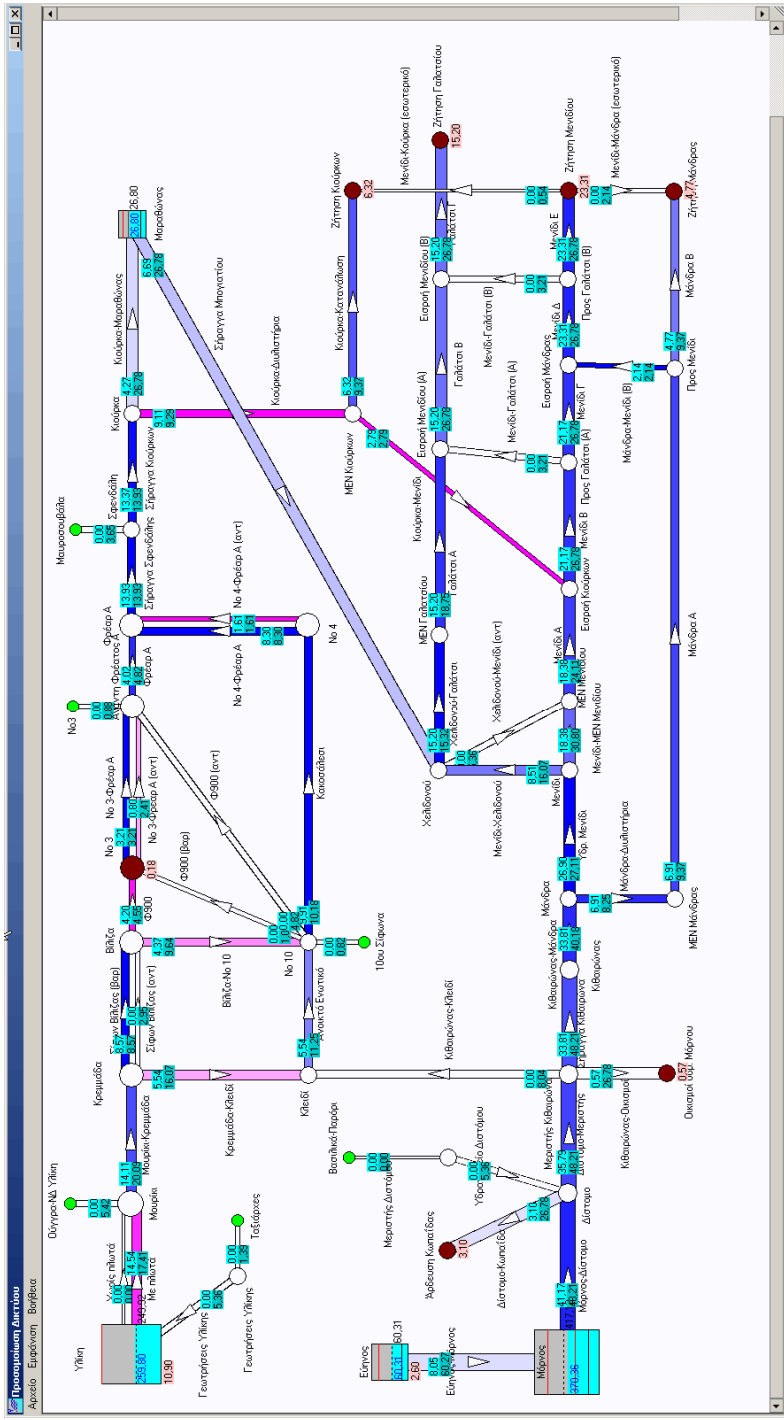
Συνολικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει επάρκεια υδατικών πόρων έτσι ώστε η πιθανότητα αστοχίας κατά το τρέχον και τα αμέσως επόμενα έτη να είναι πρακτικώς μηδενική. Προκειμένου να αντιμετωπισθεί η αυξημένη ζήτηση την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων, θα χρειαστεί να λειτουργήσουν όλα τα υδραγωγεία, ορισμένα στο όριο των δυνατοτήτων τους, και κατά συνέπεια θα μειωθούν δραματικά οι εναλλακτικοί τρόποι τροφοδοσίας των ΜΕΝ. Έτσι, με τα παραπάνω μεγέθη ζήτησης και τη σημερινή κατάσταση των υδραγωγείων, το σύστημα λειτουργεί οριακά και χωρίς την επιθυμητή ευλυγισία για την περίπτωση συγκεκριμένων βλαβών. Σε ό,τι αφορά τα περιστατικά βλάβης, η διακοπή της λειτουργίας της σήραγγας Κιθαιρώνα ή της διώρυγας Θηβών, προέκυψαν ως τα δυσμενέστερα σενάρια, αφού οδηγούν σε σοβαρό έλλειμμα στην κάλυψη της ζήτησης, φτάνοντας το 45% κατά την περίοδο τέλεσης των Ολυμπιακών Αγώνων. Η μελλοντική ένταξη στο σύστημα των νέων έργων, καθώς και η αποκατάσταση της αμφίδρομης ροής του ενωτικού υδραγωγείου, εκτός του ότι θα αυξήσει την παροχτευτικότητα του τροφοδοτικού δικτύου, θα μειώσει σε μεγάλο βαθμό τις επιπτώσεις από βλάβες.

Τέλος, προκειμένου το εξωτερικό τροφοδοτικό σύστημα να βρίσκεται σε άμεση επιχειρησιακή ετοιμότητα κατά τη θερινή περίοδο τέλεσης των Ολυμπιακών Αγώνων, θεωρείται επιβεβλημένη η πραγματοποίηση ολοκληρωμένων δοκιμών λειτουργίας των μεγάλων τροφοδοτικών αντλιοστασίων και γεωτρήσεων, στο χρονικό διάστημα πριν την κανονική λειτουργία τους.

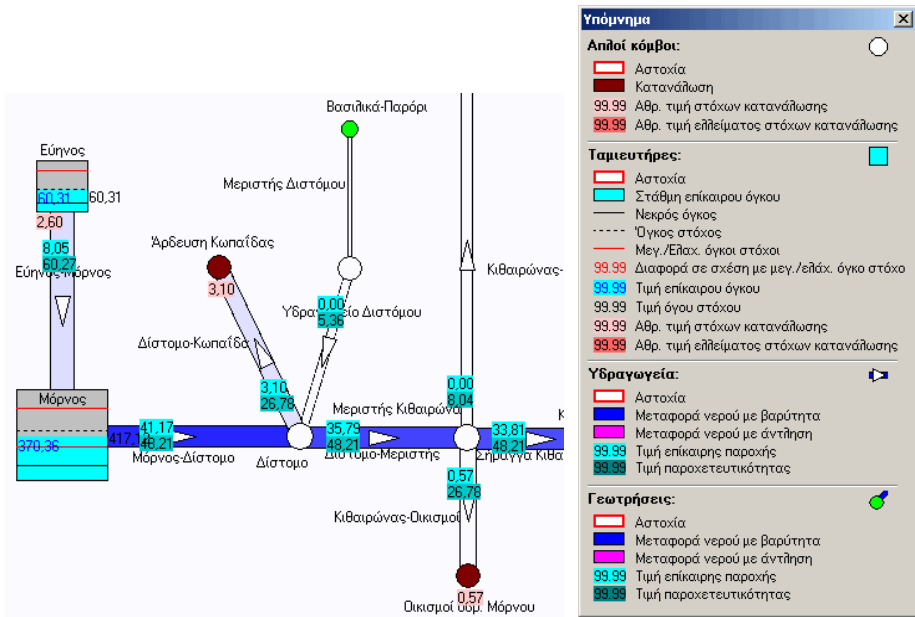
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου με τίτλο *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας* που εκπονήθηκε από τον Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ κατασκευάστηκε σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας με χρήση σύγχρονων προηγμένων τεχνικών.
2. Με την χρήση αυτού του συστήματος υποστήριξης αποφάσεων καταρτίστηκε το 2000 το πρώτο πενταετές διαχειριστικό σχέδιο του υδροδοτικού συστήματος, το οποίο έκτοτε αναθεωρείται σε ετήσια βάση και, εφόσον απαιτείται επικαιροποιείται ανά τρίμηνο.

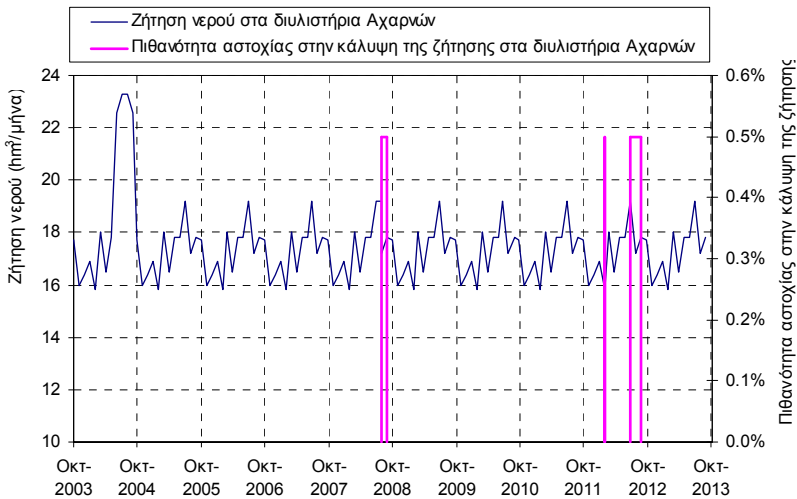
3. Τα παραπάνω, αν και υπαγορεύτηκαν από τη μονιμότερη ανάγκη της ορθολογικής, αποδοτικής, οικονομικής και βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων, έδωσαν τη δυνατότητα μιας έγκαιρης και ταυτόχρονα ορθολογικής προσέγγισης των ειδικών συνθηκών που αφορούν τους Ολυμπιακούς Αγώνες.
4. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα αποτελέσματα των μοντέλων και την τελευταία αναθεώρηση του διαχειριστικού σχεδίου, για την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων είναι εξασφαλισμένη η υπερεπάρκεια των υδατικών πόρων ενώ είναι οριακά επαρκής η παροχρετευτική ικανότητα του συστήματος μεταφοράς νερού στην Αθήνα. Πρόβλημα ενδέχεται να παρουσιαστεί μόνο σε περίπτωση βλάβης κάποιου από τα κρίσιμα τμήματα του συστήματος μεταφοράς.



Σχήμα 2. Λεπτομερής απεικόνιση των συνιστωσών του υδросυστήματος της Αθήνας και της λειτουργίας του τον Αύγουστο 2004, για το επικρατέστερο από τα εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας. (βλ. και υπόμνημα στο Σχ. 3)



Σχήμα 3. Λεπτομέρεια από το Σχήμα 2 και αντίστοιχο υπόμνημα.



Σχήμα 4. Χρονική εξέλιξη της ζήτησης νερού την επόμενη δεκαετία (εστιασμένης στην περιοχή υδροδότησης της ΜΕΝ Μενιδίου) σύμφωνα με το σενάριο που εξετάστηκε στα πλαίσια της αντιμετώπισης των ειδικών συνθηκών των Ολυμπιακών Αγώνων, και αντίστοιχες πιθανότητες αστοχίας στην κάλυψη της, όπως προκύπτουν από το μοντέλο Υδρονομέας.