

## **"1ο Ελληνοκινεζικό Φόρουμ για το περιβάλλον"**

**3-4 Δεκεμβρίου 2009**

ΕΝΟΤΗΤΑ: Διαχείριση Υδατικών Πόρων

ΤΙΤΛΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ: «Εργαλεία Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και Εφαρμογές στον Ελληνικό Χώρο»

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Λίζα Μπενσασσών, Μέλος Δ.Σ. Συνδέσμου Μελετητών Υδραυλικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών πόρων (ΣΜΥΕ)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η σύγχρονη θεώρηση της διαχείρισης υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού, όπως επιβάλλεται από την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΚ) και έχει ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία (Ν. 1399/2005) απαιτεί τη χρήση Σ.Γ.Π. και βάσεων δεδομένων για την οργάνωση της υδρολογικής, γεωλογικής και περιβαλλοντικής πληροφορίας αλλά και ισχυρά υπολογιστικά εργαλεία για την προσομοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και των ανθρωπογενών χρήσεων νερού. Τα εργαλεία αυτά υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και χάραξης ορθολογικής πολιτικής για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Δύο μεγάλα έργα στην Ελλάδα εξασφαλίζουν στο τεχνικό δυναμικό την απαραίτητη ομογενοποιημένη οργάνωση της διαθέσιμης πληροφορίας και ολοκληρωμένα συστήματα που περιλαμβάνουν λογισμικό διαχείρισης, ελέγχου και επεξεργασίας των χρονοσειρών καθώς και υδρολογικής, υδρογεωλογικής και διαχειριστικής προσομοίωσης αλλά και οικονομικής ανάλυσης. Το έργο της ΕΤΥΜΠ, με την ολοκλήρωση της Γ φάσης στις αρχές του 2009, θα παρέχει δικτυακά σε Σ.Γ.Π. την αναγκαία υποδομή για την υποστήριξη των χρηστών σε θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης έργων ή και ευρύτερων συστημάτων υδατικών πόρων, περιβάλλοντος, καθώς και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), βασιζόμενο σε ελεύθερο λογισμικό και λογισμικό ανεπτυγμένο από το ΕΜΠ. Το έργο «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης Υδατικών πόρων Υδατικών διαμερισμάτων» έχει εξασφαλίσει σε κάθε Περιφέρεια τη συγκέντρωση της αντίστοιχης πληροφορίας για τα υδατικά διαμερίσματα αρμοδιότητάς της σε ένα Σ.Γ.Π., το οποίο τροφοδοτεί ένα συμβατό, ολοκληρωμένο σύστημα εφαρμογών λογισμικού υδρολογικής, υδρογεωλογικής και διαχειριστικής προσομοίωσης, επιλεγμένο από εγχώρια και διεθνή πακέτα ευρείας αποδοχής. Το κάθε σύστημα έχει παραμετροποιηθεί και ρυθμιστεί, κατά περίπτωση, για τις συνθήκες της συγκεκριμένης περιοχής (υδατικά διαμερίσματα). Το μελετητικό δυναμικό της χώρας διαθέτει την τεχνογνωσία για τη βέλτιστη αξιοποίηση των δύο αυτών συστημάτων. Ο ΣΜΥΕ με την εμπειρία των μελών του μπορεί να γίνει αρωγός της πολιτείας στη χάραξη ορθολογικής πολιτικής διαχείρισης των υδατικών πόρων και στην υλοποίηση των υποχρεώσεων της χώρας που απορρέουν από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ.

ABSTRACT: The European water framework directive (2000/60/EC) drives the member states to an integrated, river basin management of water resources. Computational tools and GIS based modeling are required to support decision making taking into consideration conflicting water uses and the obligation to preserve or attain good ecological condition for

all water bodies. In Greece, two important projects developed in parallel, each one providing an integrated water resource management system, supported by a compatible, homogenized database. The National Meteorological-Hydrological Data Base (Hydroscope), launched as a research project 15 years ago, has been adopted and further developed thereafter by the Greek Ministry of the Environment. Phase C of Hydroscope to be launched in 2010 aims to provide access to an up to data GIS based data base and freeware software. User rights will determine levels of access, with or without charge, to this system through the web. On the other hand a project titled "Development of water resource management systems and tools for the Water Districts" completed in 2008 has provided each -of 14 in total- Water District of Greece with an integrated system of populated database and models (hydrological, hydrogeological, management and economic) set up and calibrated for the specific needs of the Water District. Three different sets software have been applied

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: διαχείριση υδατικών πόρων, διαχειριστικά ομοιώματα, υδρολογική/υδρογεωλογική προσομοίωση, εργαλεία λήψης αποφάσεων, εργαλείο οικονομικής ανάλυσης, υδατικά διαμερίσματα, λεκάνες απορροής, υπολεκάνες,

KEY WORDS: water resources management, management tools, hydrological/ hydrogeological models, decision making tools, economic analysis tool, water basins, catchments, sub-catchments,

## **Ο ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

Ο **Σύνδεσμος Μελετητών Υδραυλικών Έργων** ιδρύθηκε το **1962** από ομάδα Πολιτικών Μηχανικών, με κύριο ή αποκλειστικό αντικείμενο αυτό της εκπόνησης μελετών υδραυλικών έργων. Σκοποί του **ΣΜΥΕ** είναι η ανύψωση της επιστημονικής στάθμης των εκπονουμένων μελετών υδραυλικών έργων & διαχείρισης υδατικών πόρων με τη συνεχή ενημέρωση των μελών του για τις επιστημονικές εξελίξεις στον τομέα αυτό αλλά και η προώθηση και υποστήριξη των κοινών επαγγελματικών συμφερόντων των μελών του.

Η σφραγίδα του ΣΜΥΕ, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, φέρει την κεφαλή του Νηρέα, μια από τις θεότητες της θάλασσας, σύμφωνα με την Αρχαία Ελληνική Μυθολογία. Το όνομα Νηρεύς έχει σαφώς καθωρισμένη έννοια και μας θυμίζει το νερό που κινείται. Ο ρόλος του ήταν πάντα ταπεινός και αφανής, παρόλα αυτά, σοφός, και καλοπροαίρετος, δε δίσταζε να βοηθήσει όποιον είχε την ανάγκη του. Φημιζόταν επίσης για τις προφητικές του ικανότητες.



Εικόνα 1. Η σφραγίδα του ΣΜΥΕ, με απεικόνιση του Νηρέα.

### **Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

Οι μελετητές μηχανικοί υδραυλικών έργων και διαχείρισης υδατικών πόρων έχουν συνήθως, όπως ο Νηρέας, ρόλο αφανή. Ωστόσο, τα υδραυλικά έργα και η διαχείριση υδατικών πόρων βοηθούν πολλούς ανθρώπους σε όλα τα μήκη και πλάτη της γης, σε αστικές και αγροτικές περιοχές, στα ορεινά και στα πεδινά, εκεί που το νερό γίνεται απειλητικό και εκεί που σπανίζει. Οι μελέτες μας πρέπει πάντα να συγκεράσουν την ανάπτυξη, την προστασία της ανθρώπινης ζωής και τα δικαιώματα του οικοσυστήματος, αλλά και να μοιράσουν ακριβοδίκαια το νερό μεταξύ ανταγωνιστικών αναγκών: ύδρευση, γεωργία, βιομηχανία, περιβάλλον.

### **ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Μέχρι πρόσφατα η μελέτη ενός υδρευτικού προβλήματος εστίαζε στην επίλυση της συγκεκριμένης ανάγκης με κύριο περιοριστικό παράγοντα το οικονομικό κόστος της λύσης. Έτσι, η έλλειψη νερού καλούσε σε μεταφορά νερού από άλλη πηγή, συχνά από άλλη υδρολογική λεκάνη. Εάν τα κονδύλια ήταν ανεκτά, η μεταφορά νερού ήταν θέμα χρόνου. Ωστόσο, σύμφωνα και με τη φιλοσοφία που διέπει την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (ΟΠΥ) 2000/60/ΕΚ, όπως έχει ενσωματωθεί και στην Ελληνική νομοθεσία (Ν. 3199/2003), κάθε έργο χρήσης νερού οφείλει πλέον να εντάσσεται σε ένα σχέδιο «ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού».

Το πρόβλημα έτσι αποκτά περισσότερες παραμέτρους, γίνεται πιο πολύπλοκο, απαιτεί να προβλέψουμε για τις μελλοντικές ανάγκες και για τη μελλοντική

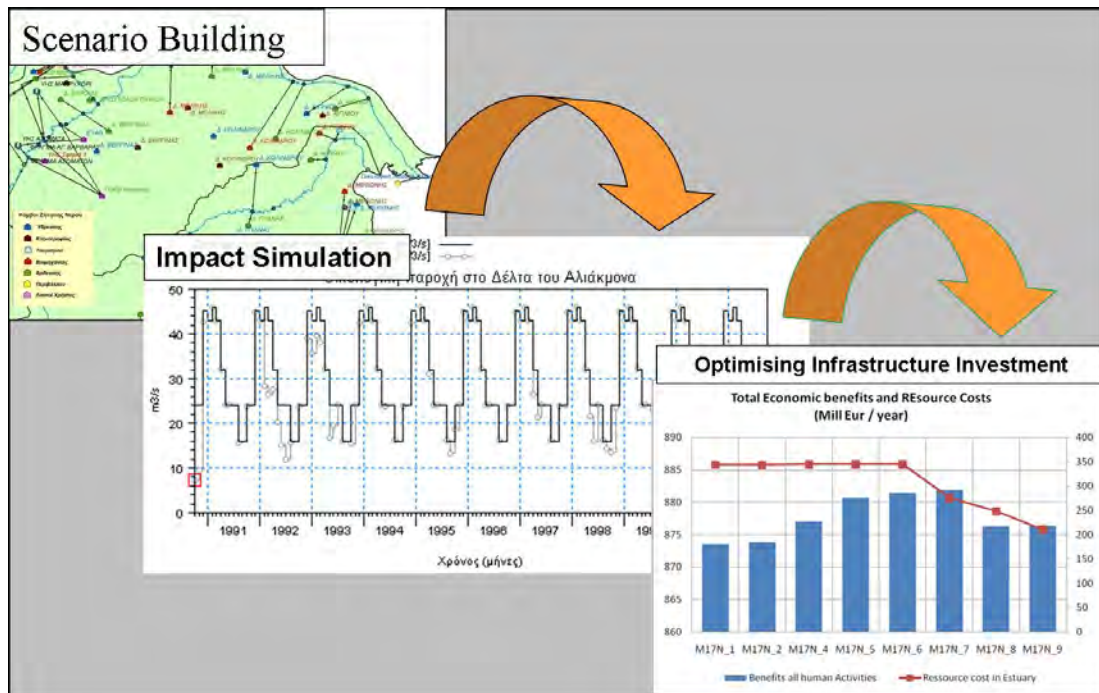
κατάσταση των υδάτινων σωμάτων. Καθώς ο άνθρωπος δε διαθέτει τις μαντικές ικανότητες του Νηρέα, καταφεύγουμε στην ανάπτυξη υπολογιστικών εργαλείων και συστημάτων που μας βοηθούν να παρακολουθήσουμε τον κύκλο του νερού σε συγκεκριμένες περιοχές, να συνειδητοποιήσουμε τη δυσκολία παράλληλης ικανοποίησης ανεξέλεγκτα αναπτυσσόμενων υδρευτικών αναγκών και περιφρούρησης του περιβάλλοντος και τελικά να λάβουμε αποφάσεις για συγκεκριμένη στρατηγική διαχείρισης που υλοποιείται με ένα πλαίσιο μέτρων ή/και έργων.

Μια ολοκληρωμένη διαχείριση χρειάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα εργαλείων που να καλύπτει τους εξής τομείς:

- Προσομοίωση του κύκλου του νερού (μοντέλα υδρολογικά και υδρογεωλογικά)
- Προσομοίωση της κατανομής του νερού μεταξύ ανταγωνιστικών χρήσεων (διαχειριστικά μοντέλα)
- Προσομοίωση της παραγωγής ρύπων και της ποιότητας του νερού στα υδάτινα σώματα (ποιοτικά μοντέλα)
- Μοντέλα οικονομικής ανάλυσης του κόστους χρήσης νερού και της αντίστοιχης απόδοσης για ανταγωνιστικές χρήσεις και σε διαφορετικές συνθήκες διαθεσιμότητας και έλλειψης νερού.

Παράλληλα, απαιτείται ένα οργανωμένο σύστημα συλλογής, ελέγχου και επεξεργασίας πρωτογενούς πληροφορίας για την τροφοδοσία των εργαλείων αυτών με αξιόπιστα δεδομένα. Συνεπώς, απαιτούνται εργαλεία καταγραφής, ελέγχου και επεξεργασίας χρονοσειρών παρατηρήσεων μετεωρολογικών, υδρογεωλογικών και υδρομετρικών δεδομένων, καθώς και παραμέτρων ποιότητας του νερού.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα τέτοιων εργαλείων επιτρέπει την εκτίμηση των οικονομικών και φυσικών συνεπειών από την εφαρμογή των διαφόρων λύσεων – σεναρίων υδατικής πολιτικής (Εικόνα 2). Σε περιπτώσεις ανταγωνιστικών χρήσεων, τα εργαλεία προσομοίωσης της διαχείρισης παρουσιάζουν ένα πρόσθετο πλεονέκτημα, καθώς η σύγκριση μεταξύ σεναρίων με κοινά κριτήρια και κοινές παραδοχές προσφέρουν ένα ισότιμο πεδίο διαβούλευσης και εξομαλύνει τις αντιθέσεις μεταξύ των μετόχων. Αποτελούν έτσι ικανό σύμμαχο και αξιόπιστο σύμβουλο στην επιλογή της ορθής πολιτικής διαχείρισης υδατικών πόρων, η οποία αναδεικνύει τη βέλτιστη αξιοποίηση των υδατικών πόρων, στην κατεύθυνση μεγιστοποίησης του αποτελέσματος της παραγωγικής διαδικασίας, συντελεί στην προστασία του περιβάλλοντος και συμβάλλει τελικά, στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.



**Εικόνα 2. Τα συνδυασμένα συστήματα εργαλείων προσομοίωσης και οικονομικής ανάλυσης βοηθούν στην εκτίμηση των οικονομικών και φυσικών συνεπειών και υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων διαχείρισης υδατικών πόρων.**

## ΠΑΡΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ

Οι αρμοδιότητες της διαχείριση των υδάτων στην Ελλάδα ήταν, μέχρι πρόσφατα, κατακερματισμένες σε διαφορετικές υπηρεσίες με βάση τη χρήση ύδατος και όχι, όπως επιβάλλει η σύγχρονη ευρωπαϊκή πολιτική για το περιβάλλον, με βάση γεωγραφικές ή υδρολογικές ενότητες. Η κατάσταση αυτή έχει δημιουργήσει προβλήματα στην κατάσταση των υδατικών πόρων της χώρα. Τα πιο σημαντικά, για τα οποία καλούμαστε να βρούμε άμεσα εφικτές λύσεις, αφορούν σε:

- ◆ Συγκρουόμενα συμφέροντα ως προς τις χρήσεις του νερού.
- ◆ Αύξηση της ζήτησης, οφειλόμενη στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη.
- ◆ Μεγάλη σπατάλη σε νερό, κυρίως λόγω έλλειψης σύγχρονων δικτύων και πρακτικών άρδευσης, δεδομένου ότι το αρδευτικό νερό αποτελεί το 80% περίπου της συνολικής κατανάλωσης νερού.
- ◆ Ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών από αστικές, γεωργικές και βιομηχανικές χρήσεις.
- ◆ Υπεραντλήσεις που εγκυμονούν τοπικά είτε κινδύνους υφαλμύρισης, είτε και εξάντλησης των αποθεμάτων.
- ◆ Στέρηση σημαντικών οικοσυστημάτων από κρίσιμες ποσότητες γλυκού νερού κατά τους θερινούς κυρίως μήνες.
- ◆ Μεγάλες υπόγειες διαφυγές νερού προς τη θάλασσα.

Για τον έγκαιρο εντοπισμό και την επίλυση των προβλημάτων αυτών έχει αναγνωριστεί από τις Υπηρεσίες, τους Μελετητές και τους Ερευνητές η αναγκαιότητα οργάνωσης και ομογενοποίησης της υφιστάμενης πληροφορίας για τους υδατικούς πόρους αλλά και η χρήση ισχυρών υπολογιστικών εργαλείων

επεξεργασίας και προσομοίωσης. Οι Έλληνες μελετητές υδραυλικών έργων έχουν αξιοποιήσει και εφαρμόσει τέτοια εργαλεία σε πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, ξεχωρίζουν για το μέγεθος και τη σημασία τους για τα ελληνικά δεδομένα δύο έργα που έχουν τρέξει παράλληλα, έχουν τροφοδοτηθεί μεταξύ τους και αποτελούν σήμερα σημαντική επένδυση για το μέλλον.

### **ΕΤΥΜΠ – Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής-Μετεωρολογικής Πληροφορίας**

Η υλοποίηση της Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ) βρίσκεται τη στιγμή αυτή στη Γ' Φάση, η οποία αποτελεί συνέχεια των δύο προηγούμενων φάσεων, Α' και Β'. Ειδικότερα, η Α' φάση της υλοποιήθηκε την περίοδο 1992-1993, με τη μορφή ερευνητικού έργου του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Υδροσκόπιο), ενώ η Β' φάση υλοποιήθηκε την περίοδο 1997-2000, επίσης από το ΕΜΠ, με εργοδότη το ΥΠΕΧΩΔΕ. Η Γ' φάση της ΕΤΥΜΠ είναι ένα σύνθετο έργο υδροπληροφορικής, με το οποίο συνεχίζεται μια 15ετής προσπάθεια οργάνωσης, διαχείρισης και επεξεργασίας των δεδομένων που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους της χώρας.

Η Γ' φάση της ΕΤΥΜΠ αποσκοπεί στην επικαιροποίηση των αποθηκευμένων δεδομένων (χρονοσειρών και γεωγραφικά), στον εμπλουτισμό της δέσμης εφαρμογών που έχουν ήδη αναπτυχθεί και στη συνεχή επιχειρησιακή αξιοποίηση του έργου. Για το σκοπό αυτό βρίσκονται σε διάφορα στάδια εξέλιξης έξι υποέργα:

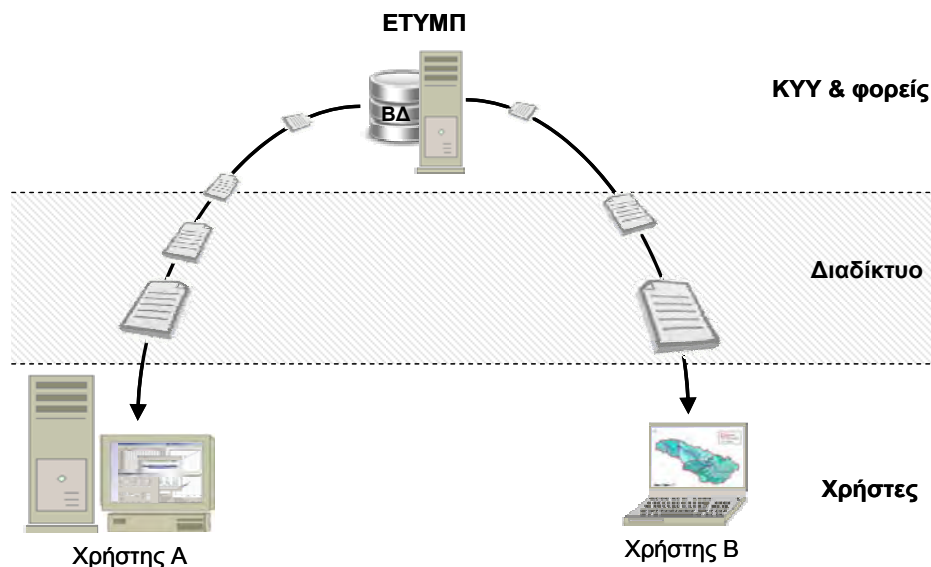
1. Εισαγωγή – επεξεργασία δεδομένων
2. Υλοποίηση νέας βάσης λογισμικού, με την μορφή ανοικτής αρχιτεκτονικής λειτουργικού πλαισίου, για τη διαχείριση και λειτουργία της ΕΤΥΜΠ σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) και δημοσιοποίηση του έργου.
3. Προμήθεια λογισμικού και εξοπλισμού για τη λειτουργία της ΕΤΥΜΠ σε δικτυακό περιβάλλον
4. Δίκτυο αυτόματων τηλεμετρικών μετεωρολογικών και υδρομετρικών σταθμών.
5. Αποτύπωση θέσεων σταθμών με GPS.
6. Σύμβουλος Διαχείρισης Έργου – Τεχνική Βοήθεια – Εκπαίδευση.

Με την ολοκλήρωση της Γ' φάσης, το 2010, η λειτουργία της ΕΤΥΜΠ υπό την εποπτεία της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων θα τροφοδοτείται από ένα δίκτυο φορέων και θα εξυπηρετεί φορείς, μελετητές και ερευνητικά ιδρύματα (Εικόνα 3). Θα παρέχει μέσω του διαδικτύου την αναγκαία υποδομή για την υποστήριξη των χρηστών σε θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης έργων ή και ευρύτερων συστημάτων υδατικών πόρων, περιβάλλοντος, καθώς και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).



**Εικόνα 3. Δίκτυο συνεργασίας και διαθέσιμη πληροφορία στα πλαίσια της ΕΤΥΜΠ, με συντονιστή την Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων / Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.**

Το νέο σύστημα βάσεων δεδομένων (ΒΔ) και εφαρμογών λογισμικού (στο εξής *πλατφόρμα*) θα λειτουργεί σε δικτυακό περιβάλλον ΣΓΠ (Εικόνα 4). Η κεντρική συνιστώσα του θα είναι ένα ομογενοποιημένο σύστημα αποθήκευσης, αναζήτησης και διαχείρισης δεδομένων, μέσω του οποίου θα γίνεται η συλλογή, οργάνωση, επεξεργασία και διάχυση της υφιστάμενης πληροφορίας (υδρολογικής, μετεωρολογικής, υδρογεωλογικής, περιβαλλοντικής και γεωγραφικής). Η διαχείριση των περιβαλλοντικών δεδομένων θα γίνεται, όπως και σήμερα, μέσω του Εθνικού Δικτύου Πληροφοριών Περιβάλλοντος (ΕΔΠΠ), ενώ αναβαθμίζεται το πλαίσιο διασύνδεσής αυτού με την ΕΤΥΜΠ. Μέσω του νέου συστήματος, θα είναι δυνατή η πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα δεδομένων (με χρέωση ή χωρίς), αλλά και η *ελεύθερη χρήση* περισσότερων εφαρμογών λογισμικού. Οι εφαρμογές της ΕΤΥΜΠ θα χρησιμοποιούνται αφενός για την επεξεργασία των δεδομένων, αφετέρου δε, για την πραγματοποίηση εξειδικευμένων μαθηματικών αναλύσεων, με μοντέλα υδρολογικής, υδρογεωλογικής και ποιοτικής προσομοίωσης και μοντέλα διαχείρισης υδάτων. Η παραπάνω υποδομή είναι επεκτάσιμη, προκειμένου να μπορεί να ενσωματώνει μελλοντικά επιπλέον κατηγορίες δεδομένων και εφαρμογών λογισμικού, καθώς και οδηγίες, προδιαγραφές, εκθέσεις και επιστημονικές εργασίες που σχετίζονται με τις μελέτες υδραυλικών, περιβαλλοντικών και ενεργειακών έργων.



**Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση της βασικής λειτουργίας της ΕΤΥΜΠ: ανάκτηση υδρολογικών και γεωγραφικών δεδομένων και λογισμικών, μέσω του Διαδικτύου.**

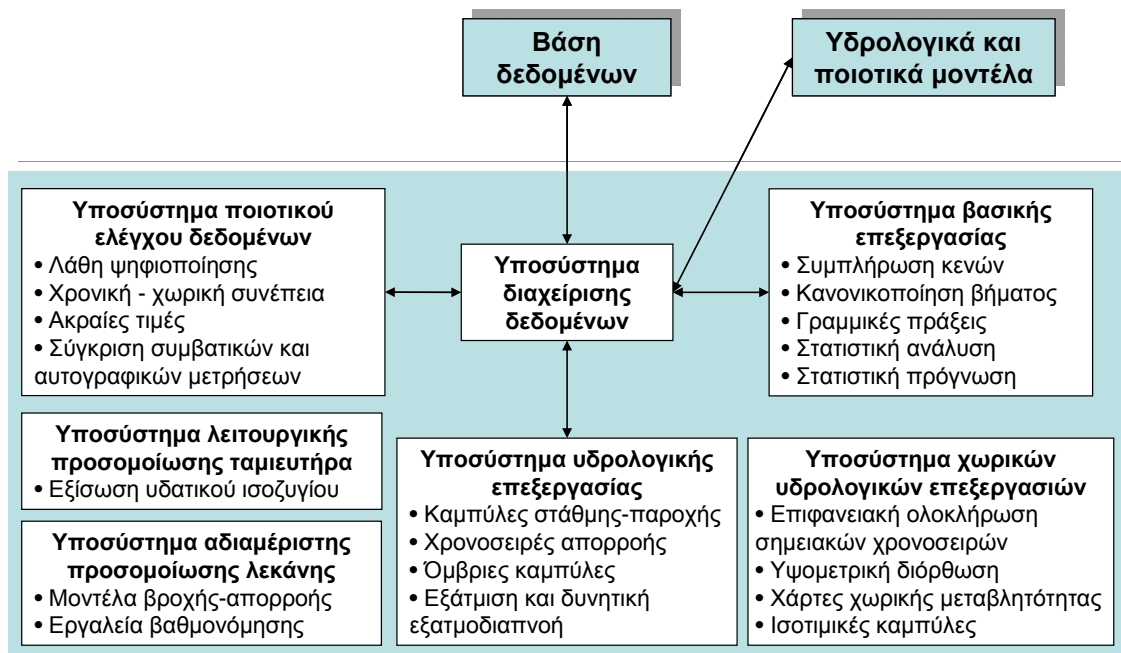
Οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί και θα ενσωματώνονται στην πλατφόρμα της ΕΤΥΜΠ εντάσσονται στις πιο κάτω κύριες κατηγορίες:

- λογισμικό καταχώρησης δεδομένων από διάφορες μορφές,
- λογισμικό επεξεργασίας υδρομετεωρολογικών δεδομένων,
- λογισμικό επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων,
- λογισμικό υδρολογικής και υδρογεωλογικής προσομοίωσης,
- λογισμικό ποιοτικής προσομοίωσης λεκανών και υδάτινων σωμάτων.

Αναλυτικότερα, η διάρθρωση του λογισμικού επεξεργασίας υδρολογικών/υδρογεωλογικών δεδομένων και προσομοίωσης παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.

Ένα τέτοιο πλαίσιο οργάνωσης της πληροφορίας και συνεργασίας μεταξύ των φορέων συλλογής της πληροφορίας, μπορεί να υποστηρίξει την υλοποίηση ενός μεγάλου φάσματος τεχνικών έργων και να συμβάλει ουσιαστικά στην προώθηση της επιστημονικής έρευνας, τη διάχυση της τεχνογνωσίας και την ενημέρωση-ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα νερού και περιβάλλοντος. Παράλληλα, το σύστημα που υλοποιείται είναι ικανό να υποστηρίξει τις κρατικές υπηρεσίες ως προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και άλλων διεθνών οργανισμών, οι οποίες σχετίζονται με περιβαλλοντικά θέματα. Προδιαγραφή και προτεραιότητα του συστήματος αποτελεί η δυνατότητα υποστήριξη δράσεων που συνδέονται με την εναρμόνιση της χώρας μας με τις δύο Ευρωπαϊκές Οδηγίες (2000/60/ΕΚ, 2007/60/ΕΚ) για τους υδατικούς πόρους και το Νόμο 3199/2003.

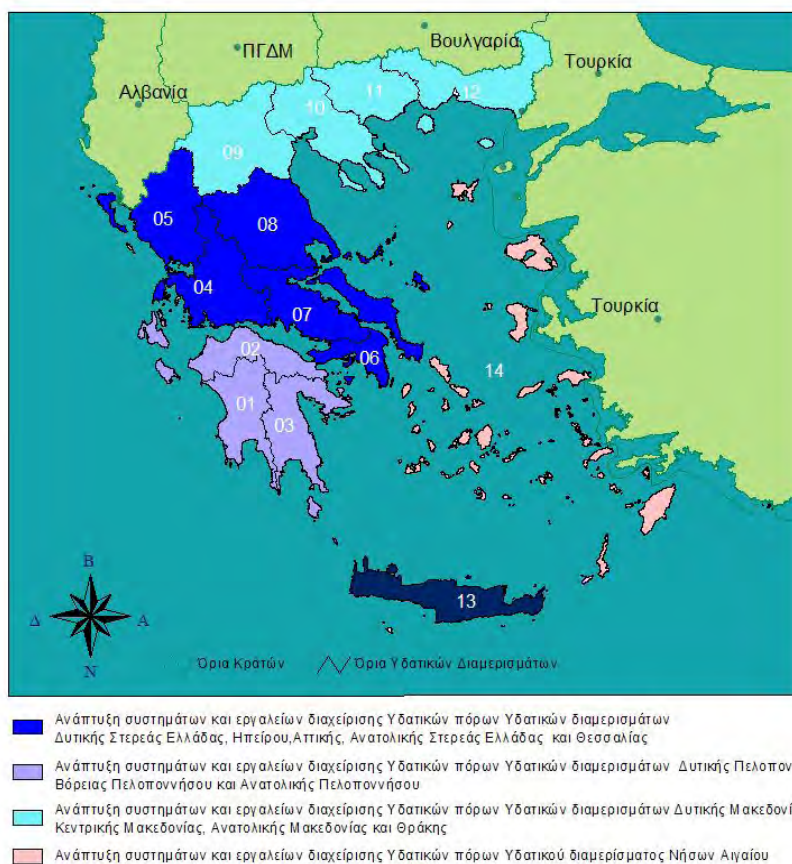




**Εικόνα 5. Υποσυστήματα και κατηγορίες εφαρμογών λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων και διασύνδεσή του με άλλες συνιστώσες της ΕΤΥΜΠ.**

### **Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης Υδατικών πόρων Υδατικών διαμερισμάτων**

Με τον τίτλο αυτό, το Υπουργείο Ανάπτυξης προκήρυξε το 2002 ένα διαγωνισμό για την εκπόνηση τεσσάρων υποέργων, το καθένα από τα οποία καλύπτει από δύο έως 6 υδατικά διαμερίσματα της χώρας, όπως δείχνεται στην Εικόνα 6, ομαδοποιημένα σύμφωνα με τη γεωγραφική τους θέση και τις μεταξύ τους σχέσεις ως προς τη φυσική ή ανθρωπογενή μεταφορά υδάτων. Κάθε υποέργο ανατέθηκε μετά από μειοδοτικό διαγωνισμό σε ένα γραφείο ή Κοινοπραξία γραφείων μελετητών το Σεπτέμβριο του 2003 και ολοκληρώθηκε στα τέλη του 2008.



**Εικόνα 6. Οι περιοχές μελέτης των υποέργων του Έργου «Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων διαχείρισης Υδατικών πόρων Υδατικών διαμερισμάτων».**

Ως σκοπός του κάθε υποέργου ορίστηκε η υλοποίηση μιας εφαρμογής για τη διαχείριση των υδατικών πόρων των υδατικών διαμερισμάτων της περιοχής μελέτης, το οποίο θα μπορέσει να αποτελέσει το κύριο διοικητικό εργαλείο για την κατάρτιση και την περαιτέρω τακτική επικαιροποίηση, σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό 2000/60/ΕΚ, των Σχεδίων Διαχείρισης Υδάτων ανά Περιοχή Λεκάνης Ποταμού.

Η επιλογή του λογισμικού που εφαρμόστηκε σε κάθε υποέργο έγινε στη φάση του διαγωνισμού, βάσει της προσφοράς των διαγωνιζόμενων. Κάθε σύστημα που εφαρμόστηκε αποτελείται κατ'ελάχιστο από τα ακόλουθα:

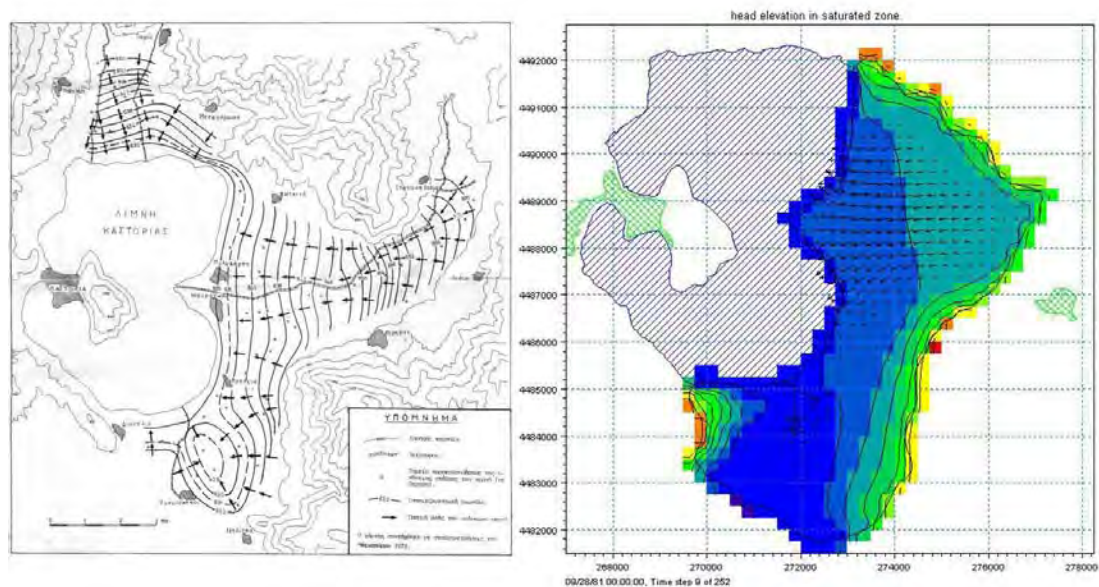
- ◆ Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών με καταχωρημένο το σύνολο της χωρικής πληροφορίας που σχετίζεται με τη μορφολογία, τη γεωλογία της περιοχής, τα δίκτυα μετρήσεων παραμέτρων φυσικού περιβάλλοντος, τις προστατευόμενες περιοχές, τις κυριότερες πηγές ρύπανσης (βιομηχανίες, κ.α.), τις χρήσεις γης, το υδρογραφικό δίκτυο, το οδικό και οικιστικό δίκτυο και τα έργα διαχείρισης υδατικών πόρων (ταμίευσης, μεταφοράς κ.α.).
- ◆ Εργαλεία ελέγχου και επεξεργασίας χρονοσειρών
- ◆ Λογισμικό Υδρολογικής και Υδρογεωλογικής Προσομοίωσης

- ◆ Λογισμικό διαχείρισης των υδατικών πόρων για την προσομοίωση της κατανομής νερού σε ανταγωνιστικές χρήσεις και της ποιότητας των επιφανειακών νερών σε διαφορετικά σενάρια προσφοράς και ζήτησης νερού και κανόνων διαχείρισης.
- ◆ Εργαλείο οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων του νερού.

Το σύνολο των πιο πάνω εργαλείων προσαρμόστηκε στα πλαίσια του έργου για τη βέλτιστη αξιοποίηση της υφιστάμενης σε κάθε Υδατικό Διαμέρισμα πληροφορίας αλλά και την αντιμετώπιση ελλείψεων στα πρωτογενή δεδομένα (υδρομετρήσεις, στάθμες υπόγειων υδάτων, ρυπαντικά φορτία κ.α.).

Με την ολοκλήρωση των έργων, η Διεύθυνση Υδάτων κάθε Περιφέρειας, εκτός από το σύστημα που περιγράφηκε πιο πάνω, διαθέτει επιπλέον:

- Βάση δεδομένων μελετών (MsAccess) συναφών με την κατάσταση και τη χρήση υδατικών πόρων,
- Εφαρμογές του Υδρολογικού και του Διαχειριστικού ομοιώματος και του εργαλείου οικονομικής ανάλυσης που καλύπτουν το σύνολο της περιοχής,
- Εφαρμογές του υδρογεωλογικού ομοιώματος σε επιλεγμένους υδροφορείς (Εικόνα 7),
- Εκθέσεις μεθοδολογίας και αποτελεσμάτων του έργου,
- Χάρτες,
- Γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (ArcGIS) με το σύνολο της πρωτογενούς και επεξεργασμένης πληροφορίας,
- Σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή με εγκατεστημένο το σύνολο του πιο πάνω λογισμικού και δεδομένων.
- Στελέχη εκπαιδευμένα στη χρήση των συγκεκριμένων εφαρμογών, στα πλαίσια του κάθε υποέργου.

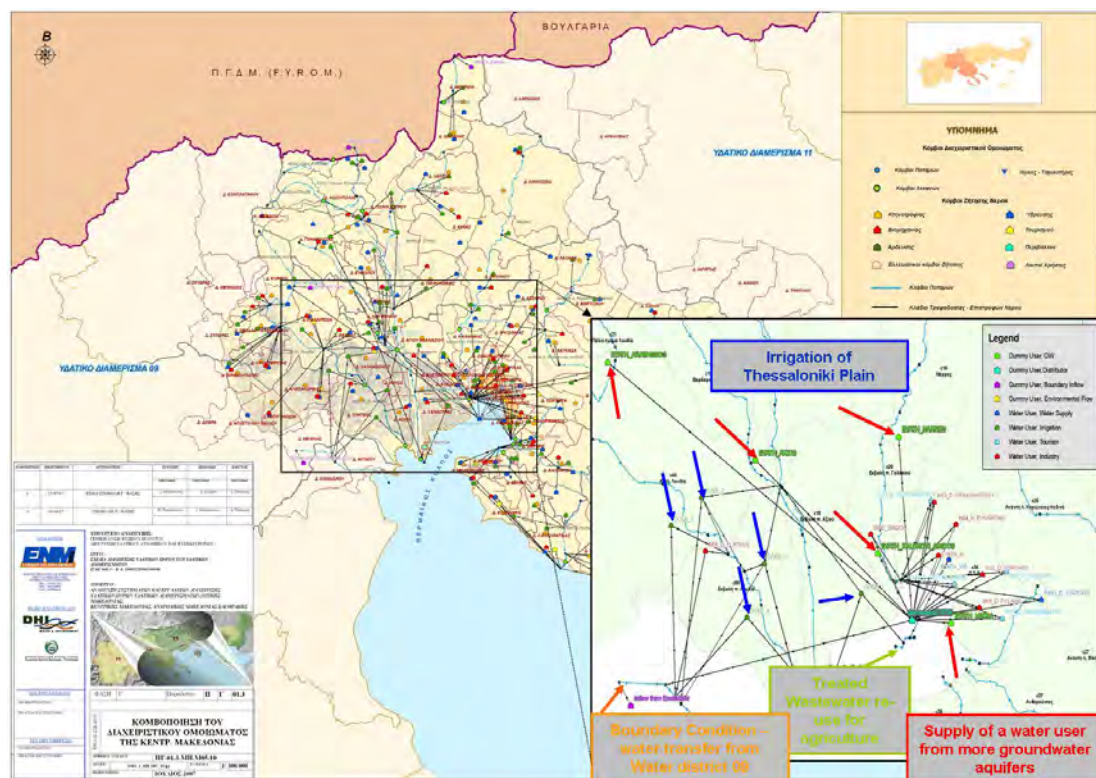


**Εικόνα 7. Δεδομένα ρύθμισης (πιεζομετρία) του φθινοπώρου του 1979 και αποτελέσματα από το υδρογεωλογικό ομοίωμα MikeSHE της περιοχής της Λίμνης Καστοριάς για το φθινόπωρο 1981.**

Τα ολοκληρωμένα αυτά συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων και ιδίως τα διαχειριστικά ομοιώματα εξυπηρετούν:

- α) την αξιολόγηση των επιπτώσεων προτεινόμενων έργων στους υδατικούς πόρους,
- β) την εκτίμηση των επιπτώσεων της μελλοντικής ζήτησης στους υδατικούς πόρους, εντοπισμός και ποσοτικοποίηση τυχόν ελλειμμάτων,
- γ) την αξιολόγηση των επιπτώσεων εναλλακτικών πρακτικών στους υδατικούς πόρους,
- δ) τον εντοπισμό περιοχών κρίσιμων για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και ανάδειξη πιθανών έργων και μέτρων,
- ε) την οικονομική και περιβαλλοντική αποτίμηση έργων και μέτρων.

Σημειώνεται ότι στα πλαίσια των διαχειριστικών ομοιωμάτων αποτέλεσε πρόκληση τόσο το μέγεθός τους (αριθμός κόμβων) όσο και η ρεαλιστική προσομοίωση εξαιρετικά πολύπλοκων σχέσεων πηγών υδροδότησης, χρηστών και προτεραιοτήτων. Χαρακτηριστική είναι η εφαρμογή του λογισμικού διαχείρισης υδάτων MikeBasin του DHI στο υδατικό διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας (10), που προσομοιώνει τη μεταφορά νερού από το γειτονικό υδατικό διαμέρισμα 09, το πολύπλοκο σύστημα της άρδευσης της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, το σύνθετο σύστημα ύδρευσης της πόλης Θεσσαλονίκης από υπόγεια και επιφανειακά νερά και την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων της πόλης για άρδευση (Εικόνα 8).



**Εικόνα 8. Απεικόνιση της εφαρμογής του διαχειριστικού ομοιώματος MikeBasin για το υδατικό διαμέρισμα 10 (Κεντρική Μακεδονία).**

Σημειώνεται ότι τα εργαλεία που έχουν χρησιμοποιηθεί σε όλα τα υποέργα έχουν δοκιμαστεί επιτυχώς σε πολλά έργα είτε ερευνητικά είτε για την επίλυση προβλημάτων σε πραγματικές συνθήκες και σε λεκάνες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες. Ενδεικτικά αναφέρονται οι

εφαρμογές του διαχειριστικού μοντέλου MIKE BASIN στην Κίνα για την ανάλυση της μελλοντικής κατάστασης υδατικών πόρων και τη βελτιστοποίηση της χρήσης νερού στο σύνολο της λεκάνης του ποταμού Yangtze (2001) και για τη βελτιστοποίηση της χρήσης νερού της λεκάνης HaiHe (2003-2004).

## **ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ**

Τα έργα που παρουσιάστηκαν παραδίδουν μια σημαντική κληρονομιά στο επιστημονικό δυναμικό της χώρας μας.

Τα μέλη του Συνδέσμου μας, οι Μελετητές Υδραυλικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, διαθέτουμε την τεχνογνωσία για την εφαρμογή των συστημάτων αυτών για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων αλλά και την εμπειρία της προσπάθειας αυτής σε συνθήκες έλλειψης δεδομένων. Η ανάγκη ορθολογικής διαχείρισης μας προκαλεί ως μελετητές να αξιοποιήσουμε με το βέλτιστο τρόπο τα διαθέσιμα εργαλεία και να επιλέξουμε τον πλέον ενδεδειγμένο συνδυασμό και τρόπο εφαρμογής για κάθε περίπτωση. Ρόλος του Συνδέσμου μας είναι να φανούμε αρωγός της πολιτείας στη χάραξη της πολιτικής διαχείρισης υδατικών πόρων. Είναι ο ρόλος μας, μεταξύ άλλων:

- να αναγνωρίσουμε τις δυνατότητες και περιορισμούς των υπολογιστικών εργαλείων
- να υποστηρίξουμε την εκπαίδευση και ενημέρωση των Υπηρεσιών στη χρήση τους
- να τονίσουμε στις Υπηρεσίες την ανάγκη συντήρησης, επέκτασης και εκσυγχρονισμού του δικτύου συλλογής πληροφορίας
- να επισημάνουμε την αναγκαιότητα ερευνητικών εργασιών, όπως εκτεταμένης υδρογεωλογικής έρευνας
- να διασφαλίσουμε την εκπόνηση ποιοτικών μελετών διαχείρισης υδατικών πόρων με σύγχρονες πρακτικές και προδιαγραφές.