

**ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ &  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

**GENERAL SECRETARIAT FOR RESEARCH AND  
TECHNOLOGY**  
DIRECTORATE FOR RESEARCH PROGRAMMES

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ  
& ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS**  
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES - HYDRAULIC  
& MARITIME ENGINEERING

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ**  
**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΧΕΣΙΑΚΗΣ ΒΑΣΗΣ**  
**ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ**  
**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ**  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

**RESEARCH PROJECT**  
**DEVELOPMENT OF A RELATIONAL DATA**  
**BASE FOR MANAGEMENT AND**  
**PROCESSING OF HYDROMETRIC**  
**INFORMATION**

**ΕΚΘΕΣΗ**

**REPORT**

**ΣΥΝΤΑΞΗ: Α. ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ & Ι. ΝΑΛΜΠΑΝΤΗΣ**  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

**BY: A. PAPAΚOSTAS & I. NALBANTIS**  
SCIENTIFIC DIRECTOR: TH. XANTHOPOULOS  
PRINCIPAL INVESTIGATOR: D. KOUTSOYIANNIS

**ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΛΙΟΣ 1994**

**ATHENS - JULY 1994**



**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ:  
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΧΕΣΙΑΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ  
ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1. Ιστορικό.....	3
2. Εισαγωγή.....	5
2.1 Αντικείμενο και στόχοι του έργου.....	5
2.2 Στάδια εκτέλεσης του έργου.....	5
2.3 Ερευνητική ομάδα.....	7
3. Επιλογή και προμήθεια εξοπλισμού.....	10
4. Γενικά χαρακτηριστικά της βάσης δεδομένων.....	13
4.1 Κατάταξη πληροφοριών.....	13
4.1.1 Πληροφορίες εφαρμογών και βοηθητικές πληροφορίες.....	13
4.1.2 Διαχειριστικές πληροφορίες.....	13
4.2 Δεδομένα.....	15
4.3 Μορφές Αποθήκευσης Χρονοσειρών.....	19
5. Βασικές αρχές υλοποίησης.....	21
5.1 Ταυτοποίηση αντικειμένων.....	21
5.1.1 Ταυτοποίηση σταθμών - οργάνων.....	21
5.1.2 Ταυτοποίηση χρονοσειρών.....	22
5.1.3 Ταυτοποίηση χαρακτηριστικών χρονοσειρών - σταθερών.....	22
5.1.4 Ταυτοποίηση σταθερών.....	23
5.1.5 Ταυτοποίηση γεγονότων.....	23
5.2 Πίνακες αναφοράς και ονομασίες.....	23
5.3 Ακέραιες τιμές.....	24
5.4 Κανονική μορφή αποθήκευσης.....	25
5.5 Αποθήκευση πρωτογενών δεδομένων.....	25
5.5.1 Κωδικός οργάνου.....	25
5.5.2 Ημερομηνία.....	26
5.5.3 Χαρακτηριστικά.....	26
5.6 Λέξη κατάστασης.....	26
5.7 Αποθήκευση μορφής λίστας.....	30
5.8 Τιμές null.....	32
5.9 Γραμμική αποθήκευση.....	32
5.10 Αποθήκευση δευτερογενών δεδομένων.....	34

5.11 Αποθήκευση σταθερών.....	36
5.11.1 Διατομή.....	36
5.11.2 Υδραυλικά χαρακτηριστικά.....	37
5.11.3 Στοιχεία στάθμης - επιφάνειας - όγκου.....	38
5.11.4 Καμπύλη στάθμης - παροχής.....	38
5.11.5 Παράγωγο όργανο.....	39
5.12 Αποθήκευση υδρομετρικών μεταβλητών.....	39
5.12.1 Στάθμη.....	40
5.12.2 Υδρομετρήσεις και στεροϋδρομετρήσεις.....	40
5.12.3 Παροχή και στερεοπαροχή.....	42
5.12.4 Διαγράμματα στάθμης παροχής και παροχής - στερεοπαροχής.....	42
6. Οικονομικά στοιχεία.....	47

## 1. Ιστορικό

Η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, με την από 9-7-1991 απόφασή του, ανέθεσε σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, με επιστημονικό Υπεύθυνο τον Καθηγητή Θ. Ξανθόπουλο, το ερευνητικό έργο με τίτλο “Ανάπτυξη σχεσιακής βάσης δεδομένων για διαχείριση και επεξεργασία υδρομετρικών πληροφοριών”.

Η ανάθεση του ερευνητικού έργου έγινε μετά από πρόταση της ερευνητικής ομάδας η οποία υποβλήθηκε στη ΓΓΕΤ την 17-4-1989. Εκτός από τον Επιστημονικό Υπεύθυνο Καθηγητή Θ. Ξανθόπουλο η ερευνητική ομάδα είχε αρχικά ως μέλη τους:

1. Δ. Κουτσογιάννη, Δρ Πολιτικό Μηχανικό, Λέκτορα Ε.Μ.Π.
2. Ι. Ναλμπάντη, Δρ Πολιτικό Μηχανικό.
3. Γ. Παπαπαναγιωτάκη, Δρ Μηχανικό Πληροφορικής.
4. Ι. Δελή, Μηχανικό Πληροφορικής, MSc.
5. Α. Παπακώστα, Μηχανικό Πληροφορικής, Υποψήφιο Διδάκτορα.
6. Ν. Μαμάση, Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, Υποψήφιο Διδάκτορα.
7. Ν. Γαρίνη, Γραμματειακή κάλυψη.

Η εκτέλεση εργασιών άρχισε την 22-10-1991 οπότε και έγινε η μεταφορά κονδυλίου στον λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας του Ε.Μ.Π. Το χρονοδιάγραμμα του έργου περιλάμβανε, εκτός από την συγγραφή της Τελικής Έκθεσης και των Εκθέσεων Προόδου, πέντε ομάδες εργασιών που φαίνονται στον αναλυτικό κατάλογο εργασιών του Κεφαλαίου 2. Από τις εργασίες αυτές εκτελέστηκαν οι δύο πρώτες μέχρι την 31η Μαρτίου 1992. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για τις εργασίες της επιλογής και εγκατάστασης RDBMS (Relational Data Base Management System) και το σχεδιασμό της Βάσης Δεδομένων, όπως αυτές προβλέπονταν από το χρονοδιάγραμμα του έργου για το πρώτο εξάμηνο των εργασιών. Εν τω μεταξύ όμως ανατέθηκε από τη ΓΓΕΤ σε 13 εργαζόμενους φορείς του ευρύτερου Δημόσιου Τομέα (Υπουργεία, Πανεπιστήμια, Επιχειρήσεις Κοινής Ωφέλειας, Ερευνητικά Κέντρα), ερευνητικό πρόγραμμα που καλύπτει εν μέρει και επεκτείνει το παρακάτω έργο.

Πρόκειται για το πρόγραμμα “ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ - Πρόγραμμα Δημιουργίας Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας”, που εντάχθηκε στα πλαίσια του STRIDE HELLAS. Ο κύριος φορέας του έργου είναι ο Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, του ΕΜΠ, με ερευνητική ομάδα του Ε.Μ.Π. κατά ένα μέρος συμπίπτει με εκείνη του έργου “Ανάπτυξη σχεσιακής βάσης δεδομένων για διαχείριση και επεξεργασία υδρομετρικών δεδομένων”, και Επιστημονικό Υπεύθυνο για το ΕΜΠ. τον Δ.

Κουτσογιάννη, Λέκτορα Ε.Μ.Π. Το δεύτερο αυτό πρόγραμμα ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο 1994 και έχει καλύψει τις εργασίες 3, 4 και 5 του παρόντος προγράμματος.

Για τους παραπάνω λόγους προκύπτουν υπόλοιπα των κονδυλίων της Α και Β Δόσης καθώς και υπόλοιπο της συνολικής χρηματοδότησης, τα οποία βεβαίως δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τις υπόλοιπες εργασίες που έχουν προδιαγραφεί (3, 4 και 5). Αυτά προτείνουμε να καλύψουν νέες εργασίες στα πλαίσια επέκτασης του αντικειμένου του προγράμματος. Εφόσον η ΓΓΕΤ συμφωνεί καταρχήν με αυτό, η ερευνητική ομάδα προτίθεται να υποβάλει πρόταση επέκτασης του αντικειμένου του προγράμματος πέραν εκείνων που θα έχουν καλυφθεί από το ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ.

## 2. Εισαγωγή

### 2.1 Αντικείμενο και στόχοι του έργου

Το παρόν ερευνητικό πρόγραμμα αποσκοπεί στην αξιοποίηση σύγχρονων μεθόδων πληροφορικής για τη διαχείριση των υδρολογικών δεδομένων της χώρας.

Το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης θα αποτελέσει την απαραίτητη πληροφοριακή υποδομή για τη λήψη αποφάσεων και για εφαρμογές πραγματικού χρόνου σε θέματα πρόγνωσης και διαχείρισης υδατικών πόρων.

Η οργάνωση της βάσης δεδομένων θα επιτρέψει στο μέλλον την άμεση πρόσβαση σε αυτή των υπηρεσιών συλλογής υδρολογικών στοιχείων, καθώς και των ενδιαφερομένων φορέων και μελετητών. Για το σκοπό αυτό προβλέπεται η δυνατότητα ταυτόχρονης χρησιμοποίησης της βάσης από πολλούς χρήστες (multi-user) καθώς και η δυνατότητα χειρισμού από μακρινούς σταθμούς εργασίας (remote operation). Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η διασύνδεση και η συνεργασία των διάφορων Υπηρεσιών που ασχολούνται με τα υδρολογικά δεδομένα.

Η βάση δεδομένων αναπτύσσεται σύμφωνα με το σχεσιακό μοντέλο, (relational model) επιτρέποντας τη δυναμική δημιουργία και υποβολή ερωτήσεων, και τη διεκπεραίωση πολύπλοκων επεξεργασιών δεδομένων, με την ανάπτυξη επικοινωνίας της γλώσσας ερωτήσεων (Query language) με μία γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου (π.χ. C, Pascal, κ.λ.π.).

Στην ανάπτυξη της βάσης λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι ελληνικές συνθήκες υδρολογικών μετρήσεων (αναξιοπιστία μετρήσεων, ιδιαιτερότητες, κ.λ.π.). Όλα τα προγράμματα χρησιμοποιούν για επικοινωνία με το χρήστη αποκλειστικά την ελληνική γλώσσα.

Το προτεινόμενο ερευνητικό έργο εντάσσεται στο Πρόγραμμα Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού 1989, της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας, Τομέας 1.4: "Υδατικοί Πόροι", επιμέρους στόχος 1.4.2: "Ανάπτυξη μεθόδων διαχείρισης γενικής τράπεζας πληροφοριών υδρολογικού ενδιαφέροντος".

### 2.2 Στάδια εκτέλεσης του έργου

Το πρώτο στάδιο για την υλοποίηση της καθολικής βάσης υδρολογικών δεδομένων, το οποίο αποτελεί και το αντικείμενο του παρόντος ερευνητικού προγράμματος, περιλαμβάνει την ανάπτυξη βάσης δεδομένων και προγραμμάτων για τις υδρομετρικές πληροφορίες. Σημειώνεται ότι οι υδρομετρικές πληροφορίες είναι οι πλέον σύνθετες και απαιτούν την πιο πολύπλοκη επεξεργασία.

Οι φάσεις που περιλαμβάνει το ερευνητικό έργο, σύμφωνα με την υποβληθείσα πρόταση, είναι οι ακόλουθες:

1. Σύνταξη προδιαγραφών, τεκμηριωμένη επιλογή και προμήθεια λογισμικού (software) και συγκεκριμένα Συστήματος Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (Data Base Management System) για τη στήριξη της βάσης δεδομένων. Εγκατάσταση του Συστήματος Διαχείρισης σε Υπολογιστή του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ.
2. Σχεδιασμός σχήματος βάσης δεδομένων. Καθορισμός φυσικών οντοτήτων, σχεσιακών εξαρτήσεων φυσικού και λογικού επιπέδου.
3. Ανάπτυξη προγραμμάτων για την εισαγωγή και προκαταρκτικό έλεγχο των υδρολογικών δεδομένων στη βάση, καθώς επίσης και τη μετατροπή δεδομένων που υπάρχουν ήδη σε άλλα λειτουργικά συστήματα. Εισαγωγή δεδομένων κατά προτίμηση από τις λεκάνες Μόρνου, Ευήνου ή Θεσσαλίας.
4. Ανάπτυξη προγραμμάτων για την εξαγωγή δευτερογενών υδρολογικών πληροφοριών, από τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί (π.χ. εξαγωγή ωριαίων παροχών από τις υδρομετρήσεις και τις ταινίες των σταθμηγράφων).
5. Ανάπτυξη προγραμμάτων για τη συστηματική παρουσίαση - έκδοση των πρωτογενών υδρολογικών δεδομένων καθώς και των στατιστικών χαρακτηριστικών τους. Τυποποίηση των κύριων ερωτήσεων προς τη βάση δεδομένων (π.χ. μέσες παροχές, μέγιστες παροχές, συσχέτιση παροχών μεταξύ θέσεων ή λεκανών, κ.λ.π.).

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας με το πλήρες χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης του έργου.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης του έργου

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΗΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ							
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
1. Επιλογή και εγκατάσταση RDBMS	-----							
2. Σχεδιασμός σχήματος Β.Δ.		-----						
3. Προγράμματα εισαγωγής και ελέγχου			-----	-----	-----	-----	-----	
4. Προγράμματα εξαγωγής δευτερογενών πληροφοριών				-----	-----	-----	-----	
5. Προγράμματα συστηματικής παρουσίασης δεδομένων								
Εκθέσεις προόδου		*			*			
Τελική Έκθεση								*

### 2.3 Ερευνητική ομάδα

Η σύνθεση της ερευνητικής ομάδας που εργάστηκε για την υποβολή της αρχικής πρότασης στη ΓΓΕΤ και που είχε προγραμματιστεί να εκτελέσει το σύνολο των ερευνητικών εργασιών του έργου, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.2. Η σύνθεση της ομάδας που, με ευθύνη του Επιστημονικού Υπεύθυνου, πραγματοποίησε τις εργασίες 1 και 2 φαίνεται στον Πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Αρχική σύνθεση ερευνητικής ομάδας και προβλεπόμενη απασχόληση κάθε μέλους

	Διάρκεια απασχ. (μήνες)	Ποσοστό απασχ. (%)	Διάρκεια πλήρους απασχ. (μήνες)
<b>1. Επιστημονικός Υπεύθυνος</b>			
Θ. Ξανθόπουλος (Καθηγητής ΕΜΠ - Δρ Πολιτικός Μηχανικός)	20	10	2
<b>2. Επιστημονικό προσωπικό</b>			
Δ. Κουτσογιάννης (Λέκτορας ΕΜΠ, Δρ Πολιτικός Μηχανικός)	6	35	2.1
Ι. Ναλμπάντης (Δρ Πολιτικός Μηχανικός)	17	15	2.5
Ν. Μαμάσης (Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, Υποψήφιος διδάκτορας)	20	25	5
Ι. Παπαπαναγιωτάκης, (Δρ Πληροφορικής)	20	30	6
Ι. Δελής (Μηχανικός Πληροφορικής, MSc)	20	30	6
Α. Παπακώστας (Μηχανικός Πληροφορικής, Υποψήφιος διδάκτορας)	20	25	5
<b>3. Βοηθητικό προσωπικό</b>			
Γραμματέας	20	25	5
Τεχνικός Βοηθός	20	15	3

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3 Σύνοψη ερευνητικής ομάδας εργασιών 1 και 2.

	Διάρκεια απασχ. (μήνες)	Ποσοστό απασχ. (%)	Διάρκεια πλήρους απασχ. (μήνες)
1. Επιστημονικός Υπεύθυνος			
Θ. Ξανθόπουλος (Καθηγητής ΕΜΠ - Δρ Πολιτικός Μηχανικός)			
2. Επιστημονικό προσωπικό			
Δ. Κουτσογιάννης (Λέκτορας ΕΜΠ, Δρ Πολιτικός Μηχανικός)	1.5	50	0.75
Ι. Ναλμπάντης (Δρ Πολιτικός Μηχανικός)	1.5	50	0.75
Ν. Μαμάσης (Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, Υποψήφιος διδάκτορας)	1.5	50	0.75
Α. Παπακώστας (Μηχανικός Πληροφορικής, Υποψήφιος διδάκτορας)	4.5	50	2.75

### 3. Επιλογή και προμήθεια εξοπλισμού

Η ΒΔ αποφασίστηκε να εγκατασταθεί σε προσωπικό ηλεκτρονικό υπολογιστή (PC) του Τομέα Υδατικών Πόρων. Ο υπολογιστής ήταν αρχικά τύπου FORTRON 386/33 και στη συνέχεια αναβαθμίστηκε σε 486/33. Λειτουργικό του σύστημα είναι το INTERACTIVE UNIX v2.2 (UNIX System V Rel. 3.2). Για την ορθή λειτουργία της ΒΔ έγιναν στα πλαίσια του Ερευνητικού Έργου οι ακόλουθες ενέργειες:

- η κεντρική μνήμη (RAM) του συστήματος επεκτάθηκε από τα 8 στα 16 MBytes.
- προστέθηκε ένας δεύτερος σκληρός δίσκος MICROPOLIS χωρητικότητας formatted 330 MBytes με πρωτόκολλο επικοινωνίας ESDI.

Στη συνέχεια έγινε πρόχειρος μειοδοτικός διαγωνισμός για την προμήθεια Σχεσιακού Συστήματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΣΔΒΔ, Relational Database Management System, RDBMS) για την υποστήριξη της ΒΔ. Οι προδιαγραφές του διαγωνισμού είναι οι ακόλουθες (με υπογραμμισμένα στοιχεία οι υποχρεωτικές προδιαγραφές και με κανονικά στοιχεία οι θετικές - προαιρετικές):

- 1 Λειτουργία σύμφωνα με το σχεσιακό μοντέλο. Αποθήκευση των δεδομένων τόσο του χρήστη όσο και του συστήματος σε πίνακες (User/System tables).
- 2 Αρχιτεκτονική εξυπηρετητή (client - server).
- 3 Γλώσσα ορισμού / χειρισμού δεδομένων (DDL / DML) κι ερωταποκρίσεων (query language) ANSI SQL (ή κάποιο υπερσύνολο της).
- 4 Βελτιστοποίηση ερωταποκρίσεων (query optimisation).
- 5 Απόδοση ερωταποκρίσεων ανεξάρτητη από τη σύνταξη τους.
- 6 Interface με γλώσσα υψηλού επιπέδου (C / PASCAL) σε μορφή Embedded SQL.
- 7 Interface με γλώσσα υψηλού επιπέδου (C / PASCAL) σε μορφή κλήσης συναρτήσεων βιβλιοθήκης (library functions).
- 8 Interface με γλώσσα 4ης γενιάς (4GL) με όλες τις απαραίτητες δομές ελέγχου (if, while κτλ.).
- 9 Δυνατότητα ενσωμάτωσης της SQL στη γλώσσα 4ης γενιάς.
- 10 Δυνατότητα ορισμού τύπων δεδομένων από το χρήστη / προγραμματιστή.
- 11 Ακεραιότητα αναφοράς (referential integrity) αυτόματα ελεγχόμενη από το σύστημα (πχ. σκανδάλες (triggers) κτλ.).
- 12 Χειρισμός δεδομένων διαφόρων τύπων (πχ. integer, char, real, string), μεταξύ των οποίων δεδομένα τύπου date, time (ακρίβεια δευτερολέπτου).
- 13 Σύνδεση και συνεργασία με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και δυνατότητα αποθήκευσης και χειρισμού εικόνων και χαρτών στη ΒΔ.
- 14 Σύνδεση και συνεργασία με λογιστικά φύλλα.
- 15 Σύνδεση και συνεργασία με άλλα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων.
- 16 Ανάγνωση / Εγγραφή αρχείων κειμένου.

- 17 Πλήρης υποστήριξη Ελληνικών (πχ. σε οθόνες, δεδομένα, εκτυπώσεις).
- 18 Εργαλεία δημιουργίας οθονών (forms) και προγραμματισμού για λειτουργία ερωταποκρίσεων με βάση αυτές.
- 19 Εργαλεία δημιουργίας εκτυπώσεων (report generators).
- 20 Δυνατότητα για αντίγραφα ασφαλείας κι επαναφορά του συστήματος (backup / recovery).
- 21 Αντίγραφα ασφαλείας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος (On-line backup).
- 22 Έλεγχος / καταγραφή συναλλαγών (Transaction log).
- 23 Commit - Rollback.
- 24 Δυνατότητα πολλαπλών δεικτών (index) ανά πίνακα.
- 25 Δυνατότητα επιλογής του τύπου οργάνωσης για την αποθήκευση δεδομένων και δεικτών (πχ. B-trees, Hashed, Clustered).
- 26 Κλείδωμα σε επίπεδο εγγραφής ή σελίδας.
- 27 Λειτουργία κάτω από λειτουργικό σύστημα UNIX (INTERACTIVE) σε H/Y τύπου FORTRON AT 386/33.
- 28 Λειτουργία σε διάφορους τύπους σειριακών τερματικών και σε περιβάλλον X-Windows.
- 29 Δυνατότητα λειτουργίας και σε άλλα υπολογιστικά συστήματα κατηγορίας σταθμού εργασίας (Workstation) (πχ. SUN SPARCstation, Hewlett Packard σειρές 700 και 400, DEC DECstation κτλ.), πάντα με λειτουργικό σύστημα UNIX.
- 30 Λειτουργία κάτω από ή σε συνεργασία με το περιβάλλον PC - MSDOS
- 31 Δυνατότητα λειτουργίας σε τοπικό δίκτυο (LAN) τύπου TCP/IP (Ethernet).
- 32 Δυνατότητα λειτουργίας σε δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) (πχ. X-25, SLIP-TCP/IP).
- 33 Δυνατότητα λειτουργίας ως κατανεμημένη βάση δεδομένων (Distributed Database) σε τοπικό και ευρείας περιοχής δίκτυο.
- 34 Διαφανής ως προς τον χρήστη ή / και τον προγραμματιστή - ανεξάρτητη από τη θέση των δεδομένων λειτουργία σε περίπτωση κατανεμημένης βάσης.
- 35 Two-phase commit.
- 36 Ανοχή σε λάθη (fault tolerance) σε περίπτωση τόσο απλής όσο και κατανεμημένης λειτουργίας (πχ. προστασία από διακοπή λειτουργίας εξυπηρετητών (server crashes) με πολλαπλούς εξυπηρετητές κτλ.). Σε περίπτωση κατανεμημένης λειτουργίας, έλλειψη αποκλειστικής εξάρτησης από ένα μόνο από τα συμμετέχοντα συστήματα για τη σωστή λειτουργία της κατανεμημένης ΒΔ.
- 37 Δυνατότητα ελέγχου ορθότητας εισαγόμενων στοιχείων (data validation).

### 38 Ασφάλεια δεδομένων και συστήματος.

Στο διαγωνισμό συμμετείχαν οι εταιρίες ORACLE HELLAS με το ΣΣΔΒΔ ORACLE, INFORMATION DYNAMICS με το ΣΣΔΒΔ INGRES και ERGODATA με το ΣΣΔΒΔ INFORMIX. Όλα τα προαναφερθέντα προϊόντα κάλυπταν τις υποχρεωτικές προδιαγραφές και τις περισσότερες από τις προαιρετικές. Επιλέχθηκε το προϊόν INGRES το οποίο κάλυπτε τη μεγάλη πλειοψηφία των προαιρετικών προδιαγραφών (δεν κάλυπτε μόνο τις υπ' αριθμό 14 και 30) και ταυτόχρονα προσφερόταν δωρεάν από την εταιρία INFORMATION DYNAMICS.

## 4. Γενικά χαρακτηριστικά της βάσης δεδομένων

### 4.1 Κατάταξη πληροφοριών

Οι πληροφορίες στη ΒΔ μπορούν να καταταχθούν σε 3 κύριες κατηγορίες: (α) πληροφορίες εφαρμογών και βοηθητικές, (β) διαχειριστικές και (γ) δεδομένα, όπως αναλύονται πιο κάτω.

#### 4.1.1 Πληροφορίες εφαρμογών και βοηθητικές πληροφορίες

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι πληροφορίες της ΒΔ οι οποίες σχετίζονται με τις εφαρμογές για την επεξεργασία των δεδομένων (πχ. πληροφορίες για διάφορα μηνύματα, για χάρτες, για κείμενα βοήθειας κοκ.) καθώς και οι πίνακες αναφοράς για τα εξωτερικά κλειδιά (foreign keys) (βλ. παρακάτω). Γενικά οι πίνακες αυτής της κατηγορίας είναι στατικοί, δεν αλλάζουν δηλαδή με την πάροδο του χρόνου. Δεν έχουν άμεση σχέση με τα αποθηκευμένα δεδομένα αλλά με την ορθή λειτουργία των εφαρμογών και της ΒΔ.

#### 4.1.2 Διαχειριστικές πληροφορίες

Οι διαχειριστικές πληροφορίες ή μεταδεδομένα είναι οι πληροφορίες μέσω των οποίων γίνεται η πρόσβαση στα πραγματικά δεδομένα της ΒΔ. Διαχειριστικές πληροφορίες είναι:

**4.1.2.1 Σταθμοί** Οι μετρητικοί σταθμοί είναι η αρχική μονάδα επεξεργασίας της πληροφορίας. Κάθε σταθμός έχει καθορισμένη γεωγραφική θέση (αν και στη διάρκεια της ζωής του μπορεί να αλλάξει ελαφρά η θέση του ή το υψόμετρο του) και καθορισμένα χαρακτηριστικά και περιέχει όργανα μετρήσεων (βλ. παρακάτω).

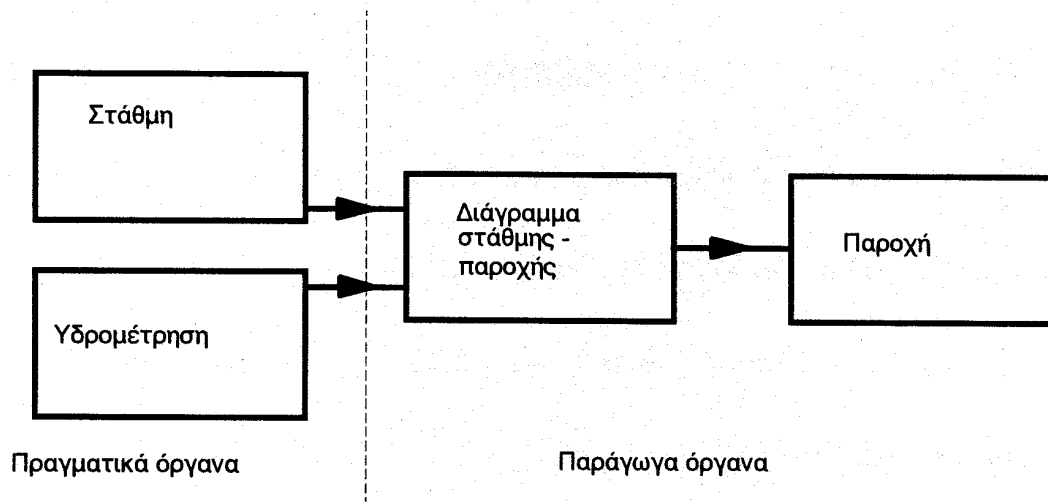
**4.1.2.2 Όργανα.** Κάθε σταθμός περιέχει μετρητικά όργανα. Κάθε μετρητικό όργανο ανήκει σε έναν μόνο σταθμό, εκτελεί περιοδικές (με σταθερή ή κατά περιόδους μεταβλητή περίοδο) ή ακανόνιστες μετρήσεις πάνω σε μια υδρομετρική μεταβλητή (πχ. στάθμη). Η χρονική διακριτότητα (time resolution), δηλαδή περίοδος μέτρησης των οργάνων -αν υπάρχει- μπορεί να είναι οποιαδήποτε. Σε κάθε περίπτωση τα όργανα παράγουν δεδομένα χρονοσειρών.

Τα όργανα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

**4.1.2.2.1 Πραγματικά όργανα.** Τα πραγματικά όργανα είναι αυτά που εκτελούν απευθείας μετρήσεις πάνω σε διάφορες μεταβλητές.

**4.1.2.2.2 Παράγωγα όργανα.** Τα παράγωγα (derived) όργανα είναι αυτά των οποίων οι "μετρήσεις" είναι το αποτέλεσμα υπολογισμών και επεξεργασίας πάνω σε πρωτογενή ή δευτερογενή δεδομένα (βλ. παρακάτω) ενός ή περισσότερων άλλων οργάνων (πραγματικών ή παράγωγων). Οι χρονικές διακριτότητες των παράγωγων οργάνων

πρέπει να είναι μικρότερες ή ίσες των αρχικών. Παράδειγμα παράγωγου οργάνου είναι η παροχή. Η τελευταία προέρχεται από ένα διάγραμμα στάθμης - παροχής, το οποίο είναι επίσης παράγωγο όργανο και προέρχεται από πραγματικά όργανα υδρομετρήσεων και στάθμης.



**Σχήμα 4.1.1:** Σχέση πραγματικών - παράγωγων οργάνων και παράδειγμα: η παροχή ποταμού

**4.1.2.3 Χαρακτηριστικά χρονοσειρών.** Κάθε χρονοσειρά που παράγεται από ένα όργανο έχει ορισμένα χαρακτηριστικά όπως τη διακριτότητα της (πχ. ωριαία, ημερήσια, μηνιαία, ετήσια κτλ.), το είδος της (πχ. πρωτογενής, δευτερογενής -βλ. παρακάτω), το αν χρησιμοποιείται γραμμική αποθήκευση (επίσης βλ. παρακάτω), την ημερομηνία αρχής και την ημερομηνία τέλους. Τυχόν απουσία εγγραφής χρονοσειράς με αυτά τα χαρακτηριστικά σημαίνει αυτόματα πως δεν υπάρχουν τα αντίστοιχα δεδομένα. Κανονικά βέβαια οι χρονοσειρές (ως “φυσική” έννοια) έχουν αρχή την ημερομηνία πρώτης λειτουργίας του οργάνου και τέλος το τέλος λειτουργίας. Έχουν όμως και χρονικά διαστήματα στα οποία δεν υπάρχουν δεδομένα για διάφορους λόγους (πχ. βλάβη οργάνου), δηλαδή “κενά.” Για κάθε τέτοιο διάστημα ακολουθείται η εξής τακτική: υπάρχουν δύο εγγραφές χαρακτηριστικών χρονοσειρών για το συγκεκριμένο όργανο, μία με ημερομηνία λήξης την τελευταία ημερομηνία για την οποία υπάρχουν δεδομένα χρονοσειράς πριν το κενό και μία με ημερομηνία αρχής την πρώτη ημερομηνία για την οποία υπάρχουν δεδομένα μετά το κενό. Όλα τα άλλα χαρακτηριστικά είναι ίδια ανάμεσα στις δύο εγγραφές χαρακτηριστικών χρονοσειρών -σε περίπτωση βέβαια που έχει αλλάξει κάτι (πχ. μορφή αποθήκευσης) αυτό το γεγονός καταγράφεται με αλλαγή του αντίστοιχου χαρακτηριστικού. Έτσι, τα διαστήματα για τα οποία



δεν υπάρχουν εγγραφές χαρακτηριστικών είναι αυτά για τα οποία δεν υπάρχουν δεδομένα. Συνεπώς τα χαρακτηριστικά χρονοσειρών δεν περιγράφουν μόνο τη διαθεσιμότητα των χρονοσειρών (πχ. “υπάρχει για το υπό εξέταση όργανο μια ημερήσια χρονοσειρά πρωτογενών δεδομένων”) αλλά και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων της χρονοσειράς (πχ. “υπάρχει για το υπό εξέταση όργανο μια ημερήσια χρονοσειρά πρωτογενών δεδομένων για τα χρονικά διαστήματα Δ1 - Δ2, Δ3 - Δ4 και Δ5 - Δ6”). Εννοείται βέβαια πως, επειδή με κατάλληλες μεθόδους συμπλήρωσης τυχόν “κενά” στις χρονοσειρές είναι δυνατό να “γεμίσουν” (συμπληρωθούν) μπορεί να κατασκευαστεί λογισμικό που ανάλογα τροποποιεί αυτές τις εγγραφές.

**4.1.2.4 Χαρακτηριστικά σταθερών δεδομένων.** Οι σταθμοί και τα όργανα μπορούν να συνοδεύονται από σταθερά δεδομένα (βλ. παρακάτω), σε αντιστοιχία με τις χρονοσειρές. Τα χαρακτηριστικά αυτών των δεδομένων, όπως το είδος, η ημερομηνία σχηματισμού κοκ. περιγράφονται όπως οι αντίστοιχες διαχειριστικές πληροφορίες.

**4.1.2.5 Γεγονότα.** Όλα τα προηγούμενα “αντικείμενα”, δηλαδή οι σταθμοί, τα όργανα και τα χαρακτηριστικά χρονοσειρών και σταθερών, όπως επίσης και τα ίδια τα δεδομένα μπορεί να συνοδεύονται από “γεγονότα”. Τα γεγονότα είναι πληροφορίες για οτιδήποτε σημαντικό συμβαίνει στη ζωή του αντικείμενου και καταγράφουν πλήρεις πληροφορίες που ξεκινούν από το είδος του γεγονότος και την ημερομηνία που συνέβη και φτάνουν ως μια πλήρη αναφορά για το τι συνέβη, σε κατάλληλο αρχείο του λειτουργικού συστήματος (operating system). Παραδείγματα γεγονότων είναι η έναρξη ή η λήξη λειτουργίας ενός σταθμού ή ενός οργάνου, η εφαρμογή ενός ελέγχου ή η συμπλήρωση μιας χρονοσειράς κοκ.

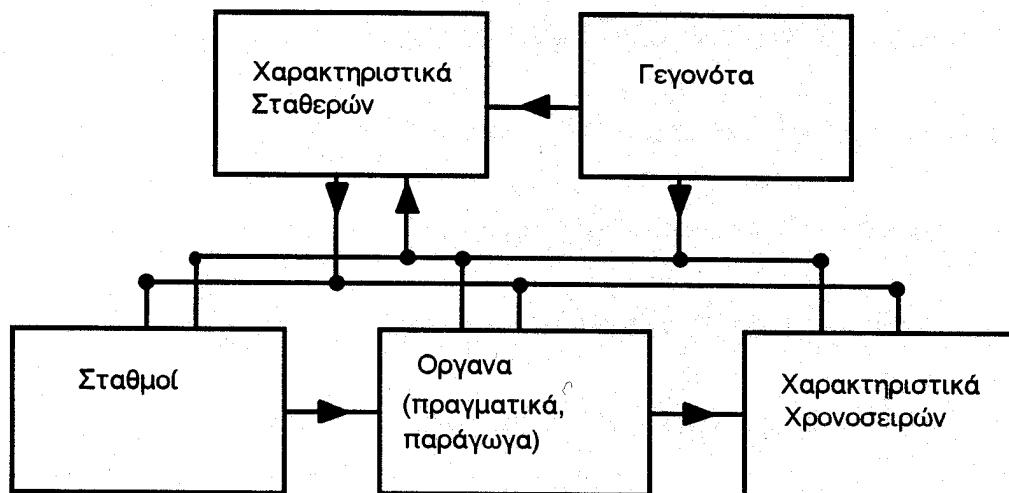
Όλες οι διαχειριστικές πληροφορίες οργανώνονται κατάλληλα σε αλληλοσυνδεόμενους πίνακες και μητρώα ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση τους. Έτσι υπάρχει μητρώο σταθμών, οργάνων, χρονοσειρών, σταθερών και γεγονότων.

## 4.2 Δεδομένα

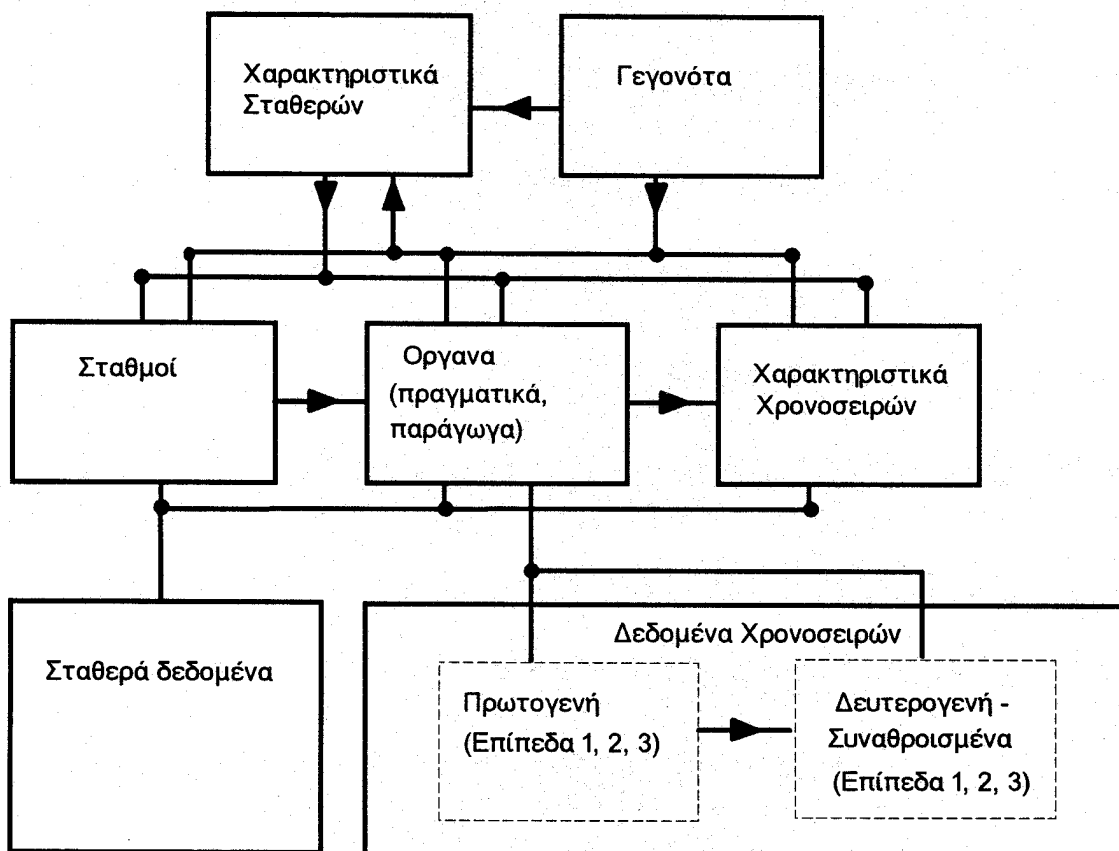
Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τον “πυρήνα” της ΒΔ, δηλαδή τα υδρολογικά δεδομένα που αποθηκεύονται σε αυτήν (και προσπελαύνονται μέσω των διαχειριστικών πληροφοριών). Χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο τους:

**4.1.3.1 Σταθερά δεδομένα.** Τα σταθερά (ή στατικά) δεδομένα είναι πληροφορίες σχετικές με σταθμούς ή όργανα οι οποίες χαρακτηρίζουν το αντίστοιχο αντικείμενο και είτε σχηματίζονται μια φορά και δεν αλλάζουν ποτέ, είτε αλλάζουν σπάνια και ισχύουν για ένα σχετικά μεγάλο διάστημα της

ζωής του αντικειμένου. Τα σταθερά δεδομένα είναι συνοδευτικά των αντικειμένων στα οποία αναφέρονται αλλά δεν είναι διαχειριστικές πληροφορίες διότι, πολλές φορές, αυτά είναι τα ζητούμενα.



**Σχήμα 4.1.2:** Διαχειριστικές πληροφορίες



**Σχήμα 4.1.3:** Κατηγορίες πληροφοριών και σχέσεις μεταξύ τους

Σταθερά δεδομένα είναι η διατομή ενός ποταμού και τα υδραυλικά του χαρακτηριστικά (συντελεστής Manning, κλίση) για ένα όργανο υδρομέτρησης, η καμπύλη στάθμης - επιφάνειας - όγκου και η καμπύλη στάθμης - παροχής υπερχειλιστή ενός ταμιευτήρα και τέλος, για ένα παράγωγο όργανο, ο κατάλογος των άλλων οργάνων από τα οποία υπολογίζονται οι τιμές του παράγωγου. Τα σταθερά δεδομένα έχουν επίσης το χαρακτηριστικό πως δεν υπόκεινται σε οποιαδήποτε περαιτέρω επεξεργασία, όπως συμβαίνει με τα δεδομένα χρονοσειρών: απλώς σχηματίζονται και αυτούσια αποθηκεύονται στη ΒΔ.

**4.1.3.2 Χρονοσειρές.** Είναι τα δεδομένα που, άμεσα ή έμμεσα, παράγονται από τα πραγματικά ή παράγωγα μετρητικά όργανα, είτε αυτά μετρούν περιοδικά είτε ακανόνιστα. Κάθε εγγραφή χρονοσειράς αναφέρεται σε κάποιο πραγματικό ή παράγωγο όργανο. Χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες:

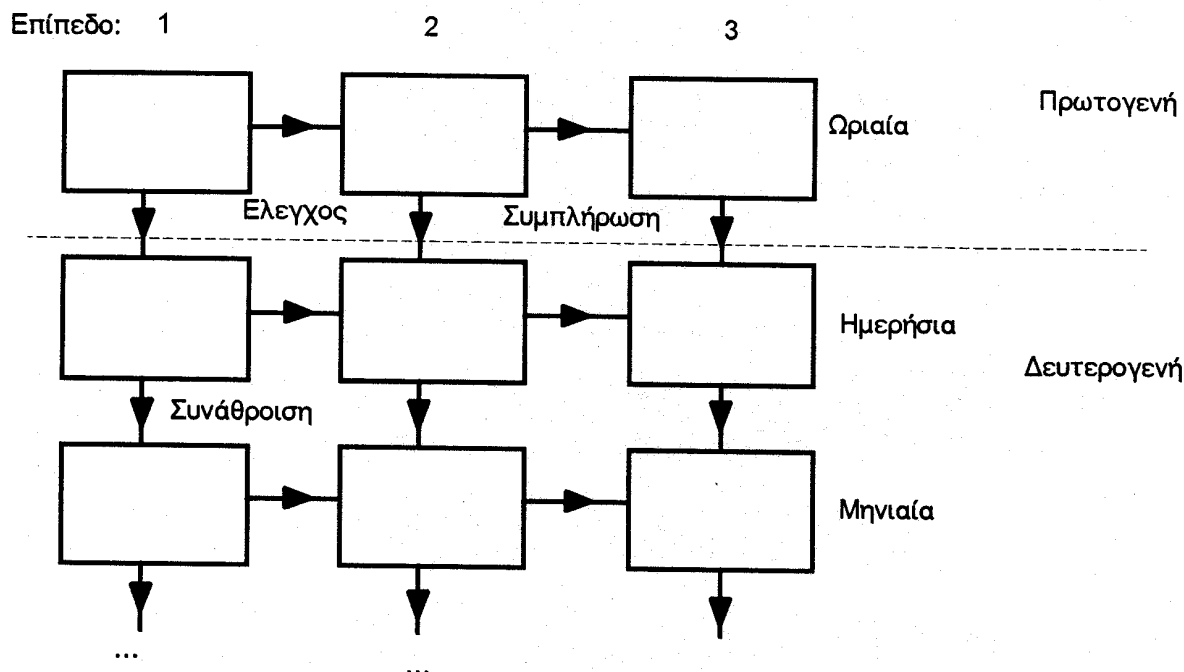
**4.1.3.2.1 Πρωτογενή δεδομένα.** Είναι τα δεδομένα που άμεσα παράγονται από τα όργανα, είτε με μέτρηση (πραγματικά όργανα) είτε με υπολογισμό (παράγωγα όργανα). Αποθηκεύονται στη ΒΔ στην ίδια χρονική διακριτότητα (περίοδο μετρήσεων ή χρονικό βήμα) με αυτή του οργάνου και στις ημερομηνίες που σημειώθηκαν ή στις οποίες αναφέρονται οι μετρήσεις. Έτσι μπορεί να θεωρηθεί πως τα πρωτογενή δεδομένα έχουν πάντα την ίδια χρονική διακριτότητα με αυτή του οργάνου. Τα παράγωγα όργανα δίνουν και αυτά πρωτογενή δεδομένα, τα οποία μπορούν να συναθροιστούν σε δευτερογενή (βλ. αμέσως παρακάτω). Καταχρηστικά θα μπορούσε να οριστεί και η υποκατηγορία των παράγωγων δεδομένων ως ισοδύναμη με αυτή των πρωτογενών, διάκριση που μάλλον σύγχυση θα επέφερε. Πρέπει πάντως να γίνει σαφές πως οι τιμές των παράγωγων οργάνων μπορούν να παράγονται τόσο από πρωτογενή όσο και από δευτερογενή δεδομένα άλλων οργάνων. Πχ. ένα σταθμήμετρο δημιουργεί μια ημερήσια χρονοσειρά που συναθροίζεται σε μια μηνιαία δευτερογενή χρονοσειρά, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό μιας μηνιαίας χρονοσειράς παροχής (παράγωγο όργανο).

**4.1.3.2.1.1 Επίπεδα καταχώρησης πρωτογενών δεδομένων.** Τα πρωτογενή δεδομένα ταξινομούνται σε 3 επίπεδα, τα 1, 2 και 3. Στο επίπεδο 1 αποθηκεύονται τα δεδομένα όπως προκύπτουν από τις μετρήσεις ή τους υπολογισμούς. Στο επίπεδο 2 υπάρχουν τα πρωτογενή δεδομένα (ίδιας χρονικής διακριτότητας με τις αρχικές μετρήσεις) επιπέδου 1 στα οποία έχουν (σε κάθε μεμονωμένη τιμή) εφαρμοστεί διάφοροι έλεγχοι (χωρικής, εσωτερικής και χρονικής

συνέπειας, ακραίων τιμών κοκ), έχουν συμπληρωθεί μεμονωμένες ελλείπουσες τιμές και έχουν χαρακτηριστεί οι τιμές ως προς την αξιοπιστία τους. Στο επίπεδο 3 έχουν εφαρμοστεί στα δεδομένα του επιπέδου 2 εκτεταμένες διαδικασίες συμπλήρωσης και ομογενοποίησης. Με κατάλληλη αποθήκευση μέσω της λέξης κατάστασης (βλ. παρακάτω) δεν απαιτείται επανάληψη όλου του όγκου των πρωτογενών δεδομένων για αποθήκευση και των 3 επιπέδων αλλά μόνο των τιμών στις οποίες το ένα επίπεδο διαφέρει από το προηγούμενο του.

**4.1.3.2.2 Δευτερογενή ή συναθροισμένα δεδομένα.** Είναι τα δεδομένα που παράγονται από τα πρωτογενή ή από άλλα δευτερογενή όταν αυτά συναθροιστούν (aggregate) σε δεδομένα μικρότερης χρονικής διακριτότητας, αλλάζουν δηλαδή χρονική διακριτότητα. Πχ. όταν ημερήσια δεδομένα συναθροιστούν σε μηνιαία. Η συνάθροιση αυτή μπορεί να γίνει με 3 τρόπους, ανάλογα με την αντίστοιχη μεταβλητή και τα χαρακτηριστικά του οργάνου: είτε με άθροιση των τιμών μεγαλύτερης διακριτότητας για διάστημα αντίστοιχο με αυτό της μικρότερης διακριτότητας, όπως γίνεται πχ. για τη βροχή, είτε με εξαγωγή κάποιας μέσης τιμής για το αντίστοιχο διάστημα, όπως πχ. για τη θερμοκρασία (βλ. παρακάτω για τον τρόπο υπολογισμού της μέσης τιμής), είτε με απλή απομόνωση κάποιας συγκεκριμένης τιμής (συνήθως αρχικής ή τελικής), δηλαδή με “στιγμιαίο” τρόπο, όπως πχ. για την παροχή. Ο τρόπος μπορεί να επιλεγεί κατά τη δημιουργία της δευτερογενούς χρονοσειράς.

Πρέπει να σημειωθεί πως, ενώ τα πρωτογενή δεδομένα “μετρούνται” και αποθηκεύονται στη ΒΔ σε όποια χρονική διακριτότητα “μετρήθηκαν”, τα δευτερογενή δημιουργούνται (και μπορούν να αποθηκεύονται στη ΒΔ) σε σταθερές - εκ των προτέρων γνωστές - πρότυπες (standard) διακριτότητες: 1 - 5 - 10 - 30 λεπτά, 1 - 3 - 6 - 8 - 12 ώρες, 1 - 15 ημέρες, 1 - 6 μήνες, έτος.



**Σχήμα 4.1.4:** Σχέση επιπέδων και πρωτογενών - δευτερογενών χρονοσειρών

#### 4.1.3.2.2.1 Επίπεδα καταχώρησης δευτερογενών δεδομένων.

Τα δευτερογενή δεδομένα χωρίζονται επίσης σε 3 επίπεδα, ανάλογα με τα δεδομένα από τα οποία προέρχονται. Δευτερογενή δεδομένα ενός επιπέδου μπορούν να προέρχονται είτε από άλλα δεδομένα (πρωτογενή ή άλλα δευτερογενή) μεγαλύτερης χρονικής διακριτότητας είτε (σπανιότερα) από δευτερογενή ίδιας διακριτότητας αλλά του προηγούμενου επιπέδου, στα οποία έχουν εφαρμοστεί οι απαραίτητες διαδικασίες ελέγχου - μεμονωμένης συμπλήρωσης - χαρακτηρισμού (προκειμένου για επίπεδο 2 από 1) ή εκτενούς συμπλήρωσης - ομογενοποίησης (προκειμένου για επίπεδο 3 από 2). Έτσι για παράδειγμα, μηνιαία δευτερογενή επιπέδου 2 μπορούν να προέρχονται από (πρωτογενή ή άλλα δευτερογενή) ημερήσια δεδομένα επιπέδου 2 ή από μηνιαία δευτερογενή επιπέδου 1.

### 4.3 Μορφές Αποθήκευσης Χρονοσειρών

Το κυριότερο χαρακτηριστικό των διαδικασιών συλλογής και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων γενικότερα στον Ελλαδικό χώρο είναι πως δεν υπάρχει κανενός είδους προτυποποίηση (standardisation) αυτών των διαδικασιών. Το δείγμα των μετρούμενων μεταβλητών, η συχνότητα μέτρησης, οι τρόποι υπολογισμού διαφέρουν από υπηρεσία σε υπηρεσία, μεταξύ διαφορετικών ομάδων εργασίας της ίδιας υπηρεσίας ή ακόμα και ανάλογα με το είδος ή την ταυτότητα του μετρητικού

σταθμού. Κατά συνέπεια, οποιαδήποτε προσπάθεια απεικόνισης σε μια ΒΔ αυτής της κατάστασης με τρόπους που προϋποθέτουν οποιουδήποτε είδους προτυποποίηση είναι εκ των πραγμάτων δυσχερής. Ως παράδειγμα αναφέρεται μια υπόθεση πως κάποιος συγκεκριμένος σταθμός μετρά ένα μέγεθος με μια ορισμένη συχνότητα. Στην περίπτωση αυτή θα αρκούσε να αποθηκευτεί μια ημερομηνία έναρξης των μετρήσεων και στη συνέχεια μια σειρά αριθμών που θα ήταν οι πραγματικές μετρήσεις. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό αν ο σταθμός διακόπτει σε τυχαία χρονικά διαστήματα τη λειτουργία του ή αλλάζει η συχνότητα των παρατηρήσεων. Σε αυτές τις (ρεαλιστικές) περιπτώσεις είναι δυνατό να υπάρξει πρόβλημα στην αποθήκευση των δεδομένων.

Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα ορίζεται πως οποιαδήποτε εγγραφή χρονοσειράς ταυτοποιείται καταρχήν από το όργανο και την ημερομηνία στα οποία αναφέρεται. Τα πρωτογενή δεδομένα έχουν εξ' ορισμού (by default) ένα όργανο και μια ημερομηνία αναφοράς: είναι το (πραγματικό ή παράγωγο) όργανο που "μέτρησε" τη συγκεκριμένη τιμή και η ημερομηνία κατά την οποία έγινε η μέτρηση. Τα δευτερογενή δεδομένα προέρχονται από αντίστοιχα πρωτογενή και κατά συνέπεια αναφέρονται στο όργανο των πρωτογενών. Όσο για την ημερομηνία, αυτή δεν είναι πραγματική ημερομηνία μέτρησης, είναι ωστόσο μια συμβατική ημερομηνία που αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα για το οποίο έγινε η συνάθροιση. Το ποιά είναι αυτή η ημερομηνία εξαρτάται από τη χρονική κλίμακα και το είδος της μεταβλητής. Μπορεί επίσης να θεωρηθεί πως κάθε εγγραφή συνοδεύεται από κάποια στοιχεία σχετικά με την "ιστορία" της, όπως το ποιό έλεγχοι έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στην εγγραφή και ποιά ήταν το αποτέλεσμα του καθενός, καθώς και γενικότερα χαρακτηριστικά της, όπως το επίπεδο στο οποίο ανήκει. Τα στοιχεία αυτά επίσης πρέπει να περιληφθούν σε όσα ταυτοποιούν την εγγραφή. Πράγματι, για ένα συγκεκριμένο συνδυασμό οργάνου και ημερομηνίας μπορεί να υπάρχουν δύο ή και περισσότερες εγγραφές: μία αυτή της πρωτογενούς μέτρησης και μία αυτή της διορθωμένης τιμής, σε περίπτωση που διαπιστωθεί πως η μέτρηση είχε κάποιο λάθος. Συνεπώς η μορφή αποθήκευσης των χρονοσειρών γίνεται:

<όργανο><ημερομηνία><χαρακτηριστικά><τιμή>

## 5. Βασικές αρχές υλοποίησης

### 5.1 Ταυτοποίηση αντικειμένων

Η ταυτοποίηση των διάφορων αντικειμένων της ΒΔ γίνεται με βάση έναν κωδικό αντικειμένου. Αυτός είναι ένας μοναδικός ακέραιος αριθμός για τα βασικά αντικείμενα της ΒΔ, τους σταθμούς και τα όργανα. Τα δεδομένα αναφέρονται πάντα σε κάποιο όργανο το οποίο, με τη σειρά του, ανήκει σε ένα και μοναδικό σταθμό. Αρα, ο Κωδικός Σταθμού είναι η αρχική ταυτοποίηση των αντικειμένων.

#### 5.1.1 Ταυτοποίηση σταθμών - οργάνων

Κάθε σταθμός, ανάλογα με τον Φορέα στον οποίο ανήκει έχει ένα αύξοντα αριθμό. Κάθε νέος σταθμός παίρνει τον επόμενο διαθέσιμο αύξοντα αριθμό. Ο α/α δεν έχει καμία περαιτέρω σημασία, είναι απλά συνάρτηση της σειράς εισαγωγής του σταθμού στη ΒΔ. Η εισαγωγή νέου σταθμού και η ανάθεση νέου αύξοντος αριθμού γίνεται από τη Διαδικασία Βάσεως Δεδομένων (database procedure) `_station()` και μόνο από αυτήν, καθώς δεν επιτρέπεται απευθείας, χωρίς χρήση των αντίστοιχων ΔΒΔ, εισαγωγή στους πίνακες σταθμών, οργάνων, χρονοσειρών, σταθερών και γεγονότων. Οι ΔΒΔ είναι αντίστοιχα οι `_station()`, `_instrument()`, `_timeseries()`, `_constant()` και `_event()`.

Ο τελικός κωδικός του σταθμού είναι:

$$\text{Κωδικός σταθμού} = (\text{αύξων αριθμός σταθμού}) * 256$$

Δοθέντος του κωδικού σταθμού, είναι απλό να ανατίθενται και μοναδικοί κωδικοί οργάνων. Αφού κάθε όργανο ανήκει σε έναν σταθμό, τότε ο α/α του οργάνου στο σταθμό (ο α/α έχει να κάνει -όπως και με το σταθμό- με την εισαγωγή των στοιχείων του οργάνου στη ΒΔ) προστιθέμενος στον κωδικό του σταθμού δίνει τον κωδικό του οργάνου. Κατά συνέπεια, αν ένας κωδικός αντικειμένου διαιρείται με το 256 τότε είναι σταθμός, αλλιώς είναι όργανο. Τα όργανα ενός σταθμού με κωδικό Σ μπορεί να είναι μέχρι 127 τον αριθμό, με κωδικούς από Σ + 1 ως Σ + 127.

Τελικά οι κωδικοί επιτρέπουν ως 2147483647 σταθμούς και όργανα στη ΒΔ. Υλοποιούνται σαν ένας ξεχωριστός τύπος δεδομένων οριζόμενος από το χρήστη (user defined data type), `siid` (station & instrument identifier). Στην πραγματικότητα είναι `integer4` (ακέραιος 4 Bytes) και “συμπεριφέρονται” σαν `integer4`. Με αυτή την υλοποίηση κάθε σταθμός και όργανο στη ΒΔ έχει μια μοναδική ταυτότητα. Ταυτόχρονα γίνεται και οικονομία στο χώρο των δίσκων. Σημαντικό στοιχείο για τις εφαρμογές είναι η απαίτηση αυτός ο κωδικός να μην μπορεί, σε καμία περίπτωση, να τροποποιηθεί από το χρήστη, μια και ο χειρισμός του γίνεται αυτόματα από το σύστημα. Αλλά και επειδή ο κωδικός είναι ένας μεγάλος ακέραιος (1 ως 8 ψηφία) ο οποίος μπορεί να μπερδέψει κάποιο άπειρο

χρήστη, προτείνεται να μην εμφανίζεται από τις εφαρμογές στις οθόνες των χρηστών, εκτός και αν αυτοί επιλέξουν να τον βλέπουν.

### 5.1.2 Ταυτοποίηση χρονοσειρών

Τα δεδομένα χρονοσειρών αποθηκεύονται με βάση τον κωδικό του πραγματικού οργάνου στο οποίο αναφέρονται σύμφωνα με την εξής μορφή:

<όργανο><ημερομηνία><χαρακτηριστικά><τιμή>

Μόνο όμως ο κωδικός του οργάνου δεν αρκεί για να ταυτοποιήσει μοναδικά τη συγκεκριμένη εγγραφή. Χρειάζεται να περιληφθεί και η ημερομηνία στο σύνολο των πεδίων ταυτοποίησης, μια και κάθε εγγραφή αναφέρεται σε μια “μέτρηση” του οργάνου για κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία.

Υπάρχει η περίπτωση μια τιμή σε κάποιο επίπεδο για κάποιο λόγο να μην περιλαμβάνεται στο επόμενο επίπεδο, οπότε τελικά για το ίδιο ζεύγος κωδικού οργάνου - ημερομηνίας υπάρχουν περισσότερες από μία εγγραφές, με διαφορετικές τιμές. Για παράδειγμα, η τιμή είναι επιπέδου 1 αλλά λανθασμένη οπότε στο επίπεδο 2 περιλαμβάνεται η σωστή τιμή με ίδιο κωδικό και ημερομηνία, ή είναι σωστή στα επίπεδα 1 και 2 αλλά διαδικασίες ομογενοποίησης δημιουργούν μια νέα εγγραφή για αυτό το όργανο σε αυτή την ημερομηνία στο επίπεδο 3. Το επίπεδο και τα υπόλοιπα στοιχεία της εγγραφής περιλαμβάνονται -με κατάλληλο τρόπο- στο πεδίο των χαρακτηριστικών της εγγραφής, το οποίο συνεπώς πρέπει να είναι μέρος του συνόλου ταυτοποίησης της εγγραφής. Όλες οι εγγραφές όλων των επιπέδων ενός οργάνου περιλαμβάνονται στον ίδιο πίνακα (διαφορετικός για τα πρωτογενή και για τα δευτερογενή δεδομένα). Μια τιμή πχ. που ανήκει και στα 3 επίπεδα έχει μόνο μια εγγραφή με βάση τον κωδικό οργάνου, την ημερομηνία και τα χαρακτηριστικά, αν όμως για ένα όργανο και μια ημερομηνία υπάρχει μια τιμή στα επίπεδα 1 και 2 και μια άλλη στο 3, τότε για αυτό το ζεύγος υπάρχουν 2 εγγραφές που διαφέρουν μόνο στα χαρακτηριστικά. Τελικά δηλαδή προστίθεται νέα εγγραφή μόνο σε περίπτωση που η τιμή που πρέπει να προστεθεί είναι διαφορετική από αυτήν όλων των προηγούμενων επιπέδων, διαφορετικά αλλάζουν αντίστοιχα τα χαρακτηριστικά. Τα οφέλη από αυτή τη διαδικασία σε αποθηκευτικό χώρο και σε κυκλοφορία στο δίκτυο -σε σύγκριση με την “πλήρη” αποθήκευση όλων των επιπέδων- είναι προφανή.

### 5.1.3 Ταυτοποίηση χαρακτηριστικών χρονοσειρών - σταθερών

Τα χαρακτηριστικά χρονοσειρών ταυτοποιούνται από τον κωδικό οργάνου στον οποίο αναφέρονται και έναν αύξοντα αριθμό χρονοσειράς για αυτό το όργανο. Και αυτός ο αριθμός δεν χρειάζεται να εμφανίζεται στο χρήστη και βέβαια δεν πρέπει να δύναται να τροποποιηθεί από αυτόν.



Ακριβώς αντίστοιχη ταυτοποίηση υπάρχει και για τα χαρακτηριστικά σταθερών. Ταυτοποιούνται δηλαδή με βάση τα αντικείμενα στο οποίο αναφέρονται και έναν αύξοντα αριθμό σταθεράς για αυτό το αντικείμενο.

#### 5.1.4 Ταυτοποίηση σταθερών

Η ταυτοποίηση των σταθερών γίνεται με βάση το αντικείμενο στο οποίο αναφέρονται και τον αύξοντα αριθμό της σταθεράς που περιλαμβάνεται στα χαρακτηριστικά. Σε κάθε περίπτωση φαίνεται μια περισσότερο “στενή” σχέση των σταθερών με τα χαρακτηριστικά τους, μια και ο αύξων αριθμός των χαρακτηριστικών περιλαμβάνεται στην αποθήκευση των σταθερών. Αυτό γίνεται λόγω ακριβώς του στατικού χαρακτήρα των σταθερών. Αντίθετα, ενώ τα χαρακτηριστικά χρονοσειρών επίσης περιγράφουν την κάθε χρονοσειρά με ακρίβεια, εν τούτοις είναι δυνατό ο αύξων αριθμός χαρακτηριστικών να αλλάξει στη διάρκεια ζωής της χρονοσειράς.

#### 5.1.5 Ταυτοποίηση γεγονότων

Τα γεγονότα ταυτοποιούνται με βάση το αντικείμενο στο οποίο αναφέρονται, την ημερομηνία και τον τύπο του γεγονότος. Αυτό βέβαια σημαίνει πως δεν υπάρχουν την ίδια ημερομηνία περισσότερα του ενός γεγονότα ίδιου τύπου για το ίδιο αντικείμενο, μια τελικά ρεαλιστική υπόθεση.

## 5.2 Πίνακες αναφοράς και ονομασίες

Πολλές φορές μια πληροφορία στη ΒΔ πρέπει να περιλαμβάνεται μόνο σε ένα προκαθορισμένο σύνολο δυνατών τιμών (πεδίο ορισμού). Για παράδειγμα, ένα πεδίο για το “Νομό” στον οποίο ανήκει ένας σταθμός πρέπει να παίρνει τιμές μόνο μέσα από το σύνολο των Νομών της χώρας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος δημιουργείται ένας πίνακας που περιέχει όλους τους Νομούς της χώρας και κάθε εισαγωγή νέου σταθμού ή τροποποίηση υπάρχοντος “πυροδοτεί” έναν κανόνα (rule) που ελέγχει την ύπαρξη του εισαχθέντος Νομού στον πίνακα των Νομών. Ο τελευταίος είναι έτσι ένα πίνακας αναφοράς -ή, σύμφωνα με άλλη ορολογία, είναι μέρος του Λεξικού Όρων-. Το πεδίο του αρχικού πίνακα που πρέπει να παίρνει τιμές μέσα από έναν πίνακα αναφοράς λέγεται εξωτερικό κλειδί (foreign key).

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι εξωτερικών κλειδιών. Ο πρώτος είναι το αριθμητικό, δηλαδή ένας αριθμός - κώδικας μικρού μεγέθους (1 Byte). Χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις ανάγκης αποθήκευσης κωδικών σε χρονοσειρές. Λόγω του μεγάλου όγκου των δεδομένων χρονοσειρών επιλέγεται η αριθμητική αποθήκευση για οικονομία χώρου. Το αλφαριθμητικό (alphanumeric) εξωτερικό κλειδί, αυτό δηλαδή του οποίου η τιμή είναι μια συμβολοσειρά (string) 8 χαρακτήρων (Bytes), χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις διαχειριστικών πληροφοριών, οπότε δίνει μια πληρέστερη εικόνα της τιμής του (πχ. “ΑΤΤΙΚΗΣ” αντί για 15),

χωρίς, από την άλλη, ιδιαίτερη επιβάρυνση σε αποθηκευτικό χώρο. Το μέγεθος των 8 χαρακτήρων είναι ένας καλός συμβιβασμός ανάμεσα στην σπατάλη χώρου και την ανάγκη πλήρους και ακριβούς περιγραφής της έννοιας. Χαρακτηριστικό των αλφαριθμητικών εξωτερικών κλειδιών είναι πως, αν στον πίνακα διαχειριστικών πληροφοριών πχ. `stuv` υπάρχει ένα εξωτερικό κλειδί με όνομα στήλης (column) `abcd`, τότε υπάρχει ο πίνακας αναφοράς `abcds` (“πληθυντικός”) με κλειδί `abcd` από τις τιμές του οποίου πρέπει να παίρνει τιμή και το εξωτερικό κλειδί, δηλαδή να υπάρχει εγγραφή του `abcds`, `abcds.abcd`, τέτοια ώστε να ισχύει `stuv.abcd = abcds.abcd`.

Γενικά οι ονομασίες στη ΒΔ πρέπει να γίνονται με ελληνικούς άτονους χαρακτήρες. Η χρήση άτονων χαρακτήρων υπαγορεύεται από την ανάγκη σωστής ταξινόμησης και αποθήκευσης. Διαφορετικά, ένας τόνος που λείπει θα μπορούσε να κάνει την ίδια λέξη να αποθηκεύεται και να διαχειρίζεται από τη ΒΔ σε δύο διαφορετικές λέξεις, την άτονη και την τονισμένη. Πεζά και τονισμένα γράμματα μπορούν να χρησιμοποιούνται σε πεδία “κειμένου” όπου υπάρχουν παρατηρήσεις, σχόλια, αναφορές κοκ.

Ως προς τυχόν μίξη ελληνικών και λατινικών χαρακτήρων σε ονομασίες: στην περίπτωση που οι λατινικοί χαρακτήρες είναι ίδιοι με κάποιους ελληνικούς, έστω και όχι τους “αντίστοιχους” (πχ. τα ελληνικά “Τ” και “Ε” είναι τα ίδια αλλά και τα “αντίστοιχα” γράμματα με τα λατινικά “T” και “E” ενώ τα ελληνικά “Χ” και “Ρ” είναι τα ίδια γράμματα, αν και όχι “αντίστοιχα”, με τα λατινικά “X” και “P”) τότε χρησιμοποιούνται πάντα οι ελληνικοί χαρακτήρες. Μόνο όταν δεν υπάρχουν ίδιοι ελληνικοί χαρακτήρες χρησιμοποιούνται οι λατινικοί, πχ. “D”, “R”.

### 5.3 Ακέραιες τιμές

Ολες οι τιμές χρονοσειρών που αποθηκεύονται στη ΒΔ είναι ακέραιοι αριθμοί. Οι τιμές που μετρούνται είναι βέβαια πραγματικοί αριθμοί. Ωστόσο, για να αποθηκευτεί ένας πραγματικός αριθμός κινητής υποδιαστολής (floating point) απαιτούνται τουλάχιστον 4 Bytes χώρου. Με αυτό τον τρόπο η ζητούμενη ακρίβεια φτάνει τα 8 δεκαδικά ψηφία και η μέγιστη δυνατή τιμή το  $10^{38}$ . Σε καμία όμως περίπτωση δεν απαιτείται τόσο μεγάλη ακρίβεια (0, 1, 2 και σε εξαιρετικές περιπτώσεις 3 δεκαδικά ψηφία είναι η συνήθης απαιτούμενη ακρίβεια) και τόσο μεγάλες τιμές. Κατά συνέπεια, η αποθήκευση στη ΒΔ πραγματικών αριθμών είναι σπατάλη χώρου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ακέραιες τιμές μεγέθους 1, 2 ή 4 Bytes, ανάλογα με την ακρίβεια και τις ακραίες τιμές της μεταβλητής. Η πραγματική τιμή βρίσκεται διαιρώντας, στο επίπεδο της εφαρμογής, την αποθηκευμένη τιμή με  $10^{\text{ακρίβεια}}$ . Για παράδειγμα, μια ακέραια τιμή 2 Bytes μπορεί να πάρει τιμή μέχρι 32767. Αυτό σημαίνει πως με ακρίβεια 0 δεκαδικών μπορούν να αποθηκευτούν πραγματικές τιμές

μέχρι 32767 ( $= 32767 / 10^0$ ), με ακρίβεια 1 μέχρι 3276.7 ( $= 32767 / 10^1$ ), με ακρίβεια 2 μέχρι 327.67 ( $= 32767 / 10^2$ ) και με ακρίβεια 3 μέχρι 32.767 ( $= 32767 / 10^3$ ). Τα οφέλη από αυτή την τακτική είναι σημαντικά, μια και οι περισσότερες από τις τιμές που αποθηκεύονται στη ΒΔ “χωρούν”, από άποψη μέγιστης τιμής και ακρίβειας, σε 1 ή 2 Bytes. Ελάχιστες χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν και τα 4 Bytes ακέραιας τιμής, τα οποία θα χρησιμοποιούσαν έτσι και αλλιώς όλες σε περίπτωση αποθήκευσης πραγματικών αριθμών. Έτσι γίνεται σοβαρή οικονομία σε αποθηκευτικό χώρο στο δίσκο. Το μειονέκτημα είναι η επιπλέον απαιτούμενη διαίρεση προκειμένου για ανάκτηση δεδομένων ή πολλαπλασιασμός για εισαγωγή δεδομένων που πρέπει να γίνει από την εφαρμογή. Με το διαθέσιμο ισχυρό υλικό (hardware) πράξεων κινητής υποδιαστολής αυτό το μειονέκτημα είναι καθαρά θεωρητικό.

#### 5.4 Κανονική μορφή αποθήκευσης

Στην κανονική μορφή αποθήκευσης (standard storage format), `std`, κάθε τιμή που μετρείται από το όργανο αποθηκεύεται σαν ένα ακέραιο πεδίο.

Η κανονική μορφή αποθήκευσης αναλύεται περαιτέρω σε περιπτώσεις, ανάλογα με το εύρος του πεδίου σε Bytes αποθήκευσης ακέραιων τιμών (1, 2 ή 4). Οι περιπτώσεις αυτές χαρακτηρίζονται με ένα όνομα, της μορφής `stdx`, όπου `x` χαρακτηριστικό της μορφής. Έτσι υπάρχουν οι μορφές αποθήκευσης `std2` (2 Bytes), `std1` (1 Byte) και `std4` (4 Bytes). Τα πεδία ονομάζονται με τον ίδιο τρόπο, `value0`, ανεξάρτητα από το εύρος τους. Κατά συνέπεια, οι εφαρμογές δεν χρειάζεται να διαφοροποιούν την αντιμετώπιση των πεδίων ανάλογα με το εύρος τους, μια και έχουν όλα κοινή ονοματολογία και υπόκεινται όλα στην ίδια διαδικασία διαίρεσης για την παρουσίαση των πραγματικών τιμών.

#### 5.5 Αποθήκευση πρωτογενών δεδομένων

Κάθε πρωτογενής (είτε από πραγματικό είτε από παράγωγο όργανο) τιμή χρονοσειράς που αποθηκεύεται στη ΒΔ με κάποια κανονική μορφή αποθήκευσης (με ένα ή περισσότερα πεδία) αναφέρεται στο όργανο που μέτρησε την τιμή, μια ημερομηνία μέτρησης και ένα σύνολο χαρακτηριστικών. Το όνομα του πίνακα που αποθηκεύει τη χρονοσειρά αρχίζει από `raw` και το δεύτερο συνθετικό του ονόματος είναι το όνομα της κανονικής μορφής αποθήκευσης, `stdx`. Τα δύο συνθετικά ενώνονται με το χαρακτήρα “\_”, έτσι ώστε το τελικό όνομα των πινάκων αποθήκευσης πρωτογενών να είναι `raw_stdx`, όπου `stdx` είναι το όνομα της μορφής αποθήκευσης, πχ. `std2`, `std1`, `std4` κοκ. Τα πεδία των πινάκων `raw` είναι, εκτός του `value0` είναι τα ακόλουθα:

##### 5.5.1 Κωδικός οργάνου

Ο κωδικός οργάνου είναι ένα πεδίο τύπου `siid` με όνομα `instrument`.

### 5.5.2 Ημερομηνία

Η ημερομηνία είναι ένα πεδίο τύπου `hdate` με όνομα `date`. Ο τύπος `hdate` είναι τύπος δεδομένων οριζόμενος από το χρήστη και στην πραγματικότητα είναι ένας ακέραιος 4 Bytes που αποθηκεύει τον αριθμό των πρώτων λεπτών που έχουν περάσει από μια αρχική συμβατική ημερομηνία, την 1/1/1 00:00. Αυτό δε φαίνεται στο χρήστη, ο οποίος βλέπει την κανονική γνώριμη μορφή αναπαράστασης ημερομηνιών. Ο τύπος αυτός δεδομένων έχει, όπως είναι φυσικό, χρονική διακριτότητα ενός πρώτου λεπτού, και αυτή είναι και η μέγιστη δυνατή χρονική διακριτότητα. Η διακριτότητα αυτή κρίνεται επαρκής για τον τύπο των αποθηκευόμενων δεδομένων. Το μεγάλο πλεονέκτημα του τύπου δεδομένων `hdate` είναι πως, με μια μικρή και χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργικότητα του συστήματος παραχώρηση σε διακριτότητα σε σχέση με τον ενδοκτισμένο (built-in) τύπο `date` (πρώτα λεπτά αντί δευτερόλεπτα), επιτυγχάνει πολύ σοβαρή οικονομία χώρου και κυκλοφορίας πάνω από το δίκτυο, μια και ο ενδοκτισμένος τύπος καταλαμβάνει 12 Bytes χώρου αντί για τα 4 του οριζόμενου από το χρήστη. Στην περίπτωση των πρωτογενών χρονοσειρών στο πεδίο της ημερομηνίας αποθηκεύεται η ακριβής ημερομηνία, ώρα και πρώτο λεπτό που έγινε η μέτρηση. Σε περίπτωση που αυτή η ακριβής τιμή δεν είναι γνωστή ή δεν έχει νόημα (πχ. στην περίπτωση παράγωγων οργάνων), τότε αποθηκεύεται η ημερομηνία στην οποία αναφέρεται η μέτρηση και για την ώρα και τα πρώτα λεπτά ακολουθείται μια σύμβαση, ανάλογα με το είδος του οργάνου και της χρονοσειράς. Σημασία στην περίπτωση αυτή δεν έχει τόσο η απόλυτη τιμή που χρησιμοποιείται για την ώρα και τα λεπτά όσο να είναι αυτή η τιμή ίδια καθόλη τη διάρκεια της χρονοσειράς ή ακόμα καλύτερα για όλα τα όργανα του ίδιου τύπου. Για παράδειγμα, τα βροχόμετρα μπορούν να αποθηκεύονται στις 08:00, τα θερμόμετρα στις 14:00 κοκ.

### 5.5.3 Χαρακτηριστικά

Η λέξη κατάστασης (status word) είναι αυτή που καθορίζει το είδος, τα χαρακτηριστικά και την ποιότητα της αποθηκευμένης πρωτογενούς τιμής. Πρόκειται για έναν ακέραιο 4 Bytes με όνομα πεδίου `status` που με κατάλληλη διάταξη των bits του, όπως περιγράφεται στη συνέχεια, χαρακτηρίζει την εγγραφή.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα πρωτογενή δεδομένα αποθηκεύονται βασικά σε πίνακες με όνομα του τύπου `raw_stdX`, όπου `stdX` η ονομασία της κανονικής μορφής αποθήκευσης. Τα πεδία των πινάκων αυτών είναι τα ακόλουθα:

```
instrument date status value0
```

## 5.6 Λέξη κατάστασης

Η λέξη κατάστασης είναι ακέραιος 4 Bytes (32 bits). Ο ακέραιος αυτός είναι λογικά χωρισμένος σε πεδία, όπου το κάθε πεδίο αποτελείται από ένα ή περισσότερα bits.

Κάθε ένα από αυτά τα πεδία χαρακτηρίζεται - ονομάζεται από ένα κεφαλαίο λατινικό γράμμα (A - Z) με βάση το οποίο γίνεται η αναφορά στο πεδίο. Ανάλογα με το εύρος του πεδίου μπορούν σε αυτό να αποθηκευτούν μικρές ακέραιες τιμές από 0 ως  $2^{\text{εύρος πεδίου}} - 1$ . Για παράδειγμα, για εύρος πεδίου 3 bits οι δυνατές τιμές είναι από 0 ως 7 ( $= 2^3 - 1$ ). Κάθε τέτοιο πεδίο bits (bit-field) αντιστοιχίζεται σε κάποιο από τα δυνατά χαρακτηριστικά της εγγραφής. Η τιμή του πεδίου είναι και η τιμή αυτού του χαρακτηριστικού για τη συγκεκριμένη εγγραφή. Για παράδειγμα, έστω πως ένα δυνατό χαρακτηριστικό μιας εγγραφής είναι το αν έχει υποστεί έλεγχο ακραίων τιμών και αν ναι, ποιοί ήταν το αποτέλεσμα του. Αν το πεδίο R που αντιστοιχίζεται στον έλεγχο ακραίων τιμών για τη λέξη κατάστασης αυτής της εγγραφής έχει τιμή 0 αυτό σημαίνει πως δεν έχει γίνει έλεγχος ακραίων τιμών, αν έχει τιμή 1 πως έχει γίνει και έχει πετύχει, αν έχει τιμή 2 πως έχει γίνει και έχει αποτύχει κοκ. Άλλο δυνατό χαρακτηριστικό της λέξης κατάστασης είναι το επίπεδο της εγγραφής. Έτσι υπάρχουν 3 πεδία με ονόματα K, L, M που αντιστοιχούν στα επίπεδα 1, 2 και 3 αντίστοιχα. Έτσι, αν για μια εγγραφή κάποιο από αυτά τα πεδία στη λέξη κατάστασης έχει τιμή 1 τότε αυτό σημαίνει πως η εγγραφή ανήκει στο αντίστοιχο επίπεδο, αν έχει τιμή 0 δεν ανήκει. Με αυτό το "συμπαγή" τρόπο είναι δυνατό να καθοριστούν όλα τα χαρακτηριστικά μιας εγγραφής, οι έλεγχοι που έχει υποστεί, οι συνθήκες υπόβαθρου (background conditions) κατά τη στιγμή της μέτρησης (αυτές όπως είναι φυσικό εισάγονται μαζί με τα πρωτογενή δεδομένα επιπέδου 1), το επίπεδο στο οποίο ανήκει κοκ.

Ο χειρισμός της λέξης κατάστασης γίνεται μέσα από δύο κατάλληλες συναρτήσεις SQL ορισμένες από το χρήστη, τις `getstatus()` και `setstatus()`. Η `getstatus(status, fields)` επιστρέφει την τιμή του πεδίου ή των πεδίων bits `fields` της λέξης κατάστασης `status`, πχ. η ερώτηση SQL `select ... from ... where getstatus(status, 'L') = 1 and ...` επιστρέφει τις εγγραφές που, εκτός των άλλων συνθηκών, ανήκουν στο επίπεδο 1, αυτές δηλαδή που έχουν το πεδίο bits `L = 1`. Η `setstatus(status, fields_values)` αλλάζει στη λέξη κατάστασης `status` την τιμή του πεδίου ή των πεδίων bits σύμφωνα με τις τιμές που περιέχονται στο όρισμα `fields_values` και επιστρέφει τη νέα λέξη κατάστασης. Πχ. `setstatus(status, 'L1')` αλλάζει τη λέξη κατάστασης `status` ώστε να γίνει το πεδίο bits `L` ίσο με 1. Η ερώτηση SQL `update ... set status = setstatus(status, 'M1') where getstatus(status, 'R') = 2` θέτει την τιμή του `status` έτσι ώστε το πεδίο bits `M` να πάρει την τιμή 1 στις περιπτώσεις για τις οποίες το πεδίο bits `R` έχει τιμή 2. Η ακριβής χρήση των συναρτήσεων αυτών αλλά και οι περιορισμοί που απορρέουν από τη χρήση τους πάνω από την ΚΒΔ αναλύονται εκτενώς στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται τα πεδία της λέξης κατάστασης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6.1: Η μορφή της λέξης κατάστασης και η σημασία των πεδίων της

Θέση (bit)	Πεδίο bits	Ερμηνεία	Εύρος (bits)	Σημασία τιμών πεδίων
0	L	Επίπεδο 1	1	1 = εγγραφή ανήκει στο επίπεδο 1
1	M	Επίπεδο 2	1	1 = εγγραφή ανήκει στο επίπεδο 2
2	N	Επίπεδο 3	1	1 = εγγραφή ανήκει στο επίπεδο 3
3	E	Εκτίμηση	1	1 = τιμή εγγραφής κατ' εκτίμηση
4	A	Αλφαριθμητικό σχόλιο	1	1 = υπάρχει στον πίνακα events_rpl αλφαριθμητικό σχόλιο για αυτή την εγγραφή (με κλειδιά όργανο - ημερομηνία και το όνομα του πίνακα)
5	J	Υποπτη τιμή	1	1 = η τιμή της εγγραφής είναι υποπτη
6	Q	Δείκτης ποιότητας	2	0 = δεν υπάρχει ή εγγραφή ορθή 1 = εγγραφή σχεδόν ορθή 2 = εγγραφή σχεδόν λάθος 3 = εγγραφή λάθος
8	G	Συμπλήρωση	1	1 = η εγγραφή είναι αποτέλεσμα συμπλήρωσης
9	H	Ομογενοποίηση	2	0 = δεν έγινε ομογενοποίηση 1 = έγινε ομογενοποίηση και πέτυχε 2 = έγινε ομογενοποίηση και απέτυχε αλλά δεν έγινε ανόρθωση 3 = έγινε ομογενοποίηση και απέτυχε και έγινε ανόρθωση
11	U	Πεδίο χρήστη	3	Ελεύθερο πεδίο για χρήση και ερμηνεία από διάφορες εφαρμογές και για διάφορα είδη πληροφορίας (τιμές 0 - 7)
14	V	Στάθμη - παροχή	2	Ειδικά για καμπύλες στάθμης - παροχής 0 = σημείο δεν έχει ελεγχθεί 1 = σημείο ανήκει σε καμπύλη 2 = σημείο δεν ανήκει σε καμπύλη

16	-	Ελεύθερο πεδίο	1	Ελεύθερο πεδίο για χρήση και ερμηνεία από διάφορες εφαρμογές. Διαθέσιμα χαρακτηριστικά γράμματα: B, K, P, O, Y, W.
17	R	Έλεγχος ακραίων τιμών	3	0 = δεν έγινε 1 = έγινε και πέτυχε 2 = έγινε, απέτυχε και τέθηκε η μεγαλύτερη δυνατή τιμή (G) 3 = έγινε, απέτυχε και τέθηκε η μικρότερη δυνατή τιμή (L) 4 = έγινε, απέτυχε αλλά η τιμή της εγγραφής διατηρήθηκε (V)
20	X	Έλεγχος χωρικής συνέπειας	2	0 = δεν έγινε 1 = έγινε και πέτυχε 2 = έγινε και απέτυχε
22	C	Έλεγχος εσωτερικής συνέπειας	2	0 = δεν έγινε 1 = έγινε και πέτυχε 2 = έγινε και απέτυχε
24	T	Έλεγχος χρονικής συνέπειας	3	0 = δεν έγινε 1 = έγινε και πέτυχε 2 = έγινε, απέτυχε και τέθηκε η μεγαλύτερη δυνατή τιμή (G) 3 = έγινε, απέτυχε και τέθηκε η μικρότερη δυνατή τιμή (L) 4 = έγινε, απέτυχε αλλά η τιμή της εγγραφής διατηρήθηκε (V)
27	S	Χιόνι	1	1 = Κατά τη στιγμή της μέτρησης υπήρχε χιόνι
28	I	Πάγος	1	1 = Κατά τη στιγμή της μέτρησης υπήρχε πάγος
29	F	Παγετός	1	1 = Κατά τη στιγμή της μέτρησης υπήρχε παγετός
30	D	Κατάδυση	1	1 = Κατά τη στιγμή της μέτρησης ο σταθμός ήταν καταδυμένος (πλημμύρα)
31	Z	Μηδέν	1	Δεσμευμένο πεδίο προσήμου με τιμή πάντα 0 ώστε η λέξη κατάστασης να είναι πάντα θετική

Η υλοποίηση των επιπέδων μέσω της λέξης κατάστασης έχει σοβαρές θετικές συνέπειες στον αποθηκευτικό χώρο, μια και επιτρέπει η ίδια φυσική εγγραφή να αναφέρεται σε περισσότερα από ένα επίπεδα. Επίσης η λέξη κατάστασης είναι αυτή που επιτρέπει την αποτελεσματική, οικονομική και γρήγορη διαχείριση των χαρακτηριστικών μιας εγγραφής και τελικά δίνει κάποιου είδους "ταυτότητα" σε αυτήν. Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητο οι εφαρμογές να λαμβάνουν υπόψη τους, να επεξεργάζονται και να διαχειρίζονται τις λέξεις κατάστασης των εγγραφών. Βέβαια η λέξη κατάστασης περιπλέκει την εισαγωγή, τροποποίηση και διαγραφή τιμών: η εισαγωγή μιας τιμής σε ένα επίπεδο δεν σημαίνει απλά εισαγωγή μιας νέας εγγραφής αλλά έλεγχο για το αν ήδη η εγγραφή υπάρχει σε κάποιο προηγούμενο επίπεδο για το ίδιο ζεύγος οργάνου - ημερομηνίας και θέση του αντίστοιχου πεδίου bits, σε περίπτωση που ο έλεγχος αποβεί θετικός. Διαφορετικά η εισαγωγή μιας νέας εγγραφής αλλά με παράλληλη αντιγραφή των υπόλοιπων (εκτός του επιπέδου) χαρακτηριστικών που περιέχονται στη λέξη κατάστασης. Παρόμοιες δυσκολίες παρουσιάζονται σε επίπεδο εφαρμογής και στις άλλες ενέργειες.

## 5.7 Αποθήκευση μορφής λίστας

Υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες οι χρονοσειρές για μια σημαντική χρονική περίοδο έχουν σταθερή περίοδο μέτρησης έτσι ώστε η συνεχής αποθήκευση των ημερομηνιών της κανονικής μορφής αποθήκευσης να είναι αντικοινωνική. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα αρκούσε η αποθήκευση μιας μόνο ημερομηνίας έναρξης και του βήματος (χρονικής διακριτότητας) της χρονοσειράς. Αυτή την ανάγκη καλύπτει η αποθήκευση μορφής λίστας, `lstx`. Για το `xxx` ισχύουν όσα και για την κανονική μορφή, `stdx`. Η μορφή `lstx` είναι μια εναλλακτική μορφή αποθήκευσης της κανονικής μορφής `stdx` ιδιαίτερα κατάλληλη για χρονοσειρές πρωτογενών με σταθερό χρονικό βήμα. Έχει τη γενική διάταξη:

```
<όργανο><ημερομηνία><χαρακτηριστικά><αριθμός><διάστημα>
<τιμή1>...<τιμή32>
```

Στο πεδίο `<όργανο>` αποθηκεύεται ο κωδικός του οργάνου που έκανε το σύνολο των μετρήσεων. Η ημερομηνία - ώρα - πρώτο λεπτό που έγινε η πρώτη μέτρηση, αυτή δηλαδή που αποθηκεύεται στο πεδίο `<τιμή1>`, είναι αυτή που αποθηκεύεται στο πεδίο `<ημερομηνία>`. Κάθε εγγραφή της μορφής λίστας μπορεί να αποθηκεύσει μέχρι 32 τιμές. Ο πραγματικός αριθμός των αποθηκευμένων τιμών υπάρχει στο πεδίο `<αριθμός>` ενώ στο πεδίο `<διάστημα>` υπάρχει ο αριθμός των πρώτων λεπτών που μεσολαβούν από μια μέτρηση μέχρι την αμέσως επόμενη της. Κατά συνέπεια η  $i$ -οστή μέτρηση, όπου  $1 \leq i \leq \langle \text{αριθμός} \rangle$  αναφέρεται



στην ημερομηνία  $\langle \text{ημερομηνία} \rangle + (i - 1) * \langle \text{διάστημα} \rangle$ . Τέλος, στο πεδίο  $\langle \text{χαρακτηριστικά} \rangle$ , το οποίο είναι μια λέξη κατάστασης, αποθηκεύονται τα χαρακτηριστικά των εγγραφών. Τα χαρακτηριστικά αυτά πρέπει να είναι κοινά για όλες τις αποθηκευμένες εγγραφές, δηλαδή να ανήκουν όλες στο ίδιο επίπεδο, να έχουν όλες υποστεί τους ίδιους ελέγχους με ίδια αποτελέσματα κοκ. Είναι προφανές πως κάτι τέτοιο περιορίζει τη χρήση της μορφής λίστας σε περιπτώσεις μεγάλης ομοιογένειας των δεδομένων, τόσο από άποψη διαστήματος - βήματος μέτρησης όσο και χαρακτηριστικών - κατάστασης. Γενικά, σε μορφή λίστας μπορούν να αποθηκεύονται με επιτυχία αυτογραφικά όργανα, οπότε επιτυγχάνεται και η ζητούμενη οικονομία χώρου. Ένα όργανο μπορεί για ένα διάστημα να αποθηκεύεται σε κανονική μορφή και ένα άλλο σε μορφή λίστας. Η αλλαγή φαίνεται από τον πίνακα των χαρακτηριστικών των χρονοσειρών, απ' όπου ανακτάται η ζητούμενη μορφή αποθήκευσης. Το να υποτίθεται πως ένα όργανο ή ακόμα ένας τύπος οργάνου αποθηκεύεται πάντα με μια σταθερή μορφή είναι υπεραπλούστευση που δεν αξιοποιεί τις δυνατότητες της ΒΔ.

Η μορφή λίστας δεν είναι δυσκολότερη στην επεξεργασία της από τις εφαρμογές από την κανονική μορφή. Μπορεί μάλιστα να είναι "διαφανής" (transparent) για τις εφαρμογές με την προσθήκη κατάλληλης ρουτίνας βιβλιοθήκης που μετατρέπει σε κανονική μορφή τη μορφή λίστας "ξετυλίγοντας" την. Δηλαδή η εγγραφή:

```
instrument date status num interval value0 ... value31
```

θα διαβάζεται από τη ΒΔ, θα περνά ως παράμετρος στη ρουτίνα βιβλιοθήκης που θα επιστρέφει το σύνολο num εγγραφών σε "κανονική" μορφή:

```
instrument date status value0
```

```
instrument (date + 1 * interval) status value1
```

```
instrument (date + 2 * interval) status value2
```

...

```
instrument (date + (num-1) * interval) status value(num-1)
```

Θα πρέπει όμως η χρήση της μορφής λίστας να δικαιολογείται και από την επιτυγχανόμενη οικονομία χώρου με την αποθήκευση επαρκούς αριθμού τιμών. Πράγματι, η μορφή λίστας καταλαμβάνει σταθερό εύρος σε Bytes άσχετα με το πόσες τιμές πραγματικά αποθηκεύονται, μια και δεσμεύεται χώρος για 32 τιμές. Αν κάθε τιμή (με τα κ πεδία της) έχει εύρος β Bytes, τότε το εύρος της μορφής λίστας είναι  $4 + 4 + 4 + 1 + 4 + 32 * \beta$  Bytes (άθροιση των αντίστοιχων ευρών ακεραίων για όλα τα πεδία της μορφής). Αν οι num εγγραφές της χρονοσειράς αποθηκεύονταν σε κανονική μορφή θα καταλάμβαναν χώρο  $(4 + 4 + 4 + \beta) * \text{num}$  Bytes. Θα πρέπει λοιπόν ο χώρος που καταλαμβάνει η εγγραφή μορφής λίστας

να είναι τουλάχιστον μικρότερος από το χώρο των num ισοδύναμων εγγραφών κανονικής μορφής. Δηλαδή να ισχύει η ανισότητα:

$$\text{num} > (17 + 32 * \beta) / (12 + \beta)$$

Για παράδειγμα, για  $\beta = 3$ , δηλαδή 2 Bytes για την τιμή και 1 για πιθανό null (βλ. παρακάτω) θα πρέπει  $\text{num} > 7.53$  δηλαδή θα πρέπει σε κάθε εγγραφή λίστας να αποθηκεύονται τουλάχιστον 8 τιμές για να συμφέρει από άποψη αποθηκευτικού χώρου και κυκλοφορίας στο δίκτυο η χρήση της.

## 5.8 Τιμές null

Όλες οι τιμές μετρήσεων που αποθηκεύονται στη ΒΔ μπορούν να πάρουν την ειδική τιμή null. Η null χαρακτηρίζεται ως "μη-τιμή" (non-value) που δηλώνει την έλλειψη - απουσία - απροσδιοριστία τιμής για το συγκεκριμένο πεδίο της ΒΔ. Σε συμβατικά συστήματα η έλλειψη τιμής υποδηλώνεται από κάποια ιδιαίτερη τιμή όπως -9999 κτλ. Στις σύγχρονες ΣΒΔ η σηματοδότηση της τιμής ενός πεδίου ως null έχει σαν πλεονέκτημα πως προσδιορίζει μονοσήμαντα την απουσία τιμής χωρίς ασάφειες και επίσης με άμεση υποστήριξη από τη γλώσσα SQL: τα πεδία null αγνοούνται στην περίπτωση εφαρμογής συναρτήσεων SQL όπως οι sum(), count(), avg() κοκ. Το μόνο μειονέκτημα της χρήσης των πεδίων null είναι η χρήση ενός επιπλέον Byte αποθηκευτικού χώρου για κάθε "nullable" πεδίο, για να κρατάται η πληροφορία αν το πεδίο είναι null ή όχι.

Ενα σημαντικό χαρακτηριστικό της χρήσης null είναι το ακόλουθο: αν στη ΒΔ αποθηκεύεται μια χρονοσειρά που ορίζεται πως έχει κάποιο σταθερό χρονικό βήμα, τότε στην περίπτωση που μια τιμή - μέτρηση λείπει, μπορεί να υπάρχει στη ΒΔ το αντίστοιχο ζεύγος οργάνου - ημερομηνίας και η μέτρηση να παίρνει την τιμή null. Με αυτό τον τρόπο δεν διαταράσσεται η "συνέχεια" των χρονοσειρών. Εξάλλου, τα null είναι πολύ χρήσιμα στην περίπτωση γραμμικής αποθήκευσης (βλ. παρακάτω).

## 5.9 Γραμμική αποθήκευση

Πολλά από τα μεγέθη που αποθηκεύονται στη ΒΔ παρουσιάζουν μια "γραμμική" συμπεριφορά. Αυτό σημαίνει το εξής: μετά από κάποιο "σημείο καμπής" το μέγεθος αλλάζει την τιμή του με γραμμικό τρόπο ή και μένει σταθερό (υποπερίπτωση φυσικά της γραμμικής μεταβολής). Παράδειγμα τέτοιας συμπεριφοράς είναι η στάθμη. Αλλα πάλι μεγέθη, όπως η παροχή, ακολουθούν τελείως τυχαία μεταβολή και δεν υπακούουν στο μοντέλο αυτό. Για τα μεγέθη όμως που υπακούουν προβλέπεται ο γραμμικός τρόπος αποθήκευσης. Ο γραμμικός τρόπος αποθήκευσης εφαρμόζεται μόνο στην κανονική μορφή αποθήκευσης και μόνο για χρονοσειρές με σταθερό βήμα - χρονική διακριτότητα για μια σημαντική χρονική περίοδο. Η εφαρμογή του στην

μορφή λίστας είναι δυνατή αλλά αυξάνει υπερβολικά την πολυπλοκότητα του συστήματος και την πιθανότητα λαθών. Ο γραμμικός τρόπος αποθήκευσης συνίσταται στην αποθήκευση μόνο των σημείων καμπής μιας γραμμικά μεταβαλλόμενης (με σταθερό βήμα) χρονοσειράς, δηλαδή μόνο των σημείων μετά τα οποία δεν ισχύει η γραμμική μεταβολή με ίδιες παραμέτρους ("κλίση" γραμμής). Όλα τα ενδιάμεσα σημεία είναι δυνατό να "αναδημιουργηθούν" στο επίπεδο της εφαρμογής με απλή γραμμική παρεμβολή μεταξύ των ακραίων σημείων για τις συγκεκριμένες ημερομηνίες για τις οποίες "αναμενόταν", λόγω του σταθερού βήματος της χρονοσειράς, να υπάρχει τιμή. Για να υπολογιστεί η τιμή για μια δεδομένη ημερομηνία αναζητείται το αποθηκευμένο στη ΒΔ ζεύγος (ημερομηνία, τιμή) για τη μέγιστη ημερομηνία μικρότερη ή ίση από τη ζητούμενη. Αν η ημερομηνία αυτής της τιμής είναι η ζητούμενη τότε βρέθηκε. Αλλιώς αναζητείται το αποθηκευμένο ζεύγος (ημερομηνία, τιμή) για την ελάχιστη ημερομηνία μεγαλύτερη ή ίση από τη ζητούμενη. Αν η ημερομηνία αυτή δεν είναι η ζητούμενη, τότε γίνεται γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στα δύο ζεύγη (σαν η χρονοσειρά να βρίσκεται πάνω σε ένα δισδιάστατο διάγραμμα, όπου ο άξονας x αντιστοιχεί στον χρόνο και ο άξονας y στην τιμή της χρονοσειράς) και βρίσκεται η ζητούμενη τιμή.

Τυχόν ελλείπουσες τιμές αποθηκεύονται ως null και αντιμετωπίζονται με αντίστοιχο τρόπο ως εξής: αποθηκεύεται το τελευταίο ζεύγος (ημερομηνία, τιμή) για το οποίο υπήρχε μέτρηση, στη συνέχεια το ζεύγος (ημερομηνία, null) για την πρώτη ημερομηνία για την οποία υπάρχει ελλείπουσα τιμή και έπειτα το ζεύγος (ημερομηνία, τιμή) για την πρώτη ημερομηνία που υπάρχει πάλι μέτρηση. Ανάμεσα στο δεύτερο και το τρίτο ζεύγος υποτίθεται έλλειψη τιμών. Και γενικά στο γραμμικό τρόπο αποθήκευσης υποτίθεται πως η χρονοσειρά εξελίσσεται γραμμικά στο χρόνο με κάποια σταθερή "κλίση" μέχρι να υπάρξει οποιαδήποτε αλλαγή στην "κλίση" ή να λείψει κάποια τιμή, οπότε το σημείο αυτό επίσης αποθηκεύεται.

Νέα "σημεία" - ζεύγη (ημερομηνία, τιμή) σε υπάρχουσα χρονοσειρά προστίθενται ως εξής: αν το νέο σημείο "ανήκει" στην ήδη υπάρχουσα "γραμμή", δηλαδή αν η τιμή του είναι ίση ή διαφορετική μέσα σε κάποια όρια ανοχής, πχ. 0.1% με την αναμενόμενη από τη γραμμική παρεμβολή (δηλαδή αν η αναμενόμενη τιμή είναι πχ. 10, η υπάρχουσα τιμή να είναι από 9.99 ως 10.01) τότε δεν αλλάζει τίποτα, το ζεύγος θεωρείται πως έχει ήδη αποθηκευτεί. Διαφορετικά, με βάση το γνωστό βήμα της χρονοσειράς βρίσκεται το αμέσως προηγούμενο και το αμέσως επόμενο ζεύγος της ήδη υπάρχουσας χρονοσειράς και αποθηκεύονται τόσο αυτά όσο και το νέο σημείο. Το αποτέλεσμα είναι πως, στη θέση του ενός αρχικού "ευθύγραμμου τμήματος" δημιουργούνται 4: το αρχικό διακόπτεται στο προηγούμενο ζεύγος και ξαναρχίζει στο επόμενο και δημιουργούνται και άλλα δύο, από το προηγούμενο ζεύγος μέχρι το νέο σημείο και από το νέο σημείο μέχρι το επόμενο ζεύγος.

Το αν μια χρονοσειρά αποθηκεύεται με το γραμμικό τρόπο φαίνεται από κατάλληλο πεδίο (linear) του πίνακα χαρακτηριστικών χρονοσειρών. Και σε αυτή την περίπτωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως μια χρονοσειρά ενός οργάνου ή όλες οι χρονοσειρές για τον ίδιο τύπο οργάνων δεν είναι ανάγκη να αποθηκεύονται ολόκληρες με τον ίδιο τρόπο, αλλά κατά περιόδους μπορεί να χρησιμοποιείται ή όχι η γραμμική αποθήκευση. Επιπλέον είναι δυνατή η δημιουργία ρουτίνας βιβλιοθήκης που με είσοδο τη γραμμική μορφή μιας χρονοσειράς θα επιστρέφει την πλήρη κανονική μορφή της, ώστε οι εφαρμογές να έχουν να κάνουν μόνο με την τελευταία.

## 5.10 Αποθήκευση δευτερογενών δεδομένων

Η αποθήκευση των δευτερογενών δεδομένων γίνεται με τον ίδιο βασικό τρόπο με τα πρωτογενή. Χρησιμοποιούνται και σε αυτή την περίπτωση μορφές αποθήκευσης, αν και προτιμάται σαφώς η κανονική μορφή, με ή χωρίς γραμμική αποθήκευση. Σε περίπτωση που τα δεδομένα είναι μικρότερης διακριτότητας από ημερήσια (πχ. μηνιαία, ετήσια) πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται η κανονική μορφή και μάλιστα χωρίς γραμμική αποθήκευση. Ενώ στην περίπτωση της αποθήκευσης πρωτογενών τα δεδομένα αποθηκεύονται με ημερομηνία αυτή της μέτρησης, στην περίπτωση των δευτερογενών αποθηκεύονται με μια συμβατική ημερομηνία που αναφέρεται στην περίοδο συνάθροισης των δεδομένων, είτε στην αρχή είτε στο τέλος της. Για μηνιαία - ετήσια διακριτότητα αποθηκεύεται ως ημερομηνία η πρώτη ημέρα του μήνα - έτους. Η ώρα - πρώτο λεπτό δεν έχει ιδιαίτερη σημασία, αρκεί να είναι πάντα η ίδια για το ίδιο όργανο και την ίδια διακριτότητα. Συνήθως χρησιμοποιείται μια συμβατική ώρα, ανάλογα με τον τύπο του οργάνου. Η ερώτηση "ποιά είναι η τιμή του μεγέθους για τον m μήνα" ή "για το y έτος" εκφράζεται με χρήση της οριζόμενης από το χρήστη συνάρτησης SQL `hdate_part()`. Η αντίστοιχη ερώτηση SQL έχει τη μορφή: `select ... from ... where hdate_part('month', date) = m ή hdate_part('year', date) = y`. Για ημερήσια διακριτότητα ισχύουν τα ίδια ως προς την ώρα και τα πρώτα λεπτά.

Η λέξη κατάστασης των δευτερογενών δεδομένων έχει την ίδια ακριβώς μορφή με αυτήν των πρωτογενών και ο χειρισμός της γίνεται με τον ίδιο τρόπο. Αυτό βέβαια που κυρίως ενδιαφέρει στα δευτερογενή δεδομένα είναι το επίπεδο, καθώς οι έλεγχοι δεν έχουν ιδιαίτερο νόημα.

Όλοι οι πίνακες δευτερογενών δεδομένων αρχίζουν με το πρόθεμα `aggr` που ενώνεται με το χαρακτήρα `"_"` με το όνομα της μορφής αποθήκευσης, κυρίως `stdx`, για να σχηματίσει το όνομα του πίνακα. Το γεγονός βέβαια πως στον ίδιο πίνακα δευτερογενών αποθηκεύονται χρονοσειρές δευτερογενών δεδομένων με διαφορετικές διακριτότητες -ενώ στα πρωτογενή υπάρχει μια διακριτότητα, αυτή της μέτρησης- και πως για την ίδια ημερομηνία (πχ. πρώτη Ιανουαρίου) μπορούν να

υπάρχουν διαφορετικά δεδομένα (πχ. μηνιαία για τον Ιανουάριο αλλά και ετήσια) καθιστά αναγκαία την εισαγωγή ενός ακόμα πεδίου που καθορίζει τη διακριτότητα της εγγραφής και την ταυτοποιεί. Το πεδίο αυτό είναι το `time_res` και περιέχει έναν ακέραιο ενός Byte που καθορίζει τη διακριτότητα σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10.1: Διαθέσιμες χρονικές διακριτότητες

Αριθμός ( <code>time_res</code> )	Διακριτότητα (και όνομα πεδίου <code>time_res_t</code> στον πίνακα χαρακτηριστικών χρονοσειρών)
0	Ακανόνιστη (ΑΚΑΝΟΝ)
1	1 Λεπτό (1ΛΕΠΤΟ)
2	5 Λεπτά (5ΛΕΠΤΗ)
3	10 Λεπτά (10ΛΕΠΤΗ)
4	1 Ωρα (ΩΡΙΑΙΑ)
5	3 Ωρες (3ΩΡΗ)
6	8 Ωρες (8ΩΡΗ)
7	12 Ωρες (12ΩΡΗ)
8	Ημερήσια (ΗΜΕΡΗΣΙΑ)
9	Δεκαπενθήμερη (15ΘΗΜΕΡΗ)
10	Μηνιαία (ΜΗΝΙΑΙΑ)
11	Εξαμηνιαία (6ΜΗΝΙΑΙΑ)
12	Ετήσια (ΕΤΗΣΙΑ)
13	Διάφορα (ΔΙΑΦΟΡΑ)
14	30 Λεπτά (30ΛΕΠΤΗ)
15	6 Ωρες (6ΩΡΗ)

Είναι προφανές πως στους πίνακες δευτερογενών δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν δεδομένα με διακριτότητα μόνο κάποια από αυτές που περιέχονται στον πίνακα. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες διακριτότητες είναι οι 8 (ΗΜΕΡΗΣΙΑ), 10 (ΜΗΝΙΑΙΑ) και 12 (ΕΤΗΣΙΑ). Η ανάκτηση πχ. μηνιαίων δευτερογενών γίνεται με εντολή SQL της μορφής `select ... from ... where time_res = 10`.

Στην ίδια ημερομηνία μπορούν να υπάρχουν περισσότερες από μία τιμές, ανάλογα με τη διακριτότητα. Στα πρωτογενή δεδομένων καταβλήθηκε προσπάθεια να χρησιμοποιείται, όπου είναι δυνατό, η ίδια φυσική εγγραφή. Στα δευτερογενή αυτό δεν είναι απαραίτητο, λόγω του σαφώς μικρότερου όγκου τους. Για το λόγο

αυτό προτιμάται η απλούστερη λύση. Θα μπορούσε η διακριτότητα να γίνει μέρος της λέξης κατάστασης, κάτι τέτοιο όμως θα δημιουργούσε την ανάγκη διαφορετικών λέξεων κατάστασης πρωτογενών και δευτερογενών (αφού δεν υπάρχουν αρκετά ελεύθερα πεδία bits στη λέξη κατάστασης για αποθήκευση μέχρι 16 τιμών - δηλαδή 4 bits).

Τελικά οι πίνακες `aggr_std` των δευτερογενών έχουν τη μορφή:

```
instrument date time_res status value0
```

## 5.11 Αποθήκευση σταθερών

Η αποθήκευση σταθερών στη ΒΔ δεν είναι δυνατό να έχει τη γενικότητα της αποθήκευσης των χρονοσειρών. Αυτό σημαίνει πως κάθε σταθερά έχει ιδιαιτερότητες που οδηγούν σε δικό της τρόπο αποθήκευσης. Ευτυχώς ο αριθμός των σταθερών είναι αρκετά μικρός ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση κάθε είδους σταθεράς σε ξεχωριστό πίνακα. Αυτό βέβαια σημαίνει πως η προσθήκη νέων ειδών σταθερών, σε αντίθεση με τυχόν νέα είδη οργάνων είναι επίπονη διαδικασία που πιθανότατα περιλαμβάνει και τη δημιουργία νέων πινάκων για την αποθήκευση των δεδομένων των σταθερών.

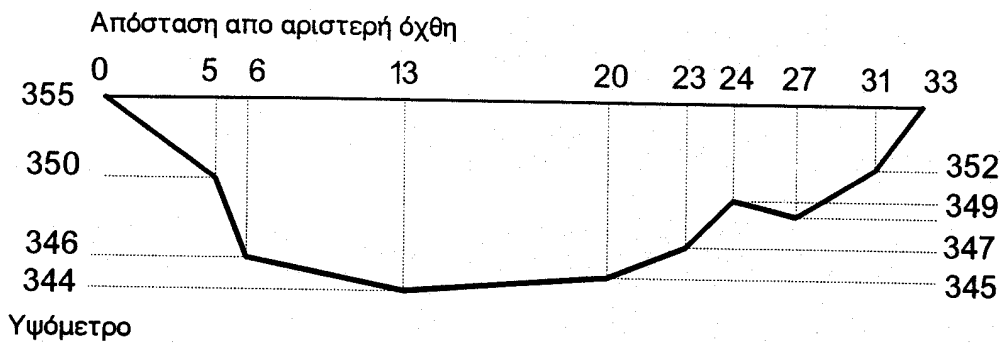
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Οι αποθηκευόμενες σταθερές

Σταθερά	Πλήρες όνομα σταθεράς	Πίνακας αποθήκευσης
ΔΙΑΤΟΜΗ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΟΤΑΜΟΥ	const sect
ΥΔΡ-ΧΑΡ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	const hydr
ΣΕΟ-ΤΑΜ	ΣΤΑΘΜΗ - ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ - ΟΓΚΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	const_lsv
ΣΠ-ΤΑΜ	ΣΤΑΘΜΗ - ΠΑΡΟΧΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	const_ld
ΠΑΡ-ΟΡΓ	ΠΑΡΑΓΩΓΟ ΟΡΓΑΝΟ	const dinstr

Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος αποθήκευσης των σταθερών.

### 5.11.1 Διατομή

Κάθε υδρομέτρηση συνοδεύεται και από μια περιγραφή της διατομής του ποταμού τη στιγμή της υδρομέτρησης. Η διατομή αυτή αποθηκεύεται σαν μια σειρά των σημείων που απαρτίζουν τον πυθμένα του ποταμού. Οι συντεταγμένες των σημείων είναι η απόσταση από την αριστερή όχθη (όπως φαίνεται από τα κατάντη του ποταμού) και το απόλυτο υψόμετρο του σημείου ως προς τη στάθμη της θάλασσας. Αυτά αποθηκεύονται στον πίνακα `const_sect` ως ακολούθως:



**Σχήμα 5.11.1:** Διατομή ποταμού σαν σύνολο σημείων με συντεταγμένες (απόσταση, υψόμετρο).

**5.11.1.1 Κωδικός οργάνου.** Πρόκειται για ένα πεδίο τύπου `siid` με ονομασία `obj0` που περιέχει τον κωδικό του οργάνου υδρομέτρησης στο οποίο αναφέρεται η σταθερά. Κάθε υδρομέτρηση κανονικά συνοδεύεται από μια σταθερά διατομής, ωστόσο πολλές φορές η διατομή του ποταμού παραμένει σταθερή (πχ. διότι είναι εγκιβωτισμένος) και άρα χρησιμοποιούνται διατομές προηγούμενων υδρομετρήσεων.

**5.11.1.2 Αύξων αριθμός σταθεράς.** Είναι ο αύξων αριθμός της σταθεράς για αυτό το αντικείμενο (`obj0`). Ονομάζεται `constant` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.1.3 Αύξων αριθμός σημείου.** Είναι ο αύξων αριθμός του συγκεκριμένου σημείου. Το σημείο 1 είναι αυτό που αντιστοιχεί στην αριστερή όχθη, έχει δηλαδή απόσταση 0. Το πεδίο ονομάζεται `seq` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.1.4 Απόσταση και υψόμετρο.** Πρόκειται για τις συντεταγμένες του σημείου. Είναι δύο πεδία `float4`, τα `distance` και `altitude`, που περιέχουν την απόσταση από την αριστερή όχθη και το υψόμετρο του συγκεκριμένου σημείου `seq`.

## 5.11.2 Υδραυλικά χαρακτηριστικά

Αλλη μια σταθερά που συνδέεται με τις υδρομετρήσεις, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του ποταμού δίνουν μια εικόνα της κοίτης του καθώς και γενικά στοιχεία για τη διατομή του. Ο πίνακας `const_hydr` έχει τα ακόλουθα πεδία:

**5.11.2.1 Κωδικός οργάνου.** Πρόκειται για ένα πεδίο τύπου `siid` με ονομασία `obj0` που περιέχει τον κωδικό του οργάνου υδρομέτρησης στο οποίο αναφέρεται η σταθερά. Ισχύουν τα ίδια με την διατομή για τη σχέση των σταθερών με τις μετρήσεις.

**5.11.2.2 Αύξων αριθμός σταθεράς.** Είναι ο αύξων αριθμός της σταθεράς για αυτό το αντικείμενο (`obj0`) όπως εμφανίζεται στον πίνακα των

χαρακτηριστικών σταθερών. Ονομάζεται `constant` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.2.3 Κλίση.** Η κλίση του ποταμού αποθηκεύεται στο πεδίο `slope` με τύπο `float4`.

**5.11.2.4 Συντελεστής Manning.** Ο συντελεστής Manning της κοίτης του ποταμού στο σημείο της υδρομέτρησης αποθηκεύεται στο πεδίο `manning` τύπου `float4`.

**5.11.2.5 Στοιχεία διατομής.** Το συνολικό πλάτος της διατομής του ποταμού αποθηκεύεται στο `float4` πεδίο `width`. Το ολικό εμβαδόν της διατομής αποθηκεύεται στο πεδίο `area` με τύπο `float4`. Τέλος, το μέσο βάθος της διατομής είναι το πεδίο `depth` τύπου `float4`. Αν η διατομή ήταν παραλληλόγραμμη θα ίσχυε  $area = width * depth$ .

### 5.11.3 Στοιχεία στάθμης - επιφάνειας - όγκου

Οι καμπύλες στάθμης - επιφάνειας - όγκου των ταμιευτήρων είναι σταθερές που αναφέρονται σε κάποιο σταθμό που βρίσκεται στην περιοχή του ταμιευτήρα. Στην πραγματικότητα αποθηκεύονται ως τριάδες τιμών στον πίνακα `const_lsv` ως εξής:

**5.11.3.1 Κωδικός σταθμού.** Πρόκειται για ένα πεδίο τύπου `siid` με ονομασία `obj0` που περιέχει τον κωδικό του σταθμού του ταμιευτήρα στον οποίο αναφέρεται η σταθερά.

**5.11.3.2 Αύξων αριθμός σταθεράς.** Είναι ο αύξων αριθμός της σταθεράς για αυτό το αντικείμενο (`obj0`), όπως εμφανίζεται στον πίνακα των χαρακτηριστικών σταθερών. Ονομάζεται `constant` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.3.3 Αύξων αριθμός τριάδας.** Είναι ο αύξων αριθμός της συγκεκριμένης τριάδας. Το πεδίο ονομάζεται `seq` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.3.4 Τριάδα στάθμης - επιφάνειας - όγκου.** Σε τρία πεδία αποθηκεύεται μια τριάδα τιμών για τα ζητούμενα φυσικά μεγέθη. Στο `integer4` πεδίο `level` αποθηκεύεται η στάθμη του ταμιευτήρα ως απόλυτο υψόμετρο της επιφάνειας του νερού σε m από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο `float4` πεδίο `surface` αποθηκεύεται η επιφάνεια του ταμιευτήρα σε  $km^2$  και στο `integer4` πεδίο `volume` ο όγκος του νερού του ταμιευτήρα σε  $m^3$  για αυτό το ζεύγος στάθμης - επιφάνειας.

### 5.11.4 Καμπύλη στάθμης - παροχής

Η καμπύλη στάθμης - παροχής υπερχειλιστή του ταμιευτήρα αποθηκεύεται σαν μια σειρά σημείων στάθμης - παροχής που αναφέρονται σε έναν σταθμό του ταμιευτήρα, όπως και για τα στοιχεία στάθμης - επιφάνειας - όγκου. Πρόκειται για



“κατασκευαστική” σταθερά του συγκεκριμένου φράγματος. Αποθηκεύεται στον πίνακα `const_ld` ως εξής:

**5.11.4.1 Κωδικός σταθμού.** Πρόκειται για ένα πεδίο τύπου `siid` με ονομασία `obj0` που περιέχει τον κωδικό του σταθμού του ταμιευτήρα στον οποίο αναφέρεται η σταθερά.

**5.11.4.2 Αύξων αριθμός σταθεράς.** Είναι ο αύξων αριθμός της σταθεράς για αυτό το αντικείμενο (`obj0`). Ονομάζεται `constant` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.4.3 Αύξων αριθμός σημείου.** Είναι ο αύξων αριθμός του συγκεκριμένου σημείου της καμπύλης στάθμης - παροχής υπερχειλιστή. Το πεδίο ονομάζεται `seq` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.4.4 Στάθμη και παροχή.** Στα `integer4` πεδία `level` και `discharge` αποθηκεύονται αντίστοιχα η στάθμη σαν απόλυτο υψόμετρο σε `m` και η παροχή υπερχειλιστή για αυτή τη στάθμη σε `m3/s`.

### 5.11.5 Παράγωγο όργανο

Οι “μετρήσεις” κάθε παράγωγου οργάνου είναι το αποτέλεσμα συγκεκριμένων πράξεων πάνω σε μετρήσεις άλλων πραγματικών ή ακόμα και παράγωγων οργάνων. Τα όργανα που “αποτελούν” το παράγωγο όργανο είναι πάντα τα ίδια και περιγράφονται σαν σταθερά που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο παράγωγο όργανο. Αποθηκεύονται στον πίνακα `const_dinstr` με πεδία:

**5.11.5.1 Κωδικός οργάνου.** Πρόκειται για ένα πεδίο τύπου `siid` με ονομασία `obj0` που περιέχει τον κωδικό του παράγωγου οργάνου

**5.11.5.2 Αύξων αριθμός σταθεράς.** Είναι ο αύξων αριθμός της σταθεράς για αυτό το αντικείμενο (`obj0`). Ονομάζεται `constant` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.5.3 Αύξων αριθμός σημείου.** Είναι ο αύξων αριθμός του συγκεκριμένου “βασικού” οργάνου. Το πεδίο ονομάζεται `seq` και είναι τύπου `integer4`.

**5.11.5.4 Βασικό όργανο.** Σε αυτό το τύπου `siid` πεδίο με όνομα `base_instrument` αποθηκεύεται ο κωδικός του υπ’ αριθμό `seq` βασικού οργάνου που απαρτίζει, μαζί με τα άλλα όργανα που περιγράφονται στη σταθερά, το παράγωγο όργανο. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η παραγωγή δεν περιγράφεται, καθώς θεωρείται πως είναι γνωστός και σταθερός για κάθε είδος παράγωγου οργάνου (πχ. παροχή).

## 5.12 Αποθήκευση υδρομετρικών μεταβλητών

Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος που αποθηκεύονται οι χρονοσειρές των διαφόρων οργάνων, ανάλογα με το είδος της μετρούμενης υδρομετρικής μεταβλητής. Οι αποθηκευόμενες υδρομετρικές μεταβλητές είναι οι: στάθμη (ΣΤΑΘΜΗ), παροχή

(ΠΑΡΟΧΗ), υδρομέτρηση (ΥΔΡΜΤΡ) και στερεοϋδρομέτρηση (ΣΤΥΔΡΜΤΡ) και διαγράμματα στάθμης - παροχής (ΣΤΘ-ΠΡΧ) και παροχής - στερεοπαροχής (ΠΡΧ-ΣΠΡΧ).

### 5.12.1 Στάθμη

Πρόκειται για δεδομένα που αναφέρονται σε μετρήσεις στάθμης, δηλαδή της μεταβλητής ΣΤΑΘΜΗ. Τα όργανα που μετρούν (απευθείας) στάθμη την αποθηκεύουν με μορφές αποθήκευσης ενός πεδίου, στο οποίο και αποθηκεύουν τη μετρηθείσα τιμή της στάθμης. Είναι τα ακόλουθα:

- **ΣΤΘΜΤΡ, ΣΤΘΓΡ.** Το ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΟ και ο ΣΤΑΘΜΗΓΡΑΦΟΣ αποθηκεύουν σε μορφές `std4` και `lst4` σε μονάδες mm με ακρίβεια 0 δεκαδικών.

### 5.12.2 Υδρομετρήσεις και στερεοϋδρομετρήσεις

Οι υδρομετρήσεις αποθηκεύονται με σύνθετο τρόπο σε περισσότερους από έναν πίνακες:

- **ΥΔΡΜΤΡ.** Η ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΣΗ είναι η άμεση μέτρηση της μεταβλητής ΠΑΡΟΧΗ. Ωστόσο είναι σύνθετη η αποθήκευση της διότι δεν αρκεί να αποθηκευτεί μόνο μια τιμή. Μια υδρομέτρηση αρχίζει καταγράφοντας τη διατομή και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του ποταμού στο σημείο της υδρομέτρησης. Στη συνέχεια λαμβάνονται ενδείξεις σταθμημέτρων και οι ταχύτητες του νερού στα "στοιχειώδη εμβαδά" της διατομής, οπότε ολοκληρώνοντας προκύπτει η παροχή. Για το λόγο αυτό δεν αρκεί η αποθήκευση μόνο της παροχής (η ταχύτητες δεν αποθηκεύονται) αλλά απαιτείται η αποθήκευση και των μετρήσεων των σταθμημέτρων και των στοιχείων διατομής και υδραυλικών χαρακτηριστικών. Για το σκοπό αυτό κάθε υδρομέτρηση αποθηκεύεται σε 4 διαφορετικούς πίνακες. Στον `raw_std34` αποθηκεύεται η καθεαυτό τιμή της παροχής που μετρήθηκε (προέκυψε από την ολοκλήρωση) με ακρίβεια 3 δεκαδικά και μονάδες  $m^3/sec$  στο `integer4` πεδίο `value0`. Στο `integer4` πεδίο `value1` αποθηκεύεται ο  $\alpha/\alpha$  της σταθεράς (το πεδίο `constant`) τύπου ΔΙΑΤΟΜΗ που αναφέρεται στην παρούσα υδρομέτρηση ενώ στο `integer4` πεδίο `value2` αποθηκεύεται ο  $\alpha/\alpha$  της σταθεράς τύπου ΥΔΡ-ΧΑΡ που επίσης αναφέρεται στην παρούσα υδρομέτρηση. Ο εντοπισμός των σταθερών διατομής και υδραυλικών χαρακτηριστικών που αντιστοιχούν στην υδρομέτρηση είναι έτσι απλός: το πεδίο `obj0` στον πίνακα αποθήκευσης της σταθεράς θα είναι ίσο με τον κωδικό οργάνου της υδρομέτρησης και το πεδίο `constant` ίσο με το αποθηκευμένο στο αντίστοιχο πεδίο του `raw_std34`. Στον πίνακα `raw_std44` αποθηκεύονται οι μετρήσεις στάθμης για αυτή την υδρομέτρηση. Συγκεκριμένα, στο `integer4` πεδίο `value0` περιέχεται η μέτρηση της

στάθμης που έγινε από κάποιο σταθμήμετρο του σταθμού για την υδρομέτρηση σε mm με ακρίβεια 0 ενώ στο integer4 πεδίο value1 περιέχεται ο κωδικός του οργάνου υδρομέτρησης στο οποίο αναφέρεται η στάθμη του πεδίου value0 (η ταύτιση του τύπου integer4 με τον τύπο siid των κωδικών είναι επιτρεπτή). Η ταυτοποίηση γίνεται από το ό,τι η ημερομηνία της υδρομέτρησης και η ημερομηνία της αντίστοιχης σταθμημέτρησης είναι ίδιες.

Ως παράδειγμα αναφέρεται το παρακάτω: η υδρομέτρηση έγινε στο σταθμό με κωδικό 1024 από το όργανο τύπου ΥΔΡΜΤΡ με κωδικό 1027 στις 5/12/1994 10:00. Στην πραγματική διαδικασία της υδρομέτρησης παίρνονται δύο τιμές των σταθμημέτρων, μια στην αρχή και μια στο τέλος της υδρομέτρησης. Η ημερομηνία που τελικά αποθηκεύεται για την υδρομέτρηση και για τα σταθμήμετρα είναι μια συμβατική ημερομηνία που μπορεί να είναι είτε η αρχή είτε το τέλος είτε η “μέση” της υδρομέτρησης. Τα σταθμήμετρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα 1026, 1028 και 1030. Ο πίνακας constants περιέχει χαρακτηριστικά σταθερών για διατομή ποταμού και υδραυλικά χαρακτηριστικά ποταμού:

```
1027 18 ΔΙΑΤΟΜΗ 5/12/1994 10:00 ...
```

```
1027 20 ΥΔΡ-ΧΑΡ 5/12/1994 10:00 ...
```

Ας σημειωθεί πως η ημερομηνία δημιουργίας των σταθερών δεν είναι ανάγκη να συμπίπτει με την ημερομηνία της υδρομέτρησης σε περίπτωση που για την υδρομέτρηση έχουν χρησιμοποιηθεί “παλαιότερες” σταθερές (πχ. ο ποταμός είναι εγκιβωτισμένος και δεν αλλάζουν η διατομή και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του).

Στους πίνακες const\_sect και const\_hydr είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα των σταθερών σε μορφή:

```
1027 18 ...
```

```
1027 20 ...
```

όπου obj0 = 1027 (το όργανο ΥΔΡΜΤΡ στο οποίο αναφέρονται οι σταθερές) και constant = 18 ή 20.

Στον πίνακα raw\_std34 αποθηκεύεται η μετρηθείσα παροχή των 5.1 m<sup>3</sup>/sec (διαίρεση με 10<sup>3</sup>) και οι σταθερές. Η λέξη κατάστασης με τιμή 1 υποδηλώνει επίπεδο 1 μόνο και είναι ενδεικτική για το συγκεκριμένο παράδειγμα:

```
1027 5/12/1994 10:00 1 5100 18 20
```

Με τον τρόπο αυτό η προσπέλαση στις σταθερές γίνεται για τα μεν χαρακτηριστικά τους από τον constants με constants.obj0 = 1027 και constants.constant = 18 ή 20 και για τα δε στοιχεία των

σταθερών από τους πίνακες `const_sect` για τη ΔΙΑΤΟΜΗ και `const_hydr` για τα ΥΔΡ-ΧΑΡ με `obj0 = 1027` και `constant = 18` ή `20`.

Τέλος, στον πίνακα `raw_std44` υπάρχουν οι μετρήσεις των σταθμημέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στην υδρομέτρηση με μετρηθείσες τιμές στάθμης 980, 1035 και 1017 mm:

```
1026 5/12/1994 10:00 1 980 1027
1028 5/12/1994 10:00 1 1035 1027
1030 5/12/1994 10:00 1 1017 1027
```

Φαίνεται δηλαδή η ίδια ημερομηνία και το όργανο υδρομέτρησης στο οποίο αναφέρεται αυτή η σταθμημέτρηση. Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως οι σταθμημετρήσεις αυτές καλό είναι να εισάγονται και στις “κανονικές” χρονοσειρές των συγκεκριμένων σταθμημέτρων στον πίνακα `raw_std4`:

```
1026 5/12/1994 10:00 1 980
1028 5/12/1994 10:00 1 1035
1030 5/12/1994 10:00 1 1017
```

- **ΣΤΥΔΡΜΤΡ:** Η στερεοϋδρομέτρηση αναφέρεται σε απευθείας μέτρηση της μεταβλητής ΣΤΠΑΡΟΧΗ. Αποθηκεύεται σε μορφή `std44`. Στο `integer4` πρώτο πεδίο `value0` αποθηκεύεται η παροχή που μετρήθηκε για τη συγκεκριμένη στερεοϋδρομέτρηση σε  $m^3/sec$  με ακρίβεια 3 δεκαδικά. Στο `integer4` πεδίο `value1` αποθηκεύεται η στερεοπαροχή για αυτή την παροχή σε  $kg/sec$  με ακρίβεια 3 δεκαδικά. Αν στο παραπάνω παράδειγμα υδρομέτρησης είχε γίνει και στερεοϋδρομέτρηση από το ΣΤΥΔΡΜΤΡ όργανο με κωδικό 1034 τότε η εγγραφή για στερεοπαροχή 0.1  $kg/sec$  θα είχε τη μορφή:  
1034 5/12/1994 10:00 1 5100 100

### 5.12.3 Παροχή και στερεοπαροχή

Η παροχή και η στερεοπαροχή είναι παράγωγα όργανα. Η τιμή τους προέρχεται από τα επίσης παράγωγα όργανα ΣΤΘ-ΠΡΧ (διάγραμμα στάθμης - παροχής) και ΠΡΧ-ΣΠΡΧ (διάγραμμα παροχής - στερεοπαροχής).

- ΠΑΡΟΧΗ, ΣΤΠΑΡΟΧΗ. Η ΠΑΡΟΧΗ είναι η παραγόμενη τιμή της μεταβλητής ΠΑΡΟΧΗ και η ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ η παραγόμενη τιμή της μεταβλητής ΣΤΠΑΡΟΧΗ. Αποθηκεύονται στο `integer4` πεδίο `value0` της μορφής `std4` με ακρίβεια 3 δεκαδικά. Η μεν ΠΑΡΟΧΗ μετριέται σε  $m^3/sec$  η δε ΣΤΠΑΡΟΧΗ σε  $kg/sec$ .

### 5.12.4 Διαγράμματα στάθμης παροχής και παροχής - στερεοπαροχής

Το διάγραμμα στάθμης - παροχής είναι ένα παράγωγο όργανο που προέρχεται από επεξεργασία στοιχείων υδρομετρήσεων και σταθμημετρήσεων. Επειδή η “μέτρηση”

του οργάνου δεν είναι απλά μία τιμή αλλά ένα διάγραμμα, αλλά και επειδή η “μέτρηση” δεν αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία αλλά σε μια ολόκληρη χρονική περίοδο (πιθανά και “για πάντα”), η αποθήκευση του οργάνου αυτού είναι ξεχωριστή και δεν ακολουθεί το γενικό κανόνα

<όργανο><ημερομηνία><χαρακτηριστικά><τιμή>

Το ίδιο ισχύει και για το διάγραμμα παροχής - στερεοπαροχής. Η μορφή αποθήκευσης του μοιάζει πολύ με αυτήν του διαγράμματος στάθμης - παροχής.

- **ΣΤΘ-ΠΡΧ.** Το ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ αποθηκεύεται σε δύο πίνακες, ο ένας αποθηκεύει τα σημεία του διαγράμματος και ο άλλος τις καμπύλες (δεν αρκεί η αποθήκευση μόνο των καμπυλών διότι πολλά σημεία μπορεί να μην ανήκουν σε κάποια καμπύλη). Το διάγραμμα είναι ένα παράγωγο όργανο ενός σταθμού. Αν σε έναν σταθμό γίνει άλλο διάγραμμα στάθμης - παροχής (πχ. για άλλη χρονική περίοδο) αυτό πρέπει να είναι άλλο όργανο. Γενικά πάντως συμφέρει όλες οι καμπύλες και τα σημεία στάθμης - παροχής να ανήκουν σε ένα διάγραμμα - όργανο. Κάθε διάγραμμα στάθμης - παροχής αναφέρεται σε κάποιο βασικό σταθμόμετρο που ανήκει στον ίδιο σταθμό. Ο κωδικός αυτού του σταθμόμετρου περιέχεται στο πεδίο `base_instrument` του πίνακα `instruments` για την εγγραφή του οργάνου στάθμης - παροχής. Η ημερομηνία δημιουργίας του διαγράμματος φαίνεται στο πεδίο `instruments.start_date`. Ταυτόχρονα, μια σταθερά τύπου `PAP-ORG` υπάρχει για το όργανο `ΣΤΘ-ΠΡΧ` και στον πίνακα `const_dinstr` υπάρχει η λίστα των οργάνων `ΥΔΡΜΤΡ` και `ΣΤΘΜΤΡ - ΣΤΘΓΡ` που οδήγησαν στη δημιουργία του διαγράμματος. Μετά την εισαγωγή των χαρακτηριστικών του οργάνου `ΣΤΘ-ΠΡΧ` στον πίνακα των οργάνων και των σταθερών μένει η αποθήκευση των καμπυλών του διαγράμματος στον πίνακα `raw_qh_curves` και των σημείων στον πίνακα `raw_qh_points`. Ο πίνακας `raw_qh_curves` έχει τα ακόλουθα πεδία: ένα `siid` πεδίο `instrument` που περιέχει τον κωδικό του οργάνου `ΣΤΘ-ΠΡΧ`. Ένα `integer2` πεδίο `curve` που είναι ο α/α της συγκεκριμένης καμπύλης στο διάγραμμα. Έτσι μπορούν να υπάρχουν σε ένα διάγραμμα στάθμης - παροχής μέχρι 32767 καμπύλες. Δύο πεδία τύπου `hdate` με ονόματα `start_date` και `end_date` που είναι οι συγκεκριμένες ημερομηνίες αρχής και τέλους ισχύος της συγκεκριμένης καμπύλης. Σε περίπτωση που η καμπύλη ισχύει για περισσότερες από μια περιόδους πρέπει να εισαχθεί νέα εγγραφή στον πίνακα `raw_qh_curves`. Δύο πεδία τύπου `char(25)` με ονόματα `start_period` και `end_period` που μπορούν να πάρουν τιμές τις περιόδους αρχής και τέλους ισχύος της συγκεκριμένης καμπύλης, πχ. `ΑΝΟΙΞΗ`, `ΧΕΙΜΩΝΑΣ`. Ένα πεδίο `integer1`, το `log` που παίρνει τιμή διάφορη του 0 αν η καμπύλη είναι

λογαριθμική και 0 αν δεν είναι. Ένα ακόμα πεδίο `integer1`, το `ext` που παίρνει τιμή διάφορη του 0 αν η καμπύλη είναι επέκτασης και 0 αν δεν είναι. Ένα πεδίο `integer4` με όνομα `h_offset` που είναι η αρχική μετατόπιση της στάθμης σε mm με ακρίβεια 0 δεκαδικά. Τέλος ένα πεδίο `char(40)` το `remarks` που περιέχει διάφορες παρατηρήσεις για τη συγκεκριμένη καμπύλη. Στον πίνακα `raw_qh_points` αποθηκεύονται τα σημεία του διαγράμματος. Έχει τα πεδία: `instrument`, τύπου `siid` που είναι βέβαια ο κωδικός του οργάνου ΣΤΘ-ΠΡΧ, `curve` τύπου `integer2` που είναι ο α/α της καμπύλης στην οποία ανήκει το σημείο και αντιστοιχεί στο πεδίο `curve` του πίνακα `raw_qh_curves`, έχει δε τιμή 0 αν το σημείο δεν ανήκει σε καμία καμπύλη. Το πεδίο `flag`, τύπου `integer1` περιέχει τις ιδιότητες του σημείου. Τα `integer4` πεδία `q` και `h` είναι οι τιμές της παροχής σε  $m^3/sec$  με ακρίβεια 3 δεκαδικά και της στάθμης σε mm με ακρίβεια 0 δεκαδικά που αποτελούν τις συντεταγμένες του σημείου πάνω στο διάγραμμα. Με αυτό τον τρόπο, ένα διάγραμμα στάθμης - παροχής δημιουργείται αν σχεδιαστούν πρώτα όλα τα σημεία του πίνακα `raw_qh_points` για το συγκεκριμένο όργανο και στη συνέχεια αν κάθε καμπύλη του πίνακα `raw_qh_curves` σχεδιαστεί ενώνοντας όλα τα σημεία που ανήκουν σε αυτή.

Σαν παράδειγμα των παραπάνω, έστω το όργανο 1040 που είναι τύπου ΣΤΘ-ΠΡΧ και έχει ως βασικό όργανο το ΣΤΘΜΤΡ 1026 (`instruments.base_instrument = 1026`), ενώ για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία και από τα ΣΤΘΜΤΡ 1028 και 1030. Τότε θα υπάρξει εγγραφή στον πίνακα `constants`:

```
1040 1 ΠΑΡ-ΟΡΓ 25/12/1994 02:00 ...
```

και σειρά εγγραφών στον πίνακα `const_dinstr`:

```
1040 1 1026
```

```
1040 1 1028
```

```
1040 1 1030
```

```
1040 1 1027
```

Αν το διάγραμμα στάθμης παροχής έχει τη μορφή του παρακάτω σχήματος τότε στον πίνακα `raw_qh_curves` θα υπάρχουν οι εγγραφές:

```
1040 1 1/6/1993 00:00 29/6/1993 00:00 null null 0 0 0
```

```
1040 2 1/1/1 00:00 1/1/1 00:00 ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΑΝΟΙΞΗ 0 0 0
```

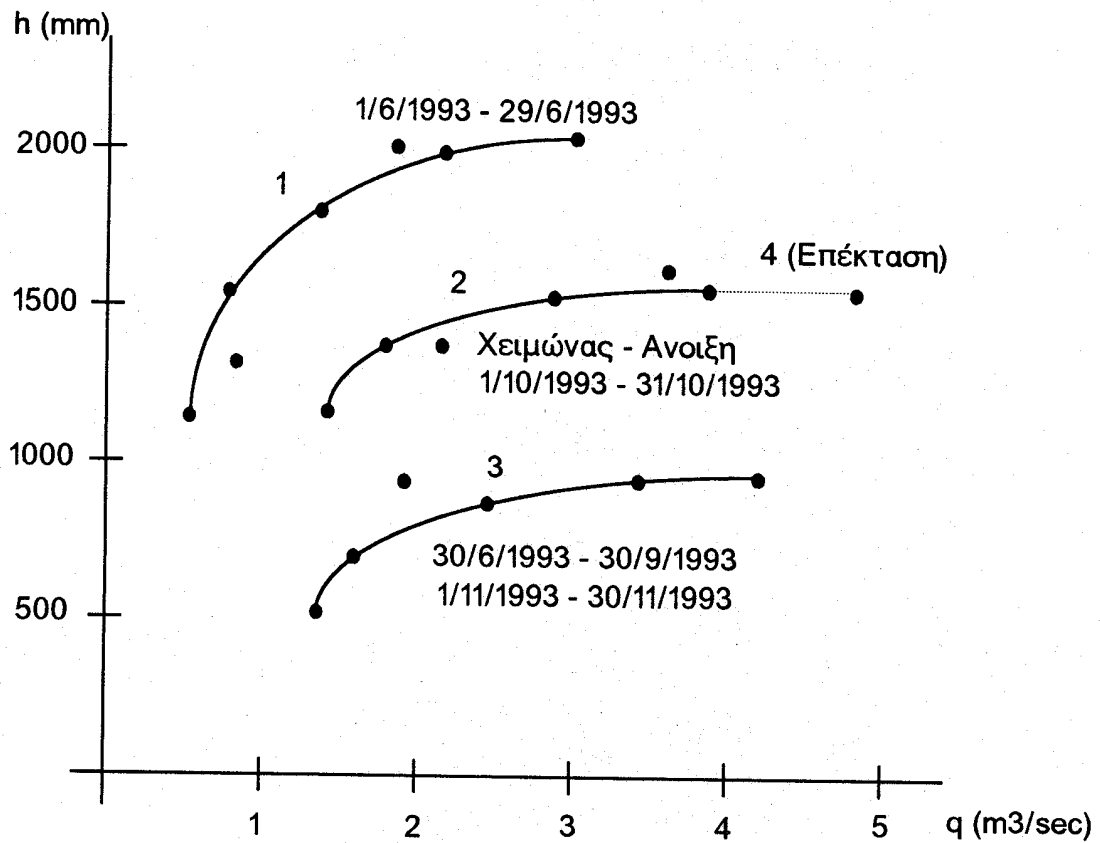
```
1040 2 1/10/1993 00:00 31/10/1993 00:00 null null 0 0 0
```

```
1040 3 30/6/1993 00:00 30/9/1993 00:00 null null 0 0 9
```

```
1040 3 1/11/1993 00:00 30/11/1993 00:00 null null 0 0 9
```

```
1040 4 1/1/1 00:00 1/1/1 00:00 ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΑΝΟΙΞΗ 0 1 0
```

```
1040 4 1/10/1993 00:00 31/10/1993 00:00 null null 0 1 0
```



**Σχήμα 5.12.1:** Σκαρίφημα διαγράμματος στάθμης - παροχής

Στον πίνακα raw\_qh\_points θα υπάρχουν οι ακόλουθες εγγραφές:

```

1040 1 0 600 1150
1040 0 0 810 1350
1040 1 0 800 1550
1040 1 0 1500 1800
1040 0 0 1900 2000
1040 1 0 2000 1950
1040 1 0 3000 2000
1040 2 0 1400 1160
1040 2 0 1400 1400
1040 0 0 2000 1380
1040 2 0 2800 1500
1040 0 0 3700 1550
1040 2 0 3900 1500
1040 4 0 4800 1500

```

1040 3 0 1300 550  
1040 3 0 1600 700  
1040 0 0 1900 900  
1040 3 0 2400 700  
1040 3 0 3400 900  
1040 3 0 4250 950

- **ΠΡΧ-ΣΠΡΧ.** Το ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ επίσης αποθηκεύεται σε δύο πίνακες, τον `raw_qsqr_curves` που αναφέρεται στις καμπύλες του διαγράμματος και τον `raw_qsqr_points` που αναφέρεται στα σημεία του. Ο πίνακας `raw_qsqr_points` είναι ίδιος στη μορφή και τη λειτουργικότητα του με τον πίνακα `raw_qh_points` του διαγράμματος στάθμης - παροχής εκτός του πεδίου `h` που έχει αντικατασταθεί με το πεδίο `qs` που είναι τύπου `integer4` και αποθηκεύει στερεοπαροχή σε `kg/sec` με ακρίβεια 3 δεκαδικών. Έτσι οι συντεταγμένες κάθε σημείου του διαγράμματος παροχής - στερεοπαροχής είναι οι `q` και `qs` αντί των `q` και `h` του διαγράμματος στάθμης - παροχής. Αντίστοιχα ο πίνακας `raw_qsqr_curves` έχει κοινά σε τύπο και λειτουργικότητα πεδία `instrument`, `curve`, `start_date`, `end_date` και `remarks` με τον `raw_qh_curves` του διαγράμματος στάθμης - παροχής. Τέλος τα πεδία `start_period` και `end_period` είναι τύπου `integer1` και αντί για λεκτική περιγραφή περιέχουν τον αριθμό του μήνα που το διάγραμμα αρχίζει και παύει αντίστοιχα να ισχύει.



## 6. Οικονομικά στοιχεία

Το συνολικό κόστος του έργου ανέρχεται σε 7 200 000 δρχ. Από το ποσό αυτό, η ΓΓΕΤ έχει αποστείλει στην Επιτροπή Ερευνών του ΕΜΠ δύο δόσεις. Η Α δόση ανέρχεται σε 1 410 000 δρχ ενώ η Β δόση σε 3 287 000 δρχ. Τα έξοδα ανά κατηγορία κόστους για τον συνολικό προϋπολογισμό του έργου και τις δόσεις Α και Β που έχουν αποσταλεί στο ΕΜΠ, δίνονται αντίστοιχα στους παρακάτω πίνακες 6.1, 6.2 και 6.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1. Οικονομικά στοιχεία συνολικού προϋπολογισμού

	Από πόρους του φορέα	Από το ΠΑΕΤ	Από άλλες πηγές
<b>1. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ</b>			
1.1. Επιστημονικός Υπεύθυνος			
1.2. Επιστημονικό προσωπικό		3 640 000	
1.3. Βοηθητικό και τεχνικό προσωπικό		430 000	
1.4. Εργοδοτικές ασφαλιστικές εισφορές			
Σύνολο		4 070 000	
<b>2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ - ΥΛΙΚΑ</b>			
2.1 Χρήση υπολογιστή ΕΜΠ	1 000 000		
2.2 Αναλώσιμα		2 200 000	
Σύνολο	1 000 000	2 200 000	
<b>3. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ</b>			
3.1 Μετακινήσεις εσωτερικού			
3.2 Μετακινήσεις εξωτερικού			
<b>4. ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ</b>			
4.1 Δημοσιεύσεις-Εκδόσεις			
4.2 Απρόβλεπτα			

4.3 Επιτροπή Ερευνών		930 000	
Σύνολο		930 000	
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	1 000 000	7 200 000	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΕΤ		7 200 000	

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2. Οικονομικά στοιχεία Α δόσης

	Προϋπολογισμός	Έξοδα	Υπόλοιπο
1. Αμοιβές προσωπικού ΕΜΠ	130 000	130 000	0
2. Αμοιβές προσωπικού εκτός ΕΜΠ	260 000	260 000	-
3. Αναλώσιμα	9 500	0	9 500
4. Όργανα	940 000	596 000	344 000
5. Υπέρ ΕΜΠ 15%	70 500	70 500	0
ΣΥΝΟΛΟ	1 410 000	1 056 500	353 500

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3. Οικονομικά στοιχεία Β δόσης

	Προϋπολογισμός	Έξοδα	Υπόλοιπο
1. Αμοιβές προσωπικού ΕΜΠ	800 000	300000	500 000
2. Αμοιβές προσωπικού εκτός ΕΜΠ	1 650 000	0	1 650 000
3. Αναλώσιμα	100 000	0	100 000
4. Όργανα	0	0	0
5. Δακτυλογραφήσεις	144 205	0	144 205
6. Διάφορα	100 000	0	100 000
Υπέρ ΕΜΠ 15%	493 095	493 095	0
ΣΥΝΟΛΟ	3 287 300	793 095	2 494 205

Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες τα συνολικά έξοδα είναι  $1\,056\,500 + 793\,095 = 1\,849\,595$  δρχ. ή ποσοστό 25.7% του συνολικού προϋπολογισμού. Το ποσό αυτό κάλυψε τις εργασίες 1 και 2 του χρονοδιαγράμματος του έργου (βλ. Πίνακα 1). Για τη διάθεση του υπολοίπου προτείνεται να γίνει υποβολή αναμορφωμένης πρότασης με νέα αντικείμενα, όπως ήδη αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1.