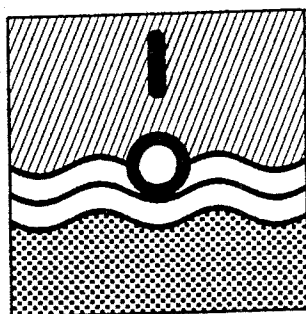


ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
FACULTY OF TECHNOLOGY
DIVISION OF HYDRAULICS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ενημέρωση για τη διεθνή εμπειρία σε συστήματα
παρόμοιας τοπολογίας (Ευρώπη-ΗΠΑ) -
Βιβλιογραφική έρευνα

GENERAL ANALYSIS

Review of the international experience on systems
of similar topology (Europe-USA) - Bibliographic
research

Ε.Σιδιρόπουλος, Π.Τολίκας, Μ.Βαφειάδης

E.Sidiropoulos, P.Tolikas, M.Vafiadis

HYDROSCOPE

STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL
DATA BANK FOR HYDROLOGICAL
AND METEOROLOGICAL
INFORMATION

Αριθμός τεύχους
Report number 2/3

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1992
THESSALONIKI - OCTOBER 1992

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Περίληψη Abstract	
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2
2.1 Διεθνής εμπειρία	2
2.2 Ελληνική πραγματικότητα	3
3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	4
4 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ Μ. ΒΡΕΤΤΑΝΙΑΣ	5
5 Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΗΣ ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ	8
6 ΟΙ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΟΥΓΓΑΡΙΑ	10
7 ΓΕΡΜΑΝΙΑ, ΓΑΛΛΙΑ, ΚΙΝΑ, ΚΑΝΑΔΑΣ	11
8 ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΠΑ	12
9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ	15
10 ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	18
11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	20

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κείμενο του παρόντος τεύχους αποτελεί οριστική έκθεση για την εξής εργασία:

Ενημέρωση για τη διεθνή εμπειρία σε συστήματα παρόμοιας τοπολογίας (Ευρώπη - ΗΠΑ) - Βιβλιογραφική έρευνα.

Παρουσιάζεται ανασκόπηση, σε διεθνές και εγχώριο επίπεδο, του διοικητικού συστήματος, στα πλαίσια του οποίου εντάσσεται η δραστηριότητα της συλλογής και διαχείρισης δεδομένων και ειδικότερα οι τράπεζες υδρολογικών δεδομένων. Διαπιστώνεται ότι η τοπολογία των συστημάτων βάσεων υδρολογικών δεδομένων είναι στις περισσότερες χώρες κεντρική και γίνονται περιγραφές χαρακτηριστικών περιπτώσεων. Σημειώνεται σαφής τάση για μετάβαση από την κεντρική στην κατανεμημένη τοπολογία των σχεσιακών βάσεων δεδομένων για τον καλύτερο συγκερασμό απαιτήσεων κεντρικού και περιφερειακού ελέγχου. Σχολιάζεται σχετικά η ελληνική περίπτωση.

ABSTRACT

The text in this issue is a final report on the following task:

Review of the international experience on systems of similar topology (Europe - USA) - Bibliographic search.

A review is presented, on an international and a domestic level, of the administrative framework, within which data collection and management activities are carried out. It is seen that the topology of database systems is central in most countries and characteristic cases are described. However, a distinct tendency is noted to advance from the central to the distributed topology of relational database systems, in order to meet the combined demands for central and for peripheral control of data. Regarding these issues, the case of Greece is commented upon.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οργάνωση μιας βάσης υδρολογικών δεδομένων προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων τεχνικών και διοικητικών υπηρεσιών, οι οποίες να ασχολούνται συστηματικά με τη διενέργεια υδρολογικών μετρήσεων και, στη συνέχεια, με την καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων τα οποία συλλέγονται.

Η διάρθρωση, η δομή της βάσης, η κατανομή των τερματικών σταθμών και η εν γένει διαχείριση του συστήματος αντανακλά το διοικητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσεται η δραστηριότητα της συλλογής των δεδομένων. Το πλαίσιο αυτό αποτελεί το πραγματικό, φυσικό περιβάλλον της διαχείρισης δεδομένων, στην καλύτερη οργάνωση του οποίου καλείται να συμβάλει η βάση δεδομένων.

Για την κατανόηση συνεπώς των συστημάτων διαχείρισης υδρολογικών δεδομένων πρέπει να προηγηθεί μια ανασκόπηση των σχετικών διοικητικών συστημάτων, τόσο από την άποψη της διεθνούς, όσο και από την άποψη της ελληνικής εμπειρίας.

Οι προσπάθειες για κεντρικό έλεγχο της συλλογής δεδομένων οδήγησαν τις περισσότερες χώρες στη δημιουργία μεγάλων τραπεζών με κεντρική τοπολογία. Σε μία τέτοια διάταξη τα δεδομένα, ανεξάρτητα από τον τόπο συλλογής τους, μεταβιβάζονται σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα, το οποίο τα κατατάσσει και τα αποθηκεύει σε διάφορα αρχεία.

Η εξέλιξη της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, αλλά και η ανάπτυξη περιφερειακών και αποκεντρωμένων δραστηριοτήτων, οδήγησαν στη δημιουργία κατανεμημένων βάσεων δεδομένων. Σε τέτοια συστήματα η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται σε μεμονωμένους κόμβους, οι οποίοι αποτελούν δίκτυο που καλύπτει μια μεγάλη περιοχή ή και ολόκληρη τη χώρα.

Η προοδευτική μετάβαση στην κατανεμημένη τεχνολογία αποτελεί γεγονός για τις διάφορες χώρες. Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η διάκριση ανάμεσα σε χώρες με ήδη ανεπτυγμένη κεντρικού τύπου βάση δεδομένων και σε χώρες που απευθείας προσχωρούν στην τεχνολογία των κατανεμημένων βάσεων.

2 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1 Διεθνής εμπειρία

Στον τομέα αυτό η ξένη εμπειρία αναφέρεται πολλές φορές σε ομόσπονδα κράτη, στα οποία δεν υπάρχει πάντα συντονισμός ανάμεσα στην κεντρική και στις τοπικές κυβερνήσεις. Ακόμα όμως και όταν δεν υπάρχει αυτό το πρόβλημα, οι Υπηρεσίες που συλλέγουν υδρολογικά δεδομένα είναι σχετικά πολλές και έχουν διαφορετικές αρμοδιότητες και διαφορετικές τεχνικές υπευθυνότητες.

Στο άρθρο των Rodda και Flanders (1985) γίνεται μια ανασκόπηση σχετικά με την οργάνωση των Υδρολογικών Υπηρεσιών στις διάφορες χώρες. Από την ανασκόπηση αυτή μπορεί να διακρίνει κανείς, πέρα από ειδικές λεπτομέρειες, την ύπαρξη σε πολλά κράτη μιας κεντρικής Υδρολογικής Υπηρεσίας, η οποία λειτουργεί σύμφωνα με ένα από τα εξής πρότυπα:

(α) Ασκείται κεντρικός έλεγχος με περιφερειακά κατά τόπους γραφεία, τα οποία όμως υπακούουν σε κεντρικές κατευθύνσεις. Αυτό συμβαίνει σε χώρες σχετικά μικρές και χωρίς μεγάλη αποκέντρωση.

(β) Ο έλεγχος που ασκεί η Υδρολογική Υπηρεσία σέβεται τον αποκεντρωμένο διοικητικό χαρακτήρα. Η συλλογή των δεδομένων και η διαχείριση των υδατικών πόρων διενεργείται από την τοπική κυβέρνηση ή διοικητική μονάδα και ο ρόλος της υδρολογικής υπηρεσίας είναι περισσότερο συντονιστικός παρά παρεμβατικός. Αυτή είναι συνήθως η περίπτωση ομοσπονδιακών κρατών.

Συγκεκριμένα παραδείγματα χωρών με κεντρική υδρολογική υπηρεσία είναι το Βέλγιο, η Αυστραλία, ο Καναδάς. Για το διοικητικό πλαίσιο που ισχύει σε κάθε μια από αυτές τις χώρες μπορεί κανείς να ανατρέξει στο άρθρο των Rodda και Flanders (1985).

Η περίπτωση των Η.Π.Α. εντάσσεται βέβαια στο αποκεντρωμένο πρότυπο, υπάρχουν όμως τέσσερις διαφορετικές υδρολογικές ομοσπονδιακές υπηρεσίες με αρμοδιότητες και περιφερειακά γραφεία στις περισσότερες πολιτείες. Αυτές είναι:

1) Το Σώμα των Μηχανικών (Corps of Engineers) του Υπουργείου Στρατιωτικών, 2) Το Τμήμα Υδατικών Πόρων του Ιδρύματος Γεωλογικών Ερευνών (U.S. Geological Survey, U.S.G.S.) του Υπουργείου Εσωτερικών, 3) Το Γραφείο Υδρολογίας της Εθνικής Θαλάσσιας και Ατμοσφαιρικής Διοίκησης (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) του Υπουργείου Εμπορίου και 4) Η Υπηρεσία Συντήρησης Εδαφών (Soil Conservation Service, S.C.S) του Υπουργείου Γεωργίας.

Μια ειδική ομοσπονδιακή υπηρεσία, η οποία παραδόξως δεν αναφέρεται στο άρθρο των Rodda και Flanders, είναι η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency, EPA) των Η.Π.Α., η οποία εμφανίζει σημαντική

δραστηριότητα στη συλλογή δεδομένων σχετικών με το νερό. Όπως θα φανεί παρακάτω, η U.S.G.S. έχει πρόσβαση και χρησιμοποιεί την βάση δεδομένων της E.P.A.

Σε τοπικό - πολιτειακό επίπεδο υπάρχουν υπηρεσίες για τη διαχείριση υδατικών πόρων ανεξάρτητες από το ομοσπονδιακό δίκτυο. Παρατηρούνται φυσικά μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις υπηρεσίες αυτές ως προς τη δομή, τον τεχνικό προσανατολισμό, το βαθμό συνεργασίας τους με τα ομοσπονδιακά δίκτυα, αλλά και το επίπεδο της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν.

Παρόλα αυτά και παρά την ύπαρξη πολλών ακόμη οργανισμών που έχουν σχέση με το νερό, την ευθύνη για το συντονισμό της συλλογής υδρολογικών δεδομένων σε εθνική κλίμακα έχει το Υπουργείο Εσωτερικών των Η.Π.Α.

2.2 Ελληνική πραγματικότητα

Η ελληνική πραγματικότητα παρουσιάζει μια επιφανειακή ομοιότητα με τα πρότυπα που περιγράφονται, στην ουσία όμως διαπιστώνεται σημαντική ιδιομορφία. Εδώ, όπως και στις άλλες χώρες, διάφορες υπηρεσίες ασχολούνται με δεδομένα υδατικού ενδιαφέροντος και, όπως είναι φυσικό, ο τρόπος συλλογής, καταγραφής, τυποποίησης και χρήσης ποικίλλει ανάλογα με τις αρμοδιότητες της κάθε υπηρεσίας. Η διαφορά από τις άλλες χώρες έγκειται στην ουσιαστική έλλειψη συντονιστικού οργάνου.

Ένα τέτοιο όργανο δεν υπήρχε ούτε καν τυπικά μέχρι το 1987. Με τον Ν.1739/87 για τη "διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας", το Υ.Β.Ε.Τ. ανέλαβε την ευθύνη για τον συντονισμό της διαχείρισης των υδατικών πόρων και θεσμοθετήθηκε η Διυπουργική Επιτροπή Υδάτων και το Κεντρικό Αρχείο Υδρολογικών Δεδομένων (Μυλόπουλος, 1990).

Η εμπειρία από την εφαρμογή του νόμου αυτού δεν μπορεί προς το παρόν να χαρακτηριστεί θετική. Μία συνοπτική εξήγηση είναι ότι, στα πλαίσια του ελληνικού διοικητικού συστήματος, μια συντονιστική υπηρεσία χρειάζεται οπωσδήποτε κάπως μακρόχρονη παράδοση για να εδραιωθεί και να επιτελέσει αποτελεσματικά το έργο της.

Συνεπώς, για τούς σκοπούς του παρόντος ερευνητικού έργου, θα πρέπει να υποθεθεί ότι δεν υπάρχει κεντρικό συντονιστικό όργανο για τη συλλογή και διαχείριση των δεδομένων.

3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για να ολοκληρωθεί μια γενική εικόνα της διεθνούς εμπειρίας σχετικά με τη διαχείριση των υδρολογικών δεδομένων μιας περιοχής ή μιας χώρας, πρέπει να διακριθούν οι εξής επιμέρους μηχανισμοί:

- α) Δίκτυο μετρητικών σταθμών
- β) Μηχανισμοί μεταφοράς δεδομένων σε κέντρα καταγραφής
- γ) Μηχανισμοί ελέγχου και προεπεξεργασίας δεδομένων
- δ) Τράπεζα δεδομένων
- ε) Μηχανισμοί ανάκλησης, διαχείρισης και αξιοποίησης των δεδομένων

Το δίκτυο των μετρητικών σταθμών δεν είναι επαρκές στις περισσότερες χώρες του κόσμου (Rodda και Flanders, 1985). Η ίδρυση τέτοιου δικτύου είναι θέμα κεντρικού σχεδιασμού με ενιαίους στόχους και κριτήρια. Αυτό όμως είναι πολύ δύσκολο όταν δεν υφίσταται κεντρικό συντονιστικό όργανο.

Οι μηχανισμοί μεταφοράς, ελέγχου και προεπεξεργασίας των δεδομένων εξαρτώνται από τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα και από το εν γένει επίπεδο της τεχνολογίας, η οποία χρησιμοποιείται.

Η τράπεζα δεδομένων αποτελεί το σύστημα για την καταγραφή αλλά και για την ανάκληση των δεδομένων. Όπως θα εκτεθεί στην παρακάτω ανασκόπηση, η τυπική τοπολογία των περισσότερων τραπεζών δεδομένων είναι κεντρικού χαρακτήρα, ενώ η συλλογή των δεδομένων είναι αποκεντρωμένη δραστηριότητα. Υπάρχει αυτονόητη ανάγκη για κεντρική διαχείριση δεδομένων, αλλά σε πιο προηγμένα συστήματα η συλλογή, η ανάκληση, αλλά και η διαχείριση συντελούνται στα πλαίσια μιας κατανεμημένης τοπολογίας.

Ο τομέας της ανάκλησης και αξιοποίησης των δεδομένων αναπτύχθηκε αλματωδώς χάρη στη βοήθεια προηγμένων εργαλείων της Πληροφορικής. Τέτοια είναι οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Έτσι έχει γίνει δυνατή η ευέλικτη αναζήτηση υποσυνόλων δεδομένων, οι μεταξύ τους συσχετισμοί, αλλά και η εισαγωγή ποικίλων τύπων δεδομένων, που ανταποκρίνονται στις ανάγκες για απεικόνιση και χαρακτηρισμό πολύπλοκων φυσικών - περιβαλλοντικών συστημάτων.

Οι διάφορες χώρες έχουν αναπτύξει τα δικά τους συστήματα συλλογής και διαχείρισης δεδομένων. Η διεθνής αυτή εμπειρία μπορεί να περιγραφεί με την εξέταση ενός αριθμού επιλεγμένων εθνικών συστημάτων.

4 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ Μ. ΒΡΕΤΤΑΝΙΑΣ

Τον αντίστοιχο ρόλο της κεντρικής τράπεζας παίζει στη Μ. Βρετανία το Εθνικό Υδατικό Αρχείο (National Water Archive) (Rodda & Flanders, 1985). Και στη χώρα αυτή υπάρχουν εκτεταμένα ιστορικά αρχεία υδρολογικών μετρήσεων, αλλά και αποκεντρωμένες περιφερειακές υδατικές υπηρεσίες. Το εθνικό αυτό αρχείο λειτουργεί σε τρία επίπεδα, το εθνικό, το περιφερειακό και το τοπικό. Τα δεδομένα κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, δεδομένα που εκφράζουν σταθερά χαρακτηριστικά και δεδομένα που λαμβάνονται με μορφή χρονοσειρών. Εσωτερικά το αρχείο είναι διαρθρωμένο σε υποαρχεία που αντιστοιχούν σ' αυτή την κατάταξη. Το Υδραυλικό Ινστιτούτο του Wallingford έχει αναπτύξει προγράμματα προσωπικών υπολογιστών (PC) για την αποθήκευση, επεξεργασία, αλλά και ανάλυση υδρολογικών δεδομένων. Αυτά είναι τα γνωστά προγράμματα HYDATA και GRIPPS, για τα οποία περισσότερα στοιχεία δίνονται στην έκθεση τη σχετική με την τυποποίηση των δεδομένων. Τα προγράμματα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί από το Ινστιτούτο του Wallingford για την οργάνωση βάσεων δεδομένων σε χώρες του Τρίτου Κόσμου.

Το ίδιο Ινστιτούτο έχει αποφασίσει την αναβάθμιση της τεχνολογίας και έχει αναγγείλει την ανάπτυξη νέου Υδατικού Πληροφορικού Συστήματος (Water Information System, WIS) (Institute of Hydrology, 1991). Το WIS βασίζεται σε λειτουργικό σύστημα UNIX και σχεσιακή βάση δεδομένων ORACLE ή INGRES. Το σύστημα μπορεί να "τρέξει" σε σταθμούς εργασίας μεμονωμένους ή ενταγμένους σε δίκτυο, χρησιμοποιεί γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS) και χειρίζεται ποικιλία τύπων δεδομένων. Παρατηρείται συνεπώς εδώ η εισαγωγή σχεσιακών βάσεων και κατανεμημένης τοπολογίας. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι το νέο αυτό σύστημα βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης και δεν υπάρχουν ακόμη τεχνικές αναφορές σχετικά με δοκιμές λειτουργίας και απόδοσης.

Για να σχηματιστεί όμως μία πληρέστερη εικόνα, σκόπιμο είναι να γίνει μία ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των υδατικών αρχείων της Μ. Βρετανίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στη Μ. Βρετανία βροχομετρικά αρχεία χρονολογούνται από το 1729 και μετρήσεις εξάτμισης από το 1772 (Lees, 1985). Το 1880 ήδη υπήρχαν περισσότερα από 2200 βροχόμετρα και μέχρι το 1912 ο αριθμός αυτός ανήλθε στα 5000. Αντίθετα, η συλλογή μετρήσεων απορροής σε συστηματική βάση καθυστέρησε σημαντικά στη χώρα αυτή σε σύγκριση με την πρακτική άλλων προηγμένων βιομηχανικών χωρών, όπως η Αυστρία, η Ελβετία και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Πράγματι, μετρήσεις παροχών αναφέρονται μόλις στο 19ο αιώνα και μόνο για τους ποταμούς Τάμεση και Lee.

Η κατάσταση αυτή βελτιώνεται με βραδείς ρυθμούς και το 1939 αναφέρονται 28

σταθμοί που παράγουν αρχεία απορροής. Η συλλογή όμως δεδομένων σχετικών με τα υπόγεια νερά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητική για την περίοδο αυτή πριν από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται κυρίως στην έλλειψη του κατάλληλου νομικού πλαισίου. Οι όποιες καταγραφές από μετρήσεις φρεάτων παρέχονταν, σε εθελοντική μόνο βάση, από τεχνικούς ή ιδιοκτήτες γεωτρήσεων. Δεδομένα στάθμης προέρχονταν μόνο από φρέατα υδροδοτήσεων, αλλά και στις περιπτώσεις αυτές οι συνεχείς αντλήσεις δεν επέτρεπαν την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων.

Οι συνθήκες αυτές οδήγησαν ένα από τα σημαντικά επαγγελματικά επιμελητήρια της Μ. Βρετανίας, το Ίδρυμα των Πολιτικών Μηχανικών (Institution of Civil Engineers), σε πρόταση για την ίδρυση ενιαίας υπηρεσίας, η οποία να είναι υπεύθυνη για τη συλλογή υδρολογικών δεδομένων. Η πρόταση αυτή επαναλάμβανε παλιότερη πρόταση του 1932, η οποία δεν είχε υλοποιηθεί. Η προτεινόμενη νέα Υπηρεσία θα έπρεπε να είναι ανεξάρτητη και να μην έχει ίδια συμφέροντα για τη συλλογή της μιας ή της άλλης κατηγορίας δεδομένων.

Συγκροτημένη νομοθεσία θεσπίστηκε μόνο μετά τον πόλεμο, το 1945. Η νομοθεσία αυτή του 1945 είχε σημαντικές επιπτώσεις στη συλλογή δεδομένων των υπόγειων νερών, γιατί θεσμοθέτησε, για τους επιβλέποντες και τους ιδιοκτήτες των γεωτρήσεων, την υποχρέωση της παροχής συγκεκριμένων πληροφοριών και αποτελεσμάτων των σχετικών δοκιμών και μετρήσεων.

Το 1950 ενεργοποιήθηκε η Επιτροπή Καταγραφής Υδάτων του Εσωτερικού, η οποία στη συνέχεια για διάφορους λόγους αδρανοποιήθηκε, για να επανέλθει στο προσκήνιο το 1954 και να προχωρήσει σε συγκροτημένο σύνολο προτάσεων και σε επίσημη έκθεση το 1959, σχετικά με δεδομένα ολόκληρου του υδρολογικού κύκλου. Στην έκθεση αυτή προτάθηκε η σύσταση κεντρικού φορέα, που θα επέβλεπε τις κατά τόπους υδρολογικές υπηρεσίες και θα συντόνιζε τη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Οι προτάσεις αυτές άρχισαν να υλοποιούνται μόλις το 1963 με την ψήφιση νέας νομοθεσίας και την ίδρυση του Συμβουλίου Υδατικών Πόρων (Water Resources Board). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην υδρομετρία των ποταμών και το 1965 αναλαμβάνεται έργο μηχανογράφησης και τυποποίησης των εκδιδόμενων Ετησίων Βιβλίων Επιφανειακών Υδάτων.

Περαιτέρω πρόοδος στον τομέα των υδρολογικών δεδομένων σημειώνεται με την ευκαιρία της Διεθνούς Υδρολογικής Δεκαετίας 1965-1974. Επιλέγονται πειραματικές και αντιπροσωπευτικές λεκάνες απορροής και ξεκινούν ερευνητικά προγράμματα σχετικά με υδρομετρικά σχήματα και με δίκτυα μετρητικών σταθμών. Η νομοθεσία του 1973 προωθεί την ολοκλήρωση και την επέκταση της διαχείρισης των λεκανών απορροής.

Η χρήση των υπολογιστών σε μεγάλη κλίμακα είχε εν τω μεταξύ προχωρήσει.

Υπήρχε ήδη κεντρικό αρχείο, αλλά η πρόσβαση στα δεδομένα και η επεξεργασία τους ήταν ακόμη αρκετά δυσχερής και δύσκαμπτη. Εν πάσει περιπτώσει, το Εθνικό Υδατικό Αρχείο περιλάμβανε ήδη επί μέρους αρχεία από ποτάμιες ροές, από στάθμες υπογείου νερού και από δεδομένα ποιότητας νερού. Η ευθύνη για την τήρηση και διαχείριση του εθνικού αρχείου πέρασε τελικά στο Ινστιτούτο Υδρολογίας του Wallingford, το οποίο αναθεώρησε σε σημαντικό βαθμό τις ετήσιες εκδόσεις σειρών δεδομένων. Το έτος 1983 σήμανε νέες νομοθετικές αλλαγές, αλλά και σημαντικές περικοπές δαπανών, που είχαν σαν αποτέλεσμα ακόμα και την κατάργηση μετρητικών σταθμών. Οι επιπτώσεις των οικονομικών μέτρων μετριάστηκαν από την εισαγωγή νέας τεχνολογίας στις μετρήσεις (μικρουπολογιστές, καταγραφικά συστήματα, τηλεμετρία).

Το άρθρο του Lees (1986) αποφαινεται τελικά ότι, με τα διεθνή δεδομένα, το Ηνωμένο Βασίλειο διαθέτει ένα αρκετά πυκνό δίκτυο, υστερεί όμως κάπως ως προς το μήκος των διαφόρων χρονοσειρών μετρήσεων. Ο αριθμητικός μέσος όρος των μηκών αυτών είναι 16 χρόνια και υπάρχουν μόνο 12 σταθμοί με περισσότερα από 50 χρόνια μετρήσεων.

Η παραπάνω αναφορά στην ιστορία του Βρετανικού συστήματος έγινε κάπως πιο διεξοδικά, γιατί το σύστημα αυτό μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό για μια ευρωπαϊκή βιομηχανικά ανεπτυγμένη χώρα και επειδή παρουσιάζει ενδιαφέρον η διαφορά στις επικρατούσες συνθήκες ανάμεσα σε μια τέτοια χώρα και στην Ελλάδα.

Είναι φανερό ότι αυτές που χαρακτηρίζονται ικανοποιητικές ή και μέτριες συνθήκες για τη Μ. Βρετανία, πολλές φορές δεν ισχύουν καν στη χώρα μας. Τέτοιες συνθήκες είναι η ύπαρξη ενιαίου φορέα που επιβλέπει τη διεξαγωγή των μετρήσεων, η λειτουργία επαρκούς δικτύου συλλογής δεδομένων και η τυποποίηση ως προς την καταχώρηση των δεδομένων, αλλά και ως προς την παρουσίασή τους με τη μορφή ετήσιων εκδόσεων. Πρέπει όμως από την άλλη να σημειωθεί ότι οι επί μέρους μεταβολές που οδήγησαν στο σημερινό τεχνικά προηγμένο επίπεδο της Μ.Βρετανίας χρονολογούνται από τις αρχές του αιώνα, παρόλες τις ευνοϊκότερες ιστορικές και αναπτυξιακές συνθήκες που επικράτησαν στη χώρα αυτή.

5 Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΗΣ ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ.

Ένα αντίστοιχο πρόγραμμα με το όνομα HYMOS έχει συντάξει και χρησιμοποιεί διεθνώς η εταιρεία Delft Hydraulics της Ολλανδίας. Στην ίδια χώρα το Ινστιτούτο WINAND STARING CENTRE συντονίζει τη συλλογή δεδομένων κυρίως υδρογεωλογικών. Με τους δύο αυτούς οργανισμούς της Ολλανδίας έχει ξεκινήσει αλληλογραφία, με σκοπό την πληροφόρηση σε μεγαλύτερο βάθος, όχι τόσο σχετικά με τα χαρακτηριστικά διαφόρων ειδικών προγραμμάτων, όσο σχετικά με τη δομή και συγκρότηση εθνικών βάσεων δεδομένων.

Η αλληλογραφία με το WINAND CENTER της Ολλανδίας είχε σαν αποτέλεσμα την παραλαβή ορισμένων σχετικών δημοσιεύσεων, από τις οποίες συνάγονται ενδιαφέροντα στοιχεία σχετικά με την εμπειρία του Ινστιτούτου Εδαφικών Ερευνών (STIBOKA) της χώρας αυτής στην ανάπτυξη ενός συστήματος εδαφολογικών πληροφοριών με τη βοήθεια σχεσιακής βάσης δεδομένων (Bregt, 1986).

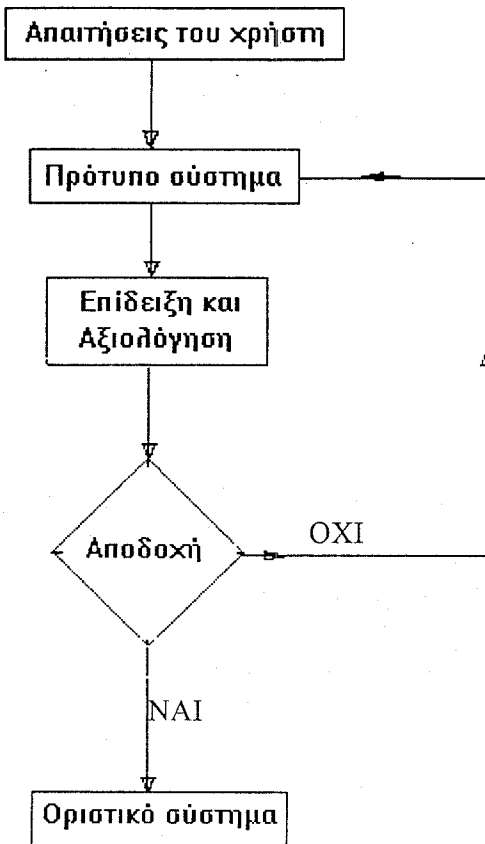
Προηγήθηκε προβληματισμός σχετικά με

- (α) Τύπους και είδη δεδομένων
- (β) Ποσότητες δεδομένων για καταχώρηση
- (γ) Τρόπους ανάκλησης δεδομένων
- (δ) Τρόπους χρήσης του συστήματος από τους ενδιαφερομένους.
- (ε) Επιλογή εξοπλισμού και λογισμικού.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό όμως της διαμόρφωσης του συστήματος ήταν η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξή του.

Η παραδοσιακή διαδικασία περιλαμβάνει δύο στάδια: (i) τη σύνταξη γραπτών προδιαγραφών ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών και (ii) την ανάπτυξη του συστήματος διαχείρισης δεδομένων με βάση τις προδιαγραφές αυτές. Η σχετική όμως εμπειρία έχει αποδείξει ότι το τελικό προϊόν συνήθως δεν ικανοποιεί το χρήστη. Αυτό συμβαίνει επειδή ο χρήστης δεν μπορεί να έχει σαφή εικόνα του μελλοντικού συστήματος και, επί πλέον, επειδή η φυσική γλώσσα είναι εγγενώς ανεπαρκής για την ακριβή περιγραφή του συστήματος.

Για τους λόγους αυτούς υιοθετήθηκε η μέθοδος της προτυποποίησης (prototyping). Κατασκευάστηκε ένα αρχικό πρότυπο με βάση μια πρώτη σκιαγράφηση των χαρακτηριστικών του συστήματος. Ακολούθησαν δοκιμές του προτύπου με την εισαγωγή πραγματικών δεδομένων και σχετικές συζητήσεις με τους χρήστες. Οι πρώτες προδιαγραφές αναθεωρήθηκαν και το πρότυπο αναπροσαρμόστηκε. Η διαδικασία επαναλήφθηκε αρκετές φορές ώσπου επιτεύχθηκε ένα ικανοποιητικό σύστημα. Το Σχήμα 1 απεικονίζει την όλη διαδικασία:



Σχήμα 1

Είναι φυσικό να ακολουθηθεί μια προτυποποίηση και στο παρόν ερευνητικό έργο, αφού βέβαια ληφθούν υπόψη δύο ειδικές συνθήκες:

- (α) Οι κατασκευαστές του συστήματος είναι και συμμετοχοί στη χρήση του και
- (β) Οι χρήστες του συστήματος ανήκουν σε διάφορους οργανισμούς με διάφορες απαιτήσεις.

6 ΟΙ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΟΥΓΓΑΡΙΑ

Στην Ουγγαρία το Ινστιτούτο υδατικών πόρων VITUKI έχει αναπτύξει προγράμματα σε PC για την οργάνωση βάσεων δεδομένων. Από περιγραφικά φυλλάδια προκύπτουν τα χαρακτηριστικά αυτών των προγραμμάτων. Διεξάγεται αλληλογραφία για ευρύτερη ενημέρωση.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων της Ουγγαρίας πραγματοποιήθηκε επαφή με το Κέντρο Υδατικών Πόρων VITUKI της χώρας αυτής (Mr. K. Futaki, Διευθυντής του Υπολογιστικού Κέντρου). Από την επιστολή του κ. Futaki προκύπτει ότι το σύστημα του VITUKI λειτουργεί για ένα χρήστη (single-user) και συνεπώς δεν ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος ερευνητικού έργου.

Αυτή τη στιγμή όμως, επιτελείο του Ουγγρικού Ινστιτούτου έχει ξεκινήσει ένα έργο ανάλογο με το ελληνικό: Γίνεται προσπάθεια να οργανωθεί ένα πληροφορικό σύστημα για τη διαχείριση των υδατικών πόρων στο Bangladesh υπό την αιγίδα του Ο.Η.Ε. Το σύστημα αυτό θα συνδυάζει δεδομένα επιφανειακών και υπόγειων νερών και θα διαθέτει υποσύστημα επεξεργασίας δεδομένων, βάση δεδομένων και GIS. Για τη διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων το Ουγγρικό Ινστιτούτο οργανώνει workshop.

Επίσης, στην επιστολή του ο κ. Futaki συνιστά την αποφυγή συστήματος επεξεργασίας δεδομένων που να είναι συνδεδεμένο με τη βάση των δεδομένων. Πολύ καλύτερα αποτελέσματα θα επιτευχθούν, αν τα δύο αυτά είναι σαφώς χωρισμένα, αλλά είναι εξασφαλισμένη η μεταξύ τους ομαλή συνεργασία.

7 ΓΕΡΜΑΝΙΑ, ΓΑΛΛΙΑ, ΚΙΝΑ, ΚΑΝΑΔΑΣ

Χαρακτηριστικό παράδειγμα χώρας με ανεπτυγμένη υποδομή σε όλα τα επιμέρους οργανικά στοιχεία της διαχείρισης υδρολογικών δεδομένων αποτελεί η Ομόσπονδη Δημοκρατία της Γερμανίας (Rodda & Flanders, 1985)

Ειδικά για το δίκτυο των μετρήσεων της χώρας αυτής, που αφορά την υπόγεια υδρολογία, γίνεται μια αρκετά λεπτομερής περιγραφή στην έκθεση τη σχετική με την τυποποίηση των δεδομένων. Εκεί φαίνεται η λεπτομερής κατάταξη και καταγραφή, η ύπαρξη εξειδικευμένων και τυποποιημένων εντύπων και η εσωτερική διαβάθμιση του δικτύου σε βασικό και σε υποδίκτυα πυκνώσεων.

Στη σχετική τεχνική έκθεση (Projektgruppe Grundwasserbeschaffenheit, 1991) αναφέρεται ότι δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη ολοκληρωμένο σύστημα με γραφικές δυνατότητες, που να συνδυάζει τις γραφικές παραστάσεις των μετρούμενων τιμών με γεωγραφικές πληροφορίες.

Τα διάφορα υδρολογικά δεδομένα μεταφέρονται, έπειτα από προεπεξεργασία, σε κεντρική τράπεζα υδατικών πόρων της Ομόσπονδης Δημοκρατίας της Γερμανίας.

Στη Γαλλία αναφέρεται κεντρική βάση για βροχομετρικά δεδομένα (LA BANQUE PLUVIO), η οποία συγκεντρώνει τα δεδομένα του συνόλου των βροχομετρικών δικτύων της Γαλλίας, ομογενοποιεί την συλλογή και εγκυροποίηση των δεδομένων και προσφέρει πρόσβαση με τηλεφωνικές γραμμές.

Στην Κίνα έχει σχεδιαστεί από το Τμήμα Υδατικών Πόρων της χώρας αυτής ένα σύστημα για βάση δεδομένων κεντρικής τοπολογίας, αλλά με ειδική εσωτερική δομή (Xu Xinyi & Chen Beiyu, 1990).

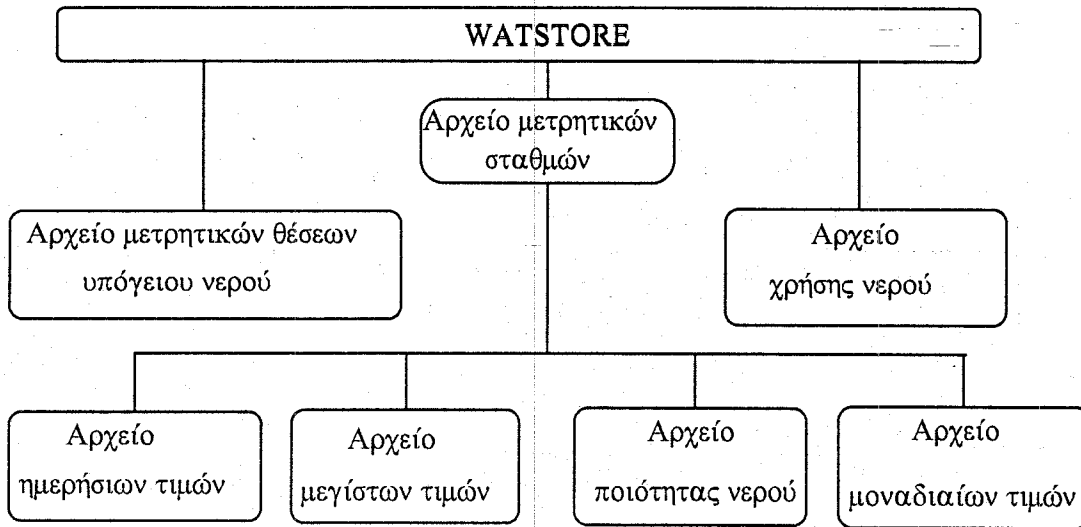
Στον Καναδά γνωστή είναι η κεντρική τράπεζα υδρολογικών δεδομένων NAQUADAT, η ίδρυση της οποίας χρονολογείται στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Πληροφορίες για τα σημερινά συστήματα υδρολογικών δεδομένων περιέχονται στη σχετική έκθεση της ερευνητικής ομάδας του ΕΜΠ (Παπακώστας & Πιπιλή, 1992), η οποία επισκέφθηκε αρμόδιες υπηρεσίες της χώρας αυτής. Στον Καναδά υπάρχει ενιαία υπηρεσία (Environment Canada) υπεύθυνη για τα υδρολογικά δεδομένα. Ο φορέας αυτός προήλθε από ενοποίηση των διαφόρων επί μέρους υπηρεσιών που ασχολούνται με τη διαχείριση υδατικών πόρων. Υπάρχει κεντρική βάση δεδομένων και περιφερειακά γραφεία, τα οποία επικοινωνούν με τη βάση μέσω ενός κρατικού δικτύου. Στα γραφεία αυτά γίνεται η συλλογή των μετρήσεων, καθώς και ο έλεγχος και η συμπλήρωση των στοιχείων, τα οποία στη συνέχεια κατευθύνονται προς την κεντρική τράπεζα.

8 ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Η.Π.Α.

Το κλασσικό παράδειγμα μεγάλης κεντρικής βάσης δεδομένων παρέχει το Ίδρυμα Γεωλογικών Ερευνών των Η.Π.Α. (U.S. Geological Survey) με το σύστημα WATSTORE (Water Data Storage and Retrieval). Το WATSTORE ιδρύθηκε το 1971 και αποτέλεσε για την εποχή του εκσυγχρονισμό των τότε διαδικασιών και τεχνικών επεξεργασίας υδατικών δεδομένων (U.S.G.S. b, 1982).

Η τοπολογία του συστήματος είναι κεντρική: Όλα τα αρχεία του WATSTORE τηρούνται, ανανεώνονται και υπόκεινται σε διαχείριση στις κεντρικές υπολογιστικές εγκαταστάσεις της U.S. Geological Survey στο Reston της Virginia. Μπορεί όμως να γίνει εισαγωγή ή ανάκληση δεδομένων από περιφερειακούς σταθμούς ενταγμένους σε τηλεπικοινωνιακό δίκτυο εθνικής κλίμακας.

Ως προς την εσωτερική δομή του WATSTORE, παρατηρείται και εδώ η ομαδοποίηση των δεδομένων με κριτήρια ανάλογα αυτών που εφαρμόζονται και στο βρετανικό National Water Archive. Συγκεκριμένα, η συχνότητα μέτρησης ή συλλογής καθορίζει το αρχείο αποθήκευσης μαζί βέβαια με τα χαρακτηριστικά των μετρουμένων μεγεθών. Διάφορα αρχεία που διακρίνονται μέσα στο σύστημα WATSTORE είναι τα εξής: αρχείο ημερήσιων μετρήσεων (περιλαμβάνει δεδομένα και επιφανειακού και υπόγειου νερού με περισσότερες από 200 εκατ. ημερήσιες τιμές), αρχείο μεγίστων τιμών (με περισσότερες από 400 000 παρατηρήσεις επιφανειακών νερών μέχρι το 1981), αρχείο ποιότητας νερού (με περισσότερα από 1.8 εκατ. αποτελέσματα αναλύσεων υδατικών δειγμάτων και δεδομένα για 185 διαφορετικά συστατικά), αρχείο τιμών μετρήσεων με συχνότητα μεγαλύτερη από την ημερήσια, αρχείο καταγραφής μετρητικών θέσεων υπογείου νερού (με δεδομένα για την τοποθεσία, τα γεωδρολογικά χαρακτηριστικά, την γεώτρηση από περίπου 700 000 θέσεις), αρχείο χρήσης νερού. Αξιοσημείωτο όμως για τη δομή του συστήματος είναι ένα ειδικό αρχείο - ευρετήριο (index) για όλες τις τοποθεσίες από τις οποίες προέρχονται τα δεδομένα που αποθηκεύονται στα παραπάνω επιμέρους αρχεία κατηγοριών. Η δομή του WATSTORE μπορεί, σε γενικές γραμμές να παρασταθεί, όπως στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2

Θα πρέπει εδώ να αναφερθούν τα προϊόντα του WATSTORE που διατίθενται σε ιδιώτες ή οργανισμούς με τη μορφή πινάκων, γραφικών παραστάσεων ή και στατιστικών αναλύσεων. Πρόσφατα η U.S.G.S. εκδίδει αρχεία υδρολογικών δεδομένων σε συμπαγείς δίσκους CD-ROM.

Η U.S.G.S. αναφέρει προγράμματα σε επίπεδο προσωπικών υπολογιστών (PC) που συνεργάζονται με τη δομή των αρχείων του WATSTORE. Τέτοια είναι το PC-WATSTORE και το PC-ANNIE (U.S.G.S.c, 1992). Το πρώτο διευκολύνει την πρόσβαση και ανάκτηση δεδομένων από την κεντρική βάση δεδομένων του WATSTORE και το δεύτερο είναι σχεδιασμένο για τη διαχείριση δεδομένων λεκανών απορροής. Παρατηρείται συνεπώς και εδώ, όπως στο βρετανικό σύστημα, η ανάπτυξη περιφερειακών προγραμμάτων που επιτρέπουν την επικοινωνία με την κεντρική βάση δεδομένων αλλά και διαφόρων ειδών υδρολογικές αναλύσεις.

Άλλες σημαντικές εθνικές βάσεις δεδομένων, σχετικές με υδατικούς πόρους στις Η.Π.Α. είναι (α) το σύστημα STORET της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) με παραπάνω από 90 εκατ. παρατηρήσεις παραμέτρων ποιότητας επιφανειακού και υπόγειου νερού. (β) Η Εθνική Υπηρεσία Περιβαλλοντικών Δεδομένων και Πληροφορίας της NOOA, που παρέχει βιβλιογραφικές πληροφορίες από περίπου 100 βιβλιογραφικά αρχεία. (γ) Η βάση δεδομένων του WRSIC (Water Resources Scientific Information Center) της U.S.G.S. με βιβλιογραφικά δεδομένα (περίπου 180 000 abstracts). Εκτός από τις εθνικές βάσεις, σημαντικές θεωρούνται οι βάσεις που ανήκουν σε μεμονωμένες πολιτείες, τόσο για το πλήθος των δεδομένων, όσο και για την τεχνολογία που χρησιμοποιούν. Αναφέρονται εδώ τα συστήματα των πολιτειών του Texas, της Pennsylvania, της California, της Florida.

Η ύπαρξη στις Η.Π.Α. πολλών βάσεων δεδομένων με το ίδιο γενικό αντικείμενο

οδήγησε στη δημιουργία ενός συστήματος που λειτουργεί σαν ευρετήριο - ομπρέλλα για τις διάφορες οργανώσεις που εμπλέκονται στη συλλογή υδατικών δεδομένων. Το σύστημα αυτό ονομάζεται NAWDEX (National Water Data Exchange) και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για τους σκοπούς του παρόντος ερευνητικού έργου (U.S.G.S.a, 1987).

Διάφοροι οργανισμοί που έχουν σχέση με υδατικούς πόρους συνεργάζονται ως μέλη στο NAWDEX, το οποίο δεν αποτελεί τράπεζα που αποθηκεύει υδατικά δεδομένα, αλλά παρέχει ευρετήριο της υδατικής πληροφορίας που διαθέτουν οι συμβαλλόμενοι οργανισμοί. Για την επίτευξη του στόχου αυτού το NAWDEX διαθέτει δύο υποσυστήματα: (α) το ευρετήριο των πηγών υδατικών δεδομένων (water data sources directory), το οποίο εντοπίζει τους οργανισμούς που διαθέτουν υδατικά δεδομένα, τις γεωγραφικές περιοχές όπου συλλέγονται αυτά τα δεδομένα και τους τύπους των δεδομένων και (β) το γενικό ευρετήριο υδατικών δεδομένων (master water data index), το οποίο έχει αρχειοθετήσει πάνω από 450 000 τοποθεσίες συλλογής δεδομένων μαζί με τους αντίστοιχους οργανισμούς, τους τύπους των δεδομένων, και τις σχετικές παραμέτρους. Ως προς την τοπολογία των συστημάτων αυτών, πρέπει να αναφερθεί ότι και τα δύο βρίσκονται στο κεντρικό σύστημα υπολογιστών της U.S.G.S. και ότι τα διάφορα περιφερειακά κέντρα εξυπηρέτησης επικοινωνούν με το κέντρο με τη βοήθεια τερματικών.

9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με πρόσφατο ενημερωτικό φυλλάδιο (U.S.G.S. c,1992), το τμήμα υδατικών πόρων της U.S.G.S. αποφάσισε τη μετάβαση από την κεντρική στην κατανεμημένη τοπολογία και προχώρησε στην προμήθεια σχετικού εξοπλισμού. Το εγχείρημα ξεκίνησε το 1990 και η σχετική ανάθεση δόθηκε στην εταιρεία Data General Corporation (DG).

Ένα σύνολο περισσότερων από 1000 σταθμών εργασίας (workstations) με 75 file servers έχουν εγκατασταθεί για την εξυπηρέτηση του τμήματος υδατικών πόρων. Ειδικά το NAWDEX εξυπηρετείται από 10 σταθμούς εργασίας και έναν file server. Το λογισμικό χαρακτηρίζεται από περιβάλλον UNIX και από σχεσιακή βάση δεδομένων (INGRES). Πιο εξειδικευμένες λεπτομέρειες δίνονται στο ενημερωτικό δελτίο της U.S.G.S. (U.S.G.S. c, 1992).

Το WATSTORE συμπληρώθηκε και αναβαθμίστηκε με την ανάπτυξη ενός νέου συστήματος, του NWIS-I (National Water Information System I), το οποίο εγκαταστάθηκε σε εθνικό δίκτυο mini-υπολογιστών (Yorke & Williams, 1990). Τα διάφορα δεδομένα επιφανειακού και υπόγειου νερού αποθηκεύονται πρώτα στους κατά τύπους κόμβους του συστήματος αυτού και ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των δεδομένων μεταβιβάζεται στον κεντρικό υπολογιστή τύπου mainframe του WATSTORE.

Η δομή των αρχείων του NWIS-I είναι ανάλογη με αυτήν του WATSTORE. Παρόλα αυτά, οι διάφορες λειτουργικές αναβαθμίσεις του NWIS-I, ήταν αδύνατο να ενσωματωθούν στο WATSTORE, εξαιτίας της αρχαιωμένης δομής του τελευταίου. Γενικά, τα συστήματα αυτά διαχείρισης δεδομένων αναπτύχθηκαν από το 1971 ως το 1986 κατά τρόπο αποσπασματικό και με ανομοιομορφία στα λειτουργικά συστήματα και στις γλώσσες προγραμματισμού.

Για τους λόγους αυτούς αποφασίστηκε τελικά η δημιουργία ενός νέου συστήματος, του NWIS-II, το οποίο να υπερκαλύπτει τα προϋπάρχοντα συστήματα, αλλά και να είναι ευέλικτο, επεκτάσιμο και ικανό να προσαρμόζεται σε νέες απαιτήσεις επεξεργασίας διαφορετικών τύπων δεδομένων περιβαλλοντικού κυρίως χαρακτήρα. Η βάση δεδομένων του συστήματος αυτού θα είναι κατανεμημένη σε μικρουπολογιστές των 32 bit, εγκατεσπαρμένους σε όλη την έκταση των Η.Π.Α.

Οι στόχοι και η οργανωτική δομή του NWIS-II περιγράφονται στην έκθεση της ερευνητικής ομάδας του ΕΜΠ, που επισκέφθηκε τα κεντρικά γραφεία της USGS και προσκόμισε σχετικό ενημερωτικό υλικό. Σε μία από αυτές τις ενημερωτικές εργασίες (Yorke & Williams, 1990), περιγράφεται διεξοδικά το υπό σχεδιασμό και εφαρμογή σύστημα NWIS-II. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Ομάδα Στρατηγικού Σχεδιασμού του συστήματος πήρε την απόφαση να προχωρήσει η U.S.G.S. σε πλήρη σχεδιασμό και σύνταξη νέου λογισμικού και όχι σε μετατροπές ή αναβαθμίσεις του υπάρχοντος.

Βασικό χαρακτηριστικό στην παραγωγή του συστήματος NWIS-II είναι η οργάνωση ενός σχεδίου για τη δοκιμή του (Thornberg, 1991). Το σχέδιο δοκιμών περιλαμβάνει, σε γενικές γραμμές τα εξής στάδια:

(α) Δοκιμή γενικής αποδοχής του συστήματος

(β) Ειδική τεχνική δοκιμή που υποδιαιρείται σε

- Δοκιμή συστήματος
- Δοκιμή ολοκλήρωσης υποσυστημάτων
- Δοκιμή επί μέρους μονάδων

Το σχέδιο δοκιμών εντάσσεται στο σχέδιο ανάπτυξης του συστήματος.

Από τα πολιτειακά συστήματα χαρακτηριστικό είναι αυτό του Τμήματος Υδατικών Πόρων της Καλιφόρνιας (California Department of Water Resources), με το οποίο βρίσκεται σε επαφή η ερευνητική ομάδα του ΕΜΠ. Το Τμήμα αυτό αποφάσισε τη μετάβαση σε κατανεμημένο σύστημα δεδομένων με σχεσιακή βάση σε περιβάλλον UNIX. Το έργο ανατέθηκε το 1986 σε ιδιωτική εταιρεία και θεωρήθηκε μεγάλων διαστάσεων όχι μόνο για το πλήθος των δεδομένων, αλλά και επειδή τότε δεν υπήρχε εκτεταμένη εμπειρία στον τομέα αυτό (Dockstader, 1989).

Στο σύστημα συλλογής και διαχείρισης δεδομένων της Καλιφόρνιας διακρίνονται τρεις περιφέρειες: η βόρεια, η κεντρική και η νότια. Το κεντρικό γραφείο στο Sacramento πρέπει να έχει εποπτεία και πρόσβαση σε ολόκληρη τη βάση δεδομένων της πολιτείας. Από την άλλη, τα περιφερειακά γραφεία χρειάζεται να έχουν τη δυνατότητα για επί τόπου αναλύσεις των δεδομένων τους. Και αυτό γιατί κάθε περιφέρεια έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες. Για παράδειγμα, η βόρεια περιφέρεια εξαιτίας βροχοπτώσεων επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στα επιφανειακά νερά, ενώ η νότια εξαρτάται περισσότερο από αποθέματα υπόγειου νερού. Η κατανεμημένη λοιπόν τοπολογία του νέου συστήματος θεωρήθηκε περισσότερο ενδεδειγμένη εξαιτίας των διαχειριστικών απαιτήσεων και της γεωγραφικής κατανομής των υδατικών πόρων.

Το πρώτο στάδιο του έργου περιλαμβάνει τη μεταφορά δεδομένων από το υπάρχον κεντρικό υπολογιστικό σύστημα (Cyber mainframe) στις περιφέρειες. Μια εικόνα του πλήθους των δεδομένων αυτών δίνεται από την ημερήσια καταγραφή 5000 μετρητικών σταθμών και από υπάρχοντα ιστορικά δεδομένα 100 ετών. Το χρονοβόρο και επίπονο αυτό έργο της μεταφοράς των δεδομένων εκτελείται σε επιμέρους στάδια που περιγράφονται και αυτά στο ενημερωτικό άρθρο της J.A. Dockstader (1989).

Η πολιτεία της Florida έχει επίσης οργανώσει σχεσιακή βάση δεδομένων και έχει συγκεντρώσει αρκετή εμπειρία από την εφαρμογή γνωστών σχετικών προγραμμάτων (ORACLE, INGRES) στην διαχείριση υδρολογικών δεδομένων (Σκαρλάτος, 1992). Βρίσκεται σε εξέλιξη σχετική αλληλογραφία με το αντίστοιχο τμήμα διαχείρισης νερού (South Florida Water Management District) με τη μεσολάβηση του Π. Σκαρλάτου, αν. καθηγητή στο Florida Atlantic University.

Μία άλλη πρόσφατη τυπική εφαρμογή της κατανεμημένης τοπολογίας είναι η ανάπτυξη συστήματος βάσης πληροφοριών από την Υπηρεσία Ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (Atmospheric Environment Service, AES) του Καναδά. Εκτεταμένη σχετική αναφορά γίνεται στην έκθεση της EMY. (Κατσιμάρδος, 1992). Αρκεί να σημειωθεί εδώ ότι το σύστημα θα υποστηρίζει οκτώ περιοχικά κέντρα πρόγνωσης καιρού, τέσσερα εκπαιδευτικά και ερευνητικά κέντρα της AES και τέσσερις καναδικές υπηρεσίες εθνικής άμυνας. Το λογισμικό βασίζεται στη σχεσιακή βάση δεδομένων EMPRESS. Το περιβάλλον είναι UNIX και οι σταθμοί εργασίας (workstations) επικοινωνούν με δίκτυο ETHERNET. Κάθε προγνωστικό κέντρο θα έχει τη δική του βάση δεδομένων.

Παράδειγμα ερευνητικού έργου μεγάλης κλίμακας είναι το πρόγραμμα SEQUOIA 2000, πληροφορίες για το οποίο προέρχονται από αλληλογραφία και επαφές της ερευνητικής ομάδας του ΕΜΠ. Το πρόγραμμα αυτό αποτελεί την κοινή προσπάθεια πολλών αμερικανικών πανεπιστημίων και εταιρειών για την παρακολούθηση μεταβολών σε παγκόσμια κλίμακα στο περιβάλλον της Γής, αν το τελευταίο θεωρηθεί ως ένα μεγάλο ενιαίο σύστημα.

Το πλήθος και η ποικιλία των υπό διαχείριση δεδομένων ξεπερνούν τα συνήθη όρια, σε σημείο που τα υπάρχοντα εργαλεία να μη κρίνονται επαρκή. Για παράδειγμα, τα γνωστά εμπορικά συστήματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων (ORACLE, INGRES, κλπ) δεν επαρκούν για τη συνδυασμένη διαχείριση όλων των ειδών δεδομένων που εισάγονται στο σύστημα (point, vector, raster και text data), αλλά ούτε και η επόμενη γενιά των συστημάτων βάσεων δεδομένων (π.χ. POSTGRES) κρίνεται ικανοποιητική. Γίνεται συνεπώς προσπάθεια για βελτίωση και αναβάθμιση του βασικού λογισμικού στους διάφορους τομείς αυτού του υπό εξέλιξη ερευνητικού έργου (Stonebraker & Dozier, 1992).

10 ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το διοικητικό σύστημα μιας χώρας επηρεάζει την οργάνωση της συλλογής και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων.

Η συλλογή και αποθήκευση υδρολογικών δεδομένων είναι από τη φύση της μια αποκεντρωμένη δραστηριότητα. Σε πολλές όμως χώρες έχουν αναπτυχθεί διοικητικά όργανα κεντρικού συντονισμού της συλλογής δεδομένων με σκοπό την συνολική διαχείριση αλλά και τον σχεδιασμό της πολιτικής υδατικών πόρων.

Στη χώρα μας, παρόλες τις νομοθετικές και διοικητικές προσπάθειες των τελευταίων ετών, δεν μπορεί να θεωρηθεί, για τους σκοπούς τουλάχιστον του παρόντος ερευνητικού έργου, ότι υφίσταται κεντρικό συντονιστικό όργανο για τις δραστηριότητες τις σχετικές με τους υδατικούς πόρους.

Οι προσπάθειες για κεντρικό έλεγχο οδήγησαν πολλές χώρες στη δημιουργία μεγάλων τραπεζών υδρολογικών δεδομένων με κεντρική τοπολογία και σε πολλές περιπτώσεις με αυτοματοποιημένη μεταφορά δεδομένων από τους μετρητικούς σταθμούς.

Ως προς την εσωτερική της δομή, μια τυπική κεντρική τράπεζα απαρτίζεται από επιμέρους αρχεία για τις διάφορες κατηγορίες δεδομένων. Κριτήριο για την κατάταξη των δεδομένων στις κατηγορίες αυτές είναι περισσότερο η συχνότητα των μετρήσεων παρά το είδος του μετρούμενου μεγέθους.

Διαπιστώνεται σαφής σύγχρονη τάση για μετάβαση από την κεντρική σε κατανεμημένη τοπολογία. Η τελευταία αυτή υπαγορεύεται από την ανάγκη όχι μόνο για κεντρικό έλεγχο των δεδομένων, αλλά και για διαχείριση δεδομένων τοπικού χαρακτήρα, που να διενεργείται στα περιφερειακά κέντρα συλλογής των δεδομένων αυτών. Οι εξελίξεις στον τομέα των σχεσιακών βάσεων δεδομένων διαρκώς ενσωματώνονται στα συστήματα διαχείρισης υδρολογικών δεδομένων.

Οι πρόσφατες προσπάθειες για παρακολούθηση περίπλοκων περιβαλλοντικών μεταβολών σε παγκόσμια κλίμακα δίνουν ώθηση σε περαιτέρω ανάπτυξη των σχετικών εργαλείων της πληροφορικής, πράγμα που στο εγγύς μέλλον θα έχει επιπτώσεις και στο θέμα της διαχείρισης των υδρολογικών δεδομένων.

Ο ελληνικός χώρος παρουσιάζει σημαντικό βαθμό αποκέντρωσης, που προέρχεται και από την ποικιλία των κατά περιφέρειες υδρολογικών συνθηκών, αλλά και από την πολλαπλότητα και τις ιδιαιτερότητες των υπηρεσιών που συλλέγουν δεδομένα. Η τεχνολογία συνεπώς των κατανεμημένων σχεσιακών βάσεων δεδομένων προσφέρεται ιδιαίτερα για την ενοποίηση και οργάνωση ενός τέτοιου περιβάλλοντος.

Οι εμπειρίες από χώρες όπως η Μ. Βρετανία, οι Η.Π.Α. και η Ουγγαρία αποδεικνύουν ότι η μετάβαση σε νέα τεχνολογία διαχείρισης υδατικών δεδομένων συνεπάγεται σημαντικό κόστος. Οι χώρες αυτές διαθέτουν μακροχρόνια αρχεία

υδατικών δεδομένων και, επίσης, έχουν αναπτύξει πληροφορικά συστήματα για τη διαχείριση αυτών των αρχείων. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν κατά ένα περισσότερο ή λιγότερο ικανοποιητικό τρόπο και το γεγονός αυτό αποτελεί αντικίνητρο για τη δημιουργία νέων.

Η μετάβαση σε ένα σύστημα σύγχρονο και πλήρως ικανοποιητικό δεν επιτυγχάνεται με αναβαθμίσεις και αναπροσαρμογές της υπάρχουσας υποδομής, αλλά απαιτεί νέο, εξ υπαρχής σχεδιασμό. Επί πλέον, η προσπάθεια για την ομογενοποίηση και ένταξη όλων των επί μέρους παλιών αρχείων και υποσυστημάτων στο νέο σύστημα κρίνεται αρκετά επίπονη και χρονοβόρα. Αξιοσημείωτο είναι εδώ και το γεγονός ότι εμπειρογνώμονες από χώρες με ήδη υπάρχοντα σημαντικά αρχεία δεδομένων προχωρούν στην εφαρμογή τελευταίων τεχνολογιών με μεγαλύτερη ευκολία όταν προσφέρουν υπηρεσίες σε άλλες χώρες με ελλιπή υποδομή.

Επειτα από αυτά προκύπτει ότι, για τον ελληνικό χώρο, η έλλειψη μεγάλων συστημάτων για τη διαχείριση υδατικών δεδομένων δεν επιβαρύνει σημαντικά την προσπάθεια για τη δημιουργία υποδομής στον τομέα αυτόν. Κι αυτό γιατί ο απαιτούμενος εξ υπαρχής σχεδιασμός συστημάτων πρέπει, σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, να γίνει ούτως ή άλλως. Επί πλέον, ένα σύγχρονο, ολοκληρωμένο σύστημα είναι ίσως η μόνη διέξοδος για την ενοποίηση ενός περιβάλλοντος με τη γνωστή γεωγραφική ανομοιογένεια και τις διοικητικές αλληλοεπικαλύψεις.

11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Dockstader, J. A. 1989. Distributed Water-base Management, DBMS, vol.2, No 3

Κατσιμάρδος, Δ. (Ερευνητική ομάδα EMY)., Ιούλιος 1992 Ενημέρωση για τη διεθνή εμπειρία σε συστήματα παρόμοιας τοπολογίας, ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ, Αθήνα.

Μυλόπουλος, Γ. Α., 1990. Η Ελληνική πραγματικότητα και το ισχύον θεσμικό πλαίσιο στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Διδακτικές σημειώσεις, ΑΠΘ.

Παπακώστας, Ν. & Πιπιλή, Κ., 1992. Επισκόπηση επίσκεψης στις Η.Π.Α. και τον Καναδά: Αντίστοιχα συστήματα, εξοπλισμός και δίκτυο, ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ, Αθήνα.

Projektgruppe Grundwasserbeschaffenheit. Grundwasserüberwachungsprogramm, Projektbericht 1991. Landesanstalt für Umweltschutz Baden- Württemberg.

Rodda, J. and Flanders A., 1985. The Organisation of Hydrological Services, Facets of Hydrology, vol II, Wiley, 413-431.

Σκαρλάτος, Π., 1992. Προσωπική ενημέρωση

Stonebraker, M. & Dozier, J. July 1991. Sequoia 2000. Large capacity object servers to support global change research. University of California, College of Engineering, Electronics Research Laboratory, Berkeley, California.

Thornberg, R.E., 1991. Master Software Test Plan for the National Water Information System II. U.S. Geological Survey, November, 1991.

U.S.G.S. a. 1987. NAWDEX: A key to Finding Water Data, U.S.G.S. information leaflet.

U.S.G.S. b., 1982. WATSTORE: A Water Data Storage and Retrieval System, U.S.G.S. information leaflet.

U.S.G.S. c., 1992. NAWDEX Newsletter Issue 28, January 1992.

Yorke, T.H. & Williams, O.O., 1990. Design of a National Water Information System by

the U.S. Geological Survey. Proceedings, 7th International Conference on Interactive Information and Processing Systems: American Meteorological Society, Boston, January 13-18, 1990.

Xu Xinyi & Chen Beiyu, 1990. Architectural structure for a water resources data base system. The Hydrological Basis for a Water Resources Management, Proceedings of the Beijing Symposium, October 1990). IAHS Publ. no 197, 1990.